

กรณีศึกษาการพัฒนาครูประจำการคณิตศาสตร์
ด้วยวิธีการศึกษาและพัฒนาบทเรียน (Lesson Study)

ปริญญานิพนธ์
ของ
อรรธศาสน์ นิมิตรพันธ์

เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษาคุณวุฒิบัณฑิต สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา

พฤษภาคม 2553

กรณีศึกษาการพัฒนาครูประจำการคณิตศาสตร์
ด้วยวิธีการศึกษาและพัฒนาบทเรียน (Lesson Study)

ปริญญานิพนธ์
ของ
อรรถศาสตร์ นิมิตรพันธ์

เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษาคุณวุฒิปริญญาตรี สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา

พฤษภาคม 2553

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

กรณีศึกษาการพัฒนาครูประจำการคณิตศาสตร์
ด้วยวิธีการศึกษาและพัฒนาบทเรียน (Lesson Study)

บทคัดย่อ
ของ
อรรถศาสตร์ นิมิตรพันธ์

เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษาคุณวุฒิบัณฑิต สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา

พฤษภาคม 2553

อรรถศาสตร์ นิมิตรพันธ์. (2553). *กรณีศึกษาการพัฒนาครูประจำการคณิตศาสตร์ด้วยวิธีการศึกษาและพัฒนาบทเรียน (Lesson Study)*. ปรินญานิพนธ์ กศ.ด. (คณิตศาสตร์ศึกษา).

กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ คณะกรรมการควบคุม:

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุพจน์ ไชยสังข์, รองศาสตราจารย์ ดร.ปิยวดี วงษ์ใหญ่,

รองศาสตราจารย์ ดร.องอาจ นัยพัฒน์.

การวิจัยครั้งนี้มีความมุ่งหมายเพื่อศึกษาผลของการพัฒนาครูประจำการคณิตศาสตร์ด้วยวิธีการศึกษาและพัฒนาบทเรียน เนื้อหาคณิตศาสตร์ที่ใช้ในการวิจัยเป็นเรื่อง เศษส่วน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ผู้วิจัยดำเนินการพัฒนาครูประจำการคณิตศาสตร์ด้วยวิธีการศึกษาและพัฒนาบทเรียนในโรงเรียนที่เป็นสนามวิจัย จำนวน 1 โรงเรียน ซึ่งมีครูประจำการคณิตศาสตร์ที่มีส่วนร่วมในการศึกษาและพัฒนาบทเรียน จำนวน 5 คน ทำงานร่วมกันตามกระบวนการของการศึกษาและพัฒนาบทเรียน 8 ขั้นตอน ซึ่งประกอบด้วย 1) การกำหนดเป้าหมายหลัก 2) การศึกษาค้นคว้า 3) การออกแบบบทเรียน 4) การจัดการเรียนการสอนรอบแรก 5) การสะท้อนผล 6) การปรับปรุงบทเรียน 7) การจัดการเรียนการสอนรอบที่สอง และ 8) การสะท้อนผลและแลกเปลี่ยนเรียนรู้ ทั้งนี้มีผู้บริหารโรงเรียน ผู้เชี่ยวชาญภายนอก ศึกษานิเทศก์ และผู้วิจัย ซึ่งเป็นผู้ที่มีส่วนร่วมในการศึกษาและพัฒนาบทเรียนเป็นผู้ให้คำปรึกษา และร่วมแลกเปลี่ยนเรียนรู้ด้วย ในการจัดการเรียนการสอนรอบแรกได้ดำเนินการกับนักเรียนจำนวน 39 คน ด้วยบทเรียนคณิตศาสตร์สำหรับการจัดการเรียนการสอนรอบแรก ส่วนการจัดการเรียนการสอนรอบที่สองได้ดำเนินการกับนักเรียนจำนวน 34 คน ด้วยบทเรียนคณิตศาสตร์สำหรับการจัดการเรียนการสอนรอบที่สอง

ผลการวิจัยพบว่า

1. ผู้ที่มีส่วนร่วมในการศึกษาและพัฒนาบทเรียนให้การยอมรับในการศึกษาและพัฒนาบทเรียนในระดับสูง
2. ครูประจำการคณิตศาสตร์มีความรู้ทางการสอนในเนื้อหาคณิตศาสตร์หลังเข้าร่วมการวิจัยครบทุกขั้นตอนเปลี่ยนแปลงไปจากก่อนเข้าร่วมการวิจัยในทางที่ดีขึ้น
3. การทำงานร่วมกันในการศึกษาและพัฒนาบทเรียนของครูประจำการคณิตศาสตร์หลังเข้าร่วมการวิจัยครบทุกขั้นตอนมีประสิทธิภาพอยู่ในระดับที่ดีกว่าระหว่างเข้าร่วมการวิจัย ซึ่งมีประสิทธิภาพอยู่ในระดับดีมาก และดี ตามลำดับ
4. บทเรียนคณิตศาสตร์สำหรับการจัดการเรียนการสอนรอบแรก และรอบที่สองมีความเหมาะสมอยู่ในระดับที่ดีกว่าบทเรียนคณิตศาสตร์ที่ครูประจำการคณิตศาสตร์พัฒนาขึ้นก่อนเข้าร่วมการวิจัย ซึ่งมีความเหมาะสมอยู่ในระดับดีมาก ดีมาก และพอใช้ตามลำดับ

5. ค่าเฉลี่ยของคะแนนความรู้ความเข้าใจในมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์หลังเรียนของนักเรียนที่ใช้สำหรับการจัดการเรียนการสอนรอบแรก สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ค่าเฉลี่ยของคะแนนความรู้ความเข้าใจในมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์หลังเรียนของนักเรียนที่ใช้สำหรับการจัดการเรียนการสอนรอบที่สอง สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และมีจำนวนนักเรียนที่ใช้สำหรับการจัดการเรียนการสอนรอบแรกและรอบที่สองคิดเป็นร้อยละ 79.49 และ 82.35 ตามลำดับ ที่มีคะแนนความรู้ความเข้าใจในมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์หลังเรียนไม่น้อยกว่าร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม ซึ่งบรรลุเป้าหมายหลักของการศึกษาและพัฒนาบทเรียน

6. ค่าเฉลี่ยของคะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์หลังเรียนของนักเรียนที่ใช้สำหรับการจัดการเรียนการสอนรอบแรก สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ค่าเฉลี่ยของคะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์หลังเรียนของนักเรียนที่ใช้สำหรับการจัดการเรียนการสอนรอบที่สอง สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และมีจำนวนนักเรียนที่ใช้สำหรับการจัดการเรียนการสอนรอบแรกและรอบที่สองคิดเป็นร้อยละ 76.92 และ 79.41 ตามลำดับ ที่มีคะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์หลังเรียนไม่น้อยกว่าร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม ซึ่งบรรลุเป้าหมายหลักของการศึกษาและพัฒนาบทเรียน

A CASE STUDY OF IN-SERVICE TRAINING IN MATHEMATICS THROUGH
LESSON STUDY

AN ABSTRACT
BY
AUTTASART NIMITPUN

Presented in Partial Fulfillment of the Requirements for the
Doctor of Education Degree in Mathematics Education
at Srinakharinwirot University

May 2010

Auttasart Nimitpun. (2010). *A Case Study of In-Service Training in Mathematics through Lesson Study*. Dissertation, Ed.D. (Mathematics Education). Bangkok: Graduate School, Srinakharinwirot University. Advisor Committee: Asst. Prof. Dr. Supotch Chaiyasang, Assoc. Prof. Dr. Piyavadee Wongyai, Assoc. Prof. Dr. Ong–Art Naiyapatana.

The purpose of this research was to study the effects of in-service training in mathematics through lesson study. A mathematics lesson on fractions that is used at Prathomsuksa V was used in this research. The researcher trained in-service mathematics teachers through lesson study in a school, a research field, where there were five in-service mathematics teachers working collaboratively in the process of lesson study, which consists of eight stages, that is, 1) goal setting, 2) studying, 3) designing the research lesson, 4) teaching the research lesson the first time, 5) reflecting, 6) revising, 7) teaching the research lesson the second time, and 8) reflecting and sharing. Apart from the five teachers and the researcher, the school's administrators, an outside expert, educational supervisors also took part in the research, as consultants and sharing persons. There were two sessions of teaching (stages 4 and 7 above). Both sessions were done with 39 and 34 students respectively.

The findings are as follows:

1. The participants who took part in the lesson study understood and accepted the principles of the theory of lesson study at a high level.
2. After all stages of the research, the five teachers had better mathematics pedagogical content knowledge than before.
3. After all stages of the research, the effectiveness of the teachers' collaboration in lesson study was higher than the effectiveness of the teachers' collaboration while the research was still ongoing, rated as excellent and good respectively.
4. The two mathematics lessons designed and revised for the two sessions of teaching in the research were more appropriate than the lesson that the teacher of this subject had written alone, rated as very good and fair respectively.

5. The students' mean score on mathematical concepts after they had studied the first research lesson was significantly higher than their mean score before they studied the lesson at the level of .05. The students' mean score on mathematical concepts after they had studied the second research lesson, the one revised from the first research lesson, was significantly higher than their mean score before they studied the second research lesson at the level of .05. And it was found that 79.49% of the students in the first round of teaching and 82.35% of the students in the second round of teaching could get at least 70% out of the full score from a test on mathematical concepts, which can be regarded as successful in terms of the goal of lesson study.

6. The students' mean score on mathematics problem solving ability after they had studied the first research lesson was significantly higher than their mean score before they studied the lesson at the level of .05. The students' mean score on mathematics problem solving ability after they had studied the second research lesson, the one revised from the first research lesson, was significantly higher than their mean score before they studied the second research lesson at the level of .05. And it was found that 76.92% of the students in the first round of teaching and 79.41% of the students in the second round of teaching could obtain at least 70% out of the full score from a test on mathematics problem solving ability, which can be regarded as successful in terms of the goal of lesson study.

ปริญญานิพนธ์
เรื่อง

กรณีศึกษาการพัฒนาครูประจำการคณิตศาสตร์ด้วยวิธีการศึกษาและพัฒนาบทเรียน (Lesson Study)

ของ
อรรถศาสตร์ นิมิตรพันธ์

ได้รับอนุมัติจากบัณฑิตวิทยาลัยให้นับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาการศึกษาดุฎบัณฑิต สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา
ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

..... คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
(รองศาสตราจารย์ ดร.สมชาย สันติวัฒนกุล)
วันที่ เดือน พฤษภาคม พ.ศ. 2553

คณะกรรมการควบคุมปริญญานิพนธ์

คณะกรรมการสอบปากเปล่า

..... ประธาน
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุพจน์ ไชยสังข์)

..... ประธาน
(ศาสตราจารย์ ดร.ณรงค์ ปิ่นนิยม)

..... กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร.ปิยวดี วงษ์ใหญ่)

..... กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุพจน์ ไชยสังข์)

..... กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร.องอาจ นัยพัฒน์)

..... กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร.ปิยวดี วงษ์ใหญ่)

..... กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร.องอาจ นัยพัฒน์)

..... กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร.สุวัฒนา เขี่ยมอรรถพร)

ประกาศคุณูปการ

ปริญญานิพนธ์นี้สำเร็จสมบูรณ์ได้ด้วยความช่วยเหลือจาก ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุพจน์ ไชยสังข์ ประธานกรรมการควบคุมปริญญานิพนธ์ ที่ได้เสียสละเวลาในการให้คำปรึกษาแนะนำ ตลอดจนช่วยเหลือไขข้อบกพร่องต่างๆด้วยความเอาใจใส่เป็นอย่างดี ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งในความเมตตากรุณาของท่านเป็นอย่างมาก ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร.ปิยวดี วงษ์ใหญ่ กรรมการควบคุมปริญญานิพนธ์ที่คอยให้ความช่วยเหลือแนะนำและเสนอแนะที่เป็นประโยชน์กับงานวิจัย คอยกระตุ้นให้เกิดกำลังใจ และเป็นแบบอย่างของครูที่ดีต่อศิษย์เสมอมา ขอกราบขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร.องอาจ นัยพัฒน์ กรรมการควบคุมปริญญานิพนธ์ ที่ได้กรุณาให้คำปรึกษาและคอยเปิดประเด็นให้เกิดแนวคิดที่เป็นประโยชน์ต่อการดำเนินงานวิจัยในภาคสนามเป็นอย่างดีโดยตลอด ขอกราบขอบพระคุณ ศาสตราจารย์ ดร.ณรงค์ ปันนิม และรองศาสตราจารย์ ดร.สุวัฒนา เอี่ยมอพรพรรณ กรรมการที่แต่งตั้งเพิ่มเติมที่ให้ข้อเสนอแนะที่เป็นประโยชน์ในการปรับปรุงงานวิจัยนี้ให้มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขอกราบขอบพระคุณ คณะกรรมการสอบเค้าโครงปริญญานิพนธ์ทุกท่านที่ให้ข้อเสนอแนะที่เป็นประโยชน์ก่อนการดำเนินงานวิจัยในภาคสนาม ขอขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร.สุรศักดิ์ หลาบมาลา และ ดร.บุญลือ ทองอยู่ ผู้เชี่ยวชาญในการประชุมกลุ่มที่ให้ข้อเสนอแนะที่เป็นประโยชน์ต่อการปรับกระบวนการของการศึกษาและพัฒนาบทเรียนให้มีความเหมาะสมกับบริบทของโรงเรียนที่เป็นสนามวิจัย ขอขอบพระคุณ อาจารย์ ดร.วรรณวิภา สุทธเกียรติ อาจารย์ ดร.สินชัย จันทรเสม และอาจารย์จิราพร พรายมณี ผู้เชี่ยวชาญที่ช่วยตรวจสอบเครื่องมือและให้ข้อเสนอแนะที่เป็นประโยชน์อย่างมาก ขอขอบพระคุณ ผู้เชี่ยวชาญภายนอกและศึกษานิเทศก์ที่มีส่วนร่วมในการศึกษาและพัฒนาบทเรียนทุกท่านที่ได้ให้คำปรึกษาและแลกเปลี่ยนเรียนรู้ร่วมกันเป็นอย่างดีเสมอมาอย่างกัลยาณมิตร ขอขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ผดุง พรหมมูล ผู้ช่วยอธิการบดีฝ่ายโครงการพิเศษ มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนดุสิต ที่ให้คำปรึกษาและให้ข้อมูลเกี่ยวกับโครงการโรงเรียนในฝัน ขอขอบพระคุณ Professor Dr. Max Stephens ที่ให้ข้อเสนอแนะเกี่ยวกับการศึกษาและพัฒนาบทเรียนและการวิจัยเกี่ยวกับความรู้ของครูประจำการคณิตศาสตร์ซึ่งเป็นประโยชน์กับงานวิจัยอย่างมาก

ขอขอบพระคุณ ผู้บริหารโรงเรียน คณะครู และนักเรียน โรงเรียนชลประทานสงเคราะห์ที่คอยช่วยเหลือและให้ความร่วมมือเป็นอย่างดีตลอดช่วงระยะเวลาที่ผู้วิจัยดำเนินงานวิจัยและเก็บรวบรวมข้อมูล ขอขอบพระคุณ อาจารย์ นันทน์ภัส พลเตมา ที่ช่วยอ่านตรวจทานและแก้ไขต้นฉบับให้ครั้งแล้วครั้งเล่า และขอขอบพระคุณ พี่น้องนิสิตสาขาคณิตศาสตร์ศึกษาทุกคนที่เป็นกำลังใจให้แก่กันเสมอมา

ท้ายสุดนี้ ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณ คุณพ่อเทียม คุณแม่เรวดี นิมิตรพันธ์ ตลอดจนครอบครัวอาจารย์ทุกท่านที่ได้อบรมสั่งสอนให้ผู้วิจัยมีความเพียรพยายามทั้งในการศึกษาเล่าเรียน และในการทำงานเสมอมา ขอคุณความดีทั้งหลายจงช่วยปกป้องคุ้มครองทุกท่านให้ประสบความสุขความเจริญยิ่งขึ้นไป

อรรถศาสตร์ นิมิตรพันธ์

สารบัญ

บทที่	หน้า
1 บทนำ.....	1
ความสำคัญของปัญหา.....	1
ความมุ่งหมายของการวิจัย.....	6
ความสำคัญของการวิจัย.....	7
ขอบเขตของการวิจัย.....	7
สนามวิจัย.....	7
ผู้ให้ข้อมูลในการวิจัย.....	8
ตัวแปรที่ใช้ในการวิจัย.....	9
เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย.....	9
ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย.....	9
นิยามศัพท์เฉพาะ.....	10
2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	17
ความรู้ของครูประจำการคณิตศาสตร์และสภาพของการพัฒนาครูประจำการ	
คณิตศาสตร์.....	18
ความสำเร็จในการเรียนรู้คณิตศาสตร์ของนักเรียนกับความรู้ของครูประจำการ	
คณิตศาสตร์.....	18
ปัญหาด้านความรู้ของครูประจำการคณิตศาสตร์.....	20
สภาพของการพัฒนาครูประจำการคณิตศาสตร์และการพัฒนาครูประจำการโดย	
โรงเรียนเป็นฐาน.....	22
การพัฒนาครูประจำการคณิตศาสตร์ด้วยวิธีการศึกษาและพัฒนาบทเรียน.....	29
ความเป็นมาของการศึกษาและพัฒนาบทเรียน.....	29
ความหมายของการศึกษาและพัฒนาบทเรียน.....	32
กระบวนการของการศึกษาและพัฒนาบทเรียน.....	33
รูปแบบของการรวมกลุ่มทางวิชาการและการสนับสนุนการดำเนินงานการศึกษาแ	
พัฒนาบทเรียน.....	43

สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
2 (ต่อ)	
ประโยชน์ของการพัฒนาครูประจำการคณิตศาสตร์ด้วยวิธีการศึกษาและพัฒนา บทเรียน.....	51
การประเมินผลการพัฒนาครูประจำการคณิตศาสตร์ด้วยวิธีการศึกษาและพัฒนา บทเรียน.....	53
การนำการศึกษาและพัฒนาบทเรียนมาใช้และการยอมรับในการศึกษาและพัฒนา บทเรียน.....	54
ความรู้ทางการสอนในเนื้อหาคณิตศาสตร์.....	58
การทำงานร่วมกันในการศึกษาและพัฒนาบทเรียน.....	72
ความเหมาะสมของบทเรียนคณิตศาสตร์.....	79
ความรู้ความเข้าใจในมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์และความสามารถในการแก้โจทย์ ปัญหาทางคณิตศาสตร์.....	82
แนวคิดในการออกแบบบทเรียนและจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์.....	85
การจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์เรื่อง เศษส่วน.....	85
การจัดการเรียนการสอนเพื่อพัฒนานักเรียนให้มีความรู้ความเข้าใจ ในมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์.....	103
การจัดการเรียนการสอนเพื่อพัฒนานักเรียนให้มีความสามารถในการแก้โจทย์ ปัญหาทางคณิตศาสตร์.....	115
ข้อเสนอแนะเพิ่มเติมสำหรับการดำเนินงานตามกระบวนการของการศึกษาและพัฒนา บทเรียน.....	132
โครงการและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาและพัฒนาบทเรียนในระดับนานาชาติ...	137
กรอบแนวคิดของการวิจัย.....	152

สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
3 วิธีดำเนินการวิจัย.....	153
ระยะที่ 1 การศึกษาข้อมูลและเตรียมประสบการณ์เกี่ยวกับการศึกษาและพัฒนา	
บทเรียน.....	154
ศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับการพัฒนาครูประจำการคณิตศาสตร์ของประเทศไทยและ	
ต่างประเทศ.....	154
ศึกษาข้อมูลและเตรียมประสบการณ์เกี่ยวกับการพัฒนาครูประจำการ	
คณิตศาสตร์ด้วยวิธีการศึกษาและพัฒนาบทเรียน.....	155
ระยะที่ 2 การศึกษา สํารวจ และคัดเลือกโรงเรียนเพื่อใช้เป็นสนามวิจัย และเข้าสู่	
สนามวิจัย.....	157
ศึกษาข้อมูลพื้นฐาน สํารวจ และคัดเลือกโรงเรียนเพื่อใช้เป็นสนามวิจัย.....	158
เข้าสู่โรงเรียนที่เป็นสนามวิจัย.....	160
ระยะที่ 3 การรวมกลุ่มทางวิชาการของครูประจำการคณิตศาสตร์สำหรับการศึกษา	
และพัฒนาบทเรียน.....	160
รวมกลุ่มทางวิชาการของครูประจำการคณิตศาสตร์สำหรับการศึกษาและพัฒนา	
บทเรียนและศึกษาข้อมูลพื้นฐานเกี่ยวกับประสบการณ์ของครูประจำการ	
คณิตศาสตร์.....	161
สร้างความคุ้นเคยในการทำงานร่วมกันอย่างกัลยาณมิตร.....	162
ประสานงานกับผู้เชี่ยวชาญภายนอกด้านคณิตศาสตร์ศึกษาและศึกษานิเทศก์.....	163
จัดสัมมนาเชิงปฏิบัติการพัฒนาครูประจำการคณิตศาสตร์ด้วยวิธีการศึกษาและ	
พัฒนาบทเรียน.....	163
ระยะที่ 4 การเตรียมการพัฒนาครูประจำการคณิตศาสตร์ด้วยวิธีการศึกษาและพัฒนา	
บทเรียน	164
ประชุมกลุ่ม (Focus Group) เพื่อปรับรูปแบบกระบวนการของการศึกษาและ	
พัฒนาบทเรียนให้เหมาะสมกับบริบทของโรงเรียน.....	165
ร่วมกันจัดทำและเสนอโครงการเพื่อรองรับการพัฒนาครูประจำการคณิตศาสตร์	
ด้วยวิธีการศึกษาและพัฒนาบทเรียน.....	166

สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
3 (ต่อ)	
ระยะที่ 5 การพัฒนาเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ดำเนินงานพัฒนาครู ประจำการคณิตศาสตร์ด้วยวิธีการศึกษาและพัฒนาบทเรียน และเก็บรวบรวมข้อมูล.....	166
พัฒนาเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล.....	167
ดำเนินงานพัฒนาครูประจำการคณิตศาสตร์ด้วยวิธีการศึกษาและพัฒนาบทเรียน ตามกระบวนการของการศึกษาและพัฒนาบทเรียน.....	181
ดำเนินงานเก็บรวบรวมข้อมูล.....	189
ระยะที่ 6 การวิเคราะห์ข้อมูลและสรุปผลการวิจัย.....	191
4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	203
ตอนที่ 1 ด้านการยอมรับในการศึกษาและพัฒนาบทเรียน.....	204
ตอนที่ 2 ด้านการเปลี่ยนแปลงความรู้ทางการสอนในเนื้อหาคณิตศาสตร์.....	218
ตอนที่ 3 ด้านประสิทธิภาพของการทำงานร่วมกันในการศึกษาและพัฒนาบทเรียน.....	236
ตอนที่ 4 ด้านความเหมาะสมของบทเรียนคณิตศาสตร์.....	247
ตอนที่ 5 ด้านความรู้ความเข้าใจในโมทัศน์ทางคณิตศาสตร์.....	263
ตอนที่ 6 ด้านความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์.....	267
5 สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ.....	271
สรุปผลการวิจัย.....	278
อภิปรายผล.....	280
ข้อเสนอแนะ.....	290
ข้อเสนอแนะในเชิงนโยบาย.....	290
ข้อเสนอแนะในเชิงปฏิบัติ.....	290
ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป.....	291

สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
บรรณานุกรม.....	292
ภาคผนวก.....	322
ภาคผนวก ก รายนามผู้เชี่ยวชาญ.....	323
ภาคผนวก ข เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล.....	325
ภาคผนวก ค ตัวอย่างของบทเรียนคณิตศาสตร์.....	362
ภาคผนวก ง สารสนเทศต่างๆ ประกอบการดำเนินกิจกรรมแต่ละระยะของการวิจัย.....	405
ภาคผนวก จ คุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล.....	428
ประวัติย่อผู้วิจัย.....	437

บัญชีตาราง

ตาราง		หน้า
1	รูปแบบของการรวมกลุ่มทางวิชาการสำหรับการศึกษาและพัฒนาบทเรียนในประเทศญี่ปุ่น.....	43
2	องค์ประกอบซึ่งเป็นตัวบ่งชี้ถึงการยอมรับในการศึกษาและพัฒนาบทเรียนของผู้ที่มีส่วนร่วมในการศึกษาและพัฒนาบทเรียนจากการวิเคราะห์ลักษณะพฤติกรรมของบุคคลตามกระบวนการตัดสินใจเกี่ยวกับนวัตกรรมของโรเจอร์ส.....	57
3	องค์ประกอบของความรู้ทางการสอนในเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์จากงานของซิดและสเตซี่.....	62
4	กรอบแนวคิดสำหรับการศึกษาความรู้ทางการสอนในเนื้อหาคณิตศาสตร์ของครูประจำการคณิตศาสตร์.....	64
5	กรอบแนวคิดสำหรับการศึกษาความรู้ทางการสอนในเนื้อหาคณิตศาสตร์ของครูประจำการคณิตศาสตร์ในการวิจัยครั้งนี้.....	66
6	แสดงกำหนดการจัดการเรียนการสอนรอบแรกกับนักเรียนจำนวน 39 คน ในปีการศึกษา 2551.....	185
7	แสดงกำหนดการจัดการเรียนการสอนรอบที่สองกับนักเรียนจำนวน 34 คน ในปีการศึกษา 2551.....	187
8	การเก็บรวบรวมข้อมูลและวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อตอบความมุ่งหมายของการวิจัย.....	196
9	ผลการศึกษาความรู้ทางการสอนในเนื้อหาคณิตศาสตร์ของครูประจำการคณิตศาสตร์ก่อนเข้าร่วมการวิจัยและหลังเข้าร่วมการวิจัยครบทุกขั้นตอน จำแนกตามองค์ประกอบ 4 ด้าน โดยสรุป.....	233
10	ประสิทธิภาพของการทำงานร่วมกันในการศึกษาและพัฒนาบทเรียนของครูประจำการคณิตศาสตร์ระหว่างเข้าร่วมการวิจัย.....	237
11	ประสิทธิภาพของการทำงานร่วมกันในการศึกษาและพัฒนาบทเรียนของครูประจำการคณิตศาสตร์หลังเข้าร่วมการวิจัยครบทุกขั้นตอน.....	242
12	ความเหมาะสมของบทเรียนคณิตศาสตร์ที่ครูประจำการคณิตศาสตร์พัฒนาขึ้นก่อนเข้าร่วมการวิจัย.....	248
13	ความเหมาะสมของบทเรียนคณิตศาสตร์สำหรับจัดการเรียนการสอนรอบแรก.....	253

บัญชีตาราง (ต่อ)

ตาราง	หน้า
14 ความเหมาะสมของบทเรียนคณิตศาสตร์สำหรับการเรียนการสอนรอบที่สอง.....	258
15 ผลการเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของคะแนนความรู้ความเข้าใจใน มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนที่ใช้สำหรับการเรียน การสอนรอบแรก.....	263
16 คะแนนความรู้ความเข้าใจในมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์หลังเรียนของนักเรียนที่ใช้ สำหรับการเรียนการสอนรอบแรก.....	264
17 ผลการเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของคะแนนความรู้ความเข้าใจใน มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนที่ใช้สำหรับการเรียน การสอนรอบที่สอง.....	265
18 คะแนนความรู้ความเข้าใจในมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์หลังเรียนของนักเรียนที่ใช้ สำหรับการเรียนการสอนรอบที่สอง.....	266
19 ผลการเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของคะแนนความสามารถในการ แก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนที่ใช้สำหรับ จัดการเรียนการสอนรอบแรก.....	267
20 คะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์หลังเรียนของนักเรียนที่ใช้ สำหรับการเรียนการสอนรอบแรก.....	268
21 ผลการเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของคะแนนความสามารถในการ แก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนที่ใช้สำหรับ จัดการเรียนการสอนรอบที่สอง.....	269
22 คะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์หลังเรียนของนักเรียนที่ใช้ สำหรับการเรียนการสอนรอบที่สอง.....	270
23 ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบสะท้อนความเข้าใจและความคิดเห็นที่มีต่อ การนำการศึกษาและพัฒนาบทเรียนมาใช้ในโรงเรียน.....	429
24 ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบสอบถามเพื่อศึกษาความรู้ทางการสอนใน เนื้อหาคณิตศาสตร์เรื่อง เศษส่วน.....	429

บัญชีตาราง (ต่อ)

ตาราง

หน้า

25	ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบประเมินรายการสะท้อนประสิทธิภาพของ การทำงานร่วมกันในการศึกษาและพัฒนาบทเรียนของครูประจำการคณิตศาสตร์.....	429
26	ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบประเมินรายการสะท้อนความเหมาะสมของ บทเรียนคณิตศาสตร์.....	430
27	ตารางวิเคราะห์ข้อสอบของแบบทดสอบวัดความรู้ความเข้าใจในมโนทัศน์ทาง คณิตศาสตร์ เรื่อง เศษส่วน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5	431
28	ค่าความยากง่าย ค่าอำนาจจำแนก และค่าความเชื่อมั่น ของแบบทดสอบวัดความรู้ ความเข้าใจในมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์เรื่อง เศษส่วน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5.....	435
29	ตารางวิเคราะห์ข้อสอบของแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา คณิตศาสตร์ เรื่อง เศษส่วน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5.....	436
30	ค่าความยากง่าย ค่าอำนาจจำแนก และค่าความเชื่อมั่น ของแบบทดสอบวัดความ สามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์เรื่อง เศษส่วน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5.....	436

บัญชีภาพประกอบ

ภาพประกอบ	หน้า
1 วัฏจักรของการศึกษาและพัฒนาบทเรียน.....	34
2 กระบวนการของการศึกษาและพัฒนาบทเรียนของสตีกเลอร์และฮิลเบิร์ต.....	35
3 บรรยายภาคในห้องเรียนของประเทศญี่ปุ่นขณะที่มีการจัดการเรียนการสอน.....	36
4 กระบวนการของการศึกษาและพัฒนาบทเรียนจากงานของฮอดเจส แลนด์รีย์ และคาคี.....	38
5 วัฏจักรพีเอไออาร์.....	39
6 กระบวนการของการศึกษาและพัฒนาบทเรียนในการวิจัยครั้งนี้.....	42
7 โครงสร้างการพัฒนาวิชาชีพครูประจำการของประเทศญี่ปุ่น.....	47
8 มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนในการบวกลบเศษส่วนของนักเรียน.....	69
9 การแสดงความสมเหตุสมผลของคำตอบของนักเรียน.....	69
10 วิธีการบวกลบเศษส่วนจากงานของนักเรียน.....	70
11 รูปแบบการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์เพื่อให้เกิดความเข้าใจ.....	106
12 เปรียบเทียบวิธีสอนแบบอุปนัยและนิรนัย.....	111
13 ลักษณะของปัญหาปลายปิดและปลายเปิด.....	137
14 องค์ประกอบของการศึกษาและพัฒนาบทเรียน.....	138
15 แผนที่ของการดำเนินงานของการศึกษาและพัฒนาบทเรียนในอเมริกาเหนือ.....	139
16 โครงสร้างการดำเนินโครงการ STEPSAM.....	140
17 ภาพรวมของโครงการความร่วมมือระหว่างประเทศลาวและรัฐบาลญี่ปุ่น.....	142
18 ขั้นตอนการดำเนินงานตามกระบวนการของการศึกษาและพัฒนาบทเรียนในประเทศ อินโดนีเซีย.....	144
19 รูปแบบการดำเนินโครงการ SMASSE ในประเทศเคนยา.....	146
20 โครงสร้างการดำเนินงานของโครงการ MSSSI ในประเทศแอฟริกาใต้.....	148
21 กรอบแนวคิดของการวิจัย.....	152
22 ลักษณะการตอบของครูประจำการคณิตศาสตร์ในด้านการมีความเข้าใจในเป้าหมาย สำคัญสูงสุดของการศึกษาและพัฒนาบทเรียน.....	205

บัญชีภาพประกอบ (ต่อ)

ภาพประกอบ

หน้า

23	ลักษณะการตอบของผู้บริหารโรงเรียนในด้านการมีความเข้าใจในเป้าหมายสำคัญ สูงสุดของการศึกษาและพัฒนาบทเรียน.....	205
24	ลักษณะการตอบของผู้เชี่ยวชาญภายนอกในด้านการมีความเข้าใจในเป้าหมายสำคัญ สูงสุดของการศึกษาและพัฒนาบทเรียน.....	206
25	ลักษณะการตอบของศึกษานิเทศก์ในด้านการมีความเข้าใจในเป้าหมายสำคัญสูงสุด ของการศึกษาและพัฒนาบทเรียน.....	206
26	ลักษณะการตอบของครูประจำการคณิตศาสตร์ในด้านการมองเห็นประโยชน์จากการ นำการศึกษาและพัฒนาบทเรียนมาใช้ในโรงเรียน.....	207
27	ลักษณะการตอบของผู้บริหารโรงเรียนในด้านการมองเห็นประโยชน์จากการนำการ ศึกษาและพัฒนาบทเรียนมาใช้ในโรงเรียน.....	208
28	ลักษณะการตอบของผู้เชี่ยวชาญภายนอกในด้านการมองเห็นประโยชน์จากการนำ การศึกษาและพัฒนาบทเรียนมาใช้ในโรงเรียน.....	209
29	ลักษณะการตอบของศึกษานิเทศก์ในด้านการมองเห็นประโยชน์จากการนำการศึกษา และพัฒนาบทเรียนมาใช้ในโรงเรียน.....	210
30	ลักษณะการตอบของครูประจำการคณิตศาสตร์ในด้านการสนับสนุนและยืนยันให้มีการ นำการศึกษาและพัฒนาบทเรียนมาใช้ในโรงเรียน.....	211
31	ลักษณะการตอบของผู้บริหารโรงเรียนในด้านการสนับสนุนและยืนยันให้มีการนำ การศึกษาและพัฒนาบทเรียนมาใช้ในโรงเรียน.....	211
32	ลักษณะการตอบของผู้เชี่ยวชาญภายนอกในด้านการสนับสนุนและยืนยันให้มีการนำ การศึกษาและพัฒนาบทเรียนมาใช้ในโรงเรียน.....	212
33	ลักษณะการตอบของศึกษานิเทศก์ในด้านการสนับสนุนและยืนยันให้มีการนำการศึกษา และพัฒนาบทเรียนมาใช้ในโรงเรียน.....	213
34	ลักษณะการตอบของครูประจำการคณิตศาสตร์ในด้านการมีทางออกให้กับข้อจำกัดที่ พบจากการนำการศึกษาและพัฒนาบทเรียนมาใช้ในโรงเรียน.....	214
35	ลักษณะการตอบของผู้บริหารโรงเรียนในด้านการมีทางออกให้กับข้อจำกัดที่พบจากการ นำการศึกษาและพัฒนาบทเรียนมาใช้ในโรงเรียน.....	214

บัญชีภาพประกอบ (ต่อ)

ภาพประกอบ

หน้า

36	ลักษณะการตอบของผู้เชี่ยวชาญภายนอกในด้านการมีทางออกให้กับข้อจำกัดที่พบจากการนำการศึกษาและพัฒนาบทเรียนมาใช้ในโรงเรียน.....	215
37	ลักษณะการตอบของศึกษานิเทศก์ในด้านการมีทางออกให้กับข้อจำกัดที่พบจากการนำการศึกษาและพัฒนาบทเรียนมาใช้ในโรงเรียน.....	216
38	ลักษณะการตอบของครูประจำการคณิตศาสตร์ในด้านการรู้วิธีนำเสนอโมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์เรื่อง เศษส่วน.....	219
39	ลักษณะการตอบของครูประจำการคณิตศาสตร์ในด้านการรู้โมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ที่คลาดเคลื่อนของนักเรียนในเรื่อง เศษส่วน และรู้วิธีนำเสนอเพื่อแก้ไขโมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ที่คลาดเคลื่อนนั้น.....	220
40	ลักษณะการตอบของครูประจำการคณิตศาสตร์ในด้านการเลือกใช้งานเพื่อพัฒนาความสามารถในการเรียนรู้คณิตศาสตร์ของนักเรียนในเรื่อง เศษส่วน.....	222
41	ลักษณะการตอบของครูประจำการคณิตศาสตร์ในด้านการเลือกใช้งานเพื่อพัฒนาความสามารถในการเรียนรู้คณิตศาสตร์ของนักเรียนในเรื่อง เศษส่วน.....	223
42	ลักษณะการตอบของครูประจำการคณิตศาสตร์ในด้านการส่งเสริมให้นักเรียนมีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์.....	224
43	ลักษณะการตอบของครูประจำการคณิตศาสตร์ในด้านการรู้วิธีนำเสนอโมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์เรื่อง เศษส่วน.....	226
44	ลักษณะการตอบของครูประจำการคณิตศาสตร์ในด้านการรู้วิธีนำเสนอโมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์เรื่อง เศษส่วน.....	227
45	ลักษณะการตอบของครูประจำการคณิตศาสตร์ในด้านการรู้โมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ที่คลาดเคลื่อนของนักเรียนในเรื่อง เศษส่วน และรู้วิธีนำเสนอเพื่อแก้ไขโมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ที่คลาดเคลื่อนนั้น.....	229
46	ลักษณะการตอบของครูประจำการคณิตศาสตร์ในด้านการเลือกใช้งานเพื่อพัฒนาความสามารถในการเรียนรู้คณิตศาสตร์ของนักเรียนในเรื่อง เศษส่วน.....	231
47	ลักษณะการตอบของครูประจำการคณิตศาสตร์ในด้านการส่งเสริมให้นักเรียนมีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์.....	232

บทที่ 1

บทนำ

ความสำคัญของปัญหา

การพัฒนาครูประจำการเป็นปัจจัยสำคัญของการปฏิรูปการศึกษาและการพัฒนาประเทศ หากปราศจากครูที่มีคุณภาพ การจัดการศึกษาเพื่อพัฒนาเด็กและเยาวชนรุ่นต่อไปให้มีศักยภาพย่อมไม่เกิดผลและย่อมกระทบถึงความมั่นคงและการพึ่งตนเองในภาพรวม ครูจึงมีความสำคัญยิ่งต่อสังคมและประเทศชาติ ดังที่องค์การระหว่างประเทศซึ่งประกอบด้วย องค์การการศึกษาวิทยาศาสตร์และวัฒนธรรมแห่งสหประชาชาติ (United Nations Educational Scientific and Cultural Organization (UNESCO)) องค์การเพื่อความร่วมมือและพัฒนาเศรษฐกิจ (Organization for Economic Co-operation and Development (OECD)) องค์การพัฒนาแห่งสหประชาชาติ (United Nations Development Programme (UNDP)) องค์การทุนเพื่อเด็กแห่งสหประชาชาติ (The United Nations Children's Fund (UNICEF)) และองค์การแรงงานระหว่างประเทศ (International Labour Organization (ILO)) ได้ตระหนักถึงความสำคัญของครูเนื่องจากเห็นว่าคุณภาพของครูส่งผลต่อคุณภาพของการศึกษาซึ่งเป็นกุญแจสำคัญของสังคมฐานความรู้ (Knowledge-Based Society) อีกทั้งยูเนสโกยังได้กำหนดให้วันที่ 5 ตุลาคมของทุกปีเป็นวันครูโลก (World Teachers' Day) เป็นการแสดงให้เห็นว่าทั่วโลกให้ความสำคัญต่อวิชาชีพครู (สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา (สกศ.). 2548ก: 1; 2548ข: 1-2; 2549ก: บทสรุป)

ปัจจุบันประเทศไทยอยู่ในกระแสของการปฏิรูปการศึกษา และเป็นเวลาเกือบ 1 ทศวรรษที่ได้ประกาศใช้หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2544 แต่เมื่อพิจารณาถึงความสำเร็จในการเรียนรู้ของนักเรียนไทยในกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ซึ่งเป็นสาระการเรียนรู้หลักแล้วพบว่านักเรียนไทยยังไม่ประสบความสำเร็จในการเรียนรู้คณิตศาสตร์ทั้งในระดับประเทศและนานาชาติ ในระดับประเทศนั้นพิจารณาได้จากรายงานการประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนตามมาตรฐานการเรียนรู้ของหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 หรือโอเน็ต (Ordinary National Educational Testing (O-NET)) ในปีการศึกษา 2550 พบว่า นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยระดับประเทศคิดเป็นร้อยละ 47.54 และในปีการศึกษา 2551 พบว่า นักเรียนช่วงชั้นที่ 2, 3 และ 4 มีคะแนนเฉลี่ยระดับประเทศคิดเป็นร้อยละ 43.76, 32.64 และ 35.98 ตามลำดับ ซึ่งคณิตศาสตร์เป็นสาระการเรียนรู้ที่นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยไม่ถึงครึ่งของคะแนนเต็มทั้งสองปีการศึกษา (สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ. 2552: Online) ส่วนในระดับนานาชาติพิจารณาได้จากผลการศึกษาของ

โครงการปISA (Programme for International Student Assessment (PISA)) ที่ได้ประเมินผล การศึกษาของประเทศสมาชิกโออีซีดี จำนวน 41 ประเทศ โดยประเมินผลภาพรวมของการศึกษาภาค บัณฑิตที่รัฐจัดให้ประชาชนในปี ค.ศ. 2003 พบว่า คะแนนเฉลี่ยการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ (Mathematics Literacy) ของนักเรียนไทยต่ำกว่าคะแนนเฉลี่ยของนานาชาติ นักเรียนไทยมีคะแนนเฉลี่ย 417 คะแนน ในขณะที่คะแนนเฉลี่ยของโออีซีดีเป็น 500 คะแนน (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และ เทคโนโลยี (สสวท.). 2549: 6)

ในประเด็นความสำเร็จในการเรียนรู้คณิตศาสตร์ของนักเรียนนั้น นักการศึกษามีความเห็นว่า ครูประจำการคณิตศาสตร์เป็นหัวใจที่จะนำไปสู่ความสำเร็จ (Lokan; Ford; & Greenwood. 1997) การปฏิรูปการเรียนรู้คณิตศาสตร์ของนักเรียนจึงต้องมีการพัฒนาครูประจำการคณิตศาสตร์ (Cooney. 1988: 355)

เมื่อพิจารณาถึงสภาพของการพัฒนาครูประจำการคณิตศาสตร์ที่ผ่านมาของประเทศไทย ซึ่งสำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา (2547ก: 2) ได้สรุปไว้ดังนี้

การพัฒนาครูประจำการที่เคยดำเนินการมาแต่เดิมในประเทศไทยส่วนใหญ่หน่วยงานกลางเป็นผู้จัดการ ฝึกอบรม วิธีการฝึกอบรมใช้การบรรยาย ประชุมกลุ่มย่อย และสรุปความคิดเห็นต่อที่ประชุมใหญ่ จำนวน ผู้เข้ารับการฝึกอบรมค่อนข้างมาก บางครั้งมีจำนวนหลายร้อยคน ทำให้ผู้ให้และผู้รับการฝึกอบรมไม่สามารถ ติดต่อกันสื่อสารกันเป็นรายบุคคลได้อย่างใกล้ชิดและทั่วถึง สถานที่ฝึกอบรมมักจัดขึ้นตามมหาวิทยาลัย โรงแรม หรือห้องประชุมแห่งใดแห่งหนึ่งในส่วนกลาง จึงมีค่าใช้จ่ายสูงในการเดินทางและเป็นการดึงดูด ครูประจำการออกจากห้องเรียน ระยะเวลาในการจัดฝึกอบรมสั้น ไม่มีการประเมินผลและติดตามผลการพัฒนา อย่างต่อเนื่องนอกจากการประเมินความพึงพอใจหลังการฝึกอบรมสัมมนาเท่านั้น ทำให้ไม่เห็นผลที่ได้รับ จากการฝึกอบรมอย่างชัดเจน การจัดฝึกอบรมของส่วนกลางมักมองข้ามความแตกต่างกันของบริบท โรงเรียน ครูประจำการ และนักเรียน จึงไม่สามารถแก้ปัญหาของโรงเรียนได้ตรงตามสภาพความต้องการของ แต่ละโรงเรียน หรือความต้องการของครูประจำการ

ด้วยเหตุดังกล่าวจึงมีความจำเป็นที่จะต้องแสวงหาแนวทางใหม่ในการพัฒนาครูประจำการ คณิตศาสตร์ที่มีประสิทธิภาพ และเกิดประโยชน์สูงสุดต่อการพัฒนาคุณภาพการเรียนรู้ของนักเรียน ตามเป้าหมายของการปฏิรูปการศึกษา

ปัจจุบันประเทศไทยมีพระราชบัญญัติสภาครูและบุคลากรทางการศึกษา พ.ศ. 2546 และแผนหลักของการปฏิรูปครูและบุคลากรทางการศึกษา พ.ศ. 2547-2556 ซึ่งได้กำหนดยุทธศาสตร์ การพัฒนาครูประจำการแนวใหม่ที่มีความสอดคล้องกัน เรียกว่า ยุทธศาสตร์การพัฒนาครูประจำการ โดยใช้โรงเรียนเป็นฐาน (School-Based Training) (สำนักงานเลขาธิการนายกรัฐมนตรี. 2547; สมศักดิ์ คงเพียง. 2550: 80-81) ซึ่งสำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา (2547ก: 15) ได้สรุปไว้ดังนี้

การพัฒนาครูประจำการโดยใช้โรงเรียนเป็นฐานเป็นการพัฒนาครูประจำการที่จัดขึ้นในโรงเรียน โดยโรงเรียนเป็นเจ้าของโครงการหรือแผนการฝึกอบรม มีเป้าหมายเพื่อเพิ่มขีดความสามารถของครูประจำการในการพัฒนาคุณภาพการจัดการเรียนการสอนและการเรียนรู้ของนักเรียน เป็นการพัฒนาที่ตอบสนองสภาพปัญหาและความต้องการของโรงเรียน มีวิธีการที่เน้นการฝึกปฏิบัติจริงที่นำลงสู่ห้องเรียน มีการร่วมคิด ร่วมทำ ร่วมเรียนรู้ระหว่างผู้เข้ารับการพัฒนา มีการนิเทศติดตาม และประเมินผลอย่างต่อเนื่องในลักษณะกัลยาณมิตร นิเทศ ทำให้เกิดเครือข่ายการพัฒนาครูประจำการ

การพัฒนาครูประจำการคณิตศาสตร์โดยใช้โรงเรียนเป็นฐานจึงเป็นแนวทางใหม่ของประเทศไทย ซึ่งได้มีการดำเนินโครงการทดลองนำร่องไปทั่วประเทศ และมีการติดตามผลการดำเนินโครงการดังกล่าว โดยมีข้อเสนอแนะที่สำคัญสำหรับการปรับปรุงเพื่อนำไปใช้จริงต่อไป ได้แก่ 1) การพัฒนาครูประจำการโดยใช้โรงเรียนเป็นฐานควรมุ่งเน้นการปรับปรุงความรู้ในเนื้อหาและการจัดการเรียนการสอนของครูประจำการ 2) การพัฒนาครูประจำการโดยใช้โรงเรียนเป็นฐานควรมุ่งเน้นให้มีการปรับปรุงคุณภาพการเรียนรู้ของนักเรียนอย่างจริงจัง และ 3) การพัฒนาครูประจำการโดยใช้โรงเรียนเป็นฐานควรมีการดำเนินงานโดยอาศัยยุทธศาสตร์การทำงานร่วมกัน (Collaborative Working) และยุทธศาสตร์การสนับสนุนทางวิชาการจากภายนอก (External Academic Support) (พุทธิ ศิริบรรณ พัทธกะ. 2547: 18-28; สอนง โลหิตวิเศษ. 2547: บทสรุปสำหรับผู้บริหาร; สุวิมล ว่องวานิช. 2547: บทสรุปสำหรับผู้บริหาร; สุศักดิ์ หลาบมาลา และอรพรรณ พรสีมา. 2547: 26-32)

ในต่างประเทศ การพัฒนาครูประจำการคณิตศาสตร์ที่มีประสิทธิภาพมีลักษณะสำคัญ ได้แก่ 1) ส่งเสริมให้ครูประจำการคณิตศาสตร์สามารถปรับปรุงความรู้ในเนื้อหาคณิตศาสตร์ที่ใช้ในการจัดการเรียนการสอน 2) ส่งเสริมให้ครูประจำการคณิตศาสตร์มีความสามารถในการวิเคราะห์ความคิดและความสามารถในการเรียนรู้คณิตศาสตร์ของนักเรียน 3) ส่งเสริมให้ครูประจำการคณิตศาสตร์มีโอกาสได้ทำงานร่วมกันอย่างต่อเนื่องเพื่อปรับปรุงการจัดการเรียนการสอนให้เหมาะสมกับความคิดและความสามารถในการเรียนรู้คณิตศาสตร์ของนักเรียน โดยเน้นกิจกรรมการอภิปราย วิเคราะห์ วิจัย และแลกเปลี่ยนเรียนรู้ในเชิงวิชาการร่วมกับผู้เชี่ยวชาญภายนอกอย่างเข้มข้น ซึ่งมีการนำสิ่งที่ได้เรียนรู้ไปใช้ในการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ในห้องเรียนจริง และ 4) มีกระบวนการที่เน้นการพัฒนาให้เกิดความเชี่ยวชาญเชิงวิชาชีพไปพร้อมกับการปฏิบัติงานสอนปกติประจำวัน (Mewborn. 2003: 49-50) ลักษณะสำคัญของการพัฒนาครูประจำการคณิตศาสตร์ดังกล่าวนี้มีความสอดคล้องกับข้อเสนอแนะในการปรับปรุงการพัฒนาครูประจำการคณิตศาสตร์โดยใช้โรงเรียนเป็นฐานของประเทศไทย และจากข้อสรุปของบทความ *Teaching, Teachers' Knowledge, and their Professional Development* ในหนังสือ *A Research Companion to Principles and Standards for School Mathematics* ทำให้พบว่า ลักษณะสำคัญทั้งหมดของการพัฒนาครูประจำการคณิตศาสตร์ที่มี

ประสิทธิภาพล้วนผสมผสานอยู่ในวิธีการพัฒนาครูประจำการคณิตศาสตร์โดยใช้โรงเรียนเป็นฐานของประเทศญี่ปุ่นที่เรียกกันว่า การศึกษาและพัฒนาบทเรียน (Lesson Study) (Mewborn. 2003: 50)

การศึกษาและพัฒนาบทเรียนเป็นวิธีการพัฒนาครูประจำการที่ใช้โรงเรียนเป็นฐานในระบบการศึกษาของประเทศญี่ปุ่น มีลักษณะสำคัญอยู่ที่ครูประจำการคณิตศาสตร์ทำงานร่วมกันอย่างต่อเนื่องเพื่อพัฒนาบทเรียนคณิตศาสตร์ นำบทเรียนดังกล่าวไปใช้จัดการเรียนการสอนในห้องเรียนจริง พร้อมทั้งมีการสังเกตและเก็บรวบรวมเหตุการณ์ที่เกี่ยวข้องกับความคิดและความสามารถในการเรียนรู้คณิตศาสตร์ของนักเรียนนำมาวิเคราะห์เพื่อปรับปรุงบทเรียนและการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ให้เหมาะสมยิ่งขึ้น โดยมีกระบวนการที่เป็นระบบ 8 ขั้นตอน ซึ่งเรียกว่า วงจรของการศึกษาและพัฒนาบทเรียน (Lesson Study Cycle) ได้แก่ 1) การกำหนดเป้าหมายหลัก 2) การศึกษาค้นคว้า 3) การออกแบบบทเรียน 4) การจัดการเรียนการสอนรอบแรก 5) การสะท้อนผล 6) การปรับปรุงบทเรียน 7) การจัดการเรียนการสอนรอบที่สอง และ 8) การสะท้อนผลและแลกเปลี่ยนเรียนรู้ (Fernandez; et al. 2001; Isoda. 2007: 17; Lesson Study Group at Mills College. 2007: Online; Lesson Study Research Group. 2006: Online; Lewis. 2000; 2002a; 2002b; Lewis; Perry; & Hurd. 2004; Lewis; & Tsuchida. 1997; 1998; Murata; & Takahashi. 2002; Shimahara. 1999; Stepanek; et al. 2007: 28; Stigler; & Hiebert. 1999; Takahashi. 2000; Yoshida. 1999b) ปัจจุบันการศึกษาและพัฒนาบทเรียนได้รับการยอมรับทั้งทางทฤษฎีและปฏิบัติจากนานาชาติในฐานะของนวัตกรรมการพัฒนาครูประจำการคณิตศาสตร์ที่มีประสิทธิภาพที่ช่วยผลักดันให้เกิดการปรับปรุงคุณภาพการเรียนการสอนคณิตศาสตร์อย่างแท้จริง และเป็นแบบปฏิบัติที่ดี (Best Practice) (Baba. 2007: 6-7; Isoda; et al. 2006: Introduction)

ในประเทศญี่ปุ่น การศึกษาและพัฒนาบทเรียนได้ดำเนินการมาอย่างต่อเนื่องเป็นระยะเวลากว่า 100 ปี ถือได้ว่าเป็นแบบปฏิบัติโดยทั่วไป (Way of Practice) ผู้ที่ได้รับการบรรจุเข้ามาเป็นครูประจำการคณิตศาสตร์ทุกคนล้วนมีโอกาสได้เข้าร่วมในกระบวนการนี้ (Takahashi; & Yoshida. 2004; 437) ปัจจุบันการศึกษาและพัฒนาบทเรียนได้แพร่ขยายไปมากในประเทศแถบตะวันตกตั้งแต่ปี ค.ศ. 1999 โดยเฉพาะอย่างยิ่งในประเทศสหรัฐอเมริกา มีการนำการศึกษาและพัฒนาบทเรียนไปใช้ทั้งในโรงเรียนประถมศึกษา และระดับมัธยมศึกษาในหลายเขตพื้นที่การศึกษาของมลรัฐต่างๆ มากกว่า 32 มลรัฐ (Fernandez; et al. 2001; Lesson Study Research Group. 2006; Lewis. 2002a; 2002b; Lewis; et al. 2006; Takahashi. 2000; 2006a; Takahashi; & Yoshida. 2004) ขณะเดียวกันก็มีการเคลื่อนไหวจากประเทศสมาชิกกลุ่มความร่วมมือทางเศรษฐกิจในภูมิภาคเอเชีย-แปซิฟิก หรือเอเปค (Asia-Pacific Economic Cooperation (APEC)) ที่ได้มีการจัดตั้งโครงการความร่วมมือเพื่อการวิจัยเกี่ยวกับนวัตกรรมการสอนและการเรียนรู้คณิตศาสตร์ขึ้นเพื่อสนับสนุนให้มีการนำ

การศึกษาและพัฒนาบทเรียนไปใช้พัฒนาครูประจำการคณิตศาสตร์ในประเทศสมาชิก (Inprasitha; et al. 2006)

การศึกษาและพัฒนาบทเรียนเป็นนวัตกรรมและความเจริญของงานเชิงวัฒนธรรมทางการศึกษาของประเทศญี่ปุ่น (Isoda. 2007: 17; National Commission on Mathematics and Science Teaching for the 21st Century. 2000: 20) การนำนวัตกรรมเชิงวัฒนธรรมทางการศึกษาของสังคมหนึ่งมาใช้ในโรงเรียนของอีกสังคมหนึ่งที่มีวัฒนธรรมทางการศึกษาแตกต่างกันย่อมไม่ใช่เรื่องง่าย การดำเนินงานดังกล่าวมีผลกระทบต่อความคิด ความเข้าใจ และจิตใจของผู้ที่มีส่วนร่วมในการสัมผัสกับนวัตกรรมนั้น ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับว่าผู้ที่มีส่วนร่วมดังกล่าวมีท่าทีให้การยอมรับในนวัตกรรมนั้นหรือไม่ อย่างไร (Datnow; Hubbard; & Mehan. 1998: Online; Presser. 1969: 510-511; Rogers. 1962: 11-13; 76; SERVE. 2004: Online; Stigler; & Hiebert. 1999: 121) การนำการศึกษาและพัฒนาบทเรียนมาใช้ในการพัฒนาครูประจำการคณิตศาสตร์ในโรงเรียนของประเทศไทยจึงควรคำนึงถึงท่าทีที่แสดงออกถึงการยอมรับดังกล่าวเช่นกัน

จากการศึกษาของนักวิจัยและนักคณิตศาสตร์ศึกษาที่มีประสบการณ์และมีส่วนร่วมในการศึกษาและพัฒนาบทเรียนทั้งในประเทศญี่ปุ่นและต่างประเทศ พบว่า ผลของการนำการศึกษาและพัฒนาบทเรียนมาใช้ในการพัฒนาครูประจำการทำให้เกิดการปรับปรุงในด้านต่างๆให้ดีขึ้น ได้แก่ 1) การปรับปรุงความรู้ของครูประจำการคณิตศาสตร์ 2) การปรับปรุงประสิทธิภาพของการทำงานร่วมกันของครูประจำการคณิตศาสตร์ 3) การปรับปรุงความเหมาะสมของบทเรียนคณิตศาสตร์ และ 4) การปรับปรุงผลการเรียนรู้ของนักเรียน (Lewis. 2002a; 2002b; 2005; Lewis; & Tsuchida. 1997; 1998; Perry; Lewis; & Akiba. 2002; Stepanek; et al. 2007: 44-46; Stewart; & Brendefur. 2005; Takahashi; & Yoshida. 2004; Westheimer. 1998)

ในด้านความรู้ของครูประจำการคณิตศาสตร์นั้นเป็นประเด็นที่มีการศึกษาวิจัยกันอย่างเข้มข้นมาเป็นเวลานาน ความรู้ที่มีลักษณะพิเศษรวมองค์ประกอบที่จำเป็นต่อการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ที่มีประสิทธิภาพไว้ด้วยกัน เป็นความรู้ที่เกิดจากการผสมผสานกันระหว่างความรู้ในเนื้อหาคณิตศาสตร์และความรู้ทางการสอนเข้าไปในการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์โดยมีการปรับให้เหมาะสมกับความคิดและความสามารถในการเรียนรู้ของนักเรียน เรียกว่า ความรู้ทางการสอนในเนื้อหาคณิตศาสตร์ (Mathematics Pedagogical Content Knowledge (MPCK)) (Ball. 2000: 242; Chick; & Stacey. 2003; Hill; Rowan; & Ball. 2005; Mohr. 2006: 219) ความรู้ทางการสอนในเนื้อหาคณิตศาสตร์จะปรากฏในหลายแห่ง ทั้งในการวางแผนการสอน การมีปฏิสัมพันธ์ในห้องเรียน การให้คำอธิบาย และการตัดสินใจในห้องเรียนของครูประจำการคณิตศาสตร์ (Ball. 2000: 243-245; Chick; Pham; & Baker. 2006) จึงกล่าวได้ว่า การจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์จะประสบ

ความสำเร็จหรือไม่ล้วนขึ้นอยู่กับการใช้ความรู้ทางการสอนในเนื้อหาคณิตศาสตร์ของครูประจำการคณิตศาสตร์ (Stein; et al. 2000)

จากสภาพการณ์ในประเทศไทยมีแผนยุทธศาสตร์การพัฒนาคูประจำการที่ใช้โรงเรียนเป็นฐานและการยอมรับจากนานาชาติที่มีต่อการศึกษาและพัฒนาบทเรียนในฐานะที่เป็นนวัตกรรมการพัฒนาคูประจำการคณิตศาสตร์ที่มีประสิทธิภาพ ผู้วิจัยจึงมองเห็นความสำคัญว่าควรมีการนำการศึกษาและพัฒนาบทเรียนมาใช้ในการพัฒนาคูประจำการคณิตศาสตร์ในประเทศไทย และศึกษาผลของการพัฒนาคูประจำการคณิตศาสตร์ด้วยวิธีการศึกษาและพัฒนาบทเรียน โดยพิจารณาว่าผู้ที่มีส่วนร่วมในการศึกษาและพัฒนาบทเรียนให้การยอมรับในการศึกษาและพัฒนาบทเรียนในระดับใดอย่างไร หลังเข้าร่วมการวิจัยครบทุกขั้นตอนแล้วครูประจำการคณิตศาสตร์มีความรู้ทางการสอนในเนื้อหาคณิตศาสตร์ที่เปลี่ยนแปลงไปจากก่อนเข้าร่วมการวิจัยอย่างไร การทำงานร่วมกันในการศึกษาและพัฒนาบทเรียนของครูประจำการคณิตศาสตร์มีประสิทธิภาพในระดับใด บทเรียนคณิตศาสตร์ที่ครูประจำการคณิตศาสตร์พัฒนาขึ้นก่อนเข้าร่วมการวิจัย บทเรียนคณิตศาสตร์ที่ใช้สำหรับการจัดการเรียนการสอนรอบแรก และรอบที่สองมีความเหมาะสมในระดับใด ส่วนเนื้อหาที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นเรื่องเศษส่วน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 เนื่องจากเป็นเนื้อหาที่ยากต่อการเรียนรู้ของนักเรียน นักเรียนมีปัญหาทั้งในด้านความรู้ความเข้าใจในมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ และการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์เรื่อง เศษส่วน ซึ่งเป็นสาเหตุสำคัญที่ทำให้นักเรียนมีปัญหาในการเรียนคณิตศาสตร์เรื่องอื่น อาทิ ทศนิยม และอัตราส่วนและร้อยละ เป็นต้น (กรมวิชาการ. 2539: 53-57; กองวิจัยการศึกษา กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ. 2538; Cramer; et al. 1997; Empson. 1999: 283-342; Gadanidis. 1988: 16; Hunting. 1991: 55-72; Lamon. 1999; Maher. 1994; Snyder. 1968: 6; Sobel; & Maletsky. 1999: 91; Streefland. 1991; Taber. 1999: 1-27; Travers; et al. 1977: 39) ในการวิจัยครั้งนี้จึงมีการศึกษาความรู้ความเข้าใจในมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ และความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์เรื่อง เศษส่วนของนักเรียน ซึ่งผู้วิจัยคาดหวังว่าผลจากการศึกษาในงานวิจัยนี้จะให้แนวทางในการนำการศึกษาและพัฒนาบทเรียนมาใช้ในการพัฒนาคูประจำการคณิตศาสตร์ในโรงเรียนของประเทศไทยต่อไป

ความมุ่งหมายของการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้มีความมุ่งหมายเพื่อศึกษาผลของการพัฒนาคูประจำการคณิตศาสตร์ด้วยวิธีการศึกษาและพัฒนาบทเรียน ดังต่อไปนี้

1. เพื่อศึกษาการยอมรับในการศึกษาและพัฒนาบทเรียนของครูประจำการคณิตศาสตร์ ผู้บริหารโรงเรียน ผู้เชี่ยวชาญภายนอก และศึกษานิเทศก์ที่มีส่วนร่วมในการศึกษาและพัฒนาบทเรียน

2. เพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงความรู้ทางการสอนในเนื้อหาคณิตศาสตร์ของครูประจำการคณิตศาสตร์
3. เพื่อศึกษาประสิทธิภาพของการทำงานร่วมกันในการศึกษาและพัฒนาบทเรียนของครูประจำการคณิตศาสตร์
4. เพื่อศึกษาความเหมาะสมของบทเรียนคณิตศาสตร์
5. เพื่อศึกษาความรู้ความเข้าใจในมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน
6. เพื่อศึกษาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน

ความสำคัญของการวิจัย

กรณีศึกษาการพัฒนาครูประจำการคณิตศาสตร์ด้วยวิธีการศึกษาและพัฒนาบทเรียนครั้งนี้มีความสำคัญดังนี้

1. เป็นแนวทางในการนำการศึกษาและพัฒนาบทเรียนมาประยุกต์ใช้ในโรงเรียนของประเทศไทย
2. เป็นแนวทางในการศึกษาวิจัยเกี่ยวกับการพัฒนาครูประจำการคณิตศาสตร์ด้วยวิธีการศึกษาและพัฒนาบทเรียน
3. เป็นแนวทางในการศึกษาวิจัยเกี่ยวกับความรู้ทางการสอนในเนื้อหาคณิตศาสตร์ของครูประจำการคณิตศาสตร์ซึ่งเป็นความรู้ที่จำเป็นต่อการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ให้มีประสิทธิภาพ
4. ได้ตัวอย่างบทเรียนคณิตศาสตร์ แผนการสอน และสื่อการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ที่ครูประจำการคณิตศาสตร์ร่วมกันพัฒนาขึ้นและปรับปรุงแล้วด้วยกระบวนการของการศึกษาและพัฒนาบทเรียน

ขอบเขตของการวิจัย

สนามวิจัย

โรงเรียนที่เป็นสนามในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ โรงเรียนชลประทานสงเคราะห์ สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 2 สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กระทรวงศึกษาธิการ เป็นโรงเรียนเครือข่ายของการพัฒนาในโครงการหนึ่งอำเภอหนึ่งโรงเรียนสมบูรณแบบ (โรงเรียนในฝัน)

ผู้ให้ข้อมูลในการวิจัย

ผู้ให้ข้อมูลในการวิจัยครั้งนี้มีจำนวนทั้งหมด 87 คน ประกอบด้วย ผู้ที่มีส่วนร่วมในการศึกษาและพัฒนาบทเรียน จำนวน 14 คน และ นักเรียนที่ใช้สำหรับการจัดการเรียนการสอน จำนวน 73 คน ดังรายละเอียดต่อไปนี้

1. ผู้ที่มีส่วนร่วมในการศึกษาและพัฒนาบทเรียน จำนวน 14 คน ประกอบด้วย ครูประจำการคณิตศาสตร์ จำนวน 5 คน ผู้บริหารโรงเรียน จำนวน 3 คน ผู้เชี่ยวชาญภายนอก จำนวน 1 คน ศึกษานิเทศก์ จำนวน 4 คน และผู้วิจัยอีก 1 คน ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1.1 ครูประจำการคณิตศาสตร์ จำนวน 5 คน เป็นผู้จัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ถึงมัธยมศึกษาปีที่ 3 ระดับชั้นละ 1 คน ที่สนใจเข้าร่วมการพัฒนาครูประจำการคณิตศาสตร์ด้วยวิธีการศึกษาและพัฒนาบทเรียน ครูประจำการคณิตศาสตร์ทั้ง 5 คน มีประสบการณ์ในการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ระดับชั้นประถมศึกษาตอนปลายไม่น้อยกว่า 5 ปี มีบทบาทเป็นผู้วิจัยปฏิบัติการในชั้นเรียน

1.2 ผู้บริหารโรงเรียน จำนวน 3 คน ประกอบด้วย ผู้อำนวยการโรงเรียน จำนวน 1 คน รองผู้อำนวยการฝ่ายวิชาการ จำนวน 1 คน และครูวิชาการ จำนวน 1 คน มีบทบาทในการให้คำปรึกษาและสนับสนุนการดำเนินงานตามกระบวนการของการศึกษาและพัฒนาบทเรียน

1.3 ผู้เชี่ยวชาญภายนอก จำนวน 1 คน เป็นอาจารย์ในระดับมหาวิทยาลัยที่มีความเชี่ยวชาญด้านการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ การฝึกอบรมครูประจำการคณิตศาสตร์ และสนใจศึกษางานด้านการพัฒนาครูประจำการคณิตศาสตร์ด้วยวิธีการศึกษาและพัฒนาบทเรียน มีบทบาทในการให้คำปรึกษาด้านการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ และมีส่วนร่วมในการสะท้อนผลและแลกเปลี่ยนเรียนรู้ร่วมกับครูประจำการคณิตศาสตร์

1.4 ศึกษานิเทศก์ จำนวน 4 คน เป็นศึกษานิเทศก์ในสายคณิตศาสตร์ ที่สนใจศึกษางานด้านการพัฒนาครูประจำการคณิตศาสตร์ด้วยวิธีการศึกษาและพัฒนาบทเรียน มีบทบาทในการให้คำปรึกษาด้านการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ และมีส่วนร่วมในการสะท้อนผลและแลกเปลี่ยนเรียนรู้ร่วมกับครูประจำการคณิตศาสตร์

1.5 ผู้วิจัย มีบทบาทในการสนับสนุนให้มีการรวมกลุ่มทางวิชาการของครูประจำการคณิตศาสตร์สำหรับการศึกษาและพัฒนาบทเรียน ให้คำปรึกษาด้านการดำเนินงานตามกระบวนการของการศึกษาและพัฒนาบทเรียน และประสานงานระหว่างผู้ที่มีส่วนร่วมในการศึกษาและพัฒนาบทเรียน

2. นักเรียนที่ใช้สำหรับการจัดการเรียนการสอน จำนวน 73 คน เป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนชลประทานสงเคราะห์จำนวน 2 ห้องเรียน ประกอบด้วย นักเรียนที่ใช้สำหรับการจัดการ

เรียนการสอนรอบแรก จำนวน 39 คน และนักเรียนที่ใช้สำหรับการจัดการเรียนการสอนรอบที่สอง จำนวน 34 คน ทั้งนี้ทางโรงเรียนชลประทานสงเคราะห์มีการจัดห้องเรียนแบบคละความสามารถในการเรียนรู้ของนักเรียน

ตัวแปรที่ใช้ในการวิจัย

ตัวแปรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ประกอบด้วย

1. ตัวแปรจัดกระทำ ได้แก่ การพัฒนาครูประจำการคณิตศาสตร์ด้วยวิธีการศึกษาและพัฒนาบทเรียน
2. ตัวแปรตาม ได้แก่ ผลของการพัฒนาครูประจำการคณิตศาสตร์ด้วยวิธีการศึกษาและพัฒนาบทเรียน ซึ่งประกอบด้วย 1) การยอมรับในการศึกษาและพัฒนาบทเรียน 2) การเปลี่ยนแปลงความรู้ทางการสอนในเนื้อหาคณิตศาสตร์ 3) ประสิทธิภาพของการทำงานร่วมกันในการศึกษาและพัฒนาบทเรียน 4) ความเหมาะสมของบทเรียนคณิตศาสตร์ 5) ความรู้ความเข้าใจในโมทัศน์ทางคณิตศาสตร์ และ 6) ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์

เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย

เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นเนื้อหาคณิตศาสตร์เรื่อง เศษส่วน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ครอบคลุมเนื้อหาตามสาระการเรียนรู้ ผลการเรียนรู้ที่คาดหวังรายปีชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 และมาตรฐานการเรียนรู้ช่วงชั้นที่ 2 ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ. 2544 ซึ่งประกอบด้วย 14 หัวข้อเรื่อง ได้แก่ 1) ความหมายของเศษส่วน 2) เศษส่วนที่เท่ากัน 3) การเปรียบเทียบเศษส่วน 4) เศษส่วนอย่างต่ำ 5) เศษส่วนที่เท่ากับจำนวนนับ 6) ชนิดของเศษส่วน 7) การบวกและการลบเศษส่วน 8) โจทย์ปัญหาการบวกและการลบเศษส่วน 9) การคูณเศษส่วน 10) โจทย์ปัญหาการคูณเศษส่วน 11) การหารเศษส่วน 12) โจทย์ปัญหาการหารเศษส่วน 13) การบวก ลบ และคูณเศษส่วนระคน และ 14) โจทย์ปัญหาการบวก ลบ และคูณเศษส่วนระคน

ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยใช้เวลาสำหรับการดำเนินงานวิจัยทั้งสิ้น 4 ปีการศึกษา ตั้งแต่ปีการศึกษา 2549 จนถึงปีการศึกษา 2552 โดยแบ่งการดำเนินงานวิจัยออกเป็น 6 ระยะ ได้แก่ 1) ระยะการศึกษาข้อมูลและเตรียมประสบการณ์เกี่ยวกับการศึกษาและพัฒนาบทเรียน 2) ระยะการศึกษาสำรวจ และคัดเลือกโรงเรียนเพื่อใช้เป็นสนามวิจัย และเข้าสู่สนามวิจัย 3) ระยะการรวมกลุ่มทางวิชาการของครูประจำการคณิตศาสตร์สำหรับการศึกษาและพัฒนาบทเรียน 4) ระยะการเตรียมการ

พัฒนาครูประจำการคณิตศาสตร์ด้วยวิธีการศึกษาและพัฒนาบทเรียน 5) ระยะการพัฒนาเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ดำเนินงานพัฒนาครูประจำการคณิตศาสตร์ด้วยวิธีการศึกษาและพัฒนาบทเรียน และเก็บรวบรวมข้อมูล และ 6) ระยะการวิเคราะห์ข้อมูลและสรุปผลการวิจัย

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. การศึกษาและพัฒนาบทเรียน หมายถึง วิธีการพัฒนาครูประจำการคณิตศาสตร์โดยใช้โรงเรียนเป็นฐาน ซึ่งมีครูประจำการคณิตศาสตร์ทำงานร่วมกันอย่างต่อเนื่องเพื่อพัฒนาบทเรียนคณิตศาสตร์ นำบทเรียนดังกล่าวไปใช้จัดการเรียนการสอนในห้องเรียนจริงพร้อมทั้งมีการสังเกตและเก็บรวบรวมเหตุการณ์ที่เกี่ยวข้องกับความคิดและความสามารถในการเรียนรู้คณิตศาสตร์ของนักเรียนนำมาวิเคราะห์เพื่อปรับปรุงบทเรียนและการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ให้เหมาะสมยิ่งขึ้น โดยมีกระบวนการที่เป็นระบบ 8 ขั้นตอน ซึ่งเรียกว่า วงจักรของการศึกษาและพัฒนาบทเรียน ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 การกำหนดเป้าหมายหลัก หมายถึง กระบวนการที่ครูประจำการคณิตศาสตร์ร่วมกันกำหนดกฎเกณฑ์พื้นฐานสำหรับการทำงานร่วมกัน และกำหนดเป้าหมายหลักซึ่งเป็นเป้าหมายของการศึกษาและพัฒนาบทเรียนให้มีความสอดคล้องกับเป้าหมายในการพัฒนาหรือแก้ปัญหาการเรียนรู้ของนักเรียนในโรงเรียน และเลือกเนื้อหาคณิตศาสตร์ที่ตรงกับเป้าหมายดังกล่าว โดยพิจารณาจากเนื้อหาคณิตศาสตร์ที่เป็นปัญหาในการจัดการเรียนการสอน หรือมีความยากสำหรับนักเรียนในการเรียนรู้

ขั้นตอนที่ 2 การศึกษาค้นคว้า หมายถึง กระบวนการที่ครูประจำการคณิตศาสตร์ร่วมกันศึกษากระบวนการของการศึกษาและพัฒนาบทเรียน การจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ การวัดและประเมินผลการเรียนรู้คณิตศาสตร์ของนักเรียน การพัฒนาและหาคุณภาพเครื่องมือวัดและประเมินผลการเรียนรู้คณิตศาสตร์ของนักเรียน และฝึกทักษะการสังเกตและวิเคราะห์ความคิดและความสามารถในการเรียนรู้คณิตศาสตร์ของนักเรียน ตลอดจนศึกษาค้นคว้าเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องเพื่อนำมาใช้ออกแบบบทเรียน

ขั้นตอนที่ 3 การออกแบบบทเรียน หมายถึง กระบวนการที่ครูประจำการคณิตศาสตร์ร่วมกันจัดทำบทเรียนคณิตศาสตร์ในรูปแบบของหน่วยการเรียนรู้สำหรับการจัดการเรียนการสอนรอบแรก โดยมีการวิเคราะห์และกำหนดมโนทัศน์หลักทางคณิตศาสตร์ ศักยภาพมาตรฐานการเรียนรู้ ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง เพื่อกำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้ให้สอดคล้องกับเป้าหมายหลักที่วางไว้ ตัดสินใจเลือกวิธีสอนหรือรูปแบบการสอนเป็นแนวทางสำหรับจัดกิจกรรมการเรียนการสอน จัดทำสื่อการเรียนการสอน กำหนดวิธีวัดและประเมินผลการเรียนรู้ ตลอดจนพัฒนาและหาคุณภาพเครื่องมือวัดผลการเรียนรู้คณิตศาสตร์ของนักเรียน

ขั้นตอนที่ 4 การจัดการเรียนการสอนรอบแรก หมายถึง กระบวนการที่ครูประจำการคณิตศาสตร์จัดการเรียนการสอนในห้องเรียนจริงด้วยบทเรียนคณิตศาสตร์สำหรับการจัดการเรียนการสอนรอบแรก โดยมีผู้สอนจัดการเรียนการสอนในห้องเรียนที่รับผิดชอบเป็นปกติ และมีครูประจำการคณิตศาสตร์คนอื่นๆร่วมสังเกตและเก็บรวบรวมเหตุการณ์ที่เกี่ยวข้องกับความคิดและความสามารถในการเรียนรู้คณิตศาสตร์ของนักเรียน การมีปฏิสัมพันธ์ในห้องเรียนระหว่างผู้สอนกับนักเรียนและระหว่างนักเรียนด้วยกันเอง ด้วยการจดบันทึก บันทึกภาพ และบันทึกวีดิทัศน์เพื่อนำมาเป็นข้อมูลประกอบการสะท้อนผล

ขั้นตอนที่ 5 การสะท้อนผล หมายถึง กระบวนการที่ครูประจำการคณิตศาสตร์ร่วมกันวิเคราะห์ แสดงความคิดเห็น ชักถาม และอภิปรายกันภายหลังการจัดการเรียนการสอนรอบแรกเสร็จสิ้นลง การสะท้อนผลเริ่มด้วยผู้สอนแสดงความคิดเห็นต่อความสำเร็จและอุปสรรคที่ทำให้การจัดการเรียนการสอนบรรลุหรือไม่บรรลุจุดประสงค์การเรียนรู้ แล้วครูประจำการคณิตศาสตร์คนอื่นๆจึงมีการซักถาม และอภิปรายกันถึงสภาพการจัดการเรียนการสอนในห้องเรียนโดยมุ่งเน้นไปที่การวิเคราะห์ความคิดและความสามารถในการเรียนรู้คณิตศาสตร์ของนักเรียน มีการแสดงข้อมูลหรือเหตุการณ์ที่เก็บรวบรวมได้มาใช้ประกอบการให้เหตุผลเชิงยืนยันหรือคัดค้าน และหาข้อสรุปสำหรับการปรับปรุงให้เหมาะสมยิ่งขึ้นต่อไป

ขั้นตอนที่ 6 การปรับปรุงบทเรียน หมายถึง กระบวนการที่ครูประจำการคณิตศาสตร์ร่วมกันปรับปรุงบทเรียนคณิตศาสตร์ตามข้อสรุปที่ได้จากการสะท้อนผล ซึ่งอาจมีการปรับปรุงสื่อการเรียนการสอน การนำเสนอ การใช้คำถาม การให้ตัวอย่าง งานหรือโจทย์ปัญหา ทำให้ได้บทเรียนคณิตศาสตร์สำหรับการจัดการเรียนการสอนรอบที่สอง

ขั้นตอนที่ 7 การจัดการเรียนการสอนรอบที่สอง หมายถึง กระบวนการที่ครูประจำการคณิตศาสตร์จัดการเรียนการสอนในห้องเรียนจริงอีกครั้งที่ไม่ใช่ห้องเรียนเดิมด้วยบทเรียนคณิตศาสตร์สำหรับการจัดการเรียนการสอนรอบที่สอง โดยมีกระบวนการเช่นเดียวกับการจัดการเรียนการสอนรอบแรก

ขั้นตอนที่ 8 การสะท้อนผลและแลกเปลี่ยนเรียนรู้ หมายถึง กระบวนการที่ครูประจำการคณิตศาสตร์ร่วมกันวิเคราะห์ แสดงความคิดเห็น ชักถาม และอภิปรายกันภายหลังการจัดการเรียนการสอนรอบที่สองเสร็จสิ้นลงโดยมีกระบวนการเช่นเดียวกับการสะท้อนผล ประกอบกับมีผู้เชี่ยวชาญภายนอก และศึกษานิเทศก์เข้าร่วมสะท้อนผลและแลกเปลี่ยนเรียนรู้ด้วย

2. การพัฒนาครูประจำการคณิตศาสตร์ด้วยวิธีการศึกษาและพัฒนาบทเรียน หมายถึง การนำการศึกษาและพัฒนาบทเรียนมาใช้พัฒนาครูประจำการคณิตศาสตร์โดยมีการดำเนินงานตามกระบวนการของการศึกษาและพัฒนาบทเรียน และสามารถพิจารณาผลของการพัฒนาครูประจำการคณิตศาสตร์ด้วยวิธีการศึกษาและพัฒนาบทเรียนได้จากองค์ประกอบรวม 6 ด้าน ได้แก่

- 2.1 การยอมรับในการศึกษาและพัฒนาบทเรียน
- 2.2 การเปลี่ยนแปลงความรู้ทางการสอนในเนื้อหาคณิตศาสตร์
- 2.3 ประสิทธิภาพของการทำงานร่วมกันในการศึกษาและพัฒนาบทเรียน
- 2.4 ความเหมาะสมของบทเรียนคณิตศาสตร์
- 2.5 ความรู้ความเข้าใจในมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์
- 2.6 ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์

3. การยอมรับในการศึกษาและพัฒนาบทเรียน หมายถึง ความเข้าใจและความคิดเห็นของครูประจำการคณิตศาสตร์ ผู้บริหารโรงเรียน ผู้เชี่ยวชาญภายนอก และศึกษานิเทศก์ที่มีต่อการนำการศึกษาและพัฒนาบทเรียนมาใช้ในโรงเรียน ที่มีความสอดคล้องกับองค์ประกอบซึ่งเป็นตัวบ่งชี้ถึงการยอมรับในการศึกษาและพัฒนาบทเรียน โดยพิจารณาจากองค์ประกอบรวม 4 ด้าน ได้แก่

- 3.1 การมีความเข้าใจในเป้าหมายสำคัญสูงสุดของการศึกษาและพัฒนาบทเรียน
- 3.2 การมองเห็นประโยชน์จากการนำการศึกษาและพัฒนาบทเรียนมาใช้ในโรงเรียน
- 3.3 การสนับสนุนและยืนยันให้มีการนำการศึกษาและพัฒนาบทเรียนมาใช้ในโรงเรียน
- 3.4 การมีทางออกให้กับข้อจำกัดที่พบจากการนำการศึกษาและพัฒนาบทเรียนมาใช้ใน

โรงเรียน

การยอมรับในการศึกษาและพัฒนาบทเรียนสามารถวัดได้จากการตอบแบบสะท้อนความเข้าใจและความคิดเห็นที่มีต่อการนำการศึกษาและพัฒนาบทเรียนมาใช้ในโรงเรียน โดยมีผู้ตอบจำนวน 13 คน ประกอบด้วย ครูประจำการคณิตศาสตร์ จำนวน 5 คน ผู้บริหารโรงเรียน จำนวน 3 คน ผู้เชี่ยวชาญภายนอก จำนวน 1 คน และศึกษานิเทศก์ จำนวน 4 คน แบบสะท้อนความเข้าใจและความคิดเห็นดังกล่าวมีลักษณะเป็นแบบปลายเปิด ซึ่งผู้วิจัยเป็นผู้พัฒนาขึ้นโดยใช้ประกอบกับการสัมภาษณ์เพิ่มเติมด้วยแบบสัมภาษณ์

4. ความรู้ทางการสอนในเนื้อหาคณิตศาสตร์ หมายถึง ความรู้ของครูประจำการคณิตศาสตร์ที่มีการผสมผสานกันระหว่างความรู้ในเนื้อหาคณิตศาสตร์เรื่องเศษส่วนและความรู้ทางการสอนเข้าไปในการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์เรื่องเศษส่วน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5

โดยมีการปรับให้เหมาะสมกับความคิดและความสามารถในการเรียนรู้ของนักเรียน โดยพิจารณาจากองค์ประกอบรวม 4 ด้านได้แก่

4.1 การรู้วิธีนำเสนอโน้ตสโนทางคณิตศาสตร์เรื่อง เศษส่วน

4.2 การรู้โน้ตสโนทางคณิตศาสตร์ที่คลาดเคลื่อนของนักเรียนในเรื่อง เศษส่วน และรู้วิธีนำเสนอเพื่อแก้ไขโน้ตสโนทางคณิตศาสตร์ที่คลาดเคลื่อนนั้น

4.3 การเลือกใช้งานเพื่อพัฒนาความสามารถในการเรียนรู้คณิตศาสตร์ของนักเรียนในเรื่อง เศษส่วน

4.4 การส่งเสริมให้นักเรียนมีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์

ความรู้ทางการสอนในเนื้อหาคณิตศาสตร์สามารถวัดได้จากการตอบแบบสอบถามเพื่อศึกษาความรู้ทางการสอนในเนื้อหาคณิตศาสตร์เรื่อง เศษส่วน โดยมีผู้ตอบเป็นครูประจำการคณิตศาสตร์ จำนวน 5 คน แบบสอบถามดังกล่าวมีลักษณะเป็นแบบปลายเปิด ซึ่งผู้วิจัยเป็นผู้พัฒนาขึ้นโดยใช้ประกอบกับการสัมภาษณ์เพิ่มเติมด้วยแบบสัมภาษณ์

5. การทำงานร่วมกันในการศึกษาและพัฒนาบทเรียน หมายถึง การร่วมมือร่วมแก้ปัญหา และร่วมแลกเปลี่ยนเรียนรู้ซึ่งกันและกันของครูประจำการคณิตศาสตร์ซึ่งมีสถานภาพเท่าเทียมกันในการทำงานร่วมกันระหว่างที่มีการดำเนินงานตามกระบวนการของการศึกษาและพัฒนาบทเรียน โดยพิจารณาจากองค์ประกอบรวม 6 ด้านได้แก่

5.1 การมีส่วนร่วมและเอาใจใส่ในการแก้ปัญหา หมายถึง การทำงานร่วมกันของครูประจำการคณิตศาสตร์ที่มีความกระตือรือร้นในการวางแผนและตัดสินใจในการแก้ปัญหา ตลอดจนมีความเอาใจใส่และจริงจังต่อปัญหาที่พบ โดยร่วมกันเสนอข้อคิดเห็นเพื่อหาแนวทางการแก้ปัญหา

5.2 การวิเคราะห์วิจารณ์ในเชิงวิชาการอย่างลึกซึ้ง หมายถึง การทำงานร่วมกันของครูประจำการคณิตศาสตร์ที่มีการวิเคราะห์ แสดงความคิดเห็น ชักถาม และอภิปรายกันถึงเนื้อหา คณิตศาสตร์ที่ใช้ในการจัดการเรียนการสอน ลำดับขั้นตอนในการจัดการเรียนการสอน และการแสดงออกซึ่งความคิดและความสามารถในการเรียนรู้คณิตศาสตร์ของนักเรียนขณะที่มีการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์

5.3 การยอมรับฟังความคิดเห็นและให้คุณค่าต่อความคิดเห็นที่แตกต่างกัน หมายถึง การทำงานร่วมกันของครูประจำการคณิตศาสตร์ที่มีการยอมรับฟังความคิดเห็นซึ่งกันและกัน และแสดงออกต่อความคิดเห็นที่แตกต่างกันในฐานะเป็นสิ่งที่มีความค่า ก่อให้เกิดความรู้หรือประสบการณ์ใหม่ในการพัฒนาวิชาชีพ

5.4 การแสดงความคิดเห็นเชิงคัดค้านหรือสนับสนุนอย่างสุภาพ หมายถึง การทำงานร่วมกันของครูประจำการคณิตศาสตร์ที่มีการแสดงความคิดเห็นเชิงคัดค้าน หรือสนับสนุนความคิดเห็นของตนเองหรือครูประจำการคณิตศาสตร์คนอื่นอย่างสุภาพ มีคำอธิบายที่แสดงเหตุผลหรือหลักฐานยืนยันที่ชัดเจน และมีการตกลงกันเพื่อหาข้อสรุปซึ่งเป็นที่ยอมรับได้

5.5 การมองความผิดพลาดหรือความเข้าใจผิดในฐานะโอกาสในการเรียนรู้ หมายถึง การทำงานร่วมกันของครูประจำการคณิตศาสตร์ที่มีการแสดงออกต่อความผิดพลาดหรือความเข้าใจผิดที่เกิดขึ้นในฐานะของประสบการณ์ที่ให้ประโยชน์และถือเป็นโอกาสในการเรียนรู้

5.6 การให้ความเชื่อมั่นในการศึกษาและพัฒนาบทเรียน หมายถึง การทำงานร่วมกันของครูประจำการคณิตศาสตร์ที่มีการแสดงออกซึ่งความเชื่อมั่นว่าการศึกษาและพัฒนาบทเรียนมีส่วนช่วยให้สามารถปรับปรุงคุณภาพการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ได้จริง และมีความเต็มใจในการทำงานร่วมกันตามกระบวนการของการศึกษาและพัฒนาบทเรียน

6. ประสิทธิภาพของการทำงานร่วมกันในการศึกษาและพัฒนาบทเรียน หมายถึง คะแนนเฉลี่ยจากการประเมินความสอดคล้องระหว่างพฤติกรรมและการแสดงออกของครูประจำการคณิตศาสตร์ในการทำงานร่วมกันในการศึกษาและพัฒนาบทเรียนกับรายการประเมินที่เป็นตัวบ่งชี้ถึงการทำงานร่วมกันในการศึกษาและพัฒนาบทเรียนที่มีประสิทธิภาพจากองค์ประกอบ 6 ด้าน ได้แก่

- 1) การมีส่วนร่วมและเอาใจใส่ในการแก้ปัญหา
- 2) การวิเคราะห์หิววิจารณ์ในเชิงวิชาการอย่างลึกซึ้ง
- 3) การยอมรับฟังความคิดเห็นและให้คุณค่าต่อความคิดเห็นที่แตกต่างกัน
- 4) การแสดงความคิดเห็นเชิงคัดค้านหรือสนับสนุนอย่างสุภาพ
- 5) การมองความผิดพลาดหรือความเข้าใจผิดในฐานะโอกาสในการเรียนรู้
- 6) การให้ความเชื่อมั่นในการศึกษาและพัฒนาบทเรียน

คะแนนเฉลี่ยจากการประเมินความสอดคล้องดังกล่าวได้มาจากการตอบแบบประเมินรายการสะท้อนประสิทธิภาพของการทำงานร่วมกันในการศึกษาและพัฒนาบทเรียนของครูประจำการคณิตศาสตร์ โดยมีผู้ประเมิน จำนวน 11 คน ประกอบด้วย ครูประจำการคณิตศาสตร์ จำนวน 5 คน ผู้เชี่ยวชาญภายนอก จำนวน 1 คน คีษานีเทศก์ จำนวน 4 คน และผู้วิจัย จำนวน 1 คน แบบประเมินดังกล่าวผู้วิจัยเป็นผู้พัฒนาขึ้น

7. บทเรียนคณิตศาสตร์ หมายถึง เนื้อหาและการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์เรื่องเศษส่วน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่จัดอยู่ในรูปแบบของหน่วยการเรียนรู้จำนวน 1 หน่วยการเรียนรู้ ซึ่งมีองค์ประกอบสำคัญ 2 ส่วน ได้แก่

7.1 ส่วนนำของบทเรียนคณิตศาสตร์ ประกอบด้วย 1) ชื่อหน่วยการเรียนรู้ ระดับชั้นที่ใช้จัดการเรียนการสอน จำนวนชั่วโมงที่ใช้จัดการเรียนการสอน 2) มาตรฐานการเรียนรู้ช่วงชั้น 3) สาระการเรียนรู้และผลการเรียนรู้ที่คาดหวังรายปี 4) เป้าหมายหลักของบทเรียนและการจัดการเรียนการสอน

สอนคณิตศาสตร์ 5) หัวข้อย่อยของเนื้อหาคณิตศาสตร์ มโนทัศน์หลักทางคณิตศาสตร์ และจำนวน
ช่วงโม่งที่ใช้จัดการเรียนการสอนในแต่ละหัวข้อย่อย 6) ผังมโนทัศน์ และ 7) โครงสร้างของแผนการสอน
ทั้งหมดที่ใช้จัดการเรียนการสอน

7.2 รายละเอียดของแผนการสอน ซึ่งแต่ละแผนการสอนมีองค์ประกอบรวม 6 ด้าน
ได้แก่

7.2.1 **สาระสำคัญ** หมายถึง มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์หรือแก่นของเนื้อหา
คณิตศาสตร์ที่ต้องการให้นักเรียนได้เรียนรู้

7.2.2 **จุดประสงค์การเรียนรู้** หมายถึง ความคาดหวังที่มีต่อพฤติกรรมการเรียนรู้ของ
นักเรียนเมื่อได้ดำเนินการตามที่กำหนดไว้ในกิจกรรมการเรียนการสอนแล้ว

7.2.3 **เนื้อหา** หมายถึง องค์ประกอบย่อยของเนื้อหาคณิตศาสตร์ ทฤษฎี หรือ
หลักการทางคณิตศาสตร์ที่ต้องการให้นักเรียนได้เรียนรู้

7.2.4 **กิจกรรมการเรียนการสอน** หมายถึง การดำเนินการอย่างมีลำดับขั้นตอนเพื่อ
พัฒนานักเรียนให้มีพฤติกรรมเรียนรู้ที่สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ที่กำหนดไว้ โดยแสดง
รายละเอียดทั้งพฤติกรรมการสอนของครูประจำการคณิตศาสตร์ การเรียนรู้ของนักเรียน และการมี
ปฏิสัมพันธ์ระหว่างครูประจำการคณิตศาสตร์กับนักเรียน และระหว่างนักเรียนด้วยกันเองตลอด
ช่วงเวลาที่กำหนด

7.2.5 **สื่อการเรียนการสอน** หมายถึง เครื่องมือ วัสดุ หรืออุปกรณ์ต่างๆที่ใช้ประกอบ
กิจกรรมการเรียนการสอนเพื่อให้นักเรียนมีพฤติกรรมเรียนรู้ที่สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ที่
กำหนดไว้ได้โดยง่าย

7.2.6 **การวัดและประเมินผลการเรียนรู้** หมายถึง การตรวจสอบและวินิจฉัย
พฤติกรรมเรียนรู้ของนักเรียนโดยใช้เครื่องมือและวิธีการต่างๆในการเก็บรวบรวมข้อมูล และ
ประเมินว่าเมื่อได้ดำเนินการตามที่กำหนดไว้ในกิจกรรมการเรียนการสอนแล้ว นักเรียนมีพฤติกรรม
เรียนรู้ที่สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ที่กำหนดไว้หรือไม่ อย่างไร

8. ความเหมาะสมของบทเรียนคณิตศาสตร์ หมายถึง คະแนนเฉลี่ยจากการประเมิน
ความสอดคล้องระหว่างข้อเท็จจริงในรายละเอียดของแผนการสอนทั้งหมดในบทเรียนคณิตศาสตร์กับ
รายการประเมินที่เป็นตัวบ่งชี้ถึงความเหมาะสมของแผนการสอนจากองค์ประกอบ 6 ด้าน ได้แก่
1) สาระสำคัญ 2) จุดประสงค์การเรียนรู้ 3) เนื้อหา 4) กิจกรรมการเรียนการสอน 5) สื่อการเรียนการ
สอน และ 6) การวัดและประเมินผลการเรียนรู้

คะแนนเฉลี่ยจากการประเมินความสอดคล้องดังกล่าวได้มาจากการตอบแบบประเมิน
รายการสะท้อนความเหมาะสมของบทเรียนคณิตศาสตร์ โดยมีผู้ประเมิน จำนวน 11 คน ประกอบด้วย

ครูประจำการคณิตศาสตร์ จำนวน 5 คน ผู้เชี่ยวชาญภายนอก จำนวน 1 คน คีษานีเทศก์ จำนวน 4 คน และผู้วิจัย จำนวน 1 คน แบบประเมินดังกล่าวผู้วิจัยเป็นผู้พัฒนาขึ้น

9. ความรู้ความเข้าใจในมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถของนักเรียนในการประมวลผลความคิดความเข้าใจเกี่ยวกับข้อเท็จจริงที่เป็นแก่นของเนื้อหาคณิตศาสตร์เรื่องเศษส่วน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โดยมีการตัดสินใจตีความและสรุปอ้างอิงโดยใช้คำพูดของตนเองออกมาในลักษณะของหลักการ หรือกฎเกณฑ์ทางคณิตศาสตร์ รวมถึงความสามารถในการนำผลที่ได้จากการสรุปอ้างอิงดังกล่าวไปสัมพันธ์กับสิ่งที่กำหนดให้จนได้แนวทางในการแก้ปัญหา

ความรู้ความเข้าใจในมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์สามารถวัดได้เป็นคะแนนจากการทำแบบทดสอบวัดความรู้ความเข้าใจในมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์เรื่อง เศษส่วน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ของนักเรียนที่ใช้สำหรับการจัดการเรียนการสอนรอบแรก จำนวน 39 คน และนักเรียนที่ใช้สำหรับการจัดการเรียนการสอนรอบที่สอง จำนวน 34 คน แบบทดสอบดังกล่าวมีลักษณะเป็นแบบปรนัย 4 ตัวเลือก ซึ่งครูประจำการคณิตศาสตร์ร่วมกันสร้างขึ้น

10. ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถของนักเรียนในการประยุกต์ความรู้ ความเข้าใจ ทักษะ และกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ตลอดจนประสบการณ์ที่มีมาใช้ในการค้นหาคำตอบของโจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์เรื่อง เศษส่วน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5

ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์สามารถวัดได้เป็นคะแนนจากการทำแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์เรื่อง เศษส่วน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ของนักเรียนที่ใช้สำหรับการจัดการเรียนการสอนรอบแรก จำนวน 39 คน และนักเรียนที่ใช้สำหรับการจัดการเรียนการสอนรอบที่สอง จำนวน 34 คน แบบทดสอบดังกล่าวมีลักษณะเป็นแบบอัตนัย ซึ่งครูประจำการคณิตศาสตร์ร่วมกันสร้างขึ้น

สมมติฐานของการวิจัย

1. นักเรียนมีความรู้ความเข้าใจในมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน
2. นักเรียนมีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการวิจัยเรื่องกรณีศึกษาการพัฒนาครูประจำการคณิตศาสตร์ด้วยวิธีการศึกษาและพัฒนา
บทเรียนครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษาค้นคว้าเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องในประเด็นต่างๆ ดังต่อไปนี้

1. ความรู้ของครูประจำการคณิตศาสตร์และสภาพของการพัฒนาครูประจำการคณิตศาสตร์
 - 1.1 ความสำเร็จในการเรียนรู้คณิตศาสตร์ของนักเรียนกับความรู้ของครูประจำการคณิตศาสตร์
 - 1.2 ปัญหาด้านความรู้ของครูประจำการคณิตศาสตร์
 - 1.3 สภาพของการพัฒนาครูประจำการคณิตศาสตร์และการพัฒนาครูประจำการโดยใช้โรงเรียนเป็นฐาน
2. การพัฒนาครูประจำการคณิตศาสตร์ด้วยวิธีการศึกษาและพัฒนาบทเรียน
 - 2.1 ความเป็นมาของการศึกษาและพัฒนาบทเรียน
 - 2.2 ความหมายของการศึกษาและพัฒนาบทเรียน
 - 2.3 กระบวนการของการศึกษาและพัฒนาบทเรียน
 - 2.4 รูปแบบของการรวมกลุ่มทางวิชาการและการสนับสนุนการดำเนินงานการศึกษาและพัฒนาบทเรียน
 - 2.5 ประโยชน์ของการพัฒนาครูประจำการคณิตศาสตร์ด้วยวิธีการศึกษาและพัฒนาบทเรียน
 - 2.6 การประเมินผลการพัฒนาครูประจำการคณิตศาสตร์ด้วยวิธีการศึกษาและพัฒนาบทเรียน
 - 2.7 การนำการศึกษาและพัฒนาบทเรียนมาใช้และการยอมรับในการศึกษาและพัฒนาบทเรียน
 - 2.8 ความรู้ทางการสอนในเนื้อหาคณิตศาสตร์
 - 2.9 การทำงานร่วมกันในการศึกษาและพัฒนาบทเรียน
 - 2.10 ความเหมาะสมของบทเรียนคณิตศาสตร์
 - 2.11 ความรู้ความเข้าใจในมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์และความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์

3. แนวคิดในการออกแบบบทเรียนและจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์
 - 3.1 การจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์เรื่อง เศษส่วน
 - 3.2 การจัดการเรียนการสอนเพื่อพัฒนานักเรียนให้มีความรู้ความเข้าใจในมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์
 - 3.3 การจัดการเรียนการสอนเพื่อพัฒนานักเรียนให้มีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์
4. ข้อเสนอแนะเพิ่มเติมสำหรับการดำเนินงานตามกระบวนการของการศึกษาและพัฒนาบทเรียน
5. โครงการและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาและพัฒนาบทเรียนในระดับนานาชาติ
6. กรอบแนวคิดของการวิจัย

1. ความรู้ของครูประจำการคณิตศาสตร์และสภาพของการพัฒนาครูประจำการคณิตศาสตร์

1.1 ความสำเร็จในการเรียนรู้คณิตศาสตร์ของนักเรียนกับความรู้ของครูประจำการคณิตศาสตร์

คณิตศาสตร์เป็นสาระการเรียนรู้หลักในหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2544 ซึ่งมีส่วนช่วยเสริมสร้างพื้นฐานทางความคิดและกลยุทธ์ในการแก้ปัญหาให้กับคนในชาติ ดังนั้นความรู้ความสามารถทางคณิตศาสตร์ของคนในชาติจึงเป็นสิ่งบ่งชี้ถึงศักยภาพในการพัฒนาประเทศ (กรมวิชาการ. 2546: 5) ข้อความนี้มีความสอดคล้องกับความสำคัญของวิชาคณิตศาสตร์ที่ยุพิน พิพิธกุล (2539: 1; 2545: บทนำ) และสิริพร ทิพย์คง (2545: 1) ได้กล่าวไว้โดยสรุปว่า คณิตศาสตร์เป็นวิชาที่สำคัญเกี่ยวข้องกับความคิด กระบวนการ และการใช้เหตุผล มีส่วนช่วยพัฒนาคนให้มีระเบียบแบบแผนในการคิด สามารถวางแผนและตัดสินใจในการทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ นอกจากนี้คณิตศาสตร์ยังเป็นรากฐานแห่งความเจริญก้าวหน้าของวิทยาการหลายสาขา โลกปัจจุบันเจริญขึ้นได้ด้วยการคิดค้นทางวิทยาศาสตร์ซึ่งต้องอาศัยความรู้ทางคณิตศาสตร์ ด้วยความสำคัญดังกล่าวกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์จึงได้กำหนดสาระการเรียนรู้หลักที่จำเป็นสำหรับนักเรียนทุกคน ซึ่งประกอบด้วยเนื้อหาคณิตศาสตร์และทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์รวมทั้งสิ้น 6 สาระ ได้แก่ สาระที่ 1 จำนวนและการดำเนินการ สาระที่ 2 การวัด สาระที่ 3 เรขาคณิต สาระที่ 4 พีชคณิต สาระที่ 5 การวิเคราะห์ข้อมูลและความน่าจะเป็น และสาระที่ 6 ทักษะ/กระบวนการทางคณิตศาสตร์ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 2546ก: 1)

ปัจจุบันนับเป็นเวลาเกือบ 1 ทศวรรษหลังจากที่ได้มีการประกาศใช้หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐานดังกล่าว แต่ภาพรวมของความสำเร็จในการเรียนรู้คณิตศาสตร์ของนักเรียนไทยยังอยู่ในระดับที่น่าพอใจทั้งในการประเมินผลระดับประเทศและระดับนานาชาติ

ในระดับประเทศนั้น เมื่อพิจารณาจากผลการวิจัยเกี่ยวกับการปฏิรูปการเรียนรู้ระดับการศึกษาขั้นพื้นฐานของสำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา (2547ค: v) ซึ่งมีข้อค้นพบด้านผลลัพธ์ของนักเรียนว่า นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ทั่วประเทศมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์โดยเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ 30.51 ส่วนนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ทั่วประเทศมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์โดยเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ 19.02 ซึ่งจัดว่าอยู่ในระดับต่ำและต่ำมากตามลำดับ และเมื่อพิจารณาจากรายงานการประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนตามมาตรฐานการเรียนรู้ของหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 หรือโอเน็ต (Ordinary National Educational Testing (O-NET)) ของประเทศไทยในปีการศึกษา 2550 พบว่า นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยระดับประเทศคิดเป็นร้อยละ 47.54 และในปีการศึกษา 2551 พบว่านักเรียนช่วงชั้นที่ 2, 3 และ 4 มีคะแนนเฉลี่ยระดับประเทศคิดเป็นร้อยละ 43.76, 32.64 และ 35.98 ตามลำดับ ซึ่งคณิตศาสตร์เป็นสาระการเรียนรู้ที่นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยไม่ถึงครึ่งของคะแนนเต็มทั้งสองปีการศึกษา (สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ. 2552: Online) ทำให้พอสรุปได้ว่า ปัจจุบันนักเรียนไทยยังไม่ประสบความสำเร็จในการเรียนคณิตศาสตร์

สำหรับในระดับนานาชาติ เมื่อพิจารณาถึงความสำเร็จในการเรียนรู้คณิตศาสตร์ของนักเรียนไทยจากผลการศึกษาของโครงการปชา (Programme for International Student Assessment (PISA)) ที่ได้ประเมินผลการศึกษาของประเทศสมาชิกในองค์กรเพื่อความร่วมมือและพัฒนาเศรษฐกิจ หรือโออีซีดี (Organization for Economic Co-operation and Development (OECD)) จำนวน 41 ประเทศ ซึ่งเป็นการประเมินผลโดยรวมของการศึกษาภาคบังคับที่รัฐจัดให้ประชาชนในปี ค.ศ. 2003 พบว่าคะแนนเฉลี่ยการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ (Mathematics Literacy) ของนักเรียนไทยต่ำกว่าคะแนนเฉลี่ยของนานาชาติ นักเรียนไทยมีคะแนนเฉลี่ย 417 คะแนน ในขณะที่คะแนนเฉลี่ยของโออีซีดีเป็น 500 คะแนน (สสวท. 2549: 6) ทำให้พอสรุปได้ว่า ความสำเร็จในการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนไทยในภาพรวมยังอยู่ในระดับที่น่าพอใจเมื่อเปรียบเทียบกับนานาชาติ

ในประเด็นปัญหาด้านความสำเร็จในการเรียนรู้คณิตศาสตร์ของนักเรียนนั้นได้มีข้อสรุปจากบทความและงานวิจัยจำนวนมากบ่งชี้ว่า ครูประจำการคณิตศาสตร์เป็นหัวใจที่จะนำไปสู่ความสำเร็จดังกล่าว ความเข้าใจในการเรียนรู้คณิตศาสตร์ของนักเรียนและความสามารถในการใช้ความเข้าใจนั้นแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เกิดขึ้นได้ด้วยการจัดการเรียนการสอนของครูประจำการคณิตศาสตร์ ดังนั้นความรู้ของครูประจำการคณิตศาสตร์จึงมีผลต่อความสำเร็จในการเรียนรู้

คณิตศาสตร์ของนักเรียน (Ascher; & Fruchter. 2001; Ball. 1991; 1992: 14; Borman; & Kimball. 2005; Darling-Hammond. 2000; Greenwald; Hedges; & Laine. 1996; Lokan; Ford; & Greenwood. 1997; NCTM. 2000: 16-17; OECD. 1994; 2004; 2005; Rice. 2003; Rivkin; Hanushek; & Kain. 2005; Rowan; Chiang; & Miller. 1997; Shen; Mansberger; & Yang. 2004; The American Council of Education. 1999: 5; U.S. Department of Education. 2006: 3) ข้อสรุปดังกล่าวยังได้รับการยืนยันจากการวิเคราะห์การประเมินผลคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ระดับนานาชาติ ครั้งที่ 3 หรือทิมส์ (Trends in International Mathematics and Science Study (TIMSS)) ที่บ่งชี้ว่า ประเทศใดที่ครูประจำการคณิตศาสตร์มีความรู้ในระดับสูง นักเรียนในประเทศนั้นก็จะประสบความสำเร็จในการเรียนรู้คณิตศาสตร์ในระดับสูงตามไปด้วย (Akiba; LeTendre; & Scribner. 2007) นอกจากนี้งานวิจัยของแซนเดอร์ส และฮอร์น (Sanders; & Horn. 1998) และแซนเดอร์ส และริเวอร์ส (Sanders; & Rivers. 1996) ได้เน้นย้ำในประเด็นดังกล่าวโดยเปรียบเทียบว่าความรู้ของครูประจำการคณิตศาสตร์เป็นคะแนนมาตรฐานในการวัดผลที่สามารถบ่งชี้ถึงความสำเร็จในการเรียนรู้ของนักเรียนได้

จากที่กล่าวมาจึงพอสรุปได้ว่า ความสำเร็จในการเรียนรู้คณิตศาสตร์ของนักเรียนมีผลโดยตรงมาจากความรู้ของครูประจำการคณิตศาสตร์ ดังนั้นการปรับปรุงการเรียนรู้คณิตศาสตร์ของนักเรียนไทยจึงต้องปรับปรุงความรู้ของครูประจำการคณิตศาสตร์ ข้อสรุปนี้สอดคล้องกับที่คูนีย (Cooney. 1988: 355) กล่าวว่า การปฏิรูปการเรียนรู้คณิตศาสตร์ไม่ใช่งานที่เกี่ยวข้องกับการปรับปรุงหลักสูตรและมาตรฐานการเรียนรู้เท่านั้นแต่ยังเป็นเรื่องที่เกี่ยวข้องกับการปรับปรุงความรู้ของครูประจำการคณิตศาสตร์ คำกล่าวนี้ยังมีความสอดคล้องกับวิสัยทัศน์ของสมาคมครูคณิตศาสตร์แห่งสหรัฐอเมริกา (NCTM. 2000) ที่ได้แสดงไว้ใน *Principles and Standards for School Mathematics* อีกด้วย

1.2 ปัญหาด้านความรู้ของครูประจำการคณิตศาสตร์

ด้วยความสำเร็จในการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนไทยในภาพรวมยังอยู่ในระดับที่น่าพอใจ ประเด็นปัญหาด้านความรู้ของครูประจำการคณิตศาสตร์จึงถูกนำมาพิจารณาเพื่อปรับปรุงการเรียนรู้คณิตศาสตร์ของนักเรียน

จากสาระสำคัญในรายงานผลการวิจัยของสำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา (2548ข: บทสรุปสำหรับผู้บริหาร; 2551: 6-33) และข้อสรุปจากรายงานผลการศึกษาค้นคว้าที่นักเรียนไทยอ่อนคณิตศาสตร์และแนวทางแก้ไขของสมวงษ์ แปลงประสพโชค สมเดช บุญประจักษ์ และจรรยา ภูอุดม (2549) พบว่า ครูประจำการคณิตศาสตร์มีปัญหาด้านความรู้ในเนื้อหาคณิตศาสตร์ที่สอน และการ

จัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ที่เหมาะสมกับความสามารถในการเรียนรู้ของนักเรียน ทั้งนี้มีสาเหตุมาจาก 2 สภาวะการณ์สำคัญ ได้แก่ 1) สภาวะการณ์ที่ครูประจำการคณิตศาสตร์ขาดความเอาใจใส่ต่อการเตรียมการสอนและการปรับปรุงการจัดการเรียนการสอนอย่างสม่ำเสมอ และ 2) สภาวะการณ์ที่มีการขาดแคลนครูประจำการคณิตศาสตร์อย่างมาก โดยรัฐไม่สามารถบรรจุครูประจำการเพื่อทดแทนอัตราที่กำลังสูญเสียไปได้ ประกอบกับรัฐมีนโยบายลดอัตรากำลังข้าราชการครูโดยใช้มาตรการจูงใจให้ลาออกจากราชการก่อนเกษียณ (Early Retirement) เป็นผลทำให้เกิดการขาดแคลนครูประจำการเพิ่มขึ้น โดยเฉพาะการขาดแคลนครูประจำการคณิตศาสตร์ที่มีวุฒิตรงกับวิชาที่สอน ด้วยเหตุนี้ทำให้โรงเรียนในระดับการศึกษาขั้นพื้นฐาน อาทิ โรงเรียนขยายโอกาสทางการศึกษาและโรงเรียนประถมศึกษาที่มีจำนวนครูประจำการคณิตศาสตร์ที่มีวุฒิตรงกับวิชาที่สอนอยู่น้อยมาก จึงจำเป็นต้องทดแทนด้วยการใช้ครูประจำการคณิตศาสตร์ที่มีวุฒิไม่ตรงกับวิชาที่สอน (Out-of-Field Teachers) เพื่อจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ ซึ่งปัจจุบันมีจำนวนครูประจำการคณิตศาสตร์ในกลุ่มนี้มากกว่าหนึ่งในสี่ของจำนวนครูประจำการคณิตศาสตร์ทั่วประเทศ

เมื่อวิเคราะห์จากปัญหาและสาเหตุของปัญหาดังกล่าว พบว่า การจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ในปัจจุบันยังไม่ตอบสนองต่อเจตนารมณ์ของพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 และที่แก้ไขเพิ่มเติม (ฉบับที่ 2) พ.ศ. 2545 ที่กำหนดไว้ในมาตรา 22 ว่า “การจัดการศึกษาต้องยึดหลักว่าผู้เรียนทุกคนมีความสามารถในการเรียนรู้และพัฒนาตนเองได้ และถือว่าผู้เรียนมีความสำคัญที่สุด กระบวนการจัดการศึกษาต้องส่งเสริมให้ผู้เรียนสามารถพัฒนาได้ตามธรรมชาติและเต็มตามศักยภาพ” (กระทรวงศึกษาธิการ. 2545: 11) นอกจากนี้เมื่อพิจารณาจากมาตรฐานวิชาชีพทางการศึกษาแล้วพบว่า ครูประจำการคณิตศาสตร์ยังมีปัญหาด้านสมรรถนะบางประการในมาตรฐานความรู้และประสบการณ์วิชาชีพ และมาตรฐานการปฏิบัติงาน (สำนักงานเลขาธิการคุรุสภา. 2548: 6-14) ด้วยเหตุนี้จึงทำให้ขาดความเข้มแข็งในการปรับปรุงการเรียนรู้คณิตศาสตร์ของนักเรียน

ในต่างประเทศ อาทิ สหรัฐอเมริกา ออสเตรเลีย สหราชอาณาจักร แคนาดา และมาเลเซีย ต่างประสบปัญหาการขาดแคลนครูประจำการคณิตศาสตร์ และการใช้ครูประจำการคณิตศาสตร์ที่มีวุฒิไม่ตรงกับวิชาที่สอนเพื่อทดแทนในการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์เช่นเดียวกันกับประเทศไทย (สกศ. 2548ข: บทสรุปสำหรับผู้บริหาร; Akiba; LeTendre; & Scribner. 2007; Boyd; et al. 2006; Darling-Hammond. 2004; 2006; Darling-Hammond; & Youngs. 2002; Goldhaber; & Brewer. 2000; Hawk; Coble; & Swanson. 1985; Jerald; & Ingersoll. 2002: Online; LeTendre; et al. 2001) และจากรายงานผลการวิจัยที่ศูนย์วิจัยทางการสอนและนโยบายแห่งสหรัฐอเมริกา (Center for the Study of Teaching and Policy) ได้มีการศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อความสำเร็จในการเรียนรู้ของนักเรียนในหลายมลรัฐของประเทศสหรัฐอเมริกา พบว่า ความรู้ในเนื้อหา

ที่สอน ความรู้ทางการสอน วุฒิการศึกษาในวิชาที่สอน ความเอาใจใส่ต่อการเตรียมการสอนและการปรับปรุงการจัดการเรียนการสอนของครูประจำการเป็นปัจจัยที่มีผลต่อความสำเร็จในการเรียนรู้ของนักเรียน (Darling-Hammond. 1999) อีกทั้งมีข้อสรุปจากงานวิจัยที่ให้การยืนยันว่า ครูประจำการคณิตศาสตร์จำนวนมากที่สอนในระดับประถมศึกษามีปัญหาด้านความรู้ในเนื้อหาคณิตศาสตร์ จึงไม่สามารถสร้างความรู้ความเข้าใจในมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ที่ถูกต้องให้กับนักเรียนได้ (Ball. 1988; Even; & Tirosh. 1995; Ferguson; & Womack. 1993; Leinhardt; & Smith. 1985; Post; et al. 1991; Putnam; et al. 1992: 221) ทั้งนี้มีรายงานผลการวิจัยเกี่ยวกับการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ในมลรัฐแคลิฟอร์เนีย (California) ประเทศสหรัฐอเมริกา ที่แสดงให้เห็นว่าเมื่อครูประจำการคณิตศาสตร์สามารถปรับปรุงความรู้ในเนื้อหาคณิตศาสตร์และเพิ่มความเอาใจใส่ต่อการเตรียมการสอนให้มากยิ่งขึ้นจะทำให้นักเรียนมีการเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่ดีขึ้น มีความรู้เข้าใจในมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ที่ถูกต้อง และสามารถแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่มีความซับซ้อนได้ (Gearhart; et al. 1999)

จากปัญหาดังกล่าวจึงมีความจำเป็นต้องพัฒนาครูประจำการคณิตศาสตร์เพื่อปรับปรุงความรู้ในเนื้อหาคณิตศาสตร์ที่ใช้ในการจัดการเรียนการสอน และสามารถจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ที่เหมาะสมกับความคิดและความสามารถในการเรียนรู้คณิตศาสตร์ของนักเรียน ตลอดจนส่งเสริมให้ครูประจำการคณิตศาสตร์ตระหนักถึงความเอาใจใส่ต่อการเตรียมการสอนและปรับปรุงการจัดการเรียนการสอนของตนอยู่เสมอ

1.3 สภาพของการพัฒนาครูประจำการคณิตศาสตร์ และการพัฒนาครูประจำการคณิตศาสตร์โดยใช้โรงเรียนเป็นฐาน

การจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์เป็นงานที่ต้องอาศัยความเชี่ยวชาญเฉพาะครูประจำการคณิตศาสตร์ควรกระตือรือร้น และเอาใจใส่ต่อการเตรียมการสอนและปรับปรุงการจัดการเรียนการสอนของตนให้มีความเหมาะสมกับความคิดและความสามารถในการเรียนรู้คณิตศาสตร์ของนักเรียนอยู่เสมอ ห้องเรียนคณิตศาสตร์จึงเปรียบเสมือนห้องปฏิบัติการให้ครูประจำการคณิตศาสตร์ได้เรียนรู้อยู่ตลอดเวลา (Cobb; Wood; & Yackel. 1990: 131) เวลาที่ใช้และการปฏิบัติงานในโรงเรียนแต่ละวันของครูประจำการคณิตศาสตร์ควรดำเนินไปพร้อมกับการเรียนรู้และแสวงหาแนวทางเพื่อปรับปรุงการเรียนรู้คณิตศาสตร์ของนักเรียน (NCTM. 2000: 19) ข้อความดังกล่าวแสดงให้เห็นถึงแง่มุมของการพัฒนาความเชี่ยวชาญเชิงวิชาชีพของครูประจำการคณิตศาสตร์ซึ่งยึดโยงอยู่กับการปฏิบัติงานสอนปกติประจำวันในโรงเรียน แต่เมื่อพิจารณาถึงสภาพของการพัฒนาครูประจำการ

คณิตศาสตร์ที่ผ่านมาของประเทศไทย โดยสำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา (2547ก: 2) ได้สรุปถึงวิธีการพัฒนาครูประจำการในแบบดั้งเดิมของประเทศไทยไว้ว่า

การพัฒนาครูประจำการที่เคยดำเนินการมาแต่เดิมในประเทศไทยส่วนใหญ่หน่วยงานกลางเป็นผู้จัดการฝึกอบรม วิธีการฝึกอบรมใช้การบรรยาย ประชุมกลุ่มย่อย และสรุปความคิดเห็นต่อที่ประชุมใหญ่ จำนวนผู้เข้ารับการฝึกอบรมค่อนข้างมาก บางครั้งมีจำนวนหลายร้อยคน ทำให้ผู้ให้และผู้รับการฝึกอบรมไม่สามารถติดต่อสื่อสารกันเป็นรายบุคคลได้อย่างใกล้ชิดและทั่วถึง สถานที่ฝึกอบรมมักจัดขึ้นตามมหาวิทยาลัย โรงแรม หรือห้องประชุมแห่งใดแห่งหนึ่งในส่วนกลางจึงมีค่าใช้จ่ายสูงในการเดินทางและเป็นการดึงครูประจำการออกจากห้องเรียน ระยะเวลาในการจัดฝึกอบรมสั้น ไม่มีการประเมินผลและติดตามผลการพัฒนาอย่างต่อเนื่องนอกจากการประเมินความพึงพอใจหลังการฝึกอบรมสัมมนาเท่านั้น ทำให้ไม่เห็นผลที่ได้รับจากการฝึกอบรมอย่างชัดเจน การจัดฝึกอบรมของส่วนกลางมักมองข้ามความแตกต่างกันของบริบทโรงเรียน ครูประจำการ และนักเรียน จึงไม่สามารถแก้ปัญหาของโรงเรียนได้ตรงตามสภาพความต้องการของแต่ละโรงเรียน หรือความต้องการของครูประจำการ

ปัจจุบันประเทศไทยมีพระราชบัญญัติสภาครูและบุคลากรทางการศึกษา พ.ศ. 2546 และแผนหลักของการปฏิรูปครูและบุคลากรทางการศึกษา พ.ศ. 2547-2556 ซึ่งได้กำหนดยุทธศาสตร์การพัฒนาครูประจำการแนวใหม่ที่มีความสอดคล้องกัน เรียกว่า ยุทธศาสตร์การพัฒนาครูประจำการโดยใช้โรงเรียนเป็นฐาน (School-Based Training) (สำนักงานเลขาธิการนายกรัฐมนตรี. 2547; สมศักดิ์ คงเพียง. 2550: 80-81) สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา (2547ก: 15) ได้ให้ความหมายของการพัฒนาครูประจำการโดยใช้โรงเรียนเป็นฐานไว้ว่า

การพัฒนาครูประจำการโดยใช้โรงเรียนเป็นฐานเป็นการพัฒนาครูประจำการที่จัดขึ้นในโรงเรียน โดยโรงเรียนเป็นเจ้าของโครงการหรือแผนการฝึกอบรม มีเป้าหมายเพื่อเพิ่มขีดความสามารถของครูประจำการในการพัฒนาคุณภาพการจัดการเรียนการสอนและการเรียนรู้ของนักเรียน เป็นการพัฒนาที่ตอบสนองสภาพปัญหาและความต้องการของโรงเรียน มีวิธีการที่เน้นการฝึกปฏิบัติจริงที่นำลงสู่ห้องเรียน มีการร่วมคิด ร่วมทำ ร่วมเรียนรู้ระหว่างผู้เข้ารับการพัฒนา มีการนิเทศติดตาม และประเมินผลอย่างต่อเนื่องในลักษณะกัลยาณมิตร นิเทศ ทำให้เกิดเครือข่ายการพัฒนาครูประจำการ

ทั้งนี้ พุทธิ ศิริบรรณพิทักษ์ และอรพรรณ พรสีมา (2546) ได้สรุปองค์ประกอบสำคัญของการพัฒนาครูประจำการโดยใช้โรงเรียนเป็นฐานของประเทศไทยจากโครงการทดลองนำร่องทั่วประเทศไว้ 10 องค์ประกอบ ดังนี้

1. ผู้บริหารโรงเรียน เป็นผู้สนับสนุนให้มีโครงการหรือแผนงานพัฒนาครูประจำการโดยถือว่าเป็นงานสำคัญที่โรงเรียนควรสนับสนุนให้ครูประจำการได้ปรับปรุงการจัดการเรียนการสอนของตนและการเรียนรู้ของนักเรียนตามภาระหน้าที่หลัก ซึ่งผู้บริหารอาจกำหนดให้เป็นนโยบายหรือโครงการของโรงเรียน และจัดประชุมปรึกษาหารือกับทุกฝ่ายที่เกี่ยวข้องเพื่ออำนวยความสะดวกให้การพัฒนาครูประจำการบรรลุผลตามเป้าหมาย รวมทั้งช่วยจัดหางบประมาณเพิ่มเติมให้กับครูประจำการเพื่อเป็นกำลังใจในการทำงาน

2. ที่ปรึกษาการพัฒนาครูประจำการ อาจเป็นครูประจำการที่มีความเชี่ยวชาญในโรงเรียน หรือผู้เชี่ยวชาญภายนอกในระดับท้องถิ่นหรือในระดับมหาวิทยาลัยที่มีประสบการณ์และมีความรู้ความสามารถในการจัดการเรียนการสอน สามารถให้คำปรึกษาและถ่ายทอดประสบการณ์ มีมนุษยสัมพันธ์ที่ดี และได้รับการยอมรับนับถือจากครูประจำการ

3. ผู้นำการพัฒนาครูประจำการ เป็นผู้ริเริ่มโครงการพัฒนาครูประจำการจึงควรเป็นบุคลากรในโรงเรียน อาทิ ครูประจำการที่มองเห็นปัญหาหรือมีความต้องการที่จะปรับปรุงการจัดการเรียนการสอนและการเรียนรู้ของนักเรียน เริ่มแรกควรมีการปรึกษาหารือร่วมกับผู้บริหารโรงเรียนและที่ปรึกษาการพัฒนาครูประจำการ จากนั้นจึงเขียนโครงการหรือวางแผนการพัฒนาครูประจำการโดยกำหนดวัตถุประสงค์และเป้าหมายของการพัฒนาให้สอดคล้องกับสภาพปัญหาและความต้องการของครูประจำการในโรงเรียนแล้วนำเสนอโครงการหรือแผนงานดังกล่าวต่อผู้บริหารโรงเรียน

4. ครูประจำการผู้เข้าร่วมโครงการ เป็นครูประจำการที่มีความสมัครใจเข้าร่วมโครงการ ผู้นำการพัฒนาครูประจำการอาจเชิญครูประจำการในโรงเรียนหรือโรงเรียนใกล้เคียงเข้าร่วมโครงการด้วย ทั้งนี้ควรได้รับความเห็นชอบจากผู้บริหารโรงเรียน สำหรับจำนวนผู้เข้าร่วมโครงการนั้นให้ปฏิบัติตามสภาพและความต้องการของโรงเรียน ซึ่งอาจคำนึงถึงความสะดวกของที่ปรึกษาการพัฒนาครูประจำการในด้านเวลาที่สามารถให้คำปรึกษา ตลอดจนสามารถติดตามและประเมินผลได้อย่างใกล้ชิดและสม่ำเสมอ

5. ระยะเวลาในการดำเนินโครงการ การกำหนดระยะเวลาในการพัฒนาครูประจำการตามแผนงานหรือโครงการแต่ละวงจรการดำเนินงานขึ้นอยู่กับการศึกษาหรือร่วมกันของผู้บริหารโรงเรียน ผู้นำการพัฒนาครูประจำการ ที่ปรึกษาการพัฒนาครูประจำการ และครูประจำการผู้เข้าร่วมโครงการ แต่ควรจัดให้มีการดำเนินงานอย่างสม่ำเสมอจนกว่าจะเห็นผลที่เกิดขึ้นกับครูประจำการผู้เข้าร่วมโครงการ และผลที่เกิดขึ้นกับนักเรียน หรือสามารถประเมินผลได้ตามวัตถุประสงค์และเป้าหมายของแผนหรือโครงการ สำหรับช่วงเวลาที่ใช้ในการทำงานร่วมกันนั้นอาจใช้วันหยุดราชการหรือวันทำการปกติที่ฝ่ายวิชาการช่วยจัดสรรให้ตามความเหมาะสม ซึ่งอาจเป็นช่วงเวลาหลังเลิกเรียนหรือวันทำการปกติที่ฝ่ายวิชาการช่วยจัดสรรให้ตามความเหมาะสม ซึ่งอาจเป็นช่วงเวลาหลังเลิกเรียนหรือช่วงเช้าก่อนเริ่มปฏิบัติงานตามปกติประจำวัน

6. รูปแบบการพัฒนาครูประจำการโดยใช้โรงเรียนเป็นฐาน เป็นการพัฒนาครูประจำการตามสภาพปัญหาและความต้องการของโรงเรียนและครูประจำการผู้เข้าร่วมโครงการ จึงต้องทำการประเมินสภาพและความต้องการก่อนเข้าร่วมโครงการ กิจกรรมการพัฒนาครูประจำการมุ่งเน้นการฝึกปฏิบัติจริงในห้องเรียน เน้นการร่วมคิด ร่วมวางแผน ร่วมแก้ปัญหาระหว่างผู้นำการพัฒนาครูประจำการ ที่ปรึกษาการพัฒนาครูประจำการ และครูประจำการผู้เข้าร่วมโครงการ มีการพบปะแลกเปลี่ยนเรียนรู้ วิเคราะห์ วิจัย และปรึกษาหารือกันทั้งในรูปแบบของกลุ่มและรายบุคคลเพื่อปรับปรุงการจัดการเรียนการสอนให้เหมาะสมกับความสามารถในการเรียนรู้ของนักเรียน มีการนิเทศติดตามอย่างสม่ำเสมอโดยใช้กระบวนการกัลยาณมิตรนิเทศ รวมทั้งมีการประเมินครบวงจรคุณภาพ PDCA (Plan-Do-Check-Action) เพื่อให้เกิดวัฒนธรรมใหม่ของการพัฒนาครูประจำการนำไปสู่การพัฒนาความสามารถในการเรียนรู้ของนักเรียนอย่างต่อเนื่อง

7. เนื้อหาที่ใช้ในการดำเนินโครงการ ขึ้นอยู่กับความต้องการของโรงเรียนและครูประจำการผู้เข้าร่วมโครงการ

8. สถานที่ดำเนินงาน ส่วนใหญ่ดำเนินงานในโรงเรียน เพราะสามารถนำลงสู่การปฏิบัติในห้องเรียนจริงได้

9. งบประมาณ ได้รับการจัดสรรจากโรงเรียนตามแผนปฏิบัติการประจำปีของโรงเรียน

10. การประเมินผล แบ่งออกเป็น 3 ระยะ ดังนี้

ระยะที่ 1 การประเมินก่อนเริ่มดำเนินโครงการ เป็นการประเมินเพื่อศึกษาปัญหาและความต้องการของครูประจำการผู้เข้าร่วมโครงการ อาจใช้วิธีการประชุมกลุ่ม สัมภาษณ์ หรือใช้แบบสอบถาม เป็นต้น

ระยะที่ 2 การประเมินระหว่างดำเนินโครงการ เป็นการประเมินเพื่อพัฒนาการจัดการเรียนการสอนของครูประจำการตามแนวทางที่ได้กำหนดไว้ อาจดำเนินการโดยตรวจเยี่ยมห้องเรียน พูดคุยสนทนาเป็นรายบุคคล ใช้แบบสอบถาม และประชุมกลุ่มย่อยอย่างสม่ำเสมอ นอกจากนี้ยังใช้การประเมินตนเองเพื่อปรับปรุงการดำเนินงานให้มีความเหมาะสมยิ่งขึ้น

ระยะที่ 3 การประเมินหลังเสร็จสิ้นโครงการ เป็นการประเมินผลการพัฒนาครูประจำการตลอดโครงการเพื่อศึกษาประสิทธิภาพของการพัฒนาครูประจำการ โดยประเมินผลจากครูประจำการผู้เข้าร่วมโครงการในด้านความรู้ความสามารถในการจัดการเรียนการสอนตามแนวพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 ตลอดจนประเมินผลจากนักเรียนซึ่งจะพิจารณาจากการเปลี่ยนแปลงทั้งในด้านความรู้ พฤติกรรม และเจตคติ โดยใช้วิธีการประเมินหลากหลายรูปแบบ และครอบคลุมข้อมูลที่เกิดขึ้นในโรงเรียนอันเป็นผลจากการดำเนินโครงการพัฒนาครูประจำการ ทั้งใน

ด้านประโยชน์ ข้อจำกัด ปัจจัยที่ส่งผลต่อความสำเร็จ และข้อเสนอแนะอันเป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาครูประจำการในโอกาสต่อไป

จากการสังเคราะห์แนวคิดของนักวิชาการและนักพัฒนาวิชาชีพ รายงานผลการพัฒนาครูประจำการโดยใช้โรงเรียนเป็นฐานทั้งในและต่างประเทศ และกรณีศึกษาของหน่วยงานทางการศึกษา 30 กรณี ใน 12 ประเทศ (พฤทธิ ศิริบรรณพิทักษ์ และอรพรรณ พรสีมา. 2546; สุรศักดิ์ หลาบมาลา. 2545; สุวิมล ว่องวาณิช. 2546; สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ. 2542; Dilworth; & Lmig. 1995; citing Smiylie; & Conyers. 1991; Educational Review Office (ERO). 2001; El-Baz; et al. 2003: Online; Osborn; et al. 2003; Otis-Wilborn; et al. 2000: Online; School-Based Cluster Initiatives. 2000: Online; The Association for Teacher Education in Europe (ATTE). 1995: Online) ทำให้พอสรุปได้ว่า การพัฒนาครูประจำการโดยใช้โรงเรียนเป็นฐานมีแนวคิดดังต่อไปนี้

1. เป็นการพัฒนาครูประจำการที่เกิดขึ้นตามสภาพปัญหาและความต้องการของครูประจำการในโรงเรียนเพื่อปรับปรุงการจัดการเรียนการสอนของครูประจำการและการเรียนรู้ของนักเรียน
2. เป็นการพัฒนาครูประจำการที่ดำเนินการในโรงเรียน โดยมีผู้บริหารและครูประจำการร่วมเป็นเจ้าของโครงการและร่วมกันดำเนินงาน ซึ่งอาจมีการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ร่วมกับผู้เชี่ยวชาญในห้องถิ่นและในระดับมหาวิทยาลัย
3. เป็นการพัฒนาครูประจำการที่เกิดจากความสมัครใจของครูประจำการเองโดยปราศจากการบีบบังคับ
4. เป็นการพัฒนาครูประจำการที่มีการประชุมพบปะกันอย่างสม่ำเสมอ เน้นการร่วมคิดร่วมศึกษาปัญหา ร่วมวางแผนแก้ปัญหา ร่วมนำแผนไปปฏิบัติ ร่วมตรวจสอบประเมินผล และร่วมแลกเปลี่ยนเรียนรู้เพื่อปรับปรุงการเรียนรู้ของนักเรียนอย่างต่อเนื่องสอดคล้องกับวงจรคุณภาพพิดีซีเอ
5. เป็นการพัฒนาครูประจำการที่เน้นการปฏิบัติจริง มีการพัฒนาสื่อและกิจกรรมการเรียนการสอนโดยนำไปใช้ในห้องเรียนจริงเพื่อปรับปรุงการเรียนรู้ของนักเรียน
6. เป็นการพัฒนาครูประจำการที่มีการนิเทศ ติดตาม และประเมินผลเพื่อการพัฒนาโดยใช้กระบวนการกัลยาณมิตรนิเทศ
7. เป็นการพัฒนาครูประจำการที่ใช้การปฏิบัติงานสอนปกติประจำวันของครูประจำการเพื่อยกระดับมาตรฐานวิชาชีพ และมีจุดเน้นเพื่อปรับปรุงการเรียนรู้ของนักเรียน

เมื่อวิเคราะห์ความหมาย องค์ประกอบ และแนวคิดของการพัฒนาครูประจำการโดยใช้โรงเรียนเป็นฐานดังกล่าวทำให้ผู้วิจัยพอสรุปได้ว่า การพัฒนาครูประจำการโดยใช้โรงเรียนเป็นฐาน

หมายถึง การพัฒนาครูประจำการที่เกิดขึ้นตามสภาพปัญหาและความต้องการของครูประจำการในโรงเรียน มีการดำเนินงานที่เชื่อมโยงกับการปฏิบัติงานสอนปกติประจำวันโดยเน้นการร่วมคิดร่วมวางแผน ร่วมดำเนินการ ร่วมตรวจสอบ และร่วมแลกเปลี่ยนเรียนรู้ซึ่งกันและกันของครูประจำการอย่างต่อเนื่องเพื่อปรับปรุงการจัดการเรียนการสอนให้เหมาะสมกับความสามารถในการเรียนรู้ของนักเรียน

จากการวิเคราะห์รายงานผลการดำเนินโครงการพัฒนาครูประจำการโดยใช้โรงเรียนเป็นฐานทั่วประเทศซึ่งประกอบด้วย ภาคเหนือ จำนวน 71 โครงการ ภาคกลาง จำนวน 69 โครงการ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ จำนวน 104 โครงการ และภาคใต้ จำนวน 37 โครงการ (พฤทธิ์ ศิริบรรณ พิทักษ์. 2547: 18-28; สอนง โลหิตวิเศษ. 2547: บทสรุปสำหรับผู้บริหาร; สุวิมล ว่องวาณิช. 2547: บทสรุปสำหรับผู้บริหาร; สุรศักดิ์ หลาบมาลา และอรพรรณ พรสีมา. 2547: 26-32) ผู้วิจัยพบว่ามีข้อเสนอแนะที่สำคัญดังต่อไปนี้

1. ด้านผลที่เกิดกับครูประจำการผู้เข้าร่วมโครงการ พบว่า ยังไม่มีข้อสรุปที่ชัดเจนเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงที่ดีขึ้นด้านความรู้ในเนื้อหาที่ใช้ในการจัดการเรียนการสอน การจัดการเรียนการสอนที่เหมาะสมกับความสามารถในการเรียนรู้ของนักเรียน การแลกเปลี่ยนเรียนรู้ซึ่งกันและกันในเชิงวิชาการ แต่ได้ให้รายละเอียดในภาพกว้างว่าครูประจำการผู้เข้าร่วมโครงการมีการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมการทำงาน แสวงหาความรู้ ใช้ทรัพยากรเพื่อการเรียนรู้ และมีการพูดคุยกันอย่างไม่เป็นทางการเพิ่มขึ้น

2. ด้านผลที่เกิดกับนักเรียน พบว่า ยังไม่มีข้อสรุปที่ชัดเจนเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงที่ดีขึ้นด้านความสำเร็จในการเรียนรู้ ส่วนใหญ่ให้รายละเอียดเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมด้านความรับผิดชอบ ความสนใจเรียน กล้าแสดงออก มีความสุขในการเรียน และมีทักษะในการทำกิจกรรมกลุ่มเพิ่มขึ้น

3. ด้านยุทธศาสตร์ที่สนับสนุนการดำเนินงาน พบว่า ยุทธศาสตร์การทำงานร่วมกัน (Collaborative Working) และยุทธศาสตร์การสนับสนุนทางวิชาการจากภายนอก (External Academic Support) ช่วยส่งเสริมให้เกิดการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ร่วมกันระหว่างครูประจำการในโรงเรียนกับผู้เชี่ยวชาญภายนอกในระดับท้องถิ่นและในระดับมหาวิทยาลัย ยุทธศาสตร์ดังกล่าวช่วยกระตุ้นให้ครูประจำการผู้เข้าร่วมโครงการมีความกระตือรือร้นและเพิ่มความเอาใจใส่ต่อการเตรียมการสอนและการปรับปรุงการจัดการเรียนการสอนมากขึ้น

และเมื่อได้พิจารณาผลการสำรวจการรับรู้ข้อมูลข่าวสารเกี่ยวกับการพัฒนาครูประจำการโดยใช้โรงเรียนเป็นฐานเพื่อติดตามผลการขยายงานดังกล่าวแล้ว พบว่า ครูประจำการและผู้บริหารโรงเรียนมีการรับรู้ข้อมูลข่าวสารการพัฒนาครูประจำการโดยใช้โรงเรียนเป็นฐานในระดับน้อย (สำนักงานคณะกรรมการเลขาธิการสภาการศึกษา. 2547: 49)

จากที่กล่าวมาจึงพอสรุปได้ว่า วิธีการพัฒนาครูประจำการแบบดั้งเดิมของประเทศไทยมีการดำเนินงานที่ไม่สอดคล้องกับบริบทของการพัฒนาครูประจำการคณิตศาสตร์ให้มีความเชี่ยวชาญเชิงวิชาชีพไปพร้อมกับการปฏิบัติงานสอนปกติประจำวันในโรงเรียน และไม่สามารถแก้ปัญหาการเรียนการสอนได้สอดคล้องกับความต้องการของโรงเรียน ดังนั้นการพัฒนาครูประจำการโดยใช้โรงเรียนเป็นฐานจึงเป็นแนวคิดใหม่สำหรับการพัฒนาครูประจำการคณิตศาสตร์เพื่อแก้ปัญหาดังกล่าว แต่เมื่อพิจารณาผลของการดำเนินงานการพัฒนาครูประจำการโดยใช้โรงเรียนเป็นฐานของประเทศไทยที่ผ่านมา ยังไม่พบความชัดเจนทั้งในด้านการปรับปรุงความรู้และความสามารถในการจัดการเรียนการสอนของครูประจำการ และการปรับปรุงการเรียนรู้ของนักเรียน จึงจำเป็นต้องแสวงหาแนวทางการปรับปรุงการพัฒนาครูประจำการคณิตศาสตร์โดยใช้โรงเรียนเป็นฐาน โดยนำมาบูรณาการกับยุทธศาสตร์การดำเนินงานที่มีอยู่เดิม

จากการสังเคราะห์งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาครูประจำการคณิตศาสตร์ในต่างประเทศ (American Educational Research Association. 2002; Barrett; et al. 1992; Brown; Smith; & Stein. 1996; Campbell; & White. 1997; Gearhart; et al. 1999; Heaton. 1994; 2000; Kazemi; & Franke. 2000; Kilpatrick; et al. 1996; Mewborn. 2003: 49-50; Romagnano. 1994; Schifter. 1998; Silver; Smith; & Nelson. 1995; Stein; Silver; & Smith. 1998; Swafford; Jones; & Thornton. 1997; Thompson; & Thompson. 1994) พบว่า การพัฒนาครูประจำการคณิตศาสตร์ที่มีประสิทธิภาพมีลักษณะสำคัญดังต่อไปนี้

1. ส่งเสริมให้ครูประจำการคณิตศาสตร์สามารถปรับปรุงความรู้ในเนื้อหาคณิตศาสตร์ โดยเฉพาะความรู้ความเข้าใจในมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ที่ใช้ในการจัดการเรียนการสอน
2. ส่งเสริมให้ครูประจำการคณิตศาสตร์มีความสามารถในการวิเคราะห์ความคิดและความสามารถในการเรียนรู้คณิตศาสตร์ของนักเรียน
3. ส่งเสริมให้ครูประจำการคณิตศาสตร์มีโอกาสดำเนินงานร่วมกันอย่างต่อเนื่องเพื่อปรับปรุงการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ให้เหมาะสมกับความคิดและความสามารถในการเรียนรู้คณิตศาสตร์ของนักเรียน โดยเน้นกิจกรรมการอภิปราย วิเคราะห์วิจารณ์ และแลกเปลี่ยนเรียนรู้ในเชิงวิชาการร่วมกับผู้เชี่ยวชาญอย่างเข้มข้น ซึ่งมีการนำสิ่งที่ได้เรียนรู้ไปใช้ในการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ในห้องเรียนจริง
4. มีกระบวนการที่เน้นการพัฒนาให้เกิดความเชี่ยวชาญเชิงวิชาชีพไปพร้อมกับการปฏิบัติงานสอนปกติประจำวัน

ข้อสรุปที่ได้จากการสังเคราะห์งานวิจัยดังกล่าวมีความสอดคล้องกับข้อเสนอแนะในการปรับปรุงการพัฒนาครูประจำการคณิตศาสตร์โดยใช้โรงเรียนเป็นฐานของประเทศไทย และจากข้อสรุป

ของบทความ *Teaching, Teachers' Knowledge, and their Professional Development* ในหนังสือ *A Research Companion to Principles and Standards for School Mathematics* ทำให้พบว่า ลักษณะสำคัญทั้งหมดของการพัฒนาครูประจำการคณิตศาสตร์ที่มีประสิทธิภาพล้วนผสมผสานอยู่ในวิธีการพัฒนาครูประจำการคณิตศาสตร์โดยใช้โรงเรียนเป็นฐานของประเทศญี่ปุ่นที่เรียกกันว่า การศึกษาและพัฒนาบทเรียน (Lesson Study) (Mewborn. 2003: 50)

2. การพัฒนาครูประจำการคณิตศาสตร์ด้วยวิธีการศึกษาและพัฒนาบทเรียน

2.1 ความเป็นมาของการศึกษาและพัฒนาบทเรียน

การศึกษาและพัฒนาบทเรียน (Lesson Study) ในชื่อภาษาญี่ปุ่น จูเกียว เค็งยู (Jugyou-Kenkyu) ซึ่งจูเกียว หมายถึง บทเรียน และเค็งยู หมายถึง การศึกษา หรือการวิจัย เป็นสิ่งที่ทั่วโลกรู้จักกันในฐานะของวิธีการพัฒนาครูประจำการคณิตศาสตร์ที่มีประสิทธิภาพของประเทศญี่ปุ่น ด้วยเป้าหมายการดำเนินงานที่มีลักษณะพิเศษนอกเหนือจากการพัฒนาครูประจำการคณิตศาสตร์แบบอื่น มีหัวใจอยู่ที่การทำงานร่วมกันของครูประจำการคณิตศาสตร์อย่างเข้มข้นทุกขั้นตอนเพื่อปรับปรุงการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์โดยมีเป้าหมายสำคัญที่สุดอยู่ที่การปรับปรุงการเรียนรู้คณิตศาสตร์ของนักเรียน (Isoda. 2007; Yoshida. 1999b)

การศึกษาและพัฒนาบทเรียนมีบทบาทสำคัญต่อการพัฒนาครูประจำการคณิตศาสตร์มากกว่า 100 ปี นับตั้งแต่ประเทศญี่ปุ่นเริ่มมีรูปแบบการจัดการศึกษาโดยรัฐเป็นผู้สนับสนุน (Takahashi; & Yoshida. 2004: 437) เริ่มต้นขึ้นในช่วงปี ค.ศ. 1880 – 1889 ซึ่งเป็นช่วงเวลาที่ประเทศญี่ปุ่นได้รับอิทธิพลทางการศึกษาจากต่างชาติผ่านผู้ได้รับทุนการศึกษาและสำเร็จการศึกษา กลับมาบรรจุเป็นครูประจำการในโรงเรียนประถมศึกษาที่มีความร่วมมือทางวิชาการกับสถาบันผลิตครูบุคคลเหล่านี้ถือเป็นความหวังใหม่ของระบบการศึกษาซึ่งได้นำรูปแบบการจัดการเรียนการสอนของชาติตะวันตกมาเผยแพร่ในประเทศญี่ปุ่นเป็นครั้งแรก ช่วงเวลานั้นหนังสือวิธีสอนของครูผู้นำการปฏิรูปการศึกษาได้ถูกตีพิมพ์ขึ้น ในสาระของหนังสือเล่มนี้ได้นำเสนอแนวคิดเกี่ยวกับการใช้สื่อการเรียนการสอน การมีส่วนร่วมสังเกตการจัดการเรียนการสอนของครูประจำการในห้องเรียนจริง และยังให้แนวปฏิบัติในการทำงานร่วมกันของครูประจำการโดยเน้นการวิเคราะห์ วิจารณ์ อภิปราย แลกเปลี่ยนเรียนรู้ ซึ่งกันและกันเพื่อปรับปรุงบทเรียนและการจัดการเรียนการสอน ทำให้ห้องเรียนในประเทศญี่ปุ่นเป็นพื้นที่เปิดกว้างทางความคิด ต่อมากระทรวงศึกษาธิการของประเทศญี่ปุ่นมีนโยบายให้ใช้แนวคิดจากหนังสือเล่มนี้เป็นแนวทางในการทำงานของครูประจำการทั่วประเทศ และเกิดเป็นแบบปฏิบัติโดยทั่วไปในการพัฒนาหลักสูตร วิธีสอน และการจัดการเรียนการสอนแนวใหม่ จึงกล่าวได้ว่าการศึกษาและ

พัฒนาบทเรียนเกิดขึ้นจากแนวนโยบายทางการศึกษาของประเทศญี่ปุ่น และสืบทอดกันมาจนถึงปัจจุบัน (Isoda. 2007: 8-15)

ในต่างประเทศมีการเคลื่อนไหวเกี่ยวกับการศึกษาและพัฒนาบทเรียน เริ่มจากการที่นานาชาติให้ความสนใจวิธีสอนคณิตศาสตร์ของประเทศญี่ปุ่นโดยมีการวิจัยเปรียบเทียบการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ในห้องเรียนจริงระหว่างประเทศญี่ปุ่นและสหรัฐอเมริกาในช่วงปี ค.ศ. 1980-1989 ซึ่งขณะนั้นเจอร์รี เบคเกอร์ (Jerry Becker) และทัทสุโระ มิวา (Tatsuro Miwa) เป็นตัวแทนจากทั้งสองประเทศในการวิจัย ต่อมาในช่วงปี ค.ศ. 1990-1999 เจมส์ สติกลเลอร์ (James Stigler) ได้ดำเนินการวิจัยต่อเนื่องในประเด็นดังกล่าว ซึ่งผลการวิจัยถูกตีพิมพ์เผยแพร่ในหนังสือ *The Teaching Gap: Best Ideas from the World's Teachers for Improving Education* โดยสติกลเลอร์และฮิลเบิร์ต (Stigler; & Hiebert. 1999) หนังสือเล่มนี้ได้นำเสนอความรอบคอบ ความเอาใจใส่ต่อการเตรียมการสอน และการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ในห้องเรียนของครูประจำการคณิตศาสตร์ในประเทศญี่ปุ่นซึ่งทำงานร่วมกันอย่างต่อเนื่องตามกระบวนการของการศึกษาและพัฒนาบทเรียนเพื่อปรับปรุงการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ให้เหมาะสมกับความคิดและความสามารถในการเรียนรู้คณิตศาสตร์ของนักเรียน

การศึกษาและพัฒนาบทเรียนถูกให้ความสำคัญจากกลุ่มประเทศที่พัฒนาแล้วและกลุ่มประเทศที่กำลังพัฒนา โดยถูกกำหนดให้เป็นเป้าหมายของการสร้างความร่วมมือทางวิชาการระหว่างกลุ่มประเทศที่กำลังพัฒนา ซึ่งในปี ค.ศ. 1990 การศึกษาและพัฒนาบทเรียนมีส่วนในการเคลื่อนไหว *"World Declaration on Education for All"* ซึ่งมีข้อเสนอให้มีการปรับปรุงคุณภาพการศึกษาเพื่อพัฒนาไปสู่ความเป็นเลิศ โดยเน้นการปรับปรุงการเรียนรู้คณิตศาสตร์ของนักเรียนทั้งในด้านการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ (Mathematical Literacy) และความรู้เชิงพุทธิปัญญาทางคณิตศาสตร์ (Mathematical Intellect) (Isoda. 2007; citing "World Education Forum" Darker. 2000)

ต่อมาในปี ค.ศ. 2004 เมื่อการประเมินผลการเรียนรู้คณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ของนักเรียนในระดับนานาชาติครั้งที่ 3 หรือทิมส์ (Third International Mathematics and Science Study (TIMSS)) ถูกเผยแพร่ได้ไม่นาน นานาชาติต่างตระหนักถึงความจำเป็นที่ต้องให้ความสำคัญเพิ่มขึ้นกับการปรับปรุงการเรียนรู้คณิตศาสตร์ของนักเรียน และหันมาสนใจศึกษาความสำเร็จในการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ของประเทศแถบเอเชียอย่างจริงจัง ทำให้การศึกษาและพัฒนาบทเรียนได้รับความสนใจเพิ่มขึ้นจากนานาชาติในฐานะที่อยู่เบื้องหลังความสำเร็จของการปรับปรุงการเรียนรู้คณิตศาสตร์ของนักเรียนญี่ปุ่น (Isoda. 2007)

ในประเทศแถบตะวันตก โดยเฉพาะในสหรัฐอเมริกาเริ่มให้ความสนใจศึกษาการดำเนินงานการศึกษาและพัฒนาบทเรียนตั้งแต่ปี ค.ศ. 1999 ในปีถัดมาการศึกษาและพัฒนาบทเรียน

ได้ถูกกล่าวถึงใน *Before It's Too Late* ซึ่งเป็นรายงานผลการศึกษาของประเทศสหรัฐอเมริกา จากรายงานฉบับนี้พบว่า การศึกษาและพัฒนาบทเรียนได้รับการยอมรับว่าเป็นนวัตกรรมการพัฒนา ครูประจำการที่สะท้อนให้เห็นถึงความมุ่งมั่นในการปรับปรุงการจัดการเรียนการสอนและการเรียนรู้ ของนักเรียนอย่างต่อเนื่อง ในรายงานดังกล่าวยังให้รายละเอียดว่า ครูประจำการคณิตศาสตร์ของประเทศญี่ปุ่นไม่เพียงแต่ใช้ความรอบคอบและให้เวลากับการเตรียมการสอนอย่างมากเท่านั้น แต่ยังมี การวางแผนการสอนร่วมกัน จึงทำให้มีความเข้าใจในกระบวนการสร้างองค์ความรู้ และมี ประสบการณ์ในการจัดการเรียนการสอนที่หลากหลายด้วยการแลกเปลี่ยนเรียนรู้กันในเชิงวิชาชีพ การศึกษาและพัฒนาบทเรียนจึงเปรียบเสมือนความเจริญงอกงามเชิงวัฒนธรรมของประเทศญี่ปุ่น ในปัจจุบันประเทศสหรัฐอเมริกามีการนำการศึกษาและพัฒนาบทเรียนไปใช้ทั้งในโรงเรียน ประถมศึกษาและระดับมัธยมศึกษาในหลายเขตพื้นที่การศึกษาของมลรัฐต่างๆมากกว่า 32 มลรัฐ (Fernandez; et al. 2001; Lesson Study Research Group. 2006; Lewis. 2002a; 2002b; Lewis; et al. 2006; Takahashi. 2000; 2006a; Takahashi; & Yoshida. 2004) กระแสของ การศึกษาและพัฒนาบทเรียนส่งผลให้สมาคมครูคณิตศาสตร์แห่งสหรัฐอเมริกา (NCTM) เสนอให้มี หลักสูตรการศึกษาและพัฒนาบทเรียน (Lesson Study Course) สำหรับครูประจำการคณิตศาสตร์ที่ สอนในเกรด 3-5 และเกรด 6-8 ในปีการศึกษา 2006-2007 และ 2007-2008 เพื่อให้ครูประจำการ คณิตศาสตร์ได้เรียนรู้และใช้การศึกษาและพัฒนาบทเรียนเพื่อปรับปรุงการจัดการเรียนการสอน คณิตศาสตร์ให้เหมาะสมกับความคิดและความสามารถในการเรียนรู้คณิตศาสตร์ของนักเรียน (Takahashi. 2006b; National Commission on Mathematics and Science Teaching for the 21st Century. 2000: 20; National Council of Teacher of Mathematics. 2008: Online)

ในปัจจุบัน ประเทศสมาชิกกลุ่มความร่วมมือทางเศรษฐกิจในภูมิภาคเอเชีย-แปซิฟิก หรือ เอเปค (Asia-Pacific Economic Cooperation (APEC)) ได้จัดตั้งโครงการความร่วมมือเพื่อการวิจัย เกี่ยวกับนวัตกรรมการสอนและการเรียนรู้คณิตศาสตร์ขึ้น โดยสนับสนุนให้มีการวิจัย นำเสนอ ผลการวิจัย และแลกเปลี่ยนประสบการณ์เกี่ยวกับการนำการศึกษาและพัฒนาบทเรียนไปใช้พัฒนาครู ประจำการคณิตศาสตร์ในประเทศสมาชิก ซึ่งมีผู้เข้าร่วมเป็นนักวิจัย นักการศึกษา และนักคณิตศาสตร ศึกษาที่มีชื่อเสียงในระดับนานาชาติ (Inprasitha; et al. 2006) ในโครงการนี้การศึกษาและพัฒนา บทเรียนได้รับการยอมรับทั้งทางทฤษฎีและปฏิบัติในฐานะของแบบปฏิบัติที่ดี (Best Practice) ด้วย ประสิทธิภาพที่ช่วยผลักดันให้เกิดการปรับปรุงการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์และการเรียนรู้ คณิตศาสตร์ของนักเรียนอย่างแท้จริง (Baba. 2007: 6-7; Isoda; et al. 2006: Introduction)

เมื่อพิจารณาถึงความจำเป็นที่ต้องปรับปรุงวิธีการพัฒนาครูประจำการคณิตศาสตร์โดย ใช้โรงเรียนเป็นฐานของประเทศไทยให้ตอบสนองต่อความต้องการในการแก้ปัญหาด้านความรู้ของครู

ประจำการคณิตศาสตร์เพื่อเป้าหมายในการปรับปรุงการเรียนรู้คณิตศาสตร์ของนักเรียนไทยแล้วพบว่า การศึกษาและพัฒนาบทเรียนมีลักษณะที่ตอบสนองในประเด็นดังกล่าว และด้วยการยอมรับจากนานาชาติในความสำเร็จของการศึกษาและพัฒนาบทเรียนที่มีส่วนผลักดันให้เกิดการปรับปรุงคุณภาพการเรียนรู้คณิตศาสตร์ของนักเรียน และการจัดการเรียนการสอนของครูประจำการคณิตศาสตร์อย่างแท้จริง จึงควรมีการนำการศึกษาและพัฒนาบทเรียนมาใช้ในการพัฒนาครูประจำการคณิตศาสตร์ในโรงเรียนของประเทศไทย

2.2 ความหมายของการศึกษาและพัฒนาบทเรียน

ในประเทศญี่ปุ่นการศึกษาและพัฒนาบทเรียนเป็นศูนย์กลางการเรียนรู้ในเชิงวิชาชีพของครูประจำการคณิตศาสตร์ มีรูปแบบของการพัฒนาครูประจำการโดยใช้โรงเรียนเป็นฐาน ดังความหมายที่ผู้วิจัยได้สรุปไว้แล้วว่า การพัฒนาครูประจำการโดยใช้โรงเรียนเป็นฐาน หมายถึง การพัฒนาครูประจำการที่เกิดขึ้นตามสภาพปัญหาและความต้องการของครูประจำการในโรงเรียน มีการดำเนินงานที่เชื่อมโยงกับการปฏิบัติงานสอนปกติประจำวันโดยเน้นการร่วมคิดร่วมวางแผน ร่วมดำเนินการ ร่วมตรวจสอบ และร่วมแลกเปลี่ยนเรียนรู้ซึ่งกันและกันของครูประจำการอย่างต่อเนื่อง เพื่อปรับปรุงการจัดการเรียนการสอนให้เหมาะสมกับความสามารถในการเรียนรู้ของนักเรียน

จากความหมายของการพัฒนาครูประจำการโดยใช้โรงเรียนเป็นฐานดังกล่าว ประกอบกับผลของการสังเคราะห์ความหมายของการศึกษาและพัฒนาบทเรียนที่ผู้วิจัยสามารถรวบรวมได้จากงานของนักวิจัยและนักคณิตศาสตร์ศึกษาที่มีประสบการณ์และมีส่วนร่วมในการศึกษาและพัฒนาบทเรียนทั้งในประเทศญี่ปุ่นและต่างประเทศ (Fernandez; et al. 2001; Isoda. 2007: 17; Lesson Study Group at Mills College. 2007: Online; Lesson Study Research Group. 2006: Online; Lewis. 2000; 2002a; 2002b; Lewis; Perry; & Hurd. 2004; Lewis; & Tsuchida. 1997; 1998; Mulata; & Takahashi. 2002; Shimahara. 1999; Stigler; & Hiebert. 1999: 10; Takahashi. 2000; Wikipedia Encyclopedia. 2008: Online; Yoshida. 1999b) จึงทำให้พอสรุปความหมายของการศึกษาและพัฒนาบทเรียนในการวิจัยครั้งนี้ได้ว่า การศึกษาและพัฒนาบทเรียน หมายถึง วิธีการพัฒนาครูประจำการคณิตศาสตร์โดยใช้โรงเรียนเป็นฐาน ซึ่งมีครูประจำการคณิตศาสตร์ทำงานร่วมกันอย่างต่อเนื่องเพื่อพัฒนาบทเรียนคณิตศาสตร์ นำบทเรียนดังกล่าวไปใช้จัดการเรียนการสอนในห้องเรียนจริงพร้อมทั้งมีการสังเกตและเก็บรวบรวมเหตุการณ์ที่เกี่ยวข้องกับความคิดและความสามารถในการเรียนรู้คณิตศาสตร์ของนักเรียนนำมาวิเคราะห์เพื่อปรับปรุงบทเรียนและการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ให้เหมาะสมยิ่งขึ้น

จากความหมายของการศึกษาและพัฒนาบทเรียนดังกล่าว แสดงให้เห็นถึงแง่มุมที่เอาใจใส่ต่อการปรับปรุงการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์โดยคำนึงถึงความคิดและความสามารถในการเรียนรู้คณิตศาสตร์ของนักเรียน และเป็นวิธีการพัฒนาครูประจำการคณิตศาสตร์ที่มีหัวใจอยู่ที่การทำงานร่วมกันของครูประจำการคณิตศาสตร์อย่างต่อเนื่อง ตลอดจนมีการดำเนินงานไปพร้อมกับการปฏิบัติงานสอนปกติประจำวันของครูประจำการคณิตศาสตร์ ซึ่งเป็นวิถีทางของการพัฒนาครูประจำการคณิตศาสตร์ให้มีความเชี่ยวชาญเชิงวิชาชีพอย่างแท้จริง

2.3 กระบวนการของการศึกษาและพัฒนาบทเรียน

กระบวนการของการศึกษาและพัฒนาบทเรียนที่นักวิจัยและนักคณิตศาสตร์ศึกษาที่มีประสบการณ์และมีส่วนร่วมในการศึกษาและพัฒนาบทเรียนทั้งในประเทศญี่ปุ่นและต่างประเทศได้นำเสนอไว้ มีดังนี้

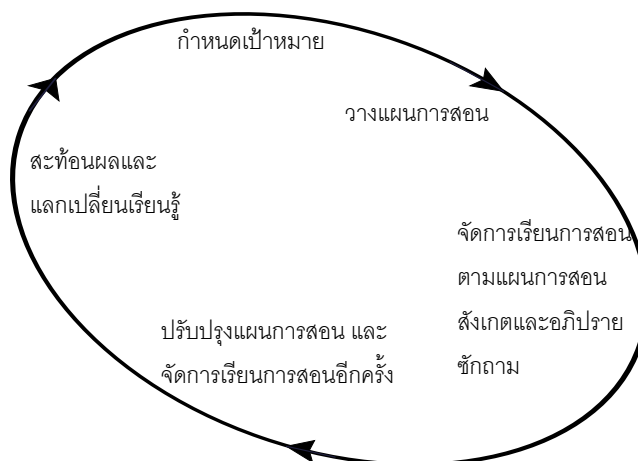
ลิวอิส (Lewis. 2002b) ลิน และคนอื่นๆ (Linn; et al. 2000) มูราตะ และทาคาฮาชิ (Murata; & Takahashi. 2002) และโยชิเดะ (Yoshida. 1999b) กล่าวถึงกระบวนการของการศึกษาและพัฒนาบทเรียนไว้ว่า ครูประจำการคณิตศาสตร์จะทำงานร่วมกันตามขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. กำหนดเป้าหมายระยะยาวหรือเป้าหมายหลักของการศึกษาและพัฒนาบทเรียนเพื่อพัฒนานักเรียน
2. วางแผนการสอน โดยมีจุดประสงค์ 2 ระดับ ได้แก่ 1) จุดประสงค์เพื่อเชื่อมโยงเป้าหมายหลักในการพัฒนานักเรียนไปสู่การปฏิบัติงาน และ 2) จุดประสงค์การเรียนรู้ในการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์
3. จัดการเรียนการสอนตามแผนการสอน สังเกตการจัดการเรียนการสอนในห้องเรียนจริง อภิปรายและสะท้อนผลโดยมุ่งเน้นการวิเคราะห์ความคิดและความสามารถในการเรียนรู้ของนักเรียน
4. ปรับปรุงแผนการสอนและการจัดการเรียนการสอน โดยอาศัยข้อมูลที่เก็บรวบรวมได้ และดำเนินการจัดการเรียนการสอนตามแผนการสอนที่ได้ปรับปรุงแล้วอีกครั้งในห้องเรียนจริง
5. อภิปราย สะท้อนผล และแลกเปลี่ยนเรียนรู้ร่วมกับครูประจำการคณิตศาสตร์ในโรงเรียนหรือโรงเรียนที่อยู่ใกล้เคียง โดยมีผู้เชี่ยวชาญภายนอกในระดับมหาวิทยาลัยและผู้ที่ให้ความสนใจร่วมแลกเปลี่ยนเรียนรู้ด้วย

ในการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ซึ่งกันและกันนั้น โรงเรียนอาจมีการเผยแพร่ผลงานด้านการศึกษาและพัฒนาบทเรียนต่อสาธารณชน ซึ่งอาจมีผู้ให้ความสนใจจากภายนอกโรงเรียนทั้งที่เป็นครูประจำการ นักการศึกษา หรือผู้เชี่ยวชาญในระดับมหาวิทยาลัยเข้าร่วมอภิปรายแสดงความคิดเห็น

อย่างกว้างขวาง กระบวนการดังกล่าวนี้ช่วยให้มีการพัฒนาแนวคิดใหม่สำหรับการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์อย่างต่อเนื่อง

กระบวนการของการศึกษาและพัฒนาบทเรียนที่กล่าวถึงนี้จะดำเนินไปอย่างต่อเนื่องทุกปีการศึกษาตามวัฏจักรของการศึกษาและพัฒนาบทเรียน (Lesson Study Cycle) ดังภาพประกอบ 1



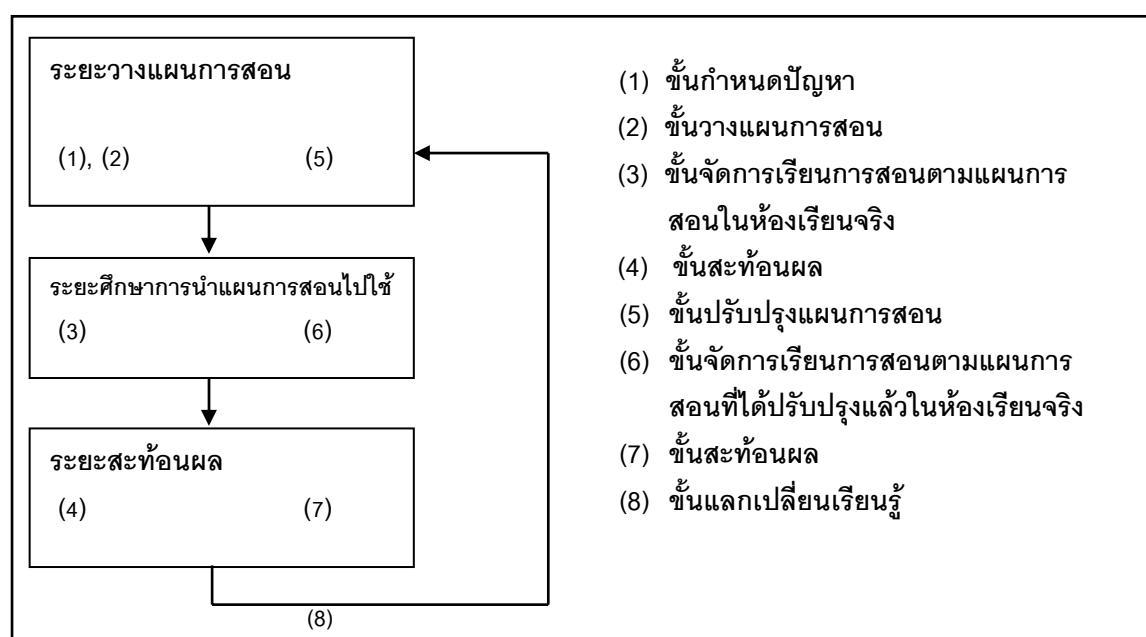
ภาพประกอบ 1 วัฏจักรของการศึกษาและพัฒนาบทเรียน

ที่มา: J. Stepanek; et al. (2007). *Leading Lesson Study A Practical Guide for Teachers and Facilitators*. p.14

บาบะ (Baba. 2007: 2-3) ได้กล่าวถึงกระบวนการของการศึกษาและพัฒนาบทเรียนจากงานของสติกลเลอร์และฮิลเบิร์ต (Stigler; & Hiebert. 1999) ว่าประกอบด้วย 3 ระยะ ได้แก่ ระยะวางแผนการสอน ระยะศึกษาการนำแผนการสอนไปใช้ และระยะสะท้อนผล

ระยะวางแผนการสอนเกี่ยวข้องกับการแปลงหลักสูตรไปสู่การดำเนินงานในห้องเรียนจริง เริ่มต้นด้วยการศึกษาค้นคว้า มีการไตร่ตรองอย่างรอบคอบเพื่อออกแบบกิจกรรมการเรียนการสอนให้เหมาะสมกับความคิดและความสามารถในการเรียนรู้คณิตศาสตร์ของนักเรียน เลือกใช้สื่อการเรียนการสอนให้สอดคล้องกับเนื้อหาและจุดประสงค์การเรียนรู้ และเชื่อมโยงทั้งหมดเข้าไปในแผนการสอน สิ่งสำคัญของการศึกษาและพัฒนาบทเรียนก็คือ ครูประจำการคณิตศาสตร์จะทำงานร่วมกันทุกขั้นตอนตามกระบวนการของการศึกษาและพัฒนาบทเรียนที่ได้แสดงไว้ดังภาพประกอบ 2 ซึ่งขั้นตอนที่ 1 ถึง 4 ประกอบกันเป็นระยะแรกของกระบวนการดังกล่าว ในการจัดเรียนการสอนตามแผนการสอนในห้องเรียนจริงอาจมีครูประจำการคณิตศาสตร์จำนวนมากร่วมสังเกตและเก็บรวบรวมเหตุการณ์ที่เกี่ยวข้องกับความคิดและความสามารถในการเรียนรู้คณิตศาสตร์ของนักเรียนดังภาพประกอบ 3

เมื่อการจัดการเรียนการสอนในห้องเรียนเสร็จสิ้นลง ผู้มีส่วนร่วมทุกคนจะได้รับโอกาสให้เข้าร่วมสะท้อนผลโดยมีการวิเคราะห์ และอภิปรายกันถึงเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นในห้องเรียน ข้อมูลที่ได้จากการสะท้อนผลในขั้นตอนที่ 4 จะถูกนำมาใช้ในขั้นตอนที่ 5 ถึง 7 เพื่อปรับปรุงแผนการสอนและการจัดการเรียนการสอนให้มีความเหมาะสมกับความคิดและความสามารถในการเรียนรู้คณิตศาสตร์ของนักเรียนมากยิ่งขึ้น กระบวนการนี้จะดำเนินไปอย่างต่อเนื่องเป็นวัฏจักรของการศึกษาและพัฒนาบทเรียน



ภาพประกอบ 2 กระบวนการของการศึกษาและพัฒนาบทเรียนของสติกเลอร์และฮิลเบิร์ต

ที่มา: T. Baba. (2007). Japanese Education and Lesson Study: An Overview. In *Japanese Lesson Study in Mathematics Its Impact, Diversity and Potential for Educational Improvement*. p. 3.



ภาพประกอบ 3 บรรยากาศในห้องเรียนของประเทศญี่ปุ่นขณะที่มีการจัดการเรียนการสอน

ที่มา: T. Baba. (2007). Japanese Education and Lesson Study: An Overview. In *Japanese Lesson Study in Mathematics Its Impact, Diversity and Potential for Educational Improvement*. p. 3.

ลิวอิส (Lewis. 2000) สติกลเลอร์ และฮิลเบิร์ต (Stigler; & Hiebert. 1999: 112-115) ทาคาฮาชิ และโยชิดะ (Takahashi; & Yoshida. 2004) และโยชิดะ (Yoshida. 1999a) ได้นำเสนอกระบวนการของการศึกษาและพัฒนาบทเรียนไว้ 8 ขั้นตอนดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 การกำหนดจุดเน้นของบทเรียน (Focusing the Lesson) เป็นกระบวนการที่ครูประจำการคณิตศาสตร์ร่วมกันกำหนดจุดเน้นของบทเรียนให้มีความสอดคล้องกับเป้าหมายในการพัฒนาคุณภาพการเรียนการสอนของโรงเรียน จากนั้นจึงเลือกเนื้อหาคณิตศาสตร์ โดยพิจารณาจากเนื้อหาที่มีมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ที่เป็นปัญหาในการจัดการเรียนการสอน และมีความยากสำหรับนักเรียนในการเรียนรู้

ขั้นตอนที่ 2 การวางแผนการสอน (Planning the Lesson) เป็นกระบวนการที่ครูประจำการคณิตศาสตร์ศึกษาค้นคว้าตำรา บทความ และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องเพื่อใช้เป็นแนวทางในการวางแผนการสอนสำหรับพัฒนานักเรียนให้บรรลุจุดเน้นของบทเรียนที่ได้ร่วมกันกำหนดขึ้น และนำแผนการสอนที่ร่วมกันพัฒนาขึ้นเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญที่มีส่วนร่วมเพื่อพิจารณาความเหมาะสมและให้ข้อคิดเห็นเพิ่มเติม

ขั้นตอนที่ 3 การจัดการเรียนการสอนตามแผนการสอนที่ได้พัฒนาขึ้น (Teaching the Lesson) เป็นกระบวนการที่ครูประจำการคณิตศาสตร์ดำเนินการจัดการเรียนการสอนในห้องเรียนจริง โดยมีครูประจำการคณิตศาสตร์ที่มีส่วนร่วมในการศึกษาและพัฒนาบทเรียนเป็นผู้สอนในห้องเรียนที่ตนรับผิดชอบเป็นปกติ โดยมีครูประจำการคณิตศาสตร์คนอื่นๆ เข้าร่วมสังเกตและบันทึกเหตุการณ์ใน

ห้องเรียน การมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างครูประจำการคณิตศาสตร์กับนักเรียน และระหว่างนักเรียนด้วยกันเอง ซึ่งอาจใช้การจดบันทึก การบันทึกวิธีทัศน์ หรือการบันทึกภาพประกอบเป็นหลักฐานเพื่อใช้ในการสะท้อนผล

ขั้นตอนที่ 4 การสะท้อนผลและประเมินผล (Reflecting and Evaluating) เป็นกระบวนการที่ครูประจำการคณิตศาสตร์ร่วมกันแสดงความคิดเห็น ชักถาม และอภิปรายกันภายหลังการจัดการเรียนการสอนในห้องเรียนจริงเสร็จสิ้นลง โดยนำข้อมูลที่เก็บรวบรวมได้มาประกอบประกอบ อภิปราย การสะท้อนผลเริ่มต้นจากผู้สอนแสดงความคิดเห็นว่าการจัดการเรียนการสอนในห้องเรียนบรรลุจุดเน้นที่ได้ร่วมกันกำหนดขึ้นหรือไม่ อย่างไร ซึ่งอาจบ่งชี้ว่าปัญหาที่เกิดขึ้นในห้องเรียนมีอะไรบ้าง จากนั้นครูประจำการคณิตศาสตร์คนอื่นๆจึงเริ่มซักถาม และร่วมอภิปรายกัน แล้วจึงหาข้อสรุปสำหรับการปรับปรุงให้เหมาะสมยิ่งขึ้นต่อไป

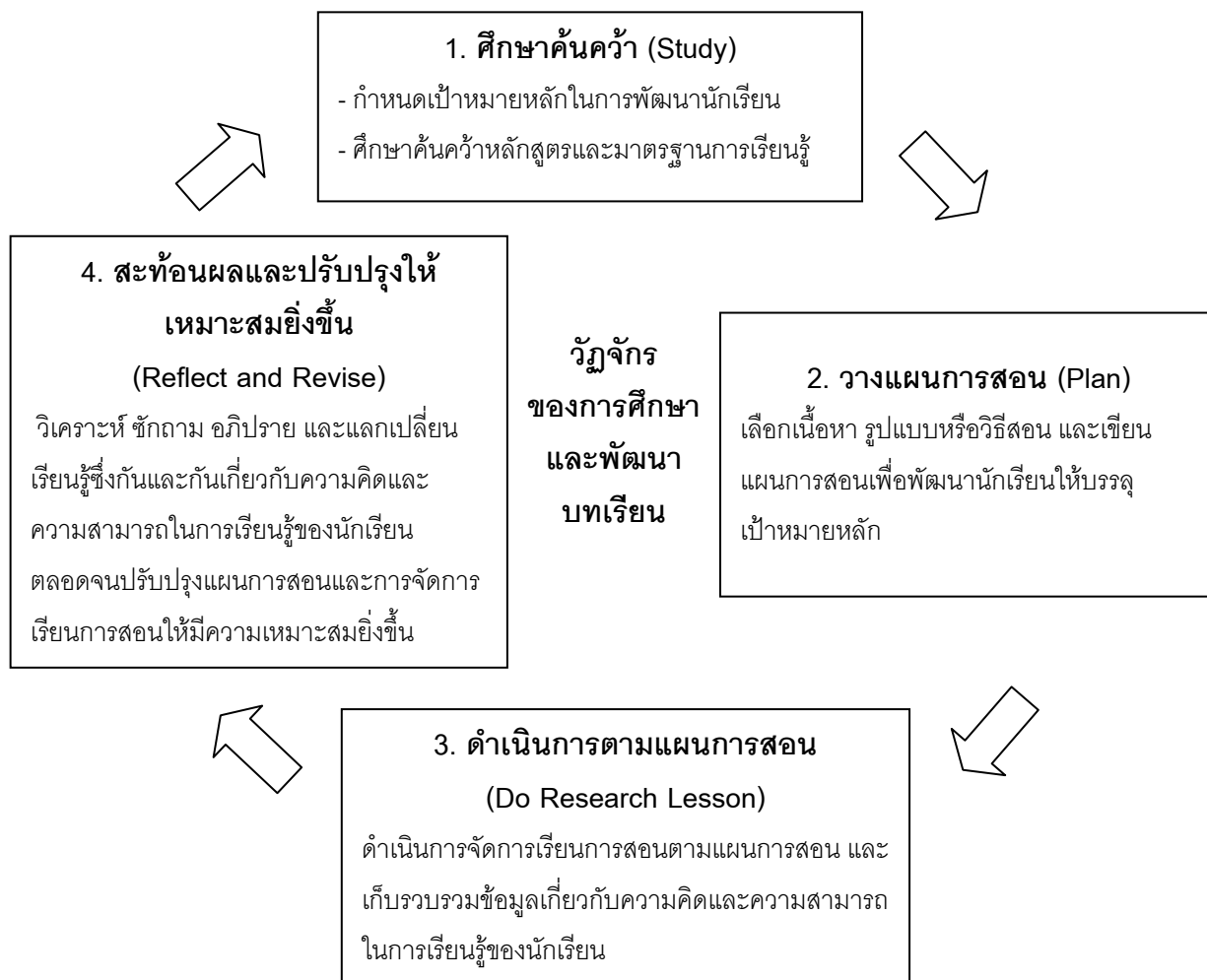
ขั้นตอนที่ 5 การปรับปรุงแผนการสอน (Revising the Lesson) เป็นกระบวนการที่ครูประจำการคณิตศาสตร์ร่วมกันปรับปรุงแผนการสอนโดยอาศัยข้อสรุปจากการสะท้อนผลและประเมินผล และมีการเตรียมความพร้อมสำหรับการจัดการเรียนการสอนในครั้งต่อไป ในบางครั้งครูประจำการคณิตศาสตร์อาจตัดสินใจร่วมกันที่จะไม่จัดการเรียนการสอนอีกครั้งเนื่องจากการจัดการเรียนการสอนรอบแรกบรรลุจุดเน้นที่ได้ร่วมกันกำหนดขึ้นแล้ว

ขั้นตอนที่ 6 การจัดการเรียนการสอนตามแผนการสอนที่ได้รับการปรับปรุงแล้ว (Teaching the Revised Lesson) เป็นกระบวนการที่ครูประจำการคณิตศาสตร์ดำเนินการจัดการเรียนการสอนในห้องเรียนจริงอีกครั้งที่ไม่ใช่ห้องเรียนเดิม โดยมีกระบวนการเช่นเดียวกับการจัดการเรียนการสอนในห้องเรียนจริงในรอบแรก

ขั้นตอนที่ 7 การสะท้อนผลและประเมินผล (Reflecting and Evaluating) เป็นกระบวนการที่ครูประจำการคณิตศาสตร์ร่วมกันแสดงความคิดเห็น ชักถาม และอภิปรายกันภายหลังการจัดการเรียนการสอนในห้องเรียนจริงรอบที่สองเสร็จสิ้นลง การสะท้อนผลครั้งนี้มีการเชิญผู้เชี่ยวชาญภายนอกในระดับมหาวิทยาลัยและศึกษานิเทศก์จากสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาเข้าร่วมสะท้อนผลด้วย โดยบุคคลดังกล่าวจะเป็นผู้แสดงความคิดเห็นในช่วงสุดท้าย

ขั้นตอนที่ 8 การแลกเปลี่ยนเรียนรู้ผลของการศึกษาและพัฒนาบทเรียน (Sharing Results) เป็นกระบวนการที่ครูประจำการคณิตศาสตร์ร่วมกันจัดทำรายงานผลของการศึกษาและพัฒนาบทเรียน ซึ่งทางโรงเรียนอาจมีการจัดนิทรรศการเพื่อเผยแพร่ผลงานด้านการศึกษาและพัฒนาบทเรียน โดยเชิญครูประจำการจากโรงเรียนอื่น ผู้เชี่ยวชาญในระดับมหาวิทยาลัย และผู้ที่ให้ความสนใจเข้าร่วมสังเกตและสะท้อนผลการบริหารจัดการเรียนการสอนตามแผนการสอนที่ครูประจำการคณิตศาสตร์ในโรงเรียนร่วมกันพัฒนาขึ้นตามกระบวนการของการศึกษาและพัฒนาบทเรียน

ฮอดเจส แลนดรี และคดีย (Hodges; Landry; & Cady. 2009: 42-46) กล่าวถึงกระบวนการของการศึกษาและพัฒนาบทเรียนไว้ 4 ขั้นตอน ได้แก่ 1) ศึกษาค้นคว้า 2) วางแผนการสอน 3) ดำเนินการตามแผนการสอน และ 4) สะท้อนผลและปรับปรุงให้เหมาะสมยิ่งขึ้น ดังภาพประกอบ 4

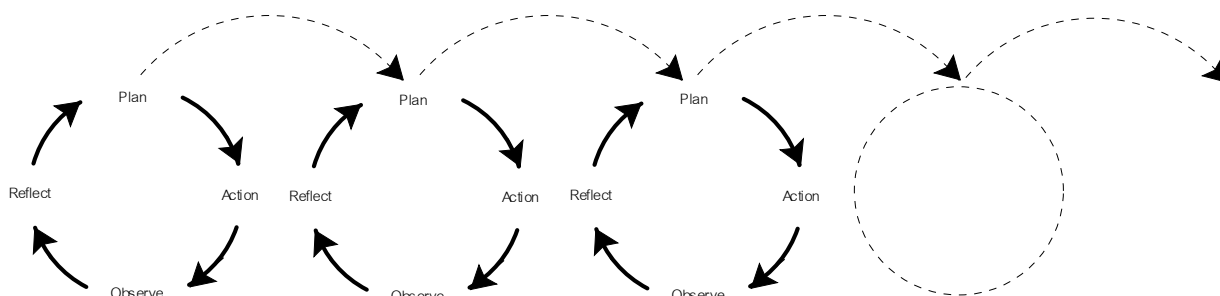


ภาพประกอบ 4 กระบวนการของการศึกษาและพัฒนาบทเรียนจากงานของฮอดเจส แลนดรี และคดีย

ที่มา: T. E. Hodges; G. A. Landry; & J. Cady. (2009). Transform Textbook Lessons. *Teaching Children Mathematics*. 16(1): 44.

เฟอร์นันเดซ และคนอื่นๆ (Fernandez; et al. 2001) ลูค ฮอสเลย์ และคนอื่นๆ (Loucks-Horsley; et al. 1998) และสเตฟาเน็ค และคนอื่นๆ (Stepanek; et al. 2007) กล่าวว่ากระบวนการของการศึกษาและพัฒนาบทเรียนมีความสอดคล้องกับกระบวนการของการวิจัยปฏิบัติการในชั้นเรียน

โดยให้ข้อคิดเห็นว่า การศึกษาและพัฒนาบทเรียนช่วยให้การวิจัยปฏิบัติการในชั้นเรียนมีความเข้มข้นยิ่งขึ้น ครูประจำการคณิตศาสตร์ที่มีส่วนร่วมในการศึกษาและพัฒนาบทเรียนจึงมีบทบาทหน้าที่เป็นผู้วิจัยปฏิบัติการในชั้นเรียน โดยมีการทำงานร่วมกันทุกขั้นตอนเพื่อแสวงหาวิธีแก้ปัญหาและปรับปรุงการเรียนการสอนอย่างต่อเนื่องไม่มีที่สิ้นสุด (Ongoing) การดำเนินงานดังกล่าวมีลักษณะเป็นวงจรการวิจัยแบบขดลวด หรือเกลียวเชือก ดังที่เคมมิส (Kemmis, 1988) ให้ชื่อว่า วงจรการพีเอโออาร์ (PAOR Cycle) ซึ่งประกอบด้วยกระบวนการที่เป็นระบบ 4 ขั้นตอน ได้แก่ 1) การตั้งปัญหาและวางแผน (Plan) 2) การลงมือทำ (Action) 3) การติดตามสังเกต (Observe) และ 4) การสะท้อนผล (Reflect) ดังภาพประกอบ 5



ภาพประกอบ 5 วงจรการพีเอโออาร์

ที่มา: สุวิมล ว่องวาณิช. (2550). การวิจัยในชั้นเรียน. ใน *สารานุกรมวิชาชีพครูเฉลิมพระเกียรติ พระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัว เนื่องในโอกาสฉลองสิริราชสมบัติครบ 60 ปี*. หน้า 96.

จากกระบวนการของการศึกษาและพัฒนาบทเรียนดังกล่าว ทำให้ผู้วิจัยพอสรุปได้ว่า ครูประจำการคณิตศาสตร์ในการวิจัยครั้งนี้ควรมีบทบาทเป็นผู้วิจัยปฏิบัติการในชั้นเรียน นอกจากนี้ ผู้วิจัยยังสามารถสรุปกระบวนการของการศึกษาและพัฒนาบทเรียนสำหรับการวิจัยครั้งนี้ได้ 7 ขั้นตอน ได้แก่ 1) การกำหนดเป้าหมายหลัก 2) การออกแบบบทเรียน 3) การจัดการเรียนการสอนรอบแรก 4) การสะท้อนผล 5) การปรับปรุงบทเรียน 6) การจัดการเรียนการสอนรอบที่สอง และ 7) การสะท้อนผลและแลกเปลี่ยนเรียนรู้

เนื่องจากการศึกษาและพัฒนาบทเรียนเป็นวิธีการพัฒนาครูประจำการคณิตศาสตร์โดยใช้โรงเรียนเป็นฐาน กระบวนการของการศึกษาและพัฒนาบทเรียนจึงต้องมีความเหมาะสมกับบริบทของโรงเรียนและเป็นที่ยอมรับได้ของครูประจำการคณิตศาสตร์ ผู้บริหารโรงเรียน และผู้มีส่วนร่วมทุกฝ่าย ดังที่ลูเนนเบิร์ก และออร์สไตน์ (Lunenberg; & Ornstein, 1996: 486) กล่าวว่าไว้ว่าในการวางแผน

และกำหนดกระบวนการพัฒนาครูประจำการนั้นควรให้ครูประจำการและผู้มีส่วนร่วมทุกฝ่ายมีโอกาสได้เสนอข้อคิดเห็นและสามารถปรับปรุงกระบวนการให้สอดคล้องกับบริบทของโรงเรียน ด้วยความตระหนักในประเด็นนี้ ผู้วิจัยจึงได้จัดให้มีการประชุมกลุ่มเพื่อปรับกระบวนการของการศึกษาและพัฒนาบทเรียนให้มีความเหมาะสมดังกล่าว (บทที่ 3 หน้า 165-166) โดยเพิ่มเติมขั้นตอนการศึกษา ค้นคว้าเข้าไปเป็นขั้นตอนที่ 2 ในกระบวนการของการศึกษาและพัฒนาบทเรียน เพื่อเตรียมประสบการณ์และปรับปรุงความรู้พื้นฐานที่จำเป็นต่อการดำเนินงานตามกระบวนการของการศึกษาและพัฒนาบทเรียน โดยสเตฟาเน็ค และคนอื่นๆ (Stepanek; et al. 2007: 28) ได้ให้ข้อเสนอแนะที่สอดคล้องกับการปรับกระบวนการของการศึกษาและพัฒนาบทเรียนเมื่อมีการนำการศึกษาและพัฒนาบทเรียนมาใช้ในโรงเรียนเป็นครั้งแรกไว้ว่า ควรมีขั้นตอนการเตรียมความรู้และประสบการณ์ในการดำเนินงานตามกระบวนการของการศึกษาและพัฒนาบทเรียน แนวคิดในการพัฒนาบทเรียน และการจัดการเรียนการสอนในเนื้อหาเฉพาะที่ใช้ในการพัฒนาบทเรียน ดังนั้นกระบวนการของการศึกษาและพัฒนาบทเรียนในการวิจัยครั้งนี้จึงประกอบด้วยขั้นตอนที่เป็นระบบ 8 ขั้นตอน ดังภาพประกอบ 6 และมีรายละเอียดของแต่ละขั้นตอนดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 การกำหนดเป้าหมายหลัก หมายถึง กระบวนการที่ครูประจำการคณิตศาสตร์ร่วมกันกำหนดกฎเกณฑ์พื้นฐานสำหรับการทำงานร่วมกัน และกำหนดเป้าหมายหลักซึ่งเป็นเป้าหมายของการศึกษาและพัฒนาบทเรียนให้มีความสอดคล้องกับเป้าหมายในการพัฒนาหรือแก้ปัญหาการเรียนรู้ของนักเรียนในโรงเรียน และเลือกเนื้อหาคณิตศาสตร์ที่ตรงกับเป้าหมายดังกล่าว โดยพิจารณาจากเนื้อหาคณิตศาสตร์ที่เป็นปัญหาในการจัดการเรียนการสอน หรือมีความยากสำหรับนักเรียนในการเรียนรู้

ขั้นตอนที่ 2 การศึกษาค้นคว้า หมายถึง กระบวนการที่ครูประจำการคณิตศาสตร์ร่วมกันศึกษากระบวนการของการศึกษาและพัฒนาบทเรียน การจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ การวัดและประเมินผลการเรียนรู้คณิตศาสตร์ของนักเรียน การพัฒนาและหาคุณภาพเครื่องมือวัดและประเมินผลการเรียนรู้คณิตศาสตร์ของนักเรียน และฝึกทักษะการสังเกตและวิเคราะห์ความคิดและความสามารถในการเรียนรู้คณิตศาสตร์ของนักเรียน ตลอดจนศึกษาค้นคว้าเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องเพื่อนำมาใช้ออกแบบบทเรียน

ขั้นตอนที่ 3 การออกแบบบทเรียน หมายถึง กระบวนการที่ครูประจำการคณิตศาสตร์ร่วมกันจัดทำบทเรียนคณิตศาสตร์ในรูปแบบของหน่วยการเรียนรู้สำหรับการจัดการเรียนการสอนรอบแรก โดยมีการวิเคราะห์และกำหนดมโนทัศน์หลักทางคณิตศาสตร์ ศักยภาพมาตรฐานการเรียนรู้ ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง เพื่อกำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้ให้สอดคล้องกับเป้าหมายหลักที่วางไว้ ตัดสินใจเลือกวิธีสอนหรือรูปแบบการสอนเป็นแนวทางสำหรับจัดกิจกรรมการเรียนการสอน จัดทำสื่อการเรียนการสอน

กำหนดวิธีวัดและประเมินผลการเรียนรู้ ตลอดจนพัฒนาและหาคุณภาพเครื่องมือวัดผลการเรียนรู้
คณิตศาสตร์ของนักเรียน

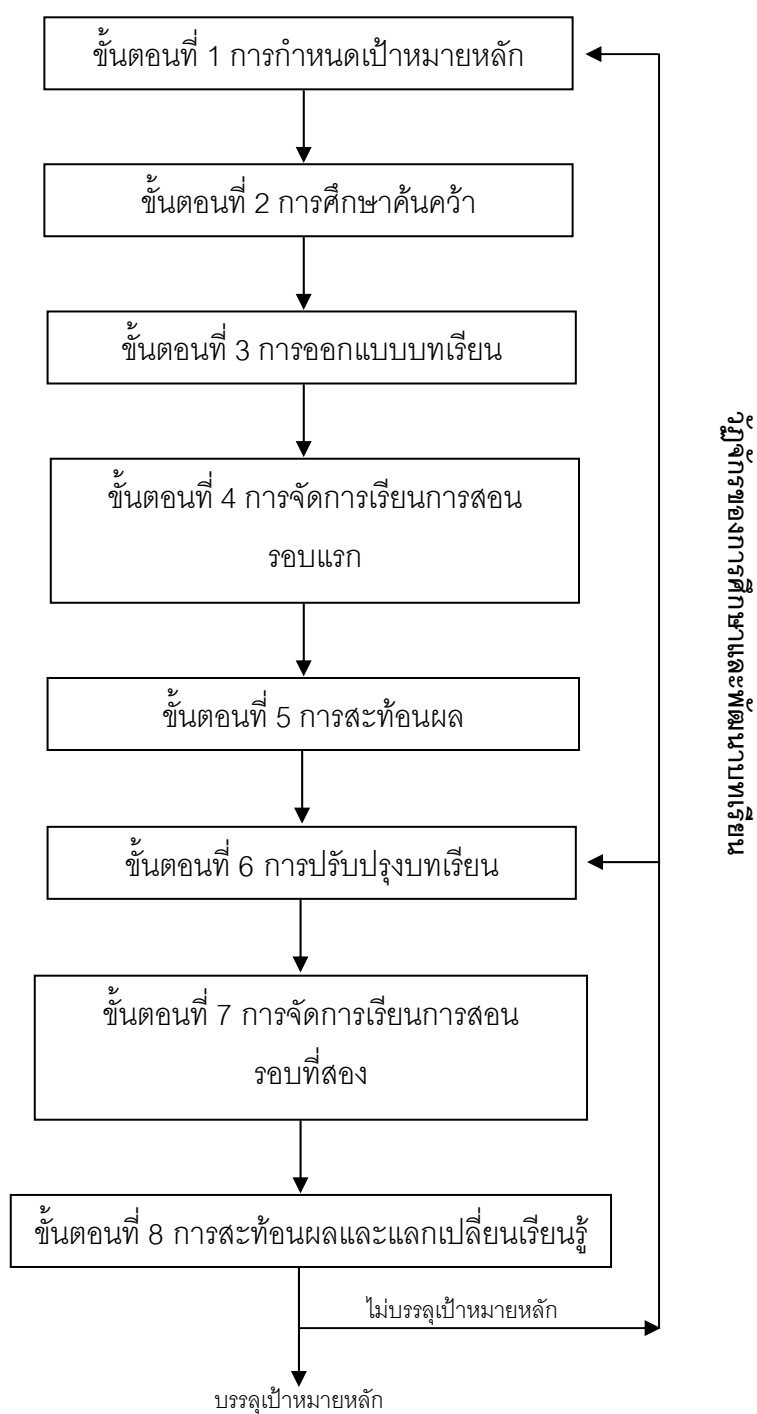
ขั้นตอนที่ 4 การจัดการเรียนการสอนรอบแรก หมายถึง กระบวนการที่ครูประจำการ
คณิตศาสตร์จัดการเรียนการสอนในห้องเรียนจริงด้วยบทเรียนคณิตศาสตร์สำหรับการจัดการเรียนการ
สอนรอบแรก โดยมีผู้สอนจัดการเรียนการสอนในห้องเรียนที่รับผิดชอบเป็นปกติ และมีครูประจำการ
คณิตศาสตร์คนอื่น ๆ ร่วมสังเกตและเก็บรวบรวมเหตุการณ์ที่เกี่ยวข้องกับความคิดและความสามารถในการ
เรียนรู้คณิตศาสตร์ของนักเรียน การมีปฏิสัมพันธ์ในห้องเรียนระหว่างผู้สอนกับนักเรียนและระหว่าง
นักเรียนด้วยกันเอง ด้วยการจดบันทึก บันทึกภาพ และบันทึกวิดีโอเพื่อนำมาเป็นข้อมูลประกอบการ
สะท้อนผล

ขั้นตอนที่ 5 การสะท้อนผล หมายถึง กระบวนการที่ครูประจำการคณิตศาสตร์ร่วมกัน
วิเคราะห์ แสดงความคิดเห็น ชักถาม และอภิปรายกันภายหลังการจัดการเรียนการสอนรอบแรกเสร็จ
สิ้นลง การสะท้อนผลเริ่มด้วยผู้สอนแสดงความคิดเห็นต่อความสำเร็จและอุปสรรคที่ทำให้การจัดการ
เรียนการสอนบรรลุหรือไม่บรรลุจุดประสงค์การเรียนรู้ แล้วครูประจำการคณิตศาสตร์คนอื่น ๆ จึงมีการ
ชักถาม และอภิปรายกันถึงสภาพการจัดการเรียนการสอนในห้องเรียนโดยมุ่งเน้นไปที่การวิเคราะห์
ความคิดและความสามารถในการเรียนรู้คณิตศาสตร์ของนักเรียน มีการแสดงข้อมูลหรือเหตุการณ์ที่
เก็บรวบรวมได้มาใช้ประกอบการให้เหตุผลเชิงยืนยันหรือคัดค้าน และหาข้อสรุปสำหรับการปรับปรุงให้
เหมาะสมยิ่งขึ้นต่อไป

ขั้นตอนที่ 6 การปรับปรุงบทเรียน หมายถึง กระบวนการที่ครูประจำการคณิตศาสตร์ร่วมกัน
ปรับปรุงบทเรียนคณิตศาสตร์ตามข้อสรุปที่ได้จากการสะท้อนผล ซึ่งอาจมีการปรับปรุงสื่อการเรียนการ
สอน การนำเสนอ การใช้คำถาม การให้ตัวอย่าง งานหรือโจทย์ปัญหา ทำให้ได้บทเรียนคณิตศาสตร์
สำหรับการจัดการเรียนการสอนรอบที่สอง

ขั้นตอนที่ 7 การจัดการเรียนการสอนรอบที่สอง หมายถึง กระบวนการที่ครูประจำการ
คณิตศาสตร์จัดการเรียนการสอนในห้องเรียนจริงอีกครั้งที่ไม่ใช่ห้องเรียนเดิมด้วยบทเรียนคณิตศาสตร์
สำหรับการจัดการเรียนการสอนรอบที่สอง โดยมีกระบวนการเช่นเดียวกับการจัดการเรียนการสอนรอบ
แรก

ขั้นตอนที่ 8 การสะท้อนผลและแลกเปลี่ยนเรียนรู้ หมายถึง กระบวนการที่ครูประจำการ
คณิตศาสตร์ร่วมกันวิเคราะห์ แสดงความคิดเห็น ชักถาม และอภิปรายกันภายหลังการจัดการเรียนการ
สอนรอบที่สองเสร็จสิ้นลงโดยมีกระบวนการเช่นเดียวกับการสะท้อนผล ประกอบกับมีผู้เชี่ยวชาญ
ภายนอก และศึกษานิเทศก์เข้าร่วมสะท้อนผลและแลกเปลี่ยนเรียนรู้ด้วย



ภาพประกอบ 6 กระบวนการของการศึกษาและพัฒนาบทเรียนในการวิจัยครั้งนี้

2.4 รูปแบบของการรวมกลุ่มทางวิชาการและการสนับสนุนการดำเนินงานการศึกษาและพัฒนานาบทเรียน

2.4.1 รูปแบบของการรวมกลุ่มทางวิชาการสำหรับการศึกษาและพัฒนานาบทเรียน

การพัฒนาครูประจำการคณิตศาสตร์ด้วยวิธีการศึกษาและพัฒนานาบทเรียนมีความเกี่ยวข้องกับบุคลากรทางการศึกษาหลายกลุ่ม อาทิ ครูประจำการคณิตศาสตร์ ผู้บริหารโรงเรียน ผู้เชี่ยวชาญภายนอกในระดับเขตพื้นที่การศึกษา และมหาวิทยาลัย และมีจุดเริ่มต้นอยู่ที่การรวมกลุ่มทางวิชาการของครูประจำการคณิตศาสตร์ในโรงเรียน ซึ่งในประเทศญี่ปุ่นมีการรวมกลุ่มทางวิชาการสำหรับการศึกษาและพัฒนานาบทเรียนหลายรูปแบบ ดังตาราง 1

ตาราง 1 รูปแบบของการรวมกลุ่มทางวิชาการสำหรับการศึกษาและพัฒนานาบทเรียนในประเทศญี่ปุ่น

รูปแบบของการรวมกลุ่มทางวิชาการ สำหรับการศึกษาและพัฒนานาบทเรียน	บุคคล/หน่วยงานหลักที่ให้การสนับสนุน
การรวมกลุ่มการศึกษาและพัฒนานาบทเรียนในระดับโรงเรียน	ครูประจำการในโรงเรียน ผู้บริหารโรงเรียน ผู้เชี่ยวชาญภายนอกในระดับมหาวิทยาลัย และศึกษานิเทศก์
การรวมกลุ่มการศึกษาและพัฒนานาบทเรียนในระดับกลุ่มโรงเรียน ระดับเขตพื้นที่การศึกษา ระดับการปกครองส่วนท้องถิ่น และระดับเขตการปกครองเมือง	ครูประจำการในโรงเรียน ผู้บริหารโรงเรียน ผู้เชี่ยวชาญภายนอกในระดับมหาวิทยาลัย ศึกษานิเทศก์ สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษา และหน่วยงานกลางทางการศึกษา
การรวมกลุ่มการศึกษาและพัฒนานาบทเรียนในระดับเครือข่ายความร่วมมือทั่วประเทศ	ครูประจำการในโรงเรียน ผู้บริหารโรงเรียน และผู้เชี่ยวชาญภายนอกในระดับมหาวิทยาลัยของแต่ละเครือข่ายความร่วมมือ ศึกษานิเทศก์ สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษา หน่วยงานกลางทางการศึกษา และสมาคมวิชาการต่างๆ

ที่มา: T. Baba. (2007). Japanese Education and Lesson Study: An Overview. In *Japanese Lesson Study in Mathematics Its Impact, Diversity and Potential for Educational Improvement*. p. 7.

ด้วยวัฒนธรรมและวิถีการทำงานในโรงเรียนของครูประจำการคณิตศาสตร์ในประเทศญี่ปุ่นมีรากฐานของการเป็นสังคมแห่งการเรียนรู้ ครูประจำการคณิตศาสตร์มีความกระตือรือร้นในการทำงาน ให้ความสำคัญกับการศึกษาค้นคว้า สืบสอบในสิ่งที่สงสัยใคร่รู้ และมีความจริงจังต่อการปรับปรุงคุณภาพการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ ทำให้การรวมกลุ่มทางวิชาการสำหรับการศึกษาและพัฒนาบทเรียนเกิดขึ้นด้วยความสมัครใจของครูประจำการคณิตศาสตร์เองโดยปราศจากการบีบบังคับ ซึ่งครูประจำการคณิตศาสตร์มีการรวมกลุ่มกันทำงานตามระดับชั้นที่สอน หรือตามความสนใจที่มีความเหมาะสมกับบริบทของโรงเรียน (Baba. 2007: 6-7; Collay; et al. 1998; Isoda. 2007; Lewis. 2002b; Lieberman; & Miller. 1999)

ในประเทศญี่ปุ่น การศึกษาและพัฒนาบทเรียนในโรงเรียนเกิดขึ้นด้วยการเคลื่อนไหวของครูประจำการผู้นำการปฏิบัติการจัดการเรียนการสอนในโรงเรียนที่มีความกระตือรือร้นและค่อยๆ ขยายความร่วมมือไปยังเพื่อนร่วมงาน ในระยะแรกของการรวมกลุ่มทางวิชาการของครูประจำการคณิตศาสตร์สำหรับการศึกษาและพัฒนาบทเรียนจะมีลักษณะที่ไม่เป็นทางการนัก (Informal Lesson Study Group) สำหรับในประเทศสหรัฐอเมริกา มีการศึกษาดำเนินงานการศึกษาและพัฒนาบทเรียนที่โรงเรียนแพทเทอร์สัน (Paterson Public School) ซึ่งเริ่มต้นด้วยการรวมกลุ่มทางวิชาการอย่างไม่เป็นทางการของครูประจำการคณิตศาสตร์ที่มีความสมัครใจทำงานร่วมกัน (Voluntary Study Group) ต่อมาจึงมีการขยายงานไปยังครูประจำการคณิตศาสตร์คนอื่นๆ ในโรงเรียนด้วยความเชื่อมั่นว่าการศึกษาและพัฒนาบทเรียนสามารถช่วยให้ครูประจำการคณิตศาสตร์สามารถปรับปรุงการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์และปรับปรุงการเรียนรู้คณิตศาสตร์ของนักเรียนได้จริง ปัจจุบันโรงเรียนแห่งนี้ได้ดำเนินงานตามกระบวนการของการศึกษาและพัฒนาบทเรียนอย่างต่อเนื่องจนกลายเป็นแบบปฏิบัติในการปรับปรุงคุณภาพการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ของโรงเรียน

พัฒนาการของกลุ่มการศึกษาและพัฒนาบทเรียนอย่างไม่เป็นทางการไปสู่กลุ่มการศึกษาและพัฒนาบทเรียน (Lesson Study Group) ที่ทำงานเต็มรูปแบบตามกระบวนการของการศึกษาและพัฒนาบทเรียนนั้น อาจเริ่มด้วยการสร้างความสัมพันธ์อันดีให้เกิดขึ้นระหว่างครูประจำการคณิตศาสตร์ในโรงเรียนโดยจัดให้มีการอภิปรายและแลกเปลี่ยนเรียนรู้ร่วมกันเกี่ยวกับปัญหาการจัดการเรียนการสอนและการเรียนรู้คณิตศาสตร์ของนักเรียนที่เกิดขึ้นในห้องเรียน ซึ่งอาจใช้ช่วงเวลาที่ครูประจำการคณิตศาสตร์มีการประชุมพร้อมกันในวาระต่างๆ เช่น ในวาระที่มีการปรับปรุงหลักสูตร บทเรียนคณิตศาสตร์ เอกสารประกอบการจัดการเรียนการสอน หรือวาระอื่นๆ ที่เหมาะสม แต่มีความเป็นไปได้น้อยที่โรงเรียนจะสามารถเริ่มต้นดำเนินงานการศึกษาและพัฒนาบทเรียนได้ด้วยการมีส่วนร่วมของครูประจำการคณิตศาสตร์ทั้งหมด และแม้ว่าต้องใช้เวลาและมีความละเอียดอ่อนอย่างมากในความพยายามสร้างความเข้าใจเพื่อขยายงานการศึกษาและพัฒนาบทเรียนออกไปยังครู

ประจำการคณิตศาสตร์คนอื่นๆด้วยรูปแบบที่เรียบง่ายและเหมาะสมต่อการปฏิบัติงานปกติประจำวัน แต่ผลของความพยายามนี้จะมีความคุ้มค่าอย่างมากเนื่องจากเป็นจุดเริ่มต้นที่สำคัญ และมีผลต่อความสำเร็จของการดำเนินงานการศึกษาและพัฒนาบทเรียนในโรงเรียน (Fernandez; & Chokshi. 2002; Lewis. 2002a; Takahashi; & Yoshida. 2004; Yoshida. 1999a)

จากที่กล่าวมาทำให้ผู้วิจัยพอสรุปได้ว่า การรวมทางวิชาการของครูประจำการคณิตศาสตร์สำหรับการศึกษาและพัฒนาบทเรียนในการวิจัยครั้งนี้ควรเกิดขึ้นด้วยความสนใจของครูประจำการคณิตศาสตร์เองโดยมองเห็นประโยชน์อันเกิดจากการทำงานร่วมกันเพื่อปรับปรุงการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์และปรับปรุงการเรียนรู้คณิตศาสตร์ของนักเรียน ซึ่งผู้วิจัยจะได้ดำเนินการสร้างความเข้าใจและชี้แจงให้ครูประจำการคณิตศาสตร์ตระหนักถึงประโยชน์ของการศึกษาและพัฒนาบทเรียนในการประชุมพบปะกันเป็นระยะเพื่อรับทราบปัญหาการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ในโรงเรียนและร่วมกันวางแผนการแก้ปัญหาดังกล่าว

2.4.2 การสนับสนุนการดำเนินงานการศึกษาและพัฒนาบทเรียน

สิ่งที่เป็นพลังอำนาจของการศึกษาและพัฒนาบทเรียนนอกเหนือจากการสนับสนุนใดๆ ก็คือ ครูประจำการคณิตศาสตร์มีความมุ่งมั่น อุทิศเวลา และเอาใจใส่ต่อการศึกษาค้นคว้าหาความรู้เพื่อปรับปรุงการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์และการเรียนรู้ของนักเรียนอยู่เสมอ โดยมองเห็นว่าการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ซึ่งกันและกันในเชิงวิชาการเป็นช่วงเวลาที่สำคัญและมีคุณค่าต่อการพัฒนาวิชาชีพ การเข้าร่วมดำเนินงานการศึกษาและพัฒนาบทเรียนจึงถือว่าเป็นพันธกิจของครูประจำการคณิตศาสตร์ โดยรางวัลหรือผลตอบแทนที่มีค่ามากที่สุดคือการที่นักเรียนมีคุณภาพการเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่ดีขึ้น (Isoda. 2007; Lewis. 2002b)

ในประเทศญี่ปุ่นการศึกษาและพัฒนาบทเรียนได้รับการสนับสนุนทุกระดับของระบบการศึกษาตั้งแต่ในระดับนโยบายการพัฒนาวิชาชีพ การสนับสนุนภายในโรงเรียน การสนับสนุนจากภายนอกโรงเรียน อาทิ มหาวิทยาลัย เขตพื้นที่การศึกษา และภาคเอกชน ซึ่งมีความแตกต่างจากประเทศอื่นที่นำการศึกษาและพัฒนาบทเรียนไปใช้ ดังรายละเอียดที่ได้กล่าวถึงต่อไปนี้

2.4.2.1 การสนับสนุนในระดับนโยบายเกี่ยวกับการพัฒนาวิชาชีพครูประจำการ

นโยบายและระบบที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาวิชาชีพครูประจำการในประเทศญี่ปุ่นมีความสอดคล้องกันและมีความเกี่ยวข้องกับการศึกษาและพัฒนาบทเรียนทั้งในส่วนของกฎหมายการศึกษาและโครงสร้างการพัฒนาวิชาชีพของครูประจำการ (Baba. 2007: 6-7) เมื่อพิจารณาจากโครงสร้างการพัฒนาวิชาชีพครูประจำการของประเทศญี่ปุ่นแล้ว พบว่า ครูประจำการจะได้รับการพัฒนาวิชาชีพตลอดชีวิตการทำงานไม่ว่าจะเป็นการพัฒนาครูประจำการโดยใช้โรงเรียนเป็นฐานซึ่งเน้นการวิจัยเพื่อปรับปรุงการเรียนการสอน การพัฒนาครูประจำการในเวลาปฏิบัติงานสอนปกติประจำวัน และการพัฒนาครูประจำการที่จัดขึ้นตามวาระและความจำเป็นต่างๆ ซึ่งมีรายละเอียดดังภาพประกอบ 7

ครูประจำการทุกคนเมื่อเข้าสู่วิชาชีพจะได้รับประสบการณ์จากการมีส่วนร่วมในการศึกษาและพัฒนาบทเรียน ครูประจำการที่มีประสบการณ์และมีความเชี่ยวชาญสูงในการศึกษาและพัฒนาบทเรียนจะได้รับการยกย่องให้เป็นแกนนำในระดับโรงเรียน ส่วนครูประจำการที่ได้รับการเลื่อนตำแหน่งให้เป็นผู้ช่วยผู้บริหารโรงเรียน ผู้บริหารโรงเรียน หรือศึกษานิเทศก์จะมีภาระหน้าที่ในการวางระบบเกี่ยวกับการศึกษาและพัฒนาบทเรียนในรูปแบบของโครงการพัฒนาวิชาชีพครูประจำการโดยใช้โรงเรียนเป็นฐานตลอดปีการศึกษาซึ่งต้องรายงานผลความก้าวหน้าต่อคณะกรรมการโรงเรียนและคณะกรรมการเขตพื้นที่การศึกษาอย่างสม่ำเสมอ การศึกษาและพัฒนาบทเรียนจึงเป็นกิจกรรมที่ผูกพันอยู่กับชีวิตการทำงานของครูประจำการตลอดเวลา และกล่าวได้ว่าการประกอบวิชาชีพและความก้าวหน้าในวิชาชีพของครูประจำการในประเทศญี่ปุ่นมีความเกี่ยวข้องโดยตรงกับการศึกษาและพัฒนาบทเรียน (Isoda. 2007; Okubo. 2007: 18-21)

2.4.2.2 การสนับสนุนจากภายในโรงเรียน

ในประเทศญี่ปุ่น ผู้บริหารโรงเรียนมีส่วนสนับสนุนให้การศึกษาและพัฒนาบทเรียนเป็นส่วนหนึ่งของงานในหน้าที่ของครูประจำการในแต่ละปีการศึกษา นอกจากนี้ยังวางแผนงาน จัดระบบงาน และแต่งตั้งคณะกรรมการประสานงานที่สนับสนุนครูประจำการให้สามารถทำงานร่วมกันตามกระบวนการของการศึกษาและพัฒนาบทเรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพ ผู้บริหารโรงเรียนบางแห่งยังสนับสนุนให้มีการจัดนิทรรศการวิชาการนำเสนอผลงานด้านการศึกษาและพัฒนาบทเรียน โดยมีการสะท้อนผลและแลกเปลี่ยนเรียนรู้ร่วมกันระหว่างครูประจำการในโรงเรียนกับบุคลากรทางการศึกษาภายนอกโรงเรียนซึ่งอาจเป็นผู้เชี่ยวชาญในระดับมหาวิทยาลัย ศึกษานิเทศก์ และครูประจำการที่มาจากโรงเรียนต่างๆทั้งในและนอกเขตพื้นที่การศึกษาเป็นต้น จึงกล่าวได้ว่าการดำเนินงานการศึกษาและพัฒนาบทเรียนในโรงเรียนเกิดขึ้นและดำเนินต่อไปอย่างต่อเนื่องด้วยความร่วมมือของครูประจำการและผู้บริหารโรงเรียน (Isoda. 2007: 18; Ohara. 2007: 30-33; Okubo. 2007: 18)

สำหรับในประเทศสหรัฐอเมริกาและประเทศอื่นๆที่มีการนำการศึกษาและพัฒนาบทเรียนไปใช้พัฒนาครูประจำการคณิตศาสตร์นั้น มีข้อค้นพบว่า ผู้บริหารโรงเรียนมักเป็นผู้ริเริ่มและสนับสนุนให้มีการดำเนินงานการศึกษาและพัฒนาบทเรียนในโรงเรียน โดยสนับสนุนทั้งด้านการใช้สถานที่ วัสดุอุปกรณ์ การจัดตารางสอนและตารางเวลาให้ครูประจำการคณิตศาสตร์ได้มีโอกาสพบปะ แลกเปลี่ยนเรียนรู้ซึ่งกันและกันอย่างต่อเนื่อง และด้วยวัฒนธรรมของโรงเรียนที่ผู้บริหารโรงเรียนมีอำนาจโดยตรงทั้งด้านการวางนโยบายและแผนงานพัฒนาคุณภาพการศึกษาของโรงเรียน จึงกล่าวได้ว่าถ้าหากผู้บริหารโรงเรียนไม่มีความเข้าใจและไม่ให้การสนับสนุนใดๆ การดำเนินงานการศึกษาและพัฒนาบทเรียนคงจะเกิดขึ้นได้ยากในโรงเรียน นอกจากนี้ยังมีข้อเสนอแนะเกี่ยวกับการนำการศึกษาและพัฒนาบทเรียนไปใช้ในประเทศที่มีวัฒนธรรมการทำงานที่แตกต่างจากประเทศญี่ปุ่น และมีระบบการพัฒนาวิชาชีพครูที่ไม่มีความสัมพันธ์กับงานในลักษณะนี้ว่า ผู้บริหารโรงเรียนและครูประจำการอาจประสบกับอุปสรรคในการดำเนินงานการศึกษาและพัฒนาบทเรียนในช่วงแรกเนื่องจากความไม่คุ้นเคยกับวัฒนธรรมการทำงานแบบนี้ ผู้บริหารโรงเรียนควรสร้างความเข้าใจ ให้กำลังใจ และหาแนวทางเชื่อมโยงการศึกษาและพัฒนาบทเรียนเข้ากับระบบการพัฒนาครูประจำการที่มีอยู่เดิม เพื่อให้ครูประจำการมีกำลังใจในการทำงานเนื่องจากมองเห็นประโยชน์ทั้งในด้านการพัฒนาตนเองให้มีความก้าวหน้าในวิชาชีพ และสามารถปรับปรุงการเรียนรู้ของนักเรียนได้สำเร็จ และเมื่อพิจารณาถึงประโยชน์ที่ผู้บริหารโรงเรียนจะได้รับแล้วพบว่า สามารถใช้การศึกษาและพัฒนาบทเรียนเป็นแนวทางพัฒนาครูประจำการคณิตศาสตร์ให้สามารถปรับปรุงการจัดการเรียนการสอนและการเรียนรู้คณิตศาสตร์ของนักเรียนได้บนวิถีทางของการปฏิบัติงานสอนปกติประจำวัน แนวทางนี้ยังใช้พัฒนาครูประจำการคณิตศาสตร์ให้มีความก้าวหน้าในวิชาชีพได้อีกด้วย (Stepanek; et al. 2007: 18; 26-27)

บทบาทของผู้บริหารโรงเรียนที่มีต่อการสนับสนุนการดำเนินงานการศึกษาและพัฒนาบทเรียนในโรงเรียนนั้น มีความสอดคล้องกับผลของการสังเคราะห์ปัจจัยที่มีผลต่อความสำเร็จในการปฏิรูปการเรียนรู้ในระดับโรงเรียนของประเทศที่ประสบความสำเร็จด้านการปฏิรูปการศึกษา จำนวน 8 ประเทศ ได้แก่ ญี่ปุ่น สหรัฐอเมริกา อังกฤษ ออสเตรเลีย นิวซีแลนด์ แคนาดา ฮองกง และมอริเชียส ซึ่งพบว่าผู้บริหารโรงเรียนเป็นปัจจัยสำคัญที่มีผลต่อความสำเร็จในการปฏิรูปการเรียนรู้ในระดับโรงเรียน และลักษณะของผู้บริหารโรงเรียนที่บ่งชี้ถึงความสำเร็จดังกล่าวได้แก่ การมีวิสัยทัศน์ มีความรู้ความสามารถทั้งทางวิชาการและการบริหาร ไม่สั่งการเชิงบังคับแต่ให้การสนับสนุนอำนวยความสะดวก และร่วมทุกข์ร่วมสุขในการทำงานร่วมกับครูประจำการโดยยึดถือเป้าหมายในการพัฒนาคุณภาพโรงเรียนเป็นสำคัญ (สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา. 2549: 225)

2.4.2.3 การสนับสนุนจากผู้เชี่ยวชาญภายนอกในระดับมหาวิทยาลัย และศึกษานิเทศก์จากเขตพื้นที่การศึกษา

ในประเทศญี่ปุ่นการสนับสนุนจากผู้เชี่ยวชาญภายนอกในระดับมหาวิทยาลัย และศึกษานิเทศก์จากเขตพื้นที่การศึกษาถือว่ามีความสำคัญมากสำหรับการศึกษาและพัฒนาบทเรียน ซึ่งอิโซดะ และคนอื่นๆ (Isoda. 2007: 20) ได้สรุปไว้ดังนี้

ผู้เชี่ยวชาญภายนอกในระดับมหาวิทยาลัยเป็นผู้ที่มีประสบการณ์ด้านการวิจัย และมีความรู้ที่ลึกซึ้งในเนื้อหา หลักสูตร และการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ ดังนั้นการมีผู้เชี่ยวชาญภายนอกในระดับมหาวิทยาลัยเข้าร่วมสะท้อนผลและแลกเปลี่ยนเรียนรู้จะช่วยให้ครูประจำการคณิตศาสตร์สามารถพัฒนาความรู้ในเนื้อหาคณิตศาสตร์และการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ได้อย่างลึกซึ้ง ในทางกลับกันผู้เชี่ยวชาญภายนอกจะได้รับประสบการณ์และความเข้าใจที่มีต่อสภาพการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ในห้องเรียนจริงจากการมีส่วนร่วมในการศึกษาและพัฒนาบทเรียน

ศึกษานิเทศก์จากเขตพื้นที่การศึกษาเป็นผู้มีความรู้เกี่ยวกับหลักสูตรและนโยบายทางการศึกษาและทำงานใกล้ชิดกับโรงเรียน จึงมีความเข้าใจในสภาพการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ในโรงเรียน ดังนั้นการมีศึกษานิเทศก์เข้าร่วมสะท้อนผลและแลกเปลี่ยนเรียนรู้จะส่งผลให้ครูประจำการคณิตศาสตร์มีความเข้าใจที่ชัดเจนเกี่ยวกับหลักสูตรและนโยบายทางการศึกษา ศึกษานิเทศก์ยังมีส่วนช่วยสังเคราะห์ข้อคิดเห็นที่เป็นประโยชน์ต่อการปรับปรุงการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ได้ ในทางกลับกันศึกษานิเทศก์จะได้รับประสบการณ์และความเข้าใจที่มีต่อสภาพความเป็นจริงของการใช้หลักสูตรและการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ในโรงเรียน

การสนับสนุนดังกล่าวในประเทศญี่ปุ่นส่วนหนึ่งเป็นผลมาจากวัฒนธรรมการทำงานที่สืบทอดกันมา อีกส่วนหนึ่งเป็นผลมาจากวิสัยทัศน์ด้านการพัฒนาความสามารถทางวิชาการ

(Academic Abilities) ของมหาวิทยาลัยและหน่วยงานทางการศึกษาของประเทศญี่ปุ่นที่ให้ความสำคัญต่อการพัฒนาทรัพยากรมนุษย์ให้มีความก้าวหน้าทางปัญญาและความเป็นมนุษย์ โดยสนับสนุนให้ผู้เชี่ยวชาญของมหาวิทยาลัยและหน่วยงานทางการศึกษาเข้าไปมีส่วนร่วมกับโรงเรียนเพื่อช่วยปรับปรุงคุณภาพการเรียนรู้ของนักเรียนในโครงการต่างๆที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาครูประจำการให้มีความเชี่ยวชาญเชิงวิชาชีพ (MEXT. 2004: Online)

สำหรับในประเทศอื่นที่มีการนำการศึกษาและพัฒนาบทเรียนไปใช้พัฒนาครูประจำการคณิตศาสตร์ซึ่งมีวัฒนธรรมการทำงานที่แตกต่างออกไปจากประเทศญี่ปุ่น อาจเป็นเรื่องไม่ง่ายนักที่ครูประจำการคณิตศาสตร์ในโรงเรียนจะสามารถเริ่มต้นดำเนินงานการศึกษาและพัฒนาบทเรียนได้เอง ครูประจำการคณิตศาสตร์อาจพบกับความกดดันและความลำบากใจในการทำงานร่วมกันอย่างมากในระยะแรก ดังนั้นการดำเนินงานการศึกษาและพัฒนาบทเรียนในโรงเรียนอาจเริ่มต้นขึ้นโดยมีที่ปรึกษากายนอกโรงเรียน (Outside Advisors) ซึ่งอาจเป็นผู้เชี่ยวชาญภายนอกในระดับมหาวิทยาลัยที่มีความรู้และประสบการณ์เกี่ยวกับการศึกษาและพัฒนาบทเรียนเป็นผู้ให้คำปรึกษา ประสานงานเพื่อรวมกลุ่มทางวิชาการของครูประจำการคณิตศาสตร์สำหรับการศึกษาและพัฒนาบทเรียนขึ้นในโรงเรียน รวมถึงช่วยวางแผนทางและควบคุมการดำเนินงานการศึกษาและพัฒนาบทเรียน ตลอดจนคอยประสานงานกับผู้บริหารโรงเรียนและครูประจำการคณิตศาสตร์อย่างต่อเนื่อง (Chokshi; & Fernandez. 2004; Stepanek; et al. 2007: 19; 27; 34-35) เมื่อการศึกษาและพัฒนาบทเรียนดำเนินไปได้ด้วยดีแล้ว ผู้เชี่ยวชาญภายนอกดังกล่าวควรถ่ายโยงบทบาทของตนไปยังครูประจำการคณิตศาสตร์ที่มีความเหมาะสม และคงไว้ซึ่งบทบาทการเป็นที่ปรึกษา การเข้าร่วมสะท้อนผลและแลกเปลี่ยนเรียนรู้ร่วมกับครูประจำการคณิตศาสตร์อย่างสม่ำเสมอ คอยกระตุ้น ให้ข้อเสนอแนะ และสนับสนุนให้ครูประจำการคณิตศาสตร์ทำงานร่วมกันได้อย่างมีประสิทธิภาพ (Gant. 2000; Stepanek; et al. 2007: 34-35; Watanabe; & Wang-Iverson. 2005)

เฟอร์นันเดซ และโชคชิ (Fernandez; & Chokshi. 2002) ยังได้กล่าวไว้ว่า ถ้าครูประจำการคณิตศาสตร์ในการศึกษาและพัฒนาบทเรียนส่วนใหญ่มีประสบการณ์น้อยหรือมีความรู้ในเนื้อหาและการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ที่ไม่เข้มข้นนัก ควรมีการปรับความรู้พื้นฐานดังกล่าวเป็นระยะ ด้วยการให้คำปรึกษาของผู้เชี่ยวชาญภายนอกทั้งในระดับมหาวิทยาลัย และเขตพื้นที่การศึกษา

การสนับสนุนทางวิชาการจากผู้เชี่ยวชาญภายนอกในการศึกษาและพัฒนาบทเรียนดังกล่าว เป็นรูปแบบที่มีประสิทธิภาพในการพัฒนาการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ที่ใช้การปฏิบัติงานสอนปกติประจำวันของครูประจำการคณิตศาสตร์เป็นฐานในการพัฒนา (Post; & Varoz. 2008: 472) ซึ่งโครงการ *Success for all* ของสหรัฐอเมริกาที่ประสบความสำเร็จในการปรับปรุง

คุณภาพการเรียนรู้คณิตศาสตร์ของนักเรียนและมีจำนวนนักเรียนผ่านเกณฑ์การประเมินความรู้ด้านคณิตศาสตร์ถึงร้อยละ 93 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมดนั้นก็ เป็นผลมาจากการพัฒนาครูประจำการที่ได้รับการสนับสนุนทางวิชาการจากผู้เชี่ยวชาญภายนอกโรงเรียนเช่นกัน (NCREL. 1998: Online)

จากที่กล่าวมา ทำให้ผู้วิจัยตระหนักถึงความสำคัญของการสนับสนุนการดำเนินงาน การศึกษาและพัฒนาบทเรียนทั้งภายในและภายนอกโรงเรียนดังกล่าว ในการวิจัยครั้งนี้จึงมีการ ประสานงานให้เกิดความร่วมมือทางวิชาการระหว่างครูประจำการคณิตศาสตร์ ผู้บริหารโรงเรียน ผู้เชี่ยวชาญภายนอก ศึกษานิเทศก์ และผู้วิจัย ซึ่งเรียกว่า ผู้ที่มีส่วนร่วมในการศึกษาและพัฒนา บทเรียน โดยผู้ที่มีส่วนร่วมดังกล่าวมีคุณสมบัติและบทบาทดังต่อไปนี้

1. ผู้บริหารโรงเรียน ประกอบด้วย ผู้อำนวยการโรงเรียน รองผู้อำนวยการโรงเรียนฝ่าย วิชาการ และครูวิชาการ มีบทบาทในการให้คำปรึกษาและสนับสนุนการดำเนินงานตามกระบวนการ ของการศึกษาและพัฒนาบทเรียน

2. ผู้เชี่ยวชาญภายนอก เป็นอาจารย์ในระดับมหาวิทยาลัยที่มีความเชี่ยวชาญด้านการ จัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ การฝึกอบรมครูประจำการคณิตศาสตร์ และสนใจศึกษางานด้าน การพัฒนาครูประจำการคณิตศาสตร์ด้วยวิธีการศึกษาและพัฒนาบทเรียน มีบทบาทในการให้ คำปรึกษาด้านการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ และมีส่วนร่วมในการสะท้อนผลและแลกเปลี่ยน เรียนรู้ร่วมกับครูประจำการคณิตศาสตร์

3. ศึกษานิเทศก์ เป็นศึกษานิเทศก์ในสายคณิตศาสตร์ ที่สนใจศึกษางานด้านการพัฒนา ครูประจำการคณิตศาสตร์ด้วยวิธีการศึกษาและพัฒนาบทเรียน มีบทบาทในการให้คำปรึกษาด้านการ จัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ และมีส่วนร่วมในการสะท้อนผลและแลกเปลี่ยนเรียนรู้ร่วมกับครู ประจำการคณิตศาสตร์

4. ผู้วิจัย มีบทบาทในการสนับสนุนให้มีการรวมกลุ่มทางวิชาการของครูประจำการ คณิตศาสตร์สำหรับการศึกษาและพัฒนาบทเรียน ให้คำปรึกษาด้านการดำเนินงานตามกระบวนการ ของการศึกษาและพัฒนาบทเรียน และประสานงานระหว่างผู้ที่มีส่วนร่วมในการศึกษาและพัฒนา บทเรียน

2.5 ประโยชน์ของการพัฒนาครูประจำการคณิตศาสตร์ด้วยวิธีการศึกษาและพัฒนา บทเรียน

วัฒนธรรมในโรงเรียนโดยปกติไม่เชื่อให้ครูประจำการมีเวลามากนักในการเรียนรู้ที่จะ ปรับปรุงการจัดการเรียนการสอนของตนอยู่เสมอ ครูประจำการคณิตศาสตร์มักใช้ความคุ้นเคยในการ จัดการเรียนการสอน จึงทำให้มองข้ามสิ่งที่มีคุณค่าในวิชาชีพไปมาก (Elmore. 2002) การพัฒนาครู

ประจำการคณิตศาสตร์ด้วยวิธีการศึกษาและพัฒนาบทเรียนจะทำให้ครูประจำการคณิตศาสตร์มองงานของตนอย่างมีความหมาย มีพรสณะต่อการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ซึ่งกันและกันว่าช่วยสร้างโอกาสในการเรียนรู้ ศึกษาค้นคว้าอยู่ตลอดเวลาไปพร้อมกับการปฏิบัติงานสอนปกติประจำวันในโรงเรียนเพื่อค้นหาแนวทางในการปรับปรุงการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ให้เหมาะสมกับความคิดและความสามารถในการเรียนรู้คณิตศาสตร์ของนักเรียน (Hiebert; Gallimore; & Stigler. 2002)

จากการสังเคราะห์งานของนักวิจัยและนักคณิตศาสตร์ศึกษาที่มีประสบการณ์และมีส่วนร่วมในการศึกษาและพัฒนาบทเรียนทั้งในประเทศญี่ปุ่นและประเทศอื่นๆ (Bray; et al. 2000; Collay; et al. 1998; Darling-Hammond. 1997; Dufour; & Eaker. 1998; Hiebert; Gallimore; & Stigler. 2002; Isoda. 2007; Lewis. 2000; 2002a; 2002b; Lewis; & Tsuchida. 1997; 1998; Linn; et al. 2000; Ohara. 2007: 30-33; Perry; Lewis; & Akiba. 2002; Preskill; & Torres. 1999; Rhine. 1998; Schmidt; Houang; & Cogan. 2002; Schuch; Gahara; & O' Brien. 2002: ii; citing Iverson. 2002; Stepanek; et al. 2007; Stigler; & Hiebert. 1999; Takahashi; & Yoshida. 2004; Westheimer. 1998; Yoshida. 1999b; Yoshikawa. 2007: 36) พบว่าประโยชน์ของการพัฒนาครูประจำการคณิตศาสตร์ด้วยวิธีการศึกษาและพัฒนาบทเรียนมีหลายด้าน ดังต่อไปนี้

1. ช่วยทำให้ครูประจำการคณิตศาสตร์สามารถปรับปรุงความรู้ในเนื้อหาคณิตศาสตร์ ความรู้ความเข้าใจในมิติทางคณิตศาสตร์ และความรู้ทางการสอน
2. ช่วยทำให้ครูประจำการคณิตศาสตร์สามารถปรับปรุงทักษะการสังเกตและวิเคราะห์ ความคิดและความสามารถในการเรียนรู้คณิตศาสตร์ของนักเรียน ตลอดจนสามารถปรับปรุงการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ให้เหมาะสมกับความคิดและความสามารถในการเรียนรู้คณิตศาสตร์ของนักเรียนได้
3. ช่วยทำให้ครูประจำการคณิตศาสตร์สามารถปรับปรุงประสิทธิภาพของการทำงานร่วมกันที่มีการวิเคราะห์วิจารณ์ อภิปราย และแลกเปลี่ยนเรียนรู้ซึ่งกันและกันในเชิงวิชาการอย่างลึกซึ้ง เพื่อปรับปรุงคุณภาพการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ไปพร้อมกับการปฏิบัติงานสอนปกติประจำวัน
4. ช่วยสร้างความเข้าใจที่สอดคล้องกับสภาพการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ในโรงเรียน และสร้างความร่วมมือทางวิชาการโดยมีการระดมความคิดและแลกเปลี่ยนเรียนรู้ซึ่งกันและกันระหว่างครูประจำการคณิตศาสตร์ ผู้เชี่ยวชาญภายนอกในระดับมหาวิทยาลัย และศึกษานิเทศก์จากสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาในการปรับปรุงคุณภาพการเรียนการสอนคณิตศาสตร์จากสภาพของห้องเรียนจริง
5. ช่วยปรับปรุงความเหมาะสมของเอกสารตำราเรียน คู่มือครู บทเรียนคณิตศาสตร์ สื่อการเรียนการสอน และสารสนเทศอื่นๆที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ซึ่งได้รับการพัฒนาขึ้นและผ่านการทดลองใช้ในห้องเรียนจริงตามกระบวนการของการศึกษาและพัฒนาบทเรียน

6. ช่วยปรับปรุงคุณภาพการเรียนรู้คณิตศาสตร์ของนักเรียน ทำให้นักเรียนสามารถเรียนรู้คณิตศาสตร์ได้อย่างมีความหมาย และสามารถแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้อย่างหลากหลาย

2.6 การประเมินผลการพัฒนาครูประจำการคณิตศาสตร์ด้วยวิธีการศึกษาและพัฒนาบทเรียน

กัสคีย์ (Guskey. 2000) ได้พัฒนากรอบแนวคิดของการประเมินผลการพัฒนาครูประจำการคณิตศาสตร์ขึ้นโดยให้ความสำคัญกับการประเมินผลใน 5 องค์ประกอบ ดังต่อไปนี้

1. การตอบสนองของผู้ที่มีส่วนร่วมในการพัฒนาครูประจำการคณิตศาสตร์
2. การเรียนรู้ของผู้ที่มีส่วนร่วมในการพัฒนาครูประจำการคณิตศาสตร์
3. การจัดระบบที่สนับสนุนและทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงในการพัฒนาครูประจำการคณิตศาสตร์
4. การใช้ความรู้และทักษะใหม่ของผู้ที่มีส่วนร่วมในการพัฒนาครูประจำการคณิตศาสตร์
5. ผลการเรียนรู้ของนักเรียน

ลิวอิส (Lewis. 2005) ได้ให้ข้อสรุปเกี่ยวกับสิ่งที่ได้รับการปรับปรุงให้ดีขึ้นจากการพัฒนาครูประจำการด้วยวิธีการศึกษาและพัฒนาบทเรียนใน 5 องค์ประกอบ ดังต่อไปนี้

1. ทักษะและประสิทธิภาพของการทำงานร่วมกัน
2. ความรู้ในเนื้อหาคณิตศาสตร์ ความรู้ทางการสอน และความรู้ทางการสอนในเนื้อหาคณิตศาสตร์
3. คุณลักษณะของการเป็นนักวิจัย
4. ความเข้าใจต่อการเรียนรู้ของนักเรียน
5. การวางบทเรียน

นอกจากนี้ในงานของลิวอิสยังได้เสนอให้มีการประเมินผลการพัฒนาครูประจำการคณิตศาสตร์ด้วยวิธีการศึกษาและพัฒนาบทเรียนโดยพิจารณาจากองค์ประกอบดังต่อไปนี้

1. ความรู้ในเนื้อหาคณิตศาสตร์ ความรู้ทางการสอน และความรู้ทางการสอนในเนื้อหาคณิตศาสตร์ของครูประจำการคณิตศาสตร์
2. ความสามารถในการสังเกตและวิเคราะห์ความคิดและความสามารถในการเรียนรู้คณิตศาสตร์ของนักเรียน
3. การทำงานร่วมกันในเชิงวิชาการของครูประจำการคณิตศาสตร์
4. การปรับปรุงความเหมาะสมของบทเรียนคณิตศาสตร์
5. การปรับปรุงการเรียนรู้คณิตศาสตร์ของนักเรียน

เมื่อวิเคราะห์จากประโยชน์ของการพัฒนาครูประจำการคณิตศาสตร์ด้วยวิธีการศึกษาและพัฒนาบทเรียน และข้อเสนอแนะในการประเมินผลการพัฒนาครูประจำการคณิตศาสตร์ด้วยวิธีการศึกษาและพัฒนาบทเรียนดังกล่าวแล้ว ทำให้พอสรุปได้ว่า การประเมินผลการพัฒนาครูประจำการคณิตศาสตร์ด้วยวิธีการศึกษาและพัฒนาบทเรียนควรมีการพิจารณาจากองค์ประกอบรวม 4 ด้าน ได้แก่ 1) ด้านผู้ที่มีส่วนร่วมในการศึกษาและพัฒนาบทเรียน 2) ด้านครูประจำการคณิตศาสตร์ 3) ด้านบทเรียนคณิตศาสตร์ และ 4) ด้านนักเรียน

2.7 การนำการศึกษาและพัฒนาบทเรียนมาใช้และการยอมรับในการศึกษาและพัฒนาบทเรียน

ในการประเมินผลการพัฒนาครูประจำการคณิตศาสตร์ด้วยวิธีการศึกษาและพัฒนาบทเรียน นักวิจัยและนักคณิตศาสตร์ศึกษาที่มีประสบการณ์และมีส่วนร่วมในการศึกษาและพัฒนาบทเรียนทั้งในประเทศญี่ปุ่นและประเทศอื่นๆต่างมีทรรศนะที่สอดคล้องกันว่า การประเมินผลด้านผู้ที่มีส่วนร่วมในการศึกษาและพัฒนาบทเรียนนั้นมีความสำคัญ แต่ยังไม่มียานวิจัยใดที่ศึกษาถึงความเข้าใจและความคิดเห็นของผู้ที่มีส่วนร่วมดังกล่าวที่มีต่อการนำการศึกษาและพัฒนาบทเรียนมาใช้ในการพัฒนาครูประจำการคณิตศาสตร์ในโรงเรียนทั้งที่วัฒนธรรมการทำงานในโรงเรียนของแต่ละประเทศมีความแตกต่างจากประเทศญี่ปุ่น การศึกษาในด้านนี้จะแสดงให้เห็นว่าผู้ที่มีส่วนร่วมดังกล่าวนั้นให้การยอมรับในการศึกษาและพัฒนาบทเรียนหรือไม่ อย่างไร

การศึกษาและพัฒนาบทเรียนเป็นความจริงของงานเชิงวัฒนธรรมทางการศึกษาเป็นแบบปฏิบัติโดยทั่วไป และเป็นนวัตกรรมการพัฒนาครูประจำการคณิตศาสตร์ของประเทศญี่ปุ่น (Isoda. 2007: 17; National Commission on Mathematics and Science Teaching for the 21st Century. 2000: 20) กิจกรรมเชิงวัฒนธรรมทางการศึกษาเป็นสิ่งที่ถูกสร้างขึ้นและมีวิวัฒนาการสืบทอดกันมาช้านานบนความคุ้นเคยที่มีอยู่ของแต่ละสังคม การนำแบบปฏิบัติหรือนวัตกรรมที่ได้รับการยอมรับว่ามีประสิทธิภาพของสังคมหนึ่งมาใช้กับอีกสังคมหนึ่งจึงไม่ใช่เรื่องที่เกิดขึ้นได้ง่าย จึงต้องใช้ความพยายามอย่างค่อยเป็นค่อยไปเพื่อนำนวัตกรรมนั้นมาใช้ให้สอดคล้องและส่งเสริมวัฒนธรรมทางการศึกษาของอีกสังคมหนึ่งได้ การดำเนินงานดังกล่าวย่อมมีผลกระทบต่อความคิด ความเข้าใจ และจิตใจของผู้ที่มีส่วนร่วมในการนำนวัตกรรมมาใช้ ดังนั้นการศึกษาความเข้าใจและความคิดเห็นของผู้ที่มีส่วนร่วมในการนำนวัตกรรมมาใช้จึงทำให้รู้ถึงความเข้าใจในนวัตกรรม ทำที่ทั้งทางบวกและลบที่มีต่อนวัตกรรม ข้อมูลดังกล่าวนี้อาจทำให้ตัดสินได้ว่าผู้ที่มีส่วนร่วมดังกล่าวยอมรับในนวัตกรรมนั้นหรือไม่ อย่างไร นอกจากนี้ยังสามารถใช้ข้อมูลที่ได้จากการศึกษานี้เป็นพื้นฐานเพื่อปรับใช้นวัตกรรมให้

เหมาะสมกับบริบทของสังคมได้อีก (Datnow; Hubbard; & Mehan. 1998: Online; Presser. 1969: 510-511; Rogers. 1962: 11-13; 76; SERVE. 2004: Online; Stigler; & Hiebert. 1999: 121)

ในการนำการศึกษาและพัฒนาบทเรียนมาใช้ในการพัฒนาครูประจำการคณิตศาสตร์ในสหรัฐอเมริกา นั้น เฟร์นันเดซ และโชคชิ (Fernandez; & Chokshi. 2002) กล่าวว่าต้องใช้ความพยายามอย่างมากในการปรับกระบวนการของการศึกษาและพัฒนาบทเรียนให้สามารถดำเนินการในโรงเรียนอเมริกันได้นอกจากนี้ลีววิส (Lewis. 2000) ซึ่งเป็นนักการศึกษาที่มีส่วนสำคัญในการเผยแพร่การศึกษาและพัฒนาบทเรียนในโรงเรียนอเมริกันยังได้กล่าวถึงประสบการณ์ว่า ในตอนแรกนักการศึกษามีความคิดว่าการศึกษาและพัฒนาบทเรียนนั้นคงจะไม่เหมาะสมต่อบริบทของโรงเรียนในสหรัฐอเมริกา เนื่องจากอาจเป็นการเพิ่มภาระงานให้กับครูประจำการ อย่างไรก็ตามเมื่อครูประจำการและผู้บริหารโรงเรียนให้การยอมรับและมองเห็นประโยชน์ว่าการศึกษาและพัฒนาบทเรียนช่วยสร้างโอกาสให้เกิดการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ร่วมกันเพื่อปรับปรุงแก้ไขปัญหาการเรียนการสอนได้จริง จึงทำให้เกิดความเชื่อมั่นในการศึกษาและพัฒนาบทเรียน และจากประสบการณ์ทำให้ค้นพบว่า ความท้าทายในการนำการศึกษาและพัฒนาบทเรียนมาใช้ในโรงเรียนอยู่ที่การสร้างสมดุลให้เกิดขึ้นระหว่างการปรับกระบวนการของการศึกษาและพัฒนาบทเรียนให้เหมาะสมกับบริบทของโรงเรียนและความพยายามรักษาลักษณะสำคัญของการศึกษาและพัฒนาบทเรียนไว้ เช่น การทำงานร่วมกันของครูประจำการคณิตศาสตร์อย่างต่อเนื่อง การจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ที่เอาใจใส่ต่อความคิดและความสามารถในการเรียนรู้คณิตศาสตร์ของนักเรียน และการสะท้อนผลที่มีการวิเคราะห์วิจารณ์เชิงวิชาการอย่างลึกซึ้ง เป็นต้น

ประสบการณ์ของนักการศึกษาดังกล่าวมีความสอดคล้องกับแนวคิดของการปฏิรูปการเรียนรู้ในโรงเรียนซึ่งมีสาระสำคัญโดยสรุปว่า การนำนวัตกรรมมาใช้ในโรงเรียนจัดว่าเป็นการแทรกแซง (Intervention) การดำเนินงานของโรงเรียน ซึ่งจะประสบความสำเร็จหรือไม่ขึ้นอยู่กับ การยอมรับนวัตกรรมของครูประจำการและผู้ที่มีส่วนร่วมในการใช้นวัตกรรม โดยสามารถพิจารณาได้จากความต้องการที่จะมีส่วนร่วมในการใช้นวัตกรรมเนื่องจากรู้สึกว่าได้รับประโยชน์ทั้งทางตรงและทางอ้อม ตลอดจนการมีความรู้สึผูกพันและต้องการสนับสนุนให้มีการใช้นวัตกรรมนั้นอย่างต่อเนื่อง ทั้งนี้ยังมีความเกี่ยวข้องกับแนวทางการปรับใช้นวัตกรรมในวิถีทางที่ช่วยส่งเสริมวัฒนธรรมการทำงานที่มีอยู่เดิมให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้นอีกด้วย (Arraf. 1996: Online; Bodilly. 2001: Online; Chalmer. 2001: Online; Delcourt; et al. 2001: Online; Hallinger; & Kantamara. 2001; Lee. 2001: Online; Scheerens. 2001)

การวิจัยครั้งนี้มีการนำนวัตกรรมการพัฒนาครูประจำการคณิตศาสตร์ที่มีต้นกำเนิดจากประเทศญี่ปุ่นมาใช้ในประเทศไทย ผู้วิจัยจึงให้ความสำคัญต่อความเข้าใจและความคิดเห็นของผู้มีส่วน

ร่วมในการวิจัยที่มีต่อการนำการศึกษาและพัฒนาบทเรียนมาใช้ในการพัฒนาครูประจำการ คณิตศาสตร์ในโรงเรียนของประเทศไทย ทั้งนี้เพื่อศึกษาการยอมรับในการศึกษาและพัฒนาบทเรียนของผู้ที่มีส่วนร่วมในการศึกษาและพัฒนาบทเรียน ในการนี้ผู้วิจัยจึงได้ศึกษาทฤษฎีการยอมรับนวัตกรรมของโรเจอร์ส (Innovation Adoption Theory) ซึ่งนักการศึกษาและนักวิจัยให้การยอมรับว่าสามารถนำมาประยุกต์ใช้ในการปฏิรูปการเรียนรู้ในโรงเรียนได้ (สำนักงานคณะกรรมการเลขาธิการสภาการศึกษา. 2549ข: 25) ในสาระสำคัญของทฤษฎีนี้ โรเจอร์ส (Rogers. 1962: 76-120) ได้อธิบายไว้ถึงกระบวนการยอมรับนวัตกรรม (Adoption Process) ซึ่งประกอบด้วย 5 ขั้นตอน ได้แก่ 1) ขั้นตระหนัก 2) ขั้นสนใจ 3) ขั้นประเมิน 4) ขั้นทดลอง และ 5) ขั้นยอมรับ จากการวิเคราะห์กระบวนการนี้พบว่า การยอมรับนวัตกรรมอาจไม่ได้สิ้นสุดอยู่ที่ขั้นยอมรับ และอาจเกิดขึ้นโดยไม่เรียงตามลำดับขั้นของกระบวนการดังกล่าวก็ได้ เช่น การประเมินอาจเกิดขึ้นได้ตลอดกระบวนการมากกว่าที่จะเกิดขึ้นในขั้นประเมินเท่านั้น โรเจอร์สและชูมาเกอร์ (Rogers; & Shoemaker. 1971: 101-118) จึงได้นำเสนอกระบวนการตัดสินใจเกี่ยวกับนวัตกรรม (Innovation-Decision Process) ขึ้นมาใหม่ซึ่งประกอบด้วย 4 ขั้นตอน ได้แก่ 1) ขั้นความรู้ 2) ขั้นความรู้ลึก 3) ขั้นตัดสินใจ และ 4) ขั้นยืนยัน ต่อมาโรเจอร์ส (Rogers. 1983: 163-169) ได้ปรับปรุงกระบวนการตัดสินใจเกี่ยวกับนวัตกรรมอีกครั้งจนเป็นที่ยอมรับในปัจจุบันซึ่งมี 5 ขั้นตอน ได้แก่ 1) ขั้นความรู้ 2) ขั้นสนใจ 3) ขั้นตัดสินใจ 4) ขั้นนำมาใช้ และ 5) ขั้นยืนยัน

ผู้วิจัยได้วิเคราะห์ลักษณะพฤติกรรมของบุคคลตั้งแต่เริ่มสัมผัสนวัตกรรมจนถึงการยอมรับและยืนยันที่จะนำนวัตกรรมมาใช้ตามกระบวนการตัดสินใจเกี่ยวกับนวัตกรรมของโรเจอร์ส และได้นำกรอบองค์ประกอบซึ่งเป็นตัวบ่งชี้ถึงการยอมรับในการศึกษาและพัฒนาบทเรียนของครูประจำการ คณิตศาสตร์ ผู้บริหารโรงเรียน ผู้เชี่ยวชาญภายนอก และศึกษานิเทศก์ซึ่งเป็นผู้ที่มีส่วนร่วมในการศึกษาและพัฒนาบทเรียนให้สอดคล้องกับความคิด ความเข้าใจ และความรู้ลึกของบุคคลในแต่ละขั้นตอนของกระบวนการดังกล่าว โดยมีรายละเอียดดังตาราง 2

ตาราง 2 องค์ประกอบซึ่งเป็นตัวบ่งชี้ถึงการยอมรับในการศึกษาและพัฒนาบทเรียนของผู้ที่มีส่วนร่วมในการศึกษาและพัฒนาบทเรียนจากการวิเคราะห์ลักษณะพฤติกรรมของบุคคลตามกระบวนการตัดสินใจเกี่ยวกับนวัตกรรมของโรเจอร์ส

กระบวนการตัดสินใจเกี่ยวกับนวัตกรรมของโรเจอร์ส	ลักษณะพฤติกรรมของบุคคลในแต่ละขั้นตอนตามกระบวนการตัดสินใจเกี่ยวกับนวัตกรรมของโรเจอร์ส	องค์ประกอบซึ่งเป็นตัวบ่งชี้ถึงการยอมรับในการศึกษาและพัฒนาบทเรียน
1. ขั้นความรู้	ศึกษาหาข้อมูลเพื่อให้เกิดความรู้ ความเข้าใจเกี่ยวกับนวัตกรรมในด้านต่อไปนี้ - หลักการ ทฤษฎี ข้อเท็จจริง หรือเป้าหมายที่อยู่เบื้องหลังของการใช้นวัตกรรม - ปัจจัยที่ส่งเสริมให้สามารถนำนวัตกรรมมาใช้ได้อย่างเหมาะสม - แนวทางการดำเนินงานในการใช้นวัตกรรมในแต่ละขั้นตอน	1. การมีความเข้าใจในเป้าหมายสำคัญสูงสุดของการศึกษาและพัฒนาบทเรียน 2. การมองเห็นประโยชน์จากการนำการศึกษาและพัฒนาบทเรียนมาใช้ในโรงเรียน
2. ขั้นสนใจ	สามารถพิจารณาความเหมาะสมและคุณค่าของนวัตกรรมที่มีต่อบุคคลและหน่วยงานตามสภาพการทำงานที่เป็นอยู่โดยคำนึงถึงประโยชน์และโทษเมื่อมีการนำนวัตกรรมมาใช้	3. การสนับสนุนและยืนยันให้มีการนำการศึกษาและพัฒนาบทเรียนมาใช้ในโรงเรียน
3. ขั้นตัดสินใจ	สามารถประมวลความรู้ความเข้าใจที่มีต่อนวัตกรรม ความเหมาะสม และคุณค่าของการนำนวัตกรรมมาใช้เพื่อตัดสินใจที่จะยอมรับหรือไม่ยอมรับนวัตกรรม	4. การมีทางออกให้กับข้อจำกัดที่พบจากการนำการศึกษาและพัฒนาบทเรียนมาใช้ในโรงเรียน
4. ขั้นนำมาใช้	นำนวัตกรรมมาใช้ในสถานการณ์จริง และสืบสอบเพื่อให้ได้คำตอบในสิ่งที่เคลือบแคลงสงสัยเกี่ยวกับความเหมาะสมและคุณค่าอันเกิดจากการใช้นวัตกรรม ข้อจำกัดของการใช้นวัตกรรม และเสนอทางออกให้กับข้อจำกัดนั้นได้ รวมถึงสามารถให้รายละเอียดเมื่อมีการปรับปรุงกระบวนการให้สามารถใช้นวัตกรรมได้เหมาะสมกับสภาพการทำงานที่เป็นอยู่	
5. ขั้นยืนยัน	แสดงออกถึงการสนับสนุนหรือไม่สนับสนุนให้มีการนำนวัตกรรมมาใช้ในการปฏิบัติงานอีก	

จากที่กล่าวมาทำให้ ผู้วิจัยสามารถสรุปความหมายของการยอมรับในการศึกษาและพัฒนาบทเรียนในการวิจัยครั้งนี้ได้ว่า การยอมรับในการศึกษาและพัฒนาบทเรียน หมายถึง ความเข้าใจและความคิดเห็นของครูประจำการคณิตศาสตร์ ผู้บริหารโรงเรียน ผู้เชี่ยวชาญภายนอก และศึกษานิเทศก์ที่มีต่อการนำการศึกษาและพัฒนาบทเรียนมาใช้ในโรงเรียน ที่มีความสอดคล้องกับองค์ประกอบซึ่งเป็นตัวบ่งชี้ถึงการยอมรับในการศึกษาและพัฒนาบทเรียน โดยพิจารณาจากองค์ประกอบรวม 4 ด้านได้แก่ 1) การมีความเข้าใจในเป้าหมายสำคัญสูงสุดของการศึกษาและพัฒนาบทเรียน 2) การมองเห็นประโยชน์จากการนำการศึกษาและพัฒนาบทเรียนมาใช้ในโรงเรียน 3) การสนับสนุนและยืนยันให้มีการนำการศึกษาและพัฒนาบทเรียนมาใช้ในโรงเรียน และ 4) การมีทางออกให้กับข้อจำกัดที่พบจากการนำการศึกษาและพัฒนาบทเรียนมาใช้ในโรงเรียน

2.8 ความรู้ทางการสอนในเนื้อหาคณิตศาสตร์

ความรู้ของครูประจำการคณิตศาสตร์เป็นประเด็นที่นักวิจัยและนักคณิตศาสตร์ศึกษาที่มีประสบการณ์และมีส่วนร่วมในการศึกษาและพัฒนาบทเรียนทั้งในประเทศญี่ปุ่นและประเทศอื่นๆต่างให้ความสำคัญ ความรู้ของครูประจำการคณิตศาสตร์มีผลต่อคุณภาพการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ จึงมีผลโดยตรงต่อคุณภาพการเรียนรู้คณิตศาสตร์ของนักเรียน (Lokan; Ford; & Greenwood. 1997) ความรู้บางเรื่องของครูประจำการเป็นเรื่องทั่วไปสามารถนำไปประยุกต์ใช้กับการจัดการเรียนการสอนในแต่ละสาขาวิชา แต่ความรู้ที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาเฉพาะเป็นสิ่งพิเศษและมีความจำเป็นต่อครูประจำการในการจัดการเรียนการสอนวิชาเฉพาะนั้นให้มีประสิทธิภาพ (Chick; & Stacy. 2003)

ความรู้ของครูประจำการคณิตศาสตร์เป็นประเด็นที่มีการศึกษาวิจัยกันอย่างเข้มข้นมาเป็นเวลานาน ครูประจำการคณิตศาสตร์จำเป็นต้องมีความรู้และสามารถใช้ความรู้ในบริบทของการจัดการเรียนการสอนได้อย่างมีประสิทธิภาพ เช่น ครูประจำการคณิตศาสตร์สามารถใช้ความรู้ในเนื้อหาคณิตศาสตร์สำหรับจัดการเรียนการสอนได้อย่างลึกซึ้ง สามารถเลือกใช้วิธีการนำเสนอ คำถามงาน และแบบฝึกหัดที่เอื้อต่อการเรียนรู้ของนักเรียน สามารถเลือกใช้ประโยชน์จากการวิเคราะห์ตำราเรียนและงานวิจัยเพื่อนำมาพัฒนาบทเรียนคณิตศาสตร์ สามารถวิเคราะห์ความคิดและความสามารถในการเรียนรู้คณิตศาสตร์ของนักเรียนเพื่อนำมาปรับปรุงคุณภาพการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ได้ เป็นต้น (Ball. 2000; Chick; et al. 2006; Lampert; & Ball. 1998; Stein; et al. 2000) กิจกรรมเหล่านี้เป็นงานที่เกี่ยวข้องกับความรู้ที่จำเป็นต่อการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ ซึ่งครูประจำการคณิตศาสตร์ต้องเรียนรู้เพื่อประสานช่องว่างระหว่างความรู้ในเนื้อหาคณิตศาสตร์และความรู้ทางการสอนเข้าไปในบริบทของการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ (Ball. 2000) ความรู้ของครูประจำการ

ในแง่มุมนี้ได้รวมองค์ประกอบที่จำเป็นต่อการจัดการเรียนการสอนในเนื้อหาเฉพาะเข้าไว้ด้วยกัน ซึ่งชัลแมน (Shulman. 1986) เรียกว่า ความรู้ทางการสอนในเนื้อหาเฉพาะ (Pedagogical Content Knowledge (PCK)) ต่อมา ชิคและสเตซี (Chick; & Stacy. 2003) นักวิจัยทางด้านคณิตศาสตร์ศึกษาของมหาวิทยาลัยเมลเบิร์น (The University of Melbourne) ประเทศออสเตรเลีย ได้ใช้คำว่า ความรู้ทางการสอนในเนื้อหาคณิตศาสตร์ (Mathematics Pedagogical Content Knowledge (MPCK)) แทนความรู้ของครูประจำการคณิตศาสตร์ซึ่งรวมองค์ประกอบที่จำเป็นต่อการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์เข้าไว้ด้วยกัน (Hill; Rowan; & Ball. 2005; Mohr. 2006: 219)

2.8.1 ความหมายของความรู้ทางการสอนในเนื้อหาคณิตศาสตร์

โคเชอร์น (Cochran. 1997) กรอสแมน (Grossman. 1988) เฮร์เทล (Haertel. 1999: 279) และ ชัลแมน (Shulman. 1986: 9; 1987: 8) ได้ให้ความหมายของความรู้ทางการสอนในเนื้อหาเฉพาะไว้สอดคล้องกันว่า เป็นความรู้ที่มีความซับซ้อนและจำเป็นต่อการจัดการเรียนการสอนในเนื้อหาเฉพาะของครูประจำการที่มีการผสมผสานกันระหว่างความรู้ในเนื้อหาเฉพาะและความรู้ทางการสอนเข้าไปในการจัดการเรียนการสอนในเนื้อหาเฉพาะ โดยมีการปรับให้เหมาะสมกับความคิดและความสามารถในการเรียนรู้ของนักเรียน

แบกเตอร์ และลีเดอร์แมน (Baxter; & Lederman. 1999) เฟอ์นันเดซ บาลโบ และสตีล (Fernandez-Balboa; & Stiehl. 1995) กรีส นิวซัม (Gress-Newsome. 1999) โลแกรน และคนอื่นๆ (Loughran; et al. 2001; 2004) แมกนัสสัน และคนอื่นๆ (Magnusson; et al. 1999) มาร์ค (Marks. 1990) สภาวิจัยแห่งสหรัฐอเมริกา (National Research Council. 1996: 23) แวนเดรียล ไบจาร์ด และเวอร์ลูป (Van Driel; Beijard; & Verloop. 2001) ได้ให้ความหมายของความรู้ทางการสอนในเนื้อหาเฉพาะไว้สอดคล้องกันว่า เป็นความรู้และทักษะในเชิงวิชาชีพของครูประจำการที่ได้ผสมผสานความรู้ในเนื้อหาเฉพาะ ความรู้ทางการสอน ความเชื่อ และการรู้ถึงความสามารถในการเรียนรู้ของนักเรียนในแต่ละช่วงวัยเข้าไว้ด้วยกัน โดยมีการปรับให้เหมาะสมต่อการจัดการเรียนการสอนในเนื้อหาเฉพาะนั้น

สภาการวิจัยแห่งสหรัฐอเมริกา (National Research Council. 2000: 189) โดยคณะกรรมการการผลิตครูวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ (Committee on Science and Mathematics Teacher Preparation) และไพนาร์ และคนอื่นๆ (Pinar; et al. 1995) ได้ให้ความหมายของความรู้ทางการสอนในเนื้อหาคณิตศาสตร์ไว้สอดคล้องกันว่า เป็นความรู้ของครูประจำการคณิตศาสตร์ที่มีการผสมผสานกันระหว่างความรู้ในเนื้อหาคณิตศาสตร์และความรู้ทางการสอนเข้าไว้ด้วยกันและสามารถใช้ความรู้นี้ในการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ให้เหมาะสมกับความคิดและ

ความสามารถในการเรียนรู้คณิตศาสตร์ของนักเรียน ตลอดจนทำให้นักเรียนสามารถเรียนรู้โนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ได้อย่างถูกต้อง

ลี และคนอื่นๆ (Lee; et al. 2007: 52) และลิม ทีโอ และคนอื่นๆ (Lim-Teo; et al. 2007: 239) ได้ให้ความหมายของความรู้ทางการสอนในเนื้อหาคณิตศาสตร์ไว้สอดคล้องกันว่า เป็นความรู้ที่มีความพิเศษซึ่งครูประจำการคณิตศาสตร์จำเป็นต้องใช้ในการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ให้มีประสิทธิภาพ โดยเกิดจากการผสมผสานกันระหว่างความรู้ในเนื้อหาคณิตศาสตร์ ระเบียบวิธีการทางคณิตศาสตร์ ความรู้ทางการสอน และความรู้ที่เกี่ยวข้องกับความคิดและความสามารถในการเรียนรู้คณิตศาสตร์ของนักเรียนเข้าไว้ด้วยกัน

จากความหมายของความรู้ทางการสอนในเนื้อหาเฉพาะ และความรู้ทางการสอนในเนื้อหาคณิตศาสตร์ดังกล่าว ประกอบกับเนื้อหาที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นเนื้อหาคณิตศาสตร์เรื่องเศษส่วน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ทำให้ผู้วิจัยสามารถสรุปความหมายของความรู้ทางการสอนในเนื้อหาคณิตศาสตร์ในการวิจัยครั้งนี้ได้ว่า หมายถึง ความรู้ของครูประจำการคณิตศาสตร์ที่มีการผสมผสานกันระหว่างความรู้ในเนื้อหาคณิตศาสตร์เรื่องเศษส่วนและความรู้ทางการสอนเข้าไปในการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์เรื่องเศษส่วน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โดยมีการปรับให้เหมาะสมกับความคิดและความสามารถในการเรียนรู้ของนักเรียน

2.8.2 องค์ประกอบของความรู้ทางการสอนในเนื้อหาคณิตศาสตร์

ชัลแมน (Shulman. 1986; 1987) กล่าวว่า องค์ประกอบของความรู้ทางการสอนในเนื้อหาเฉพาะ ประกอบด้วย การนำเสนอ การยกตัวอย่าง การให้คำอธิบาย การรู้สิ่งที่ทำให้เนื้อหาง่ายหรือยากต่อการเรียนรู้ของนักเรียน การรู้ถึงมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนในการเรียนรู้และวิธีนำเสนอเพื่อไม่ให้นักเรียนมีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนนั้น

คาเพนเตอร์ และคนอื่นๆ (Carpenter; et al. 1988: 386) กล่าวว่า องค์ประกอบของความรู้ทางการสอนในเนื้อหาคณิตศาสตร์ ประกอบด้วย ความรู้ในมโนทัศน์และขั้นตอนวิธีทางคณิตศาสตร์ การรู้ถึงมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนของนักเรียน วิธีนำเสนอเพื่อไม่ให้นักเรียนมีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน และวิธีนำเสนอเพื่อแก้ไขมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนของนักเรียน และความรู้ในวิธีสอนที่เชื่อมโยงความรู้ใหม่กับความรู้เดิมของนักเรียน

เฟ็นเนมา และแฟรงค์ (Fennema; & Franke. 1992) และมอร์ (Mohr. 2006: 219) กล่าวว่า องค์ประกอบของความรู้ทางการสอนในเนื้อหาคณิตศาสตร์ ประกอบด้วย 1) ความรู้ในเนื้อหาคณิตศาสตร์ ซึ่งได้แก่ ความรู้ในเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ ความรู้ในเชิงขั้นตอนวิธีทางคณิตศาสตร์ และกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ 2) ความรู้ทางการสอน ซึ่งได้แก่ ความรู้เกี่ยวกับวิธีสอน

และเทคนิคการสอน เป็นต้น 3) การรู้ความคิดและความสามารถในการเรียนรู้คณิตศาสตร์ของนักเรียน 4) การรู้วิธีนำเสนอที่เหมาะสมกับเนื้อหาเฉพาะทางคณิตศาสตร์ และ 5) ความเชื่อของครูประจำการคณิตศาสตร์

อัศวิน และคนอื่นๆ (Askew; et al. 1997) บอล (Ball. 2000: 243; 245) เกรเบอร์ (Graeber. 1999: 199) ไลนาร์ธ และคนอื่นๆ (Leinhardt; et al. 1991) เฮนนิ่งเซน และสไตน์ (Henningsen; & Stein. 1997: 525) มาร์ค (Marks. 1990) และเวิน เดอ วอลค์ และโบรคแมน (Ven der Valk; & Broekman. 1999) กล่าวไว้สอดคล้องกันว่า องค์ประกอบของความรู้ทางการสอนในเนื้อหาคณิตศาสตร์ ประกอบด้วย ความรู้ในเนื้อหาคณิตศาสตร์และการเชื่อมโยงระหว่างมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ การแตกโครงสร้างความรู้ทางคณิตศาสตร์ออกเป็นองค์ประกอบย่อยและสามารถใช้ความรู้นั้นในการนำเสนอได้อย่างเหมาะสม การรู้ในสิ่งที่ทำให้เนื้อหาคณิตศาสตร์นั้นง่ายหรือยากต่อการเรียนรู้ของนักเรียน การรู้ถึงมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนของนักเรียน และรู้วิธีนำเสนอเพื่อไม่ให้นักเรียนมีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนนั้น การรู้ถึงความสามารถในการเรียนรู้ของนักเรียนในแต่ละช่วงวัย นอกจากนี้การวิเคราะห์และเตรียมปัญหาเพื่อใช้ในการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ยังแสดงให้เห็นถึงองค์ประกอบของความรู้ทางการสอนในเนื้อหาคณิตศาสตร์ ซึ่งได้แก่ การเลือกใช้คำถาม ตัวอย่าง งาน สื่อการเรียนการสอน และข้อสอบ ตลอดจนการเลือกนักเรียนออกมาหน้าชั้นเรียนเพื่อให้แสดงแนวคิดหรือวิธีแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

มา (Ma. 1999) กล่าวถึงองค์ประกอบหนึ่งของความรู้ทางการสอนในเนื้อหาคณิตศาสตร์ซึ่งมีความพิเศษต่อการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ โดยเรียกว่า ความเข้าใจในคณิตศาสตร์หลักร้อยอย่างลึกซึ้ง (Profound Understanding of Fundamental Mathematics (PUFM))

ชิค และสแตซี (Chick; & Stacy. 2003) ได้จำแนกองค์ประกอบของความรู้ทางการสอนในเนื้อหาคณิตศาสตร์ออกเป็น 2 ส่วน ได้แก่ ความรู้ทางการสอนในเนื้อหาคณิตศาสตร์ (MPCK) และการนำความรู้ทางการสอนในเนื้อหาคณิตศาสตร์ไปใช้ในห้องเรียน (MPCK in-action) ดังตาราง 3

ตาราง 3 องค์ประกอบของความรู้ทางการสอนในเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์จากงานของชิค และสเตซี

ความรู้ทางการสอนในเนื้อหาคณิตศาสตร์ (MPCK)	การนำความรู้ทางการสอนในเนื้อหาคณิตศาสตร์ ไปใช้ในห้องเรียน (MPCK in-action)
- การมีความรู้ในเนื้อหาคณิตศาสตร์ที่ลึกซึ้ง - การมีความรู้ในโครงสร้างทางคณิตศาสตร์และการเชื่อมโยงระหว่างมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ - การรู้วิธีนำเสนอ มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ได้หลากหลาย - การเลือกใช้งานและตัวอย่างที่เหมาะสมกับเนื้อหาและระดับความสามารถในการเรียนรู้ของนักเรียน - การรู้ถึงสิ่งที่ทำให้เนื้อหาคณิตศาสตร์นั้นง่ายหรือยากต่อการเรียนรู้ของนักเรียน - การรู้ถึงความคิดและความสามารถในการเรียนรู้ของนักเรียน - การรู้ถึงมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนของนักเรียน	- การใช้ความรู้ในเนื้อหาคณิตศาสตร์ในการอธิบายได้อย่างถูกต้องแม่นยำ - การให้คำอธิบายที่มีการเชื่อมโยงระหว่างมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ - การให้คำอธิบายที่เข้าใจง่าย - การใช้คำถามที่เหมาะสมและส่งเสริมให้เกิดความคิดในระดับสูง ตลอดจนการตอบคำถามที่ตรงประเด็นช่วยลดความสงสัยของนักเรียนได้ - การใช้งานและตัวอย่างที่เหมาะสมกับเนื้อหาและระดับความสามารถในการเรียนรู้ของนักเรียน - การใช้ข้อสอบซึ่งมีระดับความลึกที่เหมาะสม - การวิเคราะห์ความคิดและความสามารถในการเรียนรู้คณิตศาสตร์ของนักเรียน - การชี้แจงถึงเป้าหมายของการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์

ที่มา: H. L. Chick; & K. Stacey. (2003). *Australian Research Council Discovery-Project Grant Application*. Melbourne, Victoria. Photocopied.

ชิก และคนอื่นๆ (Chick; et al. 2006) ได้จำแนกองค์ประกอบของความรู้ทางการสอนในเนื้อหาคณิตศาสตร์ออกเป็น 3 ประเภทได้แก่

ประเภทแรก ความรู้ทางการสอนในเนื้อหาคณิตศาสตร์ เป็นส่วนที่ครูประจำการคณิตศาสตร์มีการใช้ความรู้ในเนื้อหาคณิตศาสตร์ผสมผสานกับความรู้ทางการสอนอย่างชัดเจน ซึ่งประกอบด้วย ความรู้ในหลักสูตรคณิตศาสตร์ การรู้วิธีสอน การรู้ความคิดและความสามารถในการเรียนรู้คณิตศาสตร์ของนักเรียน การรู้มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนของนักเรียน การรู้ความยากง่ายของงานที่ให้นักเรียนทำ การนำเสนอ มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ได้อย่างถูกต้อง การรู้เกี่ยวกับแหล่งการเรียนรู้ต่างๆ และการรู้ถึงเป้าหมายของการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์

ประเภทที่สอง ความรู้ในเนื้อหาคณิตศาสตร์สำหรับการจัดการเรียนการสอน เป็นการ ใช้ความรู้ในเนื้อหาคณิตศาสตร์ของครูประจำการคณิตศาสตร์ได้ถูกต้องและเหมาะสมต่อการจัดการเรียน การสอนคณิตศาสตร์ ซึ่งประกอบด้วย ความเข้าใจในคณิตศาสตร์หลักมูลอย่างลึกซึ้ง การแตก โครงสร้างความรู้ทางคณิตศาสตร์ออกเป็นองค์ประกอบย่อยและสามารถใช้ความรู้นั้นในการนำเสนอ ได้อย่างเหมาะสม ความรู้ในโครงสร้างทางคณิตศาสตร์และการเชื่อมโยงระหว่างมโนทัศน์ทาง คณิตศาสตร์ และความรู้ในขั้นตอนวิธีและกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

ประเภทที่สาม ความรู้ทางการสอนเฉพาะเนื้อหาคณิตศาสตร์ เป็นการ ใช้ความรู้ ทางการสอนของครูประจำการคณิตศาสตร์สำหรับจัดการเรียนการสอนในเนื้อหาเฉพาะทาง คณิตศาสตร์ได้เหมาะสม ซึ่งประกอบด้วย การรู้เป้าหมายของการเรียนคณิตศาสตร์ในแต่ละเนื้อหา การรู้ความสนใจและคงไว้ซึ่งความสนใจของนักเรียนในการเรียนคณิตศาสตร์ในแต่ละเนื้อหา และ การรู้เทคนิคการสอนที่เหมาะสมกับแต่ละเนื้อหาคณิตศาสตร์

ชิค เฟม และเบเกอร์ (Chick; Pham; & Baker. 2006) กล่าวว่าองค์ประกอบของ ความรู้ทางการสอนในเนื้อหาคณิตศาสตร์ ประกอบด้วย ความรู้ความเข้าใจในมโนทัศน์และการ เชื่อมโยงระหว่างมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ การรู้วิธีนำเสนอมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ได้อย่าง เหมาะสม ความรู้ในเชิงขั้นตอนวิธีและกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ การเลือกใช้งานและ ตัวอย่างที่เหมาะสมต่อการพัฒนาความสามารถในเรียนรู้คณิตศาสตร์ของนักเรียน การรู้มโนทัศน์ทาง คณิตศาสตร์ที่คลาดเคลื่อนของนักเรียน การรู้สิ่งที่ทำให้เนื้อหาคณิตศาสตร์นั้นง่ายหรือยากต่อการ เรียนรู้ของนักเรียน การรู้ถึงความคิดและความสามารถในการเรียนรู้คณิตศาสตร์ของนักเรียน การรู้ถึง ความสำคัญของเนื้อหาคณิตศาสตร์ในหลักสูตร และการชี้แจงถึงเป้าหมายของการจัดการเรียนการ สอนคณิตศาสตร์ นอกจากนี้ยังได้นำเสนอกรอบแนวคิดสำหรับการศึกษาความรู้ทางการสอนในเนื้อหา คณิตศาสตร์ของครูประจำการคณิตศาสตร์ไว้ ดังตาราง 4

ตาราง 4 กรอบแนวคิดสำหรับการศึกษาความรู้ทางการสอนในเนื้อหาคณิตศาสตร์ของครูประจำการ
คณิตศาสตร์

องค์ประกอบของความรู้ทางการสอนใน เนื้อหาคณิตศาสตร์	ลักษณะการแสดงออกซึ่งความรู้ทางการสอน ในเนื้อหาคณิตศาสตร์ของครูประจำการ คณิตศาสตร์
- ความรู้ในมโนทัศน์และการเชื่อมโยงระหว่างมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์	- แสดงออกถึงความเข้าใจที่ถูกต้องในมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ และมีคำอธิบายที่มีการเชื่อมโยงระหว่างมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ทั้งในเนื้อหาคณิตศาสตร์นั้นและเชื่อมโยงไปยังเนื้อหาอื่นได้
- การรู้วิธีนำเสนอในมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ได้อย่างเหมาะสม	- ให้คำอธิบาย สาระ หรือแสดงให้นักเรียนสามารถเข้าใจในมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ได้อย่างถูกต้อง ซึ่งอาจใช้การตั้งคำถาม การยกตัวอย่าง การใช้ภาพ หรือสื่อรูปแบบต่างๆ ประกอบการนำเสนอ
- ความรู้ในเชิงขั้นตอนวิธีและกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์	- แสดงออกถึงทักษะการคิดคำนวณที่คล่องแคล่วและมีความถูกต้องตามลำดับขั้นตอน ตลอดจนแสดงออกถึงทักษะหรือกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่หลากหลายและนำมาซึ่งคำตอบที่ถูกต้อง
- การเลือกใช้งาน และตัวอย่างที่เหมาะสมต่อการพัฒนาความสามารถในเรียนรู้คณิตศาสตร์ของนักเรียน	- ให้คำอธิบายถึงเหตุผลในการเลือกใช้งานและตัวอย่าง โดยชี้แจงได้ว่าความยากง่ายและความซับซ้อนของงานและตัวอย่างนั้นช่วยพัฒนาความสามารถในการเรียนรู้คณิตศาสตร์ของนักเรียนอย่างไร
- การรู้มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ที่คลาดเคลื่อนของนักเรียน	- ให้คำอธิบายหรือมีการสนทนากันในรายละเอียดของมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ที่คลาดเคลื่อนของนักเรียน
- การรู้สิ่งที่ทำให้เนื้อหาคณิตศาสตร์นั้นง่ายหรือยากต่อการเรียนรู้ของนักเรียน	- ให้คำอธิบายหรือมีการสนทนากันในรายละเอียดของแง่มุมต่างๆ ที่มีผลทำให้เนื้อหาคณิตศาสตร์นั้นง่ายหรือยากต่อการเรียนรู้ของนักเรียน

ตาราง 4 (ต่อ)

องค์ประกอบของความรู้ทางการสอนใน เนื้อหาคณิตศาสตร์	ลักษณะการแสดงออกซึ่งความรู้ทางการสอน ในเนื้อหาคณิตศาสตร์ของครูประจำการ คณิตศาสตร์
- การรู้ถึงความคิดและความสามารถในการเรียนรู้ คณิตศาสตร์ของนักเรียน	- ให้คำอธิบายหรือมีการสนทนากันในรายละเอียด ของแบบฉบับทางความคิด ความเข้าใจ หรือ พฤติกรรมในการเรียนรู้คณิตศาสตร์ของนักเรียน
- การรู้ถึงความสำคัญของเนื้อหาคณิตศาสตร์ใน หลักสูตร	- ให้คำอธิบายหรือมีการสนทนากันถึงเหตุผลของ การมีเนื้อหาคณิตศาสตร์นั้นในหลักสูตร
- การชี้แจงถึงเป้าหมายของการจัดการเรียนการ สอนคณิตศาสตร์	- ให้คำอธิบายหรือชี้แจงให้นักเรียนรู้ถึงเป้าหมาย และมองเห็น ความสำคัญของการเรียน คณิตศาสตร์

ที่มา: H. L. Chick; T. Pham; & M. Baker. (2006). Probing Teachers' Pedagogical Content Knowledge: Lessons from the Case of the Subtraction Algorithm. *Proceedings of the 29th Annual Conference of the Mathematics Education Research Group of Australia*. Sidney: MERGA. p.141.

จากองค์ประกอบของความรู้ทางการสอนในเนื้อหาคณิตศาสตร์ดังกล่าว ประกอบกับเนื้อหาที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นเนื้อหาคณิตศาสตร์เรื่อง เศษส่วน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ทำให้ผู้วิจัยสรุปองค์ประกอบของความรู้ทางการสอนในเนื้อหาคณิตศาสตร์สำหรับการวิจัยครั้งนี้ได้โดยพิจารณาจากองค์ประกอบรวม 4 ด้านได้แก่

1. การรู้วิธีนำเสนอโน้ตทัศน์ทางคณิตศาสตร์เรื่อง เศษส่วน
2. การรู้โน้ตทัศน์ทางคณิตศาสตร์ที่คลาดเคลื่อนของนักเรียนในเรื่อง เศษส่วน และรู้วิธีนำเสนอเพื่อแก้ไขโน้ตทัศน์ทางคณิตศาสตร์ที่คลาดเคลื่อนนั้น
3. การเลือกใช้งานเพื่อพัฒนาความสามารถในการเรียนรู้คณิตศาสตร์ของนักเรียนในเรื่อง เศษส่วน
4. การส่งเสริมให้นักเรียนมีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์

นอกจากนี้ผู้วิจัยยังได้ปรับปรุงกรอบแนวคิดสำหรับการศึกษาความรู้ทางการสอนในเนื้อหาคณิตศาสตร์ของครูประจำการคณิตศาสตร์ในงานวิจัยของซิค เฟม และเบเกอร์ (Chick; Pham; & Baker. 2006: 141) เพื่อนำมาใช้สำหรับการศึกษาความรู้ทางการสอนในเนื้อหาคณิตศาสตร์ของครูประจำการคณิตศาสตร์ในการวิจัยครั้งนี้ โดยมีรายละเอียดดังตาราง 5

ตาราง 5 กรอบแนวคิดสำหรับการศึกษาความรู้ทางการสอนในเนื้อหาคณิตศาสตร์ของครูประจำการคณิตศาสตร์ในการวิจัยครั้งนี้

องค์ประกอบของความรู้ทางการสอนในเนื้อหาคณิตศาสตร์	ลักษณะการแสดงออกซึ่งความรู้ทางการสอนในเนื้อหาคณิตศาสตร์ของครูประจำการคณิตศาสตร์
- การรู้วิธีนำเสนอมนทัศน์ทางคณิตศาสตร์เรื่องเศษส่วน	- แสดงออกถึงความสามารถในการนำเสนอหรือการอธิบายที่ทำให้นักเรียนสามารถเรียนรู้คณิตศาสตร์ได้อย่างมีความหมาย นอกเหนือจากการเรียนรู้คณิตศาสตร์ในเชิงขั้นตอนวิธีการคิดคำนวณ ทั้งนี้อาจใช้การตั้งคำถาม การยกตัวอย่าง การใช้ภาพ หรือสื่อรูปธรรมต่างๆประกอบการอธิบาย
- การรู้มนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ที่คลาดเคลื่อนของนักเรียนในเรื่อง เศษส่วน และรู้วิธีนำเสนอเพื่อแก้ไขมนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ที่คลาดเคลื่อนนั้น	- แสดงออกถึงความสามารถในการอธิบายรายละเอียดของมนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ที่คลาดเคลื่อนของนักเรียนในเรื่อง เศษส่วน และสามารถนำเสนอหรืออธิบายเพื่อแก้ไขมนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ที่คลาดเคลื่อนนั้นได้ ทั้งนี้อาจใช้การตั้งคำถาม การยกตัวอย่าง การใช้ภาพ หรือสื่อรูปธรรมต่างๆประกอบการอธิบาย
- การเลือกใช้งานเพื่อพัฒนาความสามารถในการเรียนรู้คณิตศาสตร์ของนักเรียนในเรื่องเศษส่วน	- แสดงออกถึงความสามารถในการอธิบายถึงเหตุผลในการเลือกใช้งานโดยชี้แจงได้ว่าความยากง่ายหรือความซับซ้อนของงานที่เลือกนั้นช่วยพัฒนาความสามารถในการเรียนรู้คณิตศาสตร์ของนักเรียนอย่างไร

ตาราง 5 (ต่อ)

องค์ประกอบของความรู้ทางการสอนใน เนื้อหาคณิตศาสตร์	ลักษณะการแสดงออกซึ่งความรู้ทางการสอน ในเนื้อหาคณิตศาสตร์ของครูประจำการ คณิตศาสตร์
- การส่งเสริมให้นักเรียนมีความสามารถในการ แก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์	- แสดงออกถึงความสามารถในการนำเสนอหรือ การอธิบายรายละเอียดของการส่งเสริมให้ นักเรียนมีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา ทางคณิตศาสตร์ได้

2.8.3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความรู้ทางการสอนในเนื้อหาคณิตศาสตร์

คาเพ็นเตอร์ และคนอื่นๆ (Carpenter; et al. 1988: 385) ได้ศึกษาความรู้ทางการสอนในเนื้อหาคณิตศาสตร์ของครูประจำการคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหการบวก และการลบจำนวนเต็มในระดับประถมศึกษา กลุ่มตัวอย่างเป็นครูประจำการคณิตศาสตร์ที่สอนในเกรด 1 จำนวนทั้งหมด 40 คน จาก 27 โรงเรียน มีการเก็บรวบรวมข้อมูลจากแบบทดสอบซึ่งครูประจำการคณิตศาสตร์ต้องวิเคราะห์ปัญหาจำนวนทั้งหมด 6 ข้อ ได้แก่ $5+7=?$ $6+?=11$ $?+4=12$ $13-4=?$ $15-?=9$ และ $?-3=9$ องค์ประกอบที่ใช้ในการศึกษาความรู้ทางการสอนในเนื้อหาคณิตศาสตร์ประกอบด้วย ความสามารถในการจำแนกรูปแบบของปัญหาทางคณิตศาสตร์ และการรู้ยุทธวิธีแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียน ผลการวิจัยพบว่า ครูประจำการคณิตศาสตร์ส่วนใหญ่สามารถจำแนกความแตกต่างของปัญหาทางคณิตศาสตร์ และยุทธวิธีแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนได้ แต่ความรู้ทั้งสองส่วนนี้ยังไม่ได้ถูกจัดระบบให้มีการเชื่อมโยงกัน นอกจากนี้ผลการวิจัยยังพบว่า ความรู้ทางการสอนในเนื้อหาคณิตศาสตร์ของครูประจำการคณิตศาสตร์มีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนอย่างมีนัยสำคัญ

มาร์ค (Marks. 1990: 3) ได้ศึกษาความรู้ทางการสอนในเนื้อหาคณิตศาสตร์ของครูประจำการคณิตศาสตร์ โดยใช้การสัมภาษณ์ครูประจำการคณิตศาสตร์ที่สอนในเกรด 5 จำนวนทั้งหมด 8 คน เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นเนื้อหาคณิตศาสตร์เรื่อง เศษส่วน เฉพาะหัวข้อเรื่อง เศษส่วนที่เท่ากัน องค์ประกอบที่ใช้ในการศึกษาความรู้ทางการสอนในเนื้อหาคณิตศาสตร์มีทั้งหมด 4 ด้าน ได้แก่ ความรู้ในเนื้อหาคณิตศาสตร์ ความรู้ทางการสอน การรู้ความคิดและความสามารถในการเรียนรู้คณิตศาสตร์ของนักเรียน และการรู้วิธีนำเสนอหรือการให้คำอธิบายที่เหมาะสมต่อความคิดและความสามารถในการเรียนรู้คณิตศาสตร์ของนักเรียน ในงานวิจัยนี้มีการอภิปรายถึงความซับซ้อน

เกี่ยวกับความรู้ทางการสอนในเนื้อหาคณิตศาสตร์ของครูประจำการคณิตศาสตร์ และมีข้อเสนอแนะว่า ครูประจำการคณิตศาสตร์คนใดที่สามารถบูรณาการองค์ประกอบทั้ง 4 ด้านของความรู้ทางการสอนในเนื้อหาคณิตศาสตร์เข้าไปในการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ได้จะเป็นผู้ที่ประสบความสำเร็จในการปรับปรุงคุณภาพการเรียนรู้คณิตศาสตร์ของนักเรียน

แลมเพิร์ต (Lampert. 2001: 334-357) กล่าวว่างานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความรู้ทางการสอนในเนื้อหาคณิตศาสตร์ของครูประจำการคณิตศาสตร์จำนวนมากให้ความสำคัญกับการรู้มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ที่คลาดเคลื่อนของนักเรียน และการรู้วิธีนำเสนอเพื่อแก้ไขมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ที่คลาดเคลื่อนนั้น แลมเพิร์ตยกตัวอย่างกรณีศึกษาครูประจำการคณิตศาสตร์คนหนึ่งซึ่งรู้มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนทางคณิตศาสตร์เรื่อง การบวกเศษส่วน และสามารถใช้อย่างงานของนักเรียนมาอธิบายเพื่อแก้ไขมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนของนักเรียน โดยที่ครูประจำการคณิตศาสตร์คนหนึ่งกล่าวถึงประสบการณ์ในการจัดการเรียนการสอนว่า นักเรียนส่วนใหญ่มีมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ที่คลาดเคลื่อนในการบวกเศษส่วน โดยมีการหาคำตอบจากการนำจำนวนที่เป็นตัวเศษของเศษส่วนที่เป็นตัวตั้งและตัวบวกมาบวกกัน และนำจำนวนที่เป็นตัวส่วนของเศษส่วนที่เป็นตัวตั้งและตัวบวกมาบวกกัน เช่น $\frac{1}{6} + \frac{1}{2} = \frac{1+1}{6+2} = \frac{2}{8}$ ดังนั้นการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ในห้องเรียนของครูประจำการคณิตศาสตร์คนนี้จึงให้งานกับนักเรียน โดยขั้นตอนแรกให้นักเรียนแสดงว่า $\frac{1}{2} + \frac{1}{4} = \frac{9}{12}$ (วัตถุประสงค์ของการให้งานในขั้นตอนแรกเพื่อให้นักเรียนค้นหาวิธีการบวกเศษส่วน) จากนั้นจึงให้นักเรียนหาคำตอบของ $\frac{1}{6} + \frac{1}{2}$ (วัตถุประสงค์ของขั้นตอนนี้เพื่อให้นักเรียนนำวิธีการบวกเศษส่วนที่ค้นพบมาใช้) จากการตรวจงานและการสัมภาษณ์นักเรียนพบว่า มีนักเรียนจำนวนมากเลือกที่จะหาผลลัพธ์ของ $\frac{1}{6} + \frac{1}{2}$ ก่อนซึ่งนักเรียนได้แสดงให้เห็นถึงการมีมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ที่คลาดเคลื่อนดังกล่าว และยังได้ใช้มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ที่คลาดเคลื่อนนี้ไปแก้ไขผลลัพธ์ของ $\frac{1}{2} + \frac{1}{4} = \frac{9}{12}$ ที่ได้กำหนดไว้ โดยมีการแสดงความเข้าใจว่า $\frac{1}{2} + \frac{1}{4} = \frac{2}{6}$ ดังภาพประกอบ 8

Prove that $\frac{1}{2} + \frac{1}{4} = \frac{3}{4}$

$\frac{1}{2} + \frac{1}{4} = \frac{2}{4}$

I do not think it is right because

1. one + one = 2
 $\frac{1+1}{2+4} = \frac{2}{6}$

2. add the ones on the bottom
 $2+4=6$ you write the six on the bottom because you added the bottom

Find the sum of $\frac{1}{6}$ and $\frac{1}{2} = \frac{2}{8}$

Experiments:

$\frac{1+1}{6+2} = \frac{2}{8}$

ภาพประกอบ 8 มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนในการบวกเศษส่วนของนักเรียน

ที่มา: M. Lampert. (2001). *Teaching Problems and The Problems of Teaching*. p. 334.

ครูประจำการคณิตศาสตร์ใช้คำถามประกอบคำอธิบายเพื่อแก้ไขมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนของนักเรียน ดังต่อไปนี้

- ใช้คำถามที่ทดสอบการใช้ความรู้สึกเชิงจำนวน (Number Sense) เพื่อให้ นักเรียนพิจารณาความสมเหตุสมผลของคำตอบ เช่น $\frac{1}{2}$ มีค่ามากกว่าหรือน้อยกว่า $\frac{2}{8}$ ดังนั้นนักเรียน

ยังเห็นด้วยหรือไม่ที่ $\frac{1}{6} + \frac{1}{2} = \frac{2}{8}$

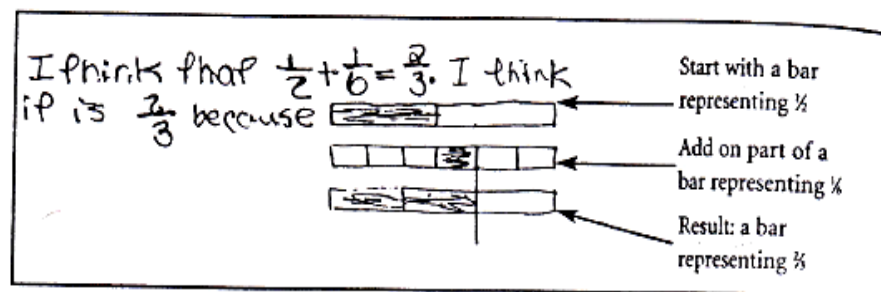
- จากคำถามข้างต้นทำให้นักเรียนตระหนักว่า $\frac{1}{2}$ มีค่ามากกว่า $\frac{2}{8}$ ดังนั้น เมื่อนำ $\frac{1}{2}$ บวกเพิ่มเข้ากับเศษส่วนที่เป็นบวกใดๆ ผลบวกย่อมมีค่าไม่น้อยกว่า $\frac{2}{8}$ ดังภาพประกอบ 9

I disagree because $\frac{1}{2}$ is bigger than $\frac{2}{8}$ so you can't have less than what you add.

ภาพประกอบ 9 การแสดงความสมเหตุสมผลของคำตอบของนักเรียน

ที่มา: M. Lampert. (2001). *Teaching Problems and The Problems of Teaching*. p. 338.

- ครูประจำการคณิตศาสตร์นำเสนอวิธีการบวกเศษส่วนโดยยกตัวอย่างงานของนักเรียนคนหนึ่งดังภาพประกอบ 10



ภาพประกอบ 10 วิธีการบวกเศษส่วนจากงานของนักเรียน

ที่มา: M. Lampert. (2001). *Teaching Problems and The Problems of Teaching*. p. 338.

- จากภาพประกอบ 10 จะได้ว่า $\frac{1}{6} + \frac{1}{2} = \frac{2}{3}$ จากนั้นจึงใช้คำถามเพื่อให้นักเรียนสรุปได้ว่า $\frac{2}{3} = \frac{4}{6}$ เนื่องจากว่าเศษส่วนทั้งสองเป็นเศษส่วนที่เท่ากัน ดังนั้น $\frac{1}{6} + \frac{1}{2} = \frac{4}{6}$ ซึ่งนักเรียนสามารถหาผลบวกของเศษส่วนที่มีตัวส่วนไม่เท่ากันได้ด้วยการแปลงตัวส่วนของเศษส่วนทั้งสองให้เท่ากันก่อน ดังนี้

$$\begin{aligned}\frac{1}{6} + \frac{1}{2} &= \frac{1}{6} + \frac{1 \times 3}{2 \times 3} \\ &= \frac{1}{6} + \frac{3}{6} \\ &= \frac{1+3}{6} \\ &= \frac{4}{6}\end{aligned}$$

แอน คัม และวู (An; Kulm; & Wu. 2004: 145) ได้ศึกษาเปรียบเทียบความรู้ทางการสอนในเนื้อหาคณิตศาสตร์ของครูประจำการคณิตศาสตร์ในโรงเรียนมัธยมศึกษาระหว่างประเทศสหรัฐอเมริกาและประเทศจีน ซึ่งมีการเก็บรวบรวมข้อมูลด้วยแบบสอบถามและการสัมภาษณ์เพิ่มเติม โดยมีตัวอย่างของข้อคำถามดังนี้

- อדםเป็นนักเรียนเกรด 5 ที่มีอายุ 10 ปี และได้รับคะแนนจากการทดสอบครั้งล่าสุดคิดเป็นร้อยละ 82 ของคะแนนเต็ม ให้ท่านพิจารณาการบวกเศษส่วนที่อดัมส์แสดงไว้ และตอบคำถามด้านล่างนี้

$$\frac{3}{4} + \frac{4}{5} = \frac{7}{9}$$

$$2\frac{1}{2} + 1\frac{1}{2} = 3\frac{2}{5}$$

1) ให้ท่านอธิบายว่าอดัมมีมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ที่คลาดเคลื่อนอย่างไร

2) ท่านมีวิธีการให้งาน ตัวอย่าง หรือใช้คำถามอย่างไร เพื่อช่วยให้อดัมเข้าใจ

ความหมายของการบวกเศษส่วน และช่วยแก้ไขมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ที่คลาดเคลื่อนของอดัมส์

- ครูประจำการคณิตศาสตร์ให้งานนักเรียนเกรด 5 ในการเรียงเศษส่วน $\frac{3}{8}, \frac{1}{4}, \frac{2}{3}$

ซึ่งมีนักเรียนจำนวน 3 คน แสดงการเรียงเศษส่วนดังต่อไปนี้

การเรียงเศษส่วนของลาโทยา $\frac{1}{4}, \frac{2}{3}, \frac{3}{8}$

การเรียงเศษส่วนของโรเบิร์ต $\frac{1}{4}, \frac{2}{3}, \frac{3}{8}$

การเรียงเศษส่วนของแซนดรา $\frac{1}{4}, \frac{3}{8}, \frac{2}{3}$

ให้ท่านตอบคำถามต่อไปนี้

1) ให้ท่านอธิบายถึงความคิดในการเรียงเศษส่วนของนักเรียนแต่ละคน

2) ท่านจะใช้คำถามอย่างไรเพื่อช่วยให้ลาโทยามีความเข้าใจที่ถูกต้องในการเรียงเศษส่วนนี้

3) ให้ท่านอธิบายว่าโรเบิร์ตมีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนอย่างไรในการเปรียบเทียบเศษส่วน

ผลการวิจัยแสดงให้เห็นว่า ความรู้ทางการสอนในเนื้อหาคณิตศาสตร์ของครูประจำการคณิตศาสตร์จากประเทศทั้งสองมีความแตกต่างกัน และด้วยความต่างต่างกันนี้จึงมีผลกระทบต่อการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ โดยที่ครูประจำการคณิตศาสตร์ของประเทศจีนให้ความสำคัญกับการพัฒนานักเรียนให้มีความรู้ความเข้าใจในมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ และความรู้ในเชิงขั้นตอนวิธีทางคณิตศาสตร์อย่างเข้มข้นซึ่งสอดคล้องกับวัฒนธรรมทางการศึกษาแบบดั้งเดิมที่ปฏิบัติสืบต่อกันมา และได้รับการยอมรับว่าเป็นสิ่งที่มีคุณค่าต่อการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ ในขณะที่ครูประจำการคณิตศาสตร์ของประเทศสหรัฐอเมริกาให้ความสำคัญกับการพัฒนานักเรียนให้มีทักษะและกระบวนการเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่หลากหลาย

ซิค เฟม และเบเกอร์ (Chick; Pham; & Baker. 2006) ได้ศึกษาความรู้ทางการสอนในเนื้อหาคณิตศาสตร์ของครูประจำการคณิตศาสตร์ที่สอนในเกรด 5 และ 6 จำนวนทั้งหมด 14 คน เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นเนื้อหาคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับขั้นตอนวิธีการลบจำนวนเต็ม ในงานวิจัยนี้ได้นำเสนอกรอบแนวคิดสำหรับการศึกษาความรู้ทางการสอนในเนื้อหาคณิตศาสตร์ซึ่งสามารถบ่งชี้ถึงความเข้มแข็งหรือความอ่อนด้อยของความรู้ทางการสอนในเนื้อหาคณิตศาสตร์ของครูประจำการคณิตศาสตร์ดังตาราง 4 สำหรับการเก็บรวบรวมข้อมูลดำเนินการด้วยแบบสอบถามและการสัมภาษณ์เพิ่มเติม โดยมีข้อคำถามดังนี้

- ให้ท่านพิจารณาการทำงานของนักเรียนที่มีปัญหาเกี่ยวกับการลบจำนวนเต็มด้านล่างนี้

$$\begin{array}{r} 4 \ 3 \ 8 \\ - 1 \ 7 \ 2 \\ \hline 3 \ 4 \ 6 \end{array} \qquad \begin{array}{r} 5 \ 8 \ 1 \ 9 \\ - 2 \ 6 \ 7 \ 3 \\ \hline 3 \ 2 \ 6 \ 6 \end{array}$$

ท่านมีวิธีการนำเสนอหรือให้คำอธิบายอย่างไร เพื่อช่วยให้นักเรียนมีความเข้าใจเกี่ยวกับขั้นตอนวิธีการลบจำนวนเต็มนี้

การวิเคราะห์ข้อมูลได้พิจารณาจากการตอบแบบสอบถามและการให้สัมภาษณ์ของครูประจำการคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์นี้ ซึ่งผลการวิจัยพบว่า ครูประจำการคณิตศาสตร์ส่วนใหญ่รู้ขั้นตอนวิธีการลบจำนวนเต็ม แต่ประสบปัญหาในการอธิบายถึงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ที่คลาดเคลื่อนของนักเรียน และไม่สามารถเลือกใช้วิธีการนำเสนอที่เหมาะสมเพื่อไม่ให้นักเรียนมีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนนี้ได้

ลิม ทีโอ และคนอื่นๆ (Lim-Teo; et al. 2007: 237) ได้ศึกษาการพัฒนาความรู้ทางการสอนในเนื้อหาคณิตศาสตร์ระดับประถมศึกษาของนักศึกษาหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพครูคณิตศาสตร์ โดยมีการพัฒนาเครื่องมือในการเก็บรวบรวมข้อมูลทั้งหมด 16 ฉบับ และได้ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลจากนักศึกษาหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพครูคณิตศาสตร์ สังกัดสถาบันทางการศึกษาแห่งชาติสิงคโปร์ (The National Institute of Education) ตอนเริ่มเข้าศึกษาในปี ค.ศ. 2003 และดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลอีกครั้งด้วยเครื่องมือชุดเดิมในปี ค.ศ. 2005 ผลการวิจัยพบว่า นักศึกษาครูมีความรู้ทางการสอนในเนื้อหาคณิตศาสตร์ในระดับที่ต่ำมากในตอนเริ่มเข้าศึกษาในหลักสูตรนี้ แต่หลังจากที่สำเร็จการศึกษาจากหลักสูตรนี้แล้ว นักศึกษาครูมีความรู้ทางการสอนในเนื้อหาคณิตศาสตร์ดีขึ้นกว่าตอนเริ่มเข้าศึกษาอย่างมีนัยสำคัญ

2.9 การทำงานร่วมกันในการศึกษาและพัฒนาบทเรียน

การศึกษาและพัฒนาบทเรียนมีหัวใจอยู่ที่การทำงานร่วมกันของครูประจำการคณิตศาสตร์อย่างต่อเนื่องเพื่อปรับปรุงบทเรียนและการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์โดยมีเป้าหมายสำคัญสูงสุดอยู่ที่การปรับปรุงการเรียนรู้คณิตศาสตร์ของนักเรียน (Isoda; et al. 2007: 16; Lesson Study Group at Mills College. 2007: Online; Lesson Study Research Group. 2006: Online) แครอลิน ดอนเนลลี (Carolyn Donnelly) ครูประจำการคณิตศาสตร์ที่สอนในเกรด 6 ที่เข้าร่วมการพัฒนาครูประจำการคณิตศาสตร์ด้วยวิธีการศึกษาและพัฒนาบทเรียนในโรงเรียนของมลรัฐโอเรกอน ประเทศสหรัฐอเมริกา กล่าวถึงประสบการณ์ที่ได้ทำงานร่วมกันกับครูประจำการคณิตศาสตร์

คนอื่นๆว่า “การทำงานร่วมกันในฐานะของเพื่อนร่วมงานในการศึกษาและพัฒนาบทเรียนทำให้ครูประจำการคณิตศาสตร์ในโรงเรียนสามารถพูดคุยและอภิปรายกันอย่างเข้มข้นเพื่อปรับปรุงการเรียนรู้ของนักเรียน กิจกรรมเหล่านี้ทำให้เราเข้าใจความคิดและการเรียนรู้ของนักเรียนดียิ่งขึ้น ทั้งนี้เพราะว่าเราสามารถแลกเปลี่ยนเรียนรู้และรับฟังความคิดเห็นซึ่งกันและกันได้ เราจึงไม่ยึดติดอยู่กับความคิดของตนเอง เพราะบางครั้งความคิดและประสบการณ์ของเพื่อนร่วมงานก็ให้แง่มุมที่มีความเหมาะสมต่อการเรียนรู้ของนักเรียนมากกว่าความคิดของเราเอง” (Stepanek; et al. 2007: 13) ประสบการณ์ดังกล่าวมีความสอดคล้องกับงานของลิวอิส เพอร์รี และเฮิร์ด (Lewis; Perry; & Hurd. 2004: 20) ที่ได้กล่าวถึงความคิดเห็นของครูประจำการคณิตศาสตร์ที่ทำงานร่วมกันในการศึกษาและพัฒนาบทเรียนว่า “ในการทำงานร่วมกันกับเพื่อนร่วมงานทำให้มีโอกาสได้ซักถามและปรึกษาหารือกัน การยอมรับฟังความคิดเห็นซึ่งกันและกัน ทำให้ได้ข้อเสนอแนะที่เป็นประโยชน์ต่อการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์อยู่เสมอ จึงเป็นสิ่งที่มีคุณค่าต่อการประกอบวิชาชีพครูอย่างมาก”

สติกลอร์ และฮิลเบิร์ต (Stigler; & Hiebert. 1999: 123-125) กล่าวว่า การทำงานร่วมกันในการศึกษาและพัฒนาบทเรียนที่มีการอภิปรายและแลกเปลี่ยนเรียนรู้ซึ่งกันและกันในเชิงวิชาการอย่างเข้มข้นช่วยให้ครูประจำการคณิตศาสตร์สามารถปรับปรุงภาษาในการให้คำอธิบายที่มีความเหมาะสมกับระดับความสามารถในการเรียนรู้ของนักเรียน ครูประจำการคณิตศาสตร์สามารถเรียนรู้ในสิ่งที่ควรปรับปรุงได้จากการสังเกตและวิเคราะห์ความคิดในการเรียนรู้คณิตศาสตร์ของนักเรียน ครูประจำการคณิตศาสตร์ควรยึดถือว่าความสำเร็จหรือความผิดพลาดในการทำงานร่วมกันในการศึกษาและพัฒนาบทเรียนเป็นความรับผิดชอบร่วมกัน และเป็นประสบการณ์ที่น่าเรียนรู้เนื่องจากเป้าหมายสำคัญที่สุดมิใช่การสร้างผลงานอันโดดเด่นของใครคนใดคนหนึ่งแต่เป็นความสำเร็จในการปรับปรุงคุณภาพการเรียนรู้คณิตศาสตร์ของนักเรียนให้ดียิ่งขึ้น

อิโซดา และคนอื่นๆ (Isoda; et al. 2007: 17) ลูค ฮอสลีย์ และคนอื่นๆ (Louck-horsley; et al. 1998) และ แมททิวส์ แฮลส และฟินเกิน (Matthews; Hlas; & Finken. 2009: 508) กล่าวไว้สอดคล้องกันว่า ครูประจำการคณิตศาสตร์ควรอุทิศเวลาและทุ่มเทพลังความคิดให้กับการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ซึ่งกันและกันขณะที่ทำงานร่วมกันในการศึกษาและพัฒนาบทเรียน โดยตระหนักว่าช่วงเวลาที่ได้ทำงานร่วมกับเพื่อนร่วมงานเป็นช่วงเวลาที่มีคุณค่า การร่วมมือ ร่วมแก้ปัญหา และร่วมวิเคราะห์วิจารณ์กันในเชิงวิชาการอย่างลึกซึ้งทำให้ครูประจำการคณิตศาสตร์มีโอกาสได้พัฒนาความรู้ของตนเอง มีความมั่นใจต่อการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ในบริบทที่หลากหลาย และมีความเข้าใจในความคิดและความสามารถในการเรียนรู้คณิตศาสตร์ของนักเรียนเพิ่มขึ้น

บายรัม จาร์เรลล์ และมูโนซ (Byrum; Jarrell; & Munoz. 2002) สคัช กาฮาลา และโอไบรอัน (Schuch; Gahara; & O' Brien. 2002) และวิลมส์ (Wilms. 2003) กล่าวไว้สอดคล้องกันว่า

การทำงานร่วมกันในการศึกษาและพัฒนาบทเรียนช่วยเพิ่มพลังในการทำงานให้กับครูประจำการ คณิตศาสตร์ และลดความโดดเดี่ยวในการทำงานลง การแลกเปลี่ยนเรียนรู้ซึ่งกันและกันอย่างสม่ำเสมอช่วยสร้างความไว้วางใจ ทำให้ครูประจำการคณิตศาสตร์สามารถวางเป้าหมายร่วมกัน และเรียนรู้ร่วมกันในการพัฒนาคุณภาพการเรียนรู้ของนักเรียนได้

ลิวอิส และทซุชิดะ (Lewis; & Tsuchida. 1997: 325) และ ลิปแทค (Liptak. 2005) กล่าวไว้สอดคล้องกันว่า การทำงานร่วมกันในการศึกษาและพัฒนาบทเรียนช่วยส่งเสริมให้ครูประจำการคณิตศาสตร์สามารถปรับปรุงความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาคณิตศาสตร์และการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ได้ การอภิปรายกันอย่างเข้มข้นโดยมีการแสดงหลักฐานหรือเหตุการณ์ที่เกี่ยวข้องกับความคิดและความสามารถในการเรียนรู้คณิตศาสตร์ของนักเรียนมาสนับสนุนหรือคัดค้านในการเสนอข้อคิดเห็นยังช่วยทำให้เข้าใจความคิดและการเรียนรู้ของนักเรียน และทำให้สามารถจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ได้เหมาะสมกับความคิดและการเรียนรู้ดังกล่าวได้

2.9.1 ความหมายของการทำงานร่วมกันในการศึกษาและพัฒนาบทเรียน

สเตฟาเน็ค และคนอื่นๆ (Stepanek; et al. 2007: 44-46) และ เวสต์ทิมเมอร์ (Westheimer. 1998) กล่าวไว้สอดคล้องกันว่า การทำงานร่วมกันในการศึกษาและพัฒนาบทเรียนของครูประจำการคณิตศาสตร์มีลักษณะพิเศษอยู่ที่การร่วมมือ ร่วมแก้ปัญหา และร่วมแลกเปลี่ยนเรียนรู้ซึ่งกันและกันอย่างต่อเนื่องตลอดการดำเนินงานตามกระบวนการของการศึกษาและพัฒนาบทเรียน

จากการสังเคราะห์แนวคิดของการทำงานร่วมกันซึ่งเป็นพื้นฐานของการปฏิบัติการเรียนรู้ในโรงเรียนทำให้พอสรุปได้ว่า การทำงานร่วมกัน (Collaborative Working) หมายถึง การรวมตัวกันของบุคคลตั้งแต่สองคนขึ้นไปร่วมกันวางเป้าหมายในการพัฒนาคุณภาพการเรียนรู้ของนักเรียน โดยบุคคลที่ทำงานร่วมกันมีสถานภาพในการทำงานเสมอภาคเท่าเทียมกัน ไม่มีหัวหน้าไม่มีลูกน้อง มีแต่ความเป็นเพื่อนร่วมงานซึ่งประสานความคิด ความสามารถ เวลา และทรัพยากร เพื่อดำเนินการตามกิจกรรมให้บรรลุเป้าหมายของการพัฒนาคุณภาพการเรียนรู้ของนักเรียน กิจกรรมการทำงานร่วมกันที่พบมากในการปฏิบัติการเรียนรู้ในโรงเรียนเป็นการประสานแนวคิดของการทำงานร่วมกันเข้ากับกิจกรรมการปฏิบัติการเรียนรู้ในโรงเรียนแบบต่างๆ เช่นการประสานแนวคิดด้านการวิจัยปฏิบัติการกับการทำงานร่วมกัน (Collaborative Action Research) ด้วยเหตุที่แนวทางการทำงานร่วมกันส่งเสริมให้เกิดการปฏิบัติการเรียนรู้ในโรงเรียนและทำให้เกิดการพัฒนาคุณภาพการเรียนรู้ของนักเรียน จึงกล่าวได้ว่าโรงเรียนใดที่บุคลากรในโรงเรียนโดยเฉพาะครูประจำการมีความผูกพันกันระหว่างเพื่อนร่วมงาน มีประสิทธิภาพในการทำงานร่วมกันในระดับสูง และสามารถรักษาความร่วมมือในการทำงาน

ร่วมกันนั้นให้คงอยู่อย่างต่อเนื่อง โรงเรียนดังกล่าวมักจะประสบความสำเร็จในการพัฒนาคุณภาพการเรียนรู้ของนักเรียน (สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา. 2549: 24; Bodily. 2001; Caldwell; & Spinks. 1998; Datnow. 2000; Knoke; & Kuklinski. 1982; McAdams. 1997; Ogawa. 1994; Roderick. 1997; Scheerens. 2001)

พจนานุกรมศัพท์ศึกษาศาสตร์ ฉบับราชบัณฑิตยสถาน (2551: 75) ได้ให้ความหมายไว้ว่า การทำงานร่วมกัน (Collaboration) หมายถึง การทำงานที่บุคคลหลายคนร่วมกันดำเนินการโดยทุกคนมีเกียรติและศักดิ์ศรีเท่าเทียมกัน มีการรวมพลัง ความคิด และสติปัญญา ช่วยกันทำงานเพื่อให้ผลงานมีคุณภาพและประสิทธิภาพ

วิกิพีเดีย (Wikipedia. 2008: Online) ได้ให้ความหมายไว้ว่า การทำงานร่วมกัน หมายถึง กระบวนการที่บุคคลตั้งแต่ 2 คนขึ้นไปร่วมกันทำงานโดยวางเป้าหมายร่วมกัน แลกเปลี่ยนเรียนรู้ทั้งในด้านของความรู้และประสบการณ์ซึ่งกันและกัน และมีการสร้างข้อสรุปร่วมกัน

จากลักษณะของการทำงานร่วมกันในการศึกษาและพัฒนาบทเรียน แนวคิด และความหมายของการทำงานร่วมกันข้างต้น ทำให้ผู้วิจัยพอสรุปความหมายของการทำงานร่วมกันในการศึกษาและพัฒนาบทเรียนในการวิจัยครั้งนี้ได้ว่า การทำงานร่วมกันในการศึกษาและพัฒนาบทเรียน หมายถึง การร่วมมือ ร่วมแก้ปัญหา และร่วมแลกเปลี่ยนเรียนรู้ซึ่งกันและกันของครูประจำการ คณาจารย์ที่มีสถานภาพเท่าเทียมกันในการทำงานร่วมกันระหว่างที่มีการดำเนินงานตามกระบวนการของการศึกษาและพัฒนาบทเรียน

2.9.2 องค์ประกอบในการประเมินประสิทธิภาพของการทำงานร่วมกันในการศึกษาและพัฒนาบทเรียน

จากการสังเคราะห์งานของเบรย์ และคนอื่นๆ (Bray; et al. 2000) คอลเลย์ และคนอื่นๆ (Collay; et al. 1998) ดูโฟร์ และเอเคอร์ (Dufour; & Eaker. 1998) ฟรีสคิล และทอร์เรส (Preskill; & Torres. 1999) สเตฟาเน็ค และคนอื่นๆ (Stepanek; et al. 2007: 44-46) และเวสต์ไฮเมอร์ (Westheimer. 1998) ทำให้สามารถสรุปลักษณะการทำงานร่วมกันในการศึกษาและพัฒนาบทเรียนของครูประจำการคณาจารย์ที่มีประสิทธิภาพ โดยพิจารณาจากองค์ประกอบดังต่อไปนี้

1. การให้ความเชื่อมั่นในการศึกษาและพัฒนาบทเรียน เป็นการทำงานร่วมกันของครูประจำการคณาจารย์ที่มีการแสดงออกถึงความเชื่อมั่น นิยมชมชอบ ทำงานร่วมกันด้วยความเต็มใจ ปราศจากการบีบบังคับ

2. การสื่อสารแบบเปิด เป็นการทำงานร่วมกันของครูประจำการคณาจารย์ที่มีการสื่อสารกันอย่างชัดเจน ตรงไปตรงมา สามารถซักถาม ได้ตอบ และตรวจสอบข้อสงสัยได้อย่างเปิดเผย

3. การมีเป้าหมายร่วมกัน เป็นการทำงานร่วมกันของครูประจำการคณิตศาสตร์ที่มีความเข้าใจตรงกันในทิศทางที่นำไปสู่เป้าหมายที่กำหนดไว้ร่วมกัน

4. การยอมรับนับถือความคิดเห็นที่แตกต่างกัน เป็นการทำงานร่วมกันของครูประจำการคณิตศาสตร์ที่มีการรับฟังความคิดเห็นซึ่งกันและกัน

5. การมีมนุษยสัมพันธ์ เป็นการทำงานร่วมกันของครูประจำการคณิตศาสตร์ที่มีความสัมพันธ์อันดีต่อกัน ร่วมแรง ร่วมใจ และมีความสามัคคีในการปฏิบัติงาน

6. การมีส่วนร่วม เป็นการทำงานร่วมกันของครูประจำการคณิตศาสตร์ที่เปิดโอกาสให้เพื่อนร่วมงานได้มีส่วนวางแผน ตัดสินใจ แก้ปัญหา และมีส่วนร่วมในการปฏิบัติงาน

7. การวิเคราะห์วิจารณ์เชิงวิชาการอย่างลึกซึ้ง เป็นการทำงานร่วมกันของครูประจำการคณิตศาสตร์ที่มีการสนทนา อภิปราย และแลกเปลี่ยนเรียนรู้ซึ่งกันและกันเกี่ยวกับเนื้อหา คณิตศาสตร์ กิจกรรมการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ และการแสดงออกซึ่งความคิดและความสามารถในการเรียนรู้คณิตศาสตร์ของนักเรียน

8. การเอาใจใส่ในการแก้ปัญหา เป็นการทำงานร่วมกันของครูประจำการคณิตศาสตร์ที่มีความเอาใจใส่และจริงจังต่อปัญหาที่พบ โดยร่วมกันเสนอข้อคิดเห็นเพื่อหาแนวทางการแก้ปัญหา

9. การไม่ละเลยความคิดแตกต่างที่มีคุณค่า เป็นการทำงานร่วมกันของครูประจำการคณิตศาสตร์ที่มีการแสดงออกต่อความคิดที่แตกต่างกันของครูประจำการคณิตศาสตร์คนอื่นๆ ในฐานะเป็นสิ่งที่มีความค่า ก่อให้เกิดความรู้ หรือประสบการณ์ใหม่ในวิชาชีพ

10. การแสดงความคิดเห็นเชิงคัดค้านหรือสนับสนุนอย่างสุภาพ เป็นการทำงานร่วมกันของครูประจำการคณิตศาสตร์ที่มีการแสดงความคิดเห็นเชิงคัดค้าน หรือสนับสนุนความคิดเห็นของตนเองหรือครูประจำการคณิตศาสตร์คนอื่นๆอย่างสุภาพ มีคำอธิบายที่แสดงเหตุผลหรือหลักฐานยืนยันที่ชัดเจน และมีการตกลงกันเพื่อหาข้อสรุปซึ่งเป็นที่ยอมรับได้

11. การหาทางยุติความขัดแย้งทางความคิด เป็นการทำงานร่วมกันของครูประจำการคณิตศาสตร์ที่มีการตกลงเพื่อหาข้อยุติให้กับความคิดที่ขัดแย้งกัน มีความพยายามทำความเข้าใจประเด็นที่เป็นข้อเสนอมุมมอง

12. การมองความผิดพลาดในฐานะโอกาสในการเรียนรู้ เป็นการทำงานร่วมกันของครูประจำการคณิตศาสตร์ที่มีการแสดงออกต่อความผิดพลาดหรือความเข้าใจผิดที่เกิดขึ้นในฐานะของประสบการณ์ที่ให้ประโยชน์ และถือเป็นโอกาสในการเรียนรู้

จากองค์ประกอบทั้ง 12 ด้านดังกล่าว ผู้วิจัยพบว่าในบางองค์ประกอบมีลักษณะสำคัญที่มีความคล้ายคลึงกัน จึงได้พิจารณาจัดองค์ประกอบเพื่อใช้ในการประเมินประสิทธิภาพของ

การทำงานร่วมกันในการศึกษาและพัฒนาบทเรียนของครูประจำการคณิตศาสตร์สำหรับการวิจัยครั้งนี้ โดยกำหนดให้มีการพิจารณาจากองค์ประกอบรวม 6 ด้าน ดังต่อไปนี้

1. การมีส่วนร่วมและเอาใจใส่ในการแก้ปัญหา หมายถึง การทำงานร่วมกันของครูประจำการคณิตศาสตร์ที่มีความกระตือรือร้นในการวางแผนและตัดสินใจในการแก้ปัญหา ตลอดจนมีความเอาใจใส่และจริงจังต่อปัญหาที่พบ โดยร่วมกันเสนอข้อคิดเห็นเพื่อหาแนวทางการแก้ปัญหา

2. การวิเคราะห์วิจารณ์ในเชิงวิชาการอย่างลึกซึ้ง หมายถึง การทำงานร่วมกันของครูประจำการคณิตศาสตร์ที่มีการวิเคราะห์ แสดงความคิดเห็น ชักถาม และอภิปรายกันถึงเนื้อหา คณิตศาสตร์ที่ใช้ในการจัดการเรียนการสอน ลำดับขั้นตอนในการจัดการเรียนการสอน และการแสดงออกซึ่งความคิดและความสามารถในการเรียนรู้คณิตศาสตร์ของนักเรียนขณะที่มีการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์

3. การยอมรับฟังความคิดเห็นและให้คุณค่าต่อความคิดเห็นที่แตกต่างกัน หมายถึง การทำงานร่วมกันของครูประจำการคณิตศาสตร์ที่มีการยอมรับฟังความคิดเห็นซึ่งกันและกัน และแสดงออกต่อความคิดเห็นที่แตกต่างกันในฐานะเป็นสิ่งที่มีความค่า ก่อให้เกิดความรู้หรือประสบการณ์ใหม่ในการพัฒนาวิชาชีพ

4. การแสดงความคิดเห็นเชิงคัดค้านหรือสนับสนุนอย่างสุภาพ หมายถึง การทำงานร่วมกันของครูประจำการคณิตศาสตร์ที่มีการแสดงความคิดเห็นเชิงคัดค้าน หรือสนับสนุนความคิดเห็นของตนเองหรือครูประจำการคณิตศาสตร์คนอื่นๆอย่างสุภาพ มีคำอธิบายที่แสดงเหตุผลหรือหลักฐานยืนยันที่ชัดเจน และมีการตกลงกันเพื่อหาข้อสรุปซึ่งเป็นที่ยอมรับได้

5. การมองความผิดพลาดหรือความเข้าใจผิดในฐานะโอกาสในการเรียนรู้ หมายถึง การทำงานร่วมกันของครูประจำการคณิตศาสตร์ที่มีการแสดงออกต่อความผิดพลาดหรือความเข้าใจผิดที่เกิดขึ้นในฐานะของประสบการณ์ที่ให้ประโยชน์และถือเป็นโอกาสในการเรียนรู้

6. การให้ความเชื่อมั่นในการศึกษาและพัฒนาบทเรียน หมายถึง การทำงานร่วมกันของครูประจำการคณิตศาสตร์ที่มีการแสดงออกซึ่งความเชื่อมั่นว่าการศึกษาและพัฒนาบทเรียนมีส่วนช่วยให้สามารถปรับปรุงคุณภาพการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ได้จริง และมีความเต็มใจในการทำงานร่วมกันตามกระบวนการของการศึกษาและพัฒนาบทเรียน

2.9.3 การกำหนดกฎเกณฑ์พื้นฐานสำหรับการทำงานร่วมกันในการศึกษาและพัฒนาบทเรียน

ในการศึกษาและพัฒนาบทเรียนครูประจำการคณิตศาสตร์ที่ทำงานร่วมกันจะมีการอภิปรายในเชิงวิชาการกันอย่างเข้มข้นทำให้มีโอกาสเกิดความคิดเห็นที่ไม่ลงรอยกัน ซึ่งในระยะยาวความคิดเห็นที่ไม่ลงรอยกันดังกล่าวอาจกลายเป็นความขัดแย้ง และเป็นอุปสรรคต่อการดำเนินงานตามกระบวนการของการศึกษาและพัฒนาบทเรียนได้ ดังนั้นครูประจำการคณิตศาสตร์ควรร่วมกันกำหนดกฎเกณฑ์พื้นฐานสำหรับการทำงานร่วมกัน (Ground Rules) เพื่อป้องกันไม่ให้เกิดความขัดแย้งดังกล่าวขึ้น และเป็นการสร้างความเชื่อมั่นว่าการทำงานร่วมกันจะดำเนินไปอย่างกัลยาณมิตร มีความไว้วางใจ และยอมรับนับถือซึ่งกันและกัน การมีกฎเกณฑ์พื้นฐานดังกล่าวยังมีผลต่อประสิทธิภาพของการทำงานร่วมกันของครูประจำการคณิตศาสตร์ช่วยสร้างความเข้าใจเบื้องต้นที่ตรงกันและเป็นทางออกให้กับปัญหาหรืออุปสรรคที่พบในการดำเนินงานตามกระบวนการของการศึกษาและพัฒนาบทเรียน (Fernandez; & Chokshi. 2002; Stepanek; et al. 2007: 43-45)

สเตฟาเน็ค และคนอื่นๆ (Stepanek; et al. 2007: 43-45) กล่าวว่า โดยปกติแล้วครูประจำการคณิตศาสตร์จะร่วมกันกำหนดกฎเกณฑ์พื้นฐานสำหรับการทำงานร่วมกันขึ้นก่อนมีการวางแผนเป้าหมายหลักของการศึกษาและพัฒนาบทเรียน โดยระดมความคิดของครูประจำการคณิตศาสตร์เพื่อให้ได้มาซึ่งข้อสรุปร่วมกันในประเด็นต่อไปนี้

1. เจือ้นไขหรือข้อตกลงที่จำเป็นสำหรับการทำงานร่วมกัน (เป็นประเด็นกว้างๆ ที่เกี่ยวข้องกับการคาดหวังร่วมกัน และการคงไว้ซึ่งการดำเนินงานอย่างต่อเนื่อง)
2. เจือ้นไขหรือข้อตกลงที่จำเป็นสำหรับการเรียนรู้ร่วมกัน (เช่น ข้อตกลงในการเข้าร่วมสังเกตการจัดการเรียนการสอนในห้องเรียน การอภิปราย แสดงความคิดเห็น และการสะท้อนผล เป็นต้น)
3. วิธีการยุติหรือหาทางออกเมื่อมีความขัดแย้งทางความคิดเกิดขึ้นในการอภิปราย แสดงความคิดเห็น และสะท้อนผล

สำหรับในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยตระหนักถึงปัญหาซึ่งอาจเกิดขึ้นได้จากความขัดแย้งทางความคิดของครูประจำการคณิตศาสตร์ในการดำเนินงานตามกระบวนการของการศึกษาและพัฒนาบทเรียนจึงกำหนดให้ครูประจำการคณิตศาสตร์มีโอกาสร่วมกันกำหนดกฎเกณฑ์พื้นฐานสำหรับการทำงานร่วมกันในการศึกษาและพัฒนาบทเรียนในขั้นตอนที่ 1 การกำหนดเป้าหมายหลัก ซึ่งเป็นขั้นตอนแรกในกระบวนการของการศึกษาและพัฒนาบทเรียนสำหรับการวิจัยครั้งนี้

2.10 ความเหมาะสมของบทเรียนคณิตศาสตร์

การประเมินความเหมาะสมของบทเรียนคณิตศาสตร์เป็นอีกองค์ประกอบหนึ่งของการประเมินผลการพัฒนาครูประจำการคณิตศาสตร์ด้วยวิธีการศึกษาและพัฒนาบทเรียน ครูประจำการคณิตศาสตร์ที่มีส่วนร่วมในการศึกษาและพัฒนาบทเรียนอย่างต่อเนื่องจะสามารถปรับปรุงบทเรียนคณิตศาสตร์ให้มีความเหมาะสมต่อการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ได้ (Stewart; & Brendefur. 2005)

2.10.1 ความหมายของบทเรียนคณิตศาสตร์

บทเรียนคณิตศาสตร์ในการศึกษาและพัฒนาบทเรียน (Research Lesson) เป็นเครื่องมือที่แสดงรายละเอียดของเนื้อหาและลำดับขั้นตอนของการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์สำหรับใช้พัฒนานักเรียนให้มีความคิดและความสามารถในการเรียนรู้คณิตศาสตร์ได้ บรรลุเป้าหมายหลักที่ครูประจำการคณิตศาสตร์ร่วมกันกำหนดขึ้น และยังสามารถใช้เป็นเครื่องมือประกอบการสังเกตการจัดการเรียนการสอนในห้องเรียนจริงและการสะท้อนผลได้อีกด้วย (Fernandez; & Chokshi. 2002; Stigler; & Hiebert. 1999: 122-123; Takahashi; & Yoshida. 2004: 440-441) โดยปกติแล้วบทเรียนคณิตศาสตร์ของประเทศญี่ปุ่นจะถูกพัฒนาขึ้นในรูปแบบของหน่วยการเรียนรู้ (Unit of Lesson) ซึ่งประกอบด้วยชุดของแผนการสอนที่มีเนื้อหาเชื่อมโยงกัน เนื่องจากมีความเชื่อว่าบทเรียนคณิตศาสตร์ในรูปแบบของแผนการสอนเพียงแผนการสอนเดียว (Single Lesson) ไม่เพียงพอสำหรับการพัฒนานักเรียนให้มีความรู้ความเข้าใจในมิติทางคณิตศาสตร์ได้ บทเรียนคณิตศาสตร์จึงประกอบด้วยหัวข้อย่อยต่างๆ ได้แก่ 1) ชื่อของบทเรียนหรือหน่วยการเรียนรู้ 2) เป้าหมายหลักของบทเรียนและการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ 3) ความสัมพันธ์ที่เกี่ยวข้องกับมาตรฐานการเรียนรู้และหลักสูตรการศึกษาแห่งชาติ 4) หลักการและเหตุผลที่สนับสนุนการศึกษาและพัฒนาบทเรียน 5) วิธีสอนหรือการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ที่ช่วยพัฒนานักเรียนให้บรรลุเป้าหมายหลัก 6) โครงสร้างของแผนการสอนทั้งหมดและเวลาที่ใช้ในการจัดการเรียนการสอน และ 7) รายละเอียดของแต่ละแผนการสอนซึ่งแสดงลำดับขั้นตอนของการจัดการเรียนการสอนโดยละเอียด รวมถึงการวัดและประเมินผลการเรียนรู้ของนักเรียน (Fernandez; & Chokshi. 2002; Takahashi; & Yoshida. 2004: 440-441)

ในประเทศไทย บทเรียนที่ใช้ในการจัดการเรียนการสอนในโรงเรียนโดยทั่วไปจะถูกพัฒนาขึ้นในรูปแบบของหน่วยการเรียนรู้แบบอิงมาตรฐาน เนื่องจากหลักสูตรที่โรงเรียนพัฒนาขึ้นโดยทั่วไปมีลักษณะเป็นหลักสูตรแบบอิงมาตรฐาน (Standards-Based Curriculum) กล่าวคือ เป็นหลักสูตรที่มีมาตรฐานการเรียนรู้เป็นเป้าหมาย หรือกรอบทิศทางในการกำหนดเนื้อหา ทักษะ

กระบวนการ การจัดการเรียนการสอน และการประเมินผลเพื่อพัฒนานักเรียนให้มีความรู้ความสามารถบรรลุมาตรฐานที่กำหนดไว้ (มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช. 2550: 2-37) บทเรียนดังกล่าวจึงเป็นส่วนที่เชื่อมโยงมาตรฐานการเรียนรู้ไปสู่การจัดการเรียนการสอนในห้องเรียนอย่างแท้จริง ทุกองค์ประกอบของหน่วยการเรียนรู้จึงเชื่อมโยงกับมาตรฐานการเรียนรู้ช่วงชั้น โดยปกติแล้วการออกแบบหน่วยการเรียนรู้แบบอิงมาตรฐานจะมี 6 องค์ประกอบสำคัญ ได้แก่ 1) หัวเรื่องหรือชื่อของหน่วยการเรียนรู้ 2) มาตรฐานการเรียนรู้ช่วงชั้น 3) สาระสำคัญของหน่วยการเรียนรู้ 4) กิจกรรมการเรียนรู้ 5) ชิ้นงานหรือภาระงานที่นักเรียนปฏิบัติ และ 6) การวัดและประเมินผล (มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช. 2550: 2-43; Carr; & Harris. 1996)

จากลักษณะของบทเรียนคณิตศาสตร์ในการศึกษาและพัฒนาบทเรียนของประเทศญี่ปุ่น ลักษณะของบทเรียนที่ใช้ในการจัดการเรียนการสอนในโรงเรียนโดยทั่วไปของประเทศไทย และลักษณะของบทเรียนที่ครูประจำการคณิตศาสตร์ในโรงเรียนที่เป็นสนามวิจัยใช้ในการจัดการเรียนการสอน ประกอบกับเนื้อหาที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นเนื้อหาคณิตศาสตร์เรื่อง เศษส่วน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ผู้วิจัยจึงให้ความหมายของบทเรียนคณิตศาสตร์ในการวิจัยครั้งนี้ว่า บทเรียนคณิตศาสตร์หมายถึง เนื้อหาและการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์เรื่อง เศษส่วน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่จัดอยู่ในรูปแบบของหน่วยการเรียนรู้จำนวน 1 หน่วยการเรียนรู้ ซึ่งมีองค์ประกอบสำคัญ 2 ส่วน ส่วนแรกเรียกว่า ส่วนนำของบทเรียนคณิตศาสตร์ ประกอบด้วย 1) ชื่อหน่วยการเรียนรู้ ระดับชั้นที่ใช้จัดการเรียนการสอน จำนวนชั่วโมงที่ใช้จัดการเรียนการสอน 2) มาตรฐานการเรียนรู้ช่วงชั้น 3) สาระการเรียนรู้และผลการเรียนรู้ที่คาดหวังรายปี 4) เป้าหมายหลักของบทเรียนและการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ 5) หัวข้อย่อยของเนื้อหาคณิตศาสตร์ มโนทัศน์หลักทางคณิตศาสตร์ และจำนวนชั่วโมงที่ใช้จัดการเรียนการสอนในแต่ละหัวข้อย่อย 6) ผังมโนทัศน์ และ 7) โครงสร้างของแผนการสอนทั้งหมดที่ใช้จัดการเรียนการสอน และส่วนที่สองเรียกว่า รายละเอียดของแผนการสอน

2.10.2 องค์ประกอบในการประเมินความเหมาะสมของบทเรียนคณิตศาสตร์

ในประเทศญี่ปุ่น รายละเอียดของแผนการสอนเป็นองค์ประกอบสำคัญของบทเรียนคณิตศาสตร์ แสดงให้เห็นถึงสาระสำคัญหรือมโนทัศน์หลักทางคณิตศาสตร์ที่ต้องการให้นักเรียนได้เรียนรู้ การใช้วิธีสอนหรือรูปแบบการสอนที่ช่วยให้นักเรียนสามารถเรียนรู้มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ได้ โดยมีการเชื่อมโยงกับมโนทัศน์เดิมที่นักเรียนได้เรียนรู้มาแล้ว โดยปกติแล้วองค์ประกอบของแผนการสอนในประเทศญี่ปุ่นจะมีความหลากหลาย แต่มักจะให้รายละเอียดในประเด็นต่อไปนี้

- สาระสำคัญหรือมโนทัศน์หลักทางคณิตศาสตร์ที่ต้องการให้นักเรียนได้เรียนรู้
- จุดประสงค์การเรียนรู้

- รายละเอียดของกิจกรรมการเรียนการสอน ที่มีการให้เหตุผลประกอบการ
เลือกใช้วิธีสอน การให้คำอธิบาย การใช้คำถาม การให้ตัวอย่าง การให้งานและแบบฝึกหัด

- การวัดและประเมินผลการเรียนรู้

(Fernandez; & Chokshi. 2002; Takahashi; & Yoshida. 2004: 440-441)

รายละเอียดในแต่ละองค์ประกอบของแผนการสอนเป็นส่วนสำคัญที่ถูกนำมา
พิจารณาในการประเมินความเหมาะสมของบทเรียน จากการสังเคราะห์งานที่เกี่ยวข้องกับ
องค์ประกอบของแผนการสอนและการประเมินความเหมาะสมของแผนการสอนของ ถวัล มาศจรัส
(2538: 170-181) นงนาฏ ตันติเสวี (2545: 4-7; 12-24; 37-41) วัฒนา ระเบียบทุกซ์ (2542: 83-133;
175-176) โสภณ นุ่มทอง (2543: 1-34) สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ (2544: 110)
สำนักงานคณะกรรมการข้าราชการครู (2545: 7-8; 14-15) และอำนาจ เกาตระกุล (2541: 22-88)
ผู้วิจัยจึงสามารถสรุปองค์ประกอบของแผนการสอนในบทเรียนคณิตศาสตร์ซึ่งใช้ในการประเมินความ
เหมาะสมของบทเรียนคณิตศาสตร์สำหรับการวิจัยครั้งนี้ได้ โดยพิจารณาจากองค์ประกอบรวม 6 ด้าน
ดังต่อไปนี้

1. สาระสำคัญ หมายถึง มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์หรือแก่นของเนื้อหาคณิตศาสตร์ที่
ต้องการให้นักเรียนได้เรียนรู้
2. จุดประสงค์การเรียนรู้ หมายถึง ความคาดหวังที่มีต่อพฤติกรรมการเรียนรู้ของ
นักเรียนเมื่อได้ดำเนินการตามที่กำหนดไว้ในกิจกรรมการเรียนการสอนแล้ว
3. เนื้อหา หมายถึง องค์ประกอบย่อยของเนื้อหาคณิตศาสตร์ ทฤษฎี หรือหลักการ
ทางคณิตศาสตร์ที่ต้องการให้นักเรียนได้เรียนรู้
4. กิจกรรมการเรียนการสอน หมายถึง การดำเนินการอย่างมีลำดับขั้นตอนเพื่อ
พัฒนานักเรียนให้มีพฤติกรรมเรียนรู้ที่สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ที่กำหนดไว้ โดยแสดง
รายละเอียดทั้งพฤติกรรมการสอนของครูประจำการคณิตศาสตร์ การเรียนรู้ของนักเรียน และการมี
ปฏิสัมพันธ์ระหว่างครูประจำการคณิตศาสตร์กับนักเรียน และระหว่างนักเรียนด้วยกันเองตลอด
ช่วงเวลาที่กำหนด
5. สื่อการเรียนการสอน หมายถึง เครื่องมือ วัสดุ หรืออุปกรณ์ต่างๆที่ใช้ประกอบ
กิจกรรมการเรียนการสอนเพื่อให้นักเรียนมีพฤติกรรมเรียนรู้ที่สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ที่
กำหนดไว้ได้โดยง่าย
6. การวัดและประเมินผลการเรียนรู้ หมายถึง การตรวจสอบและวินิจฉัยพฤติกรรม
การเรียนรู้ของนักเรียนโดยใช้เครื่องมือและวิธีการต่างๆในการเก็บรวบรวมข้อมูล และประเมินว่าเมื่อได้

ดำเนินการตามที่กำหนดไว้ในกิจกรรมการเรียนรู้แล้ว นักเรียนมีพฤติกรรมการเรียนรู้ที่สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ที่กำหนดไว้หรือไม่ อย่างไร

2.11 ความรู้ความเข้าใจในมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์และความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์

การศึกษาและพัฒนาบทเรียนเป็นการพัฒนาครูประจำการคณิตศาสตร์ที่ให้ความสำคัญสูงสุดต่อการปรับปรุงคุณภาพการเรียนรู้คณิตศาสตร์ของนักเรียน ซึ่งสะท้อนให้เห็นถึงลักษณะของการพัฒนาครูประจำการคณิตศาสตร์ที่มีประสิทธิภาพ และเป็นไปตามหลักการของการปฏิรูปคุณภาพการศึกษาในระบบโรงเรียน (สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา. 2549: 30; Amsterdam. 2001; Ball; & Cohen. 1999; Corcoran. 1995; Darling-Hammond; & McLaughlin. 1995; Fernandez; Cannon; & Chokshi. 2003; Guskey. 2000: 16-22; Hawley; & Valli. 1999; Lewis. 2000; Lewis; Perry; & Murata. 2003; North Center Regional Educational Library (NCREL). 1998: Online; Northwest Regional Educational Laboratory (NWREL). 2000: Online; 2004: Online; Office of Elementary and Secondary Education (OESE). 2000: Online; Petrescu. 2005; Riel. 1998: Online; Stepanek; et al. 2007: 12; Stigler; & Hiebert. 1999: 121; Takahashi; & Yoshida. 2004) การประเมินผลการเรียนรู้ของนักเรียนจึงเป็นอีกองค์ประกอบหนึ่งของการประเมินผล การพัฒนาครูประจำการคณิตศาสตร์ด้วยวิธีการศึกษาและพัฒนาบทเรียน

ในด้านผลการเรียนรู้คณิตศาสตร์ของนักเรียน ความรู้ความเข้าใจในมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์และความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนมีความสัมพันธ์กันในระดับสูง และเป็นสิ่งที่ชี้วัดถึงความสำเร็จในการเรียนรู้คณิตศาสตร์ของนักเรียนได้ (Gadanidis. 1988: 16; Snyder. 1968: 6; Travers; et al. 1977: 39) ดังนั้นความรู้ความเข้าใจในมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์และความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนจึงเป็นองค์ประกอบหนึ่งในการศึกษาผลของการพัฒนาครูประจำการคณิตศาสตร์ด้วยวิธีการศึกษาและพัฒนาบทเรียน สำหรับการวิจัยครั้งนี้

2.11.1 ความหมายของความรู้ความเข้าใจในมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์

วิลสัน (Wilson. 1971: 660-662) ได้จัดความรู้ความเข้าใจในมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ไว้ในระดับการเข้าใจ ซึ่งอยู่ในระดับที่ 2 ของระดับพฤติกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ของนักเรียนที่แบ่งออกเป็น 4 ระดับ ได้แก่ 1) ระดับการคิดคำนวณ 2) ระดับการเข้าใจ 3) ระดับการนำไปใช้ และ 4) ระดับการวิเคราะห์ ซึ่งพอสรุปได้ว่า ความรู้ความเข้าใจในมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์

เป็นความสามารถในการประมวลข้อเท็จจริงที่เป็นแก่นของเนื้อหาคณิตศาสตร์ โดยมีการตัดสินใจตีความและสรุปอ้างอิงโดยใช้คำพูดของตนเองออกมาในลักษณะของหลักการ หรือกฎเกณฑ์ทางคณิตศาสตร์ รวมถึงความสามารถในการนำผลที่ได้จากการสรุปอ้างอิงดังกล่าวไปสัมพันธ์กับสิ่งที่กำหนดให้จนได้แนวทางในการแก้ปัญหา

จากแนวคิดของวิลสันดังกล่าว และการสังเคราะห์งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความรู้ความเข้าใจในมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของ คูนีย เดวิส และเฮนเดอร์สัน (Cooney; Davis; & Henderson. 1975: 85) จรียา เกตุเผือก (2540: 8) ณัฏฐา กมล (2542: 10) โทมัสซิส (Toumasis. 1995: 98) บงกช ปิงเมือง (2547: 10) สวอร์ธ และเฮอส์โควิทซ์ (Schwarz; & Hershkowitz. 1999: 363) เอ็กเจน และโคแซก (Eggen; & Kauchak. 1995: 71) อัมพร ม้าคะนอง (2547: 110) ประกอบกับเนื้อหาที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นเนื้อหาคณิตศาสตร์เรื่อง เศษส่วน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ผู้วิจัยจึงให้ความหมายของความรู้ความเข้าใจในมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์สำหรับการวิจัยครั้งนี้ไว้ว่า ความรู้ความเข้าใจในมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถของนักเรียนในการประมวลความคิดความเข้าใจเกี่ยวกับข้อเท็จจริงที่เป็นแก่นของเนื้อหาคณิตศาสตร์เรื่อง เศษส่วน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โดยมีการตัดสินใจตีความและสรุปอ้างอิงโดยใช้คำพูดของตนเองออกมาในลักษณะของหลักการ หรือกฎเกณฑ์ทางคณิตศาสตร์ รวมถึงความสามารถในการนำผลที่ได้จากการสรุปอ้างอิงดังกล่าวไปสัมพันธ์กับสิ่งที่กำหนดให้จนได้แนวทางในการแก้ปัญหา

2.11.2 ความหมายของความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์

เมื่อพิจารณาระดับพฤติกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ของนักเรียนตามแนวคิดของวิลสัน (Wilson. 1971: 660-662) แล้วพบว่า ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ถูกจัดไว้ในระดับของการนำไปใช้ และระดับของการวิเคราะห์ ซึ่งมีรายละเอียดพอสรุปได้ดังนี้

ในระดับการนำไปใช้ กล่าวถึง ความสามารถในการตัดสินใจเพื่อแก้ปัญหาที่นักเรียนมีความคุ้นเคยและคล้ายคลึงกับปัญหาที่นักเรียนพบในระหว่างเรียน โดยที่นักเรียนสามารถเลือกกระบวนการแก้ปัญหาและดำเนินการแก้ปัญหาได้ไม่ยากนัก ซึ่งประกอบด้วย

- ความสามารถในการแก้ปัญหาที่คล้ายกับปัญหาที่พบในระหว่างเรียน นักเรียนต้องอาศัยความสามารถในระดับความเข้าใจและเลือกกระบวนการแก้ปัญหาจนได้คำตอบ

- ความสามารถในการเปรียบเทียบ เป็นการค้นหาความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลเพื่อสรุปการตัดสินใจ ในการแก้ปัญหาขั้นนี้อาจต้องใช้การคิดคำนวณและจำเป็นต้องอาศัยความรู้ที่เกี่ยวข้องรวมทั้งความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผล

- ความสามารถในการวิเคราะห์ข้อมูล เป็นการตัดสินใจในการหาคำตอบจากข้อมูลที่กำหนดให้ ซึ่งอาจต้องอาศัยการแยกแยะข้อมูลที่เกี่ยวข้องออกจากข้อมูลที่ไม่เกี่ยวข้อง พิจารณาว่าอะไรคือข้อมูลที่ต้องการเพิ่มเติม มีปัญหาอื่นใดบ้างที่อาจเป็นตัวอย่างในการหาคำตอบของปัญหาที่กำลังเผชิญอยู่ หรือต้องแยกแยะปัญหาออกมาพิจารณาเป็นส่วนๆ มีการตัดสินใจหลายครั้งจนได้คำตอบที่ต้องการ

- ความสามารถในการมองเห็นแบบแผนหรือโครงสร้างที่คล้ายคลึงกัน เป็นพฤติกรรมที่มีความต่อเนื่อง ตั้งแต่การระลึกถึงข้อมูลที่กำหนดให้ การเปลี่ยนรูปของปัญหา การจัดกระทำข้อมูล และการระลึกถึงความสัมพันธ์ นักเรียนต้องสำรวจหาสิ่งที่คุ้นเคยจากข้อมูลหรือสิ่งที่กำหนดให้จากโจทย์ปัญหาที่พบ

ในระดับการวิเคราะห์ กล่าวถึง ความสามารถในการแก้ปัญหาที่นักเรียนไม่เคยพบมาก่อน ซึ่งส่วนใหญ่เป็นโจทย์ปัญหาที่มีความพลิกแพลงต้องใช้ความรู้ความเข้าใจจากหลายเนื้อหา มาผสมผสานกันเพื่อแก้ปัญหาดังกล่าว พฤติกรรมในระดับนี้ถือว่าเป็นพฤติกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ขั้นสูงสุด ซึ่งประกอบด้วย

- ความสามารถในการแก้ปัญหาที่ไม่เคยพบมาก่อน เป็นปัญหาที่มีความซับซ้อน ไม่มีในแบบฝึกหัดและตัวอย่าง นักเรียนต้องอาศัยความคิดสร้างสรรค์ผสมผสานกับความรู้ความเข้าใจในนิเทศน์ทางคณิตศาสตร์ นิยาม หรือทฤษฎีต่างๆ ที่เรียนมาแล้วเพื่อหาคำตอบของปัญหา

- ความสามารถในการค้นหาความสัมพันธ์ เป็นความสามารถในการจัดส่วนต่างๆ ที่โจทย์กำหนดให้ใหม่ แล้วสร้างความสัมพันธ์ขึ้นมาใหม่เพื่อใช้ในการแก้ปัญหา

จากแนวคิดของวิลสันดังกล่าว และการสังเคราะห์งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของ กาญจนา ศรีเกื้อ (2547: 7) จรุง ขำพงศ์ (2542: 8) เจษฎ์สุตา จันทร์เอี่ยม (2542: 8) ปรีชา เนาว์เย็นผล (2544: 9) และอนนก จันทรวงูญ (2545: 7) ประกอบกับเนื้อหาที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นเนื้อหาคณิตศาสตร์เรื่อง เศษส่วน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ผู้วิจัยจึงให้ความหมายของความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์สำหรับการวิจัยครั้งนี้ว่า ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถของนักเรียนในการประยุกต์ความรู้ ความเข้าใจ ทักษะ และกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ตลอดจนประสบการณ์ที่มีมาใช้ในการค้นหาคำตอบของโจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์เรื่อง เศษส่วน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5

3. แนวคิดในการออกแบบบทเรียนและจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์

จากเป้าหมายหลักซึ่งเป็นเป้าหมายของการศึกษาและพัฒนาบทเรียนครั้งนี้ที่ครูประจำการคณิตศาสตร์ร่วมกันกำหนดขึ้นเพื่อต้องการพัฒนานักเรียนให้มีความรู้ความเข้าใจในมิติทางคณิตศาสตร์ และความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์เรื่อง เศษส่วน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ดังนั้นผู้วิจัยและครูประจำการคณิตศาสตร์จึงได้ร่วมกันศึกษาค้นคว้าเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องเพื่อนำมาใช้เป็นแนวคิดในการออกแบบบทเรียนและจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ให้บรรลุเป้าหมายหลักที่วางไว้ โดยมีการศึกษาค้นคว้าที่ครอบคลุมใน 3 หัวข้อหลัก ได้แก่ 1) การจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์เรื่อง เศษส่วน 2) การจัดการเรียนการสอนเพื่อพัฒนานักเรียนให้มีความรู้ความเข้าใจในมิติทางคณิตศาสตร์ และ 3) การจัดการเรียนการสอนเพื่อพัฒนานักเรียนให้มีความรู้ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ซึ่งจะได้กล่าวถึงรายละเอียดในแต่ละหัวข้อดังต่อไปนี้

3.1 การจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์เรื่อง เศษส่วน

3.1.1 ความหมายของเศษส่วน

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2548: 231) ได้ระบุถึงสาระสำคัญในเรื่องเศษส่วนไว้ว่า **เศษส่วน** เป็นสัญลักษณ์ใช้เขียนแทนจำนวน เช่น $\frac{1}{2}, \frac{1}{3}, \frac{1}{4}$ เป็นสัญลักษณ์แทนจำนวนส่วนแบ่งที่กล่าวถึง 1 ส่วน จากส่วนแบ่งที่เท่าๆกันทั้งหมด 2, 3, 4 ส่วน ตามลำดับ สัญลักษณ์ที่เขียนแสดงเศษส่วนประกอบด้วย **ตัวเศษ** แสดงจำนวนส่วนแบ่งที่กล่าวถึง ซึ่งจะเขียนไว้ด้านบน **ตัวส่วน** แสดงจำนวนส่วนแบ่งทั้งหมดที่เท่าๆกัน ซึ่งจะเขียนไว้ด้านล่าง และมีเส้นคั่นระหว่างตัวเศษและตัวส่วน เช่น $\frac{1}{2}, \frac{3}{4}$ โดยที่ $\frac{1}{2}$ อ่านว่า เศษหนึ่งส่วนสอง และ $\frac{3}{4}$ อ่านว่า เศษสามส่วนสี่

ศัพท์คณิตศาสตร์ ฉบับราชบัณฑิตยสถาน (ราชบัณฑิตยสถาน. 2549: 345) ได้ให้ความหมายของเศษส่วนไว้ดังนี้

1. ในทางเลขคณิต เศษส่วน หมายถึง นิพจน์ที่เขียนอยู่ในรูป $\frac{A}{B}$ โดยที่ A และ B เป็นนิพจน์ของจำนวน ซึ่ง $B \neq 0$ เรียก A ว่า ตัวเศษ (Numerator) เรียก B ว่า ตัวส่วน (Denominator) เช่น $\frac{2}{3}, \frac{5}{7}, \frac{3-\sqrt{2}}{4+\sqrt{3}}$

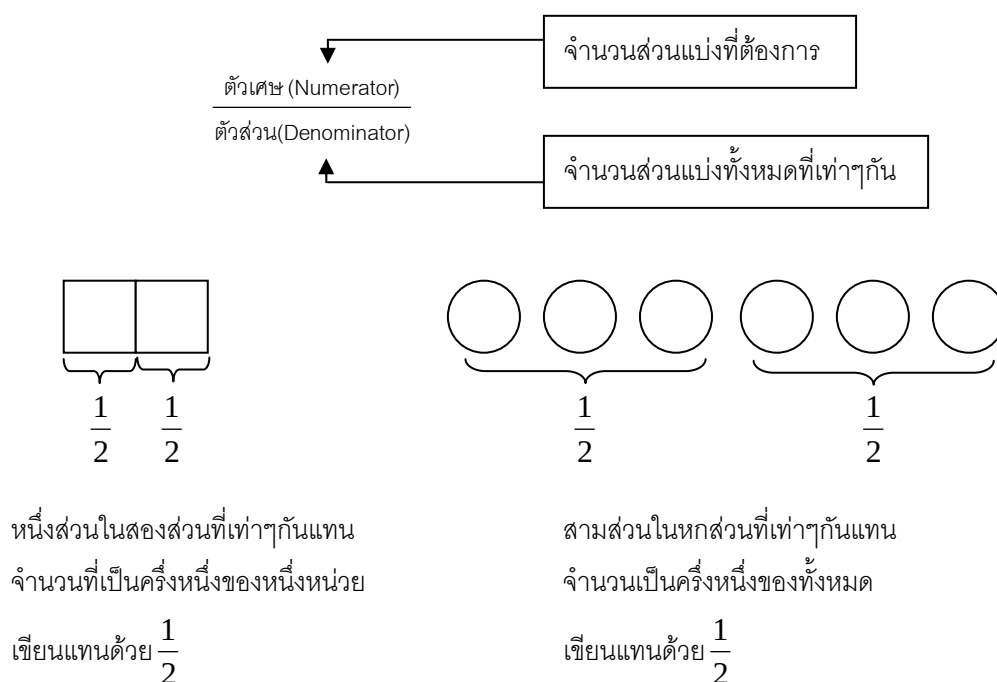
2. ในทางพีชคณิต เศษส่วน หมายถึง นิพจน์ที่เขียนอยู่ในรูป $\frac{A}{B}$ โดยที่ A และ B

เป็นพหุนาม เช่น $\frac{x^3 + 5x - 2}{x^4 + 3x^2 + 2x + 1}$

อลเลน (Alan. 1990: 234) กล่าวว่า เศษส่วน ประกอบด้วย คู่อันดับของจำนวนเต็ม ซึ่งเขียนแทนด้วยสัญลักษณ์ $\frac{a}{b}$ ซึ่งจำนวนเต็มที่อยู่ด้านบน เรียกว่า ตัวเศษ จำนวนเต็มที่อยู่ด้านล่าง เรียกว่า ตัวส่วน และตัวส่วนต้องไม่เท่ากับศูนย์

โดว์เนส และพาลลิง (Downess; & Paling. 1957: 340) ได้ให้ความหมายของ เศษส่วนไว้ว่า เศษส่วนมาจากคำว่า Frangere ซึ่งเป็นคำละติน แปลว่า แยกออก หมายถึง การนำเอา จำนวนหนึ่งมาแยกออกเป็นส่วยย่อยที่เท่าๆกัน ส่วนย่อยที่เท่าๆกันนี้เป็นตัวส่วนของเศษส่วน

สปิตเซอร์ (Spitzer. 1972: 214) ได้ให้ความหมายของเศษส่วนไว้ว่า เศษส่วน หมายถึง จำนวนที่เป็นส่วนหนึ่งของหนึ่งหน่วย หรือหนึ่งกลุ่มที่ถูกแบ่งออกเท่าๆกัน โดยมีเส้นคั่น ระหว่างจำนวนที่เป็นตัวเศษและจำนวนที่เป็นตัวส่วน



เกลน (Glenn. 1957: 250-255) กล่าวว่า การเข้าใจความหมายของส่วนที่เป็นตัวเศษและตัวส่วนนั้นเป็นกุญแจนำไปสู่ความสำเร็จในการเรียนเรื่อง เศษส่วน ซึ่งเป็นเรื่องที่ยากสำหรับนักเรียน การเริ่มต้นจัดการเรียนการสอนเรื่องเศษส่วนจึงต้องให้นักเรียนมีความเข้าใจในความหมายของเศษส่วนในแง่มุมที่ไม่ยากนัก และควรนำเสนอความหมายของเศษส่วนโดยเชื่อมโยงกับชีวิตประจำวัน

โซเบล และมาเลตสกาย (Sobel; & Maletsky. 1999: 91) กล่าวว่า ความหมายแรกเริ่มของเศษส่วนคือ ส่วนหนึ่งของทั้งหมดซึ่งเป็นมโนทัศน์ทางเรขาคณิต ถ้านักเรียนขาดความเข้าใจในส่วนนี้และถูกยึดเยียดให้จดจำขั้นตอนวิธีในการคิดคำนวณจะทำให้ประสบความสำเร็จในการเรียนได้ยาก การเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างเศษส่วนกับเรขาคณิตจึงเป็นการสร้างประสบการณ์ที่เป็นรูปธรรมเพื่อก้าวไปสู่การเรียนรู้สัญลักษณ์แทนจำนวน

ไคเรน (Kieren. 1976) กล่าวว่า การเข้าใจความหมายของเศษส่วนขึ้นอยู่กับ การตีความ ซึ่งมีหลายแง่มุม เช่น การตีความเศษส่วนในแง่ของส่วนหนึ่งของทั้งหมด การตีความเศษส่วนในแง่สับเซตของเซตสิ่งของ การตีความเศษส่วนในแง่ของอัตราส่วน การตีความเศษส่วนในแง่ของผลที่ได้จากการหาร การตีความเศษส่วนในแง่ชั้นสมมูลของคู่อันดับของจำนวนเต็มบวก

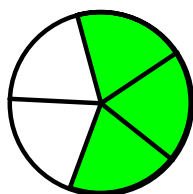
ลินดา มาร์กาเร็ท และอลเว็น (Linda; Margaret; & Olwen. 1984: 274-291) ได้รวบรวมงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความหมายของเศษส่วนไว้ ซึ่งพอสรุปถึงรายละเอียดได้ดังนี้

1. ความไม่ชัดเจนในความหมายของเศษส่วน

ความหมายของเศษส่วนเป็นสิ่งที่ยากต่อการเข้าใจ เนื่องจากมีการตีความเศษส่วนในหลายความหมาย

ยกตัวอย่างในกรณี $\frac{3}{5}$ สามารถตีความได้ดังต่อไปนี้

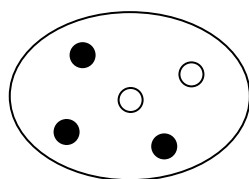
(1) พื้นที่ส่วนหนึ่งของพื้นที่ซึ่งกำหนดให้ทั้งหมด



แบ่งพื้นที่ทั้งหมดออกเป็น 5 ส่วนเท่าๆกัน
ซึ่งต้องการ 3 ส่วน

(2) การเปรียบเทียบระหว่างเศษส่วนของสิ่งของหนึ่งกลุ่มจากสิ่งของทั้งหมดใน

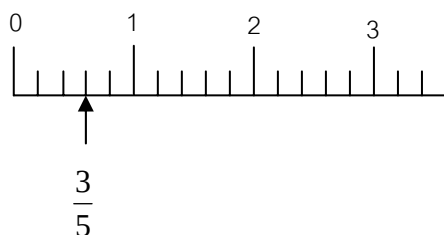
กลุ่มนั้น



$\frac{3}{5}$ ของวงกลมทั้งหมดเป็นสีดำ

(3) ระยะระหว่างสองจำนวนที่ต้องการจากระยะทั้งหมดระหว่างสองจำนวนนั้น

บนเส้นจำนวน

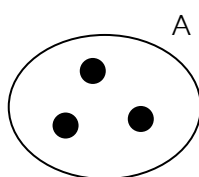


(4) ผลที่ได้จากการหาร ในกรณี $3 \div 5$

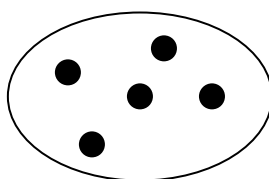


สิ่งของ 3 ชิ้น
แบ่งให้เด็ก 5 คน
คนละเท่าๆกัน

(5) การเปรียบเทียบจำนวนหรือขนาดของสิ่งของสองกลุ่ม หรือค่าที่วัดได้สองค่า

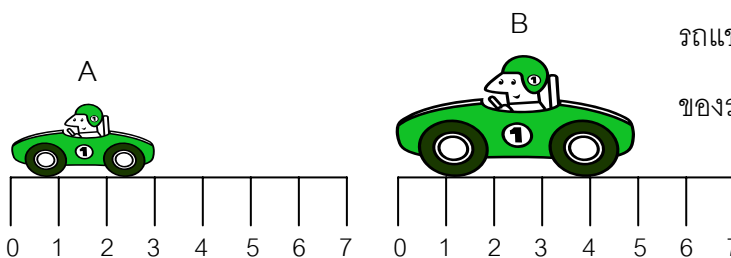


A



B

จำนวนของวงกลมสีดำในเซต A
คิดเป็น $\frac{3}{5}$ ของจำนวนวงกลม
สีดำในเซต B



รถแข่ง A มีความยาวเป็น $\frac{3}{5}$
ของรถแข่ง B

ในการจัดการเรียนการสอนเรื่อง เศษส่วน จึงต้องเน้นถึงความหมายของเศษส่วน ในการนำไปใช้ให้มาก โดยเฉพาะในระดับชั้นต้นๆ นักเรียนหลายคนอาจจะเข้าใจเศษส่วนในบริบทของการนำไปใช้ในชีวิตประจำวันได้เป็นอย่างดี แต่ขณะเดียวกันก็พบว่าเป็นเรื่องยากสำหรับการอธิบายถึงวิธีการหาคำตอบ เช่น ในกรณีที่ให้นักเรียนแบ่งท่อนไม้ยาว 3 เมตร ออกเป็น 5 ส่วนเท่าๆกัน นักเรียนอาจเข้าใจได้ว่าจะต้องตัดไม้ออกเป็นท่อนแต่ละท่อนยาว 60 เซนติเมตร แต่นักเรียนอาจเข้าใจได้ยากเกี่ยวกับผลลัพธ์ที่ได้จากการคำนวณเพื่อหาคำตอบนี้ ซึ่งได้แก่ $3 \div 5 = 0.6$

2. ความหมายของเศษส่วนในแง่ส่วนหนึ่งของทั้งหมด

การตีความเกี่ยวกับความหมายของเศษส่วนในแง่ส่วนหนึ่งของทั้งหมดอ้างอิงจากงานวิจัยของเพียเจต์ (Piaget) ในปี ค.ศ. 1960 ที่มีการทดลองแจกกระดาษให้กับเด็กทุกคนแล้วให้ตัดกระดาษเป็นรูปร่างต่างๆ ผลการวิจัยพบว่า โดยเฉลี่ยแล้วเด็กสามารถปฏิบัติตามคำสั่งได้ตามลำดับช่วงอายุดังต่อไปนี้

ช่วงอายุ 4 – 4 ปีครึ่ง ทำได้โดยแบ่งของชิ้นเล็กๆ หรือรูปเรขาคณิตด้านเท่าออกเป็น 2 ส่วน

ช่วงอายุ 6 – 7 ปี ทำได้โดยการแบ่งออกเป็น 3 ส่วนที่เท่ากัน

ช่วงอายุ 7 – 9 ปี ทำได้โดยการแบ่งออกเป็น 6 ส่วนที่เท่ากัน โดยอาศัยการลองผิดลองถูก

ช่วงอายุ 10 ปี ทำได้โดยการแบ่งออกเป็น 6 ส่วนที่เท่ากัน โดยมีการวางแผนอย่างมีลำดับขั้นตอน เช่น มีการแบ่งครึ่งก่อน หลังจากนั้นจึงแบ่งชิ้นส่วนที่ได้จากการแบ่งครึ่งออกเป็น 3 ส่วนเท่าๆกัน นอกจากนี้ พบว่า เด็กบางคนมีพัฒนาการที่ล้ำหน้าไปอีก 2 ปี ส่วนปัญหาหนึ่งในการทดลองนี้ คือ การหาวิธีแบ่งรูปออกเป็นส่วนที่เท่ากันตามที่กำหนดให้ เช่น การแบ่งรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าออกเป็น 3 ส่วนที่เท่ากันนั้นง่ายกว่าการแบ่งรูปวงกลมออกเป็น 3 ส่วนที่เท่ากัน ดังนั้นเด็กอาจจะทราบถึงความหมายของ 1 ส่วนใน 3 ส่วนก่อนที่จะสามารถแบ่งของออกเป็น 3 ส่วนที่เท่ากันได้ นอกจากนี้ เพียเจต์ยังได้วิเคราะห์ความหมายของเศษส่วนในแง่ของความเข้าใจตามที่ปฏิบัติกิจกรรมดังกล่าวไว้ 7 ข้อ ดังนี้

1) พื้นที่ทั้งหมดนั้นถูกมองว่าสามารถแบ่งออกได้ ซึ่งเด็กอายุ 2 ขวบ จะไม่ยอมตัดแบ่งของที่กำหนดให้ออกเป็นส่วนๆ

2) พื้นที่ทั้งหมดสามารถแบ่งออกเป็นกี่ส่วนที่ต้องการก็ได้

3) ชิ้นส่วนย่อยเมื่อนำมารวมกันแล้วต้องได้เท่ากับทั้งหมด

4) จำนวนของแต่ละส่วนย่อยที่เท่ากันไม่จำเป็นต้องเท่ากับจำนวนครั้งของการตัด

5) แต่ละส่วนย่อยจะต้องมีขนาดเท่ากัน

6) แต่ละส่วนย่อยเมื่อนำมารวมกันแล้วจะได้พื้นที่ทั้งหมด

7) พื้นที่ทั้งหมดนั้นคงที่เสมอ แม้ว่าจะถูกแบ่งออกเป็นชิ้นส่วนย่อยหลายชิ้น

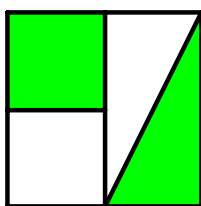
นอกจากนี้ มีผลการวิจัยที่แสดงให้เห็นว่า ความหมายของเศษส่วนในแง่ส่วนหนึ่งของทั้งหมดเป็นเรื่องที่ง่ายต่อการทำความเข้าใจ จากการศึกษาเด็กอายุ 12-13 ปี ซึ่งเป็นกลุ่มตัวอย่างในงานวิจัยของฮาร์ท (Hart) ในปี ค.ศ. 1980 พบว่า เด็กในกลุ่มตัวอย่างจำนวนร้อยละ 93 ของทั้งหมดสามารถระบายสีเพื่อแสดงเศษสองส่วนสามได้ ดังรูป



กิจกรรมที่ยากขึ้นมาอีก คือ การให้เด็กเขียนเศษส่วนแทนส่วนที่แรเงา จากรูปด้านล่างนี้



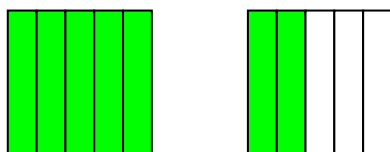
ในกิจกรรมนี้พบว่า จำนวนเด็กในกลุ่มตัวอย่างที่สามารถเขียนเศษส่วนแทนส่วนที่แรเงาได้ถูกต้องมีจำนวนลดลงเหลือร้อยละ 79 ของทั้งหมด แต่ก็ยังถือว่ามีความรู้เกี่ยวกับจำนวนเด็กในกลุ่มตัวอย่างที่ตอบถูกในจำนวนที่สูงอยู่ และมีเด็กในกลุ่มตัวอย่างในจำนวนที่น้อยมากที่เขียนเศษส่วนแทนส่วนที่แรเงาเป็น $\frac{3}{5}$ แทนที่จะเขียน $\frac{3}{8}$ นั่นคือเด็กพยายามแสดงความสัมพันธ์ของส่วนที่แรเงากับส่วนที่ไม่ได้แรเงาแทนที่จะเป็นส่วนทั้งหมด และพบข้อสังเกตว่าพื้นที่แต่ละส่วนนอกจากมีขนาดเท่ากันแล้วยังมีรูปร่างเหมือนกันอีกด้วย นอกจากนี้เด็กอาจยอมรับได้ว่า ส่วนที่แรเงาทั้งสองส่วนในรูปด้านล่างนี้ต่างก็แสดงถึงพื้นที่หนึ่งในสี่ของพื้นที่รูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสทั้งรูป



ในงานวิจัยเกี่ยวกับการจัดการเรียนการสอนเรื่อง เศษส่วน ของพัว์นี (Paune) ในปี ค.ศ. 1976 ได้แสดงให้เห็นความหมายของเศษส่วนในแง่ส่วนหนึ่งของทั้งหมด ซึ่งสามารถนำมาใช้จัดการเรียนการสอนสำหรับเด็กอายุ 8 ปีขึ้นไปได้ การจัดการเรียนการสอนนี้เกี่ยวข้องกับการพับและการตัดกระดาษและหลอดดูดน้ำก่อนจะนำไปสู่การใช้รูปแสดงการแบ่งออกเป็นส่วนที่เท่ากัน การใช้สัญลักษณ์จะเกิดขึ้นภายหลังจากการถาม-ตอบปากเปล่ามาากเพียงพอแล้ว ผลการวิจัยจากกลุ่มตัวอย่างซึ่งเป็นเด็กอายุระหว่าง 8 – 12 ปี พบว่า ความหมายของเศษส่วนในแง่ของพื้นที่นั้นง่ายกว่าความหมายของเศษส่วนในแง่ของเซตและเส้นจำนวน นอกจากนี้ยังพบข้อสังเกตบางประการดังนี้

- 1) การตระหนักถึงความจำเป็นของการแบ่งพื้นที่ออกเป็นส่วนที่เท่ากัน
- 2) การเขียนแสดงจำนวนที่กำหนดให้จากรูปในลักษณะของข้อความ เช่น เศษสามส่วนสี่ และการใช้สัญลักษณ์แทนเศษส่วน เช่น $\frac{3}{4}$
- 3) ความเข้าใจเกี่ยวกับเศษส่วนที่มีค่ามากกว่าหนึ่งหน่วย

4) การจำแนกหนึ่งหน่วยจากรูปแสดงจำนวนที่มากกว่าหนึ่งหน่วย
จากข้อ 3) และ 4) สามารถแสดงด้วยรูปได้ดังนี้



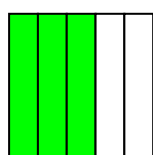
และเมื่อถามว่ารูปด้านบนนี้แสดงเศษส่วนใด พบว่ามีจำนวนนักเรียนเขียนตอบ

ว่า $\frac{7}{10}$ มากกว่า จำนวนนักเรียนที่เขียนตอบว่า $\frac{7}{5}$

3. ความหมายของเศษส่วนในแง่สับเซตของเซตสิ่งของ

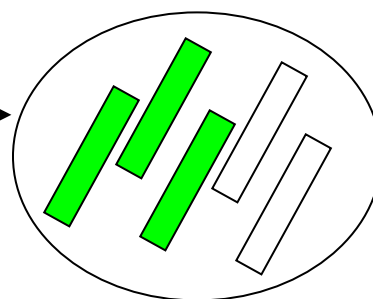
ตัวอย่างการแสดงความหมายของเศษส่วนในแง่ของพื้นที่และในแง่ของเซต

ความหมายของเศษส่วนในแง่ของพื้นที่



$$\frac{3}{5}$$

ความหมายของเศษส่วนในแง่ของเซต



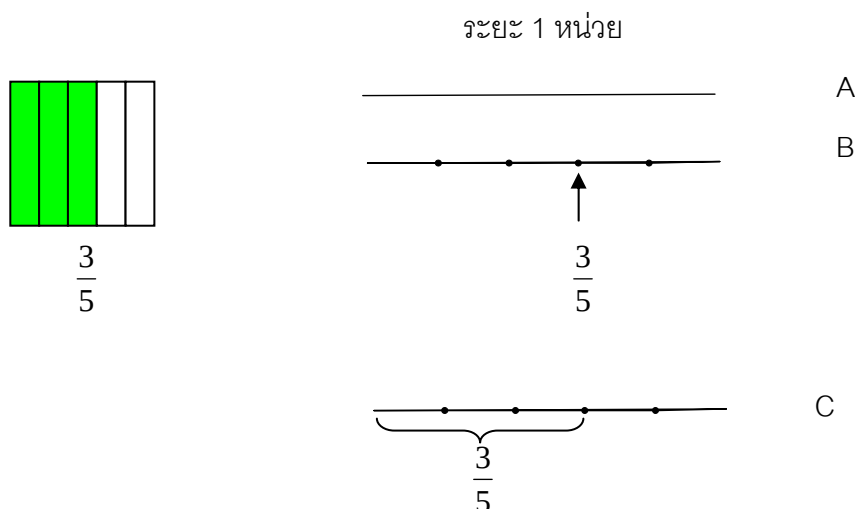
$$\frac{3}{5}$$

จากรูป จะเห็นว่าสามารถแสดงเศษส่วนแทนส่วนที่แรเงาได้ด้วย $\frac{3}{5}$ เช่นเดียวกัน

ในงานวิจัยของนอวิลลิส (Novillis) ในปี ค.ศ. 1976 กล่าวถึงลำดับขั้นตอนของการพัฒนาแนวคิดเกี่ยวกับความหมายของเศษส่วน โดยมีกลุ่มตัวอย่างเป็นเด็กอายุ 10 – 12 ปี ผลการวิจัยพบว่า ความหมายของเศษส่วนในแง่ของพื้นที่และในแง่ของเซตมีความยากในระดับเดียวกัน แต่ไม่มีการบ่งชี้ที่ชัดเจนว่าเด็กควรได้รับประสบการณ์ในแง่ใดก่อน

ข้อค้นพบดังกล่าวมีความขัดแย้งกับผลการวิจัยของคณะวิจัยจากมหาวิทยาลัยมิชิแกนที่พบว่า การทำความเข้าใจความหมายของเศษส่วนในแง่ของเซตนั้นมีความยากกว่าความหมายของเศษส่วนในแง่ของพื้นที่หรือเส้นจำนวน การพยายามสร้างความเข้าใจความหมายของเศษส่วนในแง่ของเซตทำให้เด็กเกิดความสับสนในการทำความเข้าใจแบบจำลองอื่นๆของเศษส่วน ดังนั้นจึงได้มีการตัดสินใจไม่นำเสนอความหมายของเศษส่วนในแง่ของเซตในโปรแกรมการจัดการเรียนการสอนเบื้องต้น

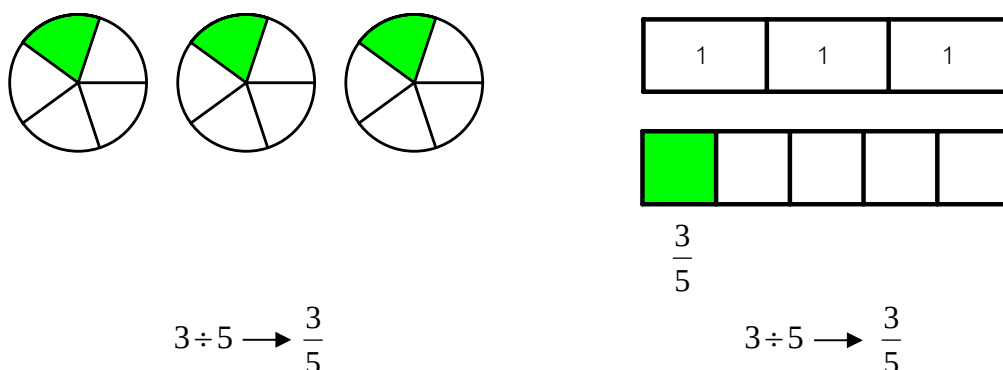
4. ความหมายของเศษส่วนในแง่ของระยะทางบนเส้นจำนวน



ในงานวิจัยของเพย์นี่ (Payne) ในปี ค.ศ. 1976 ซึ่งมีกลุ่มตัวอย่างในงานวิจัยเป็นเด็กอายุ 8 – 12 ปี ได้กล่าวถึงแบบจำลองที่ใช้แสดงความหมายของเศษส่วนบนเส้นจำนวนว่า ทำให้เกิดปัญหาในการจัดการเรียนการสอนเรื่อง เศษส่วน ผลการวิจัยนี้สอดคล้องกับผลการวิจัยของนอวิลลิสที่ได้ศึกษาพัฒนาการทางความคิดเกี่ยวกับความหมายของเศษส่วนในเด็กอายุ 10 – 12 ปี ซึ่งได้ให้การยืนยันว่าเด็กเข้าใจความหมายของเศษส่วนจากแบบจำลองเส้นจำนวนได้ยากกว่าแบบจำลองพื้นที่ส่วนหนึ่งของพื้นที่ทั้งหมด เหตุผลหนึ่งอาจเป็นเพราะว่า สัญลักษณ์แทนเศษส่วนมักจะปรากฏอยู่ที่ตำแหน่งบนเส้นจำนวน ซึ่งเด็กอาจจะเข้าใจคลาดเคลื่อนได้ว่าเศษส่วนนั้นเป็นจำนวนแสดงตำแหน่งบนเส้นจำนวน ยกตัวอย่างแบบจำลองเส้นจำนวนในรูป B เมื่อเด็กมีความเข้าใจคลาดเคลื่อนนี้แล้วเด็กอาจจะแสดงสัญลักษณ์แทนเศษส่วนด้วย $\frac{4}{6}$ แทนที่จะแสดงสัญลักษณ์แทนเศษส่วนด้วย $\frac{3}{5}$ เนื่องจากเด็กนับตำแหน่งบนเส้นจำนวนในรูป B ได้ทั้งหมด 6 ตำแหน่ง และตำแหน่งที่ต้องการนั้นเป็นตำแหน่งที่ 4 เป็นต้น ดังนั้นการจัดการเรียนการสอนความหมายของเศษส่วนโดยใช้แบบจำลองเส้นจำนวนจึงควรอธิบายให้เด็กเข้าใจว่าเศษส่วนบนเส้นจำนวนมีความหมายถึงระยะระหว่างสองจำนวนที่ต้องการจากระยะทั้งหมดระหว่างสองจำนวนนั้นบนเส้นจำนวน ซึ่งคำว่าระยะคือขนาดอันเกิดจากการวัดค่า ทั้งนี้สามารถอธิบายได้โดยใช้แบบจำลองเส้นจำนวนในรูป C ดังนั้นการอธิบายความหมายของเศษส่วนโดยใช้แบบจำลองพื้นที่ส่วนหนึ่งของพื้นที่ทั้งหมดจึงทำให้เด็กเข้าใจได้ง่ายกว่าการใช้แบบจำลองเส้นจำนวน

5. ความหมายของเศษส่วนในแง่ของผลที่ได้จากการหาร

ความหมายของเศษส่วนในแง่ของผลนี้เป็นการเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างเศษส่วนกับการหารจำนวนนับด้วยจำนวนนับ เช่น $\frac{3}{5}$ คือผลที่ได้จาก $3 \div 5$ แสดงด้วยรูปได้ดังนี้



ในงานวิจัยของฮาร์ท (Hart) ในปี ค.ศ. 1980-1981 เกี่ยวกับความหมายของเศษส่วนในแง่ของผลที่ได้จากการหาร โดยมีกลุ่มตัวอย่างเป็นเด็กอายุ 12 – 13 ปี ซึ่งใช้โจทย์ปัญหาการแบ่งช็อกโกแลตจำนวน 3 แท่งให้กับเด็กจำนวน 5 คน คนละเท่าๆกัน เด็กแต่ละคนจะได้รับแจกช็อกโกแลตคนละเท่าไร โดยใช้สัญลักษณ์ในโจทย์ปัญหาเป็น $3 \div 5$ ผลการวิจัยพบว่าเด็กอายุ 12 -13 ปีซึ่งเป็นกลุ่มตัวอย่างให้คำตอบในรูปของสัญลักษณ์แสดงเศษส่วน $\frac{3}{5}$ เพียงร้อยละ 33 ของกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด แสดงให้เห็นว่าเด็กอายุ 12 -13 ปี มีความเข้าใจความหมายเศษส่วนในแง่ของผลที่ได้จากการหารไม่ค่อยดีนัก

จากที่กล่าวมาพบว่า ความหมายของเศษส่วนเป็นประเด็นที่ยากต่อความเข้าใจของนักเรียนอันเกิดจากการตีความได้หลายความหมาย ทั้งนี้การตีความเศษส่วนในแง่ส่วนหนึ่งของทั้งหมด สามารถอธิบายให้นักเรียนเข้าใจได้ง่ายโดยใช้แบบจำลองพื้นที่ส่วนหนึ่งของพื้นที่ทั้งหมด ดังนั้นในงานวิจัยนี้ผู้วิจัยและครูประจำการคณิตศาสตร์จึงตัดสินใจให้นักเรียนได้เรียนรู้ความหมายของเศษส่วนในแง่ส่วนหนึ่งของทั้งหมดเป็นหลัก แต่เนื่องจากตระหนักว่าในการจัดการเรียนการสอนควรเน้นการนำเศษส่วนไปใช้ในชีวิตประจำวันให้มาก ในการจัดการเรียนการสอนจึงได้เน้นการให้คำอธิบายที่มีการสอดแทรกความหมายของเศษส่วนในแง่ส่วนอื่น อาทิ ในแง่ของการเปรียบเทียบระหว่างเศษส่วนของสิ่งของหนึ่งกลุ่มจากสิ่งของทั้งหมดในกลุ่มนั้น และในแง่ของผลที่ได้จากการหารอีกด้วย

3.1.2 ข้อเสนอแนะในการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์เรื่อง เศษส่วน

ดวงเดือน อ่อนน้อม (2535: 157-158) กล่าวว่า การจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์เรื่อง เศษส่วน มีประเด็นสำคัญที่ควรคำนึงถึงดังนี้

1. ควรเน้นให้นักเรียนเข้าใจว่า ตัวส่วนของเศษส่วนต้องแสดงจำนวนของการแบ่งส่วนทั้งหมดออกเป็นส่วนย่อยที่เท่ากัน ถ้าแบ่งไม่เท่ากันจะเขียนในรูปเศษส่วนไม่ได้

2. สื่อการเรียนการสอนสำเร็จรูปหรือที่ครูประจำการคณิตศาสตร์เป็นผู้ผลิตขึ้นเอง เช่น รูปเรขาคณิตที่สามารถแบ่งออกเป็นส่วนที่เท่ากันทุกประการได้ แต่สื่อการเรียนการสอนประเภทของจริง เช่น ผลไม้ ควรพยายามหาผลไม้ที่มีรูปร่างและขนาดใกล้เคียงกันที่สุด และอธิบายให้นักเรียนเข้าใจว่าการใช้เศษส่วนในชีวิตประจำวันเป็นการประมาณเท่านั้น

3. การฝึกให้นักเรียนเขียนจำนวนนับในรูปของเศษส่วน และการเขียนเศษส่วนในรูปของจำนวนนับ ช่วยทำให้นักเรียนมองเห็นความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนนับและเศษส่วนได้

4. การจัดการเรียนการสอนการบวก ลบ และคูณเศษส่วน นักเรียนพอจะหาข้อสรุปเป็นขั้นตอนวิธีการคำนวณจากการสังเกตภาพได้ ส่วนการหารเศษส่วนนั้น ครูประจำการคณิตศาสตร์ควรแสดงวิธีการคำนวณที่หลากหลายแล้วนำผลหารที่ได้ไปเปรียบเทียบกับวิธีอื่นๆที่ได้ผลหารเท่ากันเพื่อให้นักเรียนสามารถสรุปการหารเศษส่วนได้

5. ในการจัดการเรียนการสอนเพื่อให้นักเรียนมีความรู้ความเข้าใจในมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์เรื่องเศษส่วน ควรเลือกจำนวนที่ง่ายและสามารถแสดงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ได้

บุญทัน อยู่ชมบุญ (2529: 166) ได้ให้ข้อเสนอแนะในการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์เรื่อง เศษส่วนไว้พอสรุปได้ดังนี้

1. ควรสอดแทรกการใช้เศษส่วนในชีวิตประจำวัน เช่น การใช้คำว่า ครึ่งหนึ่งของทั้งหมด หนึ่งในสามของทั้งหมด เป็นต้น

2. จัดกิจกรรมการเรียนการสอนโดยใช้ของจริงแสดงการแบ่งให้เห็น โดยเน้นย้ำการแบ่งออกเป็นส่วนที่เท่าๆกัน

อัมพร ม้าคะนอง (2547: 118-124) กล่าวถึง การจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์เรื่อง เศษส่วน ว่าควรพัฒนานักเรียนให้มีความรู้ความเข้าใจในมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เนื่องจากจะทำให้ นักเรียนสามารถแก้ปัญหาโดยใช้วิธีการที่แตกต่างจากการจดจำขั้นตอนวิธีมาใช้ ดังตัวอย่างต่อไปนี้

1. การแก้ปัญหการบวกและลบเศษส่วน

ยกตัวอย่าง การหาผลลัพท์ของ $\frac{3}{4} + \frac{1}{2}$ นักเรียนส่วนใหญ่จะแก้ปัญหานี้โดยใช้ขั้นตอนวิธีดังนี้

$$\begin{aligned}\frac{3}{4} + \frac{1}{2} &= \frac{3}{4} + \frac{1}{2} \times \frac{2}{2} \\ &= \frac{3}{4} + \frac{2}{4} \\ &= \frac{5}{4} \\ &= 1\frac{1}{4}\end{aligned}$$

เมื่อใช้ความรู้ความเข้าใจในมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ จะพิจารณา $\frac{1}{2}$ ในรูป $\frac{1}{4} + \frac{1}{4}$ ซึ่ง $\frac{1}{4}$ จำนวนแรกจะรวมกับ $\frac{3}{4}$ ได้เป็นจำนวนเต็ม 1 หน่วย และ $\frac{1}{4}$ ที่เหลือ จะถูกนำไปเพิ่มที่หลัง ดังนี้

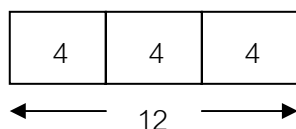
$$\begin{aligned}\frac{3}{4} + \frac{1}{2} &= \frac{3}{4} + \frac{1}{4} + \frac{1}{4} \\ &= \left(\frac{3}{4} + \frac{1}{4}\right) + \frac{1}{4} \\ &= 1 + \frac{1}{4} \\ &= 1\frac{1}{4}\end{aligned}$$

การแก้ปัญหโดยวิธีแรกเน้นขั้นตอนวิธี ส่วนวิธีที่สองเน้นการใช้ความรู้ความเข้าใจในมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์เรื่อง เศษส่วน ซึ่งหากนักเรียนจำขั้นตอนวิธีในวิธีแรกไม่ได้ก็ยังสามารถแก้ปัญหได้ ในทำนองเดียวกันวิธีที่สองยังสามารถนำไปใช้กับการลบเศษส่วน เช่น $\frac{3}{4} - \frac{1}{2}$ ได้

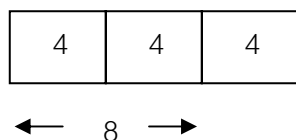
2. การแก้ปัญหการคูณและหารเศษส่วน เมื่อเปรียบเทียบกับปัญหการบวกและลบ ปัญหการคูณและหารเศษส่วนดูเหมือนเป็นเรื่องไกลตัวของนักเรียนมากกว่า การใช้ความรู้ความเข้าใจในมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์เรื่อง เศษส่วนแก้ปัญหการคูณและการหารจึงเป็นเรื่องยากตามไปด้วย เช่น การแก้ปัญหา $\frac{3}{4}$ ของ $\frac{1}{3}$ นักเรียนส่วนใหญ่มักแก้ปัญหตามขั้นตอนวิธีดังนี้

$$\begin{aligned}\frac{3}{4} \text{ ของ } \frac{1}{3} &= \frac{3}{4} \times \frac{1}{3} \\ &= \frac{3}{12} \\ &= \frac{1}{4}\end{aligned}$$

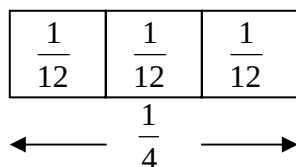
การแก้ปัญหานี้มีความเชื่อมโยงกับการใช้ความรู้ความเข้าใจในมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์เรื่อง การคูณเศษส่วนกับจำนวนเต็ม เช่น การหาผลลัพท์ของ $\frac{2}{3}$ ของ 12 นักเรียนเคยเรียนรู้มาก่อนว่า $\frac{2}{3}$ ของ 12 หาได้จากการแบ่ง 12 ออกเป็น 3 ส่วนเท่าๆกัน ส่วนละ 4 แล้วนำมา 2 ส่วน ทำให้ได้คำตอบเป็น 8 ซึ่งสามารถแสดงได้ดังนี้



$\frac{2}{3}$ ของ 12 คือ 2 ส่วนของส่วนละ 4 ซึ่งได้แก่ 8

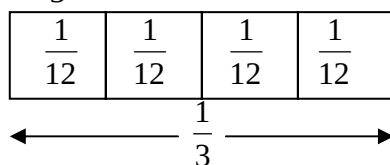


การคูณเศษส่วนด้วยเศษส่วนโดยใช้ความเข้าใจดังกล่าวสามารถทำได้ เช่น การหา $\frac{1}{3}$ ของ $\frac{1}{4}$ ทำได้โดยการแบ่ง $\frac{1}{4}$ ออกเป็น 3 ส่วน ซึ่งจะได้ส่วนละ $\frac{1}{12}$ ดังนี้

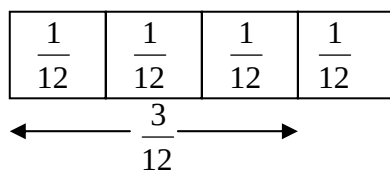


$\frac{1}{3}$ ของ $\frac{1}{4}$ คือ 1 ส่วนของส่วนละ $\frac{1}{12}$ ซึ่งได้แก่ $\frac{1}{12}$

ในทำนองเดียวกัน หากเราต้องการหา $\frac{3}{4}$ ของ $\frac{1}{3}$ ดังปัญหาที่ยกมาข้างต้น ก็สามารถทำได้โดยการแบ่ง $\frac{1}{3}$ ออกเป็น 4 ส่วน ซึ่งจะได้ส่วนละ $\frac{1}{12}$ ดังนี้



จากนั้นนำมา 3 ส่วน



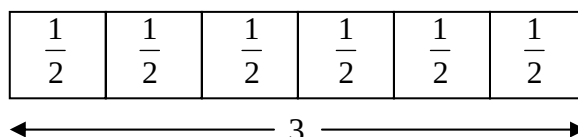
$\frac{3}{4}$ ของ $\frac{1}{3}$ คือ 3 ส่วนของส่วนละ $\frac{1}{12}$ ซึ่งได้แก่ $\frac{3}{12}$ นั่นเอง

อาจเขียนแสดงขั้นตอนวิธีได้ดังนี้

$$\begin{aligned}
 \frac{3}{4} \text{ ของ } \frac{1}{3} &= \frac{3}{4} \text{ ของ } \frac{4}{12} \\
 &= \frac{3}{4} \text{ ของ } \left(\frac{1}{12} + \frac{1}{12} + \frac{1}{12} + \frac{1}{12} \right) \\
 &= \frac{1}{12} + \frac{1}{12} + \frac{1}{12} \\
 &= \frac{3}{12} \\
 &= \frac{1}{4}
 \end{aligned}$$

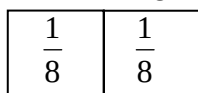
แม้ว่าการแก้ปัญหาดังนี้จะไม่ถนัดนัก เนื่องจากนักเรียนต้องคิดว่าจะแบ่ง $\frac{1}{3}$ ออกเป็น 4 ส่วน ที่เท่ากันอย่างไร แต่ก็ใช่วิธีที่มีความหมายทางคณิตศาสตร์

สำหรับการหารเศษส่วนอาจทำได้ในทำนองเดียวกันกับการคูณเศษส่วน ครูประจำการคณิตศาสตร์สามารถใช้ความเข้าใจเกี่ยวกับการหารจำนวนเต็มด้วยจำนวนเต็ม และการหารจำนวนเต็มด้วยเศษส่วนเป็นพื้นฐานในการเชื่อมโยงไปสู่การหารเศษส่วนด้วยเศษส่วน เช่น $6 \div 3$ มีได้ 2 ความหมาย ได้แก่ มี 3 อยู่ 2 จำนวน ที่รวมกันได้ 6 และ $3 \div \frac{1}{2} = 6$ หมายความว่า มี $\frac{1}{2}$ อยู่ 6 จำนวน ที่รวมกันได้ 3 ซึ่งอาจเขียนแสดงได้ดังนี้



← 3 →

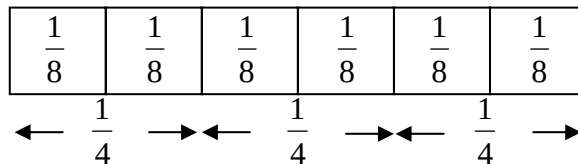
มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ข้างต้นสามารถนำไปใช้กับการหารเศษส่วนด้วยเศษส่วน เช่น การหาผลลัพธ์ของ $\frac{1}{4} \div \frac{1}{8}$ คือการหาว่ามี $\frac{1}{8}$ กี่จำนวนที่รวมกันได้ $\frac{1}{4}$



นั่นคือ ต้องใช้ $\frac{1}{8}$ รวมกัน 2 จำนวน จึงจะได้ $\frac{1}{4}$

หรือกล่าวได้ว่า $\frac{1}{4} \div \frac{1}{8}$ มีค่าเท่ากับ 2

สำหรับการหารที่ซับซ้อนขึ้น เช่น $\frac{3}{4} \div \frac{1}{8}$ ซึ่งเป็นการหาว่ามี $\frac{1}{8}$ อยู่กี่จำนวนที่รวมกันได้ $\frac{3}{4}$



จากความรู้ที่ว่า $\frac{1}{8}$ รวมกัน 2 จำนวน ได้ $\frac{1}{4}$ ถ้าต้องการ $\frac{1}{4}$ 3 จำนวน เพื่อจะได้ $\frac{3}{4}$ นั้นต้องใช้ $\frac{1}{8}$ ถึง 6 จำนวน ทำให้ได้ว่า $\frac{3}{4} \div \frac{1}{8}$ มีค่าเท่ากับ 6 ซึ่งอาจเขียนเป็นขั้นตอนวิธีได้ดังนี้

$$\begin{aligned}\frac{3}{4} \div \frac{1}{8} &= \left(\frac{1}{4} + \frac{1}{4} + \frac{1}{4} \right) \div \frac{1}{8} \\ &= \left(\frac{1}{8} + \frac{1}{8} + \frac{1}{8} + \frac{1}{8} + \frac{1}{8} + \frac{1}{8} \right) \div \frac{1}{8} \\ &= 6\end{aligned}$$

วิธีคิดดังกล่าวเกิดจากการใช้ความรู้ความเข้าใจในมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์เรื่อง

การหาร

3. การแก้ปัญหการเปรียบเทียบเศษส่วน การเปรียบเทียบเศษส่วนที่เป็นปัญหาน้อยมากสำหรับนักเรียนได้แก่ การเปรียบเทียบเศษส่วนที่มีตัวเศษเท่ากันหรือที่มีตัวส่วนเท่ากัน แต่การเปรียบเทียบเศษส่วนที่มีความยากขึ้นได้แก่ การเปรียบเทียบเศษส่วนที่ทั้งตัวเศษและตัวส่วนไม่เท่ากัน เช่น การเปรียบเทียบ $\frac{7}{11}$ กับ $\frac{9}{13}$ ซึ่งทำได้โดยการทำตัวส่วนให้เท่ากันเพื่อจะได้เปรียบเทียบตัวเศษดังตัวอย่าง

$$\begin{aligned}\frac{7}{11} &= \frac{7}{11} \times \frac{13}{13} = \frac{91}{143} \\ \frac{9}{13} &= \frac{9}{13} \times \frac{11}{11} = \frac{99}{143}\end{aligned}$$

เมื่อ 99 มีค่ามากกว่า 91 ทำให้ได้ว่า $\frac{9}{13}$ มีค่ามากกว่า $\frac{7}{11}$

เมื่อใช้ความรู้ความเข้าใจในมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์เรื่อง ค่าของเศษส่วนช่วย

ในการคิด ดังนี้

$$\begin{aligned}\frac{7}{11} &= 1 - \frac{4}{11} \\ \frac{9}{13} &= 1 - \frac{4}{13}\end{aligned}$$

ซึ่ง $\frac{1}{13}$ มีค่าน้อยกว่า $\frac{1}{11}$ ดังนั้น $\frac{4}{13}$ จึงน้อยกว่า $\frac{4}{11}$ ทำให้ $1 - \frac{4}{13}$ มากกว่า $1 - \frac{4}{11}$ หรือ $\frac{9}{13}$ มากกว่า $\frac{7}{11}$ นั่นเอง

ความเข้าใจในมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์เรื่อง เศษส่วนมีความสำคัญในการทำให้นักเรียนสามารถเรียนรู้คณิตศาสตร์ได้อย่างมีความหมาย เป็นพื้นฐานในการนำความรู้ทางคณิตศาสตร์ไปใช้และก่อให้เกิดการเรียนรู้สิ่งใหม่ต่อไป อย่างไรก็ตาม ครูประจำการคณิตศาสตร์ควรประเมินความรู้พื้นฐานของนักเรียนก่อนวางแผนพัฒนาความรู้ความเข้าใจในมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ในเนื้อหาใหม่ หากพบว่านักเรียนไม่มีความเข้าใจหรือมีความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนในเรื่องใด ควรปรับปรุงความรู้ความเข้าใจนั้นเสียก่อน

ชาตรี เมืองนาโพธิ์ (Muangnapoe. 1975: 1-3) ได้ทำการวิจัยเกี่ยวกับการเรียนรู้ในทศวรรษพื้นฐานและการอ่านเขียนสัญลักษณ์ของเศษส่วน ของนักเรียนเกรด 3 และ 4 ในโรงเรียนของประเทศสหรัฐอเมริกา โดยทดลองจัดการเรียนการสอนโดยเน้นให้นักเรียนมีความเข้าใจในมโนทัศน์พื้นฐานเรื่อง เศษส่วนกับนักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่างจำนวน 15 คน เปรียบเทียบกับการจัดการเรียนการสอนแบบปกติโดยครูประจำชั้น ผลการวิจัยพบว่า คะแนนเฉลี่ยของนักเรียนที่ได้จากการทดสอบระหว่างกลุ่มที่จัดการเรียนการสอนโดยผู้วิจัยและครูประจำชั้นไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่ความเข้าใจในมโนทัศน์พื้นฐานเรื่อง เศษส่วนมีผลต่อความจำและการถ่ายโยงการเรียนรู้ในระดับที่สูงกว่าการจัดการเรียนการสอนแบบปกติ แสดงให้เห็นถึงความสำคัญของการจัดการเรียนการสอนโดยเน้นให้นักเรียนมีความเข้าใจในมโนทัศน์พื้นฐานเรื่อง เศษส่วน และเมื่อนำคะแนนเฉลี่ยจากการทดสอบโดยใช้ข้อสอบมาตรฐานของ NLSMA (The National Longitudinal Study of Mathematics Abilities) ของนักเรียนที่เรียนโดยเน้นให้มีความเข้าใจในมโนทัศน์พื้นฐานเรื่อง เศษส่วน ไปเปรียบเทียบกับคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนเกรด 7 พบว่า คะแนนเฉลี่ยของนักเรียนกลุ่มแรกสูงกว่าคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนกลุ่มหลังอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แสดงให้เห็นว่า การจัดการเรียนการสอนโดยเน้นให้นักเรียนมีความเข้าใจในมโนทัศน์พื้นฐานเรื่อง เศษส่วนมีความเหมาะสมกว่าการจัดการเรียนการสอนแบบอื่น

เอลเลอร์บรัช และเพย์นี่ (Ellerbruch; & Payne. 1978: 131) กล่าวถึง ลำดับขั้นของการพัฒนาความเข้าใจในความหมาย การใช้คำอ่าน และสัญลักษณ์ของเศษส่วนมี 4 ขั้นตอน ดังนี้

1. การใช้วัตถุหรือสิ่งที่เป็นรูปธรรมในการอธิบาย โดยให้นักเรียนมีประสบการณ์ในการแบ่งวัตถุหรือสิ่งที่เป็นรูปธรรมนั้นออกเป็นส่วนที่เท่าๆกัน

2. ทำให้นักเรียนรู้จักการใช้ค่าแสดงส่วนที่แบ่งออกอย่างเท่าๆกันนั้น อย่างหลากหลาย

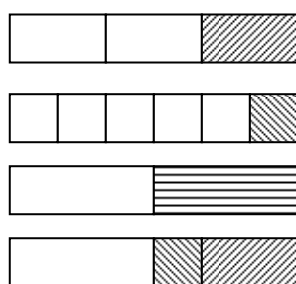
3. วาดแผนภาพแทนวัตถุหรือสิ่งที่เป็นรูปธรรมและเชื่อมโยงการใช้คำอ่านแสดงส่วนที่แบ่งออกเท่าๆกันลงในแผนภาพ

4. ใช้สัญลักษณ์ของเศษส่วนแสดงส่วนที่กล่าวถึงของส่วนทั้งหมดที่ถูกแบ่งออกอย่างเท่าๆกันนั้นทั้งในสิ่งที่เป็นรูปธรรมและแผนภาพ

ดูเค้ต (Duquette. 1972: 274) ลาร์สัน (Larson. 1966: 236) ให้ข้อเสนอแนะว่า ในการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์เรื่อง เศษส่วน ครูประจำการคณิตศาสตร์ควรตระหนักถึงประสบการณ์ของนักเรียน และควรยกตัวอย่างจากสิ่งที่เป็นรูปธรรมหรือประสบการณ์จริงก่อน และให้คงไว้จนกระทั่งนักเรียนสามารถเข้าใจสัญลักษณ์ และควรเชื่อมโยงความสัมพันธ์จากสิ่งที่เป็นรูปธรรมหรือของจริงไปสู่การมีความรู้ความเข้าใจในมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ซึ่งมีลักษณะเป็นนามธรรมด้วยความสามารถของนักเรียนเอง

โซเบล และมาเลทสกาย (Sobel; & Maletsky. 1999: 93) กล่าวถึงการใช้แบบจำลองซึ่งเป็นรูปเรขาคณิตในการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์เรื่อง เศษส่วนไว้ ดังนี้

ในการบวกเศษส่วน ควรจัดประสบการณ์ให้นักเรียนพับแถบกระดาษรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าออกเป็น 3 ส่วนเท่าๆกัน พับแถบกระดาษอีกชิ้นหนึ่งที่มีขนาดเดียวกันแต่พับให้ได้ 6 ส่วนเท่าๆกัน และพับแถบกระดาษอีกชิ้นหนึ่งที่มีขนาดเดียวกันแต่พับให้ได้ 2 ส่วนเท่าๆกัน



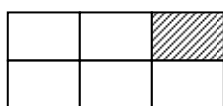
ฉีกแถบกระดาษแถบแรกออกหนึ่งในสามของกระดาษแถบนั้น และฉีกแถบกระดาษแถบที่สองออกหนึ่งในหกของกระดาษแถบนั้น และนำกระดาษที่ฉีกออกทั้งสองมาวางต่อกันจะได้ชิ้นส่วนที่มีขนาดเป็นครึ่งหนึ่งของแถบกระดาษ

จากนั้นจึงใช้แบบจำลองแสดงความสัมพันธ์เหล่านี้

$$\frac{1}{2} + \frac{1}{6} = \frac{2}{3}$$

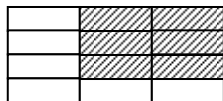
$$\frac{1}{2} - \frac{1}{6} = \frac{1}{3}$$

ในการคูณเศษส่วน ควรจัดประสบการณ์ให้นักเรียนพับแถบกระดาษรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า โดยพับด้านยาวออกเป็น 3 ส่วน และพับครึ่งด้านกว้าง เพื่อแสดงว่าแต่ละส่วนย่อยของส่วนทั้งหมดที่ถูกแบ่งออกเท่าๆกัน สามารถแทนด้วย $\frac{1}{3} \times \frac{1}{2}$ นั่นคือ $\frac{1}{6}$



$$\frac{1}{3} \times \frac{1}{2} = \frac{1}{6}$$

แนวคิดของการพับกระดาษนี้สามารถนำมาใช้แสดง $\frac{2}{3} \times \frac{3}{4}$ ได้เช่นเดียวกัน



$$\frac{2}{3} \times \frac{3}{4} = \frac{6}{12} \text{ หรือ } \frac{2}{3} \times \frac{3}{4} = \frac{1}{2} \text{ นั่นเอง}$$

คณะกรรมการกำหนดมาตรฐานการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ได้กำหนดมาตรฐานการเรียนรู้ช่วงชั้นที่ 3 ที่สำคัญประการหนึ่ง ได้แก่ “การมีความคิดรวบยอดและความรู้สึกเชิงจำนวน (Number Sense) เกี่ยวกับจำนวนนับ เศษส่วน และทศนิยม” แสดงให้เห็นว่าในการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์เรื่อง เศษส่วน ครูประจำการคณิตศาสตร์ควรมีการพัฒนานักเรียนในด้านความรู้สึกเชิงจำนวน (สสวท. 2545: 8)

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2546ข: 1-2) ได้ให้ความหมายของความรู้สึกเชิงจำนวนว่า เป็นการหยั่งรู้เกี่ยวกับจำนวนในเชิงของขนาด การดำเนินการของจำนวน การประมาณค่า รวมทั้งองค์ประกอบต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง ผู้ที่มีความรู้สึกเชิงจำนวนจะสามารถนำความรู้เรื่องจำนวนไปใช้อย่างถูกต้องและเหมาะสม ความสามารถที่เป็นตัวบ่งชี้ว่านักเรียนมีความรู้สึกเชิงจำนวนหรือไม่ จะเกี่ยวข้องกับความสามารถต่างๆ ต่อไปนี้

1. ความสามารถในการคิดในใจ
2. ความสามารถในการประมาณค่า
3. ความสามารถในการใช้เกณฑ์อ้างอิง
4. ความสามารถในการเชื่อมโยงองค์ความรู้เดิมและความรู้ใหม่
5. ความสามารถในการตัดสินใจเกี่ยวกับขนาดสัมพัทธ์ของจำนวน
6. ความสามารถในการนำจำนวนเชิงอันดับและจำนวนเชิงการนับไปใช้
7. ความสามารถในการแก้ปัญหาและสถานการณ์ต่างๆ

การจัดการเรียนการสอนที่มุ่งพัฒนานักเรียนให้มีความรู้สึกเชิงจำนวนจะมีส่วนช่วยปรับปรุงให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์สูงขึ้น และเชื่อว่านักเรียนที่มีความรู้สึกเชิงจำนวนจะมีความสามารถในการเลือกใช้ยุทธวิธีต่างๆ ในการคิดในใจ การประมาณค่า การเลือกใช้นักเรียนในเชิงขนาดได้อย่างเหมาะสม และช่วยเสริมสร้างให้นักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหา

ในสถานการณ์ต่างๆ ตลอดจนเป็นนักคิดคำนวณที่ดี การจัดกิจกรรมที่เกี่ยวกับการดำเนินการของจำนวนที่เปิดโอกาสให้นักเรียนแต่ละคนหาคำตอบด้วยตนเอง และสนับสนุนให้นักเรียนอภิปรายแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกัน ตลอดจนอธิบายวิธีคิดและบอกเหตุผลในการคิดจะมีส่วนช่วยในการพัฒนาความรู้สึกเชิงจำนวนได้

เอมอร์ สิทธิรักษ์ (2546: 4-6; 83-84) ได้ทำการวิจัยการพัฒนาความรู้สึกเชิงจำนวน เรื่อง เศษส่วนและทศนิยมสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 พบว่า การพัฒนาความรู้สึกเชิงจำนวนของนักเรียนมี 5 ด้าน ได้แก่ 1) ความเข้าใจในความหมายของจำนวน 2) การใช้ตัวอ้างอิง 3) การคิดคำนวณในใจอย่างยืดหยุ่น 4) การประมาณค่า และ 5) การพิจารณาความสมเหตุสมผลของคำตอบ ครูประจำการคณิตศาสตร์ควรสอดแทรกการพัฒนาความรู้สึกเชิงจำนวนในการจัดการเรียนการสอนไว้เสมอ

ในด้านความเข้าใจในความหมายของจำนวน นักเรียนสามารถบอกความหมายของจำนวนที่กล่าวถึงได้ตามประสบการณ์ของตนเอง สามารถเขียนจำนวนที่มีขนาดเท่ากันได้หลายรูปแบบ สามารถเปรียบเทียบจำนวน และเรียงลำดับจำนวน สามารถบอกจำนวนที่อยู่ระหว่างสองจำนวนใดๆ และสามารถบอกได้ว่าจำนวนใดมีค่าใกล้กับจำนวนที่กำหนดให้มากกว่ากัน ดังนั้นในการจัดการเรียนการสอนครูประจำการคณิตศาสตร์ควรส่งเสริมให้นักเรียนนักเรียนสามารถบอกความหมายของจำนวนในแง่มุมต่างๆได้ตามประสบการณ์ เช่น การบอกความหมายของ $\frac{1}{2}$ ตามประสบการณ์ของตนเอง

ในด้านความสามารถในการใช้ตัวอ้างอิง นักเรียนสามารถใช้ตัวอ้างอิงในการเปรียบเทียบจำนวน สามารถใช้ตัวอ้างอิงในการประมาณค่า และสามารถใช้ตัวอ้างอิงในการพิจารณาความสมเหตุสมผลของคำตอบ ดังนั้นในการจัดการเรียนการสอนครูประจำการคณิตศาสตร์ควรให้ความสำคัญและเน้นให้นักเรียนมีทักษะในการใช้ตัวอ้างอิง เช่น ในการเปรียบเทียบเศษส่วนโดยใช้ $\frac{1}{2}$ เป็นตัวอ้างอิง นักเรียนบอกได้ว่า $\frac{7}{9}$ มีค่ามากกว่า $\frac{3}{7}$ เพราะว่า $\frac{7}{9}$ มีค่ามากกว่า $\frac{1}{2}$ แต่ $\frac{3}{7}$ มีค่าน้อยกว่า $\frac{1}{2}$ หรือในการบวกเศษส่วนนักเรียนสามารถบอกได้ว่า $\frac{7}{9} + \frac{4}{7}$ มีค่ามากกว่า 1 เพราะว่าทั้งคู่มีค่ามากกว่า $\frac{1}{2}$ หรือการใช้ตัวอ้างอิงในการพิจารณาความสมเหตุสมผลของคำตอบ เช่น นักเรียนสามารถบอกได้ว่าคำตอบของ $\frac{6}{7} - \frac{1}{2} = \frac{5}{5} = 1$ เป็นคำตอบที่ไม่ถูกต้อง และไม่มีความสมเหตุสมผล เพราะว่า $\frac{6}{7}$ มีค่าไม่ถึง 1

ในด้านความสามารถในการคิดคำนวณในใจอย่างยืดหยุ่น นักเรียนสามารถใช้กลวิธีการคิดคำนวณภายในใจอย่างรวดเร็วด้วยการใช้หัวคิดอย่างเดียวเพื่อให้ได้คำตอบที่ถูกต้องด้วยการใช้กลวิธีการคิดคำนวณอย่างยืดหยุ่น โดยปราศจากการใช้กระดาษ ดินสอ เทคโนโลยี หรือเครื่องมืออื่นใดมาช่วยในการคิดคำนวณ ดังนั้นในการจัดการเรียนการสอนครูประจำการคณิตศาสตร์ควรเปิดโอกาสให้นักเรียนได้อธิบายวิธีคิดของตนเองหลังจากที่หาคำตอบได้แล้ว และให้แลกเปลี่ยนวิธีคิดซึ่งกันและกัน จะทำให้นักเรียนได้วิธีคิดที่ยืดหยุ่นเพิ่มขึ้นและสามารถเลือกวิธีที่เหมาะสมที่สุดในการนำไปใช้

ในด้านความสามารถประมาณค่า นักเรียนมีความสามารถในการหาคำตอบโดยประมาณอย่างรวดเร็วและยืดหยุ่นซึ่งมีค่าใกล้เคียงพอที่จะยอมรับได้ตามสถานการณ์นั้นๆ โดยไม่จำเป็นต้องได้คำตอบที่ถูกต้อง ดังนั้นในการจัดการเรียนการสอนครูประจำการคณิตศาสตร์ควรให้ความสำคัญกับการส่งเสริมให้นักเรียนใช้การประมาณค่าอย่างสม่ำเสมอ เช่น นักเรียนสามารถบอกได้ว่า $\frac{3}{5} \times 116$ มีค่าประมาณ $\frac{1}{2} \times 116$ ซึ่งเท่ากับครึ่งหนึ่งของ 116

ในด้านความสามารถในการพิจารณาความสมเหตุสมผลของคำตอบ นักเรียนมีความสามารถในการนำความรู้ หรือแนวคิดต่างๆเกี่ยวกับจำนวนมาอธิบายหรือแสดงได้ว่าคำตอบที่ได้สมเหตุสมผลหรือไม่ ดังนั้นในการจัดการเรียนการสอนครูประจำการคณิตศาสตร์ควรส่งเสริมให้นักเรียนพิจารณาคำตอบที่ได้ทุกครั้งว่ามีโอกาสเป็นไปได้หรือไม่ หรืออาจให้เพื่อนคนอื่นๆช่วยกันพิจารณา ที่สำคัญนักเรียนควรบอกได้ว่าเป็นไปได้หรือไม่ด้วยเหตุผลอย่างไร เช่น นักเรียนบอกได้ว่า $\frac{5}{9} + \frac{5}{7} = \frac{10}{16}$ เป็นไปไม่ได้เพราะว่าทั้ง $\frac{5}{9}$ และ $\frac{5}{7}$ มีค่ามากกว่า $\frac{1}{2}$ เพราะฉะนั้นผลบวกต้องมากกว่า 1

จากข้อเสนอแนะในการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์เรื่อง เศษส่วนที่กล่าวมาทำให้ผู้วิจัยและครูประจำการคณิตศาสตร์สามารถกำหนดแนวทางการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์เรื่อง เศษส่วน โดยเน้นการพัฒนานักเรียนให้สามารถเรียนรู้เศษส่วนได้จากการใช้สื่อรูปธรรมเชื่อมโยงไปสู่การพัฒนาความรู้ความเข้าใจในมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ ตลอดจนมีการสอดแทรกการพัฒนาความรู้ลึกเชิงจำนวน เพื่อให้นักเรียนสามารถเรียนรู้เศษส่วนได้อย่างมีความหมายและสามารถนำไปใช้ในชีวิตประจำวันได้

3.2 การจัดการเรียนการสอนเพื่อพัฒนานักเรียนให้มีความรู้ความเข้าใจในมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์

การจัดการเรียนการสอนที่เน้นให้นักเรียนท่องจำกฎเกณฑ์ทางคณิตศาสตร์และนำกฎเกณฑ์นั้นไปใช้โดยปราศจากความเข้าใจ ทำให้นักเรียนไม่สามารถแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ ความรู้ความเข้าใจในมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์เป็นสิ่งสำคัญที่มีความเกี่ยวข้อง

กับความหมายทางคณิตศาสตร์ อันเกิดจากการคิดอย่างเป็นเหตุเป็นผลและมีระบบ จึงเป็นพื้นฐานต่อการคิดแก้ปัญหาที่ซับซ้อนซึ่งต้องใช้การคิดในระดับสูง (อัมพร ม้าคะนอง. 2547: 110)

แนวคิดของการจัดการเรียนการสอนเพื่อพัฒนานักเรียนให้มีความรู้ความเข้าใจในมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ได้รับการสนับสนุนจากนักคณิตศาสตร์ศึกษาหลายคน อาทิ คาไม และโดมินิค (Kamii; & Dominick. 1997) ได้ให้ข้อคิดเห็นว่า การจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ตามแนวทางนี้จะช่วยลดความผิดพลาดในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน เนื่องจากการที่นักเรียนคิดคำนวณผิดพลาดส่วนหนึ่งเป็นผลมาจากการจดจำขั้นตอนวิธีของการดำเนินการต่างๆ มาใช้โดยปราศจากความรู้ความเข้าใจในมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของการดำเนินการนั้น พีเทอร์สัน (Peterson. 1988) ยังได้กล่าวว่า การที่นักเรียนไม่ประสบความสำเร็จในการเรียนคณิตศาสตร์เป็นผลมาจากการเรียนคณิตศาสตร์โดยปราศจากความรู้ความเข้าใจในมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ คณิตศาสตร์ในความคิดของนักเรียนจึงมีความสำคัญน้อย และเป็นเพียงการดำเนินการโดยใช้สัญลักษณ์เท่านั้น นอกจากนี้แซสคิส และแคมเบลล์ (Zazkis; & Campbell. 1996) ยังได้กล่าวว่า การที่นักเรียนไม่มีความรู้ความเข้าใจในมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ในเนื้อหาบ่อยๆ จะทำให้ประสบปัญหาในการเรียนรู้เนื้อหาในระดับสูงต่อไป เช่น เมื่อนักเรียนไม่มีความรู้ความเข้าใจในมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์เรื่องจำนวนเฉพาะและตัวประกอบ จะทำให้เรียนรู้เรื่อง การแยกตัวประกอบได้ยากขึ้น

การจัดการเรียนการสอนเพื่อพัฒนานักเรียนให้มีความรู้ความเข้าใจในมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์จึงมีความสำคัญมากสำหรับการจัดการเรียนการสอนในทุกระดับ ในที่นี้จะแบ่งออกเป็น 3 ส่วนใหญ่ๆ ได้แก่ 1) การจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์เพื่อให้เกิดความเข้าใจ 2) การจัดการเรียนการสอนมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ และ 3) รูปแบบของการจัดการเรียนการสอนเพื่อพัฒนานักเรียนให้มีความรู้ความเข้าใจในมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์

3.2.1 การจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์เพื่อให้เกิดความเข้าใจ

การจัดการเรียนการสอนตามแนวทางนี้มีจุดเน้นให้นักเรียนสามารถประมวลข้อเท็จจริง และตัวอย่าง เพื่อนำมาตีความและกำหนดความหมายในลักษณะที่เป็นประโยชน์ต่อการคิดในระดับที่สูงขึ้น พฤติกรรมดังกล่าวเป็นพฤติกรรมการเรียนรู้ในระดับที่มีความซับซ้อนกว่าการจดจำข้อเท็จจริง ซึ่งไพรและไคเรน (Pirie; & Kieren. 1992) ได้นำเสนอรูปแบบของการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์เพื่อให้เกิดความเข้าใจ ซึ่งมี 8 ขั้นตอน ได้แก่

1. ขั้นการรู้ในสิ่งที่มีมาแต่เดิม (Primitive Knowledge) ซึ่งเป็นสิ่งที่ติดตัวนักเรียนมา เช่น เมื่อกล่าวถึงเศษส่วนที่ตัวส่วนอยู่ในรูป 2" จะนึกถึงการแบ่งสิ่งของออกเป็นสองส่วนไปเรื่อยๆ

2. ขั้นการสร้างภาพ (Image Making) เป็นขั้นที่นักเรียนสร้างภาพ หรือสัญลักษณ์แทนสิ่งที่กำลังเรียนรู้ เช่น การพับกระดาษแทนการแบ่งจำนวนออกเป็นครึ่งหนึ่งของจำนวนเดิมไปเรื่อยๆ เป็น $\frac{1}{2}, \frac{1}{4}, \frac{1}{8}, \dots$

3. ขั้นการมีภาพในใจ (Image Having) เป็นขั้นที่นักเรียนเกิดภาพในใจเกี่ยวกับกิจกรรมที่ทำในขั้นที่แล้ว ซึ่งนักเรียนใช้ภาพในใจในการเรียนรู้ทางคณิตศาสตร์ สามารถบอกความหมายของวัตถุ หรือสัญลักษณ์ได้ เช่น สามารถบอกได้ว่า $\frac{1}{2}$ มีขนาดใหญ่กว่าหรือมากกว่า $\frac{1}{4}$

4. ขั้นการสังเกตสมบัติ (Property Noticing) เป็นขั้นที่นักเรียนศึกษาสมบัติและความสัมพันธ์ของสมบัตินั้น เช่น สามารถสังเกตได้ว่าเศษส่วนที่เกิดจากการแบ่งครึ่งเกิดจากการรวมกันของเศษส่วนที่เกิดจากการแบ่งครึ่งอื่นๆ เช่น $\frac{1}{2}$ เกิดจาก $\frac{1}{4}$ รวมกับ $\frac{1}{4}$

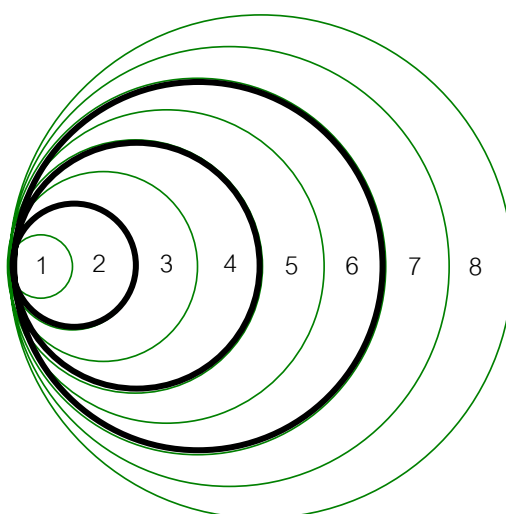
5. ขั้นการจัดแบบแผน (Formalizing) เป็นขั้นที่นักเรียนนำสมบัติที่สังเกตได้ในขั้นที่แล้วมาวิเคราะห์ และจัดระบบเพื่อสรุปเป็นลักษณะทั่วไปของสิ่งที่ศึกษา เช่น การกำหนดลักษณะทั่วไปที่เป็นนามธรรมของเศษส่วนที่เกิดจากการแบ่งครึ่ง

6. ขั้นการสังเกต (Observing) เป็นขั้นที่มีการสังเกตแบบแผนที่จัดหรือสรุปได้ เช่น สามารถสังเกตได้ว่าไม่มีเศษส่วนที่เกิดจากการแบ่งครึ่งที่เล็กที่สุด เนื่องจากสามารถแบ่งครึ่งเศษส่วนที่ได้ไปเรื่อยๆ จาก $\frac{1}{2}$ เป็น $\frac{1}{4}, \frac{1}{8}, \frac{1}{16}, \dots, \frac{1}{2^n}$

7. ขั้นการสร้างโครงสร้าง (Structuring) เป็นขั้นที่นักเรียนสร้างและลำดับโครงสร้างที่เป็นเหตุเป็นผลจากสิ่งที่สังเกตได้ โดยการค้นหาความสัมพันธ์และเชื่อมโยงความสัมพันธ์เหล่านั้น ในขั้นนี้ความรู้สามารถถูกพิสูจน์ได้ เช่น พิสูจน์ได้ว่าเศษส่วนที่เกิดจากการแบ่งครึ่งมีสมบัติปิดภายใต้การบวก

8. ขั้นการสร้าง (Inventising) เป็นขั้นการสร้างความรู้ที่สมบูรณ์ ซึ่งทำให้เกิดความเข้าใจที่แท้จริง และอาจนำมาซึ่งมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ใหม่

ลักษณะสำคัญของรูปแบบการจัดการเรียนการสอนนี้คือ ระดับความเข้าใจใดๆ จะฝังตัวอยู่กับระดับอื่นทั้งที่มาก่อนและเกิดขึ้นภายหลัง ดังภาพประกอบ 11



ภาพประกอบ 11 รูปแบบการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์เพื่อให้เกิดความเข้าใจ (ตัวเลขในวงแสดงระดับชั้นของความเข้าใจ)

ที่มา: S. E. B. Pirie; & T. E. Kieren. (1992). Watching Sandy's Understanding Grow. *Journal of Mathematical Behavior*. 11: 243-257.

พัฒนาการของความเข้าใจจึงเป็นกระบวนการที่มีการเปลี่ยนแปลงอยู่เสมอ (Dynamic Organizing Process) โดยอาจมีการเปลี่ยนแปลงไปมาระหว่างระดับต่างๆของความเข้าใจ ซึ่งไพร่ และไคเรน (Pirie; & Kieren. 1992) อธิบายว่า เมื่อนักเรียนเผชิญกับปัญหา หรือสถานการณ์ที่ไม่สามารถแก้ไขได้โดยทันที นักเรียนอาจย้อนกลับไปในระดับความเข้าใจเดิมที่ได้รับอิทธิพลจากปัญหาหรือสถานการณ์ จึงอาจทำให้ความเข้าใจเดิมเปลี่ยนแปลงไปด้วย ดังนั้นการพัฒนานักเรียนให้มีระดับความเข้าใจสูงขึ้น จึงไม่สามารถทำได้สมบูรณ์ที่ละระดับได้ แต่ต้องมีการย้อนกลับไปมาระหว่างระดับความเข้าใจ ปัจจัยที่ช่วยทำให้เกิดการย้อนกลับ (Folding Back) ในลักษณะที่กล่าวถึงนี้มี 3 ประเภท ได้แก่ 1) ปัจจัยเกี่ยวกับความถูกต้อง (Validating Intervention) ที่ทำให้นักเรียนแสดงว่าตัวเองคิด หรือทำอะไรอยู่ และทำไมจึงคิดเช่นนั้น 2) ปัจจัยที่กระตุ้นการเรียนรู้ (Provocative Intervention) ซึ่งผลักดันให้นักเรียนขยายความเข้าใจไปสู่สถานการณ์ใหม่ หรือระดับความเข้าใจที่สูงขึ้น และ 3) ปัจจัยที่เป็นอุปสรรคต่อความเข้าใจ (Invocative Intervention) ซึ่งจะทำให้นักเรียนต้องย้อนกลับไปในระดับของความเข้าใจที่เกิดขึ้นก่อน

นอกจากนี้ สิ่งที่สำคัญต่อความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ก็คือ ความสามารถที่จะดำเนินการโดยใช้สัญลักษณ์ที่ปราศจากสิ่งอ้างอิงได้ ความสามารถดังกล่าวเป็นจุดเด่นของรูปแบบการ

จัดการเรียนการสอนนี้ซึ่งอธิบายโดยใช้วงทึบ (Bold Ring) ในภาพประกอบ 11 ซึ่งแสดงถึงขอบเขตที่ไม่จำเป็น เช่น เมื่อนักเรียนมีภาพในใจในระดับที่ 3 นักเรียนจะไม่ต้องการตัวอย่างเฉพาะของการสร้างภาพในระดับที่ 2 และมีความเข้าใจเป็นอิสระจากการรู้ในสิ่งที่มีความแต่เดิมในระดับแรก และเมื่อนักเรียนสามารถจัดแบบแผนในระดับที่ 5 ได้ ก็จะไม่ต้องการภาพ หรือความหมายเชิงรูปธรรมอีกต่อไป จนในที่สุดเมื่อถึงระดับการสร้างโครงสร้างในระดับที่ 7 นักเรียนจะไม่ต้องการความหมายในเชิงรูปธรรมอีกต่อไป ดังนั้นวงทึบจึงปรากฏอยู่ข้างในของการมีภาพในใจในระดับที่ 3 การจัดแบบแผนในระดับที่ 5 และการสร้างโครงสร้างในระดับที่ 7

การจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์เพื่อให้เกิดความเข้าใจมีความสำคัญต่อการนำสิ่งที่เรียนรู้ไปใช้เป็นพื้นฐานในการเรียนรู้ในระดับที่สูงขึ้น และใช้แก้ปัญหาในสถานการณ์จริงได้ ผู้วิจัยพอจะสรุปแนวปฏิบัติสำหรับครูประจำการคณิตศาสตร์ในการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์เพื่อให้เกิดความเข้าใจ ดังต่อไปนี้

1. ให้ความสำคัญกับพื้นฐานความรู้เดิมของนักเรียน

- ครูประจำการคณิตศาสตร์ควรพิจารณาความรู้พื้นฐานที่นักเรียนมีอยู่เดิม เพื่อตัดสินใจว่าควรจะสอนเสริมพื้นฐานในเรื่องใด ไม่ควรปล่อยให้เด็กมีความบกพร่องในความรู้พื้นฐานเพราะจะทำให้เกิดอุปสรรคต่อการเรียนรู้ในเนื้อหาใหม่
- ครูประจำการคณิตศาสตร์ควรให้โอกาสนักเรียนได้ใช้ความรู้เดิมในการแก้ปัญหาหรือสถานการณ์ในชีวิตจริง
- ครูประจำการคณิตศาสตร์ควรเตรียมการสอนเนื้อหาใหม่ให้เชื่อมโยงกับความรู้เดิมที่นักเรียนมีอยู่ การเพิ่มหรือลดเนื้อหาบางส่วนควรตัดสินใจทำได้ถ้าจะก่อให้เกิดประโยชน์ต่อนักเรียน

2. มุ่งเน้นให้นักเรียนได้พัฒนากระบวนการคิด

- ครูประจำการคณิตศาสตร์ควรวางแผนการสอนเพื่อให้นักเรียนได้พัฒนากระบวนการคิด ทำให้นักเรียนสามารถเรียนรู้วิธีการที่ตนเองสามารถทำความเข้าใจได้เป็นอย่างดี และจะสามารถอธิบาย หรือถ่ายทอดสิ่งที่เรียนรู้แก่ผู้อื่นได้อย่างมีเหตุผล
- ครูประจำการคณิตศาสตร์ควรเน้นให้นักเรียนมีความยืดหยุ่นในการแก้ปัญหา เลือกใช้วิธีการแก้ปัญหาได้อย่างเหมาะสม ไม่ควรยึดขั้นตอนวิธีเฉพาะใดๆ ในการแก้ปัญหา

3. ให้นักเรียนได้มีเวลาในการเรียนรู้ที่เหมาะสม

- ครูประจำการคณิตศาสตร์ควรให้เวลานักเรียนในการคิด ไตร่ตรอง ทดลอง และสรุปในสิ่งที่คิด

ชั้น

- ครูประจำการคณิตศาสตร์ควรให้เวลานักเรียนได้ร่วมกันอภิปรายกับเพื่อนร่วม

- ครูประจำการคณิตศาสตร์ควรใช้เวลาเพื่อเอื้อให้นักเรียนได้พัฒนาความคิดในแนวทางที่ถูกต้องสอดคล้องกับเป้าหมายของการสอน และถ้ามีโอกาสควรขยายความคิดดังกล่าวนั้นออกไปแม้ว่าจะมีขอบเขตนอกเหนือไปจากหลักสูตรก็ตาม

4. ให้โอกาสนักเรียนได้อธิบายและแสดงเหตุผล

- ครูประจำการคณิตศาสตร์ควรเปิดโอกาสให้นักเรียนได้แสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับความคิดของตนเองและผู้อื่น

- ครูประจำการคณิตศาสตร์ควรแสดงความคิดเห็นในสิ่งที่นักเรียนอธิบาย และตั้งคำถามเพื่อขยายความคิดของนักเรียนต่อไป

5. พยายามใช้คำถาม

- ครูประจำการคณิตศาสตร์ควรใช้คำถามเพื่อให้นักเรียนได้ตรวจสอบความถูกต้องของวิธีการ การให้เหตุผล และคำตอบของตนเอง

- ครูประจำการคณิตศาสตร์ควรตั้งคำถามเพื่อให้นักเรียนได้เปรียบเทียบความคล้ายคลึงและความแตกต่างระหว่างวิธีการต่างๆ ที่ตนใช้ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

- ครูประจำการคณิตศาสตร์ควรใช้คำถามเพื่อกระตุ้นและฝึกให้นักเรียนตั้งคำถามในการถามเพื่อนเมื่อเกิดข้อสงสัยในสิ่งที่เพื่อนนำเสนอ

- ครูประจำการคณิตศาสตร์ควรตั้งคำถามที่แสดงให้เห็นถึงการให้ความสำคัญต่อการคิดหรือผลงานของนักเรียน เนื่องจากจะเป็นการสร้างความภาคภูมิใจให้นักเรียน

6. สร้างบรรยากาศให้เกิดการโต้แย้งกันเชิงวิชาการ

- ครูประจำการคณิตศาสตร์ควรฝึกให้นักเรียนมีทักษะการโต้แย้งทางวิชาการอย่างสุภาพเมื่อไม่เห็นด้วยกับความคิดของผู้อื่น ซึ่งในการโต้แย้งควรรับฟังความคิดเห็น คำชี้แจงจากเจ้าของความคิด ตลอดจนเคารพความคิดเห็นของผู้อื่น

- ครูประจำการคณิตศาสตร์ควรใช้โอกาสที่มีการโต้แย้งกันทางวิชาการเพื่อนำไปสู่การได้มาซึ่งความคิดที่ลึกซึ้ง และควรควบคุมการโต้แย้งให้อยู่ในบรรยากาศที่ทุกฝ่ายยอมรับได้

7. สร้างบรรยากาศของห้องเรียนให้เหมาะสมต่อการเรียนรู้

- ครูประจำการคณิตศาสตร์ควรจัดห้องเรียนในรูปแบบต่างๆ เช่น กลุ่มเล็ก กลุ่มใหญ่ กลุ่มตามความสามารถ และกลุ่มตามความสนใจในเนื้อหาเฉพาะ

- ครูประจำการคณิตศาสตร์ควรจัดให้มีการแสดงผลงานของแต่ละกลุ่มย่อยเพื่อให้นักเรียนทุกคนในชั้นเรียนร่วมแสดงความคิดเห็นในผลงานของเพื่อน

3.2.2 การจัดการเรียนการสอนมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์

การจัดการเรียนการสอนมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ หรือการจัดการเรียนการสอนเพื่อให้ได้มาซึ่งมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ ได้รับอิทธิพลมาจากแนวคิดของทาบา (Taba. 1966) ที่มีจุดเน้นให้ครูประจำการได้พัฒนาทักษะการคิดของนักเรียน การจัดการเรียนการสอนในลักษณะนี้จึงทำให้นักเรียนสามารถแยกแยะแนวคิดต่างๆ และขยายจากตัวอย่างเฉพาะไปสู่ประเภทของมโนทัศน์ที่กว้างขึ้น เป็นการใช้ความคิดระดับสูงกระทำกับข้อมูลในวิถีทางที่มีการจัดโครงสร้าง แนวคิด และตัวอย่าง เพื่อสรุปเป็นความหมายและแปลงไปสู่การนำไปใช้ โดยทั่วไปแล้วมโนทัศน์จะประกอบด้วย 3 องค์ประกอบ (Joyce; & Weil. 1992) ได้แก่

1. ชื่อของมโนทัศน์ (Concept Name) เป็นชื่อเฉพาะที่ใช้เรียกสิ่งของที่มีลักษณะเดียวกัน และจัดอยู่ในประเภทเดียวกัน

2. ลักษณะ (Attribute) เป็นลักษณะที่ใช้แยกมโนทัศน์เฉพาะใดๆ ออกจากมโนทัศน์อื่น ซึ่งจำแนกได้ 2 ประเภท ได้แก่

- 2.1 ลักษณะที่จำเป็น (Essential Attributes) เป็นลักษณะที่ต้องมีในมโนทัศน์และจำเป็นต้องใช้ในการจำแนกมโนทัศน์นั้นออกจากมโนทัศน์อื่น

- 2.2 ลักษณะที่ไม่จำเป็น (Nonessential Attributes) เป็นลักษณะที่สังเกตได้ในมโนทัศน์ แต่ไม่จำเป็นสำหรับใช้ในการแยกมโนทัศน์นั้นออกจากมโนทัศน์อื่น

3. คุณค่าของลักษณะ (Attribute Value) คือ ระดับคุณค่าของลักษณะที่จะใช้ในการจำแนกประเภทของมโนทัศน์

โดโนแวน และเจอร์รอลด์ (Donovan; & Jerald. 1972: 176-177) ได้กล่าวถึงหลักการจัดการเรียนการสอนมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ไว้ดังนี้

1. ครูประจำการคณิตศาสตร์ไม่สามารถจัดการเรียนการสอนโดยบอกให้นักเรียนเข้าใจมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ได้โดยตรง นักเรียนต้องสร้างมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ด้วยความคิดและประสบการณ์ของตนเอง ดังนั้นจึงต้องมีการเตรียมประสบการณ์ในการเรียนรู้ให้เหมาะสมกับนักเรียนทุกคน

2. มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ใดที่เรียนไปแล้วจะมีความหมาย และมีประโยชน์มากขึ้นเมื่อถูกจัดระบบให้เป็นส่วนหนึ่งของโครงสร้างทางความคิด ดังนั้นมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ที่นักเรียนได้เรียนไปในแต่ละวันควรมีการนำไปสัมพันธ์กับมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์อื่นๆ ที่ได้เรียนไปในแต่ละบทเรียน

3. การเรียนรู้ในทัศนทางคณิตศาสตร์สามารถเกิดขึ้นได้จากการจัดประสบการณ์ที่หลากหลายให้แก่เรียนมากกว่าการบอกให้จำหรือใช้การอธิบายซ้ำๆ ดังนั้นการจัดกิจกรรมให้เกิดการเรียนรู้โดยการค้นพบ การใช้คำถามที่ท้าทาย จึงเป็นวิธีการที่ให้ผลดี

4. การที่นักเรียนจะเกิดการเรียนรู้ในทัศนทางคณิตศาสตร์ได้ขึ้นอยู่กับความพร้อมและความสามารถในการเรียนรู้ของนักเรียน และการสร้างแรงจูงใจในการเรียน ดังนั้นการเตรียมกิจกรรมการเรียนการสอนจึงต้องคำนึงถึงความแตกต่างในการเรียนรู้ของนักเรียน และควรมีการสร้างแรงจูงใจให้นักเรียนมีความต้องการที่จะเรียนรู้ในแต่ละวัน

5. มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์จะถูกสร้างขึ้นเมื่อนักเรียนมีความกระตือรือร้น และให้ความสนใจต่อกิจกรรมการเรียนการสอนที่ครูประจำการกำหนดขึ้น นักเรียนจะปรับโครงสร้างทางความคิดในการเรียนรู้ในทัศนทางคณิตศาสตร์มากกว่าจะเป็นเพียงแค่การรับรู้แบบง่าย ๆ ดังนั้นการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ในแต่ละชั่วโมงไม่ควรเป็นเพียงการบรรยายของครูประจำการเท่านั้น แต่ควรมีกิจกรรมที่มุ่งเน้นการถามตอบ การอภิปรายแลกเปลี่ยนความคิดเห็นเกี่ยวกับมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์

6. การที่นักเรียนได้เรียนรู้จากสื่อการเรียนการสอนที่เป็นรูปธรรมหรือของจริงจะทำให้ นักเรียนสามารถเรียนรู้ในทัศนทางคณิตศาสตร์ได้ดี และการที่นักเรียนได้ใช้ความพยายามลองผิดลองถูก ตั้งคำถามในสิ่งที่สงสัย ตั้งข้อสังเกต ตรวจสอบข้อสังเกต และสามารถสรุปสิ่งที่ป็นมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ได้ด้วยตนเอง จะทำให้มีความรู้ความเข้าใจที่ลึกซึ้งในมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ และทำให้ได้รับประสบการณ์ที่ดีในการเรียนรู้ในทัศนทางคณิตศาสตร์อื่นๆที่มีความซับซ้อนต่อไปได้

เดอร์ เคโค (De Cecco. 1968: 402-416) ได้เสนอขั้นตอนของการจัดการเรียนการสอนมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ไว้ 9 ขั้นตอน ดังนี้

1. ระบุผลการเรียนรู้ที่คาดหวังให้ชัดเจน
2. วิเคราะห์มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ที่ต้องการให้นักเรียนเรียนรู้ ถ้ามโนทัศน์ที่ต้องการให้นักเรียนเรียนรู้มีมาก ให้มุ่งเน้นไปที่มโนทัศน์หลักทางคณิตศาสตร์
3. เตรียมคำอธิบายที่นักเรียนสามารถเข้าใจได้ง่าย
4. เตรียมตัวอย่างทั้งทางบวกและทางลบของมโนทัศน์เพื่อให้นักเรียนได้ตั้งข้อสังเกต ตัวอย่างทั้งทางบวกและทางลบจะต้องมีมากเพียงพอที่จะทำให้นักเรียนสามารถสรุปลักษณะของมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์นั้นได้ อีกทั้งสามารถจำแนกลักษณะที่ไม่เกี่ยวข้องกับมโนทัศน์นั้นออกไป
5. เสนอตัวอย่างทางบวกและทางลบที่ละตัวอย่างในระยะเวลาที่ใกล้เคียงกัน หรือเสนอพร้อมกัน

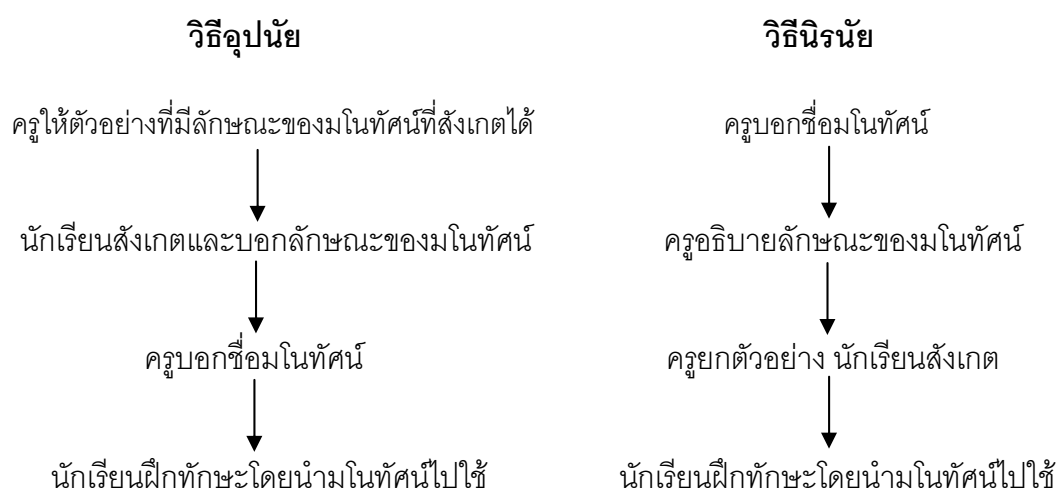
6. เสนอตัวอย่างทางบวกของมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ให้นักเรียนพิจารณา เพื่อให้ นักเรียนสามารถสรุปอ้างอิงได้

7. เสนอตัวอย่างทั้งทางบวกและทางลบหลายๆตัวอย่างให้นักเรียนเลือกเฉพาะตัวอย่างทางบวกเท่านั้น

8. ใช้คำถามให้นักเรียนสามารถสรุปคำจำกัดความของมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์นั้นได้

9. ให้โอกาสนักเรียนได้ทดลองใช้มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ที่ได้เรียนมา และให้การเสริมแรงเมื่อนักเรียนเรียนรู้และใช้มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์นั้นได้ถูกต้อง

เทนนี่สัน และคอคเคียเรลลา (Tennyson; & Cocchiarella. 1986) ได้เสนอวิธีสอน เพื่อให้นักเรียนมีมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์โดยใช้วิธีอุปนัย (Induction Approach) และนิรนัย (Deduction Approach) ดังภาพประกอบ 12



ภาพประกอบ 12 เปรียบเทียบวิธีสอนแบบอุปนัยและนิรนัย

ที่มา: R. Tennyson; & M. Cocchiarella. (1986). An Empirically Based Instructional Design Theory for Teaching Concepts. *Review of Educational Research*. 56: 40-71.

จากการศึกษาเปรียบเทียบวิธีสอนทั้งสองวิธีพบว่า เมื่อครูประจำการคณิตศาสตร์ใช้วิธีอุปนัยในการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ นักเรียนจะสามารถพัฒนาความรู้ความเข้าใจในมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ได้อย่างต่อเนื่อง และมโนทัศน์นั้นจะยังคงอยู่ได้ยาวนานกว่าการใช้วิธีนิรนัยในการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์

กันเทอร์ เอสเทอร์ และชวาด (Gunter; Ester; & Schwad. 1995: 98-105) ได้เสนอขั้นตอนของการจัดการเรียนการสอนมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ไว้ดังนี้

1. วิเคราะห์มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์สำหรับการจัดการเรียนการสอน และให้คำจำกัดความของมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์นั้นให้ชัดเจน
2. กำหนดคุณลักษณะที่สำคัญของมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์
3. เตรียมตัวอย่างทางบวกให้มากพอและครอบคลุมคุณลักษณะทั้งหมดของมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์นั้น ในขณะเดียวกันก็ต้องเตรียมตัวอย่างทางลบด้วย
4. อธิบายให้นักเรียนทราบถึงขั้นตอนของการจัดการเรียนการสอน
5. เสนอตัวอย่างทั้งทางบวกและทางลบของมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เพื่อให้ นักเรียนได้ตั้งข้อสังเกต และเปรียบเทียบ
6. ฝึกให้นักเรียนตั้งข้อสังเกต และสรุปอ้างอิงลักษณะของมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ตามความเข้าใจของตนเอง
7. เสนอตัวอย่างของมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์เพิ่มเติม เพื่อให้นักเรียนทุกคนสามารถสรุปอ้างอิงลักษณะของมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ได้
8. ชักถามถึงการได้มาซึ่งมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน ซึ่งอาจใช้การอภิปรายเพื่อสับย่อนไปยังความคิดของนักเรียน

3.2.3 รูปแบบของการจัดการเรียนการสอนเพื่อพัฒนานักเรียนให้มีความรู้ความเข้าใจในมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์

รูปแบบของการจัดการเรียนการสอนเพื่อพัฒนานักเรียนให้มีความรู้ความเข้าใจในมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ได้รับการพัฒนาขึ้นโดยลาสเลย์ และแมทซินสกี (Lasley; & Matczynski. 1997) ซึ่งได้มีการผสมผสานการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์เพื่อให้เกิดความเข้าใจ และการจัดการเรียนการสอนมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์เข้าไว้ด้วยกัน โดยมีขั้นตอนในการจัดการเรียนการสอน 5 ขั้นตอน ได้แก่

1. ขั้นกำหนดมโนทัศน์ (Concept Identification) ในขั้นนี้ครูประจำการคณิตศาสตร์จะเลือกมโนทัศน์ที่ต้องการให้นักเรียนได้เรียนรู้ โดยอาจได้มาจากการวิเคราะห์เนื้อหาที่สอน คำอธิบายรายวิชา หนังสือ แบบเรียน เอกสารประกอบการสอน หรือเอกสารเสริมการเรียนรู้ต่างๆ
2. ขั้นให้ตัวอย่าง (Exemplar Identification) ในขั้นนี้ครูประจำการคณิตศาสตร์จะให้ตัวอย่างที่หลากหลายทั้งตัวอย่างทางบวกและทางลบ ตัวอย่างทางบวกประกอบด้วยลักษณะที่จำเป็นของมโนทัศน์ ส่วนตัวอย่างทางลบจะไม่มีลักษณะเหล่านั้น ที่สำคัญก็คือ ตัวอย่างทางบวกจะต้องมี

ความชัดเจนและเฉพาะเจาะจงเพื่อให้ นักเรียนสามารถสืบสอบไปถึงลักษณะสำคัญของมโนทัศน์ได้ ตัวอย่างที่ให้ความมีจำนวนมากพอที่นักเรียนสามารถแยกแยะลักษณะที่หลากหลายได้

3. **ขั้นตั้งสมมติฐาน (Hypothesizing)** ในขั้นนี้ครูประจำการคณิตศาสตร์จะใช้คำถามเพื่อให้ นักเรียนบอกลักษณะทั่วไปของมโนทัศน์ ขั้นให้ตัวอย่างและขั้นตั้งสมมติฐานจะเป็นวงจรย่อยภายในรูปแบบของการจัดการเรียนการสอนนี้ กล่าวคือ เมื่อนักเรียนสังเกตตัวอย่างและตั้งสมมติฐานแล้ว ครูประจำการคณิตศาสตร์อาจให้ความช่วยเหลือนักเรียนโดยการเพิ่มตัวอย่างทางบวกและทางลบได้อีก เพื่อช่วยให้นักเรียนตั้งสมมติฐานไว้ใกล้เคียงความจริงมากขึ้น หรือเพื่อให้กำจัดสมมติฐานที่ไม่ถูกต้องออกไปได้ นักเรียนจะเป็นผู้เปรียบเทียบตัวอย่างต่างๆทั้งในแง่ความคล้ายคลึงและความแตกต่าง โดยทั่วไปแล้ววงจรย่อยในขั้นที่ 2 และ 3 มีลักษณะดังนี้

- 1) ครูประจำการคณิตศาสตร์ให้ตัวอย่างหลายตัวอย่าง
- 2) นักเรียนวิเคราะห์ตัวอย่างและตั้งสมมติฐาน
- 3) ครูประจำการคณิตศาสตร์ให้ตัวอย่างเพิ่มเติม
- 4) นักเรียนตั้งสมมติฐานเพิ่มเติมและกำจัดสมมติฐานที่ไม่ถูกต้องออกไป
- 5) ครูประจำการคณิตศาสตร์และนักเรียนยืนยันสมมติฐานที่ถูกต้องและกำจัดสมมติฐานที่ไม่ถูกต้อง
- 6) ครูประจำการคณิตศาสตร์และนักเรียนเตรียมสรุปมโนทัศน์เมื่อได้สมมติฐานที่ถูกต้องแล้ว

4. **ขั้นสรุปมโนทัศน์ (Closure)** ในขั้นนี้ครูประจำการคณิตศาสตร์จะทบทวนสมมติฐานที่ได้จากขั้นที่ 3 เพื่อให้นักเรียนช่วยกันคิดหาข้อสรุปของลักษณะของมโนทัศน์ และชื่อของมโนทัศน์ ขั้นนี้จึงเป็นขั้นสังเคราะห์รายละเอียดเพื่อนำไปสู่ความเข้าใจที่ลึกซึ้ง

5. **ขั้นนำไปใช้ (Application)** ในขั้นนี้ครูประจำการคณิตศาสตร์จะให้นักเรียนใช้ความเข้าใจในมโนทัศน์ที่ได้จากขั้นที่ 3 ในการสร้างตัวอย่างทางบวกและทางลบ และครูจะตรวจสอบว่านักเรียนแต่ละคนให้คำจำกัดความของลักษณะที่จำเป็นของมโนทัศน์ได้ถูกต้องหรือไม่

การจัดการเรียนการสอนตามขั้นตอนข้างต้นเป็นกระบวนการที่ดำเนินไปอย่างต่อเนื่อง ตั้งแต่ขั้นแรกจนนักเรียนสามารถสรุปและนามโนทัศน์ไปใช้ได้อย่างถูกต้อง ครูประจำการคณิตศาสตร์ต้องทำงานหนักในการวางแผนการสอนและควบคุมสถานการณ์ในการเรียนการสอนให้เป็นไปตามแผน ขณะที่นักเรียนก็ต้องใช้ความพยายามในการวิเคราะห์เพื่อให้ได้มาซึ่งข้อสรุปที่ถูกต้อง แต่ผลที่จะได้รับก็คือ นักเรียนจะมีความเข้าใจที่ลึกซึ้งในมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ที่เรียนรู้ จึงเป็นสิ่งที่มีความคุ้มค่ามาก

ผู้วิจัยขอยกตัวอย่างการใช้รูปแบบของการจัดการเรียนการสอนเพื่อพัฒนานักเรียนให้มีความรู้ความเข้าใจในมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของลาสเลย์ และแมทชีนสกีในการจัดการเรียนการสอนเรื่อง จำนวนคละ ดังต่อไปนี้

1. ขั้นกำหนดมโนทัศน์ ครูประจำการคณิตศาสตร์กำหนดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ในการจัดการเรียนการสอนเรื่อง จำนวนคละ
2. ขั้นให้ตัวอย่าง ครูประจำการคณิตศาสตร์ให้ตัวอย่างแรก ได้แก่ $1\frac{1}{3}$ แล้วจัดให้อยู่ในกลุ่มที่เรียกว่า “จำนวนคละ” และให้ตัวอย่างที่สอง ได้แก่ 6 แล้วจัดให้อยู่ในกลุ่มที่เรียกว่า “ไม่ใช่จำนวนคละ”
3. ขั้นตั้งสมมติฐาน ครูประจำการคณิตศาสตร์ให้นักเรียนตั้งสมมติฐาน หรือตั้งข้อสังเกตเกี่ยวกับจำนวนที่เป็นจำนวนคละ และจำนวนที่ไม่ใช่จำนวนคละ ครูประจำการคณิตศาสตร์ให้ตัวอย่างเพิ่มเติม ได้แก่ $11\frac{1}{4}$ เรียกว่า “จำนวนคละ” และ $\frac{3}{4}$ “ไม่ใช่จำนวนคละ” แล้วให้นักเรียนตั้งข้อสังเกตใหม่ ยกตัวอย่างเพิ่มเติมไปเรื่อยๆจนกระทั่งนักเรียนสังเกตได้ว่า “จำนวนคละ” ประกอบด้วยจำนวนเต็มและเศษส่วนเท่านั้น
4. ขั้นสรุปมโนทัศน์ ครูประจำการคณิตศาสตร์ให้นักเรียนช่วยกันสรุปลักษณะของจำนวนคละ
5. ขั้นนำไปใช้ ครูประจำการคณิตศาสตร์ให้นักเรียนแต่ละคนลองยกตัวอย่างจำนวนคละ และจำนวนที่ไม่ใช่จำนวนคละมาอย่างละ 5 จำนวน

จากตัวอย่างข้างต้นแสดงให้เห็นว่า ครูประจำการคณิตศาสตร์และนักเรียนมีปฏิสัมพันธ์กันตลอดเวลา เพื่อพัฒนาให้นักเรียนมีความรู้ความเข้าใจในมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ การถามตอบจะให้นักเรียนได้คิดวิเคราะห์ไปตามกรอบและแนวทางที่จะนำไปสู่การได้มาซึ่งมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์

โดยทั่วไปแล้ว นักเรียนจะสร้างมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์เกี่ยวกับเศษส่วนผ่านการใช้สื่อการเรียนการสอนของครูประจำการคณิตศาสตร์ เช่น สื่อกระดาษตัดเป็นรูปวงกลม รูปสี่เหลี่ยมที่แบ่งออกเป็นส่วนที่เท่าๆกัน แผนภาพแสดงการแบ่งหนึ่งหน่วยออกเป็นหลายๆส่วนย่อยที่เท่ากัน เป็นต้น อย่างไรก็ตาม สื่อการเรียนการสอนเหล่านี้จะช่วยให้ นักเรียนมีความเข้าใจเศษส่วนที่เป็นจำนวนน้อยๆได้ดี เช่น $\frac{1}{2}, \frac{1}{3}, \frac{2}{3}, \frac{3}{4}$ แต่เมื่อเศษส่วนเป็นจำนวนที่มากขึ้น เช่น $\frac{15}{23}, \frac{113}{216}$ นักเรียนจะไม่ค่อยมั่นใจในการใช้เพียงความรู้ที่เรียนจากสื่อการเรียนการสอน ดังนั้นการที่นักเรียนมีความรู้ความเข้าใจในมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์เรื่อง เศษส่วนจึงมีความสำคัญต่อการนำไปใช้

จากที่กล่าวมา จะเห็นได้ว่าความรู้ความเข้าใจในมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์มีความสำคัญในการทำให้นักเรียนเรียนรู้คณิตศาสตร์อย่างมีความหมาย ซึ่งจะเป็นพื้นฐานในการนำความรู้ทางคณิตศาสตร์ไปใช้ในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ หรือสถานการณ์ปัญหาในชีวิตจริง และยังสามารถนำความรู้ไปใช้ในการเรียนรู้สิ่งใหม่ๆต่อไป

สำหรับการจัดการเรียนการสอนเพื่อพัฒนานักเรียนให้มีความรู้ความเข้าใจในมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยและครูประจำการคณิตศาสตร์ได้ตัดสินใจเลือกใช้รูปแบบการจัดการเรียนการสอนเพื่อพัฒนานักเรียนให้มีความรู้ความเข้าใจในมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของลาสเลย์ และแมทซินสกี (Lasley; & Matczynski. 1997) เป็นแนวทางหนึ่งในการออกแบบบทเรียนและจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ เนื่องจากรูปแบบการจัดการเรียนการสอนดังกล่าวได้ผสมผสานการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์เพื่อให้เกิดความเข้าใจ และการจัดการเรียนการสอนมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์เข้าไว้ด้วยกัน นอกจากนี้ในการจัดการเรียนการสอนยังเน้นการใช้คำถามเพื่อช่วยให้นักเรียนได้ใช้ความคิดวิเคราะห์ในแนวทางที่สามารถสรุปลักษณะของมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ได้ คำถามที่ใช้จึงมีลักษณะให้นักเรียนอธิบายแสดงเหตุผลโดยให้นักเรียนมีเวลาได้ใช้ความคิด ไตร่ตรอง วิเคราะห์ และหาข้อสังเกตด้วยตนเองก่อนแล้วจึงอภิปรายแลกเปลี่ยนเรียนรู้ร่วมกันกับเพื่อน เพื่อให้ นักเรียนมีโอกาสได้ตรวจสอบความคิดของตนเองและเรียนรู้จากความคิดของเพื่อน ซึ่งนักเรียนอาจมีการเปลี่ยนแปลงความคิดหรือยืนยันความคิดเดิมของตนเองเพื่อนำไปสู่การหาข้อสรุปเกี่ยวกับลักษณะของมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ที่เรียนรู้

3.3 การจัดการเรียนการสอนเพื่อพัฒนานักเรียนให้มีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์

3.3.1 ความหมายของปัญหาทางคณิตศาสตร์

ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เป็นสถานการณ์หรือคำถามที่ต้องการคำตอบซึ่งบุคคลต้องใช้ความรู้ และประสบการณ์ทางคณิตศาสตร์มากำหนดแนวทางหรือวิธีการในการหาคำตอบ บุคคลผู้คิดหาคำตอบไม่คุ้นเคยกับสถานการณ์นั้นมาก่อน และไม่สามารถหาคำตอบได้ในทันทีทันใด สถานการณ์หรือคำถามข้อใดจะเป็นปัญหาหรือไม่ ขึ้นอยู่กับบุคคลผู้คิดหาคำตอบ บางสถานการณ์เป็นปัญหาสำหรับบางคน แต่อาจไม่เป็นปัญหาสำหรับคนอื่นๆก็ได้ (Baroody. 1993: 1; Charles; & Lester. 1982: 5; Kantowski. 1980: 195; Krulik; & Rudnick. 1995: 6)

3.3.2 ประเภทของปัญหาทางคณิตศาสตร์

จากความหมายของปัญหาทางคณิตศาสตร์ข้างต้น สามารถแบ่งประเภทของปัญหาโดยใช้เกณฑ์ต่างๆ ได้ดังนี้

1. เมื่อพิจารณาจากจุดประสงค์ของปัญหา โพลยา (Polya. 1957: 23-29) แบ่งปัญหาทางคณิตศาสตร์เป็น 2 ประเภท ได้แก่

1.1 ปัญหาให้ค้นหา เป็นปัญหาที่ต้องการให้ผู้แก้ปัญหาค้นหาคำตอบซึ่งอาจอยู่ในรูปปริมาณ วิธีการ หรือคำอธิบายให้เหตุผล

1.2 ปัญหาให้พิสูจน์ เป็นปัญหาให้แสดงการให้เหตุผลว่าข้อความที่กำหนดให้เป็นจริง หรือข้อความที่กำหนดให้เป็นเท็จ

2. เมื่อพิจารณาจากเป้าหมายในการหาคำตอบของปัญหา บารูดี (Baroody. 1993: 2-54-2-55) แบ่งปัญหาทางคณิตศาสตร์เป็น 2 ประเภท ได้แก่

2.1 ปัญหาที่มีเป้าหมายเฉพาะเจาะจง เป็นปัญหาที่มีคำตอบแน่นอน ส่วนใหญ่มีคำตอบเพียงคำตอบเดียว

2.2 ปัญหาที่มีเป้าหมายไม่เฉพาะเจาะจง เป็นปัญหาแบบปลายเปิดมีคำตอบเปิดกว้าง มีคำตอบที่ถูกต้องหลายคำตอบ

ปัญหาประเภทแรกสามารถปรับเปลี่ยนให้เป็นปัญหาประเภทหลังได้ซึ่งมีความสอดคล้องกับปัญหาในชีวิตจริงมากกว่า โดยที่นักเรียนยังคงใช้พื้นฐานความรู้ในระดับเดียวกันในการแก้โจทย์ปัญหาแต่ใช้ความคิดในการประยุกต์ได้กว้างขวางกว่า

3. เมื่อพิจารณาจากผู้แก้ปัญหาและความซับซ้อนของปัญหา เรย์ส และคณะ (Reys; et al. 1992: 29) แบ่งปัญหาทางคณิตศาสตร์เป็น 2 ประเภท ได้แก่

3.1 ปัญหาที่คุ้นเคย (Routine Problem) เป็นปัญหาเกี่ยวกับการประยุกต์การดำเนินการทางคณิตศาสตร์ มักอยู่ในรูปโจทย์ปัญหาที่เป็นถ้อยคำหรือเป็นเรื่องราว มีโครงสร้างของปัญหาไม่ซับซ้อนนักและคล้ายกับตัวอย่างหรือปัญหาที่ผู้แก้ปัญหาเคยมีประสบการณ์ในการแก้มาแล้ว

3.2 ปัญหาที่ไม่คุ้นเคย (Nonroutine Problem) เป็นปัญหาที่มีโครงสร้างซับซ้อน เป็นปัญหาแปลกใหม่สำหรับผู้แก้ปัญหา ในการแก้ปัญหาผู้แก้ปัญหามust ใช้ความรู้ และประสบการณ์หลายอย่างประมวลเข้าด้วยกันเพื่อกำหนดวิธีแก้ปัญหา

4. เมื่อพิจารณาถึงการจัดการเรียนการสอนการแก้ปัญหา ชาร์ลส์ และคนอื่นๆ (Charles; et al. 1987: 11-13) กล่าวว่าปัญหาอย่างน้อย 4 ประเภทที่ควรใช้ ได้แก่

4.1 ปัญหาขั้นตอนเดียว (One-Step Problem) เป็นปัญหาที่ผู้แก้ปัญหาคือนักเรียนต้องแปลงสถานการณ์ที่เป็นเรื่องราวให้เป็นประโยคทางคณิตศาสตร์เกี่ยวกับการบวก การลบ

การคูณ หรือการหาร ปัญหาประเภทนี้มักพบในการจัดการเรียนการสอนตามปกติ ยุทธวิธีพื้นฐานที่ใช้ในปัญหาขั้นตอนเดียว ได้แก่ การเลือกการดำเนินการ

4.2 ปัญหาหลายขั้นตอน (Multi-Step Problem) มีความแตกต่างกับปัญหาขั้นตอนเดียวที่จำนวนของการดำเนินการที่จำเป็นในการหาคำตอบ ปัญหาหลายขั้นตอนมีจำนวนของการดำเนินการมากกว่าหนึ่งการดำเนินการ ยุทธวิธีพื้นฐานที่ใช้ในการแก้ปัญหาลหลายขั้นตอน ได้แก่ การเลือกการดำเนินการ

4.3 ปัญหากระบวนการ (Process Problem) เป็นปัญหาที่ไม่สามารถแปลงเป็นประโยคทางคณิตศาสตร์โดยการเลือกการดำเนินการได้ทันที แต่จะต้องใช้กระบวนการต่างๆช่วย เช่น การทำปัญหาให้ง่าย การแบ่งปัญหออกเป็นปัญหาย่อยๆ การเขียนภาพหรือแผนภาพ การเขียนกราฟ แทนปัญหา การแก้ปัญหประเภทนี้ต้องใช้ยุทธวิธีต่างๆ เช่น การประมาณคำตอบ การเดาและตรวจสอบ การสร้างตาราง การค้นหาแบบรูป การทำย้อนกลับ ปัญหากระบวนการปัญหานึงอาจใช้ยุทธวิธีแก้ปัญหได้หลายแบบ

4.4 ปัญหาการประยุกต์ (Applied Problem) บางครั้งเรียกว่า ปัญหาเชิงสถานการณ์ (Situational Problem) เป็นปัญหาที่ผู้แก้ปัญหจะต้องใช้ทักษะ ความรู้ มโนทัศน์ และการดำเนินการทางคณิตศาสตร์แก้ปัญหที่เกี่ยวกับชีวิตจริง ซึ่งจะต้องใช้วิธีการต่างๆทางคณิตศาสตร์ เช่น การรวบรวมข้อมูลทั้งที่กำหนดในปัญหา และอยู่นอกปัญหา การจัดกระทำกับข้อมูล เป็นปัญหาที่จะทำให้ผู้แก้ปัญหเห็นประโยชน์และคุณค่าของคณิตศาสตร์

สำหรับในการวิจัยนี้ ครูประจำการคณิตศาสตร์ยังมีประสบการณ์น้อยในการจัดการเรียนการสอนเพื่อพัฒนานักเรียนให้มีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และนักเรียนแทบจะไม่มีประสบการณ์ในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์เลย ผู้วิจัยและครูประจำการคณิตศาสตร์จึงตัดสินใจเลือกใช้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ในการออกแบบบทเรียนและการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ในการวิจัยนี้เป็นโจทย์ปัญหาที่นักเรียนมีความคุ้นเคย มีโครงสร้างของปัญหาที่ไม่ซับซ้อนนัก และมีความเกี่ยวข้องกับการประยุกต์การดำเนินการทางคณิตศาสตร์ กล่าวคือเป็นปัญหาขั้นตอนเดียวและหลายขั้นตอน นักเรียนต้องแปลงสถานการณ์ที่เป็นเรื่องราวให้เป็นประโยคทางคณิตศาสตร์เกี่ยวกับการบวก การลบ การคูณ หรือการหาร โดยจำนวนของการดำเนินการอาจมีมากกว่าหนึ่งการดำเนินการ ดังนั้นยุทธวิธีที่ใช้ในการแก้ปัญหาก็เป็นเพียงการเลือกการดำเนินการ

3.3.3 ความหมายของการแก้ปัญหทางคณิตศาสตร์

การแก้ปัญหเป็นกระบวนการที่มีความเชื่อมโยงระหว่างข้อมูลที่มีอยู่ในปัญหากับผู้แก้ปัญหในการนำประสบการณ์ ความรู้ ความเข้าใจ และความคิดมาประยุกต์หาวิธีการที่จะเอาชนะ

อุปสรรค หรือปัญหาที่เผชิญอยู่ เพื่อหาคำตอบของปัญหาในสถานการณ์ใหม่ที่ไม่คุ้นเคยมาก่อน (Krulik; & Rudnick. 1995: 3; Polya. 1980: 1)

ในงานวิจัยนี้ การแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์เป็นการประยุกต์ความรู้ ความเข้าใจ ทักษะ และกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ตลอดจนประสบการณ์ที่มีไปใช้ในการค้นหาคำตอบของโจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์

3.3.4 กระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

1. กระบวนการแก้ปัญหาสี่ขั้นตอนของโพลยา

กระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ซึ่งเป็นที่ยอมรับและนำมาใช้กันอย่างแพร่หลายได้แก่ กระบวนการแก้ปัญหาตามแนวคิดของโพลยา (Polya. 1957: 16-17) ซึ่งประกอบด้วย 4 ขั้นตอน ที่เรียกว่า กระบวนการแก้ปัญหาสี่ขั้นตอนของโพลยา มีสาระสำคัญดังนี้

1.1 ทำความเข้าใจปัญหา เป็นการมองที่ตัวปัญหา พิจารณาว่าปัญหาต้องการอะไร ปัญหากำหนดอะไรให้บ้าง มีสาระความรู้ใดที่เกี่ยวข้องบ้าง คำตอบของปัญหาจะอยู่ในรูปแบบใด การทำความเข้าใจปัญหาอาจใช้วิธีการต่างๆช่วย เช่น การเขียนรูป เขียนแผนภูมิ การเขียนสาระของปัญหาลงด้วยถ้อยคำของตนเอง

1.2 วางแผนการแก้ปัญหา เป็นขั้นสำคัญที่จะต้องพิจารณาว่าจะแก้ปัญหาลงด้วยวิธีใด จะแก้ปัญหายังไง ปัญหาที่กำหนดให้มีความสัมพันธ์กับปัญหาที่เคยมีประสบการณ์ในการแก้มาก่อนหรือไม่ ขั้นวางแผนการแก้ปัญหานี้เป็นขั้นตอนที่ผู้แก้ปัญหาคิดพิจารณาความสัมพันธ์ของสิ่งต่างๆในปัญหา ผสมผสานกับประสบการณ์ในการแก้ปัญหาที่ผู้แก้ปัญหามีอยู่ กำหนดแนวทางในการแก้ปัญหา และเลือกยุทธวิธีแก้ปัญหา

1.3 ดำเนินการตามแผน เป็นขั้นตอนที่ลงมือปฏิบัติตามแผนที่วางไว้ โดยเริ่มจากการตรวจสอบความเป็นไปได้ของแผน เพิ่มเติมรายละเอียดต่างๆของแผนให้ชัดเจน แล้วลงมือปฏิบัติจนกระทั่งสามารถหาคำตอบได้ หรือค้นพบวิธีการแก้ปัญหาใหม่

1.4 ตรวจสอบ เป็นขั้นตอนที่ผู้แก้ปัญหามองย้อนกลับไปขั้นตอนต่างๆที่ผ่านมา เพื่อพิจารณาความถูกต้องของคำตอบ และวิธีการแก้ปัญหา พิจารณามีคำตอบ หรือวิธีการแก้ปัญหายังอื่นอีกหรือไม่ พิจารณาปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหาให้กะทัดรัด ชัดเจน เหมาะสมขึ้นกว่าเดิม ขั้นตอนนี้ครอบคลุมถึงการมองไปข้างหน้าโดยใช้ประโยชน์จากวิธีการแก้ปัญหาที่ผ่านมาขยายแนวคิดในการแก้ปัญหาให้กว้างขึ้นกว่าเดิม

กระบวนการแก้ปัญหาสี่ขั้นตอนของโพลยาข้างต้นเป็นที่ยอมรับของนักคณิตศาสตร์ศึกษา และครูประจำการคณิตศาสตร์อย่างกว้างขวางจนถึงทุกวันนี้ โดยใช้เป็นกรอบความคิดในการ

แนะนำกระบวนการแก้ปัญหา ทั้งนี้อาจมีความแตกต่างออกไปบ้างในรายละเอียดของแต่ละขั้นตอน ดังที่ปรากฏในเอกสารตำราเกี่ยวกับการจัดการเรียนสอนคณิตศาสตร์ทั้งหลาย

2. กระบวนการแก้ปัญหาขั้นตอนของเทรัทแมน และลิชเทนเบิร์ก

กระบวนการแก้ปัญหามathematicsที่น่าสนใจและมีแนวคิดพื้นฐานมาจากกระบวนการแก้ปัญหาสี่ขั้นตอนของโพลยา ได้แก่ กระบวนการแก้ปัญหาขั้นตอนของเทรัทแมน และลิชเทนเบิร์ก (Troutman; & Lichtenberg. 1995: 4-7) มีสาระสำคัญดังนี้

2.1 ทำความเข้าใจปัญหา ผู้แก้ปัญหาไม่เพียงแต่ต้องทำความเข้าใจสิ่งต่างๆที่ปรากฏในปัญหาเท่านั้น แต่ต้องมีความรู้เกี่ยวกับสิ่งต่างๆในปัญหา สิ่งหนึ่งที่สำคัญในการทำทำความเข้าใจปัญหาคือ การตั้งคำถามในการถามตนเองเพื่อให้เข้าใจปัญหาได้อย่างลึกซึ้ง

2.2 กำหนดแผนในการแก้ปัญหา โดยกำหนดอย่างน้อยที่สุดหนึ่งแผน การกำหนดแผนในการแก้ปัญหามากมายแผนเป็นสิ่งที่มiprโยชน์ เพราะสามารถเปรียบเทียบและเลือกใช้แผนที่คิดว่าน่าจะมีประสิทธิภาพที่สุด การกำหนดแผนเป็นการกำหนดยุทธวิธีที่นำมาใช้ในการแก้ปัญหา

2.3 ดำเนินการตามแผน เป็นขั้นตอนที่ผู้แก้ปัญหาลงมือทำตามแผนที่กำหนดไว้ ซึ่งมีข้อแนะนำให้ทำงานเป็นกลุ่มเล็ก เพราะถ้าแต่ละคนดำเนินการตามแผนของตน คำตอบที่ได้สามารถนำมาตรวจสอบเปรียบเทียบกันได้ และได้เรียนรู้สิ่งที่แปลกใหม่จากเพื่อนๆ ถ้าทุกคนในกลุ่มใช้แผนการแก้ปัญหาเดียวกัน ทั้งกลุ่มก็จะมีโอกาสช่วยเหลือกันแก้ปัญหาอย่างรอบคอบ ในปัญหาที่มีความซับซ้อนเมื่อสามารถวางแผนแบ่งงานได้เป็นส่วนๆ ผู้แก้ปัญหสามารถแบ่งกันทำงานตามแผนคนละส่วนแล้วนำมาประกอบกัน จะทำให้งานลุล่วงเร็ว และมีความสมบูรณ์

2.4 ประเมินแผนและคำตอบ ในขั้นตอนนี้ดำเนินการโดย 1) พิจารณาว่าคำตอบมีความเป็นไปได้หรือมีความสมเหตุสมผลหรือไม่ 2) ตรวจสอบว่าคำตอบที่ได้มีความสอดคล้องกับเงื่อนไขที่กำหนดในปัญหาหรือไม่ 3) ลองแก้ปัญหาใหม่ โดยวางแผนใช้วิธีการอื่นแล้วเปรียบเทียบผลที่ได้ และ 4) เปรียบเทียบคำตอบของตนเองกับคำตอบของเพื่อนคนอื่นๆ

2.5 ขยายปัญหา ผู้แก้ปัญหจะต้องค้นหาแบบรูปทั่วไปของคำตอบของปัญหา ซึ่งต้องเข้าใจโครงสร้างของปัญหาอย่างชัดเจนจึงจะสามารถขยายปัญหาได้ การขยายปัญหาจะช่วยสร้างทักษะในการแก้ปัญหา การขยายปัญหาทำได้โดย 1) เขียนปัญหาที่คล้ายกับปัญหาเดิม และ 2) เสนอปัญหาใหม่ เพื่อให้ผู้แก้ปัญหาค้นหาแบบรูปทั่วไป กฎ หรือสูตรในการหาคำตอบ

2.6 บันทึกการแก้ปัญหา นักแก้ปัญหที่ดีจะจดบันทึกการทำงานเอาไว้เพื่อที่จะนำมาทบทวนได้ การจดบันทึกอาจเก็บข้อมูลจากการร่วมกันคิด ร่วมกันทำ ซึ่งจะเป็นประโยชน์ต่อการแก้ปัญหาต่อไป สิ่งที่ควรจดบันทึกได้แก่ 1) แหล่งของปัญหา 2) ตัวปัญหาที่กำหนด 3) แนวคิดในการ

แก้ปัญหา หรือแบบแผนการคิดอย่างคร่าวๆ 4) ยุทธวิธีแก้ปัญหาที่นำมาใช้หรือสามารถจะนำมาใช้ได้ และ 5) ข้อเสนอแนะเกี่ยวกับการขยายผลการแก้ปัญหา

สิ่งที่เทรทแมน และลิชเทนเบิร์ก ได้เพิ่มเติมให้ชัดเจนขึ้นจากแนวทางของโพลยา ได้แก่ การเน้นการร่วมมือกันในการแก้ปัญหา การขยายปัญหาจากฐานความคิดของปัญหาเดิม และการจัดบันทึกการแก้ปัญหา ซึ่งข้อเสนอแนะดังกล่าวจะช่วยเพิ่มความสามารถในการแก้ปัญหาให้ดีขึ้น

3.3.5 การพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหา

1. องค์ประกอบของความสามารถในการแก้ปัญหา

องค์ประกอบของความสามารถในการแก้ปัญหาที่จะกล่าวถึงต่อไปนี้จะเน้นองค์ประกอบที่เกี่ยวข้องกับนักเรียน ซึ่งจะเป็นผู้ที่ได้รับการพัฒนาให้มีทักษะและความสามารถในการแก้ปัญหา และส่งผลโดยตรงต่อการเรียนคณิตศาสตร์ องค์ประกอบที่สำคัญมีดังนี้ (Baroody. 1993: 2-8; Charles; & Lester. 1982: 10-12; Hart. 1993: 169-170; Heddens; & Speer. 1992: 34-35; Krulik; & Rudnick. 1993: 10-11)

1.1 ความสามารถในการทำความเข้าใจปัญหา

ปัจจัยสำคัญที่ส่งผลต่อความสามารถด้านนี้ ได้แก่ ทักษะการอ่าน และการฟัง เนื่องจากนักเรียนจะรับรู้ปัญหาได้จากการอ่าน และการฟัง เมื่อพบปัญหานักเรียนจะต้องทำความเข้าใจกับปัญหา ซึ่งต้องอาศัยองค์ความรู้เกี่ยวกับคำศัพท์ บทนิยาม มโนทัศน์ และข้อเท็จจริงต่างๆทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับปัญหา ซึ่งแสดงถึงศักยภาพทางสมองของนักเรียนในการระลึกถึงและความสามารถนำมาเชื่อมโยงกับปัญหาที่กำลังเผชิญอยู่ ปัจจัยสำคัญอีกประการหนึ่งที่จะช่วยให้การทำความเข้าใจปัญหาเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ ก็คือ การรู้จักเลือกใช้กลวิธีมาช่วยในการทำความเข้าใจปัญหา เช่น การขีดเส้นใต้ข้อความสำคัญ การแบ่งวรรคตอน การจัดบันทึกเพื่อแยกแยะประเด็นสำคัญ การเขียนภาพหรือแผนภูมิ การสร้างแบบจำลอง การยกตัวอย่างที่สอดคล้องกับปัญหา การเขียนปัญหาใหม่ด้วยคำพูดของตนเอง

1.2 ทักษะในการแก้ปัญหา

เมื่อนักเรียนได้ฝึกคิดแก้ปัญหาอยู่เสมอ นักเรียนมีโอกาสดำเนินกับปัญหาต่างๆหลายรูปแบบซึ่งอาจจะมีโครงสร้างของปัญหาที่คล้ายคลึงกันหรือแตกต่างกัน นักเรียนได้มีประสบการณ์ในการเลือกใช้ยุทธวิธีต่างๆเพื่อนำไปใช้ได้เหมาะสมกับปัญหา เมื่อเผชิญกับปัญหาใหม่ก็จะสามารถนำประสบการณ์เดิมมาเทียบเคียง พิจารณาว่าปัญหานั้นมีโครงสร้างคล้ายกับปัญหาที่ตนเองคุ้นเคยมาก่อนบ้างหรือไม่ ปัญหาใหม่นั้นสามารถแยกเป็นปัญหาย่อยๆที่มีโครงสร้างของปัญหาค่อยคลึงกับปัญหาที่เคยแก้มาแล้วหรือไม่ สามารถใช้ยุทธวิธีใดในการแก้ปัญหาใหม่นี้ได้บ้าง นักเรียน

ที่มีทักษะในการแก้ปัญหาจะสามารถวางแผนเพื่อกำหนดยุทธวิธีในการแก้ปัญหาได้อย่างรวดเร็ว และเหมาะสม

1.3 ความสามารถในการคิดคำนวณและความสามารถในการให้เหตุผล

หลังจากที่นักเรียนทำความเข้าใจปัญหา และวางแผนในการแก้ปัญหาเรียบร้อยแล้ว ขั้นตอนต่อไปก็คือ การลงมือปฏิบัติตามแผนที่วางไว้ ซึ่งในขั้นตอนนี้ปัญหาบางปัญหาจะต้องใช้การคิดคำนวณ และในบางปัญหาจะต้องใช้กระบวนการให้เหตุผล

การคิดคำนวณนับว่าเป็นองค์ประกอบสำคัญของการแก้ปัญหา เพราะถึงแม้ว่าจะทำความเข้าใจปัญหาได้อย่างชัดเจน และวางแผนแก้ปัญหาได้เหมาะสม แต่เมื่อลงมือแก้ปัญหาแล้วคิดคำนวณไม่ถูกต้อง การแก้ปัญหานั้นก็ถือว่าไม่ประสบความสำเร็จ

สำหรับปัญหาที่ต้องการคำอธิบาย ให้เหตุผล นักเรียนจะต้องอาศัยทักษะพื้นฐานในการเขียนและการพูด นักเรียนจะต้องมีความเข้าใจในกระบวนการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์เท่าที่จำเป็นและเพียงพอในการนำไปใช้แก้ปัญหาในแต่ละระดับชั้น

1.4 แรงขับ

เนื่องจากปัญหาเป็นสถานการณ์ที่แปลกใหม่ ซึ่งนักเรียนซึ่งเป็นผู้แก้ปัญหาไม่มีความคุ้นเคย และไม่สามารถหาวิธีการหาคำตอบได้ในทันทีทันใด นักเรียนจะต้องคิดวิเคราะห์พอสมควรเพื่อที่จะหาคำตอบได้ ดังนั้นนักเรียนต้องมีแรงขับที่จะสร้างพลังในการคิด ซึ่งแรงขับนี้เกิดจากปัจจัยต่างๆ เช่น เจตคติ ความสนใจ แรงจูงใจ ใฝ่สัมฤทธิ์ ความสำเร็จ ตลอดจนความซาบซึ้งในการแก้ปัญหา ซึ่งจะต้องใช้เวลานานในการปลูกฝังปัจจัยเหล่านี้ให้เกิดขึ้นในตัวนักเรียนผ่านกิจกรรมการเรียนรู้การสอน

1.5 ความยืดหยุ่น

ผู้แก้ปัญหาที่ดีจะต้องมีความยืดหยุ่นในการคิด นั่นคือไม่ยึดติดในรูปแบบที่ตนคุ้นเคย แต่จะยอมรับรูปแบบและวิธีการใหม่ๆ อยู่เสมอ ความยืดหยุ่นเป็นความสามารถในการปรับกระบวนการคิดแก้ปัญหาโดยผสมผสานความเข้าใจ ทักษะ และความสามารถในการแก้ปัญหา ตลอดจนแรงขับที่มีอยู่เชื่อมโยงเข้ากับสถานการณ์ของปัญหาใหม่ สร้างเป็นองค์ความรู้ที่สามารถปรับใช้เพื่อแก้ปัญหาใหม่ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

1.6 ความรู้พื้นฐาน

ปัญหาทางคณิตศาสตร์มีความเชื่อมโยงกับความรู้พื้นฐานทางคณิตศาสตร์ ผู้แก้ปัญหาต้องมีความรู้พื้นฐานทางคณิตศาสตร์ที่ดีพอ และสามารถนำความรู้เหล่านั้นมาใช้อย่างสอดคล้องกับสาระของปัญหา จึงจะทำให้แก้ปัญหาได้

1.7 ระดับสติปัญญา

มีความสัมพันธ์ทางบวกกับความสามารถในการแก้ปัญหา นักเรียนที่มีระดับสติปัญญาสูงย่อมมีความสามารถในการแก้ปัญหาได้ดีกว่านักเรียนที่มีสติปัญญาต่ำ

1.8 การอบรมเลี้ยงดู

นักเรียนที่มาจากครอบครัวซึ่งมีการอบรมเลี้ยงดูแบบเปิดโอกาสให้สามารถแสดงความคิดเห็นได้ และสามารถตัดสินใจในการดำเนินชีวิตได้ มีแนวโน้มที่จะมีความสามารถในการแก้ปัญหาสูงกว่านักเรียนที่มาจากครอบครัวที่เลี้ยงดูแบบปล่อยปละละเลย และแบบเข้มงวดกวดขัน

1.9 วิธีสอนของครูประจำการ

กิจกรรมการเรียนการสอนที่เน้นตัวนักเรียน โดยเปิดโอกาสให้นักเรียนคิดอย่างอิสระ มีเหตุผล ให้ความสำคัญกับความคิดของนักเรียน ย่อมจะส่งเสริมให้นักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาได้ดีกว่ากิจกรรมการเรียนการสอนแบบที่ครูประจำการเป็นผู้บอก

2. วิธีการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหา

เมื่อพิจารณาตามกระบวนการแก้ปัญหาลำดับขั้นของโพลยา มีแนวทางในการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหา ซึ่งเป็นประโยชน์ต่อการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ ดังนี้ (Charles; et al. 1987; Krulik; & Rudnick. 1995; Polya. 1980; Troutman; & Litchenberg. 1995; Wilson; et al. 1993)

2.1 การพัฒนาความสามารถในการเข้าใจปัญหา

นักเรียนควรได้รับการฝึกฝนให้อ่านข้อความ อ่านปัญหาแล้วทำความเข้าใจ โดยเริ่มจากการตั้งคำถามให้นักเรียนตอบ ต่อไปให้นักเรียนฝึกทำความเข้าใจเอง โดยใช้กลวิธีช่วยเพิ่มพูนความเข้าใจ เช่น การเขียนภาพ เขียนแผนภาพ สร้างแบบจำลอง การปรับเปลี่ยนขนาดของปริมาณต่างๆของตัวปัญหา การยกตัวอย่างที่สอดคล้องกับปัญหา

2.2 การพัฒนาความสามารถในการวางแผนการแก้ปัญหา

ในการทำกิจกรรมต่างๆ ฝึกให้นักเรียนคิดวางแผนก่อนลงมือทำเสมอ เช่น ในการทำแบบฝึกหัดควรฝึกให้นักเรียนเขียนแบบแผนการคิดอย่างคร่าวๆก่อนที่จะลงมือทำอย่างละเอียดชัดเจน ครูประจำการคณิตศาสตร์ต้องไม่บอกวิธีการแก้ปัญหากับนักเรียนโดยตรง แต่ควรใช้คำถามเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนคิดด้วยตนเอง นอกจากนี้ควรจัดหาปัญหาที่แปลกใหม่มาให้นักเรียนฝึกคิดอยู่เสมอ

2.3 การพัฒนาความสามารถในการดำเนินการตามแผน

การวางแผนเป็นการลำดับแนวคิดหลักในการแก้ปัญหา เมื่อดำเนินการตามแผนนักเรียนต้องตีความ ทำความเข้าใจแผน ก่อนนำแผนไปปฏิบัติอย่างละเอียดชัดเจนตามลำดับ

ขั้นตอน ซึ่งครูประจำการคณิตศาสตร์สามารถฝึกฝนนักเรียนได้จากการทำแบบฝึกหัดนั่นเอง โดยฝึกให้นักเรียนวางแผนจัดลำดับความคิดก่อน แล้วจึงค่อยลงมือแสดงวิธีการหาคำตอบตามลำดับความคิดนั้น นอกจากนี้ควรให้นักเรียนฝึกการตรวจสอบความถูกต้อง ความเป็นไปได้ของแผนที่วางไว้ ก่อนที่จะลงมือดำเนินการตามแผน

2.4 การพัฒนาความสามารถในการตรวจสอบ

ขั้นตรวจสอบของการแก้ปัญหาครอบคลุมประเด็นสำคัญ 2 ประเด็น ได้แก่ การมองย้อนกลับไปขั้นตอนการแก้ปัญหา และการมองไปข้างหน้าเป็นการใช้ประโยชน์จากกระบวนการแก้ปัญหาที่สิ้นสุดลงไป การพัฒนาความสามารถในการตรวจสอบการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ มีแนวทางดังนี้

1. กระตุ้นให้นักเรียนเห็นความสำคัญของการตรวจสอบคำตอบที่ได้ให้เคยชินเป็นนิสัย
2. ฝึกให้นักเรียนคาดคะเนคำตอบ และฝึกการตีความหมายของคำตอบ
3. สนับสนุนให้นักเรียนทำแบบฝึกหัดโดยใช้วิธีการหาคำตอบมากกว่าหนึ่งวิธี
4. ให้นักเรียนฝึกหัดสร้างโจทย์ปัญหาเกี่ยวกับเนื้อหาที่เรียน

3. การจัดห้องเรียนให้มีความเหมาะสม

3.1 การเรียนเป็นกลุ่มเล็ก ในการเรียนการสอนการแก้ปัญหา กรูอิกแชงค์และเซฟฟิลด์ (Cruikshank; & Sheffield. 1992: 45-46) พบว่า นักเรียนสามารถเรียนรู้ที่จะแก้ปัญหากลุ่มของการเรียนที่แตกต่างกัน การร่วมมือกันแก้ปัญหากับเพื่อนอีกหนึ่งหรือสองคนเป็นวิธีที่ใช้ได้ดี เนื่องจากเป็นวิธีที่เปิดโอกาสให้นักเรียนได้อภิปรายปัญหาและเรียนรู้จากความผิดพลาดและความสำเร็จของผู้อื่น จอห์นสันและจอห์นสัน (Johnson; & Johnson. 1989: 242) ได้เสนอแนะว่า ก่อนที่จะมีการอภิปรายเพื่อร่วมกันแก้ปัญหานักเรียนแต่ละคนต้องทำความเข้าใจปัญหาด้วยตนเองก่อน แล้วจึงเสนอปัญหาต่อกลุ่ม จากนั้นจึงอภิปรายเพื่อร่วมกันแก้ปัญหานักการศึกษาหลายท่านได้กล่าวถึงข้อดีของการเรียนเป็นกลุ่มเล็กให้นักเรียนร่วมกันแก้ปัญหาวัดนี้ (Artzt. 1996; Artzt; & Newman. 1990; Cruikshank; & Sheffield. 1992; Davidson. 1990; Kennedy; & Tipps. 1994; Neyland. 1994; Troutman; & Lichtenberg. 1995)

1. นักเรียนได้มีโอกาสคิด และกล้าที่จะเสนอแนวคิดของตนเองอย่างอิสระ
2. การเปิดโอกาสให้นักเรียนเสนอความคิด พุดในสิ่งที่ตนเองคิด จะช่วยให้มีความเข้าใจในความคิดนั้นชัดเจนยิ่งขึ้น และการได้เสนอแนวคิดกับเพื่อนและได้อธิบายเพื่อปกป้องความคิดของตนเองจะทำให้เข้าใจความคิดของตนเองได้ลึกซึ้ง และการได้รับฟังความคิดเห็นจากผู้อื่น

จะส่งผลดีต่อการปรับปรุงแนวคิดของตนเองให้ถูกต้อง เป็นการขยายกรอบความคิดทำให้เกิดวิธีการแก้ปัญหาที่หลากหลายขึ้น

3. นักเรียนได้เรียนรู้และได้รับประสบการณ์จากเพื่อน เมื่อหลอมรวมความคิดเข้าด้วยกันอาจทำให้ได้แนวคิดที่ชัดเจน และมีประสิทธิภาพ การได้อภิปรายร่วมกันทำให้เห็นแนวทางในการแก้ปัญหา การร่วมกันคิดเป็นองค์ประกอบที่ทำให้เกิดความเจริญงอกงามทางปัญญา

4. นักเรียนมีโอกาสดูฝึกการนำเสนอและรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น ได้ใช้คณิตศาสตร์ในการสื่อสาร สถานการณ์ปัญหาที่นำมาใช้เป็นสิ่งที่ต่อยอดจากพื้นฐานประสบการณ์ของนักเรียน นักเรียนต้องใช้ความรู้ ประสบการณ์ที่มีอยู่มาประยุกต์ใช้ บางครั้งการแก้ปัญหาแต่เพียงลำพังอาจไม่สำเร็จ ต้องอาศัยการมีปฏิสัมพันธ์กับเพื่อนที่มีประสบการณ์ที่แตกต่างกันนำมาแลกเปลี่ยนกัน รวมถึงการช่วยชี้แนะจากผู้มีประสบการณ์มากกว่า เช่นจากคำแนะนำของครูประจำการคณิตศาสตร์ การให้นักเรียนได้อภิปราย และหาวิธีการร่วมกันเป็นวิธีที่ให้นักเรียนได้มีการสื่อสารกันทำให้เกิดการเรียนรู้ได้ดี นักเรียนมีโอกาสซึมซับประสบการณ์ซึ่งกันและกัน

5. ขณะที่นักเรียนร่วมกันคิดแก้ปัญหา ครูประจำการคณิตศาสตร์มีบทบาทเป็นผู้อำนวยความสะดวก ให้คำแนะนำ และคอยใช้คำถามกระตุ้นให้นักเรียนคิด และอภิปรายกันในบรรยากาศที่เหมาะสม

3.2 กิจกรรมรายบุคคล แม้ว่าการเรียนเป็นกลุ่มเล็กจะมีบทบาทสำคัญในการจัดการเรียนการสอนการแก้ปัญหา แต่กิจกรรมรายบุคคล และกิจกรรมการอภิปรายร่วมกันทั้งห้องเรียน ก็เป็นสิ่งสำคัญและไม่อาจละเลยได้ กิจกรรมเหล่านี้ทำให้นักเรียนมีโอกาสได้คิดอย่างอิสระ ได้แสดงศักยภาพของตนเองอย่างเต็มที่ กิจกรรมรายบุคคลควรนำมาใช้เมื่อเริ่มต้นการแก้ปัญหา นักเรียนควรมีเวลาได้คิดแก้ปัญหาด้วยตนเองก่อนแล้วจึงเสนอความคิดต่อกลุ่มย่อย และในตอนท้ายของกิจกรรมของการแก้ปัญหา นักเรียนจะต้องสรุปสาระสำคัญที่ได้เรียนรู้ด้วยตนเอง รวมถึงการฝึกแก้ปัญหาเพิ่มเติมด้วยตนเองเป็นการบ้าน เนื่องจากการคิดอย่างตรึงตรองอาจต้องใช้เวลา และมีความแตกต่างกันในนักเรียนแต่ละคน เวลาในห้องเรียนปกติอาจไม่เพียงพอ

3.3 กิจกรรมการอภิปรายร่วมกันทั้งห้องเรียน สามารถนำมาใช้จัดการเรียนการสอนการแก้ปัญหาในห้องเรียนในโอกาสต่อไป

1. ใช้ตอนเริ่มต้นบทเรียน เป็นการรวมความสนใจ ครูประจำการคณิตศาสตร์เสนอปัญหาที่มีโครงสร้างไม่ซับซ้อนนักเพื่อให้นักเรียนทั้งห้องเรียนได้ทำความเข้าใจ และกำหนดแนวทางในการแก้ปัญหาร่วมกัน และสามารถถ่วงโยงการเรียนรู้ไปสู่การแก้ปัญหาในกลุ่มเล็กได้ ในขั้นตอนนี้จะรวมถึงการทำความเข้าใจคำศัพท์ บทนิยาม และทบทวนความรู้ที่เกี่ยวข้อง

2. ใช้ในการสรุปบทเรียน เมื่อการแก้ปัญหาในกลุ่มเล็กเสร็จสิ้นลง ต่อไปเป็นการเปิดโอกาสให้นักเรียนได้เสนอปัญหาต่อเพื่อนนักเรียนทั้งห้องเรียน เพื่อแลกเปลี่ยนความคิดเห็นและหลอมรวมความคิดของแต่ละกลุ่มเข้าด้วยกัน รวมทั้งมีการสรุปร่วมกัน และมีการให้ข้อเสนอแนะเพิ่มเติมจากครูประจำการคณิตศาสตร์ การที่นักเรียนได้เสนอความคิดในมุมมองต่างๆ เมื่อประสานความคิดเข้าด้วยกันอาจนำมาซึ่งแนวคิดใหม่ที่มีประสิทธิภาพอย่างคาดไม่ถึง

3.3.6 การจัดการเรียนการสอนกระบวนการแก้ปัญหา

การจัดการเรียนการสอนกระบวนการแก้ปัญหาที่จะกล่าวถึงต่อไปนี้จะนำเสนอตามกระบวนการแก้ปัญหาลำดับขั้นตอนของโพลยาซึ่งโฮล์มส์ (Holmes, 1995: 38-42) ได้ให้แนวคิดสำหรับนักเรียนในระดับต้นๆ การจัดการเรียนการสอนกระบวนการแก้ปัญหามีจุดมุ่งหมายสำคัญอยู่ที่การทำความเข้าใจปัญหา การใช้ยุทธวิธีสองสามอย่างในการแก้ปัญหา และวิธีพิจารณาความหมายของคำตอบที่ได้ สำหรับนักเรียนในระดับขั้นที่สูงขึ้นการจัดการเรียนการสอนตามขั้นตอนในการแก้ปัญหาทั้งสี่ขั้นมีจุดมุ่งหมายเฉพาะเจาะจงมากขึ้น นักเรียนควรได้เรียนรู้ชื่อของแต่ละขั้นตอน และวิธีการที่จะดำเนินการตามขั้นตอนนั้น นักเรียนควรได้ทบทวนขั้นตอนทั้งสี่ขณะที่แก้ปัญหาร่วมกันทั้งห้องเรียน และแก้ปัญหเป็นกลุ่มเล็ก

1. การจัดการเรียนการสอนทำความเข้าใจปัญหา ขั้นตอนที่สำคัญยิ่งซึ่งเป็นอุปสรรคของการแก้ปัญหาก็คือ การทำความเข้าใจปัญหา ถ้าไม่สามารถทำความเข้าใจปัญหาได้ หรือเข้าใจปัญหาคคลาดเคลื่อนไป ก็ยากที่จะหาคำตอบที่ถูกต้องได้ ครูประจำการคณิตศาสตร์สามารถช่วยให้นักเรียนพัฒนาความคิดในการทำความเข้าใจปัญหา โดยการร่วมกันอภิปรายกับนักเรียนเกี่ยวกับวิธีการที่นักเรียนแก้ปัญหา คำถามที่ควรใช้ถามนักเรียนขณะอภิปราย มีดังนี้

“ทำไมเราต้องเริ่มต้นด้วยการคิดเกี่ยวกับความหมายของปัญหา”

“จะเกิดอะไรขึ้น ถ้านักเรียนเริ่มต้นโดยปราศจากความเข้าใจปัญหา”

นักเรียนต้องทราบว่าตนจำเป็นต้องทำความเข้าใจปัญหาก่อน แต่ถ้าไม่ทราบถึงวิธีการทำความเข้าใจปัญหา ครูประจำการคณิตศาสตร์อาจถามคำถามถึงวิธีการที่นักเรียนใช้เพื่อทำความเข้าใจปัญหา ใช้คำตอบที่ได้มาเป็นข้อแนะนำ และยืนยันวิธีการทำความเข้าใจปัญหา ซึ่งน่าจะรวมถึงวิธีการต่อไปนี้

“อ่านปัญหาจนกระทั่งทราบว่าเป็นปัญหาเกี่ยวกับอะไร”

“แน่ใจว่าทราบความหมายของคำทุกคำ”

“ถามความหมายของคำหรือประโยคที่ไม่ชัดเจน”

“อ่านหรือเขียนปัญหานั้นใหม่ด้วยคำพูดของตนเอง”

“สร้างภาพของสถานการณ์ปัญหาในใจ”

“เขียนแผนภาพประกอบ”

“ทบทวนข้อมูล บอกกับตนเองว่าข้อมูลใดบ้างที่ต้องนำมาใช้”

“บอกสิ่งที่ปัญหาต้องการทราบ”

“ตอบคำถามที่ตนเองถามได้แล้วจะแก้ปัญหาได้หรือไม่”

คำแนะนำเหล่านี้ครูประจำการคณิตศาสตร์อาจจะเขียนติดไว้ที่ป้ายนิเทศเพื่อให้
นักเรียนได้ทบทวนและนำไปใช้

2. การจัดการเรียนการสอนวางแผนการแก้ปัญหาและดำเนินการตามแผน ขั้นตอนที่
2 และ 3 ของการแก้ปัญหา คือ การวางแผนการแก้ปัญหา และการดำเนินการตามแผนซึ่งค่อนข้าง
กระทำอย่างมีแบบแผนในนักเรียนชั้นต้นๆ เพราะนักเรียนยังต้องอาศัยการสร้างความรู้ความเข้าใจโดยใช้ตัว
แทนที่เป็นตัวแบบในการแก้ปัญหา จุดมุ่งหมายหลักเพื่อให้นักเรียนจะได้ใช้ยุทธวิธีนี้ และแสดงความคิด
ร่วมกับผู้อื่น ถ้านักเรียนไม่สามารถพิจารณาเลือกยุทธวิธีใดๆ สำหรับการแก้ปัญหาง่ายๆ ครูประจำการ
คณิตศาสตร์ควรแนะนำยุทธวิธี การลงมือปฏิบัติ หรือแนะนำยุทธวิธีในการเขียนภาพ

ก่อนการเน้นที่ขั้นตอนการวางแผนและการดำเนินการตามแผนในนักเรียนชั้นสูงๆ
ลองค้นหายุทธวิธีที่นักเรียนใช้ก่อน หลังจากนั้นจึงอธิบายให้นักเรียนตระหนักว่าการใช้ยุทธวิธีต่างๆ
ของนักเรียนในการแก้ปัญหานั้น แท้จริงแล้วอยู่ภายใต้การวางแผนและการดำเนินการตามแผน ซึ่งส่วน
ใหญ่แล้วนักเรียนมักจะวางแผน โดยคิดเอาไว้แล้วเพียงแต่เขียนแสดงวิธีทำให้ผู้อื่นได้เห็นเท่านั้น

ในการแนะนำนักเรียนให้คิดเกี่ยวกับการวางแผนการแก้ปัญหาและดำเนินการตาม
แผนอย่างระมัดระวัง สามารถใช้คำถามดังต่อไปนี้

“นักเรียนพูดอะไรกับตนเองบ้างในขณะที่วางแผนเลือกยุทธวิธีแก้ปัญหา”

“ช่วยอธิบายเหตุผลในการตัดสินใจของนักเรียนที่เลือกยุทธวิธีแก้ปัญหา”

“ทำไมการวางแผนจึงสำคัญ”

“ทำไมจึงมีบางคนหรือบางกลุ่มแก้ปัญหад้วยยุทธวิธีที่แตกต่างกับผู้อื่น”

“เมื่อใดที่นักเรียนคิดเปลี่ยนแปลงแผนหรือแนวคิดแก้ปัญหาวางไว้”

“สำหรับปัญหาที่ต้องการคำตอบในรูปปริมาณ นักเรียนคาดคะเนคำตอบก่อน
หรือไม่ เพราะอะไร”

นักเรียนสามารถใช้แบบแผนการคิดที่แตกต่างกันในการแก้ปัญหาเดียวกัน นักเรียนที่
มีแบบแผนการคิดต่างกันควรมีโอกาสเรียนรู้ซึ่งกันและกัน ถึงแม้ว่าแต่ละคนหรือแต่ละกลุ่มจะใช้วิธีการที่
แตกต่างกันก็สามารถนำเข้าสู่ผลสรุปหรือคำตอบของปัญหาเดียวกันได้

3. การจัดการเรียนการสอนการตรวจสอบ ขั้นตอนการตรวจสอบเกี่ยวข้องกับการตรวจสอบความถูกต้องของการคิดคำนวณ การพิจารณาว่าคำตอบที่ได้สมเหตุสมผลหรือไม่ การมองหาวิธีอื่นในการหาคำตอบของปัญหา รวมทั้งการขยายปัญหาซึ่งมีลักษณะคล้ายกับปัญหาเดิม เพื่อเตรียมการเป็นนักแก้ปัญหาที่ดี นักเรียนทุกคนควรได้ช่วยกันเรียนรู้การตรวจสอบหลังจากที่ได้แสดงคำตอบที่หาได้แล้ว คำถามที่ครูประจำการคณิตศาสตร์ควรใช้กับนักเรียนในชั้นต้นๆ มีดังต่อไปนี้

“เราจะแน่ใจได้อย่างไรว่าคำตอบที่ได้นี้ถูกต้อง”

“คำตอบที่ได้เป็นไปได้หรือไม่ สอดคล้องกับเงื่อนไขของปัญหาหรือไม่”

“มีคำตอบอื่นอีกหรือไม่ ให้นักเรียนแลกเปลี่ยนคำตอบซึ่งกันและกัน”

ครูประจำการคณิตศาสตร์ควรร่วมอภิปรายกับนักเรียนถึงผลดีของการตรวจสอบคำตอบ และควรให้นักเรียนได้ฝึกการตรวจสอบจนติดเป็นนิสัยว่าจะไม่ละเลยการตรวจคำตอบหลังจากที่หาคำตอบได้แล้ว สำหรับนักเรียนในชั้นที่สูงขึ้นที่ยังขาดนิสัยการตรวจสอบ ครูประจำการคณิตศาสตร์จะให้นักเรียนตระหนักถึงความสำคัญของการตรวจสอบ และวิธีการตรวจสอบของนักเรียน ซึ่งนักเรียนแต่ละคนอาจใช้วิธีการที่แตกต่างกัน คำตอบของนักเรียนและข้อเสนอแนะของครูประจำการคณิตศาสตร์ น่าจะรวมถึงประเด็นต่อไปนี้

“สามารถใช้ยุทธวิธีอื่นในการหาคำตอบได้อีกหรือไม่”

“จงประมาณคำตอบของปัญหา แล้วนำมาเปรียบเทียบกับคำตอบที่หาได้”

“คำนวณคำตอบด้วยวิธีการที่แตกต่างกัน แล้วตรวจสอบความถูกต้องแม่นยำ”

“พิจารณาว่าคำตอบที่ได้มีความเหมาะสมที่จะเป็นคำตอบของปัญหาหรือไม่”

ขั้นการตรวจสอบนี้ครอบคลุมถึงการขยายแนวคิดของปัญหา โดยการสร้างปัญหาใหม่ที่สัมพันธ์กับปัญหาเดิม ซึ่งจะช่วยขยายความเข้าใจในปัญหาของนักเรียนให้กว้างไกลออกไป นักเรียนสามารถเรียนรู้ได้โดยการเปลี่ยนแปลงบางส่วนของปัญหาเดิม โดยยังคงเก็บสาระสำคัญของปัญหาเดิมไว้ และรวมถึงการสร้างปัญหาใหม่ที่ขยายปัญหาเดิม

ในบางปัญหาอาจให้นักเรียนหาคำตอบที่เป็นกรณีทั่วไป สิ่งหนึ่งซึ่งสำคัญสำหรับการทำกิจกรรมแก้ปัญหาของนักเรียนและครูประจำการคณิตศาสตร์ ก็คือการสร้างนิสัยทั่วไป ซึ่งมักจะเริ่มจากการอธิบายด้วยถ้อยคำเชิงพรรณนา และเมื่อนักเรียนมีวุฒิภาวะเพียงพอก็สามารถใช้รูปแบบของนิพจน์ทางพีชคณิตในการกำหนดนิสัยทั่วไป

การจัดการเรียนการสอนกระบวนการแก้ปัญหาที่ขั้นตอนของโพลยา โดยดำเนินการเหมือนกับเป็นเนื้อหาที่นักเรียนจะต้องจดจำจะไม่ประสบความสำเร็จ แต่ต้องจัดการเรียนการสอนให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติจริง โดยครูประจำการคณิตศาสตร์ใช้คำถามช่วยกระตุ้นให้นักเรียนสามารถทำความเข้าใจปัญหา วางแผนการแก้ปัญหา ดำเนินการตามแผน และตรวจสอบด้วยตนเองจากการ

แก้ปัญหาจริง การแนะนำกระบวนการแก้ปัญหาจะกระทำหลังจากที่นักเรียนแก้ปัญหาเสร็จสิ้นแล้ว กระบวนการแก้ปัญหาที่ขั้นตอนของโพลยาแสดงไว้เพื่อให้ครูประจำการคณิตศาสตร์ใช้เป็นกรอบแนวคิดในการตั้งคำถามกระตุ้นให้นักเรียนได้คิดแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ ในการรายงานผลการแก้ปัญหานักเรียนอาจเขียนแสดงให้ผู้อื่นทราบเพียงบางขั้นตอนซึ่งอาจเป็นขั้นตอนการดำเนินการตามแผนเท่านั้นก็ได้ (Baroody. 1993: 2-33; Riedesel; et al. 1996; Troutman; & Lichtenberg. 1995: 4-7)

สำหรับการจัดการเรียนการสอนเพื่อพัฒนานักเรียนให้มีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยและครูประจำการคณิตศาสตร์ได้ตัดสินใจออกแบบบทเรียนและจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์โดยให้นักเรียนเรียนรู้การแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ตามกระบวนการแก้ปัญหาที่ขั้นตอนของโพลยา (Polya. 1957: 16-17) และได้เพิ่มเติมการขยายปัญหา โดยให้นักเรียนเสนอปัญหาใหม่ที่มีโครงสร้างของปัญหาเดิมหรือมีโครงสร้างคล้ายกับปัญหาเดิม ตลอดจนมีการจัดบันทึกการแก้ปัญหาตามแนวคิดของเทรทแมนและลิชเทินเบิร์ก (Troutman; & Lichtenberg. 1995: 4-7) นอกจากนี้การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนยังส่งเสริมให้นักเรียนสามารถแก้ปัญหาเป็นรายบุคคล มีการร่วมมือกันแก้ปัญหาเป็นกลุ่มเล็ก และมีการอภิปรายร่วมกันทั้งห้องเรียนอีกด้วย

3.3.7 การประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาจากงานเขียน

แม้ว่าการประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาจะสามารถใช้เทคนิคหลายๆอย่างในการประเมิน แต่การประเมินจากการเขียนแสดงการแก้ปัญหาของนักเรียนนับว่ามีความสำคัญซึ่งเป็นตัวบ่งชี้ความสามารถ และกระบวนการคิดในการแก้ปัญหาของนักเรียน ชาร์ลส์ เลสเตอร์ และโอดาฟเฟอร์ (Charles; Lester; & O'Daffer. 1987: 29) ได้เสนอแนะการประเมินผลงานการแก้ปัญหาของนักเรียน 3 วิธี ได้แก่ 1) การให้คะแนนโดยการวิเคราะห์ เป็นการกำหนดระดับคะแนนแยกแยะลงไปในแต่ละขั้นตอนของกระบวนการแก้ปัญหา 2) การให้คะแนนแบบองค์รวม เป็นการกำหนดคะแนนโดยพิจารณาที่ภาพรวมของคำตอบของปัญหาซึ่งมีพื้นฐานอยู่บนเกณฑ์ที่สัมพันธ์กับกระบวนการคิดที่เฉพาะเจาะจง และ 3) การให้คะแนนจากความประทับใจทั่วไป เป็นการให้คะแนนโดยใช้ความประทับใจซึ่งมีเกณฑ์ที่แน่นอนชัดเจนจากผู้ประเมินที่มีประสบการณ์สูง

3.3.7.1 การให้คะแนนโดยการวิเคราะห์

การให้คะแนนโดยการวิเคราะห์เป็นวิธีการประเมินที่กำหนดค่าของคะแนน โดยพิจารณาแยกแยะจากขั้นตอนของกระบวนการแก้ปัญหา ดังนั้นขั้นตอนแรกของการพัฒนาสเกลการให้

คะแนนของการวิเคราะห์คือ การกำหนดขั้นตอนของการแก้ปัญหาซึ่งเป็นสิ่งที่ผู้ประเมินสนใจ ขั้นตอนที่สองคือ การกำหนดพิสัยของคะแนนที่เป็นไปได้สำหรับแต่ละขั้นตอน (Charles; Lester; & O'Daffer. 1987: 30-35; Krulik; & Rudnick. 1998)

การให้คะแนนในกระบวนการแก้ปัญหา โดยกำหนดระดับหรือจุดการให้คะแนนในแต่ละระดับพฤติกรรมของกระบวนการแก้ปัญหา ซึ่งจะให้คะแนนตั้งแต่ 0-2 ดังรายละเอียดต่อไปนี้

1. การทำความเข้าใจปัญหา

ให้ 0 คะแนน : ไม่มีความเข้าใจปัญหาเลย

ให้ 1 คะแนน : ไม่มีความเข้าใจปัญหาบางส่วน หรือตีความปัญหาบางส่วนคลาดเคลื่อนไป

ให้ 2 คะแนน : เข้าใจปัญหาทั้งหมดได้อย่างถูกต้อง

2. การวางแผนแก้ปัญหา

ให้ 0 คะแนน : ไม่แสดงให้เห็นถึงความพยายามที่จะแก้ปัญหา หรือวางแผนการแก้ปัญหาทั้งหมดไม่เหมาะสม

ให้ 1 คะแนน : วางแผนการแก้ปัญหาถูกต้องบางส่วน ในส่วนที่สามารถตีความปัญหาได้ถูกต้อง

ให้ 2 คะแนน : สามารถวางแผนการแก้ปัญหาที่นำไปสู่คำตอบที่ถูกต้อง ถ้ามีการดำเนินการต่ออย่างถูกต้อง

3. การดำเนินงานตามแผนเพื่อหาคำตอบ

ให้ 0 คะแนน : ไม่แสดงวิธีการหาคำตอบ ไม่มีคำตอบ หรือตอบผิดอันเป็นผลมาจากการวางแผนที่ไม่เหมาะสม

ให้ 1 คะแนน : มีการคัดลอกที่ผิดพลาด แสดงการคิดคำนวณผิดพลาด ตอบคำถามได้ถูกต้องแต่ยังไม่ครบถ้วนตามประเด็นที่โจทย์ถาม

ให้ 2 คะแนน : ตอบคำถามได้ถูกต้อง ครบถ้วนตามประเด็นที่โจทย์ถาม

ข้อดีของการกำหนดสเกลการให้คะแนนโดยการวิเคราะห์

1. เป็นการพิจารณาขั้นตอนของกระบวนการแก้ปัญหา ไม่ใช่พิจารณาเพียงคำตอบเท่านั้น

2. เป็นวิธีการกำหนดคุณค่าของงานของนักเรียนด้วยตัวเลขที่ชัดเจน

3. ช่วยครูประจำการคณิตศาสตร์ในการเน้นเฉพาะที่จุดอ่อนและจุดแข็งของนักเรียนได้ตรงประเด็น

4. ได้ข้อสังเกตเฉพาะเจาะจงเกี่ยวกับประสิทธิผลที่เกิดจากกิจกรรมการสอนที่หลากหลาย

5. สเกลการให้คะแนนโดยการวิเคราะห์สามารถปรับเปลี่ยนให้เหมาะสมได้

การให้คะแนนโดยการวิเคราะห์อยู่บนพื้นฐานความเชื่อว่าการประเมินการแก้ปัญหาควรพิจารณาองค์ประกอบอื่น ๆ มากกว่าการตรวจสอบง่าย ๆ จากคำตอบเท่านั้น การกำหนดสเกลการวิเคราะห์ที่สามารถที่จะประเมินการแสดงการแก้ปัญหาของนักเรียนที่เกี่ยวข้องกับขั้นตอนของกระบวนการแก้ปัญหาที่กำหนดไว้ล่วงหน้าก่อนที่จะได้คำตอบ ทำให้สามารถกำหนดขอบข่ายของจุดอ่อน และจุดแข็งได้เฉพาะเจาะจง และประเมินประสิทธิผลของกิจกรรมการเรียนการสอนที่เฉพาะเจาะจงได้ด้วย การพิจารณาสິงเหล่านี้ในสเกลการวิเคราะห์มีประโยชน์มากมายภายใต้เงื่อนไขต่อไปนี้

1. เมื่อต้องการให้นักเรียนให้ผลย้อนกลับเกี่ยวกับประเด็นหลักๆ ที่สำคัญในการแสดงการแก้ปัญหา
2. เมื่อต้องการวินิจฉัยจุดอ่อน และจุดแข็งของกระบวนการแก้ปัญหาอย่างเฉพาะเจาะจง
3. เมื่อครูประจำการคณิตศาสตร์มีความสนใจในหลักฐานร่องรอยที่เฉพาะเจาะจงบางอย่างของการแก้ปัญหาซึ่งจำเป็นต้องเพิ่มเวลาในการเรียนการสอน
4. เมื่อครูประจำการคณิตศาสตร์มีเวลาเพียงพอในการวิเคราะห์งานเขียนของนักเรียนอย่างระมัดระวัง และละเอียดรอบคอบ

3.3.7.2 การให้คะแนนแบบองค์รวม

การให้คะแนนงานการแก้ปัญหาของนักเรียนแบบองค์รวมเป็นการให้คะแนนที่เน้นภาพรวมของคำตอบ แต่ไม่ใช่พิจารณาเฉพาะคำตอบเท่านั้น การสร้างเกณฑ์การให้คะแนนมีความสัมพันธ์กับกระบวนการคิดแก้ปัญหาในมุมมองที่แตกต่างกับการให้คะแนนโดยการวิเคราะห์ที่กล่าวมาแล้ว การให้คะแนนแบบองค์รวมจะไม่กำหนดคะแนนแยกแยะลงไปถึงประเด็นต่างๆ ของกระบวนการแก้ปัญหา แต่จะกำหนดน้ำหนักคะแนนสำหรับภาพรวมของคำตอบทั้งหมด ดังตัวอย่างการให้คะแนนแบบองค์รวม ดังต่อไปนี้ (Charles; Lester; & O'Daffer. 1987: 30-35)

ให้ 0 คะแนน : - ไม่ตอบ

- ไม่เข้าใจปัญหา มีเพียงข้อความที่คัดลอกจากโจทย์ปัญหา
- มีเพียงคำตอบที่ผิด

ให้ 1 คะแนน : - แสดงถึงความเข้าใจในการแก้ปัญหา แต่วิธีการไม่เหมาะสม

- ยุทธวิธีที่เลือกใช้ไม่เหมาะสมและนำมาปฏิบัติจริงไม่ได้

และไม่มียุทธวิธีอื่นทดแทน

- แสดงความพยายามในการแก้ปัญหาย่อยๆของปัญหาใหญ่แต่

ทำไม่สำเร็จ

ให้ 2 คะแนน :- เข้าใจปัญหาแต่ใช้การแก้ปัญหาไม่ถูกต้อง จึงได้คำตอบผิด

- ใช้ยุทธวิธีในการแก้ปัญหาที่เหมาะสม แต่ดำเนินการไม่ถูกต้อง

ทำให้ได้คำตอบผิด หรือไม่ได้คำตอบ

- แก้ปัญหาย่อยได้บางส่วน แต่ไม่ได้ทั้งหมด

- ได้คำตอบที่ถูกต้อง แต่ไม่เข้าใจงานที่ทำหรือให้คำอธิบายไม่ได้

ให้ 3 คะแนน :- ใช้ยุทธวิธีในการแก้ปัญหาเหมาะสม แต่เข้าใจผิดในเรื่องของเงื่อนไข หรือข้อมูลบางส่วนในปัญหา

- ใช้ยุทธวิธีที่ถูกต้อง แต่คำตอบผิด หรืออธิบายเหตุผลไม่ได้

หรือไม่มีคำตอบ

- ได้คำตอบที่ถูกต้องจากยุทธวิธีที่เหมาะสม แต่วิธีทำที่แสดงให้ดู

ไม่ชัดเจน

ให้ 4 คะแนน :- เข้าใจปัญหาเป็นอย่างดี เลือกใช้ยุทธวิธีที่เหมาะสม แต่คำนวณ

ผิดพลาด

- เลือกและใช้ยุทธวิธีที่เหมาะสม และได้คำตอบที่ถูกต้อง

ข้อดีของการให้คะแนนแบบองค์รวม

1. เปิดโอกาสให้มีการพิจารณาประเมินการเขียนของนักเรียนให้เป็นไปอย่าง

รวดเร็ว

2. เน้นการพิจารณากระบวนการที่ใช้ ไม่ใช่พิจารณาเฉพาะคำตอบเท่านั้น

3. มีการจัดเตรียมเกณฑ์การให้คะแนนที่เฉพาะเจาะจงชัดเจนสำหรับงานเขียน

4. ใช้คะแนนค่าเดียวซึ่งครอบคลุมภาพรวมของคำตอบในการแสดงผลงานการ

แก้ปัญหา

โอกาสในการใช้การให้คะแนนโดยแบบองค์รวม

การให้คะแนนแบบองค์รวมเหมาะสมที่สุดเมื่อผู้ประเมินสนใจในการกำหนด

คะแนนทั่วไปของกระบวนการที่ใช้ และต้องการวางแผนทางในการกำหนดเกณฑ์การให้คะแนนอย่างชัดเจน การเน้นการให้คะแนนโดยพิจารณาองค์รวมเหมาะสมที่สุดในฐานะที่เป็นเครื่องนำทาง หรือเป็นการติดตามเทคนิคการประเมินผลอื่นๆ ซึ่งมีจุดหมายที่กำหนดจุดอ่อน และจุดแข็งของนักเรียนให้

สัมพันธ์กับกระบวนการคิดที่เกี่ยวข้อง การกำหนดสเกลในลักษณะที่ควรจะนำมาใช้ในการประเมินในการจัดการเรียนการสอนประจำบทเรียนหรือภาคเรียน เมื่อมีงานต้องประเมินมากและต้องการเน้นการประเมินผลรวมของกระบวนการแก้ปัญหา การกำหนดเกณฑ์ที่เฉพาะเจาะจงสำหรับการกำหนดคะแนน ส่งเสริมความคงเส้นคงวาในการประเมินการแสดงผลงานเขียน เพราะฉะนั้นการเน้นการให้คะแนนแบบองค์รวมเป็นการประเมินที่เหมาะสมสำหรับการประเมินที่มีสเกลใหญ่ และต้องการศึกษาผลที่เป็นภาพรวมกว้างๆ

สำหรับในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยและครูประจำการคณิตศาสตร์ใช้การประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาจากงานเขียนของนักเรียน กล่าวคือ ใช้การประเมินความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนโดยใช้แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน และใช้เกณฑ์การให้คะแนนโดยการวิเคราะห์ของ ชาร์ลส์ เลสเตอร์ และโอดาฟเฟอร์ (Charles; Lester; & O'Daffer. 1987: 30-35) ในการตรวจให้คะแนนเพื่อประเมินความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน

4. ข้อเสนอแนะเพิ่มเติมสำหรับการดำเนินงานตามกระบวนการของการศึกษาและพัฒนาบทเรียน

ผู้วิจัยได้รวบรวมข้อเสนอแนะเพิ่มเติมที่เป็นประโยชน์ต่อการดำเนินงานตามกระบวนการของการศึกษาและพัฒนาบทเรียนจากนักวิจัยและนักคณิตศาสตร์ศึกษาที่มีประสบการณ์และมีส่วนร่วมในการศึกษาและพัฒนาบทเรียนทั้งในประเทศญี่ปุ่นและต่างประเทศ ดังรายละเอียดต่อไปนี้

1. การกำหนดโครงการหรือแผนปฏิบัติการของการศึกษาและพัฒนาบทเรียน

เนื่องจากการศึกษาและพัฒนาบทเรียนมีกระบวนการที่ต้องอาศัยเวลามากสำหรับการประชุมพบปะกันอย่างสม่ำเสมอของครูประจำการคณิตศาสตร์ ดังนั้นยุทธวิธีที่ส่งเสริมให้การศึกษาและพัฒนาบทเรียนดำเนินไปอย่างราบรื่นและประสบปัญหาน้อยที่สุด ก็คือผู้ที่มีส่วนร่วมในการศึกษาและพัฒนาบทเรียนทุกฝ่ายร่วมกันเขียนโครงการหรือแผนปฏิบัติการของการศึกษาและพัฒนาบทเรียน โดยเสนอโครงการและแผนปฏิบัติการดังกล่าวผ่านไปยังหน่วยงานต้นสังกัดของผู้ที่มีส่วนร่วมในการศึกษาและพัฒนาบทเรียนทุกฝ่าย เพื่อให้สามารถคิดเป็นภาระงานในส่วนของงานปฏิบัติงานตามปกติสำหรับผู้ที่มีส่วนร่วมในการศึกษาและพัฒนาบทเรียนภายในโรงเรียน หรือคิดเป็นภาระงานพิเศษในการบริการวิชาการแก่ชุมชนสำหรับผู้ที่มีส่วนร่วมในการศึกษาและพัฒนาบทเรียนภายนอกโรงเรียน นอกจากนี้ผู้ที่มีส่วนร่วมในการศึกษาและพัฒนาบทเรียนทุกฝ่ายควรร่วมกันพิจารณา และ

กำหนดตารางเวลาในการปฏิบัติงานร่วมกันที่เป็นไปได้มากที่สุด โดยให้พิจารณาช่วงเวลาที่เป็นวาระการประชุมต่างๆที่เกิดขึ้นเป็นประจำตลอดปีการศึกษาก่อน (Fernandez; & Chokshi. 2002)

สำหรับในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยและผู้ที่มีส่วนร่วมในการศึกษาและพัฒนาบทเรียนได้ร่วมกันเขียนโครงการขึ้นเพื่อรองรับการพัฒนาครูประจำการคณิตศาสตร์ด้วยวิธีการศึกษาและพัฒนาบทเรียน โดยมีการเสนอโครงการดังกล่าวผ่านไปยังหน่วยงานต้นสังกัดของผู้ที่มีส่วนร่วมในการศึกษาและพัฒนาบทเรียนทุกฝ่ายให้รับทราบ

2. การใช้เวลาในการประชุมพบปะกันให้กระชับและคุ้มค่าที่สุด

การประชุมพบปะกันของผู้ที่มีส่วนร่วมในการศึกษาและพัฒนาบทเรียนในประเทศอื่นๆซึ่งไม่ใช่ประเทศไทยนั้นอาจเป็นงานที่มีอุปสรรคอยู่บ้าง เพื่อให้การใช้เวลาในการประชุมพบปะกันมีความกระชับและคุ้มค่าที่สุดควรคำนึงถึงรายละเอียดดังต่อไปนี้

1) การวางแผนการสอนเป็นช่วงเวลาที่ต้องใช้ความละเอียดรอบคอบ จึงต้องใช้เวลามาก ดังนั้นการยกวางแผนการสอนในบทเรียนคณิตศาสตร์สามารถดำเนินการได้นอกช่วงเวลาที่มีการประชุมพบปะกัน โดยครูประจำการคณิตศาสตร์ผู้รับหน้าที่สอนอาจเป็นผู้วางแผนการสอนไว้ก่อน เมื่อมีการประชุมพบปะกันจึงสามารถดำเนินการอภิปรายเพื่อปรับปรุงร่างของแผนการสอนดังกล่าวให้มีความเหมาะสมยิ่งขึ้น และเพื่อป้องกันการอภิปรายที่ออกนอกประเด็นไปมาก จึงควรมุ่งเน้นไปที่การอภิปรายในประเด็นสำคัญของการจัดการเรียนการสอน เพื่อให้ครูประจำการคณิตศาสตร์ได้ร่วมกันพิจารณา ไตร่ตรอง และตัดสินใจร่วมกันเพื่อปรับปรุงร่างของแผนการสอนก่อนนำไปใช้จริง

2) ก่อนที่จะมีการจัดการเรียนการสอนในห้องเรียนจริงตามแผนการสอน ครูประจำการคณิตศาสตร์ควรมีการสำเนาแผนการสอนแจกเพื่อนทุกคนเพื่อใช้เป็นเครื่องมือในการสังเกตและบันทึกเหตุการณ์ที่เกี่ยวข้องกับความคิดและความสามารถในการเรียนรู้คณิตศาสตร์ของนักเรียนขณะที่มีการเรียนการสอนในห้องเรียนจริง สำหรับในการประชุมพบปะกันเพื่อสะท้อนผลนั้นอาจมีข้อตกลงในการอภิปรายโดยมุ่งเน้นไปที่ประเด็นที่เกี่ยวข้องกับการตอบสนองของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนการสอน และรายละเอียดที่แสดงให้เห็นว่าการจัดการเรียนการสอนบรรลุหรือไม่บรรลุเป้าหมายหลักของการศึกษาและพัฒนาบทเรียนที่ได้กำหนดไว้ แทนที่จะมีการอภิปรายกันในรายละเอียดทั่วไปทั้งหมด (Fernandez; & Chokshi. 2002)

3. การจัดการเรียนการสอนในห้องเรียนจริงตามแผนการสอน และการสังเกตการจัดการเรียนการสอน

การให้ความสำคัญกับสภาพแวดล้อมที่เป็นธรรมชาติของห้องเรียนเป็นสิ่งสำคัญระหว่างที่มีการจัดการเรียนการสอนในห้องเรียนจริง ดังนั้นครูประจำการคณิตศาสตร์ผู้รับหน้าที่สอนจึงควรเป็นผู้สอนประจำในห้องเรียนที่ตนรับผิดชอบ และการจัดการเรียนการสอนควรดำเนินไปในสภาพของห้องเรียนปกติที่นักเรียนมีความคุ้นเคย แต่ถ้าห้องเรียนมีลักษณะซึ่งไม่เหมาะสม เช่น อาจมีขนาดเล็กเกินไปทำให้เกิดความไม่สะดวกในการเข้าร่วมสังเกตการจัดการจัดการเรียนการสอน ผู้สอนอาจตัดสินใจให้มีการจัดการเรียนการสอนในห้องเรียนที่ใหญ่กว่าได้ แต่ควรให้ความเอาใจใส่ต่อการคงไว้ซึ่งสภาพแวดล้อมที่เป็นธรรมชาติ

สภาพการณ์ที่ครูประจำการคณิตศาสตร์ไม่ควรปฏิบัติในขณะที่เข้าร่วมสังเกตการจัดการเรียนการสอนในห้องเรียนจริงก็คือ การให้คำแนะนำหรือมีปฏิสัมพันธ์กับนักเรียนเสมือนเป็นผู้สอนเอง เพราะว่าสภาพการณ์ดังกล่าวเป็นการแทรกแซงทำให้เกิดความสับสนต่อการมีปฏิสัมพันธ์อย่างเป็นธรรมชาติระหว่างผู้สอนกับนักเรียน และมีผลกระทบต่อการเก็บรวบรวมข้อมูลของผู้เข้าร่วมสังเกตการจัดการเรียนการสอนคนอื่นๆ ที่พยายามบันทึกรายละเอียดที่เกี่ยวข้องกับความคิด และความสามารถในการเรียนรู้คณิตศาสตร์ของนักเรียน นอกจากนี้ยังถือได้ว่าการมีผู้สอนหลายคนในห้องเรียนเป็นสภาพแวดล้อมของห้องเรียนที่ไม่เป็นปกติ

การสังเกตการจัดการเรียนการสอนในห้องเรียนจริงมีขึ้นเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูลที่สามารถตอบคำถามได้ว่าการจัดการเรียนการสอนบรรลุเป้าหมายหลักของการศึกษาและพัฒนาบทเรียนหรือไม่ อย่างไร ดังนั้นข้อมูลที่เก็บรวบรวมมาต้องสามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้จริง ผู้สังเกตการจัดการเรียนการสอนจึงจำเป็นต้องเข้าใจเป้าหมายหลักดังกล่าวอย่างชัดเจนเพื่อที่จะสามารถเก็บรวบรวมข้อมูลได้ตรงประเด็นและเป็นประโยชน์สูงสุด โดยมีแนวปฏิบัติดังต่อไปนี้

1. ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลโดยยึดถือเป้าหมายหลักของการศึกษาและพัฒนาบทเรียนเป็นสำคัญ

2. ใช้ประโยชน์จากแผนการสอนช่วยในการจดบันทึกข้อสังเกตและข้อคิดเห็นต่างๆ ประกอบกับการใช้แผนผังที่นั่งของนักเรียนในห้องเรียนซึ่งสามารถใช้บันทึกคำถาม คำตอบ วิธีคิด หรือวิธีการแก้ปัญหาของนักเรียน ตลอดจนใช้ในงานต่างๆ เพื่อบันทึกข้อสังเกตที่พบ ถ้าสภาพการณ์ไม่เอื้อให้ผู้สอนสามารถจัดที่นั่งนักเรียนตามแผนผังที่นั่งเรียนได้ อาจพิจารณาให้นักเรียนแต่ละคนใส่ป้ายชื่อเพื่อให้ผู้สังเกตการจัดการเรียนการสอนมีความสะดวกในการอ้างอิงถึงนักเรียนขณะที่มีการอภิปรายสะท้อนผล

3. มีหลักฐานที่ยืนยันถึงความคิดและความสามารถในการเรียนรู้ของนักเรียน ซึ่งอาจแสดงถึงแนวคิดในการแก้ปัญหา การมีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนร่วมกัน หรือความเข้าใจที่เปลี่ยนแปลงไปเป็นต้น

4. ผู้สังเกตการจัดการเรียนการสอนมีการแบ่งหน้าที่กันเพื่อให้สามารถเก็บรวบรวมข้อมูลได้ครอบคลุมและตรงประเด็น ซึ่งอาจมีผู้รับหน้าที่บันทึกข้อมูลเกี่ยวกับคำถามที่นักเรียนถามทั้งหมด แบบคำต่อคำ ผู้รับหน้าที่เก็บหลักฐานและร่องรอยขณะที่มีการมอบหมายงานในช่วงเวลาเรียน ผู้รับหน้าที่บันทึกข้อมูลทั้งในส่วนของผู้สอนและนักเรียนขณะที่มีการทำกิจกรรมบนกระดานดำ เป็นต้น

5. ใช้การบันทึกภาพและวีดิทัศน์เพื่อเก็บรวบรวมเหตุการณ์การจัดการเรียนการสอนในห้องเรียน ซึ่งสามารถนำมาใช้เป็นข้อมูลยืนยันขณะที่มีการสะท้อนผลได้เป็นอย่างดี แต่จะเป็นการดีที่สุดถ้าหากครูประจำการคณิตศาสตร์มีโอกาสเข้าร่วมสังเกตการจัดการเรียนการสอนในห้องเรียนได้บ่อยครั้งที่สุด เพราะเป็นการสะท้อนให้เห็นถึงการอุทิศเวลาให้กับ การปรับปรุงคุณภาพการเรียนการสอนคณิตศาสตร์อย่างแท้จริง (Fernandez; & Chokshi. 2002; Fernandez; Cannon; & Chokshi. 2003; Lewis. 2002a; Takahashi; & Yoshida. 2004; Yoshida. 1999a)

สำหรับการวิจัยครั้งนี้ ครูประจำการคณิตศาสตร์ได้มีข้อตกลงร่วมกันว่าจะหาโอกาสเข้าร่วมสังเกตการจัดการเรียนการสอนในห้องเรียนจริงให้บ่อยครั้งที่สุด นอกจากนี้ยังอนุญาตให้มีการบันทึกภาพและวีดิทัศน์เพื่อเก็บรวบรวมเหตุการณ์ในการจัดการเรียนการสอนในห้องเรียนจริงเพื่อนำมาใช้เป็นข้อมูลประกอบการสะท้อนผลได้

4. การสะท้อนผลอย่างมีประสิทธิภาพ

โดยปกติการสะท้อนผลเป็นการดำเนินงานที่ยึดถือปฏิบัติกันทันทีภายหลังจากการจัดการเรียนการสอนในห้องเรียนจริงเสร็จสิ้นลง ณ ห้องเรียนที่ใช้ในการจัดการเรียนการสอนนั้น เพราะจะทำให้สามารถมองเห็นร่องรอยของข้อความที่เขียนอยู่บนกระดานดำ และสื่อการเรียนการสอนต่างๆ ที่นักเรียนใช้ในระหว่างเรียน นอกจากนี้ครูประจำการคณิตศาสตร์ควรนำหลักฐานที่เก็บรวบรวมได้ทั้งหมด เช่น บันทึกจากการสังเกตการจัดการเรียนการสอน ใบงาน สมุดบันทึกของนักเรียน และอาจมีการแสดงภาพหรือวีดิทัศน์ที่ได้บันทึกไว้ในการสะท้อนผลเพื่อให้สามารถระลึกลย้อนถึงบรรยากาศการจัดการเรียนการสอนในห้องเรียนได้อย่างชัดเจน

ก่อนที่จะมีการสะท้อนผล ครูประจำการคณิตศาสตร์ควรแบ่งหน้าที่กันเพื่อให้การสะท้อนผลดำเนินไปอย่างราบรื่นและมีประสิทธิภาพ โดยปกติแล้วจะประกอบด้วย ผู้ดำเนินการสะท้อนผล (Facilitator) ผู้จดบันทึกข้อมูล (Recorder) และผู้สรุปข้อคิดเห็น (Final Commentator) ผู้ดำเนินการสะท้อนผลควรเป็นผู้ที่มีประสบการณ์สูงในการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ ทำหน้าที่เป็นผู้จับ

ประเด็นและขยายประเด็นการอภิปราย ผู้จัดบันทึกข้อมูลทำหน้าที่จัดบันทึกรายงานการประชุมและรับผิดชอบเขียนสรุปประเด็นสำคัญในการอภิปรายสะท้อนผล

โดยทั่วไปแล้วช่วงที่มีสะท้อนผลจะเริ่มต้นด้วยผู้ดำเนินการสะท้อนผลแนะนำเกี่ยวกับเป้าหมายของการจัดการเรียนการสอน จากนั้นผู้สอนจะได้กำหนดประเด็นและทิศทางในการอภิปราย โดยกล่าวแสดงความรู้สึกเกี่ยวกับการจัดการเรียนการสอนว่าประสบกับความยากหรืออุปสรรคอย่างไร ที่มีผลต่อการตัดสินใจของผู้สอนระหว่างทำหน้าที่สอน การจัดการเรียนการสอนบรรลุเป้าหมายหลักหรือไม่ อย่างไร และสภาพการณ์ใดที่ผู้สอนต้องการให้มีการอภิปรายร่วมกัน ต่อมาครูประจำการคณิตศาสตร์คนอื่นๆจึงเริ่มสะท้อนผล อันดับแรกจะกล่าวขอบคุณผู้สอนที่ได้ดำเนินการจัดการเรียนการสอนและอนุญาตให้มีการสังเกตการจัดการเรียนการสอนได้ จากนั้นจึงเริ่มแสดงความคิดเห็นในเชิงบวก ซึ่งเป็นการกล่าวถึงความสำเร็จของการจัดการเรียนการสอน ผู้ที่ร่วมสะท้อนผลควรจะต้องแสดงหลักฐานที่เป็นรูปธรรมซึ่งบันทึกหรือเก็บรวบรวมได้ในห้องเรียนประกอบการอภิปราย ถ้ามีข้อเสนอแนะอันเกิดจากประสบการณ์ของตนเองจะเป็นสิ่งที่มีคุณค่ามาก สิ่งสำคัญที่ควรตระหนักก็คือไม่ควรอภิปรายกันในประเด็นใดประเด็นหนึ่งนานเกินไป หรือหยิบยกประเด็นมาอภิปรายกันอย่างหลากหลายมากเกินไป เพื่อเปิดโอกาสให้ผู้อภิปรายคนอื่นได้แลกเปลี่ยนเรียนรู้ในแง่มุมเดียวกันได้อย่างลึกซึ้ง ทั้งนี้ผู้ดำเนินการสะท้อนผลควรควบคุมทิศทางของการอภิปรายและเข้าควบคุมสถานการณ์เมื่อมีแนวโน้มว่าอาจเกิดการโต้แย้งกันอย่างรุนแรงระหว่างที่มีการอภิปราย อีกทั้งคอยเตือนเกี่ยวกับเวลาที่ใช้ เนื่องจากควรเหลือเวลาที่เพียงพอสำหรับการสรุปผล

สำหรับช่วงที่มีการสะท้อนผลและแลกเปลี่ยนเรียนรู้มักจะมีการเชิญผู้เชี่ยวชาญภายนอกมาเป็นผู้สรุปข้อคิดเห็นปิดท้ายในประเด็นสำคัญ โดยทั่วไปแล้วผู้เชี่ยวชาญภายนอกจะเป็นผู้เชี่ยวชาญในระดับมหาวิทยาลัย หรือผู้เชี่ยวชาญจากสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษา ซึ่งมีคุณสมบัติดังต่อไปนี้

- 1) เป็นผู้ที่สามารถยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น และสามารถให้ข้อคิดเห็นที่เป็นประโยชน์ได้
- 2) เป็นผู้มีประสบการณ์สูง และสามารถชี้ให้เห็นถึงประเด็นที่มีความลุ่มลึกในการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ หรือสามารถทำให้ครูประจำการคณิตศาสตร์มีความตระหนักในมุมมองที่แตกต่างซึ่งเป็นประโยชน์ต่อการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ได้
- 3) เป็นผู้ที่มีเจตคติที่ดีต่อการพัฒนาวิชาชีพ ใฝ่รู้ และพร้อมที่จะเรียนรู้ร่วมกับครูประจำการคณิตศาสตร์ (Fernandez; & Chokshi. 2002; Fernandez; Cannon; & Chokshi. 2003; Takahashi; & Yoshida. 2004)

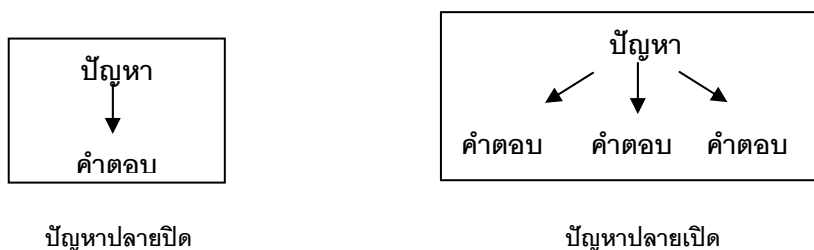
สำหรับในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ยึดถือข้อเสนอแนะในการสะท้อนผลอย่างมีประสิทธิภาพนี้เป็นแนวทางสำหรับการดำเนินงานตามกระบวนการของการศึกษาและพัฒนาบทเรียน

5. โครงการและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาและพัฒนาบทเรียนในระดับนานาชาติ

1. โครงการพัฒนาประสิทธิภาพของบทเรียนคณิตศาสตร์โดยใช้ปัญหาปลายเปิดผ่านการศึกษาและพัฒนาบทเรียน

ในปี ค.ศ. 2002 กระทรวงการศึกษา วัฒนธรรม การกีฬา วิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยี (MEXT) ของประเทศญี่ปุ่นได้ตีพิมพ์เผยแพร่หนังสือ *Teaching Materials for Individually Adaptable Teaching: Promoting Developmental and Supplemental Learning (for Elementary School Mathematics)* เป็นภาษาญี่ปุ่นซึ่งได้นำเสนอวิธีการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์โดยใช้ปัญหาปลายเปิด (Open-Ended Problems)

ปัญหาปลายเปิดมีคำตอบที่ถูกต้องที่เป็นไปได้หลายคำตอบซึ่งมีความแตกต่างจากปัญหาปลายปิด (Closed-Ended Problems) ที่มีคำตอบถูกต้องเพียงคำตอบเดียวดังภาพประกอบ 13

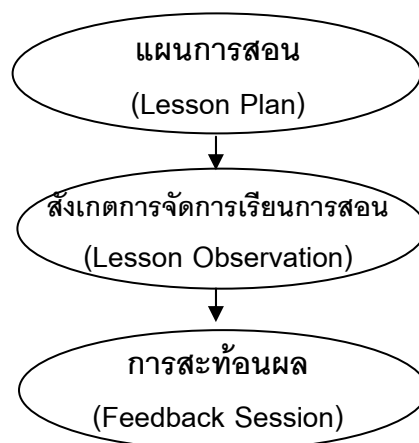


ภาพประกอบ 13 ลักษณะของปัญหาปลายปิดและปลายเปิด

ที่มา: Y. Hashimoto. (2007). International Comparative Classroom Research Project. In *Japanese Lesson Study in Mathematics Its Impact, Diversity and Potential for Educational Improvement*. p. 199.

ด้วยลักษณะเฉพาะของบทเรียนคณิตศาสตร์ของประเทศญี่ปุ่นที่มุ่งเน้นการแก้ปัญหาและทางกระทรวงการศึกษา วัฒนธรรม การกีฬา วิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยี ได้จัดให้มีโครงการพัฒนาประสิทธิภาพของบทเรียนคณิตศาสตร์โดยใช้ปัญหาปลายเปิดขึ้นโดยใช้กระบวนการของการศึกษาและพัฒนาบทเรียนเพื่อปรับปรุงคุณภาพของบทเรียนและการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์

ในโครงการนี้ได้พิจารณาองค์ประกอบของการศึกษาและพัฒนาบทเรียนออกเป็น 3 ส่วน ได้แก่ แผนการสอน การสังเกตการจัดการเรียนการสอน และการสะท้อนผล ดังภาพประกอบ 14



ภาพประกอบ 14 องค์ประกอบของการศึกษาและพัฒนาบทเรียน

ที่มา: Y. Hashimoto. (2007). International Comparative Classroom Research Project. In *Japanese Lesson Study in Mathematics Its Impact, Diversity and Potential for Educational Improvement*. p. 201.

ในการวางแผนการสอน ครูประจำการคณิตศาสตร์จะร่วมกันคาดหมายคำตอบของนักเรียนที่เป็นไปได้ในการตอบปัญหาปลายเปิดแต่ละข้อ ซึ่งมีคำตอบที่ถูกต้องหลายคำตอบ จากนั้นในการสังเกตการจัดการเรียนการสอนครูประจำการคณิตศาสตร์จะให้ความสำคัญกับคำตอบที่หลากหลายของนักเรียน ครูประจำการคณิตศาสตร์ร่วมกันสะท้อนผลเพื่อจัดระบบคำตอบของนักเรียนที่รวบรวมได้ในชั่วโมงเรียน (Hashimoto. 2007: 198-201)

2. โครงการที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาและพัฒนาบทเรียนในประเทศแถบอเมริกาเหนือ

ประเทศสหรัฐอเมริกาและแคนาดาได้ริเริ่มการปรับปรุงคุณภาพการเรียนการสอนคณิตศาสตร์โดยใช้กระบวนการของการศึกษาและพัฒนาบทเรียน ตั้งแต่หนังสือ *The Teaching Gap* ได้ตีพิมพ์เผยแพร่ไปทั่วโลก (Stigler; & Hiebert. 1999) ทำให้โรงเรียนและเขตพื้นที่การศึกษาทั่วทั้งประเทศสหรัฐอเมริกาและแคนาดาเริ่มเรียนรู้การดำเนินงานตามกระบวนการของการศึกษาและพัฒนาบทเรียน และพยายามที่จะนำการศึกษาและพัฒนาบทเรียนมาใช้ในการพัฒนาครูประจำการคณิตศาสตร์

ในปัจจุบันครูประจำการคณิตศาสตร์ได้มีการรวมกลุ่มทางวิชาการสำหรับการศึกษาและพัฒนาบทเรียนขึ้นอย่างเป็นทางการ (Columbia University Lesson Study Research Group) นำ

โดย เคลีย เฟอนันเดซ (Clea Fernandez) นักการศึกษาคนสำคัญที่มีส่วนทำให้การศึกษาและพัฒนาบทเรียนสามารถขยายตัวออกไปได้มาก ปัจจุบันในสหรัฐอเมริกามีการดำเนินงานการศึกษาและพัฒนาบทเรียนในหลายมลรัฐ มีนักการศึกษาที่เข้าร่วมมากกว่า 1,100 คน มีโรงเรียนที่ดำเนินการการศึกษาและพัฒนาบทเรียนมากกว่า 245 โรงเรียนใน 80 เขตพื้นที่การศึกษา ต่อมาการศึกษาและพัฒนาบทเรียนได้ขยายตัวไปยังเมืองออตตาวา (Ottawa) ซึ่งเป็นเมืองหลวงของประเทศแคนาดาอย่างเป็นทางการเมื่อปี ค.ศ. 2004

ด้วยกระบวนการของการศึกษาและพัฒนาบทเรียนที่มีประสิทธิภาพ และการเปิดใจยอมรับของครูประจำการคณิตศาสตร์จำนวนมากที่ต้องการมีส่วนร่วมในการศึกษาและพัฒนาบทเรียน เนื่องจากมีความเชื่อมั่นว่าการศึกษาและพัฒนาบทเรียนสามารถช่วยทำให้สามารถปรับปรุงคุณภาพการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ได้จริงและช่วยยกระดับคุณภาพการเรียนรู้คณิตศาสตร์ของนักเรียนได้ ทำให้ครูประจำการคณิตศาสตร์ในประเทศแคนาดามองเห็นความสำคัญในการประชุมพบปะเพื่ออภิปราย สะท้อนผล และแลกเปลี่ยนเรียนรู้ซึ่งกันและกันเพื่อปรับปรุงการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์อย่างลึกซึ้ง



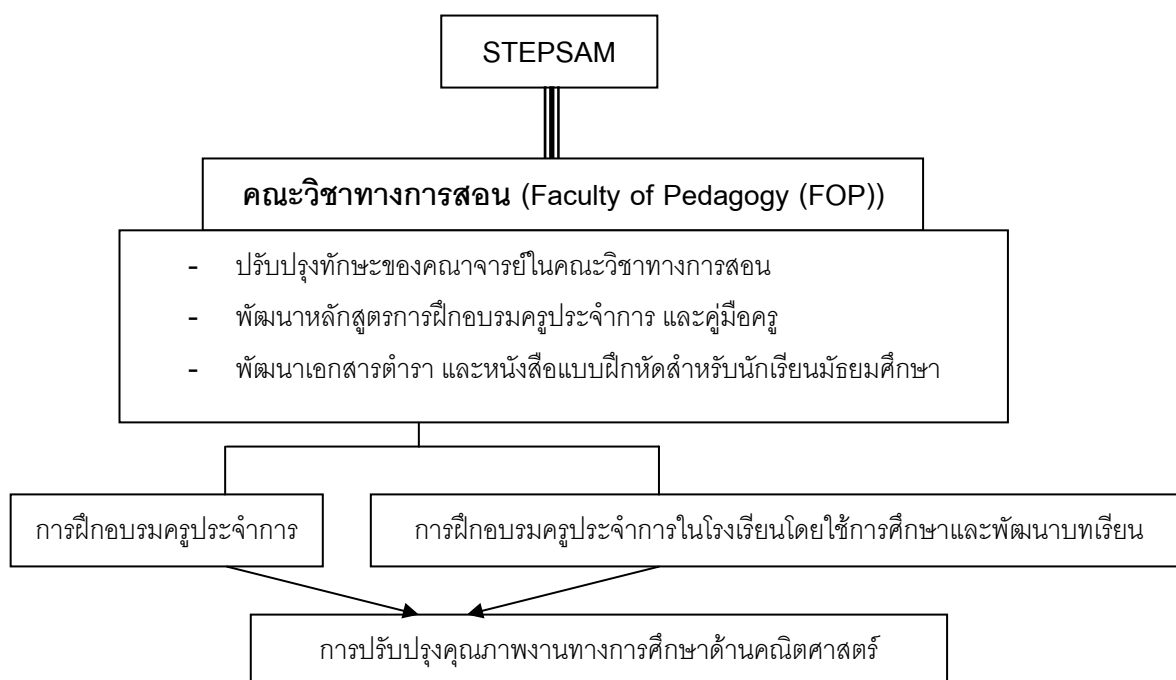
ภาพประกอบ 15 แผนที่ของการดำเนินงานการศึกษาและพัฒนาบทเรียนในอเมริกาเหนือ

ที่มา: A. Takahashi. (2007). International Comparative Classroom Research Project. In *Japanese Lesson Study in Mathematics Its Impact, Diversity and Potential for Educational Improvement*. p. 197.

3. โครงการที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาและพัฒนาบทเรียนในประเทศกัมพูชา

ประเทศกัมพูชาประสบปัญหาการขาดแคลนครูประจำการที่มีความเชี่ยวชาญเนื่องจากการสูญเสียครูประจำการทั้งในระดับการศึกษาขั้นพื้นฐานและในระดับมหาวิทยาลัยด้วยเหตุผลทางการเมืองและการปกครองตั้งแต่ปี ค.ศ. 1975-1979 ในช่วงเวลานั้นเอกสารและตำราทางวิชาการต่างๆ ได้รับความเสียหายไปมาก จึงจัดได้ว่าเป็นวิกฤตการณ์ทางการศึกษาของประเทศกัมพูชา

โครงการพัฒนาครูประจำการทางด้านวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ในโรงเรียนมัธยมศึกษาของประเทศกัมพูชา (The Secondary School Teacher Training Project in Science and Mathematics in Cambodia (STEPSAM)) เริ่มต้นขึ้นในฐานะที่เป็นโครงการความร่วมมือระหว่างประเทศซึ่งได้รับการสนับสนุนจากรัฐบาลของประเทศญี่ปุ่น (JICA) โดยมีเป้าหมายเพื่อช่วยพัฒนาครูประจำการและปรับปรุงคุณภาพการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ในโรงเรียนมัธยมศึกษา โดยมีโครงสร้างการดำเนินโครงการ ดังภาพประกอบ 16



ภาพประกอบ 16 โครงสร้างการดำเนินโครงการ STEPSAM

ที่มา: K. Odani. (2007). Lesson Study in Cambodia. In *Japanese Lesson Study in Mathematics Its Impact, Diversity and Potential for Educational Improvement*. p. 207.

การปรับปรุงทักษะในเชิงวิชาชีพของคณาจารย์ในคณะวิชาทางการสอนจัดให้มีขึ้นที่มหาวิทยาลัยในประเทศญี่ปุ่น โดยใช้หลักสูตรที่เข้มข้นด้านการพัฒนาครูประจำการ คณาจารย์ในคณะวิชาทางการสอนจะได้รับการพัฒนาให้เป็นผู้สอนที่มีความกระตือรือร้น ซึ่งเมื่อกลับมายังประเทศ

กัมพูชาแล้วจะได้มีการขยายผลเพื่อพัฒนาครูประจำการคณิตศาสตร์ในระดับโรงเรียนมัธยมศึกษาโดยใช้กระบวนการของการศึกษาและพัฒนาบทเรียน

การเรียนการสอนคณิตศาสตร์ และบทเรียนคณิตศาสตร์แต่เดิมในประเทศกัมพูชามุ่งเน้นการป้อนความรู้ ดังนั้นในช่วงที่มีการดำเนินโครงการ STEPSAM จึงไม่ใช่เรื่องง่ายที่จะทำให้ให้นักเรียนกัมพูชาสามารถแก้ปัญหาที่แปลกใหม่ด้วยวิธีการของตนเองได้ อย่างไรก็ตามได้มีความพยายามในการสร้างการเปลี่ยนแปลง โดยจัดให้มีกิจกรรมฝึกฝนการแก้ปัญหาที่จำเป็นต้องใช้ความคิดเชิงคณิตศาสตร์อย่างสม่ำเสมอ เพื่อให้นักเรียนสามารถพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาได้ด้วยตนเอง (Odani. 2007: 206-209)

4. โครงการที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาและพัฒนาบทเรียนในประเทศลาว

โครงการปรับปรุงคุณภาพการศึกษาด้านคณิตศาสตร์ในประเทศลาว เป็นโครงการความร่วมมือระหว่างประเทศลาวและรัฐบาลประเทศญี่ปุ่น (JICA) ที่จัดให้มีขึ้นเพื่อผลิตและปรับปรุงตำราเรียนและคู่มือครู ซึ่งในปี ค.ศ. 2004 จัดให้มีการนำคณาจารย์จำนวนหนึ่งคิดเป็นจำนวน 1 ใน 4 ของจำนวนคณาจารย์ในวิทยาลัยครูไปเข้าร่วมการดำเนินงานตามกระบวนการของการศึกษาและพัฒนาบทเรียนในโรงเรียนประถมศึกษาและมัธยมศึกษาในประเทศญี่ปุ่นโดยใช้เวลาประมาณ 2 เดือนซึ่งมีโครงสร้างการดำเนินโครงการ ดังภาพประกอบ 17

ในระยะแรกที่มีการฝึกอบรมครูประจำการในสังกัดวิทยาลัยครูของประเทศลาว ณ ประเทศญี่ปุ่นนั้นมีวัตถุประสงค์เพื่อต้องการพัฒนาครูประจำการในด้านต่อไปนี้

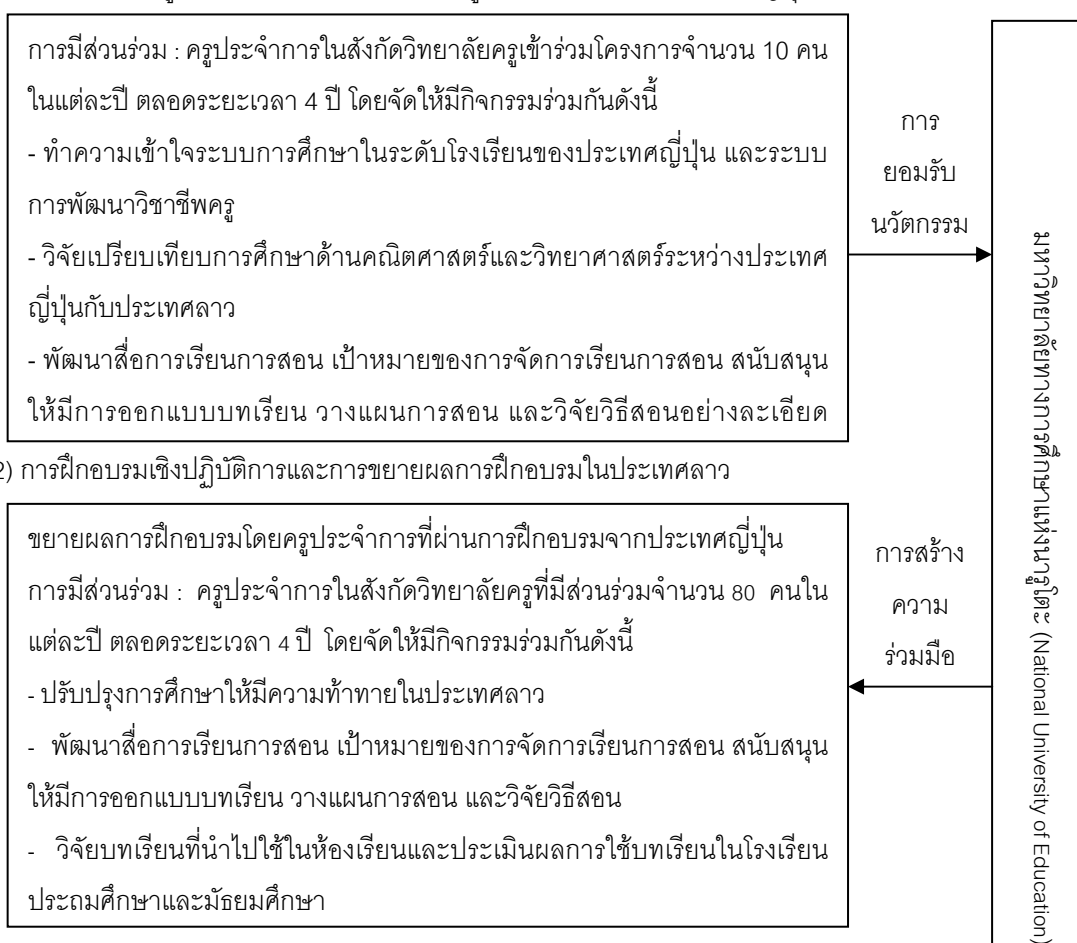
1. ด้านการวิเคราะห์โครงสร้างของการพัฒนาเรียนการสอนคณิตศาสตร์เพื่อออกแบบตำราเรียนคณิตศาสตร์ทั้งในระดับประถมศึกษาและมัธยมศึกษา
2. ให้ประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องกับวิธีสอนแนวใหม่สำหรับการพัฒนานักเรียนให้มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ ซึ่งเรียกวิธีนี้ว่า *Mountain-Climbing Learning Methods*
3. ด้านการพัฒนาแผนการสอน โดยมีการนำแผนการสอนไปใช้ในห้องเรียนจริง และประเมินผลการบรรลุเป้าหมายในการจัดการเรียนการสอน
4. ด้านการพัฒนาสื่อการเรียนการสอน เป้าหมายของการจัดการเรียนการสอน และการปฏิบัติงานในห้องเรียนที่สามารถใช้แหล่งการเรียนรู้ต่างๆให้เกิดประโยชน์สูงสุด

ในระยะที่สองที่มีการฝึกอบรมเชิงปฏิบัติการและการขยายผลการฝึกอบรมในประเทศลาวนั้น ครูประจำการที่ผ่านการฝึกอบรมในประเทศญี่ปุ่นจะได้รับบทบาทให้เป็นผู้ดำเนินการฝึกอบรมเชิงปฏิบัติการในประเทศลาว โดยจัดให้ครูประจำการในสังกัดวิทยาลัยครูที่มีส่วนร่วมในโปรแกรมการ

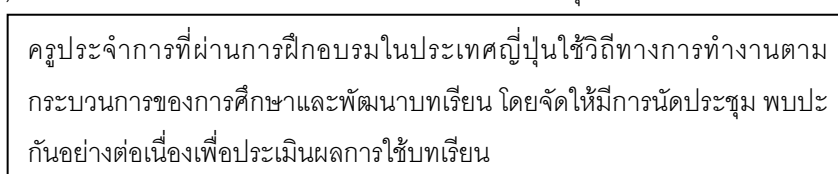
ฝึกอบรมได้รับการปรับปรุงทักษะการจัดการเรียนสอน และทักษะในเชิงวิชาชีพด้วยกระบวนการของการศึกษาและพัฒนาบทเรียน

ในระยะเวลาที่สามที่มีการขยายผลการฝึกอบรมไปสู่ในระดับท้องถิ่น ครูประจำการที่ผ่านการฝึกอบรมในประเทศญี่ปุ่นจะขยายผลสิ่งที่ได้เรียนรู้ไปสู่เพื่อนครูประจำการด้วยกัน โดยจัดให้มีการประชุม พบปะกันในระดับเขตพื้นที่การศึกษาเพื่อร่วมกันทำงานตามกระบวนการของการศึกษาและพัฒนาบทเรียน (Saito. 2007: 210-213)

(1) การฝึกอบรมครูประจำการในสังกัดวิทยาลัยครูของประเทศไทย ณ ประเทศญี่ปุ่น



(3) การขยายผลการฝึกอบรมในระดับท้องถิ่นโดยมีการประชุมพบปะกันในประเทศไทย



ภาพประกอบ 17 ภาพรวมของโครงการความร่วมมือระหว่างประเทศไทยและรัฐบาลญี่ปุ่น (JICA)

ที่มา: N. Saito. (2007). Lesson Study in Laos. In *Japanese Lesson Study in Mathematics Its Impact, Diversity and Potential for Educational Improvement*. p. 211

5. โครงการที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาและพัฒนาบทเรียนในประเทศอินโดนีเซีย

แต่เดิมวิธีสอนคณิตศาสตร์ในระดับโรงเรียนประถมศึกษา และมัธยมศึกษาของประเทศอินโดนีเซียอยู่บนพื้นฐานของวิธีการเลียนแบบ (Copy Method) และวิธีการบรรยาย (Lecture Method) เมื่อครูประจำการคณิตศาสตร์จำเป็นต้องจัดการเรียนการสอนการแก้ปัญหาก็มักเป็นผู้กำหนดปัญหาให้นักเรียนคิดหาคำตอบ โดยไม่เอาใจใส่ว่านักเรียนมีวิธีการคิดหาคำตอบอย่างไร ซึ่งครูประจำการคณิตศาสตร์จะเป็นผู้เฉลยคำตอบของปัญหานั้นบนกระดานดำด้วยตนเอง ส่วนนักเรียนจะคัดลอกวิธีการที่ครูประจำการคณิตศาสตร์เฉลยลงในสมุดบันทึก การจัดการเรียนการสอนแบบนี้แสดงให้เห็นว่าครูประจำการคณิตศาสตร์ไม่เปิดโอกาสให้นักเรียนได้เรียนรู้วิธีการแก้ปัญหามากมายซึ่งกันและกัน วิธีสอนแบบดั้งเดิมนี้อาจมีประสิทธิภาพในด้านทักษะการคิดคำนวณ แต่ไม่สะท้อนถึงความสำเร็จในเป้าหมายสำคัญของหลักสูตรคณิตศาสตร์ที่มุ่งเน้นให้นักเรียนมีความรู้ความเข้าใจในมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์และมีความสามารถในการแก้ปัญหาค ด้วยเหตุนี้จึงทำให้เกิดปัญหาในการปรับปรุงการเรียนการสอนในประเทศอินโดนีเซีย

ด้วยสภาพปัญหาดังกล่าว และด้วยความร่วมมือของรัฐบาลประเทศญี่ปุ่นจึงได้มีโครงการปรับปรุงคุณภาพการศึกษาด้านคณิตศาสตร์ในประเทศอินโดนีเซีย ซึ่งเป็นโครงการความร่วมมือระหว่างประเทศอินโดนีเซียและรัฐบาลประเทศญี่ปุ่น (JICA) มีวัตถุประสงค์เพื่อปรับปรุงทักษะทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนทั้งในระดับประถมศึกษา และมัธยมศึกษาในประเทศอินโดนีเซีย โดยมีแนวทางการดำเนินงาน 2 แนวทาง ได้แก่

1. ปรับปรุงหลักสูตรการศึกษาของคณะศึกษาศาสตร์ในสถาบันอุดมศึกษาโดยเน้นการพัฒนาครูประจำการคณิตศาสตร์ทั้งในระดับประถมศึกษา และมัธยมศึกษา
2. พัฒนบทเรียนคณิตศาสตร์ทั้งในระดับประถมศึกษา และมัธยมศึกษา

ในขั้นตอนการดำเนินโครงการมีการสนับสนุนให้ครูประจำการคณิตศาสตร์ในระดับโรงเรียน คณาจารย์ และนักวิจัยในระดับมหาวิทยาลัยของประเทศอินโดนีเซียได้ทำงานร่วมกันเพื่อปรับปรุงบทเรียน และการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์โดยใช้กระบวนการของการศึกษาและพัฒนาบทเรียนในโรงเรียน โดยมีโครงสร้างการดำเนินโครงการ ดังภาพประกอบ 18

ด้วยความพยายามนี้จึงทำให้บทเรียนและการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ของประเทศอินโดนีเซียมีการเปลี่ยนแปลงไปจากที่ครูประจำการคณิตศาสตร์เป็นผู้ป้อนความรู้ไปสู่การจัดการเรียนการสอนที่เน้นนักเรียนเป็นศูนย์กลาง (Koseki. 2007: 214-215)



ภาพประกอบ 18 ขั้นตอนการดำเนินงานตามกระบวนการของการศึกษาและพัฒนาบทเรียน
ในประเทศอินโดนีเซีย

ที่มา: K. Koseki. (2007). Lesson Study in Indonesia. In *Japanese Lesson Study in Mathematics Its Impact, Diversity and Potential for Educational Improvement*. p. 215.

6. โครงการที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาและพัฒนาบทเรียนในประเทศอียิปต์

การจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ในประเทศอียิปต์มีลักษณะเฉพาะที่ครูประจำการคณิตศาสตร์เป็นผู้ป้อนความรู้ เมื่อบรรยายจบแล้วจึงให้นักเรียนทำแบบฝึกหัดในหนังสือเรียน เนื้อหาคณิตศาสตร์ในหนังสือเรียนมีความยากและมีเนื้อหามาก ทำให้ครูประจำการคณิตศาสตร์ประสบปัญหาในการจัดการเรียนการสอน

ในช่วงปี ค.ศ. 1997-2000 ได้มีโครงการปรับปรุงคุณภาพการศึกษาด้านคณิตศาสตร์ในโรงเรียนประถมศึกษาของประเทศอียิปต์ เป็นโครงการความร่วมมือระหว่างประเทศอียิปต์และรัฐบาลประเทศญี่ปุ่น (JICA) ซึ่งอยู่ในความดูแลของมหาวิทยาลัยทางการศึกษาฮอกไกโด (Hokkaido

University of Education) โดยจัดให้มีการพัฒนาครูมือครูขึ้น ต่อมาในช่วงปี ค.ศ. 2003-2006 ได้มีการปรับปรุงคู่มือครู และนำคู่มือครูไปทดลองใช้ประกอบการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ในระดับโรงเรียนจำนวน 4 โรงเรียน ต่อมาจึงได้ขยายผลการใช้คู่มือครูออกไปผ่านการดำเนินงานตามกระบวนการของการศึกษาและพัฒนาบทเรียน

การศึกษาและพัฒนาบทเรียนในประเทศอียิปต์จึงเริ่มต้นขึ้นในโรงเรียนทดลองนำร่องการใช้คู่มือครู และจากประสบการณ์ของโรงเรียนทดลองนำร่องแห่งหนึ่งซึ่งมีครูประจำการคณิตศาสตร์จากโรงเรียนในเขตพื้นที่การศึกษาใกล้เคียงมาร่วมกันทำงานจำนวน 50 คน พบว่าในระยะแรกมีความยากที่ครูประจำการคณิตศาสตร์จะทำความเข้าใจเกี่ยวกับบทเรียนที่มุ่งเน้นการแก้ปัญหาซึ่งเป็นลักษณะเฉพาะของบทเรียนคณิตศาสตร์ของประเทศญี่ปุ่น จึงทำให้ครูประจำการคณิตศาสตร์และนักเรียนต่างมีความสับสนและมีความกังวลในระหว่างที่มีการจัดการเรียนการสอน อย่างไรก็ตาม เมื่อเวลาผ่านไประยะหนึ่งครูประจำการคณิตศาสตร์ได้เรียนรู้ร่วมกันผ่านการสะท้อนผล โดยมีผู้เชี่ยวชาญด้านการศึกษาและพัฒนาบทเรียนจากประเทศญี่ปุ่นเป็นที่ปรึกษา ทำให้เกิดแรงบันดาลใจในการทำงาน การศึกษาและพัฒนาบทเรียนจึงเป็นกระบวนการที่มีความหมายต่อการพัฒนาคุณภาพการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ของประเทศอียิปต์ (Okubo. 2007: 216-217)

7. โครงการที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาและพัฒนาบทเรียนในประเทศเคนยา

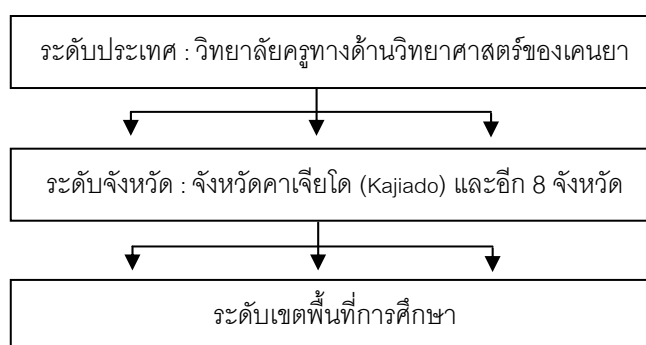
การศึกษาและพัฒนาบทเรียนในประเทศเคนยาเริ่มต้นขึ้นด้วยโครงการจัดตั้งระบบการพัฒนาวิชาชีพครูประจำการคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ในโรงเรียนมัธยมศึกษาให้มีประสิทธิภาพ (Efforts to Establish a Teacher Training System through the Strengthening of Mathematics and Science in Secondary Education Project (SMASSE)) เพื่อค้นหาวิธีช่วยให้นักเรียนมีเจตคติที่ดีต่อการเรียนคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์

แต่เดิมการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ในห้องเรียนของประเทศเคนยามีรูปแบบที่ครูประจำการคณิตศาสตร์เป็นผู้ป้อนความรู้ โดยนักเรียนเป็นผู้นำวิธีการที่ครูประจำการคณิตศาสตร์นำเสนอไปใช้ในการแก้ปัญหา นักเรียนจึงไม่เห็นความสำคัญของคณิตศาสตร์และมีเจตคติที่ไม่ดีต่อการเรียนคณิตศาสตร์

ก่อนดำเนินโครงการได้มีการสำรวจเพื่อทำความเข้าใจสิ่งที่เกิดขึ้นในห้องเรียน โดยใช้แบบสอบถาม การสัมภาษณ์ และการสังเกต จากการสัมภาษณ์ครูประจำการคณิตศาสตร์พบว่า สิ่งสำคัญที่ทำให้การจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ในห้องเรียนประสบความสำเร็จก็คือ การใช้กิจกรรมการเรียนการสอนที่เน้นการอภิปรายและแลกเปลี่ยนเรียนรู้ซึ่งกันและกัน และยังพบว่าการที่นักเรียนมีเจตคติที่ไม่ดีต่อการเรียนคณิตศาสตร์ทำให้การจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ไม่ประสบ

ความสำเร็จ และจากการสังเกตพบว่า มีครูประจำการคณิตศาสตร์จำนวนน้อยมากที่ให้โอกาสนักเรียนได้นำเสนอแนวคิดในการแก้ปัญหาของตนเองและมีการอภิปรายร่วมกันกับเพื่อนร่วมชั้นเรียน ดังนั้นโครงการนี้จึงมีเป้าหมายเพื่อปรับปรุงเจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียน

ในการดำเนินโครงการได้คัดเลือกเขตพื้นที่การศึกษาเพื่อใช้ในการทดลองนำร่องจำนวน 9 เขตพื้นที่การศึกษาจากทั้งหมด 71 เขตพื้นที่การศึกษา และได้พัฒนารูปแบบการดำเนินงานโดยแบ่งเป็นหลายระดับ ได้แก่ การดำเนินงานระดับประเทศ การดำเนินงานในระดับจังหวัด และการดำเนินงานในระดับเขตพื้นที่การศึกษา ดังภาพประกอบ 19



ภาพประกอบ 19 รูปแบบการดำเนินโครงการ SMASSE ในประเทศเคนยา

ที่มา: T. Baba. (2007). Lesson Study in Kenya. In *Japanese Lesson Study in Mathematics Its Impact, Diversity and Potential for Educational Improvement*. p. 219.

การพัฒนาครูประจำการคณิตศาสตร์มีเป้าหมายเพื่อปรับปรุงความรู้และทักษะการจัดการเรียนการสอนของครูประจำการคณิตศาสตร์ และเพื่อกระตุ้นให้ครูประจำการคณิตศาสตร์ตระหนักถึงการให้ความช่วยเหลือให้นักเรียนให้เกิดการเรียนรู้ มีการปรับปรุงคุณภาพของบทเรียน และทำให้นักเรียนมีเจตคติที่ดีต่อการเรียนคณิตศาสตร์

ในการดำเนินโครงการใช้กระบวนการของการศึกษาและพัฒนาบทเรียนเพื่อพัฒนาบทเรียนเรื่อง การวัด โดยผู้เชี่ยวชาญจากประเทศญี่ปุ่นเป็นผู้ให้คำปรึกษา และสนับสนุนให้ครูประจำการคณิตศาสตร์ใช้วิธีสอนแบบเปิด (Open-Ended Approach) เพื่อพัฒนานักเรียนให้สามารถเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยเชื่อมโยงกับสภาพแวดล้อมรอบตัวได้

ความสำเร็จของโครงการที่พบทั้งในระดับประเทศ ระดับจังหวัด ระดับเขตพื้นที่การศึกษา ขยายตัวออกไปยังระดับโรงเรียนด้วยความร่วมมือของผู้บริหารโรงเรียน และครูประจำการคณิตศาสตร์ในโรงเรียน ซึ่งมีการใช้แหล่งการเรียนรู้ที่มีอยู่อย่างจำกัดให้เกิดประโยชน์สูงสุด (Baba. 2007: 218-221)

8. โครงการที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาและพัฒนาบทเรียนในประเทศแอฟริกาใต้

การศึกษาและพัฒนาบทเรียนในแอฟริกาใต้เริ่มต้นขึ้นจากโครงการความร่วมมือระหว่างรัฐบาลประเทศญี่ปุ่น (JICA) นำโดยมหาวิทยาลัยทางการศึกษานารูโตะ (Naruto University of Education) และมหาวิทยาลัยฮิโรชิมา (Hiroshima University) กับประเทศแอฟริกาใต้ นำโดยมหาวิทยาลัยพรีทอเรีย (University of Pretoria) และภาควิชาการศึกษาเอ็มพูมาลังกา (Mpumalanga Department of Education) ร่วมกันจัดตั้งโครงการริเริ่มทางการศึกษาวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาของจังหวัดเอ็มพูมาลังกา (Mpumalanga Secondary Science Initiative (MSSI)) โดยมีเป้าหมายเพื่อปรับปรุงทักษะการจัดการเรียนสอนของครูประจำการ ปฏิรูปการจัดการเรียนการสอนในห้องเรียน ด้วยการพัฒนาระบบการพัฒนาครูประจำการโดยใช้โรงเรียนเป็นฐาน และเพื่อปรับปรุงความรู้ ความเข้าใจของนักเรียนในการเรียนรู้คณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ในระดับโรงเรียน ซึ่งมีโรงเรียนมัธยมศึกษาในจังหวัดเอ็มพูมาลังกาเข้าร่วมโครงการจำนวน 540 โรงเรียน

แนวทางที่ใช้สำหรับการพัฒนาครูประจำการในโครงการนี้ประกอบด้วย

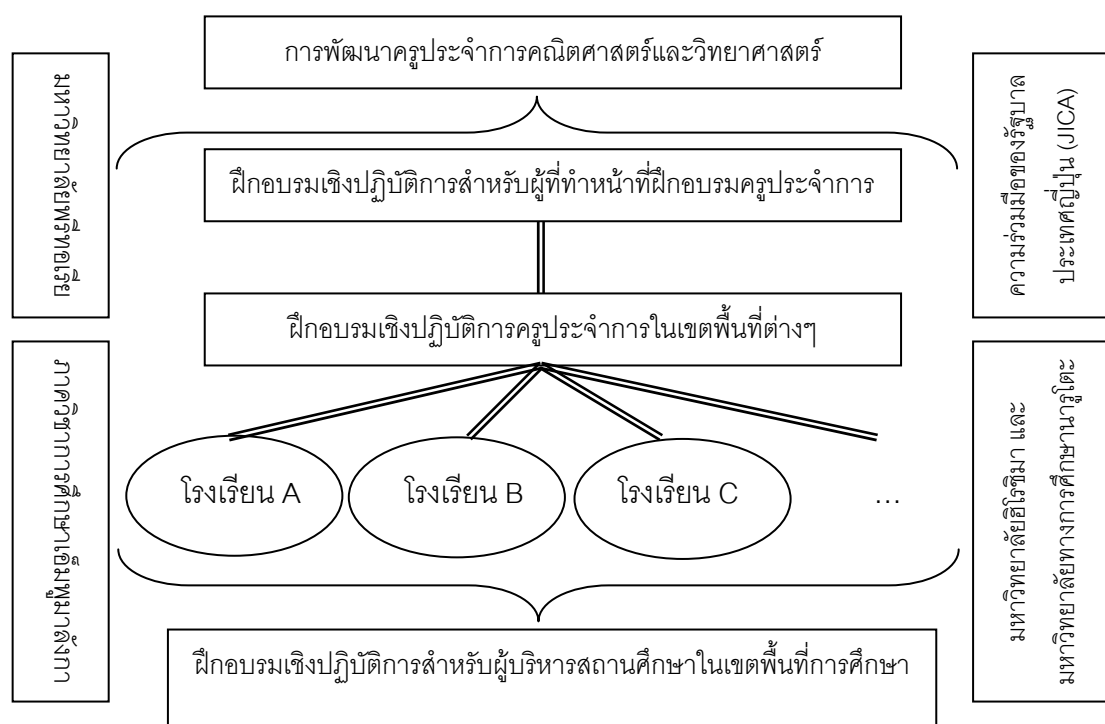
1. ส่งเสริมให้ครูประจำการตระหนักถึงการทำงานร่วมกัน
2. ส่งเสริมให้ครูประจำการมีประสบการณ์การจัดการเรียนการสอนในบริบทที่

หลากหลาย

3. ส่งเสริมการปรับปรุงงานด้านการวัดและประเมินผลการเรียน

การดำเนินโครงการมีขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. จัดฝึกอบรมครูประจำการคณิตศาสตร์ในจังหวัดเอ็มพูมาลังกา โดยมหาวิทยาลัยฮิโรชิมา และมหาวิทยาลัยทางการศึกษานารูโตะ
2. จัดฝึกอบรมเชิงปฏิบัติการเพื่อพัฒนาครูประจำการคณิตศาสตร์ในจังหวัดเอ็มพูมาลังกา
3. พัฒนาระบบการพัฒนาครูประจำการโดยใช้โรงเรียนเป็นฐานโดยใช้กระบวนการของการศึกษาและพัฒนาบทเรียน
4. พัฒนาคู่มือประกอบการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์และใช้คู่มือเพื่อปรับปรุงการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ในห้องเรียน



ภาพประกอบ 20 โครงสร้างการดำเนินงานของโครงการ MSSI ในประเทศแอฟริกาใต้

ที่มา: K. Hattori. (2007). Lesson Study in South Africa. In *Japanese Lesson Study in Mathematics Its Impact, Diversity and Potential for Educational Improvement*. p. 227.

การดำเนินงานตามกระบวนการของการศึกษาและพัฒนาบทเรียนในโครงสร้างการดำเนินงานของโครงการ MSSI ไม่ได้เป็นเพียงการพัฒนาครูประจำการที่ใช้โรงเรียนเป็นฐานเท่านั้น แต่ยังเป็นกระบวนการที่ครูประจำการคณิตศาสตร์ในหลายโรงเรียนที่อยู่ในพื้นที่ใกล้เคียงกันร่วมกันทำงานเพื่อพัฒนาบทเรียน สื่อการเรียนการสอน และวิจัยบทเรียนที่นำไปใช้จัดการเรียนการสอนในห้องเรียนจริง ครูประจำการคณิตศาสตร์ที่มีส่วนร่วมในการศึกษาและพัฒนาบทเรียนจะได้รับคำแนะนำจากผู้เชี่ยวชาญในเขตพื้นที่การศึกษาซึ่งเป็นผู้ที่ได้รับการฝึกอบรมมาจากมหาวิทยาลัยอิโรชิมา สิ่งที่พบเห็นในการศึกษาและพัฒนาบทเรียนของประเทศแอฟริกาใต้ก็คือ ครูประจำการคณิตศาสตร์ที่ทำงานร่วมกันจะสะท้อนผลและแลกเปลี่ยนเรียนรู้ซึ่งกันและกันอย่างเข้มข้น (Hattori. 2007: 226-229)

9. โครงการความร่วมมือในการวิจัยเกี่ยวกับนวัตกรรมการสอนและการเรียนรู้คณิตศาสตร์ในความแตกต่างทางวัฒนธรรมระหว่างประเทศสมาชิกกลุ่มเอเปค (APEC)

โครงการนี้ได้รับการสนับสนุนจากศูนย์วิจัยเพื่อความร่วมมือสำหรับการพัฒนาการศึกษา ระดับนานาชาติ (Center for Research on International Cooperation in Educational Development (CRICED)) มหาวิทยาลัยซูกุบะ (University of Tsukuba) ประเทศญี่ปุ่น และ ศูนย์วิจัยทางคณิตศาสตร์ศึกษา (Center for Research in Mathematics Education (CRME)) มหาวิทยาลัยขอนแก่น ประเทศไทย โดยมีเป้าหมายเพื่อ

1. สร้างความร่วมมือในการพัฒนานวัตกรรมการสอนและการเรียนรู้คณิตศาสตร์ในความแตกต่างทางวัฒนธรรมของประเทศสมาชิกกลุ่มเอเปค

2. พัฒนารอบแนวคิดความร่วมมือทางด้านคณิตศาสตร์ศึกษาระหว่างประเทศสมาชิกกลุ่มเอเปค

เพื่อให้การดำเนินงานบรรลุเป้าหมายของโครงการดังกล่าว จึงได้มีการดำเนินกิจกรรมซึ่งแบ่งออกเป็น 4 ระยะ ได้แก่

ระยะที่ 1 เป็นระยะเริ่มต้นการดำเนินโครงการ จัดให้มีการสัมมนาเชิงปฏิบัติการนักคณิตศาสตร์ศึกษาจากประเทศสมาชิกกลุ่มเอเปค ระหว่างวันที่ 15-20 มกราคม 2006 ณ มหาวิทยาลัยซูกุบะ กรุงโตเกียว ประเทศญี่ปุ่นด้วยการสนับสนุนของศูนย์วิจัยเพื่อความร่วมมือสำหรับการพัฒนาการศึกษาระดับนานาชาติ เพื่อพัฒนาข้อเสนองานวิจัยและกรอบแนวคิดในการพัฒนานวัตกรรมการสอนและการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ซึ่งได้ข้อสรุปว่า การศึกษาและพัฒนาบทเรียนเป็นนวัตกรรมการพัฒนาครูประจำการคณิตศาสตร์ที่จะนำมาใช้ในการพัฒนาการเรียนการสอนคณิตศาสตร์

ระยะที่ 2 บนพื้นฐานข้อตกลงเกี่ยวกับกรอบแนวคิดในการทำงานร่วมกันในระยะที่ 1 แต่ละประเทศสมาชิกกลุ่มเอเปคดำเนินการวิจัยเพื่อพัฒนาการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ผ่านการพัฒนาครูประจำการคณิตศาสตร์ด้วยวิธีการศึกษาและพัฒนาบทเรียน ในระหว่างเดือนกุมภาพันธ์ ถึง พฤษภาคม ปี ค.ศ. 2006

ระยะที่ 3 จัดประชุมสัมมนาระดับนานาชาติเกี่ยวกับนวัตกรรมการสอนและการเรียนรู้คณิตศาสตร์ผ่านการพัฒนาครูประจำการคณิตศาสตร์ด้วยวิธีการศึกษาและพัฒนาบทเรียน เพื่อแลกเปลี่ยนเรียนรู้กันระหว่างประเทศสมาชิกกลุ่มเอเปค โดยศูนย์วิจัยทางคณิตศาสตร์ศึกษา มหาวิทยาลัยขอนแก่น เป็นเจ้าภาพ ณ ประเทศไทย ระหว่างวันที่ 14-17 พฤษภาคม 2006 มีผู้เข้าร่วมงานเป็นนักวิจัย นักการศึกษา นักคณิตศาสตร์ศึกษา คณาจารย์จากมหาวิทยาลัย ครูประจำการคณิตศาสตร์ ผู้เชี่ยวชาญในระดับนโยบายที่เกี่ยวข้องกับคณิตศาสตร์ศึกษา นิสิต นักศึกษาในระดับบัณฑิตศึกษาจาก 13 ประเทศสมาชิกกลุ่มเอเปค

ระยะที่ 4 จัดฝึกอบรมเชิงปฏิบัติการการปรับปรุงคุณภาพบทเรียนคณิตศาสตร์ผ่านการพัฒนาครูประจำการคณิตศาสตร์ด้วยวิธีการศึกษาและพัฒนาบทเรียน ณ มหาวิทยาลัยขอนแก่น ประเทศไทย ระหว่างวันที่ 24-27 สิงหาคม 2006 ในงานนี้ได้มีการนำเสนอวิธีสอนคณิตศาสตร์ของครูประจำการคณิตศาสตร์ของประเทศญี่ปุ่น โดยคณาจารย์จากโรงเรียนสาธิตแห่งมหาวิทยาลัยชูบะ ซึ่งมีกิจกรรมหลักใน 2 ส่วน ได้แก่ การสาธิตการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ในห้องเรียนจริง และ การสาธิตการสะท้อนผลโดยคณาจารย์จากโรงเรียนสาธิตแห่งมหาวิทยาลัยชูบะ ผู้เชี่ยวชาญจากมหาวิทยาลัยชูบะ และนักคณิตศาสตร์ศึกษาที่มีความเชี่ยวชาญด้านการศึกษาและพัฒนาบทเรียน

จากการดำเนินโครงการ ได้นำผลจากการพัฒนานวัตกรรมจัดการเรียนการสอนและการเรียนรู้คณิตศาสตร์ผ่านการพัฒนาครูประจำการคณิตศาสตร์ด้วยวิธีการศึกษาและพัฒนาบทเรียน ทั้งหมดมาสรุปและกลั่นกรองเป็นเอกสารเพื่อเผยแพร่ไปทั่วโลก และในโครงการความร่วมมือนี้ การศึกษาและพัฒนาบทเรียนได้รับการยอมรับจากนานาชาติในฐานะที่เป็นนวัตกรรมการพัฒนาครูประจำการคณิตศาสตร์ที่มีประสิทธิภาพและเป็นแบบปฏิบัติที่ดี (Best Practice) (Inprasitha; et al. 2006)

จากโครงการและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาและพัฒนาบทเรียนในระดับนานาชาติ ที่กล่าวมาพบว่า นานาชาติรวมถึงประเทศแถบเอเชียแปซิฟิกได้มีความพยายามในการนำการศึกษาและพัฒนาบทเรียนไปใช้ในการพัฒนาครูประจำการคณิตศาสตร์เพื่อปรับปรุงคุณภาพเรียนการสอนคณิตศาสตร์ในทุกระดับการศึกษา โดยแต่ละโครงการล้วนเป็นโครงการความร่วมมือระหว่างประเทศ ดังนั้นจึงมีความน่าสนใจที่จะนำการศึกษาและพัฒนาบทเรียนมาใช้ในการพัฒนาครูประจำการคณิตศาสตร์ในโรงเรียนของประเทศไทย โดยมีการศึกษาผลของการพัฒนาครูประจำการคณิตศาสตร์ด้วยวิธีการศึกษาและพัฒนาบทเรียน

6. กรอบแนวคิดของการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการนำการศึกษาและพัฒนาบทเรียนมาใช้พัฒนาครูประจำการคณิตศาสตร์โดยมีการดำเนินงานตามกระบวนการของการศึกษาและพัฒนาบทเรียนซึ่งมี 8 ขั้นตอน ได้แก่ 1) การกำหนดเป้าหมายหลัก 2) การศึกษาค้นคว้า 3) การออกแบบบทเรียน 4) การจัดการเรียนการสอนรอบแรก 5) การสะท้อนผล 6) การปรับปรุงบทเรียน 7) การจัดการเรียนการสอนรอบที่สอง และ 8) การสะท้อนผลและแลกเปลี่ยนเรียนรู้

ผู้วิจัยมีความมุ่งหมายเพื่อศึกษาผลของการพัฒนาครูประจำการคณิตศาสตร์ด้วยวิธีการศึกษาและพัฒนาบทเรียน ซึ่งสามารถพิจารณาได้จากองค์ประกอบ 6 ด้าน ได้แก่ 1) การยอมรับในการศึกษาและพัฒนาบทเรียน 2) การเปลี่ยนแปลงความรู้ทางการสอนในเนื้อหาคณิตศาสตร์

3) ประสิทธิภาพของการทำงานร่วมกันในการศึกษาและพัฒนาบทเรียน 4) ความเหมาะสมของบทเรียนคณิตศาสตร์ 5) ความรู้ความเข้าใจในมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ และ 6) ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์

ผู้ที่มีส่วนร่วมในการศึกษาและพัฒนาบทเรียนครั้งนี้ประกอบด้วย ครูประจำการคณิตศาสตร์ ผู้บริหารโรงเรียน ผู้เชี่ยวชาญภายนอก ศึกษานิเทศก์ และผู้วิจัย โดยที่

ครูประจำการคณิตศาสตร์ มีบทบาทเป็นผู้วิจัยปฏิบัติการในชั้นเรียน

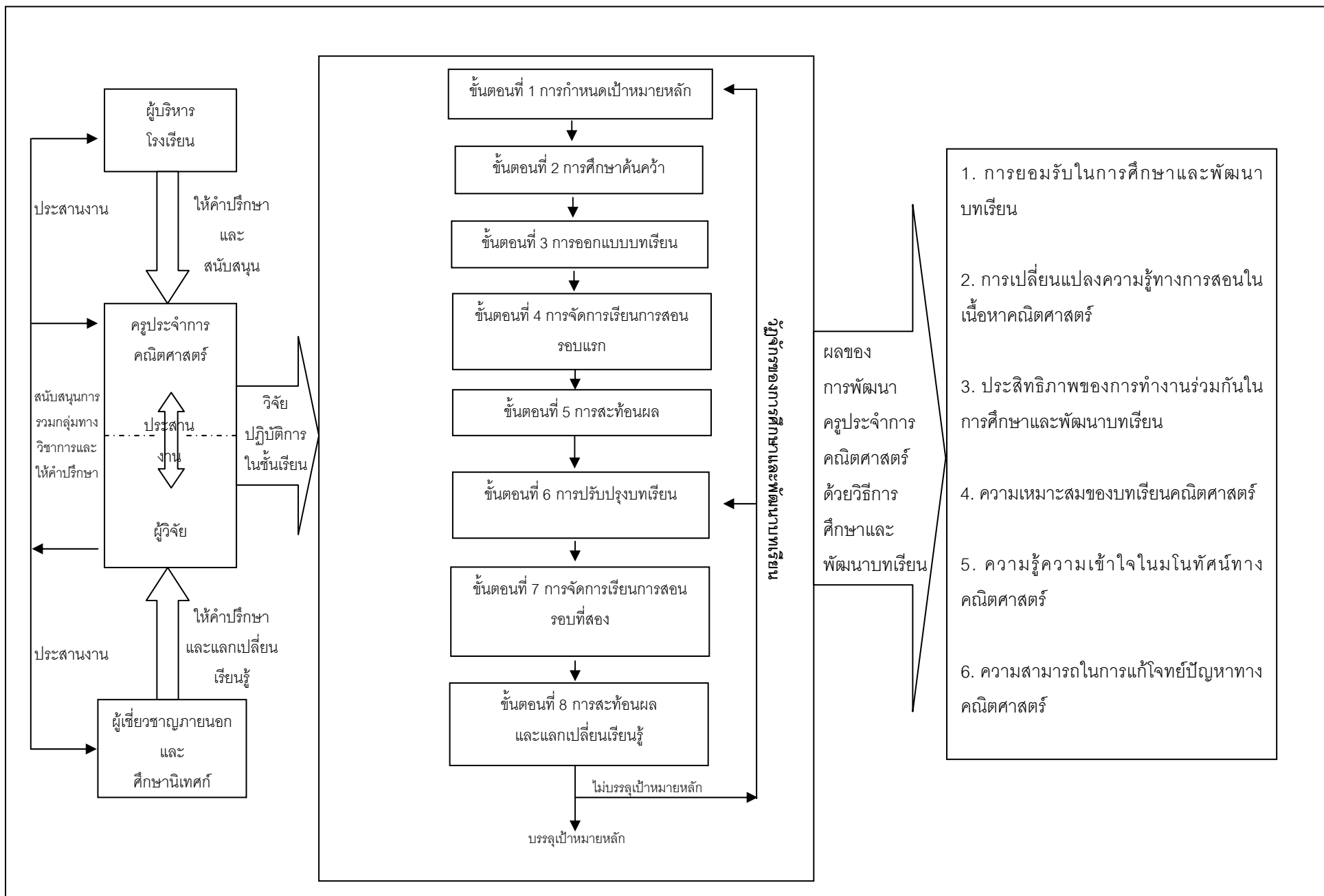
ผู้บริหารโรงเรียน มีบทบาทในการให้คำปรึกษาและสนับสนุนการดำเนินงานตามกระบวนการของการศึกษาและพัฒนาบทเรียน

ผู้เชี่ยวชาญภายนอก มีบทบาทในการให้คำปรึกษาด้านการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ และมีส่วนร่วมในการสะท้อนผลและแลกเปลี่ยนเรียนรู้ร่วมกับครูประจำการคณิตศาสตร์

ศึกษานิเทศก์ มีบทบาทในการให้คำปรึกษาด้านการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ และมีส่วนร่วมในการสะท้อนผลและแลกเปลี่ยนเรียนรู้ร่วมกับครูประจำการคณิตศาสตร์

ผู้วิจัย มีบทบาทในการสนับสนุนให้มีการรวมกลุ่มทางวิชาการของครูประจำการคณิตศาสตร์สำหรับการศึกษาและพัฒนาบทเรียน ให้คำปรึกษาด้านการดำเนินงานตามกระบวนการของการศึกษาและพัฒนาบทเรียน และประสานงานระหว่างผู้ที่มีส่วนร่วมในการศึกษาและพัฒนาบทเรียน

ผู้วิจัยได้สรุปกรอบแนวคิดของการวิจัยครั้งนี้ไว้ ดังภาพประกอบ 21



ภาพประกอบ 21 กรอบแนวคิดของการวิจัย

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้มีระเบียบวิธีวิจัยแบบผสม (Mixed Methodology) ระหว่างการวิจัยเชิงปริมาณ และเชิงคุณภาพเพื่อให้ได้ข้อสรุปเกี่ยวกับผลของการพัฒนาครูประจำการคณิตศาสตร์ด้วยวิธีการศึกษาและพัฒนาบทเรียนในด้านการยอมรับในการศึกษาและพัฒนาบทเรียน การเปลี่ยนแปลงความรู้ทางการสอนในเนื้อหาคณิตศาสตร์ ประสิทธิภาพของการทำงานร่วมกันในการศึกษาและพัฒนาบทเรียน ความเหมาะสมของบทเรียนคณิตศาสตร์ ความรู้ความเข้าใจในโมทัศน์ทางคณิตศาสตร์ และความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยผู้วิจัยได้ดำเนินการตามขั้นตอนทั้งหมด 6 ระยะ ดังนี้

ระยะที่ 1 การศึกษาข้อมูลและเตรียมประสบการณ์เกี่ยวกับการศึกษาและพัฒนาบทเรียน

(ช่วงปีการศึกษา 2549 ถึง 2550 ตั้งแต่ มิถุนายน 2549 ถึง ตุลาคม 2550)

ระยะที่ 2 การศึกษา สํารวจ และคัดเลือกโรงเรียนเพื่อใช้เป็นสนามวิจัย และเข้าสู่สนามวิจัย

(ช่วงปีการศึกษา 2549 ถึง 2550 ตั้งแต่ มีนาคม 2550 ถึง พฤษภาคม 2550)

ระยะที่ 3 การรวมกลุ่มทางวิชาการของครูประจำการคณิตศาสตร์สำหรับการศึกษาและพัฒนาบทเรียน

(ช่วงปีการศึกษา 2550 ตั้งแต่ พฤษภาคม 2550 ถึง กุมภาพันธ์ 2551)

ระยะที่ 4 การเตรียมการพัฒนาครูประจำการคณิตศาสตร์ด้วยวิธีการศึกษาและพัฒนาบทเรียน

(ช่วงปีการศึกษา 2550 ถึง 2551 ตั้งแต่ มีนาคม 2551 ถึง เมษายน 2551)

ระยะที่ 5 การพัฒนาเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ดำเนินงานพัฒนาครูประจำการคณิตศาสตร์ด้วยวิธีการศึกษาและพัฒนาบทเรียน และเก็บรวบรวมข้อมูล

(ช่วงปีการศึกษา 2551 ตั้งแต่ พฤษภาคม 2551 ถึง เมษายน 2552)

ระยะที่ 6 การวิเคราะห์ข้อมูลและสรุปผลการวิจัย

(ในช่วงปีการศึกษา 2552 ตั้งแต่ พฤษภาคม 2552 ถึง มีนาคม 2553)

การดำเนินงานในแต่ละระยะมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

ระยะที่ 1 การศึกษาข้อมูลและเตรียมประสบการณ์เกี่ยวกับการศึกษาและพัฒนา บทเรียน (ช่วงปีการศึกษา 2549 ถึง 2550 ตั้งแต่ มิถุนายน 2549 ถึง ตุลาคม 2550)

ในระยะนี้ผู้วิจัยมีการดำเนินงานดังนี้

1. ศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับการพัฒนาครูประจำการคณิตศาสตร์ของประเทศไทยและ
ต่างประเทศ
 2. ศึกษาข้อมูลและเตรียมประสบการณ์เกี่ยวกับการพัฒนาครูประจำการคณิตศาสตร์ด้วยวิธี
การศึกษาและพัฒนาบทเรียน
- รายละเอียดในการดำเนินงานของแต่ละหัวข้อมีดังนี้

1. ศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับการพัฒนาครูประจำการคณิตศาสตร์ของประเทศไทยและ ต่างประเทศ

ผู้วิจัยศึกษาพระราชบัญญัติสภาครูและบุคลากรทางการศึกษา พ.ศ. 2546 และแผน
ยุทธศาสตร์การพัฒนาคูประจำการและบุคลากรทางการศึกษา พ.ศ. 2547-2556 ของ
กระทรวงศึกษาธิการ พบว่ามียุทธศาสตร์การพัฒนาคูประจำการโดยใช้โรงเรียนเป็นฐานเป็น
ยุทธศาสตร์การพัฒนาคูประจำการแนวใหม่ ซึ่งกระทรวงศึกษาธิการนำโดยสำนักงานเลขาธิการสภา
การศึกษาจัดให้มีโครงการทดลองนำร่องไปทั่วประเทศไทย และจัดให้มีการวิจัยติดตามผลการดำเนิน
โครงการดังกล่าว

จากเอกสารทางวิชาการเกี่ยวกับการพัฒนาคูประจำการโดยใช้โรงเรียนเป็นฐานที่ผู้วิจัย
ได้ศึกษา ทำให้ผู้วิจัยสามารถสรุปองค์ประกอบ แนวคิด และความหมายของการพัฒนาคูประจำการ
โดยใช้โรงเรียนเป็นฐานได้ (ดูบทที่ 2 หน้า 23-27) และจากการศึกษาสังเคราะห์รายงานการวิจัย
ติดตามผลการดำเนินโครงการพัฒนาคูประจำการโดยใช้โรงเรียนเป็นฐาน ทำให้ผู้วิจัยพบ
ข้อเสนอแนะเพื่อการปรับปรุงการพัฒนาคูประจำการโดยใช้โรงเรียนเป็นฐานของประเทศไทย (ดูบทที่
2 หน้า 27-28)

ผู้วิจัยได้ศึกษาสังเคราะห์งานวิจัยต่างประเทศ ทำให้สามารถสรุปลักษณะสำคัญของการ
พัฒนาคูประจำการคณิตศาสตร์ที่มีประสิทธิภาพ (ดูบทที่ 2 หน้า 28-29) และพบว่า ลักษณะสำคัญ
ทั้งหมดของการพัฒนาคูประจำการคณิตศาสตร์ที่มีประสิทธิภาพล้วนผสมผสานอยู่ในวิธีการพัฒนา
คูประจำการคณิตศาสตร์โดยใช้โรงเรียนเป็นฐานของประเทศไทยที่เรียกว่า การศึกษาและพัฒนา
บทเรียน จึงเห็นสมควรให้นำมาใช้ในการพัฒนาคูประจำการคณิตศาสตร์ในโรงเรียนของประเทศไทย

2. ศึกษาข้อมูลและเตรียมประสบการณ์เกี่ยวกับการพัฒนาครูประจำการ คณิตศาสตร์ด้วยวิธีการศึกษาและพัฒนาบทเรียน

ผู้วิจัยศึกษาข้อมูลจากหนังสือ บทความทางวิชาการ เอกสารการประชุมสัมมนา และการสืบค้นข้อมูลแบบออนไลน์เกี่ยวกับการพัฒนาครูประจำการคณิตศาสตร์ด้วยวิธีการศึกษาและพัฒนาบทเรียน ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

- รายการหนังสือที่สำคัญได้แก่ 1) *The Teaching Gap: Best Ideas from the World's Teachers for Improving Education in the Classroom* โดย สติกลเลอร์ และฮิลเบิร์ต (Stigler; & Hiebert. 1999) 2) *Lesson Study: A Handbook of Teacher-Led Instructional Change* โดย ลิววิส (Lewis. 2002b) 3) *Teacher to Teacher: Reshaping Instruction through Lesson Study* โดย ชูช กาสาร่า และโอไบรอัน (Schuch; Gahara; & O' Brien. 2002) 4) *Lesson Study: A Japanese Approach to Improving Mathematics Teaching and Learning* โดย เฟอ์นันเดซ และโยชิดะ (Fernandez; & Yoshida. 2004) 5) *Japanese Lesson Study in Mathematics: Its Impact, Diversity and Potential for Educational Improvement* โดย อิโซดะ และคนอื่นๆ (Isoda; et al. 2007) และ 6) *Leading Lesson Study: A Practical Guide for Teachers and Facilitators* โดย สเตฟาเน็ค และคนอื่นๆ (Stepanek; et al. 2007)

- รายการบทความที่สำคัญได้แก่ 1) *Ideas for Establishing Lesson Study Communities* โดย ทาคาฮาชิ และโยชิดะ (Takahashi; & Yoshida. 2004) 2) *A Deeper Look at Lesson Study* โดย ลิววิส เพอร์รี และเฮิร์ด (Lewis; Perry; & Hurd. 2004) และ 3) *Building Our Understanding of Lesson Study* โดย ไอเวอร์สัน และโยชิดะ (Iverson; & Yoshida. 2005)

- รายการเอกสารการประชุมสัมมนาที่สำคัญได้แก่ 1) *A Progressive Report on the APEC Project: "A Collaborative Study on Innovation for Teaching and Learning Mathematics in Difference Cultures among the APEC Member Economies"* APEC-Khon Kaen International Symposium "Innovation and Good Practice for Teaching and Learning Mathematics through Lesson Study" October 2006 โดยไมตรี อินประสิทธิ์ และคนอื่นๆ (Inprasitha; et al. 2006) 2) *The APEC-TSUKUBA International Conference "Innovative Teaching Mathematics through Lesson Study"* January 15-20, 2006 Tokyo, Japan. *Tsukuba Journal of Educational Study in Mathematics* โดย อิโซดะ และคนอื่นๆ (Isoda; et al. 2006) และ 3) *APEC-KHON KAEN International Symposium 2007: Innovative Teaching Mathematics through Lesson Study (II) Focusing on Mathematical Thinking* 16-20 August 2007 โดย

กลุ่มงานพัฒนาทรัพยากรมนุษย์เพื่อสร้างเครือข่ายความร่วมมือทางการศึกษาของกลุ่มประเทศเอเปค (APEC Human Resources Development Working Group: Education Network. 2007)

- รายการแหล่งข้อมูลจากการสืบค้นแบบออนไลน์ที่สำคัญได้แก่

- 1) <http://www.tc.columbia.edu/lessonstudy/>
- 2) <http://www.lessonresearch.net/>
- 3) <http://www.nwrel.org/msec/nwerc/lessonstudy.html>
- 4) <http://lessonresearch.net>
- 5) http://www.rbs.org/lesson_study
- 6) <http://NCTM Lesson Study Course.htm>

ผู้วิจัยได้เข้าร่วมสัมมนาเกี่ยวกับการพัฒนาครูประจำการคณิตศาสตร์ด้วยวิธีการศึกษาและพัฒนาบทเรียน ดังนี้

1) การประชุมสัมมนาระดับนานาชาติเกี่ยวกับนวัตกรรมการสอนและการเรียนรู้คณิตศาสตร์ในหัวข้อการศึกษาและพัฒนาบทเรียนในฐานะที่เป็นแบบปฏิบัติที่ดี ของประเทศกลุ่มสมาชิกเอเปค โดยศูนย์วิจัยทางคณิตศาสตร์ศึกษา มหาวิทยาลัยขอนแก่น เป็นเจ้าภาพ ณ ประเทศไทย ระหว่างวันที่ 14-17 พฤษภาคม 2006

2) การประชุมสัมมนาระดับนานาชาติเกี่ยวกับนวัตกรรมการสอนและการเรียนรู้คณิตศาสตร์ในหัวข้อการศึกษาและพัฒนาบทเรียนกับการพัฒนาความคิดเชิงคณิตศาสตร์ ของประเทศกลุ่มสมาชิกเอเปค โดยศูนย์วิจัยทางคณิตศาสตร์ศึกษา มหาวิทยาลัยขอนแก่น เป็นเจ้าภาพ ณ ประเทศไทย ระหว่างวันที่ 16-20 สิงหาคม 2007

ในการประชุมสัมมนามีการแลกเปลี่ยนเรียนรู้และสะท้อนผลการวิจัยเกี่ยวกับการนำการศึกษาและพัฒนาบทเรียนไปใช้ในประเทศสมาชิกกลุ่มเอเปค ซึ่งมีผู้เข้าร่วมงานเป็นนักวิจัยทางการศึกษา นักคณิตศาสตร์ศึกษา คณาจารย์จากมหาวิทยาลัย ครูประจำการคณิตศาสตร์ ผู้เชี่ยวชาญในระดับนโยบาย และนักศึกษาระดับบัณฑิตศึกษา จาก 13 ประเทศสมาชิกกลุ่มเอเปค

3) การประชุมสัมมนาทางด้านคณิตศาสตร์ศึกษาที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาและพัฒนาบทเรียน ซึ่งจัดขึ้น ณ ภาควิชาคณิตศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

ในการเข้าประชุมสัมมนา ผู้วิจัยได้รับประสบการณ์เกี่ยวกับการศึกษาและพัฒนาบทเรียนในประเทศต่างๆ และได้รับข้อเสนอแนะจากนักคณิตศาสตร์ศึกษาที่มีประสบการณ์ในการศึกษาและพัฒนาบทเรียน อาทิ Assoc. Prof. Shizumi Shimizu และ Assoc. Prof. Masami Isoda จากมหาวิทยาลัยซูกุบะ (University of Tsukuba) ประเทศญี่ปุ่น Dr. Akihiko Takahashi จากมหาวิทยาลัยเดพอล (DePaul University) ประเทศสหรัฐอเมริกา Assoc. Prof. Dr. LIM Chap Sam

จากมหาวิทยาลัยเซนต์มาเลเซีย (University of Saint Malaysia) ประเทศมาเลเซีย และ Prof. Dr. Max Stephens จากมหาวิทยาลัยเมลเบิร์น (University of Melbourne) ประเทศออสเตรเลีย

จากการศึกษาค้นคว้าและการเข้าประชุมสัมมนาดังกล่าว ทำให้ผู้วิจัยสามารถสรุปกระบวนการของการศึกษาและพัฒนาบทเรียนได้ทั้งหมด 7 ขั้นตอน ได้แก่ 1) การกำหนดเป้าหมายหลัก 2) การออกแบบบทเรียน 3) การจัดการเรียนการสอนรอบแรก 4) การสะท้อนผล 5) การปรับปรุงบทเรียน 6) การจัดการเรียนการสอนรอบที่สอง และ 7) การสะท้อนผลและแลกเปลี่ยนเรียนรู้ ตลอดจนสามารถระบุตัวแปรในการศึกษาผลของการพัฒนาครูประจำการคณิตศาสตร์ด้วยวิธีการศึกษาและพัฒนาบทเรียนสำหรับการวิจัยครั้งนี้ได้

ผู้วิจัยนำรายละเอียดเกี่ยวกับกระบวนการของการศึกษาและพัฒนาบทเรียนและตัวแปรในการศึกษาผลของการพัฒนาครูประจำการคณิตศาสตร์ด้วยวิธีการศึกษาและพัฒนาบทเรียนสำหรับการวิจัยครั้งนี้เสนอต่อประธานผู้ควบคุมปริญญาโทเพื่อรับฟังข้อคิดเห็นเพิ่มเติม และปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะ

ระยะที่ 2 การศึกษา สํารวจ และคัดเลือกโรงเรียนเพื่อใช้เป็นสนามวิจัย และเข้าสู่สนามวิจัย (ช่วงปีการศึกษา 2549 ถึง 2550 ตั้งแต่ มีนาคม 2550 ถึง พฤษภาคม 2550)

สำหรับโรงเรียนที่ใช้เป็นสนามวิจัยนั้น ผู้วิจัยได้กำหนดลักษณะพื้นฐานของโรงเรียนไว้ว่า 1) เป็นโรงเรียนรัฐบาลในสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กระทรวงศึกษาธิการ ที่แต่ละระดับชั้นมีห้องเรียนที่เปิดสอนตั้งแต่ 2 ห้องเรียนขึ้นไป 2) เป็นโรงเรียนที่ผู้บริหารโรงเรียนพร้อมให้การสนับสนุนเกี่ยวกับการพัฒนาครูประจำการและการปรับปรุงการเรียนการสอน 3) เป็นโรงเรียนที่มีบริบทเอื้อต่อการขยายผลการดำเนินงานการศึกษาและพัฒนาบทเรียนได้ในอนาคต และ 4) เป็นโรงเรียนซึ่งมีที่ตั้งอยู่ในเขตพื้นที่ซึ่งมีความเป็นไปได้ในการประสานให้เกิดความร่วมมือในการทำงานร่วมกันระหว่างครูประจำการคณิตศาสตร์ในโรงเรียน ผู้เชี่ยวชาญภายนอกจากมหาวิทยาลัย และศึกษานิเทศก์จากสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษา

ในระยะนี้ผู้วิจัยมีการดำเนินงานดังนี้

1. ศึกษาข้อมูลพื้นฐาน สํารวจ และคัดเลือกโรงเรียนเพื่อใช้เป็นสนามวิจัย
2. เข้าสู่โรงเรียนที่เป็นสนามวิจัย

รายละเอียดในการดำเนินงานของแต่ละหัวข้อมีดังนี้

1. ศึกษาข้อมูลพื้นฐาน สํารวจ และคัดเลือกโรงเรียนเพื่อใช้เป็นสนามวิจัย

ผู้วิจัยศึกษาโครงการที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาคุณภาพโรงเรียนของกระทรวงศึกษาธิการ หลายโครงการพบว่า โครงการหนึ่งอำเภอหนึ่งโรงเรียนสมบูรณแบบ หรือเรียกว่า โครงการโรงเรียนในฝันมีความน่าสนใจ

ผู้วิจัยศึกษาข้อมูลและการดำเนินงานของโครงการโรงเรียนในฝัน (กระทรวงศึกษาธิการ. 2546) แล้วได้ข้อสรุปว่า โครงการนี้เริ่มต้นขึ้นในปี พ.ศ. 2546 ด้วยนโยบายของกระทรวงศึกษาธิการ ซึ่งมีการดำเนินงานต่อเนื่องมาจนถึงปัจจุบัน โดยมีเจตนารมณ์เพื่อพัฒนาคุณภาพการศึกษาของคนไทย และสร้างโอกาสการเข้าถึงโรงเรียนที่มีคุณภาพของคนในสังคม จึงได้สนับสนุนให้มีการกระจายโรงเรียนที่มีคุณภาพและมาตรฐานการศึกษาไปทั่วประเทศ และด้วยเหตุนี้กระทรวงศึกษาธิการ จึงตั้งเป้าหมายว่าโรงเรียนในโครงการควรมีลักษณะดังต่อไปนี้

- 1) เป็นโรงเรียนที่มุ่งเน้นการพัฒนาเพื่อให้เกิดความเข้มแข็งทางวิชาการ สามารถเป็นต้นแบบ และแหล่งการเรียนรู้ของชุมชน
- 2) เป็นโรงเรียนที่ให้การสนับสนุนการสร้างเครือข่ายความร่วมมือทางวิชาการ สนับสนุนให้มีการวิจัยเพื่อพัฒนาการเรียนการสอนอย่างต่อเนื่อง เป็นแหล่งทดลอง และฝึกอบรมครูประจำการของมหาวิทยาลัย
- 3) เป็นต้นแบบให้กับโรงเรียนอื่นในการนำนวัตกรรมทางการศึกษาไปขยายผลเพื่อการพัฒนาต่อไป

จากการศึกษาข้อมูลดังกล่าวพบว่า ลักษณะของโรงเรียนในโครงการนี้มีความเหมาะสมต่อการนำการศึกษาและพัฒนาบทเรียนมาใช้เพื่อพัฒนาครูประจำการคณิตศาสตร์ และมีบริบทที่เอื้อต่อการขยายผลการดำเนินการศึกษาและพัฒนาบทเรียนได้ในอนาคต ผู้วิจัยจึงให้ความสนใจโรงเรียนในโครงการนี้เพื่อใช้เป็นสนามวิจัย โดยเฉพาะโรงเรียนในเครือข่ายของโครงการนี้ที่ยังไม่ได้รับการประเมินให้เป็นโรงเรียนในฝัน ทั้งนี้มีเหตุผล 2 ประการได้แก่

- 1) บุคลากรในโรงเรียนรวมถึงครูประจำการคณิตศาสตร์มีความกระตือรือร้นในการทำงาน เพื่อร่วมกันสนับสนุนให้โรงเรียนผ่านการประเมินเป็นโรงเรียนในฝัน
- 2) การได้เข้าร่วมการศึกษาและพัฒนาบทเรียนของครูประจำการคณิตศาสตร์ในโรงเรียน อาจมีส่วนสนับสนุนให้โรงเรียนมีความพร้อมในการรับการประเมินเป็นโรงเรียนในฝัน

ผู้วิจัยดำเนินการสำรวจโรงเรียนในเครือข่ายของโครงการโรงเรียนในฝันทั้งในเขตกรุงเทพฯ และปริมณฑล ณ ที่ตั้งของโรงเรียน ทั้งนี้ได้รับการอนุเคราะห์ในด้านข้อมูลโรงเรียนจากผู้ช่วยอธิการบดีฝ่ายโครงการพิเศษ มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนดุสิต และศึกษานิเทศก์เชี่ยวชาญพิเศษ สังกัด

สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน ซึ่งทำให้ผู้วิจัยพบว่า โรงเรียนชลประทานสงเคราะห์ มีคุณสมบัติตามที่ผู้วิจัยกำหนดไว้ ดังรายละเอียดของข้อมูลโรงเรียนต่อไปนี้

โรงเรียนชลประทานสงเคราะห์ตั้งอยู่เลขที่ 198 หมู่ที่ 1 ตำบลบางตลาด อำเภอปากเกร็ด จังหวัดนนทบุรี บนที่ดินของกรมชลประทาน มีเนื้อที่ 37 ไร่ 2 งาน 10 ตารางวา สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษานนทบุรี เขต 2 สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กระทรวงศึกษาธิการ เดิมเป็นโรงเรียนประชาบาลตั้งขึ้นเพื่อช่วยเหลือบุตรหลานข้าราชการ และคนงานของกรมชลประทาน ที่พักอาศัยอยู่ในบริเวณกรมชลประทานปากเกร็ด ต่อมาในปี พ.ศ. 2540 เป็นโรงเรียนขยายโอกาสทางการศึกษา ในปีการศึกษา 2545 เป็นโรงเรียนทดลองนำร่องหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐานระดับประถมศึกษาของจังหวัดนนทบุรี ปัจจุบันเป็นโรงเรียนแกนนำที่ให้นักเรียนพิเศษที่มีความบกพร่องได้เรียนร่วมกับนักเรียนปกติของจังหวัดนนทบุรี นอกจากนี้ในปีการศึกษา 2550 ยังได้รับการคัดเลือกจากสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษานนทบุรี เขต 2 เพื่อเตรียมการรับการประเมินคุณภาพตามเกณฑ์ของโครงการหนึ่งอำเภอหนึ่งโรงเรียนสมบูรณแบบ

โรงเรียนชลประทานสงเคราะห์เปิดสอนตั้งแต่ระดับชั้นอนุบาลจนถึงระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 รวม 40 ห้องเรียน ในระดับชั้นอนุบาลศึกษาปีที่ 1 และ 2 มีจำนวนห้องเรียนที่เปิดสอนระดับชั้นละ 3 ห้องเรียน ในระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 มีจำนวนห้องเรียนที่เปิดสอน 5 ห้องเรียน ในระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 ถึง 6 มีจำนวนห้องเรียนที่เปิดสอนระดับชั้นละ 4 ห้องเรียน ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ถึง 3 มีจำนวนห้องเรียนที่เปิดสอนระดับชั้นละ 3 ห้องเรียน รวมจำนวนนักเรียนทั้งสิ้น 1,632 คน ซึ่งโรงเรียนจัดห้องเรียนแบบคละความสามารถในการเรียนรู้ของนักเรียน บุคลากรของโรงเรียนประกอบด้วย ครูประจำการจำนวน 49 คน ครูอัตราจ้างโดยใช้งบประมาณของสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน (สพฐ.) จำนวน 2 คน ครูอัตราจ้างโดยใช้งบประมาณขององค์การบริหารส่วนจังหวัด (อบจ.) จำนวน 11 คน และมีครูประจำการที่สอนในกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ จำนวน 13 คน

โรงเรียนชลประทานสงเคราะห์ มีอาคารเรียน 8 หลัง เป็นอาคารไม้ 6 หลัง อาคารคอนกรีต 2 หลัง ในปี พ.ศ. 2547 โรงเรียนได้รับมอบอาคารเรียนซึ่งมีจำนวนห้องเรียน 24 ห้อง ที่พระธรรมโกศาจารย์ (หลวงพ่อบุญญานันทภิกขุ) เจ้าอาวาสวัดชลประทานรังสฤษฎ์ ได้เมตตาเป็นประธานจัดสร้างให้ นอกจากนั้นโรงเรียนยังมีอาคารเอนกประสงค์ 2 หลัง มีห้องพิเศษเพื่อใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนและห้องปฏิบัติการต่างๆ รวม 9 ห้อง อีกทั้งมีที่ตั้งอยู่ติดกับสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษานนทบุรี เขต 2 ซึ่งมีศึกษานิเทศก์ในสายคณิตศาสตร์ประจำการอยู่ (ดูตัวอย่างภาพประกอบสภาพแวดล้อมของโรงเรียนชลประทานสงเคราะห์ในภาคผนวก ง หน้า 406)

จากการศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับโครงการโรงเรียนในฝัน และการสำรวจโรงเรียนในภาคสนามดังกล่าว ทำให้ผู้วิจัยตัดสินใจเลือกโรงเรียนชลประทานสงเคราะห์เป็นสนามวิจัย

2. เข้าสู่โรงเรียนที่เป็นสนามวิจัย

ผู้วิจัยเข้าสู่โรงเรียนที่เป็นสนามวิจัยเพื่อประสานงาน ทำความเข้าใจ และนำเสนอการพัฒนาครูประจำการคณิตศาสตร์ด้วยวิธีการศึกษาและพัฒนาบทเรียนต่อผู้อำนวยการโรงเรียนชลประทานสงเคราะห์ ในวันที่ 1 พฤษภาคม 2550 ซึ่งผู้วิจัยได้รับอนุญาตและได้รับการสนับสนุนให้ดำเนินการวิจัยในโรงเรียน นอกจากนี้ผู้วิจัยได้ประสานงานกับรองผู้อำนวยการโรงเรียนฝ่ายวิชาการและครูวิชาการเพื่อให้รายละเอียดเบื้องต้นเกี่ยวกับการวิจัยครั้งนี้

ฝ่ายบริหารของโรงเรียนได้นัดหมายผู้วิจัยให้นำเสนอการพัฒนาครูประจำการคณิตศาสตร์ด้วยวิธีการศึกษาและพัฒนาบทเรียนต่อครูประจำการของโรงเรียนชลประทานสงเคราะห์ ในวาระการประชุมครูประจำการทั้งโรงเรียนก่อนเปิดภาคการศึกษาต้น ปีการศึกษา 2550 ในวันที่ 25 พฤษภาคม 2550 เวลา 13.00 ถึง 15.00 น. ณ ห้องประชุมใหญ่ โรงเรียนชลประทานสงเคราะห์ (ดูตัวอย่างภาพประกอบการนำเสนอโครงการวิจัยต่อที่ประชุมใหญ่โรงเรียนชลประทานสงเคราะห์ในภาคผนวก ง หน้า 407)

ผลจากการดำเนินงานดังกล่าวพบว่า ครูประจำการส่วนใหญ่ให้ความสนใจเกี่ยวกับการพัฒนาครูประจำการคณิตศาสตร์ด้วยวิธีการศึกษาและพัฒนาบทเรียน และคาดหวังว่าการศึกษาและพัฒนาบทเรียนจะช่วยทำให้สามารถปรับปรุงคุณภาพการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ได้

ระยะที่ 3 การรวมกลุ่มทางวิชาการของครูประจำการคณิตศาสตร์สำหรับการศึกษาและพัฒนาบทเรียน (ช่วงปีการศึกษา 2550 ตั้งแต่ พฤษภาคม 2550 ถึง กุมภาพันธ์ 2551)

เนื่องจากผู้วิจัยตระหนักว่าการดำเนินงานการศึกษาและพัฒนาบทเรียนที่มีประสิทธิภาพควรเริ่มต้นด้วยความต้องการและความเอาใจใส่ในการปรับปรุงคุณภาพการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ของครูประจำการคณิตศาสตร์ในโรงเรียนเอง โดยให้ความสำคัญสูงสุดในการปรับปรุงคุณภาพการเรียนรู้คณิตศาสตร์ของนักเรียน ซึ่งอาจเกิดขึ้นไม่ง่ายนักกับครูประจำการที่มีความคุ้นเคยกับวัฒนธรรมการทำงานตามระบบราชการ ผู้วิจัยจึงใช้ความพยายามเพื่อสร้างความเข้าใจให้ครูประจำการคณิตศาสตร์ตระหนักถึงประโยชน์ของการดำเนินงานตามกระบวนการของการศึกษาและพัฒนาบทเรียน ทั้งในส่วนที่มีความเกี่ยวข้องกับการปรับปรุงคุณภาพการเรียนรู้คณิตศาสตร์ของ

นักเรียน และประโยชน์ที่ครูประจำการคณิตศาสตร์จะได้รับในการพัฒนางานเชิงวิชาชีพ ก่อนเริ่มต้นดำเนินงานตามกระบวนการของการศึกษาและพัฒนาบทเรียนเต็มรูปแบบ

ในระยาะนี้ผู้วิจัยมีการดำเนินงานดังนี้

1. รวมกลุ่มทางวิชาการของครูประจำการคณิตศาสตร์สำหรับการศึกษาและพัฒนาบทเรียน และศึกษาข้อมูลพื้นฐานเกี่ยวกับประสบการณ์ของครูประจำการคณิตศาสตร์
2. สร้างความคุ้นเคยในการทำงานร่วมกันอย่างกัลยาณมิตร
3. ประสานงานกับผู้เชี่ยวชาญภายนอกและศึกษานิเทศก์
4. จัดสัมมนาเชิงปฏิบัติการพัฒนาครูประจำการคณิตศาสตร์ด้วยวิธีการศึกษาและพัฒนาบทเรียน

รายละเอียดในการดำเนินงานของแต่ละหัวข้อมีดังนี้

1. รวมกลุ่มทางวิชาการของครูประจำการคณิตศาสตร์สำหรับการศึกษาและพัฒนาบทเรียน และศึกษาข้อมูลพื้นฐานเกี่ยวกับประสบการณ์ของครูประจำการคณิตศาสตร์

ผู้วิจัยประสานงานกับครูวิชาการและหัวหน้ากลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์เพื่อจัดประชุมครูประจำการคณิตศาสตร์ของโรงเรียนชลประทานสงเคราะห์ ในช่วงหลังเลิกเรียนของวันที่ 28 พฤษภาคม 2550 ซึ่งมีครูประจำการคณิตศาสตร์เข้าร่วมประชุม จำนวน 12 คน

ในการประชุมครั้งนี้ครูประจำการคณิตศาสตร์ได้สะท้อนความคิดเห็นของตนเองว่า นักเรียนในโรงเรียนมีคุณภาพการเรียนรู้คณิตศาสตร์ในระดับที่ไม่ดีนัก และครูประจำการคณิตศาสตร์ส่วนใหญ่ในโรงเรียนมีวุฒิไม่ตรงกับวิชาที่สอน จึงทำให้เกิดปัญหาในการปรับปรุงคุณภาพการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ ในการนี้ผู้วิจัยจึงได้ใช้โอกาสเพื่ออธิบายให้ครูประจำการคณิตศาสตร์ทราบถึงประโยชน์ที่จะได้รับการเข้าร่วมพัฒนาครูประจำการคณิตศาสตร์ด้วยวิธีการศึกษาและพัฒนาบทเรียน ซึ่งครูประจำการคณิตศาสตร์จะได้ทำงานร่วมกันเพื่อหาทางแก้ไขปัญหาการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ในโรงเรียน และจากผลของการประชุมครั้งนี้ทำให้มีครูประจำการคณิตศาสตร์สมัครใจเข้าร่วมการพัฒนาครูประจำการคณิตศาสตร์ด้วยวิธีการศึกษาและพัฒนาบทเรียน จำนวน 5 คน เป็นผู้จัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ถึง มัธยมศึกษาปีที่ 3 ระดับชั้นละ 1 คน

ผู้วิจัยศึกษาข้อมูลพื้นฐานเกี่ยวกับประสบการณ์ของครูประจำการคณิตศาสตร์ทั้ง 5 คน พบว่า

- ครูประจำการคณิตศาสตร์ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 มีวุฒิการศึกษาในสายการศึกษา สาขาสุศึกษา เป็นครูชำนาญการ
- ครูประจำการคณิตศาสตร์ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 มีวุฒิการศึกษาในสายการศึกษา สาขาประวัติศาสตร์ เป็นครูชำนาญการ
- ครูประจำการคณิตศาสตร์ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 มีวุฒิการศึกษาในสายการศึกษา สาขาเคมี เป็นครูปฏิบัติการ
- ครูประจำการคณิตศาสตร์ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 มีวุฒิการศึกษาในสายการศึกษา สาขาวิทยาศาสตร์ เป็นครูชำนาญการพิเศษ
- ครูประจำการคณิตศาสตร์ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีวุฒิการศึกษาในสายการศึกษา สาขาคณิตศาสตร์ เป็นครูชำนาญการ

ครูประจำการคณิตศาสตร์ทั้ง 5 คน มีประสบการณ์ในการจัดการเรียนการสอน คณิตศาสตร์ระดับชั้นประถมศึกษาตอนปลายมาแล้ว ส่วนครูประจำการคณิตศาสตร์คนอื่นๆที่ยังไม่ได้ เข้าร่วมการพัฒนาครูประจำการคณิตศาสตร์ด้วยวิธีการศึกษาและพัฒนาบทเรียนครั้งนี้ เนื่องจากมีหน้าที่เป็นครูประจำชั้นในช่วงชั้นที่ 1 จึงมีภาระงานสอนหลายวิชาและต้องดูแลนักเรียนในห้องเรียน ตลอดทั้งวัน แต่ได้แสดงความประสงค์ขอมีส่วนร่วมในฐานะเป็นผู้สังเกตการณ์

การรวมกลุ่มทางวิชาการของครูประจำการคณิตศาสตร์สำหรับการศึกษาและพัฒนา บทเรียนในการวิจัยครั้งนี้จึงเป็นการทำงานร่วมกันของครูประจำการคณิตศาสตร์หลายระดับชั้น

2. สร้างความคุ้นเคยในการทำงานร่วมกันอย่างกัลยาณมิตร

ผู้วิจัยและครูประจำการคณิตศาสตร์ที่มีส่วนร่วมในการศึกษาและพัฒนาบทเรียนมีการ ประชุมร่วมกันเป็นระยะเพื่ออภิปรายและแลกเปลี่ยนเรียนรู้กันถึงสภาพปัญหาและแนวทางแก้ปัญหา การเรียนการสอนคณิตศาสตร์ ตลอดจนสร้างความคุ้นเคยในการทำงานร่วมกันอย่างกัลยาณมิตร ซึ่ง ผู้วิจัยจะคอยกระตุ้นและให้กำลังใจครูประจำการคณิตศาสตร์ในการปรับปรุงคุณภาพการเรียน การสอนคณิตศาสตร์อยู่เสมอ

ผู้วิจัยและครูประจำการคณิตศาสตร์ได้ทำกิจกรรมร่วมกันในโรงเรียน ดังต่อไปนี้

- การจัดค่ายคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6
- การฝึกอบรมเชิงปฏิบัติการเกี่ยวกับการสร้างสื่อการเรียนการสอนคณิตศาสตร์โดยใช้ โปรแกรมทางเรขาคณิต (The Geometer's Sketchpad (GSP))

- การฝึกอบรมเชิงปฏิบัติการเกี่ยวกับการจัดการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ด้วยความอนุเคราะห์จากผู้เชี่ยวชาญในสังกัดภาควิชาคณิตศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ (ดูตัวอย่างภาพประกอบการฝึกอบรมเชิงปฏิบัติการ ในภาคผนวก ง หน้า 408)

ในการดำเนินกิจกรรมร่วมกับครูประจำการคณิตศาสตร์ทุกครั้ง ผู้วิจัยได้มีการประสานงานกับหัวหน้ากลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ และครูวิชาการเพื่อแจ้งให้ฝ่ายบริหารทราบ โดยได้รับการสนับสนุนเป็นอย่างดีโดยตลอด

3. ประสานงานกับผู้เชี่ยวชาญภายนอกและศึกษานิเทศก์

ผู้วิจัยติดต่อประสานงานกับผู้เชี่ยวชาญภายนอกจากมหาวิทยาลัย และศึกษานิเทศก์จากสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษนนทบุรี เขต 2 เพื่อขอความร่วมมือให้เป็นที่ปรึกษาและเข้าร่วมสะท้อนผลและแลกเปลี่ยนเรียนรู้กับครูประจำการคณิตศาสตร์ โดยได้แจ้งรายละเอียดเบื้องต้นให้ทราบเกี่ยวกับการวิจัย และได้ทำความเข้าใจถึงบทบาทหน้าที่สำหรับการมีส่วนร่วมในการศึกษาและพัฒนาบทเรียน ในการนี้ผู้วิจัยจึงได้รับความร่วมมือจากผู้เชี่ยวชาญภายนอก จำนวน 1 คน เป็นอาจารย์ในระดับมหาวิทยาลัยที่มีความเชี่ยวชาญด้านการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ การฝึกอบรมครูประจำการคณิตศาสตร์ และสนใจศึกษางานด้านการพัฒนาครูประจำการคณิตศาสตร์ด้วยวิธีการศึกษาและพัฒนาบทเรียน และศึกษานิเทศก์ จำนวน 4 คน เป็นศึกษานิเทศก์ในสายคณิตศาสตร์จากสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษนนทบุรี เขต 2 ที่สนใจศึกษางานด้านการพัฒนาครูประจำการคณิตศาสตร์ด้วยวิธีการศึกษาและพัฒนา

4. จัดสัมมนาเชิงปฏิบัติการพัฒนาครูประจำการคณิตศาสตร์ด้วยวิธีการศึกษาและพัฒนาบทเรียน

ผู้วิจัยจัดสัมมนาเชิงปฏิบัติการพัฒนาครูประจำการคณิตศาสตร์ด้วยวิธีการศึกษาและพัฒนาบทเรียน ในวันที่ 15 สิงหาคม 2550 ณ อาคาร 11 ชั้น 7 ห้อง 11702 มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนดุสิต ด้วยความอนุเคราะห์จากคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี และโรงเรียนประถมสาธิตลอออุทิศ มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนดุสิต คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น และประธานควบคุมปริญญาโท โดยได้เชิญคณาจารย์จากมหาวิทยาลัยชูบุะ นำโดย Assoc. Prof. Shizumi Shimizu, Assoc. Prof. Masami Isoda และคณาจารย์โรงเรียนสาธิตแห่งมหาวิทยาลัยชูบุะ ประเทศญี่ปุ่น มาให้ประสบการณ์เกี่ยวกับการศึกษาและพัฒนาบทเรียน โดยได้มีการสาธิตการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ในห้องเรียนจริงกับนักเรียนโรงเรียนประถมสาธิตลอออุทิศ และได้มีการสาธิตการสะท้อน

ผล ซึ่งมี Assoc. Prof. Masami Isoda และ Dr. Akihiko Takahashi เป็นผู้เชี่ยวชาญในการสะท้อนผลร่วมกับคณาจารย์จากโรงเรียนสาธิตแห่งมหาวิทยาลัยชูกุบะ ในการสัมมนาเชิงปฏิบัติการครั้งนี้มีผู้เข้าร่วมงาน จำนวน 120 คน ประกอบด้วย ครูประจำการคณิตศาสตร์ ผู้เชี่ยวชาญภายนอก และศึกษานิเทศก์ที่มีส่วนร่วมในการศึกษาและพัฒนาบทเรียน นักคณิตศาสตร์ศึกษาจากนานาชาติที่มีประสบการณ์เกี่ยวกับการศึกษาและพัฒนาบทเรียนจำนวนกว่า 20 คน ผู้ที่มีส่วนร่วมกำหนดนโยบายทางการศึกษาจากกระทรวงศึกษาธิการ คณาจารย์ในระดับมหาวิทยาลัย ครูประจำการคณิตศาสตร์ในระดับการศึกษาขั้นพื้นฐาน และนักศึกษาสหาคณิตศาสตร์ศึกษา (ดูตัวอย่างภาพประกอบการสัมมนาเชิงปฏิบัติการในภาคผนวก ง หน้า 409)

เมื่อเสร็จสิ้นการสัมมนาเชิงปฏิบัติการแล้ว ผู้วิจัยได้มีการประชุมร่วมกับครูประจำการคณิตศาสตร์ ผู้เชี่ยวชาญภายนอก และศึกษานิเทศก์เพื่ออภิปรายและแลกเปลี่ยนเรียนรู้ซึ่งกันและกันโดยใช้วิธีทัศน์ที่ได้บันทึกเหตุการณ์ในการสัมมนาเชิงปฏิบัติการ การบริหารจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ และการสะท้อนผลมาใช้ประกอบการอภิปราย ในการประชุมครั้งนี้ครูประจำการคณิตศาสตร์ ผู้เชี่ยวชาญภายนอก และศึกษานิเทศก์ได้อภิปรายกันถึงแง่มุมต่างๆที่เป็นประโยชน์ของการศึกษาและพัฒนาบทเรียน ซึ่งครูประจำการคณิตศาสตร์คนหนึ่งแสดงความคิดเห็นว่า “ขณะที่เข้าร่วมสังเกตการจัดการเรียนการสอน ครูประจำการคณิตศาสตร์ของประเทศญี่ปุ่นมีความเอาใจใส่และจริงจังในการจดบันทึกและบันทึกภาพเกี่ยวกับความคิดและการเรียนรู้ของนักเรียนขณะที่ปฏิบัติกิจกรรมด้วยความระมัดระวังอย่างมากเพื่อไม่ให้รบกวนสภาพการเรียนการสอนในห้องเรียน” ผู้เชี่ยวชาญภายนอกแสดงความคิดเห็นว่า “ครูประจำการคณิตศาสตร์ของประเทศญี่ปุ่นมีความละเอียดอย่างมากในการสังเกตการสอน และมีความไวต่อสิ่งทีนักเรียนแสดงออกขณะที่ปฏิบัติกิจกรรมในห้องเรียน” ศึกษานิเทศก์คนหนึ่งแสดงความคิดเห็นว่า “การสะท้อนผลและแลกเปลี่ยนเรียนรู้ร่วมกันระหว่างครูประจำการคณิตศาสตร์และคณาจารย์ในมหาวิทยาลัยของประเทศญี่ปุ่นเป็นกระบวนการที่ช่วยให้สามารถปรับปรุงคุณภาพการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ได้”

ระยะที่ 4 การเตรียมการพัฒนาครูประจำการคณิตศาสตร์ด้วยวิธีการศึกษาและพัฒนาบทเรียน (ช่วงปีการศึกษา 2550 ตั้งแต่ มีนาคม 2551 ถึง เมษายน 2551)

ในระยะนี้ผู้วิจัยมีการดำเนินงานดังนี้

1. ประชุมกลุ่ม (Focus Group) เพื่อปรับกระบวนการของการศึกษาและพัฒนาบทเรียนให้มีความเหมาะสมกับบริบทของโรงเรียน

2. ร่วมกันจัดทำและเสนอโครงการเพื่อรองรับการพัฒนาครูประจำการคณิตศาสตร์ด้วยวิธีการศึกษาและพัฒนาบทเรียน

รายละเอียดในการดำเนินงานของแต่ละหัวข้อมีดังนี้

1. ประชุมกลุ่ม (Focus Group) เพื่อปรับกระบวนการของการศึกษาและพัฒนาบทเรียนให้มีความเหมาะสมกับบริบทของโรงเรียน

ผู้วิจัยได้จัดให้มีการประชุมกลุ่มเพื่อปรับกระบวนการของการศึกษาและพัฒนาบทเรียนให้มีความเหมาะสมต่อสภาพการจัดการเรียนการสอน และการบริหารงานของโรงเรียน โดยมีผู้เข้าร่วมประชุมจำนวนทั้งหมด 21 คน (ดูรายนามผู้เชี่ยวชาญที่เข้าร่วมการประชุมกลุ่มในภาคผนวก ก หน้า 324) ดังนี้

1. ผู้อำนวยการโรงเรียนชลประทานสงเคราะห์
2. รองผู้อำนวยการโรงเรียนฝ่ายวิชาการ
3. ครูวิชาการ
4. ครูประจำการคณิตศาสตร์ที่มีส่วนร่วมในการศึกษาและพัฒนาบทเรียน จำนวน 5 คน
5. ตัวแทนคณาจารย์กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โรงเรียนชลประทานสงเคราะห์ จำนวน 5 คน
6. ผู้เชี่ยวชาญด้านการพัฒนาครูประจำการโดยใช้โรงเรียนเป็นฐาน จากสำนักงานคณะกรรมการเลขาธิการสภาการศึกษา จำนวน 1 คน
7. ผู้เชี่ยวชาญด้านบริหารการศึกษา จากกระทรวงศึกษาธิการ จำนวน 1 คน
8. ผู้เชี่ยวชาญที่มีส่วนร่วมในการศึกษาและพัฒนาบทเรียน จำนวน 1 คน
9. ศึกษานิเทศก์ที่มีส่วนร่วมในการศึกษาและพัฒนาบทเรียน จำนวน 4 คน
10. ผู้วิจัย

ผลจากการประชุมกลุ่ม ทำให้ผู้วิจัยได้ข้อคิดเห็นที่มีคุณค่าในการปรับกระบวนการของการศึกษาและพัฒนาบทเรียนให้มีความเหมาะสมต่อสภาพการจัดการเรียนการสอน และการบริหารงานของโรงเรียน ซึ่งที่ประชุมมีมติให้เพิ่มเติมขั้นตอนการศึกษาค้นคว้าเข้าไปเป็นขั้นตอนที่ 2 ในกระบวนการของการศึกษาและพัฒนาบทเรียน เพื่อเตรียมประสบการณ์และปรับปรุงความรู้พื้นฐานที่จำเป็นต่อการดำเนินงานตามกระบวนการของการศึกษาและพัฒนาบทเรียนสำหรับครูประจำการคณิตศาสตร์ที่มีส่วนร่วมในการศึกษาและพัฒนาบทเรียน ดังนั้นผู้วิจัยจึงได้ปรับกระบวนการของการศึกษาและพัฒนาบทเรียนจาก 7 ขั้นตอนเป็น 8 ขั้นตอน ได้แก่ 1) การกำหนดเป้าหมายหลัก 2) การศึกษาค้นคว้า 3) การออกแบบบทเรียน 4) การจัดการเรียนการสอนรอบแรก 5) การสะท้อนผล

6) การปรับปรุงบทเรียน 7) การจัดการเรียนการสอนรอบที่สอง และ 8) การสะท้อนผลและแลกเปลี่ยนเรียนรู้ นอกจากนี้ผู้วิจัยยังได้ใช้โอกาสในการประชุมครั้งนี้เพื่อทำความเข้าใจกับผู้ที่มีส่วนร่วมในการศึกษาและพัฒนาบทเรียนทั้งหมดเพื่อเตรียมการพัฒนาครูประจำการด้วยวิธีการศึกษาและพัฒนาบทเรียน (ดูตัวอย่างภาพประกอบการประชุมกลุ่มในภาคผนวก ง หน้า 410)

ผู้วิจัยนำข้อเสนอแนะจากการประชุมกลุ่ม และรายละเอียดของกระบวนการของการศึกษาและพัฒนาบทเรียนที่ได้รับการปรับปรุงแล้วเสนอต่อประธานผู้ควบคุมปริญญาโทเพื่อรับฟังข้อคิดเห็นเพิ่มเติม และปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะ จึงทำให้ได้กระบวนการของการศึกษาและพัฒนาบทเรียนเพื่อใช้ในการวิจัยครั้งนี้ (ดูบทที่ 2 หน้า 40-42)

2. ร่วมกันจัดทำและเสนอโครงการเพื่อรองรับการพัฒนาครูประจำการคณิตศาสตร์ด้วยวิธีการศึกษาและพัฒนาบทเรียน

ผู้วิจัยและผู้ที่มีส่วนร่วมในการศึกษาและพัฒนาบทเรียนร่วมกันเขียนโครงการขึ้นเพื่อรองรับการพัฒนาครูประจำการคณิตศาสตร์ด้วยวิธีการศึกษาและพัฒนาบทเรียน ในชื่อโครงการปรับปรุงคุณภาพการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ผ่านการพัฒนาครูประจำการคณิตศาสตร์ด้วยวิธีการศึกษาและพัฒนาบทเรียน และได้เสนอโครงการดังกล่าวผ่านไปยังหน่วยงานต้นสังกัดของผู้ที่มีส่วนร่วมในการศึกษาและพัฒนาบทเรียนทุกฝ่ายให้รับทราบ (ดูรายละเอียดของโครงการในภาคผนวก ง หน้า 411-417)

ระยะที่ 5 การพัฒนาเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ดำเนินงานพัฒนาครูประจำการคณิตศาสตร์ด้วยวิธีการศึกษาและพัฒนาบทเรียนและเก็บรวบรวมข้อมูล (ช่วงปีการศึกษา 2551 ตั้งแต่ พฤษภาคม 2551 ถึง เมษายน 2552)

ในระยะนี้ผู้วิจัยมีการดำเนินงานดังนี้

1. พัฒนาเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

2. ดำเนินงานพัฒนาครูประจำการคณิตศาสตร์ด้วยวิธีการศึกษาและพัฒนาบทเรียนตามกระบวนการของการศึกษาและพัฒนาบทเรียน

3. ดำเนินงานเก็บรวบรวมข้อมูล

รายละเอียดในการดำเนินงานของแต่ละหัวข้อมีดังนี้

1. พัฒนาเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลสำหรับการวิจัยครั้งนี้ แบ่งออกเป็น 2 ส่วน ได้แก่ เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลในส่วนที่ผู้วิจัยเป็นผู้พัฒนาขึ้น และในส่วนที่ครูประจำการคณิตศาสตร์ที่มีส่วนร่วมในการวิจัยเป็นผู้สร้างขึ้น โดยมีรายละเอียดดังนี้

1.1 เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลในส่วนที่ผู้วิจัยเป็นผู้พัฒนาขึ้น

ใช้สำหรับเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อการประเมินผลการพัฒนาครูประจำการคณิตศาสตร์ด้วยวิธีการศึกษาและพัฒนาบทเรียนใน 4 ด้าน ได้แก่ 1) การยอมรับในการศึกษาและพัฒนาบทเรียน 2) การเปลี่ยนแปลงความรู้ทางการสอนในเนื้อหาคณิตศาสตร์ 3) ประสิทธิภาพของการทำงานร่วมกันในการศึกษาและพัฒนาบทเรียน และ 4) ความเหมาะสมของบทเรียนคณิตศาสตร์ โดยมีรายละเอียดดังนี้

1) เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อการประเมินผลการยอมรับในการศึกษาและพัฒนาบทเรียน ประกอบด้วย

1.1) แบบสะท้อนความเข้าใจและความคิดเห็นที่มีต่อการนำการศึกษาและพัฒนาบทเรียนมาใช้ในโรงเรียน จำนวน 1 ฉบับ โดยมีผู้ตอบ จำนวน 13 คน ประกอบด้วย ครูประจำการคณิตศาสตร์ จำนวน 5 คน ผู้บริหารโรงเรียน จำนวน 3 คน ผู้เชี่ยวชาญภายนอก จำนวน 1 คน และศึกษานิเทศก์ จำนวน 4 คน

1.2) แบบสัมภาษณ์เพื่อศึกษาความเข้าใจและความคิดเห็นที่มีต่อการนำการศึกษาและพัฒนาบทเรียนมาใช้ในโรงเรียน จำนวน 1 ฉบับ สำหรับผู้วิจัยใช้สัมภาษณ์เพิ่มเติมเพื่อศึกษาความเข้าใจและความคิดเห็นของครูประจำการคณิตศาสตร์ ผู้บริหารโรงเรียน ผู้เชี่ยวชาญภายนอก และศึกษานิเทศก์ที่มีต่อการนำการศึกษาและพัฒนาบทเรียนมาใช้ในโรงเรียนภายหลังจากผู้ที่มีส่วนร่วมในการศึกษาและพัฒนาบทเรียนดังกล่าวได้ตอบแบบสะท้อนความเข้าใจและความคิดเห็นที่มีต่อการนำการศึกษาและพัฒนาบทเรียนมาใช้ในโรงเรียนแล้ว

2) เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อการประเมินผลการเปลี่ยนแปลงความรู้ทางการสอนในเนื้อหาคณิตศาสตร์ ประกอบด้วย

2.1) แบบสอบถามเพื่อศึกษาความรู้ทางการสอนในเนื้อหาคณิตศาสตร์เรื่องเศษส่วน จำนวน 1 ฉบับ โดยมีผู้ตอบเป็นครูประจำการคณิตศาสตร์ จำนวน 5 คน

2.2) แบบสัมภาษณ์เพื่อศึกษาความรู้ทางการสอนในเนื้อหาคณิตศาสตร์เรื่องเศษส่วน จำนวน 1 ฉบับ สำหรับผู้วิจัยใช้สัมภาษณ์เพิ่มเติมเพื่อศึกษาความรู้ทางการสอนในเนื้อหาคณิตศาสตร์ภายหลังจากครูประจำการคณิตศาสตร์ดังกล่าวได้ตอบแบบสอบถามเพื่อศึกษาความรู้ทางการสอนในเนื้อหาคณิตศาสตร์เรื่อง เศษส่วน แล้ว

3) เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อการประเมินผลประสิทธิภาพของการทำงานร่วมกันในการศึกษาและพัฒนาบทเรียน ได้แก่ แบบประเมินรายการสะท้อนประสิทธิภาพของการทำงานร่วมกันในการศึกษาและพัฒนาบทเรียนของครูประจำการคณิตศาสตร์ จำนวน 1 ฉบับ โดยมีผู้ประเมิน จำนวน 11 คน ได้แก่ ครูประจำการคณิตศาสตร์ จำนวน 5 คน ผู้เชี่ยวชาญภายนอก จำนวน 1 คน ศิษยานุศิษย์ จำนวน 4 คน และผู้วิจัย จำนวน 1 คน

4) เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อการประเมินผลความเหมาะสมของบทเรียนคณิตศาสตร์ ได้แก่ แบบประเมินรายการสะท้อนความเหมาะสมของบทเรียนคณิตศาสตร์ จำนวน 1 ฉบับ โดยมีผู้ประเมิน จำนวน 11 คน ได้แก่ ครูประจำการคณิตศาสตร์ จำนวน 5 คน ผู้เชี่ยวชาญภายนอก จำนวน 1 คน ศิษยานุศิษย์ จำนวน 4 คน และผู้วิจัย จำนวน 1 คน

1.2 เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลในส่วนที่ครูประจำการคณิตศาสตร์เป็นผู้สร้างขึ้น ใช้สำหรับเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อการประเมินผลการพัฒนาครูประจำการคณิตศาสตร์ ด้วยวิธีการศึกษาและพัฒนาบทเรียนใน 2 ด้าน ได้แก่ 1) ความรู้ความเข้าใจในมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ และ 2) ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยมีรายละเอียดดังนี้

1) เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อการประเมินผลความรู้ความเข้าใจในมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ ได้แก่ แบบทดสอบวัดความรู้ความเข้าใจในมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์เรื่องเศษส่วน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 1 ฉบับ โดยมีผู้ตอบเป็นนักเรียนที่ใช้สำหรับการจัดการเรียนการสอนรอบแรก จำนวน 39 คน และรอบที่สอง จำนวน 34 คน

2) เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อการประเมินผลความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ได้แก่ แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์เรื่อง เศษส่วน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 1 ฉบับ โดยมีผู้ตอบเป็นนักเรียนที่ใช้สำหรับการจัดการเรียนการสอนรอบแรก จำนวน 39 คน และรอบที่สอง จำนวน 34 คน

สำหรับแบบทดสอบทั้ง 2 รายการนี้ครูประจำการคณิตศาสตร์เป็นผู้สร้างขึ้นขณะที่มีการดำเนินงานตามกระบวนการของการศึกษาและพัฒนาบทเรียนในขั้นตอนที่ 3 การออกแบบบทเรียน

ขั้นตอนการสร้างและพัฒนาเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมแต่ละรายการมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1. แบบสะท้อนความเข้าใจและความคิดเห็นที่มีต่อการนำการศึกษาและพัฒนาบทเรียนมาใช้ในโรงเรียน เป็นเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อการประเมินผลการยอมรับในการศึกษาและพัฒนาบทเรียน ซึ่งผู้วิจัยพัฒนาเครื่องมือดังกล่าวตามขั้นตอนต่อไปนี้

ขั้นที่ 1 ศึกษาแนวทางการพัฒนาเครื่องมือในการเก็บรวบรวมข้อมูลในส่วนขอแบบสอบถามปลายเปิดขององอาจ นัยพัฒน์ (2551: 162-165)

ขั้นที่ 2 ศึกษากระบวนการตัดสินใจเกี่ยวกับนวัตกรรมของโรเจอร์ส (Rogers. 1983: 163-169)

ขั้นที่ 3 วิเคราะห์ลักษณะพฤติกรรมของบุคคลตั้งแต่เริ่มสัมผัสนวัตกรรมจนถึงการยอมรับและยืนยันที่จะนำนวัตกรรมมาใช้ตามกระบวนการตัดสินใจเกี่ยวกับนวัตกรรมของโรเจอร์ส และกำหนดองค์ประกอบซึ่งเป็นตัวบ่งชี้ถึงการยอมรับในการศึกษาและพัฒนาบทเรียนให้สอดคล้องกับความคิด ความเข้าใจ และความรู้สึกของบุคคลในแต่ละขั้นตอนของกระบวนการดังกล่าวซึ่งมีองค์ประกอบ 4 ด้านได้แก่ 1) การมีความเข้าใจในเป้าหมายสำคัญสูงสุดของการศึกษาและพัฒนาบทเรียน 2) การมองเห็นประโยชน์จากการนำการศึกษาและพัฒนาบทเรียนมาใช้ในโรงเรียน 3) การสนับสนุนและยืนยันให้มีการนำการศึกษาและพัฒนาบทเรียนมาใช้ในโรงเรียน และ 4) การมีทางออกให้กับข้อจำกัดที่พบจากการนำการศึกษาและพัฒนาบทเรียนมาใช้ในโรงเรียน

ขั้นที่ 4 พัฒนาแบบสะท้อนความเข้าใจและความคิดเห็นที่มีต่อการนำการศึกษาและพัฒนาบทเรียนมาใช้ในโรงเรียนซึ่งมีลักษณะเป็นแบบสอบถามปลายเปิด โดยกำหนดข้อคำถามทั้งหมด 5 ข้อให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของการประเมินซึ่งครอบคลุมองค์ประกอบซึ่งเป็นตัวบ่งชี้ทั้ง 4 ด้านดังกล่าว โดยที่ข้อคำถามที่ 1 ใช้ในการประเมินองค์ประกอบซึ่งเป็นตัวบ่งชี้ด้านที่ 1 ข้อคำถามที่ 2 ใช้ในการประเมินองค์ประกอบซึ่งเป็นตัวบ่งชี้ด้านที่ 2 ข้อคำถามที่ 3 และ 4 ใช้ในการประเมินองค์ประกอบซึ่งเป็นตัวบ่งชี้ด้านที่ 3 และข้อคำถามที่ 5 ใช้ในการประเมินองค์ประกอบซึ่งเป็นตัวบ่งชี้ด้านที่ 4

ขั้นที่ 5 นำแบบสะท้อนความเข้าใจและความคิดเห็นดังกล่าวเสนอต่อประธานผู้ควบคุมปริญญาโทเพื่อปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะ และจัดรูปแบบให้มีความเหมาะสม

ขั้นที่ 6 นำแบบสะท้อนความเข้าใจและความคิดเห็นดังกล่าวเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญภายนอกและศึกษานิเทศก์ที่มีส่วนร่วมในการศึกษาและพัฒนาบทเรียน จำนวน 5 คน (ดูรายนามในภาคผนวก ก หน้า 324) เพื่อตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาโดยพิจารณาว่าข้อคำถามแต่ละข้อมีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของการประเมินหรือไม่ ซึ่งใช้ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) เป็นเกณฑ์การตัดสิน โดยมีระดับการให้คะแนนดังต่อไปนี้

แน่ใจว่าข้อคำถามสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของการประเมินให้	1	คะแนน
ไม่แน่ใจว่าข้อคำถามสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของการประเมินให้	0	คะแนน
แน่ใจว่าข้อคำถามไม่สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของการประเมินให้	-1	คะแนน

ดำเนินการคำนวณค่าดัชนีความสอดคล้องและแปลผล โดยข้อคำถามใดที่มีค่าดัชนีความสอดคล้องตั้งแต่ 0.5 ขึ้นไป แสดงว่าข้อคำถามนั้นมีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของการประเมินซึ่งสามารถคัดเลือกไว้เพื่อนำไปใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลได้ ส่วนข้อคำถามใดที่มีค่าดัชนีความสอดคล้องน้อยกว่า 0.5 แสดงว่าข้อคำถามนั้นไม่มีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของการประเมินจึงต้องนำมาปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญภายนอกและศึกษานิเทศก์ ผลการตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาพบว่า ข้อคำถามในแบบสะท้อนความเข้าใจและความคิดเห็นที่มีต่อการนำการศึกษาและพัฒนาบทเรียนมาใช้ในโรงเรียนมีค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่าง 0.80-1.00 (ดูตาราง 23 ในภาคผนวก จ หน้า 429)

ขั้นที่ 7 ตรวจสอบความสมบูรณ์ของแบบสะท้อนความเข้าใจและความคิดเห็นที่มีต่อการนำการศึกษาและพัฒนาบทเรียนมาใช้ในโรงเรียนเพื่อเตรียมนำไปใช้เก็บรวบรวมข้อมูล (ดูภาคผนวก ข หน้า 326-328)

2. แบบสัมภาษณ์เพื่อศึกษาความเข้าใจและความคิดเห็นที่มีต่อการนำการศึกษาและพัฒนาบทเรียนมาใช้ในโรงเรียน เป็นเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อการประเมินผลการยอมรับในการศึกษาและพัฒนาบทเรียนที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นโดยใช้ในการสัมภาษณ์ผู้ที่มีส่วนร่วมในการศึกษาและพัฒนาบทเรียนเพิ่มเติมเฉพาะในประเด็นที่ยังไม่ชัดเจน หรือยังไม่แน่ใจในคำตอบที่ได้จากการตอบแบบสะท้อนความเข้าใจและความคิดเห็นที่มีต่อการนำการศึกษาและพัฒนาบทเรียนมาใช้ในโรงเรียน ผู้วิจัยพัฒนาเครื่องมือดังกล่าวตามขั้นตอนต่อไปนี้

ขั้นที่ 1 ศึกษาแนวทางการพัฒนาเครื่องมือในการเก็บรวบรวมข้อมูลในส่วนของการสัมภาษณ์แบบกึ่งมีโครงสร้างขององอาจ นัยพัฒน์ (2551: 173-176)

ขั้นที่ 2 พัฒนาแบบสัมภาษณ์เพื่อศึกษาความเข้าใจและความคิดเห็นที่มีต่อการนำการศึกษาและพัฒนาบทเรียนมาใช้ในโรงเรียนซึ่งมีลักษณะเป็นแบบกึ่งมีโครงสร้างโดยกำหนดข้อคำถามในการสัมภาษณ์ไว้อย่างเป็นขั้นตอนพอประมาณ เพื่อสืบค้นเพิ่มเติมลงไปประเด็นที่คิดว่าผู้ที่มีส่วนร่วมในการศึกษาและพัฒนาบทเรียนอาจให้ข้อมูลที่ไม่ชัดเจนนักจากการตอบข้อคำถาม 5 ข้อในแบบสะท้อนความเข้าใจและความคิดเห็นที่มีต่อการนำการศึกษาและพัฒนาบทเรียนมาใช้ในโรงเรียน ทั้งนี้โครงสร้างของข้อคำถามมีลักษณะยืดหยุ่น ซึ่งผู้วิจัยสามารถตั้งข้อคำถามขึ้นเองในขณะที่มีการสัมภาษณ์โดยยึดวัตถุประสงค์ของการประเมินซึ่งครอบคลุมองค์ประกอบที่เป็นตัวบ่งชี้ทั้ง 4 ด้านเป็นสำคัญ ซึ่งได้แก่ 1) การมีความเข้าใจในเป้าหมายสำคัญสูงสุดของการศึกษาและพัฒนาบทเรียน 2) การมองเห็นประโยชน์จากการนำการศึกษาและพัฒนาบทเรียนมาใช้ในโรงเรียน 3) การสนับสนุน

และยืนยันให้มีการนำการศึกษาและพัฒนาบทเรียนมาใช้ในโรงเรียน และ 4) การมีทางออกให้กับข้อจำกัดที่พบจากการนำการศึกษาและพัฒนาบทเรียนมาใช้ในโรงเรียน

ขั้นที่ 3 นำแบบสัมภาษณ์เพื่อศึกษาความเข้าใจและความคิดเห็นดังกล่าวเสนอต่อประธานควบคุมปริญญาโท เพื่อปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะ และจัดรูปแบบให้มีความเหมาะสม

ขั้นที่ 4 ตรวจสอบความสมบูรณ์ของแบบสัมภาษณ์เพื่อศึกษาความเข้าใจและความคิดเห็นที่มีต่อการนำการศึกษาและพัฒนาบทเรียนมาใช้ในโรงเรียนเพื่อเตรียมนำไปใช้เก็บรวบรวมข้อมูล (ดูภาคผนวก ข หน้า 329-330)

3. แบบสอบถามเพื่อศึกษาความรู้ทางการสอนในเนื้อหาคณิตศาสตร์เรื่อง เศษส่วน เป็นเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อการประเมินผลการเปลี่ยนแปลงความรู้ทางการสอนในเนื้อหาคณิตศาสตร์ ซึ่งผู้วิจัยพัฒนาเครื่องมือดังกล่าวตามขั้นตอนต่อไปนี้

ขั้นที่ 1 ศึกษาแนวทางการพัฒนาเครื่องมือในการเก็บรวบรวมข้อมูลในส่วนของแบบสอบถามปลายเปิดขององอาจ นัยวัฒน์ (2551: 162-165)

ขั้นที่ 2 ศึกษาแนวทางการพัฒนาแบบสอบถามเพื่อศึกษาความรู้ทางการสอนในเนื้อหาคณิตศาสตร์จากงานวิจัยของแอน คัม และวู (An; Kulm; & Wu. 2004) เบเกอร์ และชิค (Baker; & Chick. 2006) ชิค และคนอื่นๆ (Chick; et al. 2006) และชิค เฟม และเบเกอร์ (Chick; Pham; & Baker. 2006)

ขั้นที่ 3 ศึกษาขอบเขตของเนื้อหาคณิตศาสตร์เรื่อง เศษส่วน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 จากผลการเรียนรู้ที่คาดหวังรายปีชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 และมาตรฐานการเรียนรู้ช่วงชั้นที่ 2 ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ. 2544 และศึกษาการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์เรื่อง เศษส่วน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ของครูประจำการคณิตศาสตร์ในห้องเรียนจริงขณะที่มีการดำเนินงานสร้างความคุ้นเคยในการทำงานร่วมกันอย่างกัลยาณมิตร

ขั้นที่ 4 นำผลการศึกษาในขั้นที่ 1 ถึง 3 มาใช้เป็นกรอบในการพัฒนาแบบสอบถามเพื่อศึกษาความรู้ทางการสอนในเนื้อหาคณิตศาสตร์เรื่อง เศษส่วน ซึ่งมีลักษณะเป็นแบบสอบถามปลายเปิด โดยกำหนดข้อคำถามทั้งหมด 4 ข้อ เป็นสถานการณ์ที่กำหนดให้ครูประจำการคณิตศาสตร์แสดงความรู้ทางการสอนในเนื้อหาคณิตศาสตร์เรื่อง เศษส่วน ทั้งนี้ข้อคำถามที่กำหนดขึ้นดังกล่าวต้องมีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของการประเมินซึ่งครอบคลุมองค์ประกอบ 4 ด้าน ได้แก่ 1) การรู้วิธีนำเสนอโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์เรื่อง เศษส่วน 2) การรู้โนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ที่คลาดเคลื่อนของนักเรียนในเรื่อง เศษส่วน และรู้วิธีนำเสนอเพื่อแก้ไขโนทัศน์ทาง

คณิตศาสตร์ที่คลาดเคลื่อนนั้น 3) การเลือกใช้งานเพื่อพัฒนาความสามารถในการเรียนรู้คณิตศาสตร์ของนักเรียนในเรื่อง เศษส่วน และ 4) การส่งเสริมให้นักเรียนมีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยข้อคำถามที่ 1, 2, 3 และ 4 ใช้ในการประเมินตามองค์ประกอบด้านที่ 1, 2, 3 และ 4 ตามลำดับ

ขั้นที่ 5 ปรับปรุงกรอบแนวคิดสำหรับการศึกษาความรู้ทางการสอนในเนื้อหา คณิตศาสตร์ของครูประจำการคณิตศาสตร์ในงานวิจัยของซิค เฟม และเบเกอร์ (Chick; Pham; & Baker. 2006: 141) เพื่อนำมาใช้สำหรับการศึกษาความรู้ทางการสอนในเนื้อหาคณิตศาสตร์ของครูประจำการคณิตศาสตร์ในการวิจัยครั้งนี้ (ดูรายละเอียดตาราง 5 ในบทที่ 2 หน้า 66-67)

ขั้นที่ 6 นำแบบสอบถามเพื่อศึกษาความรู้ทางการสอนในเนื้อหาคณิตศาสตร์และกรอบแนวคิดดังกล่าวเสนอต่อประธานผู้ควบคุมปริญญาโท เพื่อปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะ และจัดรูปแบบให้มีความเหมาะสม

ขั้นที่ 7 นำแบบสอบถามเพื่อศึกษาความรู้ทางการสอนในเนื้อหาคณิตศาสตร์ดังกล่าวเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 คน (ดูรายนามในภาคผนวก ก หน้า 324) เพื่อตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา โดยพิจารณาว่าข้อคำถามแต่ละข้อมีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของการประเมินหรือไม่ โดยใช้ค่าดัชนีความสอดคล้องเป็นเกณฑ์การตัดสิน ผลการตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาพบว่า ข้อคำถามในแบบสอบถามเพื่อศึกษาความรู้ทางการสอนในเนื้อหาคณิตศาสตร์เรื่อง เศษส่วน มีค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่าง 0.67-1.00 (ดูตาราง 24 ในภาคผนวก จ หน้า 429)

ขั้นที่ 8 นำแบบสอบถามเพื่อศึกษาความรู้ทางการสอนในเนื้อหาคณิตศาสตร์เรื่อง เศษส่วน ไปทดลองใช้กับครูประจำการคณิตศาสตร์ชั้นประถมศึกษาตอนปลายจำนวน 28 คน ที่เรียนชุดวิชาคณิตศาสตร์สำหรับครูวิทยาศาสตร์ในโครงการผลิตครูประจำการให้ได้รับวุฒิปริญญาตรีทางการศึกษา มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนดุสิต โดยมีผู้วิจัยเป็นผู้สอนชุดวิชาดังกล่าว พบว่า ภาษาที่ใช้ในแบบสอบถามดังกล่าวมีความเหมาะสม และกรอบแนวคิดสำหรับการศึกษาความรู้ทางการสอนในเนื้อหาคณิตศาสตร์ของครูประจำการคณิตศาสตร์สามารถนำมาใช้ได้

ขั้นที่ 9 ตรวจสอบความสมบูรณ์ของแบบสอบถามเพื่อศึกษาความรู้ทางการสอนในเนื้อหาคณิตศาสตร์เรื่อง เศษส่วน และกรอบแนวคิดสำหรับการศึกษาความรู้ทางการสอนในเนื้อหา คณิตศาสตร์ของครูประจำการคณิตศาสตร์เพื่อเตรียมนำไปใช้เก็บรวบรวมข้อมูล (ดูภาคผนวก ข หน้า 331-336)

4. แบบสัมภาษณ์เพื่อศึกษาความรู้ทางการสอนในเนื้อหาคณิตศาสตร์เรื่อง เศษส่วน เป็นเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อการประเมินผลการเปลี่ยนแปลงความรู้ทางการสอนในเนื้อหาคณิตศาสตร์ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นโดยใช้ในการสัมภาษณ์ครูประจำการคณิตศาสตร์เพิ่มเติมเฉพาะในประเด็นที่ยังไม่ชัดเจน หรือยังไม่แน่ใจในคำตอบที่ได้จากการตอบแบบสอบถามเพื่อศึกษาความรู้ทางการสอนในเนื้อหาคณิตศาสตร์เรื่อง เศษส่วน ผู้วิจัยพัฒนาเครื่องมือดังกล่าวตามขั้นตอนต่อไปนี้

ขั้นที่ 1 ศึกษาแนวทางการพัฒนาเครื่องมือในการเก็บรวบรวมข้อมูลในส่วนของ การสัมภาษณ์แบบกึ่งมีโครงสร้างขององอาจ นัยพัฒน์ (2551: 173-176)

ขั้นที่ 2 พัฒนาแบบสัมภาษณ์เพื่อศึกษาความรู้ทางการสอนในเนื้อหา คณิตศาสตร์เรื่อง เศษส่วน ซึ่งมีลักษณะเป็นแบบกึ่งมีโครงสร้างโดยกำหนดข้อคำถามในการสัมภาษณ์ ให้อย่างเป็นขั้นตอนพอประมาณ เพื่อสืบค้นเพิ่มเติมลงไปประเด็นที่คิดว่าครูประจำการคณิตศาสตร์ อาจให้ข้อมูลที่ไม่ชัดเจนนักจากการตอบข้อคำถาม 4 ข้อในแบบสอบถามเพื่อศึกษาความรู้ทางการ สอนในเนื้อหาคณิตศาสตร์เรื่อง เศษส่วน ทั้งนี้โครงสร้างของข้อคำถามมีลักษณะยืดหยุ่นซึ่งผู้วิจัย สามารถตั้งข้อคำถามขึ้นเองในขณะที่มีการสัมภาษณ์โดยยึดวัตถุประสงค์ของการประเมินซึ่ง ครอบคลุมองค์ประกอบ 4 ด้านเป็นสำคัญ ซึ่งได้แก่ 1) การรู้วิธีนำเสนอเนื้อหาทางคณิตศาสตร์เรื่อง เศษส่วน 2) การรู้เนื้อหาทางคณิตศาสตร์ที่คลาดเคลื่อนของนักเรียนในเรื่อง เศษส่วน และรู้วิธี นำเสนอเพื่อแก้ไขเนื้อหาทางคณิตศาสตร์ที่คลาดเคลื่อนนั้น 3) การเลือกใช้งานเพื่อพัฒนา ความสามารถในการเรียนรู้คณิตศาสตร์ของนักเรียนในเรื่อง เศษส่วน และ 4) การส่งเสริมให้นักเรียนมี ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์

ขั้นที่ 3 นำแบบสัมภาษณ์เพื่อศึกษาความรู้ทางการสอนในเนื้อหาคณิตศาสตร์ ดังกล่าวเสนอต่อประธานผู้ควบคุมปริญญาโท เพื่อปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะ และจัดรูปแบบ ให้มีความเหมาะสม

ขั้นที่ 4 ตรวจสอบความสมบูรณ์ของแบบสัมภาษณ์เพื่อศึกษาความรู้ทางการสอน ในเนื้อหาคณิตศาสตร์เรื่อง เศษส่วน เพื่อเตรียมนำไปใช้เก็บรวบรวมข้อมูล (ดูภาคผนวก ข หน้า 337-338)

5. แบบประเมินรายการสะท้อนประสิทธิภาพของการทำงานร่วมกันใน การศึกษาและพัฒนาบทเรียนของครูประจำการคณิตศาสตร์ เป็นเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บ รวบรวมข้อมูลเพื่อการประเมินผลประสิทธิภาพของการทำงานร่วมกันในการศึกษาและพัฒนาบทเรียน ซึ่งผู้วิจัยพัฒนาเครื่องมือดังกล่าวตามขั้นตอนต่อไปนี้

ขั้นที่ 1 ศึกษาแนวทางการพัฒนาเครื่องมือในการเก็บรวบรวมข้อมูลในส่วนขอแบบประเมินที่มีลักษณะเป็นแบบมาตราประมาณค่าขององอาจ นัยพัฒน์ (2551: 166-168)

ขั้นที่ 2 ศึกษาแนวทางการพัฒนาแบบประเมินรายการสะท้อนประสิทธิภาพของการทำงานร่วมกันในการศึกษาและพัฒนาบทเรียนของครูประจำการคณิตศาสตร์จากงานของเบรย์และคนอื่นๆ (Bray; et al. 2000) คอลเลย์ และคนอื่นๆ (Collay; et al. 1998) ดูโฟร์ และเอเคอร์ (Dufour; & Eaker. 1998) ฟรีสคิล และทอร์เรส (Preskill; & Torres. 1999) สเตฟาเน็ค และคนอื่นๆ (Stepanek; et al. 2007: 44-46) และเวสต์ไฮเมอร์ (Westheimer. 1998)

ขั้นที่ 3 นำผลการศึกษาในขั้นที่ 1 และ 2 มาใช้เป็นกรอบในการพัฒนาแบบประเมินรายการสะท้อนประสิทธิภาพของการทำงานร่วมกันในการศึกษาและพัฒนาบทเรียนของครูประจำการคณิตศาสตร์ซึ่งมีลักษณะเป็นมาตราประมาณค่า โดยกำหนดรายการประเมินที่เป็นตัวบ่งชี้การทำงานร่วมกันในการศึกษาและพัฒนาบทเรียนที่มีประสิทธิภาพให้ครอบคลุมองค์ประกอบ 6 ด้านของการทำงานร่วมกันในการศึกษาและพัฒนาบทเรียน ซึ่งได้แก่ 1) การมีส่วนร่วมและเอาใจใส่ในการแก้ปัญหา 2) การวิเคราะห์วิจารณ์ในเชิงวิชาการอย่างลึกซึ้ง 3) การยอมรับฟังความคิดเห็นและให้คุณค่าต่อความคิดเห็นที่แตกต่าง 4) การแสดงความคิดเห็นเชิงคัดค้านหรือสนับสนุนอย่างสุภาพ 5) การมองความผิดพลาดหรือความเข้าใจผิดในฐานะโอกาสในการเรียนรู้ และ 6) การให้ความเชื่อมั่นในการศึกษาและพัฒนาบทเรียน

สำหรับการตอบแบบประเมินนั้น ผู้ตอบแบบประเมินต้องพิจารณาถึงข้อเท็จจริงที่ได้สังเกตเห็นพฤติกรรมและการแสดงออกของครูประจำการคณิตศาสตร์ที่ทำงานร่วมกันในการศึกษาและพัฒนาบทเรียนว่ามีความสอดคล้องกับแต่ละรายการประเมินในระดับคะแนนใด โดยกำหนดหลักเกณฑ์การให้ระดับคะแนนไว้ดังนี้

ให้ระดับคะแนน 3 หมายถึง **บ่อยครั้งมาก**ที่ครูประจำการคณิตศาสตร์แสดงออกซึ่ง

พฤติกรรมการทำงานร่วมกันที่สอดคล้องกับรายการประเมินนี้

ให้ระดับคะแนน 2 หมายถึง **ค่อนข้างบ่อย**ที่ครูประจำการคณิตศาสตร์แสดงออกซึ่ง

พฤติกรรมการทำงานร่วมกันที่สอดคล้องกับรายการประเมินนี้

ให้ระดับคะแนน 1 หมายถึง **น้อยครั้ง**ที่ครูประจำการคณิตศาสตร์แสดงออกซึ่ง

พฤติกรรมการทำงานร่วมกันที่สอดคล้องกับรายการประเมินนี้

ให้ระดับคะแนน 0 หมายถึง **ไม่มีครั้งใดเลย**ที่ครูประจำการคณิตศาสตร์แสดงออกซึ่ง

พฤติกรรมการทำงานร่วมกันที่สอดคล้องกับรายการประเมินนี้

ขั้นที่ 4 นำแบบประเมินรายการดังกล่าวเสนอต่อประธานควบคุมปริญญาโทเพื่อปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะ และจัดรูปแบบให้มีความเหมาะสม

ขั้นที่ 5 นำแบบประเมินรายการดังกล่าวเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญภายนอกและศึกษานิเทศก์ที่มีส่วนร่วมในการศึกษาและพัฒนาบทเรียน จำนวน 5 คน (ดูรายงานในภาคผนวก ก หน้า 324) เพื่อตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาโดยพิจารณาว่าแต่ละรายการประเมินที่ได้กำหนดเป็นตัวบ่งชี้ถึงการทำงานร่วมกันในการศึกษาและพัฒนาบทเรียนที่มีประสิทธิภาพมีความสอดคล้องกับลักษณะของการทำงานร่วมกันในการศึกษาและพัฒนาบทเรียนในแต่ละองค์ประกอบหรือไม่ โดยใช้ค่าดัชนีความสอดคล้องเป็นเกณฑ์การตัดสิน ผลการตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาพบว่า รายการประเมินในแบบประเมินรายการสะท้อนประสิทธิภาพของการทำงานร่วมกันในการศึกษาและพัฒนาบทเรียนของครูประจำการคณิตศาสตร์มีค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่าง 0.60-1.00 (ดูตาราง 25 ในภาคผนวก จ หน้า 429)

ขั้นที่ 6 ตรวจสอบความสมบูรณ์ของแบบประเมินรายการสะท้อนประสิทธิภาพของการทำงานร่วมกันในการศึกษาและพัฒนาบทเรียนของครูประจำการคณิตศาสตร์เพื่อเตรียมนำไปใช้เก็บรวบรวมข้อมูล (ดูภาคผนวก ข หน้า 339-342)

6. แบบประเมินรายการสะท้อนความเหมาะสมของบทเรียนคณิตศาสตร์ เป็นเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อการประเมินผลความเหมาะสมของบทเรียนคณิตศาสตร์ ซึ่งผู้วิจัยพัฒนาเครื่องมือดังกล่าวตามขั้นตอนต่อไปนี้

ขั้นที่ 1 ศึกษาแนวทางการพัฒนาเครื่องมือในการเก็บรวบรวมข้อมูลในส่วนของแบบประเมินที่มีลักษณะเป็นแบบมาตราประมาณค่าขององอาจ นัยวัฒน์ (2551: 166-168)

ขั้นที่ 2 ศึกษาแนวทางการพัฒนาแบบประเมินความเหมาะสมของแผนการสอนของถวัล มาศจรัส (2538: 170-181) นงนาฏ ดันติเสวี (2545: 4-7; 12-24; 37-41) วัฒนา ระเบียบทุกซ์ (2542: 83-133; 175-176) โสภณ นุ่มทอง (2543: 1-34) สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ (2544: 110) สำนักงานคณะกรรมการข้าราชการครู (2545: 7-8; 14-15) และอำนาจ เกาตระกุล (2541: 22-88)

ขั้นที่ 3 นำผลการศึกษาในขั้นที่ 1 และ 2 มาใช้เป็นกรอบในการพัฒนาแบบประเมินรายการสะท้อนความเหมาะสมของบทเรียนคณิตศาสตร์ซึ่งมีลักษณะเป็นมาตราประมาณค่า โดยกำหนดรายการประเมินที่เป็นตัวบ่งชี้ถึงความเหมาะสมของแผนการสอนจากองค์ประกอบ 6 ด้าน ได้แก่ 1) สารสำคัญ 2) จุดประสงค์การเรียนรู้ 3) เนื้อหา 4) กิจกรรมการเรียนรู้ 5) สื่อการเรียนการสอน และ 6) การวัดและประเมินผลการเรียนรู้

สำหรับการตอบแบบประเมินนั้น ผู้ตอบแบบประเมินต้องพิจารณาถึงข้อเท็จจริงในรายละเอียดของแผนการสอนทั้งหมดของบทเรียนคณิตศาสตร์ว่ามีความสอดคล้องกับแต่ละรายการประเมินในระดับคะแนนใด โดยกำหนดหลักเกณฑ์การให้ระดับคะแนนไว้ดังนี้

ให้ระดับคะแนน 3 หมายถึง **แผนการสอนทั้งหมด**ในบทเรียนคณิตศาสตร์

มีลักษณะที่สอดคล้องกับรายการประเมินนี้

ให้ระดับคะแนน 2 หมายถึง **แผนการสอนส่วนใหญ่**ในบทเรียนคณิตศาสตร์

มีลักษณะที่สอดคล้องกับรายการประเมินนี้

ให้ระดับคะแนน 1 หมายถึง **แผนการสอนส่วนน้อย**ในบทเรียนคณิตศาสตร์

มีลักษณะที่สอดคล้องกับรายการประเมินนี้

ให้ระดับคะแนน 0 หมายถึง **แผนการสอนทั้งหมด**ในบทเรียนคณิตศาสตร์

ไม่มีลักษณะที่สอดคล้องกับรายการประเมินนี้

ขั้นที่ 4 นำแบบประเมินรายการดังกล่าวเสนอต่อประธานควบคุมปริญญาบัตร เพื่อปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะ และจัดรูปแบบให้มีความเหมาะสม

ขั้นที่ 5 นำแบบประเมินรายการดังกล่าวเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญภายนอกและศึกษานิเทศก์ที่มีส่วนร่วมในการศึกษาและพัฒนาบทเรียน จำนวน 5 คน (ดูรายนามในภาคผนวก ก หน้า 324) เพื่อตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาโดยพิจารณาว่าแต่ละรายการประเมินที่ได้กำหนดเป็นตัวบ่งชี้ถึงความเหมาะสมของแผนการสอนนั้นมีความเหมาะสมที่จะนำมาใช้ประเมินลักษณะในแต่ละองค์ประกอบของแผนการสอนหรือไม่ โดยใช้ค่าดัชนีความสอดคล้องเป็นเกณฑ์การตัดสิน ผลการตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาพบว่า รายการประเมินในแบบประเมินรายการสะท้อนความเหมาะสมของบทเรียนคณิตศาสตร์ มีค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่าง 0.80-1.00 (ดูตาราง 26 ในภาคผนวก จ หน้า 430)

ขั้นที่ 6 ตรวจสอบความสมบูรณ์ของแบบประเมินรายการสะท้อนความเหมาะสมของบทเรียนคณิตศาสตร์เพื่อเตรียมนำไปใช้เก็บรวบรวมข้อมูล (ดูภาคผนวก ข หน้า 343-346)

7. แบบทดสอบวัดความรู้ความเข้าใจในมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์เรื่องเศษส่วน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 เป็นเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อการประเมินผลความรู้ความเข้าใจในมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ ซึ่งครูประจำการคณิตศาสตร์ที่มีส่วนร่วมในการศึกษาและพัฒนาบทเรียนร่วมกันสร้างเครื่องมือดังกล่าวตามขั้นตอนต่อไปนี้

ขั้นที่ 1 ศึกษาหลักการพื้นฐานของการวัดเชิงปริมาณและแนวทางการสร้างเครื่องมือในการเก็บรวบรวมข้อมูลในส่วน of แบบทดสอบที่มีลักษณะเป็นแบบปรนัยชนิดเลือกตอบ

ขององอาจ นัยวัฒน์ (2551: 146-152; 159-162) ศึกษาการตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือวัดและแนวทางการสร้างเครื่องมือในการเก็บรวบรวมข้อมูลในส่วนของแบบทดสอบที่มีลักษณะเป็นแบบปรนัย ชนิดเลือกตอบของบุญเชิด ภิญโญนนท์พงษ์ (2547: 45-66; 151-243) ศึกษาการวัดพฤติกรรมด้านพุทธิพิสัยทางคณิตศาสตร์ คุณลักษณะที่ดีของแบบทดสอบ การวิเคราะห์ข้อสอบ และการสร้างเครื่องมือในการเก็บรวบรวมข้อมูลในส่วนของแบบทดสอบทางคณิตศาสตร์ที่มีลักษณะเป็นแบบปรนัย ชนิดเลือกตอบของพร้อมพรรณ อุดมสิน (2538: 45-59; 60-75; 109-150) และศึกษาแนวทางการสร้างแบบทดสอบวัดความรู้ความเข้าใจในมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนในงานวิจัยของบรรหาญ จิตหวัง (2544) และเพ็ญพรรณ กริ่งไกร (2539)

ขั้นที่ 2 ศึกษาและวิเคราะห์มาตรฐานการเรียนรู้ ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง เนื้อหา และมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์เรื่องเศษส่วน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 และจุดประสงค์การเรียนรู้

ขั้นที่ 3 สร้างตารางวิเคราะห์ความสอดคล้องระหว่างเนื้อหา มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ จุดประสงค์การเรียนรู้ กับข้อสอบในแบบทดสอบวัดความรู้ความเข้าใจในมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์เรื่อง เศษส่วน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ดังตัวอย่างต่อไปนี้

เนื้อหา	มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์	จุดประสงค์การเรียนรู้	ข้อสอบข้อที่
1. ความหมายของเศษส่วน			
1.1 เศษส่วนของสิ่งของหนึ่งสิ่ง	1. ตัวเศษแสดงจำนวนที่กล่าวถึง ตัวส่วนแสดงจำนวนส่วนแบ่งทั้งหมดที่เท่าๆ กัน	1. บอกความหมายของเศษส่วนจากสิ่งของหนึ่งสิ่งได้	1 และ 2
1.2 เศษส่วนของสิ่งของหนึ่งกลุ่ม	2. ตัวเศษแสดงจำนวนกลุ่มที่กล่าวถึง ตัวส่วนแสดงจำนวนที่แบ่งเป็นกลุ่มเท่าๆ กัน	2. บอกความหมายของเศษส่วนจากสิ่งของหนึ่งกลุ่มได้	

ขั้นที่ 4 นำผลการศึกษาในขั้นที่ 1 และ 2 และการดำเนินงานในขั้นที่ 3 มาใช้ประกอบการสร้างแบบทดสอบวัดความรู้ความเข้าใจในมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์เรื่อง เศษส่วน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 1 ฉบับ เป็นแบบทดสอบที่มีลักษณะเป็นแบบปรนัยชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก มีจำนวนข้อสอบทั้งหมด 30 ข้อ ซึ่งนักเรียนแต่ละคนจะต้องเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียวตามลักษณะของข้อคำถาม โดยมีเกณฑ์การให้คะแนนดังนี้

ถ้าตอบถูก ให้ข้อละ 1 คะแนน

ถ้าตอบผิดหรือไม่ตอบ ให้ข้อละ 0 คะแนน

ขั้นที่ 5 นำแบบทดสอบดังกล่าวเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญภายนอกและศึกษานิเทศก์ที่มีส่วนร่วมในการศึกษาและพัฒนาบทเรียน จำนวน 5 คน (ดูรายนามในภาคผนวก ก หน้า 324) เพื่อตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาโดยพิจารณาความสอดคล้องระหว่างเนื้อหา มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ และจุดประสงค์การเรียนรู้กับเนื้อหาของข้อสอบ โดยใช้ค่าดัชนีความสอดคล้องเป็นเกณฑ์การตัดสิน ผลการตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาพบว่า ข้อสอบในแบบทดสอบวัดความรู้ความเข้าใจในมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์เรื่อง เศษส่วน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 มีค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่าง 0.60-1.00

ขั้นที่ 6 นำแบบทดสอบดังกล่าวซึ่งมีจำนวนข้อสอบทั้งหมด 30 ข้อ ไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนชลประทานสงเคราะห์ จำนวน 38 คน โดยใช้เวลา 1 ชั่วโมง 30 นาที สำหรับการตอบแบบทดสอบ แล้วนำคะแนนจากการตอบแบบทดสอบของนักเรียนมาวิเคราะห์หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ โดยใช้สูตรคูเดอร์-ริชาร์ดสัน (Kuder-Richardson) สูตร 20 (KR-20) ค่าความยากง่าย และค่าอำนาจจำแนก โดยมีเกณฑ์ค่าความเชื่อมั่นตั้งแต่ 0.60 ขึ้นไป ค่าความยากง่ายอยู่ระหว่าง 0.20-0.80 และค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไป ผลการวิเคราะห์ข้อสอบทั้ง 30 ข้อ พบว่า ค่าความเชื่อมั่นมีค่า 0.71 ค่าความยากง่ายมีค่าระหว่าง 0.11-0.68 และค่าอำนาจจำแนกมีค่าระหว่าง -0.21-0.63

ขั้นที่ 7 จากการดำเนินงานในขั้นที่ 6 ทำให้ได้จำนวนข้อสอบที่มีค่าความยากง่าย และค่าอำนาจจำแนกเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้จำนวน 24 ข้อ จึงคัดเลือกข้อสอบไว้จำนวน 20 ข้อ ซึ่งยังมีความครอบคลุมจุดประสงค์การเรียนรู้ (ดูตาราง 27 ในภาคผนวก จ หน้า 431-435) โดยพิจารณาคัดเลือกข้อสอบที่มีค่าความยากง่ายที่ดีกว่า มีค่าอำนาจจำแนกที่สูงกว่า สำหรับในกรณีที่มีค่าความยากง่ายใกล้เคียงกันจะเลือกข้อสอบที่มีค่าอำนาจจำแนกที่สูงกว่าเพื่อนำไปทดลองใช้ครั้งที่ 2

ขั้นที่ 8 นำแบบทดสอบดังกล่าวซึ่งมีจำนวนข้อสอบทั้งหมด 20 ข้อ ไปทดลองใช้ครั้งที่ 2 กับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนชลประทานสงเคราะห์ จำนวน 38 คนซึ่งไม่ใช่ นักเรียนกลุ่มเดิมโดยใช้เวลา 1 ชั่วโมง สำหรับการตอบแบบทดสอบ แล้วนำคะแนนจากการตอบแบบทดสอบของนักเรียนมาวิเคราะห์ ซึ่งผลการวิเคราะห์ข้อสอบทั้ง 20 ข้อ พบว่า ค่าความเชื่อมั่นมีค่า 0.79 ค่าความยากง่ายมีค่าระหว่าง 0.21-0.68 และค่าอำนาจจำแนกมีค่าระหว่าง 0.21-0.68 (ดูตาราง 28 ในภาคผนวก จ หน้า 435)

ขั้นที่ 9 นำแบบทดสอบวัดความรู้ความเข้าใจในมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์เรื่อง เศษส่วน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่มีจำนวนข้อสอบทั้งหมด 20 ข้อ คะแนนเต็ม 20 คะแนน โดยใช้เวลา 1 ชั่วโมงสำหรับการตอบแบบทดสอบ มาจัดรูปแบบให้สมบูรณ์เพื่อเตรียมนำไปใช้เก็บรวบรวมข้อมูลกับนักเรียนจำนวน 73 คน ในการวิจัยต่อไป (ดูภาคผนวก ข หน้า 347-352)

8. แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์เรื่อง เศษส่วน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 เป็นเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อการประเมินผลความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ซึ่งครูประจำการคณิตศาสตร์ที่มีส่วนร่วมในการศึกษาและพัฒนาบทเรียนร่วมกันสร้างเครื่องมือดังกล่าวตามขั้นตอนต่อไปนี้

ขั้นที่ 1 ศึกษาหลักการพื้นฐานของการวัดเชิงปริมาณและแนวทางการสร้างเครื่องมือในการเก็บรวบรวมข้อมูลในส่วนของแบบทดสอบที่มีลักษณะเป็นแบบอัตนัยชนิดเขียนตอบ ขององอาจ นัยพัฒน์ (2551: 146-152; 159-162) ศึกษาการตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือวัดและแนวทางการสร้างเครื่องมือในการเก็บรวบรวมข้อมูลในส่วนของแบบทดสอบที่มีลักษณะเป็นแบบอัตนัยชนิดเขียนตอบของบุญเชิด ภิญโญนันตพงษ์ (2547: 45-66; 151-243) ศึกษาการวัดพฤติกรรมด้านพุทธิพิสัยทางคณิตศาสตร์ คุณลักษณะที่ดีของแบบทดสอบ การวิเคราะห์ข้อสอบ และการสร้างเครื่องมือในการเก็บรวบรวมข้อมูลในส่วนของแบบทดสอบทางคณิตศาสตร์ที่มีลักษณะเป็นแบบอัตนัยชนิดเขียนตอบของพร้อมพรรณ อุดมสิน (2538: 29-33; 60-75; 109-150)

ขั้นที่ 2 ศึกษาและวิเคราะห์มาตรฐานการเรียนรู้ ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง เนื้อหาคณิตศาสตร์เรื่องเศษส่วน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 และจุดประสงค์การเรียนรู้

ขั้นที่ 3 สร้างตารางวิเคราะห์ความสอดคล้องระหว่างเนื้อหาคณิตศาสตร์ จุดประสงค์การเรียนรู้ กับข้อสอบในแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์เรื่อง เศษส่วน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ดังตัวอย่างต่อไปนี้

เนื้อหา	จุดประสงค์การเรียนรู้	ข้อสอบข้อที่
1. โจทย์ปัญหาการบวกและการลบ เศษส่วน	เมื่อกำหนดโจทย์ปัญหาการบวกหรือการลบเศษส่วน ที่ตัวส่วนตัวหนึ่งเป็นพหุคูณของตัวส่วนอีกตัวหนึ่งให้สามารถวิเคราะห์โจทย์ เลือกวิธีการแก้ปัญหา แสดงวิธีทำเพื่อหาคำตอบ พร้อมทั้งตระหนักถึงความสมเหตุสมผลของคำตอบได้	1 และ 2

ขั้นที่ 4 นำผลการศึกษาในขั้นที่ 1 และ 2 และการดำเนินงานในขั้นที่ 3 มาใช้เป็นกรอบในการสร้างแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์เรื่อง เศษส่วน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 1 ฉบับ เป็นแบบทดสอบที่มีลักษณะเป็นแบบอัตนัยชนิดเขียนตอบ มีจำนวนข้อสอบทั้งหมด 6 ข้อ ข้อละ 6 คะแนน รวม 36 คะแนน และกำหนดเกณฑ์การให้คะแนนโดยการวิเคราะห์ (Analytic Scoring) ในการตรวจข้อสอบแต่ละข้อ โดยกำหนดระดับคะแนนแยกแยะ

ลงไปในส่วนตอนของกระบวนการแก้ปัญหาซึ่งปรับปรุงมาจากงานของ ชาลส์ เลสเตอร์ และโอดาฟเฟอร์ (Charles; Lester; & O'Daffer. 1987: 30-35)

ขั้นที่ 5 นำแบบทดสอบดังกล่าวเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญภายนอกและศึกษานิเทศก์ที่มีส่วนร่วมในการศึกษาและพัฒนาบทเรียน จำนวน 5 คน (ดูรายนามในภาคผนวก ก หน้า 324) เพื่อตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาโดยพิจารณาความสอดคล้องระหว่างเนื้อหาคณิตศาสตร์จุดประสงค์การเรียนรู้ กับเนื้อหาของข้อสอบโดยใช้ค่าดัชนีความสอดคล้องเป็นเกณฑ์การตัดสิน ผลการตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาพบว่า ข้อสอบในแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์เรื่อง เศษส่วน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 มีค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่าง 0.80-1.00

ขั้นที่ 6 นำแบบทดสอบดังกล่าวซึ่งมีจำนวนข้อสอบทั้งหมด 6 ข้อ ไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนชลประทานสงเคราะห์ จำนวน 38 คน โดยใช้เวลา 1 ชั่วโมง 30 นาทีสำหรับการตอบแบบทดสอบ และทดลองใช้เกณฑ์การให้คะแนนโดยการวิเคราะห์ในการตรวจข้อสอบแต่ละข้อ จากนั้นจึงนำคะแนนจากการตอบแบบทดสอบของนักเรียนมาวิเคราะห์หาความเชื่อมั่นของแบบทดสอบโดยใช้สูตรสัมประสิทธิ์แอลฟา (Alpha Coefficient) ของ ลี เจ ครอนบาค (Lee J. Cronbach) ค่าความยากง่าย และค่าอำนาจจำแนก โดยมีเกณฑ์ค่าความเชื่อมั่นตั้งแต่ 0.60 ขึ้นไป ค่าความยากง่ายอยู่ระหว่าง 0.20-0.80 และค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไป ผลการวิเคราะห์ข้อสอบทั้ง 6 ข้อ พบว่า ค่าความเชื่อมั่นมีค่า 0.72 ค่าความยากง่ายมีค่าระหว่าง 0.39-0.51 และค่าอำนาจจำแนกมีค่าระหว่าง 0.18-0.37

ขั้นที่ 7 จากการดำเนินงานในขั้นที่ 6 ทำให้ได้จำนวนข้อสอบที่มีค่าความยากง่าย และค่าอำนาจจำแนกเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้จำนวน 5 ข้อ จึงคัดเลือกข้อสอบไว้จำนวน 4 ข้อ ซึ่งครอบคลุมจุดประสงค์การเรียนรู้ (ดูตาราง 29 ในภาคผนวก จ หน้า 436) โดยพิจารณาคัดเลือกข้อสอบที่มีค่าความยากง่ายที่ดีกว่า มีค่าอำนาจจำแนกที่สูงกว่า สำหรับในกรณีที่มีค่าความยากง่ายใกล้เคียงกันจะเลือกข้อสอบที่มีค่าอำนาจจำแนกที่สูงกว่าเพื่อนำไปทดลองใช้ครั้งที่ 2

ขั้นที่ 8 นำแบบทดสอบดังกล่าวซึ่งมีจำนวนข้อสอบทั้งหมด 4 ข้อไปทดลองใช้ครั้งที่ 2 กับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนชลประทานสงเคราะห์จำนวน 38 คนซึ่งไม่ใช่ นักเรียนกลุ่มเดิมโดยใช้เวลา 1 ชั่วโมงสำหรับการตอบแบบทดสอบ และทดลองใช้เกณฑ์การให้คะแนนโดยการวิเคราะห์ในการตรวจข้อสอบแต่ละข้ออีกครั้ง จากนั้นจึงนำคะแนนจากการตอบแบบทดสอบของนักเรียนมาวิเคราะห์ ซึ่งผลการวิเคราะห์ข้อสอบทั้ง 4 ข้อ พบว่า ค่าความเชื่อมั่นมีค่า 0.77 ค่าความยากง่ายมีค่าระหว่าง 0.50-0.52 และค่าอำนาจจำแนกมีค่าระหว่าง 0.32-0.42 (ดูตาราง 30 ในภาคผนวก จ หน้า 436)

ขั้นที่ 9 นำแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์เรื่องเศษส่วน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่มีจำนวนข้อสอบทั้งหมด 4 ข้อ ข้อละ 6 คะแนน รวม 24 คะแนน โดยใช้เวลา 1 ชั่วโมงสำหรับการตอบแบบทดสอบ มาจัดรูปแบบให้สมบูรณ์เพื่อเตรียมนำไปใช้เก็บรวบรวมข้อมูลกับนักเรียนจำนวน 73 คน ในการวิจัยต่อไป (ดูภาคผนวก ข หน้า 353-360)

2. ดำเนินงานพัฒนาครูประจำการคณิตศาสตร์ด้วยวิธีการศึกษาและพัฒนาบทเรียนตามกระบวนการของการศึกษาและพัฒนาบทเรียน

การดำเนินงานพัฒนาครูประจำการคณิตศาสตร์ด้วยวิธีการศึกษาและพัฒนาบทเรียนเป็นการทำงานร่วมกันของครูประจำการคณิตศาสตร์ตามกระบวนการของการศึกษาและพัฒนาบทเรียนซึ่งมี 8 ขั้นตอน ได้แก่ 1) การกำหนดเป้าหมายหลัก 2) การศึกษาค้นคว้า 3) การออกแบบบทเรียน 4) การจัดการเรียนการสอนรอบแรก 5) การสะท้อนผล 6) การปรับปรุงบทเรียน 7) การจัดการเรียนการสอนรอบที่สอง และ 8) การสะท้อนผลและแลกเปลี่ยนเรียนรู้ ทั้งนี้ครูประจำการคณิตศาสตร์ได้รับคำปรึกษาและการสนับสนุนจากผู้บริหารโรงเรียน และได้รับคำปรึกษาตลอดจนมีการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ร่วมกับผู้เชี่ยวชาญภายนอก ศึกษานิเทศก์ และผู้วิจัย ดังรายละเอียดการดำเนินงานตามกระบวนการของการศึกษาและพัฒนาบทเรียนดังต่อไปนี้

ขั้นตอนที่ 1 การกำหนดเป้าหมายหลัก เป็นกระบวนการที่ครูประจำการคณิตศาสตร์ร่วมกันกำหนดกฎเกณฑ์พื้นฐานสำหรับการทำงานร่วมกัน และกำหนดเป้าหมายหลักซึ่งเป็นเป้าหมายของการศึกษาและพัฒนาบทเรียนให้มีความสอดคล้องกับเป้าหมายในการพัฒนาหรือแก้ปัญหการเรียนรู้ของนักเรียนในโรงเรียน และเลือกเนื้อหาคณิตศาสตร์ที่ตรงกับเป้าหมายดังกล่าว โดยพิจารณาจากเนื้อหาคณิตศาสตร์ที่เป็นปัญหาในการจัดการเรียนการสอน หรือมีความยากสำหรับนักเรียนในการเรียนรู้

การดำเนินงานในขั้นตอนนี้มีรายละเอียดดังนี้

1. ครูประจำการคณิตศาสตร์ร่วมกันกำหนดกฎเกณฑ์พื้นฐานสำหรับการทำงานร่วมกัน โดยใช้ข้อคำถามจากแบบสอบถาม (ดูภาคผนวก ง หน้า 418-419) โดยมีข้อสรุปที่ยึดถือเป็นกฎเกณฑ์พื้นฐานสำหรับการทำงานร่วมกันในการศึกษาและพัฒนาบทเรียนดังต่อไปนี้

1.1 ในการทำงานร่วมกันให้คำนึงถึงเป้าหมายของการศึกษาและพัฒนาบทเรียนเป็นสำคัญ โดยเข้าร่วมประชุมพร้อมกันในวันอังคารช่วงบ่าย (เวลาประมาณ 13.30 น. ถึง 16.30 น.) ของทุกสัปดาห์อย่างต่อเนื่อง

1.2 ในการวิเคราะห์ แสดงความคิดเห็น ชักถาม และอภิปรายกันควรเปิดโอกาสให้เพื่อนร่วมงานได้มีส่วนร่วมแสดงความคิดเห็นโดยมุ่งเน้นการแสดงความคิดเห็นในเชิงบวก ให้เกียรติยอมรับฟังความคิดเห็นซึ่งกันและกัน และควรมีการแสดงผลประกอบการแสดงความคิดเห็นอย่างตรงประเด็น

1.3 เมื่อมีความขัดแย้งหรือความคิดเห็นที่ไม่ตรงกันเกิดขึ้น ให้คำนึงถึงประโยชน์ของนักเรียนเป็นสำคัญ ซึ่งการยุติหรือหาทางออกให้กับข้อขัดแย้งนั้นให้พิจารณาจากการแสดงผลในเชิงยืนยันหรือคัดค้าน โดยให้ยึดถือการแสดงผลที่มีคำอธิบายเกี่ยวกับความคิดและความสามารถในการเรียนรู้ของนักเรียนในห้องเรียนหรือประสบการณ์ในการจัดการเรียนการสอนของครูประจำการคณิตศาสตร์เป็นสำคัญ จากนั้นจึงร่วมกันหาข้อสรุปซึ่งเป็นที่ยอมรับได้

1.4 เมื่อมีโอกาสได้สังเกตการจัดการเรียนการสอนในห้องเรียน ผู้เข้าร่วมสังเกตไม่ควรแสดงพฤติกรรมรบกวนบรรยากาศการเรียนการสอน เช่น ให้คำแนะนำแก่นักเรียน พูดคุยกันหรือส่งเสียงรบกวนขณะที่มีการเรียนการสอน แต่ควรให้ความสำคัญกับการสังเกตและจดบันทึกข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการแสดงออกซึ่งความคิดและความสามารถในการเรียนรู้คณิตศาสตร์ของนักเรียน การมีปฏิสัมพันธ์ในห้องเรียน การทำกิจกรรมหน้าชั้นเรียนของนักเรียน เช่น การเขียนแสดงความคิดบนกระดานดำ เป็นต้น ทั้งนี้มีการอนุญาตให้บันทึกภาพและวิดีโอประกอบเหตุการณ์ในการจัดการเรียนการสอนในห้องเรียนได้

2. ครูประจำการคณิตศาสตร์ร่วมกันกำหนดเป้าหมายหลักของการศึกษาและพัฒนาบทเรียนครั้งนี้ไว้ว่า เพื่อพัฒนานักเรียนให้มีความรู้ความเข้าใจในมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ และมีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ซึ่งผู้ที่มีส่วนร่วมในการศึกษาและพัฒนาบทเรียนทั้งหมดได้ร่วมกันกำหนดเกณฑ์การบรรลุเป้าหมายหลักของการศึกษาและพัฒนาบทเรียนครั้งนี้ ได้แก่ 1) มีจำนวนนักเรียนที่ใช้สำหรับการจัดการเรียนการสอนรอบแรกและรอบที่สอง แต่ละรอบไม่น้อยกว่าร้อยละ 70 ที่มีคะแนนความรู้ความเข้าใจในมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ หลังเรียนไม่น้อยกว่าร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม และ 2) มีจำนวนนักเรียนที่ใช้สำหรับการจัดการเรียนการสอนรอบแรกและรอบที่สอง แต่ละรอบไม่น้อยกว่าร้อยละ 70 ที่มีคะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ หลังเรียนไม่น้อยกว่าร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม โดยที่ครูประจำการคณิตศาสตร์ร่วมกันเลือกเนื้อหาที่ใช้ในการศึกษาและพัฒนาบทเรียนเป็นเนื้อหาคณิตศาสตร์เรื่อง เศษส่วน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 เนื่องจากเป็นเนื้อหาที่ยากสำหรับการจัดการเรียนการสอน และยากสำหรับนักเรียนในการเรียนรู้

ขั้นตอนที่ 2 การศึกษาค้นคว้า เป็นกระบวนการที่ครูประจำการคณิตศาสตร์ร่วมกันศึกษากระบวนการของการศึกษาและพัฒนาบทเรียน การจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ การวัดและประเมินผลการเรียนรู้คณิตศาสตร์ของนักเรียน การพัฒนาและหาคุณภาพเครื่องมือวัดและประเมินผลการเรียนรู้คณิตศาสตร์ของนักเรียน และฝึกทักษะการสังเกตและวิเคราะห์ความคิดและความสามารถในการเรียนรู้คณิตศาสตร์ของนักเรียน ตลอดจนศึกษาค้นคว้าเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องเพื่อนำมาใช้ออกแบบบทเรียน

การดำเนินงานในขั้นตอนนี้มีรายละเอียดดังนี้

1. ครูประจำการคณิตศาสตร์เข้าร่วมการฝึกอบรมเชิงปฏิบัติการการดำเนินงานตามกระบวนการของการศึกษาและพัฒนาบทเรียน และฝึกทักษะการสังเกตและวิเคราะห์ความคิดและความสามารถในการเรียนรู้คณิตศาสตร์ของนักเรียนโดยใช้วิธีทัศน์การจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ของครูประจำการคณิตศาสตร์ในประเทศญี่ปุ่น และวิธีทัศน์การสาธิตการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ของครูประจำการคณิตศาสตร์ประเทศญี่ปุ่นซึ่งมีการบันทึกไว้จากการสัมมนาเชิงปฏิบัติการเกี่ยวกับการศึกษาและพัฒนาบทเรียนในประเทศไทยที่จัดขึ้นโดยมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนดุสิต และมหาวิทยาลัยขอนแก่น ในการฝึกอบรมครั้งนี้มีผู้วิจัยเป็นผู้ให้ความรู้และประสบการณ์ และมีผู้เชี่ยวชาญภายนอก และศึกษานิเทศก์เข้าร่วมรับฟังและแลกเปลี่ยนความคิดเห็น (ดูตัวอย่างภาพประกอบการฝึกอบรมในภาคผนวก ง หน้า 420)

2. ครูประจำการคณิตศาสตร์เข้าร่วมการฝึกอบรมเชิงปฏิบัติการการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์เรื่อง เศษส่วน และการวัดและประเมินผลการเรียนรู้คณิตศาสตร์ของนักเรียน โดยมีผู้เชี่ยวชาญภายนอกเป็นผู้ให้ความรู้และประสบการณ์ (ดูตัวอย่างภาพประกอบการฝึกอบรมในภาคผนวก ง หน้า 421)

3. ครูประจำการคณิตศาสตร์เข้าร่วมการฝึกอบรมเชิงปฏิบัติการการพัฒนาและหาคุณภาพเครื่องมือวัดและประเมินผลการเรียนรู้คณิตศาสตร์ของนักเรียน โดยมีผู้วิจัยเป็นผู้ให้ความรู้และประสบการณ์ (ดูตัวอย่างการนำเสนอในภาคผนวก ง หน้า 422)

4. ครูประจำการคณิตศาสตร์ร่วมกันศึกษาค้นคว้าเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์เรื่อง เศษส่วน การจัดการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาความรู้ความเข้าใจในมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ และการจัดการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน เพื่อนำมาใช้ออกแบบบทเรียนคณิตศาสตร์ โดยมีผู้วิจัยเป็นผู้ให้คำปรึกษา

ขั้นตอนที่ 3 การออกแบบบทเรียน เป็นกระบวนการที่ครูประจำการคณิตศาสตร์ ร่วมกันจัดทำบทเรียนคณิตศาสตร์ในรูปแบบของหน่วยการเรียนรู้สำหรับการจัดการเรียนการสอนรอบแรก โดยมีการวิเคราะห์และกำหนดมโนทัศน์หลักทางคณิตศาสตร์ ศักยภาพมาตรฐานการเรียนรู้ ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง เพื่อกำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้ให้สอดคล้องกับเป้าหมายหลักที่วางไว้ ตัดสินใจเลือกวิธีสอนหรือรูปแบบการสอนเป็นแนวทางสำหรับจัดกิจกรรมการเรียนการสอน จัดทำสื่อการเรียนการสอน กำหนดวิธีวัดและประเมินผลการเรียนรู้ ตลอดจนพัฒนาและหาคุณภาพเครื่องมือวัดผลการเรียนรู้คณิตศาสตร์ของนักเรียน

การดำเนินงานในขั้นตอนนี้มีรายละเอียดดังนี้

1. ครูประจำการคณิตศาสตร์ร่วมกันจัดทำบทเรียนคณิตศาสตร์ขึ้นสำหรับการจัดการเรียนการสอนรอบแรกในรูปแบบของหน่วยการเรียนรู้จำนวน 1 หน่วยการเรียนรู้ ประกอบด้วยแผนการสอนทั้งหมดจำนวน 22 แผนการสอน มีจำนวนชั่วโมงที่ใช้จัดการเรียนการสอนทั้งหมด 29 ชั่วโมง โดยเลือกใช้รูปแบบของการจัดการเรียนการสอนเพื่อพัฒนานักเรียนให้มีความรู้ความเข้าใจในมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของลาสเลย์ และแมทซินสกี (Lasley; & Matczynski. 1997) ซึ่งประกอบด้วย 5 ขั้นตอน ได้แก่ 1) การกำหนดมโนทัศน์หลัก 2) การให้ตัวอย่าง 3) การตั้งสมมติฐาน 4) การสรุปมโนทัศน์ และ 5) การนำไปใช้ เป็นแนวทางในการออกแบบบทเรียนและจัดกิจกรรมการเรียนการสอนในแผนการสอนที่ 1-10, 12-14, 16-19 และ 21 เพื่อพัฒนานักเรียนให้มีความรู้ความเข้าใจในมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ และใช้กระบวนการแก้ปัญหาสี่ขั้นตอนของโพลยา (Polya. 1957: 16-17) ซึ่งได้แก่ 1) ทำความเข้าใจปัญหา 2) วางแผนการแก้ปัญหา 3) ดำเนินการตามแผน และ 4) ตรวจสอบเพิ่มเติมการขยายปัญหาโดยให้นักเรียนเสนอปัญหาใหม่ที่มีโครงสร้างของปัญหาเดิมหรือมีโครงสร้างคล้ายกับปัญหาเดิม และมีการจดบันทึกการแก้ปัญหาตามแนวคิดของเทรัทแมนและลิชเทนเบิร์ก (Troutman; & Lichtenberg. 1995: 4-7) เป็นแนวทางในการออกแบบบทเรียนและจัดกิจกรรมการเรียนการสอนในแผนการสอนที่ 11, 15, 20 และ 22 เพื่อพัฒนานักเรียนให้มีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ (ดูตัวอย่างบทเรียนคณิตศาสตร์ในภาคผนวก ค หน้า 363)

2. นำบทเรียนคณิตศาสตร์สำหรับการจัดการเรียนการสอนรอบแรกเสนอต่อครูวิชาการเพื่อรับฟังความคิดเห็น และเตรียมนำไปใช้ในการจัดการเรียนการสอนในห้องเรียนจริง

3. ครูประจำการคณิตศาสตร์ร่วมกันพัฒนาและหาคุณภาพเครื่องมือวัดและประเมินผลการเรียนรู้คณิตศาสตร์ของนักเรียน ซึ่งเป็นเครื่องมือที่ผู้วิจัยใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลในการวิจัยครั้งนี้ (ดูขั้นตอนการสร้างเครื่องมือในหน้า 176-181)

ขั้นตอนที่ 4 การจัดการเรียนการสอนรอบแรก เป็นกระบวนการที่ครูประจำการคณิตศาสตร์จัดการเรียนการสอนในห้องเรียนจริงด้วยบทเรียนคณิตศาสตร์สำหรับการจัดการเรียนการสอนรอบแรก โดยมีผู้สอนจัดการเรียนการสอนในห้องเรียนที่รับผิดชอบเป็นปกติ และมีครูประจำการคณิตศาสตร์คนอื่น ๆ ร่วมสังเกตและเก็บรวบรวมเหตุการณ์ที่เกี่ยวข้องกับความคิดและความสามารถในการเรียนรู้คณิตศาสตร์ของนักเรียน การมีปฏิสัมพันธ์ในห้องเรียนระหว่างผู้สอนกับนักเรียนและระหว่างนักเรียนด้วยกันเอง ด้วยการจดบันทึก บันทึกภาพ และบันทึกวีดิทัศน์เพื่อนำมาเป็นข้อมูลประกอบการสะท้อนผล

การดำเนินงานในขั้นตอนนี้มีรายละเอียดดังนี้

1. การจัดการเรียนการสอนรอบแรก มีครูประจำการคณิตศาสตร์ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 เป็นผู้สอนในห้องเรียนที่รับผิดชอบเป็นปกติ โดยมีการจัดการเรียนการสอนกับนักเรียนจำนวน 39 คน ด้วยบทเรียนคณิตศาสตร์สำหรับการจัดการเรียนการสอนรอบแรก ซึ่งมีการจัดการเรียนการสอน 4 ชั่วโมงต่อสัปดาห์ โดยมีกำหนดการดังตาราง 6

ตาราง 6 แสดงกำหนดการจัดการจัดการเรียนการสอนรอบแรกกับนักเรียนจำนวน 39 คน ในปีการศึกษา 2551

แผนการสอนที่	เรื่อง	จำนวนชั่วโมง	วันที่
1	ทบทวนความหมายของเศษส่วน	1 ชั่วโมง	4 ส.ค.
2	เศษส่วนที่เท่ากัน	1 ชั่วโมง	5 ส.ค.
3	การเปรียบเทียบเศษส่วน	2 ชั่วโมง	6-7 ส.ค.
4	เศษส่วนอย่างต่ำ	1 ชั่วโมง	11 ส.ค.
5	เศษส่วนที่เท่ากับจำนวนนับ	1 ชั่วโมง	13 ส.ค.
6	ชนิดของเศษส่วน (เศษส่วนแท้และเศษเกิน)	1 ชั่วโมง	14 ส.ค.
7	ชนิดของเศษส่วน (จำนวนคละ)	1 ชั่วโมง	18 ส.ค.
8	ชนิดของเศษส่วน (เศษเกินและจำนวนคละ)	1 ชั่วโมง	19 ส.ค.
9	การบวกและลบเศษส่วน	2 ชั่วโมง	20-21 ส.ค.
10	สมบัติของการบวกเศษส่วน	1 ชั่วโมง	25 ส.ค.
11	โจทย์ปัญหาการบวกและการลบเศษส่วน	2 ชั่วโมง	26-27 ส.ค.
12	การคูณเศษส่วน (การคูณเศษส่วนด้วยจำนวนนับ)	1 ชั่วโมง	28 ส.ค.
13	การคูณเศษส่วน (การคูณจำนวนนับด้วยเศษส่วน)	1 ชั่วโมง	1 ก.ย.
14	การคูณเศษส่วน (การคูณเศษส่วนกับเศษส่วน)	1 ชั่วโมง	2 ก.ย.
15	โจทย์ปัญหาการคูณเศษส่วน	2 ชั่วโมง	3-4 ก.ย.
16	การหารเศษส่วน (ส่วนกลับของเศษส่วน)	1 ชั่วโมง	8 ก.ย.

ตาราง 6 (ต่อ)

แผนการสอนที่	เรื่อง	จำนวนชั่วโมง	วันที่
17	การหารเศษส่วน (การหารจำนวนนับด้วยเศษส่วน)	1 ชั่วโมง	9 ก.ย.
18	การหารเศษส่วน (การหารเศษส่วนด้วยจำนวนนับ)	1 ชั่วโมง	10 ก.ย.
19	การหารเศษส่วน (การหารเศษส่วนด้วยเศษส่วน)	1 ชั่วโมง	11 ก.ย.
20	โจทย์ปัญหาการหารเศษส่วน	2 ชั่วโมง	15-16 ก.ย.
21	การบวก ลบ และคูณเศษส่วนระคน	2 ชั่วโมง	17-18 ก.ย.
22	โจทย์ปัญหาการบวก ลบ และคูณเศษส่วนระคน	2 ชั่วโมง	22-23 ก.ย.
รวม		29 ชั่วโมง	

2. ขณะที่ผู้สอนจัดการเรียนการสอนในห้องเรียนจริง ครูประจำการคณิตศาสตร์คนอื่นๆ เข้าร่วมสังเกตและเก็บรวบรวมเหตุการณ์ที่เกี่ยวข้องกับความคิดและความสามารถในการเรียนรู้ของนักเรียน การมีปฏิสัมพันธ์ในห้องเรียนระหว่างผู้สอนกับนักเรียน และระหว่างนักเรียนด้วยกันเองด้วยการจดบันทึก ตลอดจนมีการบันทึกภาพ และวิดีโอเพื่อนำมาเป็นข้อมูลประกอบการสะท้อนผล (ดูตัวอย่างภาพประกอบการจัดการเรียนการสอนรอบแรกในภาคผนวก ง หน้า 423)

ขั้นตอนที่ 5 การสะท้อนผล เป็นกระบวนการที่ครูประจำการคณิตศาสตร์ร่วมกันวิเคราะห์ แสดงความคิดเห็น ชักถาม และอภิปรายกันภายหลังการจัดการเรียนการสอนรอบแรกเสร็จสิ้นลง การสะท้อนผลเริ่มด้วยผู้สอนแสดงความคิดเห็นต่อความสำเร็จและอุปสรรคที่ทำให้การจัดการเรียนการสอนบรรลุหรือไม่บรรลุจุดประสงค์การเรียนรู้ แล้วครูประจำการคณิตศาสตร์คนอื่นๆจึงมีการซักถาม และอภิปรายกันถึงสภาพการจัดการเรียนการสอนในห้องเรียนโดยมุ่งเน้นไปที่การวิเคราะห์ความคิดและความสามารถในการเรียนรู้คณิตศาสตร์ของนักเรียน มีการแสดงข้อมูลหรือเหตุการณ์ที่เก็บรวบรวมได้มาใช้ในการประกอบการให้เหตุผลเชิงยืนยันหรือคัดค้าน และหาข้อสรุปสำหรับการปรับปรุงให้เหมาะสมยิ่งขึ้นต่อไป

การดำเนินงานในขั้นตอนนี้เป็นไปตามกระบวนการดังกล่าวข้างต้น โดยครูประจำการคณิตศาสตร์ใช้ข้อมูลที่ได้เก็บรวบรวมได้ทั้งหมด ทั้งข้อมูลจากการจดบันทึก ข้อมูลจากภาพ และวิดีโอที่บันทึกได้จากการจัดการเรียนการสอนรอบแรกมาประกอบการสะท้อนผล (ดูตัวอย่างภาพประกอบการสะท้อนผลในภาคผนวก ง หน้า 424) ในขั้นตอนนี้ครูประจำการคณิตศาสตร์ยังได้มีการบันทึกผลการเรียนรู้จากการสะท้อนผลลงในแบบบันทึกผลการเรียนรู้ (Teachers' Learning Log) (ดูภาคผนวก ง หน้า 425)

ขั้นตอนที่ 6 การปรับปรุงบทเรียน เป็นกระบวนการที่ครูประจำการคณิตศาสตร์ ร่วมกันปรับปรุงบทเรียนคณิตศาสตร์ตามข้อสรุปที่ได้จากการสะท้อนผล ซึ่งอาจมีการปรับปรุงสื่อการเรียนการสอน การนำเสนอ การใช้คำถาม การให้ตัวอย่าง งานหรือโจทย์ปัญหา ทำให้ได้บทเรียนคณิตศาสตร์สำหรับการจัดการเรียนการสอนรอบที่สอง

การดำเนินงานในขั้นตอนนี้เป็นไปตามกระบวนการดังกล่าวข้างต้น ทำให้มีบทเรียนคณิตศาสตร์ที่ปรับปรุงแล้วสำหรับการจัดการเรียนการสอนรอบที่สอง ซึ่งประกอบด้วยแผนการสอนทั้งหมดจำนวน 22 แผนการสอน และมีจำนวนชั่วโมงที่ใช้จัดการเรียนการสอนทั้งหมด 29 ชั่วโมง จากนั้นนำบทเรียนคณิตศาสตร์สำหรับการจัดการเรียนการสอนรอบที่สองเสนอต่อครูวิชาการเพื่อรับฟังความคิดเห็นอีกครั้ง และเตรียมนำไปใช้จัดการเรียนการสอนรอบที่สอง ในขั้นตอนนี้ครูประจำการคณิตศาสตร์ยังได้มีการบันทึกผลการเรียนรู้จากการปรับปรุงบทเรียนลงในแบบบันทึกผลการเรียนรู้

ขั้นตอนที่ 7 การจัดการเรียนการสอนรอบที่สอง เป็นกระบวนการที่ครูประจำการคณิตศาสตร์จัดการเรียนการสอนในห้องเรียนจริงอีกครั้งที่ไม่ใช่ห้องเรียนเดิมด้วยบทเรียนคณิตศาสตร์สำหรับการจัดการเรียนการสอนรอบที่สอง โดยมีกระบวนการเช่นเดียวกับการจัดการเรียนการสอนรอบแรก

การดำเนินงานในขั้นตอนนี้เป็นไปตามกระบวนการดังกล่าวข้างต้น ครูประจำการคณิตศาสตร์ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 เป็นผู้สอนในห้องเรียนที่รับผิดชอบเป็นปกติ โดยมีการจัดการเรียนการสอนกับนักเรียนจำนวน 34 คน ด้วยบทเรียนคณิตศาสตร์สำหรับการจัดการเรียนการสอนรอบที่สอง ซึ่งมีการจัดการเรียนการสอน 4 ชั่วโมงต่อสัปดาห์ (ดูตัวอย่างภาพประกอบการจัดการเรียนการสอนรอบที่สองในภาคผนวก ง หน้า 426) โดยมีกำหนดการดังตาราง 7

ตาราง 7 แสดงกำหนดการจัดการจัดการเรียนการสอนรอบที่สองกับนักเรียนจำนวน 34 คน ในปีการศึกษา 2551

แผนการสอนที่	เรื่อง	จำนวนชั่วโมง	วันที่
1	ทบทวนความหมายของเศษส่วน	1 ชั่วโมง	3 พ.ย.
2	เศษส่วนที่เท่ากัน	1 ชั่วโมง	4 พ.ย.
3	การเปรียบเทียบเศษส่วน	2 ชั่วโมง	5-6 พ.ย.
4	เศษส่วนอย่างต่ำ	1 ชั่วโมง	10 พ.ย.
5	เศษส่วนที่เท่ากับจำนวนนับ	1 ชั่วโมง	11 พ.ย.
6	ชนิดของเศษส่วน (เศษส่วนแท้และเศษเกิน)	1 ชั่วโมง	12 พ.ย.
7	ชนิดของเศษส่วน (จำนวนคละ)	1 ชั่วโมง	13 พ.ย.

ตาราง 7 (ต่อ)

แผนการสอนที่	เรื่อง	จำนวนชั่วโมง	วันที่
8	ชนิดของเศษส่วน (เศษเกินและจำนวนคละ)	1 ชั่วโมง	17 พ.ย.
9	การบวกและลบเศษส่วน	2 ชั่วโมง	18-19 พ.ย.
10	สมบัติของการบวกเศษส่วน	1 ชั่วโมง	20 พ.ย.
11	โจทย์ปัญหาการบวกและการลบเศษส่วน	2 ชั่วโมง	24-25 พ.ย.
12	การคูณเศษส่วน (การคูณเศษส่วนด้วยจำนวนนับ)	1 ชั่วโมง	26 พ.ย.
13	การคูณเศษส่วน (การคูณจำนวนนับด้วยเศษส่วน)	1 ชั่วโมง	27 พ.ย.
14	การคูณเศษส่วน (การคูณเศษส่วนกับเศษส่วน)	1 ชั่วโมง	1 ธ.ค.
15	โจทย์ปัญหาการคูณเศษส่วน	2 ชั่วโมง	2-3 ธ.ค.
16	การหารเศษส่วน (ส่วนกลับของเศษส่วน)	1 ชั่วโมง	4 ธ.ค.
17	การหารเศษส่วน (การหารจำนวนนับด้วยเศษส่วน)	1 ชั่วโมง	8 ธ.ค.
18	การหารเศษส่วน (การหารเศษส่วนด้วยจำนวนนับ)	1 ชั่วโมง	9 ธ.ค.
19	การหารเศษส่วน (การหารเศษส่วนด้วยเศษส่วน)	1 ชั่วโมง	11 ธ.ค.
20	โจทย์ปัญหาการหารเศษส่วน	2 ชั่วโมง	15-16 ธ.ค.
21	การบวก ลบ และคูณเศษส่วนระคน	2 ชั่วโมง	17-18 ธ.ค.
22	โจทย์ปัญหาการบวก ลบ และคูณเศษส่วนระคน	2 ชั่วโมง	22-23 ธ.ค.
รวม		29 ชั่วโมง	

ขั้นตอนที่ 8 การสะท้อนผลและแลกเปลี่ยนเรียนรู้ เป็นกระบวนการที่ครูประจำการ คณิตศาสตร์ร่วมกันวิเคราะห์ แสดงความคิดเห็น ชักถาม และอภิปรายกันภายหลังการจัดการเรียนการสอนรอบที่สองเสร็จสิ้นลงโดยมีกระบวนการเช่นเดียวกับการสะท้อนผล ประกอบกับมีผู้เชี่ยวชาญ ภายนอก และศึกษานิเทศก์เข้าร่วมสะท้อนผลและแลกเปลี่ยนเรียนรู้ด้วย

การดำเนินงานในขั้นตอนนี้เป็นไปตามกระบวนการดังกล่าวข้างต้น ซึ่งครูประจำการ คณิตศาสตร์ยังได้มีการบันทึกผลการเรียนรู้จากการสะท้อนผลและแลกเปลี่ยนเรียนรู้ร่วมกับผู้เชี่ยวชาญภายนอกและศึกษานิเทศก์ลงในแบบบันทึกผลการเรียนรู้ (ดูตัวอย่างภาพประกอบการสะท้อนผลและแลกเปลี่ยนเรียนรู้ในภาคผนวก ง หน้า 427)

3. ดำเนินงานเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อนำมาใช้ประเมินผลการพัฒนาครูประจำการคณิตศาสตร์ ด้วยวิธีการศึกษาและพัฒนาบทเรียนในองค์ประกอบ 6 ด้าน ดังรายละเอียดต่อไปนี้

1) การยอมรับในการศึกษาและพัฒนาบทเรียน

ผู้วิจัยดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลด้วยแบบสะท้อนความเข้าใจและความคิดเห็นที่มีต่อการนำการศึกษาและพัฒนาบทเรียนมาใช้ในโรงเรียน และแบบสัมภาษณ์เพื่อศึกษาความเข้าใจและความคิดเห็นที่มีต่อการนำการศึกษาและพัฒนาบทเรียนมาใช้ในโรงเรียน ซึ่งมีการเก็บรวบรวมข้อมูลทั้งหมด 1 ครั้ง กับผู้ที่มีส่วนร่วมในการศึกษาและพัฒนาบทเรียน จำนวน 13 คน ได้แก่ ครูประจำการคณิตศาสตร์ จำนวน 5 คน ผู้บริหารโรงเรียน จำนวน 3 คน ผู้เชี่ยวชาญภายนอก จำนวน 1 คน และศึกษานิเทศก์ จำนวน 4 คน โดยให้ผู้ที่มีส่วนร่วมในการศึกษาและพัฒนาบทเรียนดังกล่าวตอบแบบสะท้อนความเข้าใจและความคิดเห็นหลังเข้าร่วมการวิจัยครบทุกขั้นตอน จากนั้นผู้วิจัยจึงใช้แบบสัมภาษณ์ในการสัมภาษณ์ผู้ที่มีส่วนร่วมในการศึกษาและพัฒนาบทเรียนดังกล่าวเพิ่มเติมเฉพาะในประเด็นที่ยังไม่ชัดเจน หรือยังไม่แน่ใจ

2) การเปลี่ยนแปลงความรู้ทางการสอนในเนื้อหาคณิตศาสตร์

ผู้วิจัยดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลด้วยแบบสอบถามและแบบสัมภาษณ์เพื่อศึกษาความรู้ทางการสอนในเนื้อหาคณิตศาสตร์เรื่อง เศษส่วน ซึ่งมีการเก็บรวบรวมข้อมูลทั้งหมด 2 ครั้ง กับครูประจำการคณิตศาสตร์ จำนวน 5 คน ในช่วงก่อนเข้าร่วมการวิจัยและหลังเข้าร่วมการวิจัยครบทุกขั้นตอน สำหรับการเก็บรวบรวมข้อมูลแต่ละครั้งผู้วิจัยดำเนินการให้ครูประจำการคณิตศาสตร์ตอบแบบสอบถามเพื่อศึกษาความรู้ทางการสอนในเนื้อหาคณิตศาสตร์เรื่อง เศษส่วน จากนั้นผู้วิจัยจึงใช้แบบสัมภาษณ์ในการสัมภาษณ์ครูประจำการคณิตศาสตร์เพิ่มเติมเฉพาะในประเด็นที่ยังไม่ชัดเจน หรือยังไม่แน่ใจ

3) ประสิทธิภาพของการทำงานร่วมกันในการศึกษาและพัฒนาบทเรียน

ผู้วิจัยดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลด้วยแบบประเมินรายการสะท้อนประสิทธิภาพของการทำงานร่วมกันในการศึกษาและพัฒนาบทเรียนของครูประจำการคณิตศาสตร์ ซึ่งมีการเก็บรวบรวมข้อมูลทั้งหมด 2 ครั้ง กับผู้ที่มีส่วนร่วมในการศึกษาและพัฒนาบทเรียน จำนวน 11 คน ได้แก่ ครูประจำการคณิตศาสตร์ จำนวน 5 คน ผู้เชี่ยวชาญภายนอก จำนวน 1 คน ศึกษานิเทศก์ จำนวน 4 คน และผู้วิจัยอีก 1 คน โดยให้ผู้ที่มีส่วนร่วมในการศึกษาและพัฒนาบทเรียนดังกล่าวตอบแบบประเมินรายการครั้งแรกในช่วงก่อนเริ่มมีการปรับปรุงบทเรียนในขั้นตอนที่ 6 ซึ่งถือได้ว่าเป็นช่วง

ระหว่างเข้าร่วมการวิจัย และตอบแบบประเมินรายการครั้งที่ 2 ในช่วงหลังเข้าร่วมการวิจัยครบทุกขั้นตอน

4) ความเหมาะสมของบทเรียนคณิตศาสตร์

ผู้วิจัยดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลด้วยแบบประเมินรายการสะท้อนความเหมาะสมของบทเรียนคณิตศาสตร์ ซึ่งมีการเก็บรวบรวมข้อมูลทั้งหมด 1 ครั้ง กับผู้ที่มีส่วนร่วมในการศึกษาและพัฒนาบทเรียน จำนวน 11 คน ได้แก่ ครูประจำการคณิตศาสตร์ จำนวน 5 คน ผู้เชี่ยวชาญภายนอก จำนวน 1 คน คีแกนนิเทศก์ จำนวน 4 คน และผู้วิจัยอีก 1 คน โดยให้ผู้ที่มีส่วนร่วมในการศึกษาและพัฒนาบทเรียนดังกล่าวตอบแบบประเมินรายการทั้งหมด 3 ฉบับ ในช่วงหลังเข้าร่วมการวิจัยครบทุกขั้นตอน โดยแบบประเมินรายการฉบับแรกใช้เพื่อประเมินบทเรียนคณิตศาสตร์ที่ครูประจำการคณิตศาสตร์พัฒนาขึ้นก่อนเข้าร่วมการวิจัย ฉบับที่ 2 ใช้เพื่อประเมินบทเรียนคณิตศาสตร์สำหรับการจัดการเรียนการสอนรอบแรก และฉบับที่ 3 ใช้เพื่อประเมินบทเรียนคณิตศาสตร์สำหรับการจัดการเรียนการสอนรอบที่สอง

5) ความรู้ความเข้าใจในมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์

ผู้วิจัยดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลด้วยแบบทดสอบวัดความรู้ความเข้าใจในมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์เรื่อง เศษส่วน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ซึ่งมีการเก็บรวบรวมข้อมูลทั้งหมด 2 ครั้ง กับนักเรียนที่ใช้สำหรับการจัดการเรียนการสอนรอบแรก จำนวน 39 คน และนักเรียนที่ใช้สำหรับการจัดการเรียนการสอนรอบที่สอง จำนวน 34 คน โดยให้นักเรียนดังกล่าวทำแบบทดสอบก่อนเรียน และหลังเรียน

6) ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์

ผู้วิจัยดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลด้วยแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์เรื่อง เศษส่วน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ซึ่งมีการเก็บรวบรวมข้อมูลทั้งหมด 2 ครั้ง กับนักเรียนที่ใช้สำหรับการจัดการเรียนการสอนรอบแรก จำนวน 39 คน และนักเรียนที่ใช้สำหรับการจัดการเรียนการสอนรอบที่สอง จำนวน 34 คน โดยให้นักเรียนดังกล่าวทำแบบทดสอบก่อนเรียน และหลังเรียน

ระยะที่ 6 การวิเคราะห์ข้อมูลและสรุปผลการวิจัย (ในช่วงปีการศึกษา 2552 ตั้งแต่ พฤษภาคม 2552 ถึง มีนาคม 2553)

ผู้วิจัยดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อนำมาใช้ประเมินผลของการพัฒนาครูประจำการ คณิตศาสตร์ด้วยวิธีการศึกษาและพัฒนาบทเรียนในองค์ประกอบ 6 ด้าน ดังรายละเอียดต่อไปนี้

1. การยอมรับในการศึกษาและพัฒนาบทเรียน

การวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อประเมินผลการยอมรับในการศึกษาและพัฒนาบทเรียนเป็นการ วิเคราะห์ข้อมูลในเชิงคุณภาพ โดยนำผลจากการตอบแบบสอบถามความเข้าใจและความคิดเห็นที่มีต่อ การนำการศึกษาและพัฒนาบทเรียนมาใช้ในโรงเรียน และผลจากการสัมภาษณ์เพิ่มเติมจากแบบ สัมภาษณ์เพื่อศึกษาความเข้าใจและความคิดเห็นที่มีต่อการนำการศึกษาและพัฒนาบทเรียนมาใช้ใน โรงเรียนที่เก็บรวบรวมได้มาทำการวิเคราะห์เพื่อพิจารณาความสอดคล้องระหว่างลักษณะของความ เข้าใจและความคิดเห็นของผู้ที่มีส่วนร่วมในการศึกษาและพัฒนาบทเรียนกับองค์ประกอบซึ่งเป็นตัว บ่งชี้ถึงการยอมรับในการศึกษาและพัฒนาบทเรียนทั้ง 4 ด้าน ซึ่งได้แก่ 1) การมีความเข้าใจใน เป้าหมายสำคัญสูงสุดของการศึกษาและพัฒนาบทเรียน 2) การมองเห็นประโยชน์จากการนำ การศึกษาและพัฒนาบทเรียนมาใช้ในโรงเรียน 3) การสนับสนุนและยืนยันให้มีการนำการศึกษาและ พัฒนาบทเรียนมาใช้ในโรงเรียน และ 4) การมีทางออกให้กับข้อจำกัดที่พบจากการนำการศึกษาและ พัฒนาบทเรียนมาใช้ในโรงเรียน และนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลในเชิงพรรณนา

การแปลผลว่าผู้ที่มีส่วนร่วมในการศึกษาและพัฒนาบทเรียนให้การยอมรับในการศึกษา และพัฒนาบทเรียนในระดับใดนั้น มีหลักเกณฑ์ดังนี้

ในกรณีผู้ที่มีส่วนร่วมในการศึกษาและพัฒนาบทเรียนส่วนใหญ่มีความเข้าใจและ ความคิดเห็นที่สอดคล้องกับองค์ประกอบซึ่งเป็นตัวบ่งชี้ถึงการยอมรับในการศึกษาและพัฒนาบทเรียน ทั้ง 4 องค์ประกอบ แสดงว่า **ให้การยอมรับในการศึกษาและพัฒนาบทเรียนในระดับสูง**

ในกรณีผู้ที่มีส่วนร่วมในการศึกษาและพัฒนาบทเรียนส่วนใหญ่มีความเข้าใจและ ความคิดเห็นที่สอดคล้องกับองค์ประกอบซึ่งเป็นตัวบ่งชี้ถึงการยอมรับในการศึกษาและพัฒนาบทเรียน 2 หรือ 3 องค์ประกอบ แสดงว่า **ให้การยอมรับในการศึกษาและพัฒนาบทเรียนในระดับปาน กลาง**

ในกรณีผู้ที่มีส่วนร่วมในการศึกษาและพัฒนาบทเรียนส่วนใหญ่มีความเข้าใจและ ความคิดเห็นที่สอดคล้องกับองค์ประกอบซึ่งเป็นตัวบ่งชี้ถึงการยอมรับในการศึกษาและพัฒนาบทเรียน 0 หรือ 1 องค์ประกอบ แสดงว่า **ให้การยอมรับในการศึกษาและพัฒนาบทเรียนในระดับต่ำ**

จากการวิเคราะห์ข้อมูล จะสรุปผลได้ว่าผู้ที่มีส่วนร่วมในการศึกษาและพัฒนาบทเรียนให้การยอมรับในการศึกษาและพัฒนาบทเรียนในระดับใด อย่างไร

2. การเปลี่ยนแปลงความรู้ทางการสอนในเนื้อหาคณิตศาสตร์

การวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อประเมินผลการเปลี่ยนแปลงความรู้ทางการสอนในเนื้อหาคณิตศาสตร์เป็นการวิเคราะห์ข้อมูลในเชิงคุณภาพ โดยนำผลจากการตอบแบบสอบถามเพื่อศึกษาความรู้ทางการสอนในเนื้อหาคณิตศาสตร์เรื่อง เศษส่วน และผลจากการสัมภาษณ์เพิ่มเติมจากแบบสัมภาษณ์เพื่อศึกษาความรู้ทางการสอนในเนื้อหาคณิตศาสตร์เรื่อง เศษส่วน ของครูประจำการคณิตศาสตร์ที่เก็บรวบรวมได้มาทำการวิเคราะห์โดยใช้กรอบแนวคิดสำหรับการศึกษาความรู้ทางการสอนในเนื้อหาคณิตศาสตร์ของครูประจำการคณิตศาสตร์ช่วยในการวิเคราะห์ และนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลในเชิงพรรณนาเพื่อแสดงการเปรียบเทียบให้เห็นถึงแง่มุมของการเปลี่ยนแปลงความรู้ทางการสอนในเนื้อหาคณิตศาสตร์ของครูประจำการคณิตศาสตร์ระหว่างก่อนเข้าร่วมการวิจัยและหลังเข้าร่วมการวิจัยครบทุกขั้นตอน จำแนกตามองค์ประกอบ 4 ด้าน ได้แก่ 1) การรู้วิธีนำเสนอในทัศนทางคณิตศาสตร์เรื่อง เศษส่วน 2) การรู้มนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ที่คลาดเคลื่อนของนักเรียนในเรื่อง เศษส่วน และรู้วิธีนำเสนอเพื่อแก้ไขมนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ที่คลาดเคลื่อนนั้น 3) การเลือกใช้งานเพื่อพัฒนาความสามารถในการเรียนรู้คณิตศาสตร์ของนักเรียนในเรื่อง เศษส่วน และ 4) การส่งเสริมให้นักเรียนมีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์

จากการวิเคราะห์ข้อมูล จะสรุปผลได้ว่าหลังเข้าร่วมการวิจัยครบทุกขั้นตอนแล้วครูประจำการคณิตศาสตร์มีการเปลี่ยนแปลงความรู้ทางการสอนในเนื้อหาคณิตศาสตร์จากก่อนเข้าร่วมการวิจัยอย่างไรบ้าง

3. ประสิทธิภาพของการทำงานร่วมกันในการศึกษาและพัฒนาบทเรียน

การวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อประเมินผลประสิทธิภาพของการทำงานร่วมกันในการศึกษาและพัฒนาบทเรียนเป็นการวิเคราะห์ข้อมูลในเชิงปริมาณ โดยนำผลคะแนนจากการตอบแบบประเมินรายการสะท้อนประสิทธิภาพของการทำงานร่วมกันในการศึกษาและพัฒนาบทเรียนของครูประจำการคณิตศาสตร์ที่เก็บรวบรวมได้มาทำการวิเคราะห์หาค่าเฉลี่ย และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนจากการตอบแบบประเมินรายการดังกล่าวของผู้ที่มีส่วนร่วมในการศึกษาและพัฒนาบทเรียน ซึ่งได้แก่ ครูประจำการคณิตศาสตร์ ผู้เชี่ยวชาญภายนอก ศึกษานิเทศก์ และผู้วิจัย และนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลทั้งในภาพรวมขององค์ประกอบ 6 ด้านของการทำงานร่วมกันในการศึกษาและพัฒนาบทเรียน และจำแนกตามองค์ประกอบแต่ละด้านของการทำงานร่วมกันในการศึกษาและพัฒนาบทเรียน

การแปลผลของคะแนนเฉลี่ยที่ได้จากการประเมินประสิทธิภาพของการทำงานร่วมกันในการศึกษาและพัฒนาบทเรียนของครูประจำการคณิตศาสตร์ มีหลักเกณฑ์ดังนี้

คะแนนเฉลี่ย	แปลผล
2.50 - 3.00	การทำงานร่วมกันในการศึกษาและพัฒนาบทเรียนของครูประจำการคณิตศาสตร์มีประสิทธิภาพอยู่ในระดับดีมาก
1.50 - 2.49	การทำงานร่วมกันในการศึกษาและพัฒนาบทเรียนของครูประจำการคณิตศาสตร์มีประสิทธิภาพอยู่ในระดับดี
0.50 - 1.49	การทำงานร่วมกันในการศึกษาและพัฒนาบทเรียนของครูประจำการคณิตศาสตร์มีประสิทธิภาพอยู่ในระดับพอใช้
0.00 - 0.49	การทำงานร่วมกันในการศึกษาและพัฒนาบทเรียนของครูประจำการคณิตศาสตร์มีประสิทธิภาพอยู่ในระดับควรปรับปรุง

จากการวิเคราะห์ข้อมูล จะสรุปผลได้ว่าการทำงานร่วมกันในการศึกษาและพัฒนาบทเรียนของครูประจำการคณิตศาสตร์ระหว่างเข้าร่วมการวิจัยและหลังเข้าร่วมการวิจัยครบทุกขั้นตอนมีประสิทธิภาพอยู่ในระดับใด

4. ความเหมาะสมของบทเรียนคณิตศาสตร์

การวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อประเมินผลความเหมาะสมของบทเรียนคณิตศาสตร์เป็นการวิเคราะห์ข้อมูลในเชิงปริมาณ โดยนำผลคะแนนจากการตอบแบบประเมินรายการสะท้อนความเหมาะสมของบทเรียนคณิตศาสตร์ทั้งในส่วนของ การประเมินบทเรียนคณิตศาสตร์ที่ครูประจำการคณิตศาสตร์พัฒนาขึ้นก่อนเข้าร่วมการวิจัย การประเมินบทเรียนคณิตศาสตร์สำหรับการจัดการเรียนการสอนรอบแรก และการประเมินบทเรียนคณิตศาสตร์สำหรับการจัดการเรียนการสอนรอบที่สอง มาทำการวิเคราะห์หาค่าเฉลี่ย และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนจากการตอบแบบประเมินรายการดังกล่าวของผู้ที่มีส่วนร่วมในการศึกษาและพัฒนาบทเรียน ซึ่งได้แก่ ครูประจำการคณิตศาสตร์ ผู้เชี่ยวชาญภายนอก คีษานีเทศก์ และผู้วิจัย และนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลทั้งในภาพรวมขององค์ประกอบ 6 ด้านของแผนการสอน และจำแนกตามองค์ประกอบแต่ละด้านของแผนการสอน

การแปลผลของคะแนนเฉลี่ยที่ได้จากการประเมินความเหมาะสมของบทเรียนคณิตศาสตร์ มีหลักเกณฑ์ดังนี้

คะแนนเฉลี่ย	แปลผล
2.50 - 3.00	บทเรียนคณิตศาสตร์มีความเหมาะสมอยู่ในระดับดีมาก
1.50 - 2.49	บทเรียนคณิตศาสตร์มีความเหมาะสมอยู่ในระดับดี
0.50 - 1.49	บทเรียนคณิตศาสตร์มีความเหมาะสมอยู่ในระดับพอใช้
0.00 - 0.49	บทเรียนคณิตศาสตร์มีความเหมาะสมอยู่ในระดับควรปรับปรุง

จากการวิเคราะห์ข้อมูล จะสรุปผลได้ว่าบทเรียนคณิตศาสตร์แต่ละฉบับมีความเหมาะสมอยู่ในระดับใด

5. ความรู้ความเข้าใจในมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์

การวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อประเมินผลความรู้ความเข้าใจในมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์เป็นการวิเคราะห์ข้อมูลในเชิงปริมาณ โดยนำผลคะแนนที่เก็บรวบรวมได้มาทำการวิเคราะห์หาค่าเฉลี่ยและค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนความรู้ความเข้าใจในมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ และเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของคะแนนความรู้ความเข้าใจในมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียนจำแนกตามกลุ่มของนักเรียนที่ใช้สำหรับการจัดการเรียนการสอนแต่ละรอบ โดยใช้สถิติทดสอบที (t-test) เพื่อทดสอบสมมติฐานของการวิจัยข้อที่ 1 และคำนวณค่าร้อยละของจำนวนนักเรียนที่ใช้สำหรับการจัดการเรียนการสอนแต่ละรอบที่มีคะแนนความรู้ความเข้าใจในมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์หลังเรียนไม่น้อยกว่าร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม เทียบกับเกณฑ์การบรรลุเป้าหมายหลักของการศึกษาและพัฒนาบทเรียน ซึ่งได้กำหนดไว้ว่าต้องมีจำนวนนักเรียนที่ใช้สำหรับการจัดการเรียนการสอนรอบแรกและรอบที่สอง แต่ละรอบไม่น้อยกว่าร้อยละ 70 ที่มีคะแนนความรู้ความเข้าใจในมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ หลังเรียนไม่น้อยกว่าร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม

จากการวิเคราะห์ข้อมูล จะสรุปผลได้ว่าค่าเฉลี่ยของคะแนนความรู้ความเข้าใจในมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์หลังเรียนของนักเรียนที่ใช้สำหรับการจัดการเรียนการสอนแต่ละรอบสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 หรือไม่ และมีจำนวนนักเรียนที่ใช้สำหรับการจัดการเรียนการสอนแต่ละรอบที่มีคะแนนความรู้ความเข้าใจในมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ หลังเรียนไม่น้อยกว่าร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม บรรลุเป้าหมายหลักของการศึกษาและพัฒนาบทเรียนหรือไม่

6. ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์

การวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อประเมินผลความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์เป็นการวิเคราะห์ข้อมูลในเชิงปริมาณ โดยนำผลคะแนนที่เก็บรวบรวมได้มาทำการวิเคราะห์หาค่าเฉลี่ยและค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และ

เปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของคะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียนจำแนกตามกลุ่มของนักเรียนที่ใช้สำหรับการจัดการเรียนการสอนแต่ละรอบ โดยใช้สถิติทดสอบที (t-test) เพื่อทดสอบสมมติฐานของการวิจัยข้อที่ 2 และคำนวณค่าร้อยละของจำนวนนักเรียนที่ใช้สำหรับการจัดการเรียนการสอนแต่ละรอบที่มีคะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์หลังเรียนไม่น้อยกว่าร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม เทียบกับเกณฑ์การบรรลุเป้าหมายหลักของการศึกษาและพัฒนาบทเรียน ซึ่งได้กำหนดไว้ว่าต้องมีจำนวนนักเรียนที่ใช้สำหรับการจัดการเรียนการสอนรอบแรกและรอบที่สอง แต่ละรอบไม่น้อยกว่าร้อยละ 70 ที่มีคะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ หลังเรียนไม่น้อยกว่าร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม

จากการวิเคราะห์ข้อมูล จะสรุปผลได้ว่าค่าเฉลี่ยของคะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์หลังเรียนของนักเรียนที่ใช้สำหรับการจัดการเรียนการสอนแต่ละรอบสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 หรือไม่ และมีจำนวนนักเรียนที่ใช้สำหรับการจัดการเรียนการสอนแต่ละรอบที่มีคะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ หลังเรียนไม่น้อยกว่าร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม บรรลุเป้าหมายหลักของการศึกษาและพัฒนาบทเรียนหรือไม่

ผู้วิจัยขอสรุปการเก็บรวบรวมข้อมูลและวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อตอบความมุ่งหมายของการวิจัยแต่ละข้อไว้ในตาราง 8 ต่อไปนี้

ตาราง 8 การเก็บรวบรวมข้อมูลและวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อตอบความมุ่งหมายของการวิจัย

ความมุ่งหมายของการวิจัย	เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล	การเก็บรวบรวมข้อมูล		การวิเคราะห์ข้อมูล
		แหล่งที่มาของข้อมูล	ช่วงเวลาที่เก็บรวบรวมข้อมูล	
1. เพื่อศึกษาการยอมรับในการศึกษาและพัฒนาบทเรียนของครูประจำการคณิตศาสตร์ ผู้บริหารโรงเรียน ผู้เชี่ยวชาญภายนอก และศึกษานิเทศก์ที่มีส่วนร่วมในการศึกษาและพัฒนาบทเรียน	1. แบบสะท้อนความเข้าใจและความคิดเห็นที่มีต่อการนำการศึกษาและพัฒนาบทเรียนมาใช้ในโรงเรียน	- การตอบแบบสะท้อนความเข้าใจและความคิดเห็นที่มีต่อการนำการศึกษาและพัฒนาบทเรียนมาใช้ในโรงเรียน โดยผู้ตอบเป็นผู้ที่มีส่วนร่วมในการศึกษาและพัฒนาบทเรียน ได้แก่ ครูประจำการ คณิตศาสตร์ ผู้บริหารโรงเรียน ผู้เชี่ยวชาญภายนอก และศึกษานิเทศก์	- เก็บรวบรวมข้อมูล 1 ครั้ง หลังเข้าร่วมการวิจัยครบทุกขั้นตอน	- นำข้อมูลที่เก็บรวบรวมได้มาทำการวิเคราะห์เพื่อพิจารณาความสอดคล้องระหว่างลักษณะของความเข้าใจและความคิดเห็นของผู้ที่มีส่วนร่วมในการศึกษาและพัฒนาบทเรียนกับองค์ประกอบซึ่งเป็นตัวบ่งชี้ถึงการยอมรับในการศึกษาและพัฒนาบทเรียนทั้ง 4 ด้าน และนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลในเชิงพรรณนา โดยมีการแปลผลตามหลักเกณฑ์ที่กำหนดไว้
	2. แบบสัมภาษณ์เพื่อศึกษาความเข้าใจและความคิดเห็นที่มีต่อการนำการศึกษาและพัฒนาบทเรียนมาใช้ในโรงเรียน	- การสัมภาษณ์ผู้ที่มีส่วนร่วมในการศึกษาและพัฒนาบทเรียนเพิ่มเติมด้วยแบบสัมภาษณ์เพื่อศึกษาความเข้าใจและความคิดเห็นที่มีต่อการนำการศึกษาและพัฒนาบทเรียนมาใช้ในโรงเรียนโดยผู้วิจัยเป็นผู้สัมภาษณ์	- เก็บรวบรวมข้อมูล 1 ครั้ง หลังจากผู้ที่มีส่วนร่วมในการศึกษาและพัฒนาบทเรียนตอบแบบสะท้อนความเข้าใจและความคิดเห็นที่มีต่อการนำการศึกษาและพัฒนาบทเรียนมาใช้ในโรงเรียนแล้ว	

ตาราง 8 (ต่อ)

ความมุ่งหมายของการวิจัย	เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล	การเก็บรวบรวมข้อมูล		การวิเคราะห์ข้อมูล
		แหล่งที่มาของข้อมูล	ช่วงเวลาที่เก็บรวบรวมข้อมูล	
2. เพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงความรู้ทางการสอนในเนื้อหาคณิตศาสตร์ของครูประจำการคณิตศาสตร์	1. แบบสอบถามเพื่อศึกษาความรู้ทางการสอนในเนื้อหาคณิตศาสตร์เรื่อง เศษส่วน	- การตอบแบบสอบถามเพื่อศึกษาความรู้ทางการสอนในเนื้อหาคณิตศาสตร์เรื่อง เศษส่วน	- เก็บรวบรวมข้อมูล 2 ครั้ง ก่อนเข้าร่วมการวิจัยและหลังเข้าร่วมการวิจัยครบทุกขั้นตอน	- นำข้อมูลที่เก็บรวบรวมได้มาทำการวิเคราะห์โดยใช้กรอบแนวคิดสำหรับการศึกษาความรู้ทางการสอนในเนื้อหาคณิตศาสตร์ของครูประจำการคณิตศาสตร์ช่วยในการวิเคราะห์ และนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลในเชิงพรรณนาเพื่อแสดงการเปรียบเทียบให้เห็นถึงแง่มุมของการเปลี่ยนแปลงความรู้ทางการสอนในเนื้อหาคณิตศาสตร์ของครูประจำการคณิตศาสตร์ระหว่างก่อนเข้าร่วมการวิจัยและหลังเข้าร่วมการวิจัยครบทุกขั้นตอนจำแนกตามองค์ประกอบ 4 ด้าน
	2. แบบสัมภาษณ์เพื่อศึกษาความรู้ทางการสอนในเนื้อหาคณิตศาสตร์เรื่อง เศษส่วน	- การสัมภาษณ์ครูประจำการคณิตศาสตร์เพิ่มเติมด้วยแบบสัมภาษณ์เพื่อศึกษาความรู้ทางการสอนในเนื้อหาคณิตศาสตร์เรื่อง เศษส่วน โดยผู้วิจัยเป็นผู้สัมภาษณ์	- เก็บรวบรวมข้อมูล 2 ครั้ง หลังจากทีครูประจำการคณิตศาสตร์ตอบแบบสอบถามเพื่อศึกษาความรู้ทางการสอนในเนื้อหาคณิตศาสตร์เรื่อง เศษส่วน แล้ว	

ตาราง 8 (ต่อ)

ความมุ่งหมายของการวิจัย	เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล	การเก็บรวบรวมข้อมูล		การวิเคราะห์ข้อมูล
		แหล่งที่มาของข้อมูล	ช่วงเวลาที่เก็บรวบรวมข้อมูล	
3. เพื่อศึกษาประสิทธิภาพของการทำงานร่วมกันในการศึกษาและพัฒนาบทเรียนของครูประจำการคณิตศาสตร์	แบบประเมินรายการสะท้อนประสิทธิภาพของการทำงานร่วมกันในการศึกษาและพัฒนาบทเรียนของครูประจำการคณิตศาสตร์	- การตอบแบบประเมินรายการสะท้อนประสิทธิภาพของการทำงานร่วมกันในการศึกษาและพัฒนาบทเรียนของครูประจำการคณิตศาสตร์ โดยผู้ตอบเป็นผู้ที่มีส่วนร่วมในการศึกษาและพัฒนาบทเรียน ได้แก่ ครูประจำการคณิตศาสตร์ ผู้เชี่ยวชาญภายนอกศึกษานิเทศก์ และผู้วิจัย	- เก็บรวบรวมข้อมูล 2 ครั้ง ระหว่างเข้าร่วมการวิจัย และหลังเข้าร่วมการวิจัยครบทุกขั้นตอน	- นำข้อมูลที่เก็บรวบรวมได้มาทำการวิเคราะห์หาค่าเฉลี่ยและค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนจากการตอบแบบประเมินรายการดังกล่าวและนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลทั้งในภาพรวมขององค์ประกอบ 6 ด้านของการทำงานร่วมกันในการศึกษาและพัฒนาบทเรียนและจำแนกตามองค์ประกอบแต่ละด้านของการทำงานร่วมกันในการศึกษาและพัฒนาบทเรียนโดยมีการแปลผลตามหลักเกณฑ์ที่กำหนดไว้

ตาราง 8 (ต่อ)

ความมุ่งหมายของการวิจัย	เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล	การเก็บรวบรวมข้อมูล		การวิเคราะห์ข้อมูล
		แหล่งที่มาของข้อมูล	ช่วงเวลาที่เก็บรวบรวมข้อมูล	
4. เพื่อศึกษาความเหมาะสมของบทเรียนคณิตศาสตร์	แบบประเมินรายการสะท้อนความเหมาะสมของบทเรียนคณิตศาสตร์	- การตอบแบบประเมินรายการสะท้อนความเหมาะสมของบทเรียนคณิตศาสตร์ โดยผู้ตอบเป็นผู้ที่มีส่วนร่วมในการศึกษาและพัฒนาบทเรียน ได้แก่ ครูประจำการ คณิตศาสตร์ ผู้เชี่ยวชาญภายนอก ศึกษานิเทศก์ และผู้วิจัย ซึ่งบทเรียนคณิตศาสตร์ที่ได้รับการประเมินมี 3 ฉบับ ได้แก่ 1) บทเรียนคณิตศาสตร์ที่ครูประจำการคณิตศาสตร์พัฒนาขึ้นก่อนเข้าร่วมการวิจัย 2) บทเรียนคณิตศาสตร์สำหรับการจัดการเรียนการสอนรอบแรก และ 3) บทเรียนคณิตศาสตร์สำหรับการจัดการเรียนการสอนรอบที่สอง	- เก็บรวบรวมข้อมูล 1 ครั้ง หลังเข้าร่วมการวิจัยครบทุกขั้นตอน	- นำข้อมูลที่เก็บรวบรวมได้มาทำการวิเคราะห์หาค่าเฉลี่ย และ ค่า ส่วน เบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนจากการตอบแบบประเมินรายการดังกล่าว และนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลทั้งในภาพรวมขององค์ประกอบ 6 ด้านของแผนการสอน และจำแนกตามองค์ประกอบแต่ละด้านของแผนการสอนโดยมีการแปลผลตามหลักเกณฑ์ที่กำหนดไว้

ตาราง 8 (ต่อ)

ความมุ่งหมายของการวิจัย	เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล	การเก็บรวบรวมข้อมูล		การวิเคราะห์ข้อมูล
		แหล่งที่มาของข้อมูล	ช่วงเวลาที่เก็บรวบรวมข้อมูล	
5. เพื่อศึกษาความรู้ความเข้าใจในมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน	แบบทดสอบวัดความรู้ความเข้าใจในมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์เรื่อง เศษส่วน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5	- การทดสอบนักเรียนที่ใช้สำหรับการจัดการเรียนการสอนรอบแรก และรอบที่ 2 ด้วยแบบทดสอบวัดความรู้ความเข้าใจในมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์เรื่อง เศษส่วน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5	- เก็บรวบรวมข้อมูล 2 ครั้ง ก่อนเรียนและหลังเรียน	- นำข้อมูลที่เก็บรวบรวมได้มาทำการวิเคราะห์หาค่าเฉลี่ยและค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนจากการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน และเปรียบเทียบความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ยจากการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนจำแนกตามกลุ่มของนักเรียน โดยใช้สถิติทดสอบที (t-test) และคำนวณค่าร้อยละของจำนวนนักเรียนแต่ละกลุ่มที่มีคะแนนหลังเรียนไม่น้อยกว่าร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม เทียบกับเกณฑ์การบรรลุเป้าหมายหลักของการศึกษาและพัฒนาบทเรียนที่กำหนดไว้

ตาราง 8 (ต่อ)

ความมุ่งหมายของการวิจัย	เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล	การเก็บรวบรวมข้อมูล		การวิเคราะห์ข้อมูล
		แหล่งที่มาของข้อมูล	ช่วงเวลาที่เก็บรวบรวมข้อมูล	
6. เพื่อศึกษาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน	แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์เรื่องเศษส่วน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5	- การทดสอบนักเรียนที่ใช้สำหรับการจัดการเรียนการสอนรอบแรก และรอบที่ 2 ด้วยแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์เรื่องเศษส่วน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5	- เก็บรวบรวมข้อมูล 2 ครั้ง ก่อนเรียนและหลังเรียน	- นำข้อมูลที่เก็บรวบรวมได้มาทำการวิเคราะห์หาค่าเฉลี่ยและค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนจากการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน และเปรียบเทียบความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ยจากการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนจำแนกตามกลุ่มของนักเรียน โดยใช้สถิติทดสอบที (t-test) และคำนวณค่าร้อยละของจำนวนนักเรียนแต่ละกลุ่มที่มีคะแนนหลังเรียนไม่น้อยกว่าร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม เทียบกับเกณฑ์การบรรลุเป้าหมายหลักของการศึกษาและพัฒนาบทเรียนที่กำหนดไว้

สถิติที่ใช้

สถิติที่ใช้ในการหาคุณภาพเครื่องมือ ได้แก่

1. การหาความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา โดยใช้ค่าดัชนีความสอดคล้อง (Index of Consistency: IOC)

2. การวิเคราะห์ข้อสอบเป็นรายข้อ (Item Analysis) โดยใช้การหาค่าความยากง่ายและค่าอำนาจจำแนก

3. การวิเคราะห์หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดความรู้ความเข้าใจในมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์เรื่อง เศษส่วน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้สูตรคูเดอร์-ริชาร์ดสัน (Kuder-Richardson) สูตร 20 (KR-20)

4. การวิเคราะห์หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์เรื่อง เศษส่วน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้สูตรสัมประสิทธิ์แอลฟา (α -Coefficient) ของครอนบาค

สถิติที่ใช้ในการทดสอบสมมติฐาน ได้แก่ สถิติทดสอบที (t-test for dependent)

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้มีความมุ่งหมายเพื่อศึกษาผลของการพัฒนาครูประจำการคณิตศาสตร์ด้วยวิธีการศึกษาและพัฒนาบทเรียน ทั้งในด้านการยอมรับในการศึกษาและพัฒนาบทเรียน การเปลี่ยนแปลงความรู้ทางการสอนในเนื้อหาคณิตศาสตร์ ประสิทธิภาพของการทำงานร่วมกันในการศึกษาและพัฒนาบทเรียน ความเหมาะสมของบทเรียนคณิตศาสตร์ ความรู้ความเข้าใจในมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ และความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และเพื่อให้เป็นไปตามความมุ่งหมายของการวิจัย ผู้วิจัยจึงทำการวิเคราะห์ข้อมูลและนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลโดยแยกเป็น 6 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 ด้านการยอมรับในการศึกษาและพัฒนาบทเรียน

ตอนที่ 2 ด้านการเปลี่ยนแปลงความรู้ทางการสอนในเนื้อหาคณิตศาสตร์

ตอนที่ 3 ด้านประสิทธิภาพของการทำงานร่วมกันในการศึกษาและพัฒนาบทเรียน

ตอนที่ 4 ด้านความเหมาะสมของบทเรียนคณิตศาสตร์

ตอนที่ 5 ด้านความรู้ความเข้าใจในมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์

ตอนที่ 6 ด้านความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์

ตอนที่ 1 ด้านการยอมรับในการศึกษาและพัฒนาบทเรียน

การศึกษาการยอมรับในการศึกษาและพัฒนาบทเรียนของผู้ที่มีส่วนร่วมในการศึกษาและพัฒนาบทเรียน จะมีการนำเสนอผลการประเมินในเชิงพรรณนาว่าผู้ที่มีส่วนร่วมในการศึกษาและพัฒนาบทเรียนให้การยอมรับในการศึกษาและพัฒนาบทเรียนในระดับใด อย่างไร ซึ่งพิจารณาได้จากความสอดคล้องระหว่างความเข้าใจและความคิดเห็นของผู้ที่มีส่วนร่วมในการศึกษาและพัฒนาบทเรียน จำนวน 13 คน ซึ่งได้แก่ ครูประจำการคณิตศาสตร์ จำนวน 5 คน ผู้บริหารโรงเรียน จำนวน 3 คน ผู้เชี่ยวชาญภายนอก จำนวน 1 คน และศึกษานิเทศก์ จำนวน 4 คน กับองค์ประกอบซึ่งเป็นตัวบ่งชี้ถึงการยอมรับในการศึกษาและพัฒนาบทเรียน 4 ด้าน ซึ่งได้แก่ 1) การมีความเข้าใจในเป้าหมายสำคัญสูงสุดของการศึกษาและพัฒนาบทเรียน 2) การมองเห็นประโยชน์จากการนำการศึกษาและพัฒนาบทเรียนมาใช้ในโรงเรียน 3) การสนับสนุนและยืนยันให้มีการนำการศึกษาและพัฒนาบทเรียนมาใช้ในโรงเรียน และ 4) การมีทางออกให้กับข้อจำกัดที่พบจากการนำการศึกษาและพัฒนาบทเรียนมาใช้ในโรงเรียน โดยมีหลักเกณฑ์ในการแปลผลดังต่อไปนี้

ในกรณีผู้ที่มีส่วนร่วมในการศึกษาและพัฒนาบทเรียนส่วนใหญ่มีความเข้าใจและความคิดเห็นที่สอดคล้องกับองค์ประกอบซึ่งเป็นตัวบ่งชี้ถึงการยอมรับในการศึกษาและพัฒนาบทเรียนทั้ง 4 องค์ประกอบ แสดงว่า **ให้การยอมรับในการศึกษาและพัฒนาบทเรียนในระดับสูง**

ในกรณีผู้ที่มีส่วนร่วมในการศึกษาและพัฒนาบทเรียนส่วนใหญ่มีความเข้าใจและความคิดเห็นที่สอดคล้องกับองค์ประกอบซึ่งเป็นตัวบ่งชี้ถึงการยอมรับในการศึกษาและพัฒนาบทเรียน 2 หรือ 3 องค์ประกอบ แสดงว่า **ให้การยอมรับในการศึกษาและพัฒนาบทเรียนในระดับปานกลาง**

ในกรณีผู้ที่มีส่วนร่วมในการศึกษาและพัฒนาบทเรียนส่วนใหญ่มีความเข้าใจและความคิดเห็นที่สอดคล้องกับองค์ประกอบซึ่งเป็นตัวบ่งชี้ถึงการยอมรับในการศึกษาและพัฒนาบทเรียน 0 หรือ 1 องค์ประกอบ แสดงว่า **ให้การยอมรับในการศึกษาและพัฒนาบทเรียนในระดับต่ำ**

ผลการศึกษาการยอมรับในการศึกษาและพัฒนาบทเรียนของผู้ที่มีส่วนร่วมในการศึกษาและพัฒนาบทเรียน พบว่า หลังเข้าร่วมการวิจัยครบทุกขั้นตอนแล้วผู้ที่มีส่วนร่วมในการศึกษาและพัฒนาบทเรียนมีความเข้าใจและความคิดเห็นที่สอดคล้องกับองค์ประกอบซึ่งเป็นตัวบ่งชี้ถึงการยอมรับในการศึกษาและพัฒนาบทเรียนทั้ง 4 องค์ประกอบ ดังนั้นผู้ที่มีส่วนร่วมในการศึกษาและพัฒนาบทเรียนจึงให้การยอมรับในการศึกษาและพัฒนาบทเรียนในระดับสูง สำหรับผลการวิเคราะห์ลักษณะของความเข้าใจและความคิดเห็นของผู้ที่มีส่วนร่วมในการศึกษาและพัฒนาบทเรียนในแต่ละองค์ประกอบซึ่งเป็นตัวบ่งชี้ถึงการยอมรับในการศึกษาและพัฒนาบทเรียน 4 ด้านนั้น มีผลการศึกษาดังต่อไปนี้

1. ด้านการมีความเข้าใจในเป้าหมายสำคัญสูงสุดของการศึกษาและพัฒนาบทเรียน

จากการตอบแบบสะท้อนความเข้าใจและความคิดเห็นที่มีต่อการนำการศึกษาและพัฒนาบทเรียนมาใช้ในโรงเรียนของผู้ที่มีส่วนร่วมในการศึกษาและพัฒนาบทเรียน ในข้อคำถามที่ 1 ซึ่งใช้ในการประเมินองค์ประกอบซึ่งเป็นตัวบ่งชี้ในด้านนี้ พบว่า

ครูประจำการคณิตศาสตร์ที่มีส่วนร่วมในการศึกษาและพัฒนาบทเรียนมีความเข้าใจที่สอดคล้องกันว่า สิ่งที่เป็นเป้าหมายสำคัญสูงสุดของการศึกษาและพัฒนาบทเรียนอยู่ที่การพัฒนาให้นักเรียนให้มีคุณภาพการเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่ดีขึ้น โดยมีตัวอย่างลักษณะการตอบดังภาพประกอบ 22

มุ่งไปที่การพัฒนาให้นักเรียนในโรงเรียนเรียนรู้คณิตศาสตร์ดีขึ้น
โดยการปรับปรุงการจัดการเรียนรู้อัตนศาสตร์ไว้ให้นักเรียน
เป็นศูนย์กลาง

ภาพประกอบ 22 ลักษณะการตอบของครูประจำการคณิตศาสตร์ในด้านการมีความเข้าใจในเป้าหมายสำคัญสูงสุดของการศึกษาและพัฒนาบทเรียน

จากลักษณะการตอบดังภาพประกอบ 22 อาจพิจารณาถึงความเข้าใจของครูประจำการคณิตศาสตร์ได้ว่า เป้าหมายของการศึกษาและพัฒนาบทเรียนอยู่ที่การปรับปรุงการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่เน้นนักเรียนเป็นศูนย์กลาง แต่จากการสัมภาษณ์เพิ่มเติมครูประจำการคณิตศาสตร์ให้ ยืนยันถึงความเข้าใจว่า การปรับปรุงการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่เน้นนักเรียนเป็นศูนย์กลาง แสดงให้เห็นถึงความเอาใจใส่ต่อความคิดและความสามารถในการเรียนรู้คณิตศาสตร์ของนักเรียนในการศึกษาและพัฒนาบทเรียนซึ่งนำไปสู่เป้าหมายสำคัญสูงสุด นั่นคือ การพัฒนานักเรียนให้มีคุณภาพการเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่ดีขึ้น

ผู้บริหารโรงเรียนที่มีส่วนร่วมในการศึกษาและพัฒนาบทเรียนมีความเข้าใจที่สอดคล้องกันว่า สิ่งที่เป็นเป้าหมายสำคัญสูงสุดของการศึกษาและพัฒนาบทเรียนอยู่ที่การปรับปรุงคุณภาพการเรียนรู้คณิตศาสตร์ของนักเรียนให้ดีขึ้น โดยมีตัวอย่างลักษณะการตอบดังภาพประกอบ 23

การปรับปรุงแก้ไขคุณภาพการเรียนรู้ของนักเรียนให้ดีขึ้น
อย่างยั่งยืน โดยเน้นการพัฒนาความสามารถในการจัดการเรียนรู้
ให้นักเรียน เพื่อเป็นแกนนำความรู้ในการเรียนรู้ของโรงเรียน

ภาพประกอบ 23 ลักษณะการตอบของผู้บริหารโรงเรียนในด้านการมีความเข้าใจในเป้าหมายสำคัญสูงสุดของการศึกษาและพัฒนาบทเรียน

จากลักษณะการตอบดังภาพประกอบ 23 ผู้บริหารโรงเรียนยังได้แสดงให้เห็นถึงความเข้าใจในอีกมิติหนึ่งของเป้าหมายของการศึกษาและพัฒนาบทเรียน นั่นคือ การพัฒนาขีดความสามารถในการจัดการเรียนรู้ให้กับครูประจำการคณิตศาสตร์เพื่อเป็นแกนนำการปฏิรูปการเรียนรู้ของโรงเรียน แต่จากการสัมภาษณ์เพิ่มเติมผู้บริหารโรงเรียนให้การยืนยันถึงความเข้าใจว่า การพัฒนาขีดความสามารถในการจัดการเรียนรู้ให้กับครูประจำการคณิตศาสตร์ดังกล่าวนี้ มีเป้าหมายเพื่อปรับปรุงคุณภาพการเรียนรู้คณิตศาสตร์ของนักเรียนให้ดีขึ้น ซึ่งเป็นเป้าหมายสำคัญสูงสุดของการศึกษาและพัฒนาบทเรียน และเป็นเป้าหมายสำคัญสูงสุดของการจัดการศึกษาของโรงเรียนด้วย

ผู้เชี่ยวชาญภายนอกที่มีส่วนร่วมในการศึกษาและพัฒนาบทเรียนมีความเข้าใจว่า สิ่งที่เป็นเป้าหมายสำคัญสูงสุดของการศึกษาและพัฒนาบทเรียนอยู่ที่การปรับปรุงความรู้ ความเข้าใจและความคิดในการเรียนรู้คณิตศาสตร์ของนักเรียน โดยมีตัวอย่างลักษณะการตอบดังภาพประกอบ 24

ภาพประกอบ 24 ได้ถามผู้เกี่ยวข้องทั้งที่มีหน้าที่และไม่มีหน้าที่ในการสอนคณิตศาสตร์ เพื่อให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุดนั้นคือ การปรับปรุงความรู้ ความเข้าใจ และความคิดในการเรียนรู้คณิตศาสตร์ของนักเรียน

ภาพประกอบ 24 ลักษณะการตอบของผู้เชี่ยวชาญภายนอกในด้านการมีความเข้าใจในเป้าหมายสำคัญสูงสุดของการศึกษาและพัฒนาบทเรียน

ศึกษานิเทศก์ที่มีส่วนร่วมในการศึกษาและพัฒนาบทเรียนมีความเข้าใจที่สอดคล้องกันว่า สิ่งที่เป็นเป้าหมายสำคัญสูงสุดของการศึกษาและพัฒนาบทเรียนอยู่ที่การปรับปรุงความรู้ความเข้าใจและการเรียนรู้คณิตศาสตร์ของนักเรียน โดยมีตัวอย่างลักษณะการตอบดังภาพประกอบ 25

ทางโรงเรียนให้ความสำคัญกับความเข้าใจในการเรียนและคิดของตัวเด็กของนักเรียนน้อยคนจะเข้าใจและพอที่จะเข้าใจและคิดของตัวเด็ก

ภาพประกอบ 25 ลักษณะการตอบของศึกษานิเทศก์ในด้านการมีความเข้าใจในเป้าหมายสำคัญสูงสุดของการศึกษาและพัฒนาบทเรียน

จากลักษณะการตอบแบบสะท้อนความเข้าใจและความคิดเห็นที่มีต่อการนำการศึกษาและพัฒนาบทเรียนมาใช้ในโรงเรียนและจากการสัมภาษณ์เพิ่มเติมดังกล่าวพบว่า ผู้ที่มีส่วนร่วมในการศึกษาและพัฒนาบทเรียนมีความเข้าใจที่สอดคล้องกันว่า เป้าหมายสำคัญสูงสุดของการศึกษาและพัฒนาบทเรียนอยู่ที่การปรับปรุงคุณภาพการเรียนรู้คณิตศาสตร์ของนักเรียน

2. ด้านการมองเห็นประโยชน์จากการนำการศึกษาและพัฒนาบทเรียนมาใช้ในโรงเรียน

จากการตอบแบบสะท้อนความเข้าใจและความคิดเห็นที่มีต่อการนำการศึกษาและพัฒนาบทเรียนมาใช้ในโรงเรียนของผู้ที่มีส่วนร่วมในการศึกษาและพัฒนาบทเรียน ในข้อคำถามที่ 2 ซึ่งใช้ในการประเมินองค์ประกอบซึ่งเป็นตัวบ่งชี้ในด้านนี้ พบว่า

ครูประจำการคณิตศาสตร์ที่มีส่วนร่วมในการศึกษาและพัฒนาบทเรียนมองเห็นประโยชน์จากการนำการศึกษาและพัฒนาบทเรียนมาใช้ในโรงเรียนอยู่ 3 ด้าน ได้แก่ 1) ช่วยปรับปรุงความรู้ความสามารถในการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ ซึ่งประกอบด้วย ความรู้ความเข้าใจในเนื้อหา คณิตศาสตร์ ความรู้ด้านการสอน และความรู้ความเข้าใจในความคิดและความสามารถในการเรียนรู้ คณิตศาสตร์ของนักเรียน 2) ช่วยปรับปรุงทักษะการทำงานร่วมกันในเชิงวิชาการ และ 3) ช่วยส่งเสริมให้สามารถพัฒนาผลงานวิชาการเพื่อความก้าวหน้าในวิชาชีพ โดยมีตัวอย่างลักษณะการตอบดัง ภาพประกอบ 26

1. ช่วยทำให้มีความเข้าใจเนื้อหาคณิตศาสตร์ดีขึ้น
2. ทำให้รู้ว่า จะ สอนคณิตศาสตร์อย่างไร ให้เหมาะสมกับนักเรียน
3. ทำให้มีเวลาได้ และวิเคราะห์ การเรียนคณิตศาสตร์ ของนักเรียน จึงรู้ว่า จะ แก้ไขอย่างไร เมื่อ นักเรียนเรียน คณิตศาสตร์ไม่เข้าใจ
4. ทำให้มีโอกาสได้พูดคุย และทำงานร่วมกับครูคนอื่นได้ พูดคุยกัน เกี่ยวกับวิชาการ โดยปกติแล้ว ไม่มีการพูดคุยกันบ่อยนัก
5. การทำงานแบบนี้ทำให้ครูมีเวลาพัฒนาหรือทำกิจกรรมเพื่อ ของวิทยุชุมชนได้ เช่น งานที่ทำนี้ ได้ทำไปใช้กับนักเรียนแล้ว

ภาพประกอบ 26 ลักษณะการตอบของครูประจำการคณิตศาสตร์ในด้านการมองเห็นประโยชน์จากการนำการศึกษาและพัฒนาบทเรียนมาใช้ในโรงเรียน

จากการสัมภาษณ์เพิ่มเติมในประเด็นที่ครูประจำการคณิตศาสตร์มีความคิดเห็นว่าการศึกษาและพัฒนาบทเรียนช่วยส่งเสริมให้สามารถพัฒนาผลงานวิชาการเพื่อความก้าวหน้าในวิชาชีพการศึกษาได้นั้นพบว่า ครูประจำการคณิตศาสตร์ให้การยืนยันว่า กระบวนการของการศึกษาและพัฒนาบทเรียนช่วยส่งเสริมให้สามารถพัฒนานวัตกรรมทางการศึกษา และนำนวัตกรรมไปใช้พัฒนาการเรียนรู้ ทำให้เกิดประโยชน์ต่อนักเรียนตามหลักเกณฑ์การสร้างและการพัฒนานวัตกรรมให้เป็นผลงานวิชาการเพื่อขอเลื่อนวิทยฐานะได้ และจากการสัมภาษณ์เพิ่มเติมในประเด็นการนำการศึกษาและพัฒนาบทเรียนมาใช้ในโรงเรียนทำให้เกิดปัญหาในด้านใดบ้างนั้น ครูประจำการคณิตศาสตร์ให้การยืนยันว่า การนำการศึกษาและพัฒนาบทเรียนมาใช้ในโรงเรียนครั้งนี้ไม่ทำให้เกิด

ปัญหาต่อการปฏิบัติงานในโรงเรียน เนื่องจากการดำเนินงานที่สอดคล้องกับการปฏิบัติงานสอนปกติประจำวัน

ผู้บริหารโรงเรียนที่มีส่วนร่วมในการศึกษาและพัฒนาบทเรียนมองเห็นประโยชน์จากการนำการศึกษาและพัฒนาบทเรียนมาใช้ในโรงเรียนอยู่ 2 ด้าน ได้แก่ 1) เป็นกระบวนการที่ช่วยปรับปรุงคุณภาพการศึกษาของโรงเรียนโดยยึดหลักให้สังคมมีส่วนร่วมในการจัดการศึกษาตามหมวด 1 แห่งพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 และที่แก้ไขเพิ่มเติม (ฉบับที่ 2) พ.ศ. 2545 และ 2) เป็นกระบวนการที่ช่วยส่งเสริมครูประจำการคณิตศาสตร์ให้สามารถพัฒนาผลงานวิชาการเพื่อความก้าวหน้าในวิชาชีพ และช่วยแก้ปัญหาการใช้ครูประจำการคณิตศาสตร์ที่มีวุฒิไม่ตรงกับวิชาที่สอนในการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ได้ โดยมีตัวอย่างลักษณะการตอบดังภาพประกอบ 27

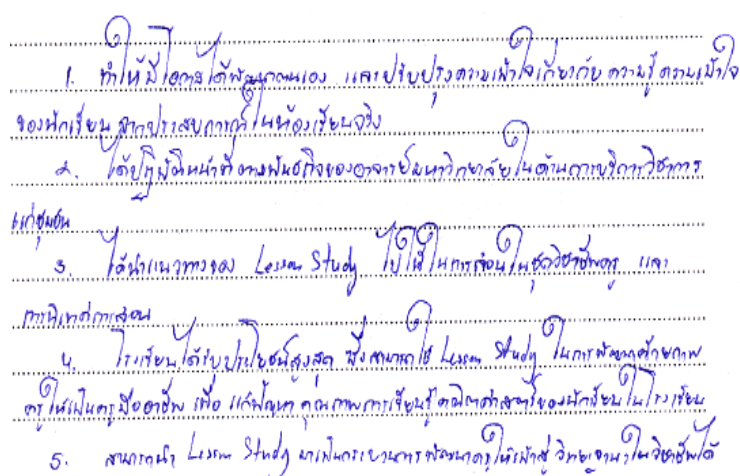
1. เป็นแนวทางปรับปรุงคุณภาพการศึกษาของโรงเรียน
2. เป็นแนวทางส่งเสริมและพัฒนาครูให้ได้รับวิทยฐานะ/วิชาชีพ
ขอโรงเรียน
3. เป็นวิธีการแก้ปัญหาครูไม่จบการศึกษาคณิตศาสตร์ไม่ต้อง
เลื่อนตำแหน่งหรือย้าย
4. ช่วยยกย่องผู้พัฒนาบทเรียนวิชาคณิตศาสตร์
5. ส่งเสริมให้บุคลากรภายนอกโรงเรียนมีส่วนร่วมในการจัดการ
ศึกษา

ภาพประกอบ 27 ลักษณะการตอบของผู้บริหารโรงเรียนในด้านการมองเห็นประโยชน์จากการนำการศึกษาและพัฒนาบทเรียนมาใช้ในโรงเรียน

จากการสัมภาษณ์เพิ่มเติมในประเด็นที่ผู้บริหารโรงเรียนมีความคิดเห็นว่าการศึกษาและพัฒนาบทเรียนช่วยแก้ปัญหาการใช้ครูประจำการคณิตศาสตร์ที่มีวุฒิไม่ตรงกับวิชาที่สอนในการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์นั้นพบว่า ผู้บริหารโรงเรียนให้การยืนยันว่า การนำการศึกษาและพัฒนาบทเรียนมาใช้ในโรงเรียนครั้งนี้ทำให้ครูประจำการคณิตศาสตร์คณิตศาสตร์ที่มีวุฒิไม่ตรงกับวิชาที่สอนได้มีโอกาสปรับปรุงความรู้ในการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์จากการทำงานร่วมกันและจากการได้รับคำปรึกษาจากผู้เชี่ยวชาญภายนอกและศึกษานิเทศก์ทางด้านคณิตศาสตร์โดยเฉพาะและจากการสัมภาษณ์เพิ่มเติมในประเด็นการนำการศึกษาและพัฒนาบทเรียนมาใช้ในโรงเรียนทำให้เกิดปัญหาในด้านใดบ้างนั้น ผู้บริหารโรงเรียนให้การยืนยันว่า การนำการศึกษาและพัฒนาบทเรียนมาใช้ในโรงเรียนครั้งนี้อยู่ในวิถีทางของการปฏิบัติงานปกติประจำวันของครูประจำการคณิตศาสตร์ ซึ่งการจัดเวลาและสถานที่เพื่อเอื้อให้ครูประจำการคณิตศาสตร์ได้ทำงานร่วมกันตามกระบวนการของ

การศึกษาและพัฒนาบทเรียนนั้นสามารถบริหารจัดการได้โดยไม่ทำให้เกิดปัญหาต่อการบริหารงานวิชาการของโรงเรียน

ผู้เชี่ยวชาญภายนอกที่มีส่วนร่วมในการศึกษาและพัฒนาบทเรียนมองเห็นประโยชน์จากการนำการศึกษาและพัฒนาบทเรียนมาใช้ในโรงเรียนอยู่ 3 ด้าน ได้แก่ 1) สามารถนำประสบการณ์ที่ได้มีส่วนร่วมในการศึกษาและพัฒนาบทเรียนไปพัฒนางานตามหน้าที่และพันธกิจของบุคลากรทางการศึกษาในระดับอุดมศึกษา 2) เป็นกระบวนการที่ช่วยปรับปรุงคุณภาพการจัดการเรียนการสอน คณิตศาสตร์ของโรงเรียน และ 3) เป็นกระบวนการที่ช่วยส่งเสริมครูประจำการคณิตศาสตร์ให้สามารถพัฒนาผลงานวิชาการเพื่อความก้าวหน้าในวิชาชีพ โดยมีตัวอย่างลักษณะการตอบดังภาพประกอบ 28

- 
1. ทำให้มีเอกสารพัฒนาบทเรียน และปรับปรุงตามหน้าที่เกี่ยวกับงานที่ตนมีอยู่ของโรงเรียน จากประสบการณ์ในห้องเรียนจริง
 2. ได้เรียนรู้หน้าที่ตามพันธกิจของอาจารย์มหาวิทยาลัยในด้านงานวิชาการมากขึ้น
 3. ได้ทำแนวทางการ Lesson Study ไปใช้ในภาคเรียนในชั้นเรียน และภาคเรียนต่อไป
 4. โรงเรียนได้ปรับปรุงหลักสูตร ซึ่งสอดคล้อง Lesson Study ในบทเรียนที่พัฒนา
 5. สอนคณิต Lesson Study มาเป็นกระบวนการที่ตนเองได้มีผลดีกับนักเรียนในชั้นเรียน

ภาพประกอบ 28 ลักษณะการตอบของผู้เชี่ยวชาญภายนอกในด้านการมองเห็นประโยชน์จากการนำการศึกษาและพัฒนาบทเรียนมาใช้ในโรงเรียน

จากการสัมภาษณ์เพิ่มเติมในประเด็นการนำการศึกษาและพัฒนาบทเรียนมาใช้ในโรงเรียนทำให้เกิดปัญหาในด้านใดบ้างนั้น ผู้เชี่ยวชาญภายนอกให้การยืนยันว่าการนำการศึกษาและพัฒนาบทเรียนมาใช้ในโรงเรียนครั้งนี้ไม่ทำให้เกิดปัญหาต่อการปฏิบัติงานในหน้าที่ เนื่องจากเป็นพันธกิจการบริการวิชาการแก่ชุมชนของบุคลากรทางการศึกษาในสถาบันอุดมศึกษา

ศึกษานิเทศก์ที่มีส่วนร่วมในการศึกษาและพัฒนาบทเรียนมองเห็นประโยชน์จากการนำการศึกษาและพัฒนาบทเรียนมาใช้ในโรงเรียนอยู่ 2 ด้าน ได้แก่ 1) เป็นกระบวนการที่ช่วยปรับปรุงคุณภาพการศึกษาของโรงเรียนโดยยึดหลักให้สังคมมีส่วนร่วมในการจัดการศึกษาตามหมวด 1 แห่งพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 และที่แก้ไขเพิ่มเติม (ฉบับที่ 2) พ.ศ. 2545 และ 2) เป็นกระบวนการที่ช่วยส่งเสริมครูประจำการคณิตศาสตร์ให้สามารถพัฒนาผลงานวิชาการเพื่อความก้าวหน้าในวิชาชีพ โดยมีตัวอย่างลักษณะการตอบดังภาพประกอบ 29

1. สามารถปรับปรุงและพัฒนาศักยภาพโรงเรียนสู่ระดับคุณภาพสูงได้
2. โรงเรียนสามารถให้กระบวนการนี้สนับสนุนและให้กำลังใจกับผู้บริหารและครูผู้สอนในการดำเนินการได้
3. เป็นโอกาสอันดีในการสร้างความเข้าใจร่วมกันระหว่างโรงเรียนและเขตพื้นที่การศึกษาตั้งแต่ระดับโรงเรียนจนถึงระดับเขตพื้นที่การศึกษา
4. ทำให้ได้เรียนรู้การดำเนินงานด้านการพัฒนาโรงเรียนจากโรงเรียนในโรงเรียน

ภาพประกอบ 29 ลักษณะการตอบของศึกษานิเทศก์ในด้านการมองเห็นประโยชน์จากการนำ
การศึกษาและพัฒนามาใช้ในโรงเรียน

จากการสัมภาษณ์เพิ่มเติมในประเด็นการนำการศึกษาและพัฒนามาใช้ในโรงเรียนทำให้เกิดปัญหาในด้านใดบ้างนั้น ศึกษานิเทศก์ให้การยืนยันว่าการนำการศึกษาและพัฒนามาใช้ในโรงเรียนครั้งนี้ไม่ทำให้เกิดปัญหาต่อการปฏิบัติงานในหน้าที่ นอกจากนี้ผู้บริหารในสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษายังได้ให้การสนับสนุนเป็นอย่างดี

จากลักษณะการตอบแบบสะท้อนความเข้าใจและความคิดเห็นที่มีต่อการนำการศึกษาและพัฒนามาใช้ในโรงเรียนและจากการสัมภาษณ์เพิ่มเติมดังกล่าวพบว่า ผู้ที่มีส่วนร่วมในการศึกษาและพัฒนามองเห็นประโยชน์จากการนำการศึกษาและพัฒนามาใช้ในโรงเรียนที่สอดคล้องกัน 2 ด้าน ได้แก่ 1) เป็นกระบวนการที่ช่วยปรับปรุงคุณภาพการศึกษาของโรงเรียนโดยยึดหลักให้สังคมมีส่วนร่วมในการจัดการศึกษาตามหมวด 1 แห่งพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 และที่แก้ไขเพิ่มเติม (ฉบับที่ 2) พ.ศ. 2545 และ 2) เป็นกระบวนการที่ช่วยส่งเสริมครูประจำการคณิตศาสตร์ให้สามารถพัฒนาผลงานวิชาการเพื่อความก้าวหน้าในวิชาชีพ

3. ด้านการสนับสนุนและยืนยันให้มีการนำการศึกษาและพัฒนามาใช้ในโรงเรียน

จากการตอบแบบสะท้อนความเข้าใจและความคิดเห็นที่มีต่อการนำการศึกษาและพัฒนามาใช้ในโรงเรียนของผู้ที่มีส่วนร่วมในการศึกษาและพัฒนาบทเรียน ในข้อคำถามที่ 3 และ 4 ซึ่งใช้ในการประเมินองค์ประกอบซึ่งเป็นตัวบ่งชี้ในด้านนี้ พบว่า

ครูประจำการคณิตศาสตร์ที่มีส่วนร่วมในการศึกษาและพัฒนามาใช้ในการสนับสนุนการนำการศึกษาและพัฒนามาใช้ในโรงเรียนโดยเข้าร่วมดำเนินงานตามกระบวนการของการศึกษาและพัฒนาบทเรียนอย่างต่อเนื่อง และมีการยืนยันให้มีการนำการศึกษาและพัฒนามาใช้ในโรงเรียน

มาใช้ในโรงเรียนต่อไปโดยแสดงการสนับสนุนให้มีการดำเนินงานการศึกษาและพัฒนาบทเรียนกับ
เนื้อหาคณิตศาสตร์อื่นในปีการศึกษาถัดไปอีกและมีความต้องการเชิญให้ครูประจำการ
คณิตศาสตร์ในโรงเรียนที่ยังไม่ได้เข้าร่วมการดำเนินงานการศึกษาและพัฒนาบทเรียนได้เข้าร่วมงาน
เพิ่มขึ้น โดยมีตัวอย่างลักษณะการตอบดังภาพประกอบ 30

เข้าร่วมทำงานกับครูคนอื่น ๆ และผู้เชี่ยวชาญอย่างสม่ำเสมอ
ตลอด 2 ปีที่ผ่านมา โดยร่วมแสดงความคิดเห็นใน
การสะท้อนผลการสอน และหาวิธีแก้ปัญหาการที่
นักเรียนเรียนคณิตศาสตร์ไม่เข้าใจ และพิจารณา
เข้าสู่กระบวนการสอนครูป.5 เท่าที่มีโอกาส

คิดว่าควรสนับสนุนให้ดำเนินงานไปเรื่อยๆ และได้แก้ปัญหาการเรียน
การสอนคณิตศาสตร์ของโรงเรียนได้ ในปีหน้าควรมีการดำเนิน
งานกับเนื้อหา ทศนิยม หรือ ขพปชชก้อยบ้าง โดยจะชวนครู
คนอื่นเข้าร่วมทำงานด้วย

ภาพประกอบ 30 ลักษณะการตอบของครูประจำการคณิตศาสตร์ในด้านการสนับสนุนและยืนยันให้มีการ
การนำการศึกษาและพัฒนาบทเรียนมาใช้ในโรงเรียน

ผู้บริหารโรงเรียนที่มีส่วนร่วมในการศึกษาและพัฒนาบทเรียนให้การสนับสนุนการนำ
การศึกษาและพัฒนาบทเรียนมาใช้ในโรงเรียนโดยให้การสนับสนุนด้านการบริหารจัดการ ให้
คำปรึกษา และติดตามการดำเนินงานโดยตลอด และมีการยืนยันให้มีการนำการศึกษาและพัฒนา
บทเรียนมาใช้ในโรงเรียนต่อไปโดยแสดงการสนับสนุนให้ครูประจำการคณิตศาสตร์ในโรงเรียนเข้าร่วม
การดำเนินงานการศึกษาและพัฒนาบทเรียนเพิ่มขึ้น โดยมีตัวอย่างลักษณะการตอบดังภาพประกอบ

31

ให้สนับสนุนเต็มที่ในทุกด้าน ทั้ง ด้าน ด้านที่ อธิการ
ก.จัดเวลาให้ครูได้มีงานทำจนตลอดปีการศึกษา และให้
ค่าตอบแทนการเขียนโครงการเสนอ สภ
และยังคอยติดตามการทำงานอยู่ตลอด

ให้กำลังใจสนับสนุนเต็มที่ และมีแผนติดตามจะนำครูคณิตศาสตร์
คนอื่น ๆ ในพื้นที่มาช่วยได้แก่ไปหาไปพร้อมกัน เพื่อครูคณิตศาสตร์
ท่านอื่น ๆ ไม่จบทบทวนคณิตศาสตร์ ซึ่งเน้นเป้าหมายของโรงเรียน

ภาพประกอบ 31 ลักษณะการตอบของผู้บริหารโรงเรียนในด้านการสนับสนุนและยืนยันให้มีการนำ
การศึกษาและพัฒนาบทเรียนมาใช้ในโรงเรียน

ผู้เชี่ยวชาญภายนอกที่มีส่วนร่วมในการศึกษาและพัฒนาบทเรียนให้การสนับสนุนการนำ การศึกษาและพัฒนาบทเรียนมาใช้ในโรงเรียนโดยให้คำปรึกษา ให้ข้อเสนอแนะ และแลกเปลี่ยนเรียนรู้ ร่วมกับครูประจำการคณิตศาสตร์เพื่อปรับปรุงคุณภาพการจัดการเรียนการสอนอย่างต่อเนื่อง และมีการยืนยันให้มีการนำการศึกษาและพัฒนาบทเรียนมาใช้ในโรงเรียนต่อไปโดยแสดงการสนับสนุนให้ครู ประจำการคณิตศาสตร์ในโรงเรียนเข้าร่วมการดำเนินงานการศึกษาและพัฒนาบทเรียนเพิ่มขึ้น และยังมี ความต้องการสนับสนุนให้นักศึกษาเตรียมฝึกประสบการณ์วิชาชีพครูเข้าร่วมการศึกษาและพัฒนา บทเรียนเพื่อให้มีประสบการณ์เกี่ยวกับการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ในห้องเรียนจริง โดยมี ตัวอย่างลักษณะการตอบดังภาพประกอบ 32

ได้ทำหน้าที่ให้คำปรึกษาและให้ข้อเสนอแนะด้านกาจัดการเรียน การสอนคณิตศาสตร์สำหรับครูใน Lesson Study ซึ่งได้มีการฝึกฝน การค้นคว้า การสังเกต และแลกเปลี่ยนเรียนรู้ ซึ่งกันและกัน เกี่ยวกับ การตอบสนองของ นักเรียนจากการเรียนในห้องเรียน

การสนับสนุนให้ใช้ Lesson Study ในโรงเรียนต่อไปโดยขอทำงานไปช่วงการคณิตศาสตร์ คนอื่นๆในโรงเรียน ซึ่งเท่าที่สังเกตนั้น มีครูหลายคนให้ความสนใจที่จะเข้าร่วม งาน และถ้ามีการดำเนินการ Lesson Study อีกในภาคเรียนหน้า จะขอว่า นักศึกษาเตรียมฝึกประสบการณ์วิชาชีพครู มาทำ observe เพื่อจะได้รับ ประสงค์การตรง จากการสอนในห้องเรียนจริง

ภาพประกอบ 32 ลักษณะการตอบของผู้เชี่ยวชาญภายนอกในด้านการสนับสนุนและยืนยันให้มีการนำ การศึกษาและพัฒนาบทเรียนมาใช้ในโรงเรียน

ศึกษานิเทศก์ที่มีส่วนร่วมในการศึกษาและพัฒนาบทเรียนให้การสนับสนุนการนำ การศึกษาและพัฒนาบทเรียนมาใช้ในโรงเรียนโดยได้เข้าร่วมการสะท้อนผลและแลกเปลี่ยนเรียนรู้กับ ครูประจำการคณิตศาสตร์เพื่อปรับปรุงคุณภาพการจัดการเรียนการสอนอย่างต่อเนื่อง และมีการยืนยัน ให้มีการนำการศึกษาและพัฒนาบทเรียนมาใช้ในโรงเรียนต่อไปโดยเสนอแนะให้ผู้บริหารโรงเรียน สนับสนุนให้ครูประจำการคณิตศาสตร์ในโรงเรียนเข้าร่วมการดำเนินงานการศึกษาและพัฒนาบทเรียน เพิ่มขึ้น โดยมีตัวอย่างลักษณะการตอบดังภาพประกอบ 33

ในการสนับสนุนโดยเข้าร่วมสหกรณ์โรงเรียน-สหภาพเกษตรกร
และอาสาสมัครเข้าช่วยปลูกพืชผักสวนครัว และยังสามารถประชาสัมพันธ์
ในโรงเรียนอื่นๆตามอำเภอเมือง

ทางโรงเรียนได้ขอสนับสนุนจาก อบต.เมือง และทางศูนย์ฯ
ทางด้านสหกรณ์และสหกรณ์ และทางโรงเรียนได้หาเงินอุดหนุนจาก
หรือจากแหล่งอื่น ๆ ในโรงเรียน เราได้จัดทำแผน

ภาพประกอบ 33 ลักษณะการตอบของศึกษานิเทศก์ในด้านการสนับสนุนและยืนยันให้มีการนำ
การศึกษาและพัฒนาบทเรียนมาใช้ในโรงเรียน

จากลักษณะการตอบแบบสะท้อนความเข้าใจและความคิดเห็นที่มีต่อการนำการศึกษา
และพัฒนาบทเรียนมาใช้ในโรงเรียนดังกล่าวพบว่า ผู้ที่มีส่วนร่วมในการศึกษาและพัฒนาบทเรียน
ได้ให้การสนับสนุนการนำการศึกษาและพัฒนาบทเรียนมาใช้ในโรงเรียนโดยปฏิบัติตาม
บทบาทที่ได้กำหนดไว้ในงานวิจัยเป็นอย่างดี และได้ยืนยันให้มีการนำการศึกษาและพัฒนา
บทเรียนมาใช้ในโรงเรียนต่อไปโดยสนับสนุนให้ครูประจำการคณิตศาสตร์ในโรงเรียนเข้าร่วม
การดำเนินงานการศึกษาและพัฒนาบทเรียนเพิ่มขึ้น

4. ด้านการมีทางออกให้กับข้อจำกัดที่พบจากการนำการศึกษาและพัฒนาบทเรียน มาใช้ในโรงเรียน

จากการตอบแบบสะท้อนความเข้าใจและความคิดเห็นที่มีต่อการนำการศึกษาและ
พัฒนาบทเรียนมาใช้ในโรงเรียนของผู้ที่มีส่วนร่วมในการศึกษาและพัฒนาบทเรียน ในข้อคำถามที่ 5 ซึ่ง
ใช้ในการประเมินองค์ประกอบซึ่งเป็นตัวบ่งชี้ในด้านนี้ พบว่า

ครูประจำการคณิตศาสตร์ที่มีส่วนร่วมในการศึกษาและพัฒนาบทเรียนมีความคิดเห็นที่
สอดคล้องกันว่าข้อจำกัดที่พบจากการนำการศึกษาและพัฒนาบทเรียนมาใช้ในโรงเรียนครั้งนี้ ได้แก่
การมีโอกาสได้เข้าร่วมสังเกตการจัดการเรียนการสอนในห้องเรียนจริงได้น้อย เนื่องจากมีภาระงาน
สอนมาก โดยได้เสนอทางออกให้มีการใช้ระบบนิเทศการสอนภายในโรงเรียนเพื่อสนับสนุนให้สามารถ
เข้าร่วมสังเกตการจัดการเรียนการสอนซึ่งกันและกันได้มากขึ้น โดยมีตัวอย่างลักษณะการตอบดัง
ภาพประกอบ 34

ข้อจำกัดที่พบอยู่ที่การมีโอกาสร่วมสังเกตการสอนในห้องเรียนได้น้อย แต่เท่าที่ทำงานกันอยู่ การนำ VDO เครื่องภาพก็อัดไว้ มาเปิด และร่วมกันวิเคราะห์ในตอนหลังที่จบผลการสอนก็มีความเหมาะสมดี เห็นบรรยากาศการสอนในห้องเรียนโดยตลอด และเห็นร่องวิชาการบอกว่า จึงให้มีการนิเทศการสอนในโรงเรียน ก็คงจะแก้ปัญหาได้ ครูจะได้มีโอกาสสังเกตการสอนกันมากขึ้น

ภาพประกอบ 34 ลักษณะการตอบของครูประจำการคณิตศาสตร์ในด้านการมีทางออกให้กับข้อจำกัดที่พบจากการนำการศึกษาและพัฒนาบทเรียนมาใช้ในโรงเรียน

จากการสัมภาษณ์เพิ่มเติมในประเด็นของการใช้ระบบนิเทศการสอนภายในโรงเรียนเพื่อเป็นทางออกให้ครูประจำการคณิตศาสตร์ได้มีโอกาสเข้าร่วมสังเกตการจัดการเรียนการสอนในห้องเรียนจริงได้มากขึ้นนั้น ครูประจำการคณิตศาสตร์ได้ให้เหตุผลว่า ได้มีการปรึกษาร่วมกับผู้บริหารโรงเรียนในประเด็นนี้มาโดยตลอด ผู้บริหารโรงเรียนมองเห็นประโยชน์จากการที่ครูประจำการมีโอกาสได้เข้าร่วมสังเกตการจัดการเรียนการสอนซึ่งกันและกันเนื่องจากทำให้สามารถแก้ปัญหาการเรียนการสอนได้สอดคล้องกับปัญหา จึงสนับสนุนให้มีการใช้ระบบนิเทศการสอนภายในโรงเรียนเพื่อให้ครูประจำการมีโอกาสสังเกตการจัดการเรียนการสอนซึ่งกันและกันได้มากขึ้น

ผู้บริหารโรงเรียนที่มีส่วนร่วมในการศึกษาและพัฒนาบทเรียนมีความคิดเห็นที่สอดคล้องกันว่าข้อจำกัดที่พบจากการนำการศึกษาและพัฒนาบทเรียนมาใช้ในโรงเรียนครั้งนี้ ได้แก่ การที่ครูประจำการคณิตศาสตร์มีโอกาสได้เข้าร่วมสังเกตการจัดการเรียนการสอนในห้องเรียนจริงได้น้อยเนื่องจากมีภาระงานสอนมากและมีชั่วโมงสอนตามตารางสอนที่ตรงกัน โดยได้เสนอทางออกให้มีการใช้ระบบนิเทศการสอนภายในโรงเรียนเพื่อสนับสนุนให้ครูประจำการคณิตศาสตร์สามารถเข้าร่วมสังเกตการจัดการเรียนการสอนซึ่งกันและกันได้มากขึ้น โดยมีตัวอย่างลักษณะการตอบดัง

ภาพประกอบ 35

เท่าที่ทั้งท่านมีข้อจำกัดอยู่ที่การสังเกตการสอน โดยปกติโรงเรียนจะจัดการสอนสำหรับคณิตศาสตร์ในช่วงเช้า แต่มักทบทวนชั้น ครูจึงพาทีมสังเกตการสอนได้น้อยถึง เพราะเวลาสอนตรงกัน แต่ทั้งโรงเรียนก็เห็นความสำคัญ จึงได้คุยกันว่า ควรมีการพัฒนาบทเรียนให้สอดคล้องภายในโรงเรียนใหม่ จะช่วยให้ครู สามารถสังเกตการสอนได้มากขึ้น

ภาพประกอบ 35 ลักษณะการตอบของผู้บริหารโรงเรียนในด้านการมีทางออกให้กับข้อจำกัดที่พบจากการนำการศึกษาและพัฒนาบทเรียนมาใช้ในโรงเรียน

จากการสัมภาษณ์เพิ่มเติมในประเด็นของการใช้ระบบนิเทศการสอนภายในโรงเรียนเพื่อเป็นทางออกให้ครูประจำการคณิตศาสตร์ได้มีโอกาสเข้าร่วมสังเกตการจัดการเรียนการสอนในห้องเรียนจริงได้มากขึ้นนั้น ผู้บริหารโรงเรียนได้ให้การยืนยัน การใช้ระบบนิเทศการสอนภายในโรงเรียนควบคู่ไปกับการดำเนินงานการศึกษาและพัฒนาบทเรียนจะสามารถส่งเสริมให้ครูประจำการคณิตศาสตร์มีโอกาสได้เข้าร่วมสังเกตการจัดการเรียนการสอนซึ่งกันและกันมากขึ้น เนื่องจากเป็นกิจกรรมที่ครูประจำการทุกคนในโรงเรียนต้องเข้าร่วมและมีผลต่อการประเมินการปฏิบัติงานของครูประจำการ

ผู้เชี่ยวชาญภายนอกที่มีส่วนร่วมในการศึกษาและพัฒนาบทเรียนมีความคิดเห็นว่าการข้อจำกัดที่พบจากการนำการศึกษาและพัฒนาบทเรียนมาใช้ในโรงเรียนครั้งนี้ ได้แก่ การที่ครูประจำการคณิตศาสตร์มีโอกาสได้เข้าร่วมสังเกตการจัดการเรียนการสอนในห้องเรียนจริงได้น้อย โดยได้เสนอทางออกให้มีการบริหารจัดการตารางสอนและตารางการปฏิบัติงานที่เอื้อให้ครูประจำการคณิตศาสตร์สามารถเข้าร่วมสังเกตการจัดการเรียนการสอนซึ่งกันและกันได้มากขึ้น โดยมีตัวอย่างลักษณะการตอบดังภาพประกอบ 36

ข้อจำกัดอยู่ที่การบริหารจัดการในด้านการมีส่วนร่วมสังเกตการสอนในห้องเรียน
อย่างสม่ำเสมอ จากนี้ได้รับประสบการณ์จากการวิเคราะห์การสอนของ
เพื่อนครู แล้ววิเคราะห์บทเรียนของนักเรียนในห้องเรียน
การดำเนินการที่ผ่านมามีโอกาสมีส่วนร่วมสังเกตการสอนไม่มากเท่าที่ควร
ไม่สามารถทดแทนได้จากการวิเคราะห์ข้อดีโอกาสสอนร่วมกันในช่วงสัปดาห์
ทอง จัดตารางสอนและตารางปฏิบัติงานให้สอดคล้องการมีส่วนร่วมสังเกตการสอน
โดยขอขออนุญาตจากฝ่ายบริหารสังเกตการสอน 1 คน ในแต่ละสัปดาห์
การใช้บทเรียนวิจัยของ Lesson Study และฟังเสียงการสอน ก็บันทึก
ภาพและวิดีโอการสอนในห้องเรียนมาใช้เพื่อสะท้อนผล

ภาพประกอบ 36 ลักษณะการตอบของผู้เชี่ยวชาญภายนอกในด้านการมีทางออกให้กับข้อจำกัดที่พบจากการนำการศึกษาและพัฒนาบทเรียนมาใช้ในโรงเรียน

จากการสัมภาษณ์เพิ่มเติมในประเด็นของการบริหารจัดการตารางสอนและตารางการปฏิบัติงานที่เอื้อให้ครูประจำการคณิตศาสตร์สามารถเข้าร่วมสังเกตการจัดการเรียนการสอนซึ่งกันและกันได้มากขึ้นนั้น ผู้เชี่ยวชาญภายนอกได้ให้เหตุผลว่า โรงเรียนสามารถจัดตารางสอนและจัดตาราง

จากลักษณะการตอบแบบสะท้อนความเข้าใจและความคิดเห็นที่มีต่อการนำการศึกษาและพัฒนาบทเรียนมาใช้ในโรงเรียนและจากการสัมภาษณ์เพิ่มเติมดังกล่าวพบว่า ผู้ที่มีส่วนร่วมในการศึกษาและพัฒนาบทเรียนมีความคิดเห็นที่สอดคล้องกันว่าข้อจำกัดที่พบจากการนำการศึกษาและพัฒนาบทเรียนมาใช้ในโรงเรียนครั้งนี้ ได้แก่ ครูประจำการคณิตศาสตร์มีโอกาสดำเนินการร่วมสังเกตการจัดการเรียนการสอนในห้องเรียนจริงได้น้อยเนื่องจากมีภาระงานสอนมาก ทั้งนี้ได้เสนอทางออกให้มีการใช้ระบบนิเทศการสอนภายในโรงเรียนเพื่อสนับสนุนให้ครูประจำการคณิตศาสตร์สามารถเข้าร่วมสังเกตการจัดการเรียนการสอนซึ่งกันและกันได้มากขึ้น

ตอนที่ 2 ด้านการเปลี่ยนแปลงความรู้ทางการสอนในเนื้อหาคณิตศาสตร์

การศึกษาการเปลี่ยนแปลงความรู้ทางการสอนในเนื้อหาคณิตศาสตร์ของครูประจำการคณิตศาสตร์ จะนำเสนอผลการประเมินในเชิงพรรณนาว่า ครูประจำการคณิตศาสตร์มีความรู้ทางการสอนในเนื้อหาคณิตศาสตร์ก่อนเข้าร่วมการวิจัยและหลังเข้าร่วมการวิจัยครบทุกขั้นตอนเป็นอย่างไร และหลังเข้าร่วมการวิจัยครบทุกขั้นตอนแล้วครูประจำการคณิตศาสตร์มีการเปลี่ยนแปลงความรู้ทางการสอนในเนื้อหาคณิตศาสตร์จากก่อนเข้าร่วมการวิจัยอย่างไรบ้าง โดยจำแนกตามองค์ประกอบ 4 ด้าน ได้แก่ 1) การรู้วิธีนำเสนอโน้ตสโนทางคณิตศาสตร์เรื่อง เศษส่วน 2) การรู้โน้ตสโนทางคณิตศาสตร์ที่คลาดเคลื่อนของนักเรียนในเรื่อง เศษส่วน และรู้วิธีนำเสนอเพื่อแก้ไขโน้ตสโนทางคณิตศาสตร์ที่คลาดเคลื่อนนั้น 3) การเลือกใช้งานเพื่อพัฒนาความสามารถในการเรียนรู้คณิตศาสตร์ของนักเรียนในเรื่อง เศษส่วน และ 4) การส่งเสริมให้นักเรียนมีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ทั้งนี้พิจารณาได้จากการตอบแบบสอบถามเพื่อศึกษาความรู้ทางการสอนในเนื้อหาคณิตศาสตร์เรื่อง เศษส่วน ของครูประจำการคณิตศาสตร์ จำนวน 5 คน และผลจากการสัมภาษณ์เพิ่มเติมครูประจำการคณิตศาสตร์ที่เก็บรวบรวมได้ในช่วงก่อนเข้าร่วมการวิจัยและหลังเข้าร่วมการวิจัยครบทุกขั้นตอน โดยใช้กรอบแนวคิดสำหรับการศึกษาความรู้ทางการสอนในเนื้อหาคณิตศาสตร์ของครูประจำการคณิตศาสตร์ช่วยในการพิจารณา

ผลการศึกษาความรู้ทางการสอนในเนื้อหาคณิตศาสตร์ของครูประจำการคณิตศาสตร์ก่อนเข้าร่วมการวิจัย จำแนกตามองค์ประกอบ 4 ด้าน ปรากฏผลดังต่อไปนี้

1) การรู้วิธีนำเสนอโน้ตสโนทางคณิตศาสตร์เรื่อง เศษส่วน

จากการตอบแบบสอบถามเพื่อศึกษาความรู้ทางการสอนในเนื้อหาคณิตศาสตร์เรื่อง เศษส่วน ในข้อคำถามที่ 1 ซึ่งใช้ในการประเมินองค์ประกอบในด้านนี้ โดยมีคำถามย่อย 2 ข้อ คำถามย่อยข้อ 1.1 ใช้ถามครูประจำการคณิตศาสตร์ถึงวิธีการนำเสนอหรือการมีคำอธิบายเพื่อช่วยให้นักเรียนเข้าใจและสามารถหาคำตอบของ $\frac{1}{2} \div \frac{1}{6} = \square$ ได้ ส่วนคำถามย่อยข้อ 1.2 ใช้ถามครูประจำการคณิตศาสตร์ถึงความเหมาะสมของวิธีการนำเสนอหรือการให้คำอธิบายที่ใช้ในข้อ 1.1 ในการนำมาใช้เพื่อช่วยให้นักเรียนเข้าใจและสามารถหาคำตอบของ $\frac{1}{2} \div \frac{1}{5} = \square$ ได้ โดยมีข้อค้นพบดังนี้

ครูประจำการคณิตศาสตร์ทั้ง 5 คน ได้ตอบคำถามย่อยข้อ 1.1 โดยสามารถอธิบายขั้นตอนวิธีการหารเศษส่วนด้วยเศษส่วนโดยการคูณเศษส่วนที่เป็นตัวตั้งกับส่วนกลับของเศษส่วนที่เป็นตัวหารเพื่อช่วยให้นักเรียนสามารถหาคำตอบของ $\frac{1}{2} \div \frac{1}{6} = \square$ ได้ แต่ไม่มีคำอธิบายเพื่อช่วยให้นักเรียนเข้าใจความหมายของการหารเศษส่วนด้วยเศษส่วนดังกล่าว ส่วนการตอบคำถามย่อยข้อ 1.2

ครูประจำการคณิตศาสตร์ทั้ง 5 คนให้การยืนยันในคำอธิบายที่ใช้ในข้อ 1.1 ว่ามีความเหมาะสมในการทำให้นักเรียนสามารถหาคำตอบของ $\frac{1}{2} \div \frac{1}{5} = \square$ ได้ โดยมีคำอธิบายขั้นตอนวิธีการหารเศษส่วนด้วยเศษส่วนในทำนองเดียวกันกับข้อ 1.1 และไม่มีคำอธิบายเกี่ยวกับความหมายของการหารเศษส่วนด้วยเศษส่วนดังกล่าว โดยมีตัวอย่างลักษณะการตอบดังภาพประกอบ 38

1.1 หารเศษส่วนด้วยเศษส่วน โดยที่เศษส่วน เป็นเลขคู่/เศษส่วนคี่/หารลงตัว มีคำตอบ $\frac{1}{2} \div \frac{1}{5} = \frac{1}{2} \times \frac{5}{1}$ $= \frac{1 \times 5}{2 \times 1}$ $= \frac{5}{2}$ $= 2\frac{1}{2}$	1.2 หารเศษส่วนด้วยเศษส่วน โดยที่เศษส่วน เป็นเลขคี่/เศษส่วนคี่/หารลงตัว มีคำตอบ $\frac{1}{2} \div \frac{1}{5} = \frac{1}{2} \times \frac{5}{1}$ $= \frac{1 \times 5}{2 \times 1}$ $= \frac{5}{2}$ $= 2\frac{1}{2}$

ภาพประกอบ 38 ลักษณะการตอบของครูประจำการคณิตศาสตร์ในด้านการรู้วิธีนำเสนอโน้ตค้นทางคณิตศาสตร์เรื่อง เศษส่วน

จากการสัมภาษณ์เพิ่มเติมเพื่อขอคำอธิบายเกี่ยวกับความหมายของการหารเศษส่วนด้วยเศษส่วนในคำถามย่อย 1.1 และ 1.2 ซึ่งได้แก่ $\frac{1}{2} \div \frac{1}{6} = \square$ และ $\frac{1}{2} \div \frac{1}{5} = \square$ ตามลำดับพบว่า ครูประจำการคณิตศาสตร์ไม่สามารถอธิบายถึงความหมายของการหารเศษส่วนด้วยเศษส่วนดังกล่าวได้ โดยมีเพียงการอธิบายซ้ำถึงขั้นตอนวิธีการหารเศษส่วนด้วยเศษส่วนเท่านั้น

จากลักษณะการตอบแบบสอบถามเพื่อศึกษาความรู้ทางการสอนในเนื้อหาคณิตศาสตร์เรื่อง เศษส่วน และจากการสัมภาษณ์เพิ่มเติมดังกล่าวแสดงให้เห็นถึงความรู้ทางการสอนในเนื้อหาคณิตศาสตร์ด้านการรู้วิธีนำเสนอโน้ตค้นทางคณิตศาสตร์เรื่อง เศษส่วน ของครูประจำการคณิตศาสตร์ในช่วงก่อนเข้าร่วมการวิจัย ซึ่งมีข้อสรุปว่า ครูประจำการคณิตศาสตร์สามารถอธิบายขั้นตอนวิธีการหารเศษส่วนด้วยเศษส่วนเพื่อช่วยให้นักเรียนหาคำตอบในการหารเศษส่วนด้วยเศษส่วนได้ แต่ไม่สามารถอธิบายให้นักเรียนมีความเข้าใจในความหมายของการหารเศษส่วนด้วยเศษส่วนได้

2) การรู้มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ที่คลาดเคลื่อนของนักเรียนในเรื่อง เศษส่วน และรู้วิธีนำเสนอเพื่อแก้ไขมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ที่คลาดเคลื่อนนั้น

จากการตอบแบบสอบถามเพื่อศึกษาความรู้ทางการสอนในเรื่องเศษส่วน ในข้อคำถามที่ 2 ซึ่งใช้ในการประเมินองค์ประกอบในด้านนี้ โดยรายละเอียดของข้อคำถามมีการกำหนดสถานการณ์ในการจัดการเรียนการสอนเรื่อง การบวกเศษส่วน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ให้ความว่า ถ้ามีนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 คนหนึ่งแสดงการบวกเศษส่วนบนกระดานดำดังนี้ $\frac{2}{3} + \frac{5}{6} = \frac{7}{9}$ จากความเข้าใจของนักเรียนคนนี้ให้ครูประจำการคณิตศาสตร์ตอบคำถามย่อย 2 ข้อ คำถามย่อยข้อ 2.1 ให้อธิบายว่านักเรียนคนนี้มีความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนในเรื่องใดบ้าง ส่วนคำถามย่อยข้อ 2.2 ให้แก้ไขความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนของนักเรียนตามที่กล่าวไว้ในข้อ 2.1 โดยมีข้อค้นพบดังนี้

ครูประจำการคณิตศาสตร์ทั้ง 5 คน ได้ตอบคำถามย่อยข้อ 2.1 โดยอธิบายได้ว่านักเรียนมีมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ที่คลาดเคลื่อนเรื่อง การบวกเศษส่วนที่มีตัวส่วนไม่เท่ากัน โดยนำตัวส่วนของเศษส่วนที่เป็นตัวตั้งและตัวบวกมาบวกกัน ส่วนการตอบคำถามย่อยข้อ 2.2 ครูประจำการคณิตศาสตร์ได้อธิบายถึงการแก้ไขมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ที่คลาดเคลื่อนของนักเรียนดังกล่าว โดยมี การอธิบายให้นักเรียนเข้าใจขั้นตอนวิธีการบวกเศษส่วนที่มีตัวส่วนไม่เท่ากัน ซึ่งต้องทำตัวส่วนให้เท่ากันก่อนแล้วจึงหาผลบวก โดยมีตัวอย่างลักษณะการตอบดังภาพประกอบ 39

2.1 นักเรียนคนนี้ไม่เข้าใจเรื่องการบวกเศษส่วนที่มีตัวส่วนไม่เท่ากัน $\frac{2}{3} + \frac{5}{6} = \frac{2+5}{3+6} = \frac{7}{9}$

2.2 พบทบทวนวิธีการบวกเศษส่วนที่มีตัวส่วนไม่เท่ากัน หาค.ร.น. ของตัวส่วน

$$\frac{2}{3} + \frac{5}{6} = \frac{2 \times 2}{3 \times 2} + \frac{5}{6}$$

$$= \frac{4}{6} + \frac{5}{6}$$

$$= \frac{9}{6}$$

จะเห็นว่า $\frac{2}{3} + \frac{5}{6} = \frac{9}{6}$ ไม่เท่ากับ $\frac{7}{9}$

2.1 พบว่านักเรียนคลาดเคลื่อนในเรื่องการบวกเศษส่วนไม่เท่ากัน

2.2 ครูควรให้คำอธิบาย/ตอบคำถาม ดังนี้

1. ความเข้าใจผิดเรื่องการบวกเศษส่วนที่มีตัวส่วนไม่เท่ากัน โดยนำตัวตั้งและตัวบวกมาบวกกัน

$$\frac{2}{3} + \frac{5}{6} = \left(\frac{2 \times 2}{3 \times 2}\right) + \frac{5}{6}$$

$$= \frac{4}{6} + \frac{5}{6}$$

$$= \frac{4+5}{6}$$

$$= \frac{9}{6}$$

$$= \frac{3}{2}$$

$$= 1\frac{1}{2}$$

ภาพประกอบ 39 ลักษณะการตอบของครูประจำการคณิตศาสตร์ในด้านการรู้มโนทัศน์ทาง

คณิตศาสตร์ที่คลาดเคลื่อนของนักเรียนในเรื่อง เศษส่วน และรู้วิธีนำเสนอเพื่อแก้ไขมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ที่คลาดเคลื่อนนั้น

จากการสัมภาษณ์เพิ่มเติมเพื่อขอคำอธิบายถึงวิธีการที่ช่วยให้นักเรียนสามารถตรวจสอบความสมเหตุสมผลของคำตอบซึ่งเป็นผลบวกของเศษส่วน พบว่า ครูประจำการคณิตศาสตร์ไม่มีคำอธิบายถึงวิธีการที่ช่วยให้นักเรียนสามารถตรวจสอบความสมเหตุสมผลของคำตอบได้ โดยพยายามอธิบายเข้าใจขั้นตอนวิธีการบวกเศษส่วนที่มีตัวส่วนไม่เท่ากันซึ่งทำให้ได้คำตอบที่ถูกต้อง ได้แก่

$$\frac{2}{3} + \frac{5}{6} = \frac{9}{6}$$

จากลักษณะการตอบแบบสอบถามเพื่อศึกษาความรู้ทางการสอนในเนื้อหาคณิตศาสตร์เรื่อง เศษส่วน และจากการสัมภาษณ์เพิ่มเติมดังกล่าวแสดงให้เห็นถึงความรู้ทางการสอนในเนื้อหา คณิตศาสตร์ด้านการรู้โนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ที่คลาดเคลื่อนของนักเรียนในเรื่อง เศษส่วน และรู้วิธีนำเสนอเพื่อแก้ไขโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ที่คลาดเคลื่อนนั้นของครูประจำการคณิตศาสตร์ในช่วงก่อนเข้าร่วมการวิจัย ซึ่งมีข้อสรุปว่า ครูประจำการคณิตศาสตร์สามารถอธิบายรายละเอียดของ มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ที่คลาดเคลื่อนของนักเรียนเรื่อง การบวกเศษส่วนที่มีตัวส่วนไม่เท่ากัน และมีการแก้ไขโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ที่คลาดเคลื่อนของนักเรียนดังกล่าวโดยอธิบายให้นักเรียนเข้าใจขั้นตอนวิธีการบวกเศษส่วนที่มีตัวส่วนไม่เท่ากันได้ แต่ไม่มีวิธีการช่วยให้นักเรียนสามารถตรวจสอบความสมเหตุสมผลของคำตอบซึ่งเป็นผลบวกของเศษส่วน

3) ด้านการเลือกใช้งานเพื่อพัฒนาความสามารถในการเรียนรู้คณิตศาสตร์ของนักเรียนในเรื่อง เศษส่วน

จากการตอบแบบสอบถามเพื่อศึกษาความรู้ทางการสอนในเนื้อหาคณิตศาสตร์เรื่อง เศษส่วน ในข้อคำถามที่ 3 ซึ่งใช้ในการประเมินองค์ประกอบในด้านนี้ โดยรายละเอียดของข้อคำถามมีการกำหนดสถานการณ์สำหรับการให้นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ในการเรียงเศษส่วน ซึ่งมีชุดของเศษส่วนให้เลือกใช้ได้แก่ ก. $\frac{2}{3}, \frac{13}{18}, \frac{2}{9}$ ข. $\frac{1}{2}, \frac{5}{8}, \frac{7}{16}$ ค. $\frac{3}{7}, \frac{2}{5}, \frac{4}{9}$ จากสถานการณ์นี้ให้ครูประจำการคณิตศาสตร์ตอบคำถามย่อย 2 ข้อ คำถามย่อยข้อ 3.1 ให้เลือกชุดของเศษส่วนชุดใดชุดหนึ่งเพื่อใช้ในการให้นักเรียนครั้งนี้ พร้อมทั้งให้เหตุผลประกอบการตัดสินใจในการเลือกใช้ชุดของเศษส่วนนั้น ส่วนคำถามย่อยข้อ 3.2 ให้ใช้คำสั่งในการให้นักเรียนครั้งนี้ โดยมีข้อค้นพบดังนี้

ครูประจำการคณิตศาสตร์จำนวน 3 คนจากทั้งหมด 5 คน ได้ตอบคำถามย่อยข้อ 3.1 โดยเลือกใช้ชุดของเศษส่วนชุด ค. $\frac{3}{7}, \frac{2}{5}, \frac{4}{9}$ เพื่อให้นักเรียนในการเรียงเศษส่วน และให้เหตุผลประกอบการเลือกใช้ชุดของเศษส่วนนี้ว่า เมื่อพิจารณาถึงการใช้ทักษะการคิดคำนวณเพื่อทำตัวส่วนของเศษส่วนทั้ง 3 ในชุดของเศษส่วนชุด ค ให้เท่ากันแล้ว จะมีความยากกว่าการคิดคำนวณในชุดของเศษส่วนชุด ก และ ข ด้วยเหตุผลในการเลือกใช้ชุดของเศษส่วนดังกล่าวและการใช้คำสั่งในการให้นักเรียนจากการตอบคำถามย่อยข้อ 3.2 จึงพบว่า ครูประจำการคณิตศาสตร์กลุ่มนี้มีความมุ่งหมายในการให้

งานเพียงเพื่อต้องการให้นักเรียนใช้ทักษะการคิดคำนวณช่วยในการเปรียบเทียบเศษส่วนเท่านั้น แต่เมื่อพิจารณาการคิดคำนวณเพื่อเปรียบเทียบเศษส่วนที่ละคู่ในชุดของเศษส่วนชุด ค แล้วพบว่า ตัวส่วนของเศษส่วนหนึ่งไม่เป็นพหุคูณของตัวส่วนอีกเศษส่วนหนึ่ง ทำให้พบว่า การเลือกใช้ชุดของเศษส่วนชุด ค จึงไม่มีความเหมาะสมกับระดับความสามารถในการเรียนรู้คณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 สำหรับการให้งานนักเรียนในครั้งนี้ โดยมีตัวอย่างลักษณะการตอบดังภาพประกอบ 40

3.1 เลือกข้อ ค เพราะจะง่ายกว่า

ค. $\frac{3}{7}, \frac{2}{5}, \frac{4}{9}$

ถ้าลองของเลขคี่แล้ว เลขเรียงเศษส่วน

๑) เลข ๓-๕-๗-๙ คำนวณยาก จึงทำตัวส่วนให้เท่ากันได้ โดย ค.ร.น. ของ 7, 5, 9 = $7 \times 5 \times 9$

$$\frac{3}{7} = \frac{3 \times 5 \times 9}{7 \times 5 \times 9} = \frac{135}{315} \quad ②$$

$$\frac{2}{5} = \frac{2 \times 7 \times 9}{5 \times 7 \times 9} = \frac{126}{315} \quad ①$$

$$\frac{4}{9} = \frac{4 \times 7 \times 5}{9 \times 7 \times 5} = \frac{140}{315} \quad ③$$

เรียงจากน้อยไปมากจะได้ $\frac{2}{5} < \frac{3}{7} < \frac{4}{9}$
 เรียงจากมากไปน้อย จะได้ $\frac{4}{9} > \frac{3}{7} > \frac{2}{5}$

3.2 ๑) ใช้ตัวเลขจากในเรียงลำดับเศษส่วนต่อไปเป็น $\frac{3}{7} > \frac{2}{5} > \frac{4}{9}$ จากนั้นลบไปมาก เลขมากไปน้อย โดยแสดงวิธีทำอย่างละเอียด

ภาพประกอบ 40 ลักษณะการตอบของครูประจำการคณิตศาสตร์ในด้านการเลือกใช้งานเพื่อพัฒนาความสามารถในการเรียนรู้คณิตศาสตร์ของนักเรียนในเรื่อง เศษส่วน

จากการสัมภาษณ์เพิ่มเติมเพื่อขอคำอธิบายถึงความเหมาะสมของชุดเศษส่วนที่ได้เลือกใช้ ครูประจำการคณิตศาสตร์กลุ่มนี้ให้การยืนยันว่าชุดของเศษส่วนชุด ค ที่เลือกใช้มีความเหมาะสมสำหรับการให้งานนักเรียน เนื่องจากเป็นชุดของเศษส่วนที่นักเรียนต้องใช้ทักษะการคิดคำนวณในการเปรียบเทียบเศษส่วนมากกว่าชุดของเศษส่วนอื่น แสดงให้เห็นว่าครูประจำการคณิตศาสตร์กลุ่มนี้ยังไม่ได้คำนึงถึงความไม่เหมาะสมของชุดเศษส่วนชุด ค ดังกล่าว

ส่วนครูประจำการคณิตศาสตร์อีก 2 คน ได้ตอบคำถามย่อยข้อ 3.1 โดยเลือกใช้ชุดของเศษส่วนชุด ข. $\frac{1}{2}, \frac{5}{8}, \frac{7}{16}$ เพื่อให้นักเรียนในการเรียงเศษส่วน และให้เหตุผลประกอบการเลือกใช้ชุดของเศษส่วนนี้ว่า เมื่อพิจารณาถึงการใช้ทักษะการคิดคำนวณเพื่อเปรียบเทียบเศษส่วนที่ละคู่ในชุดของเศษส่วนชุด ข แล้วพบว่า ตัวส่วนของเศษส่วนหนึ่งเป็นพหุคูณของตัวส่วนอีกเศษส่วนหนึ่งจึงมีความเหมาะสมกับระดับความสามารถในการเรียนรู้คณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 และให้เหตุผลในการไม่เลือกใช้ชุดของเศษส่วนชุด ก ว่า ถึงแม้ว่าชุดของเศษส่วนชุด ก จะมีความเหมาะสมกับระดับความสามารถในการเรียนรู้คณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5

4) ด้านการส่งเสริมให้นักเรียนมีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์

จากการตอบแบบสอบถามเพื่อศึกษาความรู้ทางการสอนในเนื้อหาคณิตศาสตร์เรื่อง เศษส่วน ในข้อคำถามที่ 4 ซึ่งใช้ในการประเมินองค์ประกอบในด้านนี้ โดยรายละเอียดของข้อคำถาม ต้องการให้ครูประจำการคณิตศาสตร์อธิบายถึงการจัดการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมให้นักเรียนมีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยใช้โจทย์ปัญหาที่กำหนดให้ ได้แก่ “แม่ซื้อต้นหอมมา $\frac{5}{7}$ กิโลกรัม และซื้อผักชีมาอีก $\frac{3}{4}$ กิโลกรัม เพื่อทำกับข้าว ถ้าต้นหอมและผักชีราคา กิโลกรัมละ 20 บาท แม่จะต้องจ่ายเงินทั้งหมดเท่าไร” โดยมีข้อค้นพบดังนี้

ครูประจำการคณิตศาสตร์ทั้ง 5 คน ได้อธิบายถึงการส่งเสริมให้นักเรียนมีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยมีการเน้นให้นักเรียนสามารถวิเคราะห์โจทย์ปัญหา เช่น บอกได้ว่าโจทย์กำหนดอะไรมาให้ โจทย์ต้องการทราบอะไร และมีแนวคิดในการแก้ปัญหาอย่างไร เป็นต้น และเน้นให้นักเรียนสามารถแสดงวิธีคิดในการหาคำตอบของโจทย์ปัญหาได้ถูกต้อง ซึ่งมีตัวอย่างลักษณะการตอบดังภาพประกอบ 42

1. 95 มก/ลิตร = 0.095 ลิตร/ลิตร
 - 1 ลิตร = 1000 มก/ลิตร
 - 1 ลิตร = 1000 มก/ลิตร
 - 1 ลิตร = 1000 มก/ลิตร

2. 1 ลิตร = 1000 มก/ลิตร
 1000 มก/ลิตร = 1000 มก/ลิตร
 1000 มก/ลิตร = 1000 มก/ลิตร

3. 1000 มก/ลิตร = 1000 มก/ลิตร
 1000 มก/ลิตร = 1000 มก/ลิตร
 1000 มก/ลิตร = 1000 มก/ลิตร

ภาพประกอบ 42 ลักษณะการตอบของครูประจำการคณิตศาสตร์ในด้านการส่งเสริมให้นักเรียนมีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์

จากการสัมภาษณ์เพิ่มเติมเพื่อขอคำอธิบายถึงการส่งเสริมให้นักเรียนมีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหานั้น ครูประจำการคณิตศาสตร์ได้ให้เหตุผลว่า การเน้นให้นักเรียนสามารถวิเคราะห์โจทย์ปัญหาได้มีความสำคัญมาก เนื่องจากเป็นแนวทางของการแก้โจทย์ปัญหา นักเรียนต้องอ่าน

โจทย์ปัญหาอย่างละเอียดจนมีความเข้าใจ และพยายามขีดเส้นใต้เพื่อแยกแยะองค์ประกอบของโจทย์ปัญหาให้ได้ว่า โจทย์กำหนดอะไรมาให้ และโจทย์ต้องการทราบอะไร เป็นต้น

จากลักษณะการตอบแบบสอบถามเพื่อศึกษาความรู้ทางการสอนในเนื้อหาคณิตศาสตร์เรื่อง เศษส่วน และจากการสัมภาษณ์เพิ่มเติมดังกล่าวแสดงให้เห็นถึงความรู้ทางการสอนในเนื้อหาคณิตศาสตร์ในด้านการส่งเสริมให้นักเรียนมีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ของครูประจำการคณิตศาสตร์ในช่วงก่อนเข้าร่วมการวิจัย ซึ่งมีข้อสรุปว่า **ครูประจำการคณิตศาสตร์มีการส่งเสริมให้นักเรียนมีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์โดยเน้นให้นักเรียนสามารถวิเคราะห์โจทย์ปัญหา และแสดงวิธีคิดในการหาคำตอบของโจทย์ปัญหาได้ถูกต้อง**

ผลการศึกษาความรู้ทางการสอนในเนื้อหาคณิตศาสตร์ของครูประจำการคณิตศาสตร์หลังเข้าร่วมการวิจัยครบทุกขั้นตอน จำแนกตามองค์ประกอบ 4 ด้าน ปรากฏผลดังต่อไปนี้

1) การรู้วิธีนำเสนอโน้ตส้นทางคณิตศาสตร์เรื่อง เศษส่วน

จากการตอบแบบสอบถามเพื่อศึกษาความรู้ทางการสอนในเนื้อหาคณิตศาสตร์เรื่อง เศษส่วน ในข้อคำถามที่ 1 ซึ่งใช้ในการประเมินองค์ประกอบในด้านนี้ โดยมีคำถามย่อย 2 ข้อ คำถามย่อยข้อ 1.1 ใช้ถามครูประจำการคณิตศาสตร์ถึงวิธีการนำเสนอหรือการมีคำอธิบายเพื่อช่วยให้นักเรียนเข้าใจและสามารถหาคำตอบของ $\frac{1}{2} \div \frac{1}{6} = \square$ ได้ ส่วนคำถามย่อยข้อ 1.2 ใช้ถามครูประจำการคณิตศาสตร์ถึงความเหมาะสมของวิธีการนำเสนอหรือการให้คำอธิบายที่ใช้ในข้อ 1.1 ในการนำมาใช้เพื่อช่วยให้นักเรียนเข้าใจและสามารถหาคำตอบของ $\frac{1}{2} \div \frac{1}{5} = \square$ ได้ โดยมีข้อค้นพบดังนี้

ครูประจำการคณิตศาสตร์จำนวน 2 คนจากทั้งหมด 5 คน ได้ตอบคำถามย่อยข้อ 1.1 โดยสามารถอธิบายขั้นตอนวิธีการหารเศษส่วนด้วยเศษส่วนโดยการคูณเศษส่วนที่เป็นตัวตั้งกับส่วนกลับของเศษส่วนที่เป็นตัวหารเพื่อช่วยให้นักเรียนสามารถหาคำตอบของ $\frac{1}{2} \div \frac{1}{6} = \square$ ได้ และยังสามารถใช้สื่อการเรียนการสอนประกอบการอธิบายเพื่อช่วยให้นักเรียนสามารถเข้าใจความหมายของการหารเศษส่วนด้วยเศษส่วนดังกล่าวได้ ส่วนการตอบคำถามย่อยข้อ 1.2 นอกจากครูประจำการคณิตศาสตร์ในกลุ่มนี้สามารถอธิบายขั้นตอนวิธีการหารเศษส่วนด้วยเศษส่วนโดยการคูณเศษส่วนที่เป็นตัวตั้งกับส่วนกลับของเศษส่วนที่เป็นตัวหารเพื่อช่วยให้นักเรียนสามารถหาคำตอบของ $\frac{1}{2} \div \frac{1}{5} = \square$ ได้แล้ว ยังสามารถเลือกใช้สื่อการเรียนการสอนที่มีความเหมาะสมต่อการอธิบายให้

นักเรียนมีความเข้าใจความหมายของการหารเศษส่วนด้วยเศษส่วนดังกล่าวได้ โดยมีตัวอย่างลักษณะการตอบดังภาพประกอบ 43

1.1 ให้นักเรียนดูภาพต่อไปนี้ แล้วตอบคำถามของครู

(1) ใช้ภาพที่ 1: มีส่วนที่แรเงาคือเป็นเศษส่วนเท่าใดของรูปวงกลม (ครึ่งหนึ่งของรูปวงกลม)

(2) ใช้ภาพที่ 2: แบ่งส่วนที่แรเงาออกเป็นส่วนเท่ากันโดยแต่ละส่วนก็แบ่งได้เป็นเศษส่วนเท่าใดของรูปวงกลม ($\frac{1}{6}$ ของรูปวงกลม)

(3) ใช้ภาพที่ 3: สามารถแบ่งส่วนที่แรเงาได้กี่ส่วน (3 ส่วน)

ดังนั้น $\frac{1}{2} \div \frac{1}{6} = 3$ หมายถึง มีอยู่ทั้งหมดแบ่งออกเป็นส่วนเท่ากันส่วนละหนึ่งในหกของทั้งหมดจะได้ 3 ส่วน

หรือมีวิธีการหาคำตอบได้ดังนี้

$$\begin{aligned}\frac{1}{2} \div \frac{1}{6} &= \frac{1}{2} \times \frac{6}{1} \\ &= \frac{1 \times 6}{2 \times 1} \\ &= \frac{6}{2} \\ &= 3\end{aligned}$$

1.2 กำหนดเส้นข้อ 1.1 ไม่เหมาะสมกับภาพเส้นข้อ $\frac{1}{2} \div \frac{1}{5} = \square$

กำหนดเส้นข้อ $\frac{1}{2} \div \frac{1}{5} = \square$ ทำได้โดยใช้ภาพ

(1) จากภาพที่ 1: มีส่วนที่แรเงาคือเป็นครึ่งหนึ่งของภาพ

(2) จากภาพที่ 2: แบ่งส่วนที่แรเงาออกเป็นส่วนเท่ากันส่วนละ $\frac{1}{5}$ ของภาพ

(3) จากภาพที่ 3: สามารถแบ่งส่วนที่แรเงาได้ 2 ส่วนกับอีกครึ่งส่วน

ดังนั้น $\frac{1}{2} \div \frac{1}{5} = 2\frac{1}{2}$ หมายถึง มีอยู่ทั้งหมดแบ่งออกเป็นส่วนเท่ากันส่วนละหนึ่งในห้าของทั้งหมดจะได้ 2 ส่วนครึ่ง แต่เมื่อวิธีการหาคำตอบได้ดังนี้

$$\begin{aligned}\frac{1}{2} \div \frac{1}{5} &= \frac{1}{2} \times \frac{5}{1} \\ &= \frac{1 \times 5}{2 \times 1} \\ &= \frac{5}{2} \\ &= 2\frac{1}{2}\end{aligned}$$

ภาพประกอบ 43 ลักษณะการตอบของครูประจำการคณิตศาสตร์ในด้านการรู้วิธีนำเสนอโน้ตทัศน์ทางคณิตศาสตร์เรื่อง เศษส่วน

จากการสัมภาษณ์เพิ่มเติมเกี่ยวกับการอธิบายให้นักเรียนเข้าใจความหมายของการหารเศษส่วนด้วยเศษส่วนนั้น พบว่า ครูประจำการคณิตศาสตร์ในกลุ่มนี้ได้ให้เหตุผลว่า การอธิบายขั้นตอนวิธีการหารเศษส่วนด้วยเศษส่วนเพื่อช่วยให้นักเรียนสามารถหาคำตอบได้มีความสำคัญ แต่ที่สำคัญกว่าคือ การอธิบายให้นักเรียนเข้าใจความหมายของการหารเศษส่วนด้วยเศษส่วนได้ ทั้งนี้ต้องมีการเลือกใช้สื่อการเรียนการสอนที่เหมาะสมเพื่อช่วยให้นักเรียนเข้าใจความหมายของการหารเศษส่วนด้วยเศษส่วนได้ง่าย

ส่วนครูประจำการคณิตศาสตร์อีก 3 คน ได้ตอบคำถามย่อยข้อ 1.1 โดยสามารถอธิบายขั้นตอนวิธีการหารเศษส่วนด้วยเศษส่วนโดยการคูณเศษส่วนที่เป็นตัวตั้งกับส่วนกลับของเศษส่วนที่เป็นตัวหารเพื่อช่วยให้นักเรียนสามารถหาคำตอบของ $\frac{1}{2} \div \frac{1}{6} = \square$ ได้เช่นเดียวกับครูประจำการคณิตศาสตร์ 2 คนแรกข้างต้น และยังสามารถใช้ตัวอย่างที่เชื่อมโยงกับชีวิตจริงประกอบการอธิบายเพื่อช่วยให้นักเรียนสามารถเข้าใจความหมายของการหารเศษส่วนด้วยเศษส่วนดังกล่าวได้ ส่วนการตอบคำถามย่อยข้อ 1.2 นอกจากครูประจำการคณิตศาสตร์ในกลุ่มนี้สามารถอธิบายขั้นตอนวิธีการหารเศษส่วนด้วยเศษส่วนโดยการคูณเศษส่วนที่เป็นตัวตั้งกับส่วนกลับของเศษส่วนที่เป็นตัวหารเพื่อ

ช่วยให้นักเรียนสามารถหาคำตอบของ $\frac{1}{2} \div \frac{1}{5} = \square$ ได้แล้ว ยังสามารถเลือกใช้ตัวอย่างที่เชื่อมโยงกับชีวิตจริงประกอบการอธิบายเพื่อช่วยให้นักเรียนสามารถเข้าใจความหมายของการหารเศษส่วนด้วยเศษส่วนดังกล่าวได้อย่างเหมาะสม โดยมีตัวอย่างลักษณะการตอบดังภาพประกอบ 44

1.1 อธิบายการแก้โจทย์ $\frac{1}{2} \div \frac{1}{5} = \square$ เป็นกรณีการหารเศษส่วนด้วยเศษส่วน

1/2 คือ 1/2 โดย การคูณเศษส่วนที่มันคือตัวกับตัวกลับ
หรือ/เศษส่วนที่มันคือตัวกับตัวกลับ

$$\frac{1}{2} \div \frac{1}{5} = \frac{1}{2} \times \frac{5}{1}$$

$$= \frac{1 \times 5}{2 \times 1}$$

$$= \frac{5}{2}$$

$$= 2\frac{1}{2}$$

1/2 คือ 1/2 โดย การคูณเศษส่วนที่มันคือตัวกับตัวกลับ
หรือ/เศษส่วนที่มันคือตัวกับตัวกลับ

1/2 คือ 1/2 โดย การคูณเศษส่วนที่มันคือตัวกับตัวกลับ
หรือ/เศษส่วนที่มันคือตัวกับตัวกลับ

1.2 อธิบาย 1.1 ขั้นตอนในการแก้โจทย์ 1.2

เพราะ การคูณเศษส่วนที่มันคือตัวกับตัวกลับ
หรือ/เศษส่วนที่มันคือตัวกับตัวกลับ

$$\frac{1}{2} \div \frac{1}{5} = \frac{1}{2} \times \frac{5}{1}$$

$$= \frac{1 \times 5}{2 \times 1}$$

$$= \frac{5}{2}$$

$$= 2\frac{1}{2}$$

หรือ/เศษส่วนที่มันคือตัวกับตัวกลับ
หรือ/เศษส่วนที่มันคือตัวกับตัวกลับ

หรือ/เศษส่วนที่มันคือตัวกับตัวกลับ
หรือ/เศษส่วนที่มันคือตัวกับตัวกลับ

ภาพประกอบ 44 ลักษณะการตอบของครูประจำการคณิตศาสตร์ในด้านการรู้วิธีนำเสนอในทัศนทางคณิตศาสตร์เรื่อง เศษส่วน

จากการสัมภาษณ์เพิ่มเติมเกี่ยวกับการอธิบายเพื่อช่วยให้นักเรียนสามารถเข้าใจความหมายของการหารเศษส่วนด้วยเศษส่วนนั้น พบว่า ครูประจำการคณิตศาสตร์ในกลุ่มนี้ได้ให้เหตุผลว่า การเลือกใช้ตัวอย่างที่เชื่อมโยงกับชีวิตจริงที่มีความสอดคล้องกับประสบการณ์ของนักเรียนประกอบการอธิบายจะช่วยทำให้นักเรียนสามารถเข้าใจความหมายของการหารเศษส่วนด้วยเศษส่วนได้ง่ายขึ้น

จากลักษณะการตอบแบบสอบถามเพื่อศึกษาความรู้ทางการสอนในเนื้อหาคณิตศาสตร์เรื่อง เศษส่วน และจากการสัมภาษณ์เพิ่มเติมดังกล่าวแสดงให้เห็นถึงความรู้ทางการสอนในเนื้อหาคณิตศาสตร์ในด้านการรู้วิธีนำเสนอในทัศนทางคณิตศาสตร์เรื่อง เศษส่วน ของครูประจำการคณิตศาสตร์ในช่วงหลังเข้าร่วมการวิจัยครบทุกขั้นตอน ซึ่งมีข้อสรุปว่า ครูประจำการคณิตศาสตร์สามารถใช้สื่อการเรียนการสอนที่เหมาะสมและใช้ตัวอย่างที่เชื่อมโยงกับชีวิตจริงประกอบการอธิบายให้นักเรียนมีความเข้าใจในความหมายของการหารเศษส่วนด้วยเศษส่วนได้ นอกเหนือจากการที่สามารถอธิบายขั้นตอนวิธีการหารเศษส่วนด้วยเศษส่วนเพื่อช่วยให้นักเรียนหาคำตอบในการหารเศษส่วนด้วยเศษส่วนได้

2) การรู้มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ที่คลาดเคลื่อนของนักเรียนในเรื่อง เศษส่วน และรู้วิธีนำเสนอเพื่อแก้ไขมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ที่คลาดเคลื่อนนั้น

จากการตอบแบบสอบถามเพื่อศึกษาความรู้ทางการสอนในเรื่องหาคณิตศาสตร์เรื่อง เศษส่วน ในข้อคำถามที่ 2 ซึ่งใช้ในการประเมินองค์ประกอบในด้านนี้ โดยรายละเอียดของข้อคำถามมีการกำหนดสถานการณ์ในการจัดการเรียนการสอนเรื่อง การบวกเศษส่วน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ให้ความว่า ถ้ามีนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 คนหนึ่งแสดงการบวกเศษส่วนบนกระดานดำดังนี้

$$\frac{2}{3} + \frac{5}{6} = \frac{7}{9}$$

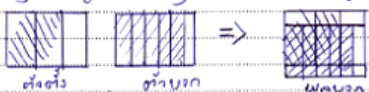
จากความเข้าใจของนักเรียนคนนี้ให้ครูประจำการคณิตศาสตร์ตอบคำถามย่อย 2 ข้อ คำถามย่อยข้อ 2.1 ให้อธิบายว่านักเรียนคนนี้มี ความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนในเรื่องใดบ้าง ส่วนคำถามย่อยข้อ 2.2 ให้แก้ไขความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนของนักเรียนตามที่กล่าวไว้ในข้อ 2.1 โดยมีข้อค้นพบดังนี้

ครูประจำการคณิตศาสตร์ทั้ง 5 คน ได้ตอบคำถามย่อยข้อ 2.1 โดยอธิบายได้ว่านักเรียนมีมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ที่คลาดเคลื่อนเรื่อง การบวกเศษส่วนที่มีตัวส่วนไม่เท่ากัน โดยนำตัวส่วนของเศษส่วนที่เป็นตัวตั้งและตัวบวกมาบวกกัน ส่วนการตอบคำถามย่อยข้อ 2.2 ครูประจำการคณิตศาสตร์ได้ใช้คำถามสอดแทรกให้นักเรียนใช้ความรู้ลึกเชิงจำนวนช่วยตรวจสอบความสมเหตุสมผลของคำตอบซึ่งเป็นผลบวกของเศษส่วน โดยมีตัวอย่างการใช้คำถามได้แก่ $\frac{2}{3}$ มีค่าเกินครึ่งหนึ่งหรือไม่ $\frac{5}{6}$ มีค่าเกินครึ่งหนึ่งหรือไม่ แล้ว $\frac{2}{3} + \frac{5}{6}$ มีค่าเกินครึ่งหนึ่งหรือไม่ $\frac{7}{9}$ มีค่าถึงครึ่งหนึ่งหรือไม่ ดังนั้น $\frac{2}{3} + \frac{5}{6} = \frac{7}{9}$ มีความสมเหตุสมผลหรือไม่ จากนั้นได้อธิบายถึงการแก้ไขมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ที่คลาดเคลื่อนของนักเรียนดังกล่าว โดยใช้สื่อการเรียนการสอนประกอบการอธิบายขั้นตอนวิธีการบวกเศษส่วนที่มีตัวส่วนไม่เท่ากันโดยต้องทำตัวส่วนให้เท่ากันก่อนแล้วจึงหาผลบวก โดยมีตัวอย่างลักษณะการตอบดังภาพประกอบ 45

2.1 นักเรียนมีคำถามเกี่ยวกับเศษส่วนที่คลาดเคลื่อนเรื่อง
การบวกเศษส่วนที่มีตัวส่วนไม่เท่ากัน
โดยให้ คำเฉลยของเศษส่วน มาบวกกัน และให้ตัวส่วน
ของเศษส่วนมาบวกกัน $\frac{2}{3} + \frac{5}{6}$ นักเรียนคิดว่า $\frac{2+5}{3+6}$
จะได้ $\frac{7}{9}$ หรือไม่ถูกต้อง

2.2 ให้นักเรียนพิจารณาคำตอบของตนเอง $\frac{2}{3} + \frac{5}{6} = \frac{7}{9}$
ใช้คำถามว่า $\frac{2}{3}$ มีค่าเกินครึ่งหนึ่งหรือไม่ (หรือ $\frac{2}{3} > \frac{1}{2}$)
 $\frac{5}{6}$ มีค่าเกินครึ่งหนึ่งหรือไม่ (หรือ $\frac{5}{6} > \frac{1}{2}$)
เมื่อ $\frac{1}{2} + \frac{1}{2} = 1$ ดังนั้น $\frac{2}{3} + \frac{5}{6}$ มากกว่า 1 ใช่หรือไม่ (ใช่)

แต่ $\frac{7}{9} < 1$ ดังนั้น นักเรียนยอมรับว่า $\frac{2}{3} + \frac{5}{6} = \frac{7}{9}$ ไม่ถูกต้อง
ต่อไปลองใช้วิธีสื่อการเรียนการสอน
 $\frac{2}{3} + \frac{5}{6}$ มี $\frac{2}{3}$ เป็นตัวตั้ง มี $\frac{5}{6}$ เป็นตัวบวก



จาก $\frac{2}{3} + \frac{5}{6} = \frac{4}{6} + \frac{5}{6} = \frac{9}{6}$ (ซึ่ง $\frac{2}{3}$ แปลเป็น $\frac{4}{6}$ โดยใช้ $\frac{2 \times 2}{3 \times 2}$)
ดังนั้น การบวกเศษส่วนที่มีตัวส่วนไม่เท่ากัน
จะต้องทำตัวส่วนให้เท่ากันก่อน แล้วจึงหาผลบวก

2.1 นักเรียนมีคำถามเกี่ยวกับเศษส่วนที่คลาดเคลื่อนเรื่อง
การบวกเศษส่วนที่มีตัวส่วนไม่เท่ากัน โดยให้นักเรียนใช้วิธีนำตัวส่วนมาบวกกัน
และให้ตัวส่วนมาบวกกัน $\frac{2}{3} + \frac{5}{6} = \frac{2+5}{3+6} = \frac{7}{9}$

ซึ่งวิธีนี้วิธีการที่ไม่ถูกต้อง เพราะในการบวกเศษส่วน เราต้อง
ทำตัวส่วนให้เท่ากันก่อน

2.2 นักเรียนมีคำถามเกี่ยวกับเศษส่วนที่คลาดเคลื่อนเรื่อง
การบวกเศษส่วนที่มีตัวส่วนไม่เท่ากัน โดยให้นักเรียนใช้วิธีนำตัวส่วนมาบวกกัน
 $\frac{2}{3} + \frac{5}{6} = \frac{7}{9}$ แต่วิธีนี้คำตอบ

ซึ่งเกินครึ่งหนึ่งหรือไม่ ($\frac{7}{9} > \frac{1}{2}$)

ซึ่งเกินครึ่งหนึ่งหรือไม่ ($\frac{7}{9} > \frac{1}{2}$)

ดังนั้น $\frac{2}{3} + \frac{5}{6}$ ค่ามากกว่า 1 เพราะเกินครึ่งหนึ่งเกินครึ่ง
ซึ่งมากกว่า 1

แต่ $\frac{7}{9}$ มีค่ามากกว่า 1 ดังนั้น $\frac{2}{3} + \frac{5}{6} = \frac{7}{9}$ จึงไม่ถูกต้อง

ภาพประกอบ 45 ลักษณะการตอบของครูประจำการคณิตศาสตร์ในด้านการรู้โน้ตศน์ทาง

คณิตศาสตร์ที่คลาดเคลื่อนของนักเรียนในเรื่อง เศษส่วน และวิธีนำเสนอเพื่อแก้ไขโน้ตศน์ทาง

คณิตศาสตร์ที่คลาดเคลื่อนนั้น

จากลักษณะการตอบแบบสอบถามเพื่อศึกษาความรู้ทางการสอนในเนื้อหาคณิตศาสตร์
เรื่อง เศษส่วน ดังกล่าวแสดงให้เห็นถึงความรู้ทางการสอนในเนื้อหาคณิตศาสตร์ด้านการรู้โน้ตศน์
ทางคณิตศาสตร์ที่คลาดเคลื่อนของนักเรียนในเรื่อง เศษส่วน และวิธีนำเสนอเพื่อแก้ไขโน้ตศน์ทาง
คณิตศาสตร์ที่คลาดเคลื่อนนั้น ของครูประจำการคณิตศาสตร์ในช่วงหลังเข้าร่วมการวิจัยครบทุก
ขั้นตอน ซึ่งมีข้อสรุปว่า ครูประจำการคณิตศาสตร์สามารถอธิบายรายละเอียดของโน้ตศน์ทาง
คณิตศาสตร์ที่คลาดเคลื่อนของนักเรียนเรื่อง การบวกเศษส่วนที่มีตัวส่วนไม่เท่ากัน มีการใช้
คำถามสอดแทรกให้นักเรียนใช้ความรู้เชิงจำนวนช่วยตรวจสอบความสมเหตุสมผลของ
คำตอบซึ่งเป็นผลบวกของเศษส่วน และมีการแก้ไขโน้ตศน์ทางคณิตศาสตร์ที่คลาดเคลื่อน
ของนักเรียนดังกล่าวโดยใช้สื่อการเรียนการสอนประกอบการอธิบายขั้นตอนวิธีการบวก
เศษส่วนที่มีตัวส่วนไม่เท่ากัน

3) ด้านการเลือกใช้งานเพื่อพัฒนาความสามารถในการเรียนรู้คณิตศาสตร์ของนักเรียนในเรื่อง เศษส่วน

จากการตอบแบบสอบถามเพื่อศึกษาความรู้ทางการสอนในเนื้อหาคณิตศาสตร์เรื่อง เศษส่วน ในข้อคำถามที่ 3 ซึ่งใช้ในการประเมินองค์ประกอบในด้านนี้ โดยรายละเอียดของข้อคำถามมีการกำหนดสถานการณ์สำหรับการให้นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ในการเรียงเศษส่วน ซึ่งมีชุดของเศษส่วนให้เลือกใช้ได้แก่ ก. $\frac{2}{3}, \frac{13}{18}, \frac{2}{9}$ ข. $\frac{1}{2}, \frac{5}{8}, \frac{7}{16}$ ค. $\frac{3}{7}, \frac{2}{5}, \frac{4}{9}$ จากสถานการณ์นี้ให้ครูประจำการคณิตศาสตร์ตอบคำถามย่อย 2 ข้อ คำถามย่อยข้อ 3.1 ให้เลือกชุดของเศษส่วนชุดใดชุดหนึ่งเพื่อใช้ในการให้นักเรียนครั้งนี้ พร้อมทั้งให้เหตุผลประกอบการตัดสินใจในการเลือกใช้ชุดของเศษส่วนนั้น ส่วนคำถามย่อยข้อ 3.2 ให้ใช้คำสั่งในการให้นักเรียนครั้งนี้ โดยมีข้อค้นพบดังนี้

ครูประจำการคณิตศาสตร์ทั้ง 5 คน ได้ตอบคำถามย่อยข้อ 3.1 โดยเลือกใช้ชุดของเศษส่วนชุด ข. $\frac{1}{2}, \frac{5}{8}, \frac{7}{16}$ เพื่อให้นักเรียนในการเรียงเศษส่วน และให้เหตุผลประกอบการเลือกใช้ชุดของเศษส่วนนี้ว่า ในชุดของเศษส่วนชุด ข ปรากฏว่ามี $\frac{1}{2}$ หรือ ครึ่งหนึ่ง ซึ่งเป็นจำนวนที่สามารถใช้เป็นตัวอ้างอิงในการเปรียบเทียบเศษส่วนได้ และเมื่อพิจารณาเศษส่วนอีก 2 จำนวนที่เหลือ พบว่า $\frac{5}{8} > \frac{1}{2}$ และ $\frac{7}{16} < \frac{1}{2}$ ทำให้นักเรียนสามารถเรียงเศษส่วนได้อย่างมีความหมาย โดยไม่จำเป็นต้องคิดคำนวณเพื่อทำตัวส่วนของเศษส่วนให้เท่ากันก่อนมีการเปรียบเทียบเศษส่วนทีละคู่ ด้วยเหตุผลในการเลือกใช้ชุดของเศษส่วนดังกล่าวและการใช้คำสั่งในการให้นักเรียนจากการตอบคำถามย่อยข้อ 3.2 ทำให้พบว่า การเลือกใช้ชุดของเศษส่วนชุด ข มีความเหมาะสมกับระดับความสามารถในการเรียนรู้คณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 สำหรับการให้นักเรียนในครั้งนี้ และครูประจำการคณิตศาสตร์มีความมุ่งหมายในการให้นักเรียนครั้งนี้เพื่อต้องการให้นักเรียนใช้ความรู้สึกลึกซึ้งจำนวนโดยใช้ตัวอ้างอิงช่วยในการเปรียบเทียบเศษส่วน โดยมีตัวอย่างลักษณะการตอบดังภาพประกอบ 46

3.1 เลือกข้อ ข เพาะเป็นแบบฝึกหัดที่ดี
 จ. $\frac{1}{2}, \frac{5}{8}, \frac{7}{16}$ เนื่องจากมีครึ่งหนึ่งคือ $\frac{1}{2}$ อยู่กลาง
 เป็นตัวอ้างอิง $\frac{5}{8}$ มากกว่าครึ่งหนึ่ง แล้ว $\frac{7}{16}$ น้อยกว่าครึ่งหนึ่ง
 ที่ให้ใน ร. เรียงเศษส่วนน้อยไปหามาก ไปเน้นการ
 คำนวณโดยสอง ที่ให้ตัวส่วนเท่ากันก่อน
 3.2 ที่ให้ใน ร. เรียงเศษส่วน $\frac{1}{2}, \frac{5}{8}, \frac{7}{16}$ จากน้อยไปมาก
 โดยไม่ใช้วิธีหาตัวส่วนให้เท่ากัน พร้อมหัวให้คำ
 อธิบายว่าเศษส่วนใดมีค่ามากที่สุด และเศษส่วนใด
 มีค่าน้อยที่สุด เน้นประโยชน์

3.1 ที่คิดเศษส่วนในรูป $\frac{1}{2}, \frac{5}{8}, \frac{7}{16}$ เพื่อคิดการคูณกับ
 ที่คิดเศษส่วนในรูป $\frac{1}{2}, \frac{5}{8}, \frac{7}{16}$ เพื่อคิดการคูณกับ
 3.2 ที่ให้ใน ร. เรียงเศษส่วน $\frac{1}{2}, \frac{5}{8}, \frac{7}{16}$ จากน้อยไปหามาก
 โดยไม่ใช้วิธีหาตัวส่วนให้เท่ากัน พร้อมหัวให้คำ
 อธิบายว่าเศษส่วนใดมีค่ามากที่สุด และเศษส่วนใด
 มีค่าน้อยที่สุด เน้นประโยชน์

ภาพประกอบ 46 ลักษณะการตอบของครูประจำการคณิตศาสตร์ในด้านการเลือกใช้งานเพื่อพัฒนา
 ความสามารถในการเรียนรู้คณิตศาสตร์ของนักเรียนในเรื่อง เศษส่วน

จากการสัมภาษณ์เพิ่มเติมเพื่อขอคำอธิบายถึงเหตุผลในการไม่เลือกใช้ชุดของเศษส่วน
 ในชุด ก และ ค ในการให้นักเรียนครั้งนี้ ครูประจำการคณิตศาสตร์ให้เหตุผลว่า เมื่อพิจารณา
 เศษส่วนในชุดของเศษส่วนชุด ก และ ค แล้ว พบว่า นักเรียนสามารถพิจารณาจำนวนที่ใช้เป็น
 ตัวอ้างอิงได้ยากกว่าเศษส่วนในชุดของเศษส่วนชุด ข ซึ่งปรากฏชัดเจนว่ามี $\frac{1}{2}$ หรือ ครึ่งหนึ่ง เป็น
 จำนวนที่นักเรียนสามารถใช้เป็นตัวอ้างอิงในการเปรียบเทียบเศษส่วนได้ เป็นการยืนยันว่าครู
 ประจำการคณิตศาสตร์มีการเลือกใช้งานที่เหมาะสม และมีความมุ่งหมายในการให้นักเรียนครั้งนี้เพื่อ
 ต้องการให้นักเรียนใช้ความรู้สึกเชิงจำนวนโดยใช้ตัวอ้างอิงช่วยในการเปรียบเทียบเศษส่วน

จากลักษณะการตอบแบบสอบถามเพื่อศึกษาความรู้ทางการสอนในเนื้อหาคณิตศาสตร์
 เรื่อง เศษส่วน และจากการสัมภาษณ์เพิ่มเติมดังกล่าวแสดงให้เห็นถึงความรู้ทางการสอนในเนื้อหา
 คณิตศาสตร์ในด้านการเลือกใช้งานเพื่อพัฒนาความสามารถในการเรียนรู้คณิตศาสตร์ของนักเรียนใน
 เรื่อง เศษส่วน ของครูประจำการคณิตศาสตร์ในช่วงหลังเข้าร่วมการวิจัยครบทุกขั้นตอน ซึ่งมีข้อสรุปว่า
 ครูประจำการคณิตศาสตร์มีการเลือกใช้งานที่เหมาะสมกับระดับความสามารถในการเรียนรู้
 คณิตศาสตร์ของนักเรียน และมีความมุ่งหมายในการให้นักเรียนครั้งนี้เพื่อต้องการให้นักเรียนใช้
 ความรู้สึกเชิงจำนวนโดยใช้ตัวอ้างอิงช่วยในการเปรียบเทียบเศษส่วน

4) ด้านการส่งเสริมให้นักเรียนมีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์

จากการตอบแบบสอบถามเพื่อศึกษาความรู้ทางการสอนในเนื้อหาคณิตศาสตร์เรื่อง
 เศษส่วน ในข้อคำถามที่ 4 ซึ่งใช้ในการประเมินองค์ประกอบในด้านนี้ โดยรายละเอียดของข้อคำถาม
 ต้องการให้ครูประจำการคณิตศาสตร์อธิบายถึงการจัดการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมให้นักเรียนมี

จากการสัมภาษณ์เพิ่มเติมเพื่อขอคำอธิบายถึงการส่งเสริมให้นักเรียนสามารถตั้งโจทย์ปัญหาที่มีโครงสร้างคล้ายกับปัญหาเดิม ครูประจำการคณิตศาสตร์อธิบายว่า การเน้นให้นักเรียนสามารถตั้งโจทย์ปัญหาที่มีโครงสร้างคล้ายกับปัญหาเดิมได้นั้นเป็นการตรวจสอบว่านักเรียนมีความเข้าใจโจทย์ปัญหาได้อย่างถูกต้องหรือไม่ และยังเป็นการขยายประสบการณ์ในการแก้โจทย์ปัญหาของนักเรียนให้มีความหลากหลาย และสอดคล้องกับชีวิตจริงมากที่สุด

จากลักษณะการตอบแบบสอบถามเพื่อศึกษาความรู้ทางการสอนในเนื้อหาคณิตศาสตร์เรื่อง เศษส่วน และจากการสัมภาษณ์เพิ่มเติมดังกล่าวแสดงให้เห็นถึงความรู้ทางการสอนในเนื้อหาคณิตศาสตร์ในด้านการส่งเสริมให้นักเรียนมีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ของครูประจำการคณิตศาสตร์ในช่วงหลังเข้าร่วมการวิจัยครบทุกขั้นตอน ซึ่งมีข้อสรุปว่า **ครูประจำการคณิตศาสตร์มีการส่งเสริมให้นักเรียนมีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยเน้นให้นักเรียนเรียนรู้การแก้โจทย์ปัญหาตามกระบวนการแก้ปัญหา 4 ขั้นตอนของโพลยา ซึ่งได้ให้ความสำคัญกับการแสดงแนวคิดในการแก้โจทย์ปัญหา และการแปลงแนวคิดดังกล่าวไปสู่ประโยคสัญลักษณ์ในการแก้โจทย์ปัญหาได้ และยังเน้นให้นักเรียนสามารถตั้งโจทย์ปัญหาที่มีโครงสร้างคล้ายกับปัญหาเดิมให้มีความสอดคล้องกับชีวิตจริงได้**

ผลการศึกษาความรู้ทางการสอนในเนื้อหาคณิตศาสตร์ของครูประจำการคณิตศาสตร์ก่อนเข้าร่วมการวิจัยและหลังเข้าร่วมการวิจัยครบทุกขั้นตอน จำแนกตามองค์ประกอบ 4 ด้าน ปรากฏผลโดยสรุป ดังตาราง 9 ต่อไปนี้

ตาราง 9 ผลการศึกษาความรู้ทางการสอนในเนื้อหาคณิตศาสตร์ของครูประจำการคณิตศาสตร์ก่อนเข้าร่วมการวิจัยและหลังเข้าร่วมการวิจัยครบทุกขั้นตอน จำแนกตามองค์ประกอบ 4 ด้าน โดยสรุป

ความรู้ทางการสอนในเนื้อหาคณิตศาสตร์ของครูประจำการคณิตศาสตร์ก่อนเข้าร่วมการวิจัย	ความรู้ทางการสอนในเนื้อหาคณิตศาสตร์ของครูประจำการคณิตศาสตร์หลังเข้าร่วมการวิจัยครบทุกขั้นตอน
1. การรู้วิธีนำเสนอโมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์เรื่อง เศษส่วน ครูประจำการคณิตศาสตร์สามารถอธิบายขั้นตอนวิธีการหารเศษส่วนด้วยเศษส่วนเพื่อช่วยให้นักเรียนหาคำตอบในการหารเศษส่วนด้วยเศษส่วนได้ แต่ไม่สามารถอธิบายให้นักเรียนมีความเข้าใจในความหมายของการหารเศษส่วนด้วยเศษส่วนได้	ครูประจำการคณิตศาสตร์สามารถใช้สื่อการเรียนการสอนที่เหมาะสมและใช้ตัวอย่างที่เชื่อมโยงกับชีวิตจริงประกอบการอธิบายให้นักเรียนมีความเข้าใจในความหมายของการหารเศษส่วนด้วยเศษส่วนได้นอกจากนี้จากการที่สามารถอธิบายขั้นตอนวิธีการหารเศษส่วนด้วยเศษส่วนเพื่อช่วยให้นักเรียนหาคำตอบในการหารเศษส่วนด้วยเศษส่วนได้

ตาราง 9 (ต่อ)

ความรู้ทางการสอนในเนื้อหาคณิตศาสตร์ของครู ประจำการคณิตศาสตร์ก่อนเข้าร่วมการวิจัย	ความรู้ทางการสอนในเนื้อหาคณิตศาสตร์ของครู ประจำการคณิตศาสตร์หลังเข้าร่วมการวิจัยครบทุก ขั้นตอน
2. การรู้มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ที่คลาดเคลื่อน ของนักเรียนในเรื่อง เศษส่วน และรู้วิธีนำเสนอเพื่อ แก้ไขมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ที่คลาดเคลื่อนนั้น ครูประจำการคณิตศาสตร์สามารถอธิบายรายละเอียด ของมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ที่คลาดเคลื่อนของนักเรียน เรื่อง การบวกเศษส่วนที่มีตัวส่วนไม่เท่ากัน และมีการ แก้ไขมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ที่คลาดเคลื่อนของ นักเรียนดังกล่าวโดยอธิบายให้นักเรียนเข้าใจขั้นตอน วิธีการบวกเศษส่วนที่มีตัวส่วนไม่เท่ากันได้ แต่ไม่มีวิธีการ ช่วยให้นักเรียนสามารถตรวจสอบความสมเหตุสมผลของ คำตอบซึ่งเป็นผลบวกของเศษส่วน	ครูประจำการคณิตศาสตร์สามารถอธิบายรายละเอียด ของมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ที่คลาดเคลื่อนของนักเรียน เรื่อง การบวกเศษส่วนที่มีตัวส่วนไม่เท่ากัน มีการใช้ คำถามสอดแทรกให้นักเรียนใช้ความรู้ลึกเชิงจำนวนช่วย ตรวจสอบความสมเหตุสมผลของคำตอบซึ่งเป็นผลบวก ของเศษส่วน และมีการแก้ไขมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ที่ คลาดเคลื่อนของนักเรียนดังกล่าวโดยใช้สื่อการเรียนการ สอนประกอบการอธิบายขั้นตอนวิธีการบวกเศษส่วนที่มี ตัวส่วนไม่เท่ากัน
3. ด้านการเลือกใช้งานเพื่อพัฒนาความสามารถใน การเรียนรู้คณิตศาสตร์ของนักเรียนในเรื่อง เศษส่วน ครูประจำการคณิตศาสตร์มีการเลือกใช้งานที่ไม่ เหมาะสมกับระดับความสามารถในการเรียนรู้ คณิตศาสตร์ของนักเรียน และมีความมุ่งหมายในการให้ งานเพียงเพื่อต้องการให้นักเรียนใช้ทักษะการคิดคำนวณ ช่วยในการเปรียบเทียบเศษส่วนเท่านั้น	ครูประจำการคณิตศาสตร์มีการเลือกใช้งานที่เหมาะสม กับระดับความสามารถในการเรียนรู้คณิตศาสตร์ของ นักเรียน และมีความมุ่งหมายในการให้งานเพื่อต้องการ ให้นักเรียนใช้ความรู้ลึกเชิงจำนวนโดยใช้ตัวอ้างอิงช่วยใน การเปรียบเทียบเศษส่วน
4. ด้านการส่งเสริมให้นักเรียนมีความสามารถในการ แก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ครูประจำการคณิตศาสตร์มีการส่งเสริมให้นักเรียนมี ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์โดย เน้นให้นักเรียนสามารถวิเคราะห์โจทย์ปัญหา และแสดง วิธีคิดในการหาคำตอบของโจทย์ปัญหาได้ถูกต้อง	ครูประจำการคณิตศาสตร์มีการส่งเสริมให้นักเรียนมี ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์โดย เน้นให้นักเรียนเรียนรู้การแก้โจทย์ปัญหาตาม กระบวนการแก้ปัญหา 4 ขั้นตอนของโพลยา ซึ่งได้ให้ ความสำคัญกับการแสดงแนวคิดในการแก้โจทย์ปัญหา และการแปลงแนวคิดดังกล่าวไปสู่ประโยคสัญลักษณ์ใน การแก้โจทย์ปัญหาได้ และยังเน้นให้นักเรียนสามารถตั้ง โจทย์ปัญหาที่มีโครงสร้างคล้ายกับปัญหาเดิมให้มีความ สอดคล้องกับชีวิตจริงได้

ผลการศึกษากการเปลี่ยนแปลงความรู้ทางการสอนในเนื้อหาคณิตศาสตร์ของครูประจำการคณิตศาสตร์เปรียบเทียบระหว่างก่อนเข้าร่วมการวิจัยและหลังเข้าร่วมการวิจัยครบทุกขั้นตอนพบว่า ครูประจำการคณิตศาสตร์มีความรู้ทางการสอนในเนื้อหาคณิตศาสตร์หลังเข้าร่วมการวิจัยครบทุกขั้นตอนเปลี่ยนแปลงไปจากก่อนเข้าร่วมการวิจัยในทางที่ดีขึ้นทั้ง 4 ด้านดังต่อไปนี้

1. **ด้านการรู้วิธีนำเสนอโน้ตส้นทางคณิตศาสตร์เรื่อง เศษส่วน** หลังเข้าร่วมการวิจัยครบทุกขั้นตอนแล้วครูประจำการคณิตศาสตร์สามารถอธิบายให้นักเรียนมีความเข้าใจในความหมายของการหารเศษส่วนด้วยเศษส่วน และอธิบายให้นักเรียนสามารถหาคำตอบของการหารเศษส่วนด้วยเศษส่วนได้ ซึ่งก่อนเข้าร่วมการวิจัยครูประจำการคณิตศาสตร์มีเพียงการอธิบายให้นักเรียนสามารถหาคำตอบของการหารเศษส่วนด้วยเศษส่วนได้เท่านั้น

2. **ด้านการรู้โน้ตส้นทางคณิตศาสตร์ที่คลาดเคลื่อนของนักเรียนในเรื่อง เศษส่วน และรู้วิธีนำเสนอเพื่อแก้ไขโน้ตส้นทางคณิตศาสตร์ที่คลาดเคลื่อนนั้น** หลังเข้าร่วมการวิจัยครบทุกขั้นตอนแล้วครูประจำการคณิตศาสตร์สามารถอธิบายรายละเอียดของมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ที่คลาดเคลื่อนของนักเรียนเรื่อง การบวกเศษส่วนที่มีตัวส่วนไม่เท่ากัน มีการใช้คำถามสอดแทรกให้นักเรียนใช้ความรู้ลึกเชิงจำนวนช่วยตรวจสอบความสมเหตุสมผลของคำตอบซึ่งเป็นผลบวกของเศษส่วน และสามารถแก้ไขมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ที่คลาดเคลื่อนดังกล่าวได้ ซึ่งก่อนเข้าร่วมการวิจัยครูประจำการคณิตศาสตร์ยังไม่มีวิธีการช่วยให้นักเรียนสามารถตรวจสอบความสมเหตุสมผลของคำตอบซึ่งเป็นผลบวกของเศษส่วนได้

3. **ด้านการเลือกใช้งานเพื่อพัฒนาความสามารถในการเรียนรู้คณิตศาสตร์ของนักเรียนในเรื่อง เศษส่วน** หลังเข้าร่วมการวิจัยครบทุกขั้นตอนแล้วครูประจำการคณิตศาสตร์มีการเลือกใช้งานที่เหมาะสมกับระดับความสามารถในการเรียนรู้คณิตศาสตร์ของนักเรียน และมีความมุ่งหมายในการให้งานเพื่อต้องการให้นักเรียนใช้ความรู้ลึกเชิงจำนวนโดยใช้ตัวอ้างอิงช่วยในการเปรียบเทียบเศษส่วน ซึ่งก่อนเข้าร่วมการวิจัยครูประจำการคณิตศาสตร์มีการเลือกใช้งานที่ไม่เหมาะสมกับระดับความสามารถในการเรียนรู้คณิตศาสตร์ของนักเรียน และมีความมุ่งหมายในการให้งานเพียงเพื่อต้องการให้นักเรียนใช้ทักษะการคิดคำนวณช่วยในการเปรียบเทียบเศษส่วนเท่านั้น

4. **ด้านการส่งเสริมให้นักเรียนมีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์** หลังเข้าร่วมการวิจัยครบทุกขั้นตอนแล้วครูประจำการคณิตศาสตร์มีการส่งเสริมให้นักเรียนมีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์โดยเน้นให้นักเรียนเรียนรู้การแก้โจทย์ปัญหาตามกระบวนการแก้ปัญหา 4 ขั้นตอนของโพลยา ซึ่งได้ให้ความสำคัญกับการแสดงแนวคิดในการแก้โจทย์ปัญหา และการแปลงแนวคิดดังกล่าวไปสู่ประโยคสัญลักษณ์ในการแก้โจทย์ปัญหาได้ และยังเน้นให้นักเรียนสามารถตั้งโจทย์ปัญหาที่มีโครงสร้างคล้ายกับปัญหาเดิมให้มีความสอดคล้องกับชีวิตจริงได้ ซึ่งก่อนเข้าร่วมการวิจัยครูประจำการคณิตศาสตร์มีเพียงการเน้นให้นักเรียนสามารถวิเคราะห์โจทย์ปัญหา และแสดงวิธีคิดในการหาคำตอบของโจทย์ปัญหาได้ถูกต้องเท่านั้น

ตอนที่ 3 ด้านประสิทธิภาพของการทำงานร่วมกันในการศึกษาและพัฒนาบทเรียน

การศึกษาประสิทธิภาพของการทำงานร่วมกันในการศึกษาและพัฒนาบทเรียนของครูประจำการคณิตศาสตร์ จะนำเสนอผลการประเมินโดยใช้สถิติเชิงพรรณนาทั้งในภาพรวมขององค์ประกอบ 6 ด้าน และจำแนกตามองค์ประกอบแต่ละด้านของการทำงานร่วมกันในการศึกษาและพัฒนาบทเรียน โดยนำคะแนนเฉลี่ยจากการตอบแบบประเมินรายการสะท้อนประสิทธิภาพของการทำงานร่วมกันในการศึกษาและพัฒนาบทเรียนของครูประจำการคณิตศาสตร์ทั้งระหว่างเข้าร่วมการวิจัยและหลังเข้าร่วมการวิจัยครบทุกขั้นตอนมาเทียบกับหลักเกณฑ์ในการแปลผล ทั้งนี้ผู้ตอบแบบประเมินรายการดังกล่าวเป็นผู้ที่มีส่วนร่วมในการศึกษาและพัฒนาบทเรียน จำนวน 11 คน ได้แก่ ครูประจำการคณิตศาสตร์ จำนวน 5 คน ผู้เชี่ยวชาญภายนอก จำนวน 1 คน ศึกษานิเทศก์ จำนวน 4 คน และผู้วิจัยอีก 1 คน โดยมีหลักเกณฑ์ในการแปลผล ดังต่อไปนี้

คะแนนเฉลี่ย	แปลผล
2.50 - 3.00	การทำงานร่วมกันในการศึกษาและพัฒนาบทเรียนของครูประจำการคณิตศาสตร์มีประสิทธิภาพอยู่ในระดับดีมาก
1.50 - 2.49	การทำงานร่วมกันในการศึกษาและพัฒนาบทเรียนของครูประจำการคณิตศาสตร์มีประสิทธิภาพอยู่ในระดับดี
0.50 - 1.49	การทำงานร่วมกันในการศึกษาและพัฒนาบทเรียนของครูประจำการคณิตศาสตร์มีประสิทธิภาพอยู่ในระดับพอใช้
0.00 - 0.49	การทำงานร่วมกันในการศึกษาและพัฒนาบทเรียนของครูประจำการคณิตศาสตร์มีประสิทธิภาพอยู่ในระดับควรปรับปรุง

ผลของการศึกษาประสิทธิภาพของการทำงานร่วมกันในการศึกษาและพัฒนาบทเรียนของครูประจำการคณิตศาสตร์ระหว่างเข้าร่วมการวิจัยทั้งในภาพรวมขององค์ประกอบ 6 ด้าน และจำแนกตามองค์ประกอบแต่ละด้าน ปรากฏผลดังตาราง 10 ต่อไปนี้

ตาราง 10 ประสิทธิภาพของการทำงานร่วมกันในการศึกษาและพัฒนาบทเรียนของครูประจำการ
คณิตศาสตร์ระหว่างเข้าร่วมการวิจัย

รายการประเมิน	คะแนน เต็ม	คะแนน เฉลี่ย	ค่าส่วน เบี่ยงเบน มาตรฐาน	แปลผลระดับ ประสิทธิภาพของการทำงานร่วมกันใน การศึกษาและพัฒนา บทเรียนของครู ประจำการคณิตศาสตร์
1. การมีส่วนร่วมและเอาใจใส่ในการ แก้ปัญหา				
1.1 กระตือรือร้นในการวางแผน และร่วม ตัดสินใจเพื่อแก้ปัญหา	3	1.64	0.92	ดี
1.2 เอาใจใส่และจริงจังต่อปัญหาที่พบโดย ร่วมกันเสนอข้อคิดเห็นเพื่อหาแนวทางการ แก้ปัญหา	3	1.55	0.82	ดี
ค่าเฉลี่ยรายด้าน	3	1.59	0.86	ดี
2. การวิเคราะห์วิจารณ์ในเชิงวิชาการอย่าง ลึกซึ้ง				
2.1 วิเคราะห์ แสดงความคิดเห็น ชักถาม และ อภิปรายกันถึงเนื้อหาคณิตศาสตร์ที่ใช้ในการ จัดการเรียนการสอน	3	1.64	0.67	ดี
2.2 วิเคราะห์ แสดงความคิดเห็น ชักถาม และ อภิปรายกันถึงลำดับขั้นตอนในการจัดการเรียน การสอนคณิตศาสตร์ของผู้สอน	3	1.55	0.82	ดี
2.3 วิเคราะห์ แสดงความคิดเห็น ชักถาม และ อภิปรายกันถึงการแสดงออกซึ่งความคิดและ ความสามารถในการเรียนรู้คณิตศาสตร์ของ นักเรียนขณะที่มีการจัดการเรียนการสอน คณิตศาสตร์	3	1.73	0.79	ดี
ค่าเฉลี่ยรายด้าน	3	1.64	0.71	ดี

ตาราง 10 (ต่อ)

รายการประเมิน	คะแนนเต็ม	คะแนนเฉลี่ย	ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	แปลผลระดับประสิทธิภาพของการทำงานร่วมกันในการศึกษาและพัฒนาบทเรียนของครูประจำการคณิตศาสตร์
3. การยอมรับฟังความคิดเห็นและให้คุณค่าต่อความคิดเห็นที่แตกต่างกัน				
3.1 ยอมรับฟังความคิดเห็นซึ่งกันและกัน	3	1.73	1.01	ดี
3.2 แสดงออกต่อความคิดเห็นที่แตกต่างกันในฐานะเป็นสิ่งที่มีความค่า ก่อให้เกิดความรู้ หรือประสบการณ์ใหม่ในการพัฒนาวิชาชีพ	3	1.64	0.92	ดี
ค่าเฉลี่ยรายด้าน	3	1.68	0.93	ดี
4. การแสดงความคิดเห็นเชิงคัดค้านหรือสนับสนุนอย่างสุภาพ				
4.1 แสดงความคิดเห็นเชิงคัดค้าน หรือสนับสนุนความคิดเห็นของตนเองหรือครูประจำการคณิตศาสตร์คนอื่นๆอย่างสุภาพ	3	1.64	1.03	ดี
4.2 มีคำอธิบายแสดงเหตุผลหรือหลักฐานยืนยันที่ชัดเจนเมื่อมีการแสดงความคิดเห็นเชิงคัดค้านหรือสนับสนุนความคิดเห็นของตนเองหรือครูประจำการคณิตศาสตร์คนอื่นๆ	3	0.73	0.65	พอใช้
4.3 ตกลงกันเพื่อหาข้อสรุปซึ่งเป็นที่ยอมรับได้ของทุกคน	3	1.82	0.87	ดี
ค่าเฉลี่ยรายด้าน	3	1.39	0.74	พอใช้

ตาราง 10 (ต่อ)

รายการประเมิน	คะแนนเต็ม	คะแนนเฉลี่ย	ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	แปลผลระดับประสิทธิภาพของการทำงานร่วมกันในการศึกษาและพัฒนาบทเรียนของครูประจำการคณิตศาสตร์
5. การมองความผิดพลาดหรือความเข้าใจผิดในฐานะโอกาสในการเรียนรู้				
5.1 แสดงออกต่อความผิดพลาดที่เกิดขึ้นในฐานะของประสบการณ์ที่ให้ประโยชน์ และถือเป็นโอกาสในการเรียนรู้	3	1.55	0.82	ดี
5.2 แสดงออกต่อสถานการณ์ที่เป็นความเข้าใจผิดระหว่างครูประจำการคณิตศาสตร์ด้วยกันเองในฐานะของประสบการณ์ที่ให้ประโยชน์ และถือเป็นโอกาสในการเรียนรู้	3	1.64	0.92	ดี
ค่าเฉลี่ยรายด้าน	3	1.59	0.86	ดี
6. การให้ความเชื่อมั่นในการศึกษาและพัฒนาบทเรียน				
6.1 แสดงออกซึ่งความเชื่อมั่นว่าการศึกษาและพัฒนาบทเรียนมีส่วนช่วยให้สามารถปรับปรุงคุณภาพการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ได้จริง	3	2.00	1.00	ดี
6.2 แสดงออกซึ่งความเต็มใจในการทำงานร่วมกันตามกระบวนการของการศึกษาและพัฒนาบทเรียน	3	2.09	1.04	ดี
ค่าเฉลี่ยรายด้าน	3	2.05	1.01	ดี
ค่าเฉลี่ยรวมทุกด้าน	3	1.64	0.77	ดี

จากตาราง 10 พบว่าประสิทธิภาพของการทำงานร่วมกันในการศึกษาและพัฒนาบทเรียนของครูประจำการคณิตศาสตร์ระหว่างเข้าร่วมการวิจัยในภาพรวม มีผลการประเมินอยู่ในระดับดี มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 1.64 และมีค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.77 โดยมีผลการประเมินสูงที่สุดในด้านการให้ความเชื่อมั่นในการศึกษาและพัฒนาบทเรียน มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 2.05 และมีค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 1.01 ซึ่งอยู่ในระดับดี และมีผลการประเมินน้อยที่สุดในด้านการแสดงความคิดเห็นเชิงคัดค้านหรือสนับสนุนอย่างสุภาพ มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 1.39 และมีค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.74 ซึ่งอยู่ในระดับพอใช้

เมื่อวิเคราะห์จำแนกตามองค์ประกอบแต่ละด้านของการทำงานร่วมกันในการศึกษาและพัฒนาบทเรียนแล้วปรากฏผลดังนี้

ด้านการมีส่วนร่วมและเอาใจใส่ในการแก้ปัญหา มีผลการประเมินอยู่ในระดับดี มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 1.59 และมีค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.86 โดยรายการประเมินที่มีผลการประเมินสูงที่สุด ได้แก่ การกระตือรือร้นในการวางแผนและร่วมตัดสินใจเพื่อแก้ปัญหา มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 1.64 และมีค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.92 ซึ่งอยู่ในระดับดี ส่วนรายการประเมินที่มีผลการประเมินน้อยที่สุด ได้แก่ การเอาใจใส่และจริงจังต่อปัญหาที่พบโดยร่วมกันเสนอข้อคิดเห็นเพื่อหาแนวทางการแก้ปัญหา มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 1.55 และมีค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.82 ซึ่งอยู่ในระดับดีเช่นเดียวกัน

ด้านการวิเคราะห์วิจารณ์ในเชิงวิชาการอย่างลึกซึ้ง มีผลการประเมินอยู่ในระดับดี มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 1.64 และมีค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.71 โดยรายการประเมินที่มีผลการประเมินสูงที่สุด ได้แก่ การวิเคราะห์ แสดงความคิดเห็น ชักถาม และอภิปรายกันถึงการแสดงออกซึ่งความคิดและความสามารถในการเรียนรู้คณิตศาสตร์ของนักเรียนขณะที่มีการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 1.73 และมีค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.79 ซึ่งอยู่ในระดับดี ส่วนรายการประเมินที่มีผลการประเมินน้อยที่สุด ได้แก่ การวิเคราะห์ แสดงความคิดเห็น ชักถาม และอภิปรายกันถึงลำดับขั้นตอนในการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ของผู้สอน มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 1.55 และมีค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.82 ซึ่งอยู่ในระดับดีเช่นเดียวกัน

ด้านการยอมรับฟังความคิดเห็นและให้คุณค่าต่อความคิดเห็นที่แตกต่างกัน มีผลการประเมินอยู่ในระดับดี มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 1.68 และมีค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.93 โดยรายการประเมินที่มีผลการประเมินสูงที่สุด ได้แก่ การยอมรับฟังความคิดเห็นซึ่งกันและกัน มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 1.73 และมีค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 1.01 ซึ่งอยู่ในระดับดี ส่วนรายการประเมินที่มีผลการประเมินน้อยที่สุด ได้แก่ การแสดงออกต่อความคิดเห็นที่แตกต่างกันในฐานะเป็นสิ่งที่มีความ

ก่อให้เกิดความรู้ หรือประสบการณ์ใหม่ในการพัฒนาวิชาชีพ มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 1.64 และมีค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.92 ซึ่งอยู่ในระดับดีเช่นเดียวกัน

ด้านการแสดงความคิดเห็นเชิงคัดค้านหรือสนับสนุนอย่างสุภาพ มีผลการประเมินอยู่ในระดับพอใช้ มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 1.39 และมีค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.74 โดยรายการประเมินที่มีผลการประเมินสูงที่สุด ได้แก่ การตกลงกันเพื่อหาข้อสรุปซึ่งเป็นที่ยอมรับได้ของทุกคน มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 1.82 และมีค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.87 ซึ่งอยู่ในระดับดี ส่วนรายการประเมินที่มีผลการประเมินน้อยที่สุด ได้แก่ การมีคำอธิบายแสดงเหตุผลหรือหลักฐานยืนยันที่ชัดเจน เมื่อมีการแสดงความคิดเห็นเชิงคัดค้านหรือสนับสนุนความคิดเห็นของตนเองหรือครูประจำการ คณิตศาสตร์คนอื่น ๆ มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 0.73 และมีค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.65 ซึ่งอยู่ในระดับพอใช้

ด้านการการมองความผิดพลาดหรือความเข้าใจผิดในฐานะโอกาสในการเรียนรู้ มีผลการประเมินอยู่ในระดับดี มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 1.59 และมีค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.86 โดยรายการประเมินที่มีผลการประเมินสูงที่สุด ได้แก่ การแสดงออกต่อสถานการณ์ที่เป็นความเข้าใจผิดระหว่างครูประจำการคณิตศาสตร์ด้วยกันเองในฐานะของประสบการณ์ที่ให้ประโยชน์ และถือเป็นโอกาสในการเรียนรู้ มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 1.64 และมีค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.92 ซึ่งอยู่ในระดับดี ส่วนรายการประเมินที่มีผลการประเมินน้อยที่สุด ได้แก่ การแสดงออกต่อความผิดพลาดที่เกิดขึ้นในฐานะของประสบการณ์ที่ให้ประโยชน์ และถือเป็นโอกาสในการเรียนรู้ มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 1.55 และมีค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.82 ซึ่งอยู่ในระดับดีเช่นเดียวกัน

ด้านการให้ความเชื่อมั่นในการศึกษาและพัฒนาบทเรียน มีผลการประเมินอยู่ในระดับดี มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 2.05 และมีค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 1.01 โดยรายการประเมินที่มีผลการประเมินสูงที่สุด ได้แก่ การแสดงออกซึ่งความเต็มใจในการทำงานร่วมกันตามกระบวนการของการศึกษาและพัฒนาบทเรียน มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 2.09 และมีค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 1.04 ซึ่งอยู่ในระดับดี ส่วนรายการประเมินที่มีผลการประเมินน้อยที่สุด ได้แก่ การแสดงออกซึ่งความเชื่อมั่นว่าการศึกษาและพัฒนาบทเรียนมีส่วนช่วยให้สามารถปรับปรุงคุณภาพการเรียนการสอน คณิตศาสตร์ได้จริง มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 2.00 และมีค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 1.00 ซึ่งอยู่ในระดับดีเช่นเดียวกัน

ผลการศึกษาประสิทธิภาพของการทำงานร่วมกันในการศึกษาและพัฒนาบทเรียนของครูประจำการคณิตศาสตร์หลังเข้าร่วมการวิจัยครบทุกขั้นตอนทั้งในภาพรวมขององค์ประกอบ 6 ด้าน และจำแนกตามองค์ประกอบแต่ละด้าน ปรากฏผลดังตาราง 11 ต่อไปนี้

ตาราง 11 ประสิทธิภาพของการทำงานร่วมกันในการศึกษาและพัฒนาบทเรียนของครูประจำการ
คณิตศาสตร์หลังเข้าร่วมการวิจัยครบทุกขั้นตอน

รายการประเมิน	คะแนน เต็ม	คะแนน เฉลี่ย	ค่าส่วน เบี่ยงเบน มาตรฐาน	แปลผลระดับ ประสิทธิภาพของการทำงานร่วมกันใน การศึกษาและพัฒนา บทเรียนของครู ประจำการคณิตศาสตร์
1. การมีส่วนร่วมและเอาใจใส่ในการ แก้ปัญหา				
1.1 กระตือรือร้นในการวางแผน และร่วม ตัดสินใจเพื่อแก้ปัญหา	3	2.91	0.30	ดีมาก
1.2 เอาใจใส่และจริงจังต่อปัญหาที่พบ โดย ร่วมกันเสนอข้อคิดเห็นเพื่อหาแนวทางการ แก้ปัญหา	3	2.91	0.30	ดีมาก
ค่าเฉลี่ยรายด้าน	3	2.91	0.30	ดีมาก
2. การวิเคราะห์วิจารณ์ในเชิงวิชาการอย่าง ลึกซึ้ง				
2.1 วิเคราะห์ แสดงความคิดเห็น ชักถาม และ อภิปรายกันถึงเนื้อหาคณิตศาสตร์ที่ใช้ในการ จัดการเรียนการสอน	3	2.91	0.30	ดีมาก
2.2 วิเคราะห์ แสดงความคิดเห็น ชักถาม และ อภิปรายกันถึงลำดับขั้นตอนในการจัดการเรียน การสอนคณิตศาสตร์ของผู้สอน	3	2.73	0.47	ดีมาก
2.3 วิเคราะห์ แสดงความคิดเห็น ชักถาม และ อภิปรายกันถึงการแสดงออกซึ่งความคิดและ ความสามารถในการเรียนรู้คณิตศาสตร์ของ นักเรียนขณะที่มีการจัดการเรียนการสอน คณิตศาสตร์	3	2.64	0.51	ดีมาก
ค่าเฉลี่ยรายด้าน	3	2.76	0.37	ดีมาก

ตาราง 11 (ต่อ)

รายการประเมิน	คะแนนเต็ม	คะแนนเฉลี่ย	ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	แปลผลระดับประสิทธิภาพของการทำงานร่วมกันในการศึกษาและพัฒนาบทเรียนของครูประจำการคณิตศาสตร์
3. การยอมรับฟังความคิดเห็นและให้คุณค่าต่อความคิดเห็นที่แตกต่างกัน				
3.1 ยอมรับฟังความคิดเห็นซึ่งกันและกัน	3	2.82	0.60	ดีมาก
3.2 แสดงออกต่อความคิดเห็นที่แตกต่างกันในฐานะเป็นสิ่งที่มีความค่า ก่อให้เกิดความรู้ หรือประสบการณ์ใหม่ในการพัฒนางานวิชาชีพ	3	2.91	0.30	ดีมาก
ค่าเฉลี่ยรายด้าน	3	2.86	0.32	ดีมาก
4. การแสดงความคิดเห็นเชิงคัดค้านหรือสนับสนุนอย่างสุภาพ				
4.1 แสดงความคิดเห็นเชิงคัดค้าน หรือสนับสนุนความคิดเห็นของตนเองหรือครูประจำการคณิตศาสตร์คนอื่นๆอย่างสุภาพ	3	2.64	0.51	ดีมาก
4.2 มีคำอธิบายแสดงเหตุผลหรือหลักฐานยืนยันที่ชัดเจนเมื่อมีการแสดงความคิดเห็นเชิงคัดค้านหรือสนับสนุนความคิดเห็นของตนเองหรือครูประจำการคณิตศาสตร์คนอื่นๆ	3	2.55	0.52	ดีมาก
4.3 ตกลงกันเพื่อหาข้อสรุปซึ่งเป็นที่ยอมรับได้ของทุกคน	3	2.73	0.47	ดีมาก
ค่าเฉลี่ยรายด้าน	3	2.64	0.46	ดีมาก

ตาราง 11 (ต่อ)

รายการประเมิน	คะแนน เต็ม	คะแนน เฉลี่ย	ค่าส่วน เบี่ยงเบน มาตรฐาน	แปลผลระดับ ประสิทธิภาพของการ ทำงานร่วมกันใน การศึกษาและพัฒนา บทเรียนของครู ประจำการคณิตศาสตร์
5. การมองความผิดพลาดหรือความเข้าใจ ผิดในฐานะโอกาสในการเรียนรู้				
5.1 แสดงออกต่อความผิดพลาดที่เกิดขึ้นใน ฐานะของประสบการณ์ที่ให้ประโยชน์ และถือเป็น โอกาสในการเรียนรู้	3	2.73	0.65	ดีมาก
5.2 แสดงออกต่อสถานการณ์ที่เป็นความเข้าใจ ผิดระหว่างครูประจำการคณิตศาสตร์ด้วย ตนเองในฐานะของประสบการณ์ที่ให้ประโยชน์ และถือเป็นโอกาสในการเรียนรู้	3	2.73	0.65	ดีมาก
ค่าเฉลี่ยรายด้าน	3	2.73	0.65	ดีมาก
6. การให้ความเชื่อมั่นในการศึกษาและ พัฒนาบทเรียน				
6.1 แสดงออกซึ่งความเชื่อมั่นว่าการศึกษาและ พัฒนาบทเรียนมีส่วนช่วยให้สามารถปรับปรุง คุณภาพการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ได้จริง	3	2.91	0.30	ดีมาก
6.2 แสดงออกซึ่งความเต็มใจในการทำงาน ร่วมกันตามกระบวนการของการศึกษาและ พัฒนาบทเรียน	3	2.91	0.30	ดีมาก
ค่าเฉลี่ยรายด้าน	3	2.91	0.30	ดีมาก
ค่าเฉลี่ยรวมทุกด้าน	3	2.79	0.33	ดีมาก

จากตาราง 11 พบว่าประสิทธิภาพของการทำงานร่วมกันในการศึกษาและพัฒนาบทเรียนของครูประจำการคณิตศาสตร์หลังเข้าร่วมการวิจัยครบทุกขั้นตอนในภาพรวม มีผลการประเมินอยู่ในระดับดีมาก มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 2.79 และมีค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.33 โดยมีผลการประเมินสูงที่สุดใน 2 ด้าน ได้แก่ ด้านการมีส่วนร่วมและเอาใจใส่ในการแก้ปัญหา และด้านการให้ความเชื่อมั่นในการศึกษาและพัฒนาบทเรียน ซึ่งต่างมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 2.05 และต่างมีค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.30 ซึ่งอยู่ในระดับดีมากเช่นเดียวกัน และมีผลการประเมินน้อยที่สุดในด้านการแสดงความคิดเห็นเชิงคัดค้านหรือสนับสนุนอย่างสุภาพ มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 2.64 และมีค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.46 ซึ่งอยู่ในระดับดีมาก

เมื่อวิเคราะห์จำแนกตามองค์ประกอบแต่ละด้านของการทำงานร่วมกันในการศึกษาและพัฒนาบทเรียนแล้วปรากฏผลดังนี้

ด้านการมีส่วนร่วมและเอาใจใส่ในการแก้ปัญหา มีผลการประเมินอยู่ในระดับดีมาก มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 2.91 และมีค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.30 โดยรายการประเมินทั้ง 2 รายการ ซึ่งได้แก่ การกระตือรือร้นในการวางแผนและร่วมตัดสินใจเพื่อแก้ปัญหา และการเอาใจใส่และจริงจังต่อปัญหาที่พบโดยร่วมกันเสนอข้อคิดเห็นเพื่อหาแนวทางการแก้ปัญหา ต่างมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 2.91 และต่างมีค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.30 ซึ่งอยู่ในระดับดีมากเช่นเดียวกัน

ด้านการวิเคราะห์วิจารณ์ในเชิงวิชาการอย่างลึกซึ้ง มีผลการประเมินอยู่ในระดับดีมาก มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 2.76 และมีค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.37 โดยรายการประเมินที่มีผลการประเมินสูงที่สุด ได้แก่ การวิเคราะห์ แสดงความคิดเห็น ชักถาม และอภิปรายกันถึงเนื้อหาคณิตศาสตร์ที่ใช้ในการจัดการเรียนการสอน มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 2.91 และมีค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.30 ซึ่งอยู่ในระดับดีมาก ส่วนรายการประเมินที่มีผลการประเมินน้อยที่สุด ได้แก่ การวิเคราะห์ แสดงความคิดเห็น ชักถาม และอภิปรายกันถึงการแสดงออกซึ่งความคิดและความสามารถในการเรียนรู้คณิตศาสตร์ของนักเรียนขณะที่มีการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 2.64 และมีค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.51 ซึ่งอยู่ในระดับดีมากเช่นเดียวกัน

ด้านการยอมรับฟังความคิดเห็นและให้คุณค่าต่อความคิดเห็นที่แตกต่างกัน มีผลการประเมินอยู่ในระดับดีมาก มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 2.86 และมีค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.32 โดยรายการประเมินที่มีผลการประเมินสูงที่สุด ได้แก่ การแสดงออกต่อความคิดเห็นที่แตกต่างกันในฐานะเป็นสิ่งที่มีความค่า ก่อให้เกิดความรู้ หรือประสบการณ์ใหม่ในการพัฒนาวิชาชีพ มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 2.91 และมีค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.30 ซึ่งอยู่ในระดับดีมาก ส่วนรายการประเมินที่มีผลการประเมินน้อยที่สุด ได้แก่ การยอมรับฟังความคิดเห็นซึ่งกันและกัน มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 2.82 และมีค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.60 ซึ่งอยู่ในระดับดีมากเช่นเดียวกัน

ด้านการแสดงความคิดเห็นเชิงคัดค้านหรือสนับสนุนอย่างสุภาพ มีผลการประเมินอยู่ในระดับดีมาก มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 2.64 และมีค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.46 โดยรายการประเมินที่มีผลการประเมินสูงที่สุด ได้แก่ การตกลงกันเพื่อหาข้อสรุปซึ่งเป็นที่ยอมรับได้ของทุกคน มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 2.73 และมีค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.47 ซึ่งอยู่ในระดับดีมาก ส่วนรายการประเมินที่มีผลการประเมินน้อยที่สุด ได้แก่ การมีคำอธิบายแสดงเหตุผลหรือหลักฐานยืนยันที่ชัดเจนเมื่อมีการแสดงความคิดเห็นเชิงคัดค้านหรือสนับสนุนความคิดเห็นของตนเองหรือครูประจำการคณิตศาสตร์คนอื่นๆ มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 2.55 และมีค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.52 ซึ่งอยู่ในระดับดีมากเช่นเดียวกัน

ด้านการการมองความผิดพลาดหรือความเข้าใจผิดในฐานะโอกาสในการเรียนรู้ มีผลการประเมินอยู่ในระดับดีมาก มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 2.73 และมีค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.65 โดยรายการประเมินทั้ง 2 รายการ ซึ่งได้แก่ การแสดงออกต่อความผิดพลาดที่เกิดขึ้นในฐานะของประสบการณ์ที่ให้ประโยชน์และถือเป็นโอกาสในการเรียนรู้ และการแสดงออกต่อสถานการณ์ที่เป็นความเข้าใจผิดระหว่างครูประจำการคณิตศาสตร์ด้วยกันเองในฐานะของประสบการณ์ที่ให้ประโยชน์และถือเป็นโอกาสในการเรียนรู้ ต่างมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 2.73 และต่างมีค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.65 ซึ่งอยู่ในระดับดีมากเช่นเดียวกัน

ด้านการให้ความเชื่อมั่นในการศึกษาและพัฒนาบทเรียน มีผลการประเมินอยู่ในระดับดีมาก มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 2.91 และมีค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.30 โดยรายการประเมินทั้ง 2 รายการ ซึ่งได้แก่ การแสดงออกซึ่งความเชื่อมั่นว่าการศึกษาและพัฒนาบทเรียนมีส่วนช่วยให้สามารถปรับปรุงคุณภาพการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ได้จริง และการแสดงออกซึ่งความเต็มใจในการทำงานร่วมกันตามกระบวนการของการศึกษาและพัฒนาบทเรียน ต่างมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 2.91 และต่างมีค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.30 ซึ่งอยู่ในระดับดีมากเช่นเดียวกัน

ตอนที่ 4 ด้านความเหมาะสมของบทเรียนคณิตศาสตร์

การศึกษาความเหมาะสมของบทเรียนคณิตศาสตร์ จะนำเสนอผลการประเมินโดยใช้สถิติเชิงพรรณนาทั้งในภาพรวมขององค์ประกอบ 6 ด้านของแผนการสอน และจำแนกตามองค์ประกอบแต่ละด้านของแผนการสอน โดยนำคะแนนเฉลี่ยจากการตอบแบบประเมินรายการสะท้อนความเหมาะสมของบทเรียนคณิตศาสตร์ 3 ฉบับ ซึ่งได้แก่ 1) บทเรียนคณิตศาสตร์ที่ครูประจำการคณิตศาสตร์พัฒนาขึ้นก่อนเข้าร่วมการวิจัย 2) บทเรียนคณิตศาสตร์สำหรับการจัดการเรียนการสอนรอบแรก และ 3) บทเรียนคณิตศาสตร์สำหรับการจัดการเรียนการสอนรอบที่สอง มาเทียบกับหลักเกณฑ์ในการแปลผล ทั้งนี้ผู้ตอบแบบประเมินดังกล่าวเป็นผู้ที่มีส่วนร่วมในการศึกษาและพัฒนาบทเรียน จำนวน 11 คน ได้แก่ ครูประจำการคณิตศาสตร์ จำนวน 5 คน ผู้เชี่ยวชาญภายนอก จำนวน 1 คน คีษานีเทศก์ จำนวน 4 คน และผู้วิจัยอีก 1 คน โดยมีหลักเกณฑ์ในการแปลผล ดังต่อไปนี้

คะแนนเฉลี่ย	แปลผล
2.50 - 3.00	บทเรียนคณิตศาสตร์มีความเหมาะสมอยู่ในระดับดีมาก
1.50 - 2.49	บทเรียนคณิตศาสตร์มีความเหมาะสมอยู่ในระดับดี
0.50 - 1.49	บทเรียนคณิตศาสตร์มีความเหมาะสมอยู่ในระดับพอใช้
0.00 - 0.49	บทเรียนคณิตศาสตร์มีความเหมาะสมอยู่ในระดับควรปรับปรุง

ผลการศึกษาความเหมาะสมของบทเรียนคณิตศาสตร์ที่ครูประจำการคณิตศาสตร์พัฒนาขึ้นก่อนเข้าร่วมการวิจัยทั้งในภาพรวมขององค์ประกอบ 6 ด้าน และจำแนกตามองค์ประกอบแต่ละด้าน ปรากฏผลดังตาราง 12 ต่อไปนี้

ตาราง 12 ความเหมาะสมของบทเรียนคณิตศาสตร์ที่ครูประจำการคณิตศาสตร์พัฒนาขึ้นก่อน
เข้าร่วมการวิจัย

รายการประเมิน	คะแนน เต็ม	คะแนน เฉลี่ย	ค่าส่วน เบี่ยงเบน มาตรฐาน	แปลผลระดับความ เหมาะสมของบทเรียน คณิตศาสตร์
1. สาระสำคัญ				
1.1 ระบุโน้ตสโน้ตทางคณิตศาสตร์หรือแก่นของ เนื้อหาคณิตศาสตร์ได้อย่างถูกต้อง	3	0.55	0.82	พอใช้
1.2 มีความสอดคล้องกันระหว่างสาระสำคัญ จุดประสงค์การเรียนรู้ และเนื้อหา	3	0.64	0.81	พอใช้
ค่าเฉลี่ยรายด้าน	3	0.59	0.80	พอใช้
2. จุดประสงค์การเรียนรู้				
2.1 มีความสอดคล้องกันระหว่างจุดประสงค์การ เรียนรู้ มาตรฐานการเรียนรู้ และผลการเรียนรู้ที่ คาดหวัง	3	0.91	0.70	พอใช้
2.2 ระบุพฤติกรรมการเรียนรู้ที่ครอบคลุมทั้งด้าน ความรู้ ความคิด ทักษะกระบวนการ และ คุณลักษณะอันพึงประสงค์	3	0.91	0.83	พอใช้
2.3 ระบุพฤติกรรมการเรียนรู้ที่สามารถวัดและ ประเมินผลได้จริง	3	0.91	0.83	พอใช้
2.4 ระบุจุดประสงค์การเรียนรู้ได้เหมาะสมกับ ระดับความสามารถในการเรียนรู้ของนักเรียน เวลา และเนื้อหาในการจัดการเรียนการสอน	3	0.91	0.83	พอใช้
ค่าเฉลี่ยรายด้าน	3	0.91	0.65	พอใช้
3. เนื้อหา				
3.1 ระบุรายละเอียดของเนื้อหาได้อย่างถูกต้อง และครบถ้วน	3	0.82	0.60	พอใช้
3.2 ระบุรายละเอียดของเนื้อหาที่เพียงพอสำหรับ การพัฒนานักเรียนให้มีพฤติกรรมการเรียนรู้ที่ สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ที่กำหนดไว้	3	0.91	0.70	พอใช้
ค่าเฉลี่ยรายด้าน	3	0.86	0.64	พอใช้

ตาราง 12 (ต่อ)

รายการประเมิน	คะแนน เต็ม	คะแนน เฉลี่ย	ค่าส่วน เบี่ยงเบน มาตรฐาน	แปลผลระดับความ เหมาะสมของบทเรียน คณิตศาสตร์
4. กิจกรรมการเรียนรู้การสอน				
4.1 ระบุวิธีสอน หรือรูปแบบการจัดการเรียนการสอนสำหรับการพัฒนานักเรียนให้มีพฤติกรรมการเรียนรู้ที่สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ที่กำหนดไว้	3	1.09	0.70	พอใช้
4.2 ระบุขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้การสอนที่สอดคล้องกับวิธีสอน หรือรูปแบบการจัดการเรียนการสอนที่นำมาใช้	3	1.18	0.41	พอใช้
4.3 ส่งเสริมให้นักเรียนกล้าแสดงออกซึ่งความคิด และเหตุผลในการเรียนคณิตศาสตร์	3	1.36	0.51	พอใช้
4.4 ส่งเสริมให้นักเรียนมีการพัฒนาด้านความรู้ ความคิด	3	1.00	0.63	พอใช้
4.5 ส่งเสริมให้นักเรียนมีการพัฒนาด้านทักษะ กระบวนการ	3	1.00	0.63	พอใช้
4.6 ส่งเสริมให้นักเรียนมีการพัฒนาด้าน คุณลักษณะอันพึงประสงค์	3	1.18	0.60	พอใช้
4.7 ระบุขั้นตอนการใช้สื่อการเรียนรู้การสอนที่เหมาะสมกับเนื้อหาและระดับความสามารถในการเรียนรู้ของนักเรียน	3	1.45	0.69	พอใช้
4.8 ระบุคำถามหลักสำหรับสืบค้นความคิดและ เหตุผลของนักเรียน	3	0.82	0.75	พอใช้
4.9 ให้ตัวอย่างที่เหมาะสมกับเนื้อหา และระดับ ความสามารถในการเรียนรู้ของนักเรียน	3	1.09	0.70	พอใช้
4.10 ให้งานที่เหมาะสมกับเนื้อหา และระดับ ความสามารถในการเรียนรู้ของนักเรียน	3	1.36	0.51	พอใช้
ค่าเฉลี่ยรายด้าน	3	1.15	0.43	พอใช้

ตาราง 12 (ต่อ)

รายการประเมิน	คะแนน เต็ม	คะแนน เฉลี่ย	ค่าส่วน เบี่ยงเบน มาตรฐาน	แปลผลระดับความ เหมาะสมของบทเรียน คณิตศาสตร์
5. สื่อการเรียนการสอน				
5.1 เลือกใช้สื่อการเรียนการสอนที่ส่งเสริมให้นักเรียนสามารถเรียนรู้เนื้อหาคณิตศาสตร์ได้โดยง่าย	3	1.55	0.52	ดี
5.2 เลือกใช้สื่อการเรียนการสอนที่เหมาะสมต่อการพัฒนานักเรียนให้มีพฤติกรรมการเรียนรู้ที่สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ที่กำหนดไว้	3	1.36	0.51	พอใช้
5.3 เลือกใช้สื่อการเรียนการสอนที่ส่งเสริมให้นักเรียนมีประสบการณ์ในการเรียนรู้ด้วยการสัมผัสจริง	3	1.27	0.47	พอใช้
ค่าเฉลี่ยรายด้าน	3	1.39	0.44	พอใช้
6. การวัดและประเมินผลการเรียนรู้				
6.1 ระบุการวัดและประเมินผลที่ครอบคลุมพฤติกรรมการเรียนรู้ของนักเรียนที่กำหนดไว้ในจุดประสงค์การเรียนรู้	3	1.18	0.60	พอใช้
6.2 ระบุวิธีวัดและเครื่องมือวัดผลที่เหมาะสมต่อการวัดพฤติกรรมการเรียนรู้ของนักเรียนที่กำหนดไว้ในจุดประสงค์การเรียนรู้	3	1.00	0.45	พอใช้
6.3 ระบุเกณฑ์การประเมินผลที่เหมาะสมกับระดับความสามารถในการเรียนรู้ของนักเรียน	3	1.00	0.63	พอใช้
ค่าเฉลี่ยรายด้าน	3	1.06	0.39	พอใช้
ค่าเฉลี่ยรวมทุกด้าน	3	1.06	0.39	พอใช้

จากตาราง 12 พบว่าความเหมาะสมของบทเรียนคณิตศาสตร์ที่ครูประจำการคณิตศาสตร์พัฒนาขึ้นก่อนเข้าร่วมการวิจัยในภาพรวม มีผลการประเมินอยู่ในระดับพอใช้ มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 1.06 และมีค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.39 โดยมีผลการประเมินสูงที่สุดในด้านสื่อการเรียนการสอน มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 1.39 และมีค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.44 ซึ่งอยู่ในระดับพอใช้ และมีผลการประเมินน้อยที่สุดในด้านสาระสำคัญ มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 0.59 และมีค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.80 ซึ่งอยู่ในระดับพอใช้เช่นเดียวกัน

เมื่อวิเคราะห์จำแนกตามองค์ประกอบแต่ละด้านแล้วปรากฏผลดังนี้

ด้านสาระสำคัญ มีผลการประเมินอยู่ในระดับพอใช้ มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 0.59 และมีค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.80 โดยรายการประเมินที่มีผลการประเมินสูงที่สุด ได้แก่ การมีความสอดคล้องกันระหว่างสาระสำคัญ จุดประสงค์การเรียนรู้ และเนื้อหา มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 0.64 และมีค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.81 ซึ่งอยู่ในระดับพอใช้ ส่วนรายการประเมินที่มีผลการประเมินน้อยที่สุด ได้แก่ การระบุโน้ตสโน้ตทางคณิตศาสตร์หรือแก่นของเนื้อหาคณิตศาสตร์ได้อย่างถูกต้อง มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 0.55 และมีค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.82 ซึ่งอยู่ในระดับพอใช้เช่นเดียวกัน

ด้านจุดประสงค์การเรียนรู้ มีผลการประเมินอยู่ในระดับพอใช้ มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 0.91 และมีค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.65 โดยรายการประเมินทั้ง 4 รายการ ซึ่งได้แก่ การมีความสอดคล้องกันระหว่างจุดประสงค์การเรียนรู้ มาตรฐานการเรียนรู้ และผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง การระบุพฤติกรรมการเรียนรู้ที่ครอบคลุมทั้งด้านความรู้ ความคิด ทักษะกระบวนการ และคุณลักษณะอันพึงประสงค์ การระบุพฤติกรรมการเรียนรู้ที่สามารถวัดและประเมินผลได้จริง และการระบุจุดประสงค์การเรียนรู้ได้เหมาะสมกับระดับความสามารถในการเรียนรู้ของนักเรียน เวลา และเนื้อหาในการจัดการเรียนการสอน ต่างมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 0.91 และมีค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.70, 0.83, 0.83 และ 0.83 ตามลำดับ ซึ่งอยู่ในระดับพอใช้เช่นเดียวกัน

ด้านเนื้อหา มีผลการประเมินอยู่ในระดับพอใช้ มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 0.86 และมีค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.64 โดยรายการประเมินที่มีผลการประเมินสูงที่สุด ได้แก่ การระบุรายละเอียดของเนื้อหาที่เพียงพอสำหรับการพัฒนานักเรียนให้มีพฤติกรรมเรียนรู้ที่สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ที่กำหนดไว้ มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 0.91 และมีค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.70 ซึ่งอยู่ในระดับพอใช้ ส่วนรายการประเมินที่มีผลการประเมินน้อยที่สุด ได้แก่ การระบุรายละเอียดของเนื้อหาได้อย่างถูกต้องและครบถ้วน มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 0.82 และมีค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.60 ซึ่งอยู่ในระดับพอใช้เช่นเดียวกัน

ด้านกิจกรรมการเรียนการสอน มีผลการประเมินอยู่ในระดับพอใช้ มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 1.15 และมีค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.43 โดยรายการประเมินที่มีผลการประเมินสูงที่สุด ได้แก่ การระบุด้านตอนการใช้สื่อการเรียนการสอนที่เหมาะสมกับเนื้อหาและระดับความสามารถในการเรียนรู้ของนักเรียน มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 1.45 และมีค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.69 ซึ่งอยู่ในระดับพอใช้ ส่วนรายการประเมินที่มีผลการประเมินน้อยที่สุด ได้แก่ การระบุคำถามหลักสำหรับสืบค้นความคิดและเหตุผลของนักเรียน มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 0.82 และมีค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.75 ซึ่งอยู่ในระดับพอใช้เช่นเดียวกัน

ด้านสื่อการเรียนการสอน มีผลการประเมินอยู่ในระดับพอใช้ มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 1.39 และมีค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.44 โดยรายการประเมินที่มีผลการประเมินสูงที่สุด ได้แก่ การเลือกใช้สื่อการเรียนการสอนที่ส่งเสริมให้นักเรียนสามารถเรียนรู้เนื้อหาคณิตศาสตร์ได้โดยง่าย มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 1.55 และมีค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.52 ซึ่งอยู่ในระดับดี ส่วนรายการประเมินที่มีผลการประเมินน้อยที่สุด ได้แก่ การเลือกใช้สื่อการเรียนการสอนที่ส่งเสริมให้นักเรียนมีประสบการณ์ในการเรียนรู้ด้วยการสัมผัสจริง มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 1.27 และมีค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.47 ซึ่งอยู่ในระดับพอใช้

ด้านการวัดและประเมินผลการเรียนรู้ มีผลการประเมินอยู่ในระดับพอใช้ มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 1.06 และมีค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.39 โดยรายการประเมินที่มีผลการประเมินสูงที่สุด ได้แก่ การระบุการวัดและประเมินผลที่ครอบคลุมพฤติกรรมการเรียนรู้ของนักเรียนที่กำหนดไว้ในจุดประสงค์การเรียนรู้ มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 1.18 และมีค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.60 ส่วนรายการประเมินที่มีผลการประเมินน้อยที่สุดมี 2 รายการได้แก่ การระบุวิธีวัดและเครื่องมือวัดผลที่เหมาะสมต่อการวัดพฤติกรรมการเรียนรู้ของนักเรียนที่กำหนดไว้ในจุดประสงค์การเรียนรู้ และการระบุเกณฑ์การประเมินผลที่เหมาะสมกับระดับความสามารถในการเรียนรู้ของนักเรียน ซึ่งต่างมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 1.00 และมีค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.45 และ 0.63 ตามลำดับ ซึ่งอยู่ในระดับพอใช้เช่นเดียวกัน

ผลการศึกษาความเหมาะสมของบทเรียนคณิตศาสตร์สำหรับการจัดการเรียนการสอนรอบแรกทั้งในภาพรวมขององค์ประกอบ 6 ด้าน และจำแนกตามองค์ประกอบแต่ละด้าน ปราบกฎผลดังตาราง 13 ต่อไปนี้

ตาราง 13 ความเหมาะสมของบทเรียนคณิตศาสตร์สำหรับการจัดการเรียนการสอนรอบแรก

รายการประเมิน	คะแนนเต็ม	คะแนนเฉลี่ย	ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	แปลผลระดับความเหมาะสมของบทเรียนคณิตศาสตร์
1. สาระสำคัญ				
1.1 ระบุโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์หรือแก่นของเนื้อหาคณิตศาสตร์ได้อย่างถูกต้อง	3	3.00	0.00	ดีมาก
1.2 มีความสอดคล้องกันระหว่างสาระสำคัญ จุดประสงค์การเรียนรู้ และเนื้อหา	3	3.00	0.00	ดีมาก
ค่าเฉลี่ยรายด้าน	3	3.00	0.00	ดีมาก
2. จุดประสงค์การเรียนรู้				
2.1 มีความสอดคล้องกันระหว่างจุดประสงค์การเรียนรู้ มาตรฐานการเรียนรู้ และผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง	3	2.73	0.47	ดีมาก
2.2 ระบุพฤติกรรมการเรียนรู้ที่ครอบคลุมทั้งด้านความรู้ ความคิด ทักษะกระบวนการ และคุณลักษณะอันพึงประสงค์	3	2.73	0.47	ดีมาก
2.3 ระบุพฤติกรรมการเรียนรู้ที่สามารถวัดและประเมินผลได้จริง	3	2.64	0.51	ดีมาก
2.4 ระบุจุดประสงค์การเรียนรู้ได้เหมาะสมกับระดับความสามารถในการเรียนรู้ของนักเรียน เวลา และเนื้อหาในการจัดการเรียนการสอน	3	2.55	0.52	ดีมาก
ค่าเฉลี่ยรายด้าน	3	2.66	0.45	ดีมาก
3. เนื้อหา				
3.1 ระบุรายละเอียดของเนื้อหาได้อย่างถูกต้องและครบถ้วน	3	3.00	0.00	ดีมาก
3.2 ระบุรายละเอียดของเนื้อหาที่เพียงพอสำหรับการพัฒนานักเรียนให้มีพฤติกรรมการเรียนรู้ที่สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ที่กำหนดไว้	3	3.00	0.00	ดีมาก
ค่าเฉลี่ยรายด้าน	3	3.00	0.00	ดีมาก

ตาราง 13 (ต่อ)

รายการประเมิน	คะแนน เต็ม	คะแนน เฉลี่ย	ค่าส่วน เบี่ยงเบน มาตรฐาน	แปลผลระดับความ เหมาะสมของบทเรียน คณิตศาสตร์
4. กิจกรรมการเรียนรู้การสอน				
4.1 ระบุวิธีสอน หรือรูปแบบการจัดการเรียนการสอนสำหรับการพัฒนานักเรียนให้มีพฤติกรรมการเรียนรู้ที่สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ที่กำหนดไว้	3	2.55	0.52	ดีมาก
4.2 ระบุขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้การสอนที่สอดคล้องกับวิธีสอน หรือรูปแบบการจัดการเรียนการสอนที่นำมาใช้	3	2.73	0.47	ดีมาก
4.3 ส่งเสริมให้นักเรียนกล้าแสดงออกซึ่งความคิด และเหตุผลในการเรียนคณิตศาสตร์	3	2.73	0.47	ดีมาก
4.4 ส่งเสริมให้นักเรียนมีการพัฒนาด้านความรู้ ความคิด	3	2.64	0.51	ดีมาก
4.5 ส่งเสริมให้นักเรียนมีการพัฒนาด้านทักษะ กระบวนการ	3	2.55	0.52	ดีมาก
4.6 ส่งเสริมให้นักเรียนมีการพัฒนาด้าน คุณลักษณะอันพึงประสงค์	3	2.27	0.65	ดี
4.7 ระบุขั้นตอนการใช้สื่อการเรียนรู้การสอนที่เหมาะสมกับเนื้อหาและระดับความสามารถในการเรียนรู้ของนักเรียน	3	2.09	0.30	ดี
4.8 ระบุคำถามหลักสำหรับสืบค้นความคิดและ เหตุผลของนักเรียน	3	2.18	0.41	ดี
4.9 ให้ตัวอย่างที่เหมาะสมกับเนื้อหา และระดับ ความสามารถในการเรียนรู้ของนักเรียน	3	2.27	0.47	ดี
4.10 ให้งานที่เหมาะสมกับเนื้อหา และระดับ ความสามารถในการเรียนรู้ของนักเรียน	3	2.45	0.52	ดี
ค่าเฉลี่ยรายด้าน	3	2.45	0.37	ดี

ตาราง 13 (ต่อ)

รายการประเมิน	คะแนน เต็ม	คะแนน เฉลี่ย	ค่าส่วน เบี่ยงเบน มาตรฐาน	แปลผลระดับความ เหมาะสมของบทเรียน คณิตศาสตร์
5. สื่อการเรียนการสอน				
5.1 เลือกใช้สื่อการเรียนการสอนที่ส่งเสริมให้นักเรียนสามารถเรียนรู้เนื้อหาคณิตศาสตร์ได้โดยง่าย	3	2.45	0.52	ดี
5.2 เลือกใช้สื่อการเรียนการสอนที่เหมาะสมต่อการพัฒนานักเรียนให้มีพฤติกรรมการเรียนรู้ที่สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ที่กำหนดไว้	3	2.36	0.51	ดี
5.3 เลือกใช้สื่อการเรียนการสอนที่ส่งเสริมให้นักเรียนมีประสบการณ์ในการเรียนรู้ด้วยการสัมผัสจริง	3	2.36	0.47	ดี
ค่าเฉลี่ยรายด้าน	3	2.39	0.42	ดี
6. การวัดและประเมินผลการเรียนรู้				
6.1 ระบุการวัดและประเมินผลที่ครอบคลุมพฤติกรรมการเรียนรู้ของนักเรียนที่กำหนดไว้ในจุดประสงค์การเรียนรู้	3	2.45	0.52	ดี
6.2 ระบุวิธีวัดและเครื่องมือวัดผลที่เหมาะสมต่อการวัดพฤติกรรมการเรียนรู้ของนักเรียนที่กำหนดไว้ในจุดประสงค์การเรียนรู้	3	2.64	0.51	ดีมาก
6.3 ระบุเกณฑ์การประเมินผลที่เหมาะสมกับระดับความสามารถในการเรียนรู้ของนักเรียน	3	2.55	0.52	ดีมาก
ค่าเฉลี่ยรายด้าน	3	2.55	0.45	ดีมาก
ค่าเฉลี่ยรวมทุกด้าน	3	2.58	0.30	ดีมาก

จากตาราง 13 พบว่าความเหมาะสมของบทเรียนคณิตศาสตร์สำหรับการจัดการเรียนการสอนรอบแรกในภาพรวม มีผลการประเมินอยู่ในระดับดีมาก มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 2.58 และมีค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.30 โดยมีผลการประเมินสูงที่สุดใน 2 ด้าน ได้แก่ ด้านสาระสำคัญ และด้านเนื้อหา ซึ่งต่างมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 3.00 และต่างมีค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.00 ซึ่งอยู่ในระดับดีมากเช่นเดียวกัน และมีผลการประเมินน้อยที่สุดในด้านสื่อการเรียนการสอน มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 2.39 และมีค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.42 ซึ่งอยู่ในระดับดี

เมื่อวิเคราะห์จำแนกตามองค์ประกอบแต่ละด้านแล้วปรากฏผลดังนี้

ด้านสาระสำคัญ มีผลการประเมินอยู่ในระดับดีมาก มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 3.00 และมีค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.00 โดยรายการประเมินทั้ง 2 รายการ ซึ่งได้แก่ การระบุมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์หรือแก่นของเนื้อหาคณิตศาสตร์ได้อย่างถูกต้อง และการมีความสอดคล้องกันระหว่างสาระสำคัญ จุดประสงค์การเรียนรู้ และเนื้อหา ต่างมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 3.00 และต่างมีค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.00 ซึ่งอยู่ในระดับดีมากเช่นเดียวกัน

ด้านจุดประสงค์การเรียนรู้ มีผลการประเมินอยู่ในระดับดีมาก มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 2.66 และมีค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.45 โดยรายการประเมินที่มีผลการประเมินสูงที่สุดมี 2 รายการ ได้แก่ การมีความสอดคล้องกันระหว่างจุดประสงค์การเรียนรู้ มาตรฐานการเรียนรู้ และผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง และการระบุพฤติกรรมการเรียนรู้ที่ครอบคลุมทั้งด้านความรู้ ความคิด ทักษะ กระบวนการ และคุณลักษณะอันพึงประสงค์ ซึ่งต่างมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 2.73 และต่างมีค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.47 ซึ่งอยู่ในระดับดีมากเช่นเดียวกัน ส่วนรายการประเมินที่มีผลการประเมินน้อยที่สุด ได้แก่ การระบุจุดประสงค์การเรียนรู้ได้เหมาะสมกับระดับความสามารถในการเรียนรู้ของนักเรียน เวลา และเนื้อหาในการจัดการเรียนการสอน มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 2.55 และมีค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.52 ซึ่งอยู่ในระดับดีมากเช่นเดียวกัน

ด้านเนื้อหา มีผลการประเมินอยู่ในระดับดีมาก มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 3.00 และมีค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.00 โดยรายการประเมินทั้ง 2 รายการ ซึ่งได้แก่ การระบุรายละเอียดของเนื้อหาได้อย่างถูกต้องและครบถ้วน และการระบุรายละเอียดของเนื้อหาที่เพียงพอสำหรับการพัฒนาให้นักเรียนให้มีพฤติกรรมเรียนรู้ที่สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ที่กำหนดไว้ ต่างมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 3.00 และต่างมีค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.00 ซึ่งอยู่ในระดับดีมากเช่นเดียวกัน

ด้านกิจกรรมการเรียนการสอน มีผลการประเมินอยู่ในระดับดี มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 2.45 และมีค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.37 โดยรายการประเมินที่มีผลการประเมินสูงที่สุดมี 2 รายการ ได้แก่ การระบุขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่สอดคล้องกับวิธีสอนหรือรูปแบบการจัดการเรียนการสอนที่นำมาใช้ และการส่งเสริมให้นักเรียนกล้าแสดงออกซึ่งความคิดและเหตุผลในการ

เรียนคณิตศาสตร์ ซึ่งต่างมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 2.73 และต่างมีค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.47 ซึ่งอยู่ในระดับดีมากเช่นเดียวกัน ส่วนรายการประเมินที่มีผลการประเมินน้อยที่สุด ได้แก่ การระบุขั้นตอนการใช้สื่อการเรียนการสอนที่เหมาะสมกับเนื้อหาและระดับความสามารถในการเรียนรู้ของนักเรียน มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 2.09 และมีค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.30 ซึ่งอยู่ในระดับดี

ด้านสื่อการเรียนการสอน มีผลการประเมินอยู่ในระดับดี มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 2.39 และมีค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.42 โดยรายการประเมินที่มีผลการประเมินสูงที่สุด ได้แก่ การเลือกใช้สื่อการเรียนการสอนที่ส่งเสริมให้นักเรียนสามารถเรียนรู้เนื้อหาคณิตศาสตร์ได้โดยง่าย มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 2.45 และมีค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.52 ซึ่งอยู่ในระดับดี ส่วนรายการประเมินที่มีผลการประเมินน้อยที่สุดมี 2 รายการ ได้แก่ การเลือกใช้สื่อการเรียนการสอนที่เหมาะสมต่อการพัฒนานักเรียนให้มีพฤติกรรมการเรียนรู้ที่สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ที่กำหนดไว้ และการเลือกใช้สื่อการเรียนการสอนที่ส่งเสริมให้นักเรียนมีประสบการณ์ในการเรียนรู้ด้วยการสัมผัสจริง ซึ่งต่างมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 2.36 และมีค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.51 และ 0.47 ตามลำดับ ซึ่งอยู่ในระดับดีเช่นเดียวกัน

ด้านการวัดและประเมินผลการเรียนรู้ มีผลการประเมินอยู่ในระดับดีมาก มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 2.55 และมีค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.45 โดยรายการประเมินที่มีผลการประเมินสูงที่สุด ได้แก่ การระบุวิธีวัดและเครื่องมือวัดผลที่เหมาะสมต่อการวัดพฤติกรรมการเรียนรู้ของนักเรียนที่กำหนดไว้ในจุดประสงค์การเรียนรู้ มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 2.64 และมีค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.51 ซึ่งอยู่ในระดับดีมาก ส่วนรายการประเมินที่มีผลการประเมินน้อยที่สุด ได้แก่ การระบุการวัดและประเมินผลที่ครอบคลุมพฤติกรรมการเรียนรู้ของนักเรียนที่กำหนดไว้ในจุดประสงค์การเรียนรู้ มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 2.45 และมีค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.52 ซึ่งอยู่ในระดับดี

ผลการศึกษาความเหมาะสมของบทเรียนคณิตศาสตร์สำหรับการจัดการเรียนการสอนรอบที่สอง ทั้งในภาพรวมขององค์ประกอบ 6 ด้าน และจำแนกตามองค์ประกอบแต่ละด้าน ปรากฏผลดังตาราง 14 ต่อไปนี้

ตาราง 14 ความเหมาะสมของบทเรียนคณิตศาสตร์สำหรับการจัดการเรียนการสอนรอบที่สอง

รายการประเมิน	คะแนนเต็ม	คะแนนเฉลี่ย	ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	แปลผลระดับความเหมาะสมของบทเรียนคณิตศาสตร์
1. สาระสำคัญ				
1.1 ระบุโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์หรือแก่นของเนื้อหาคณิตศาสตร์ได้อย่างถูกต้อง	3	3.00	0.00	ดีมาก
1.2 มีความสอดคล้องกันระหว่างสาระสำคัญ จุดประสงค์การเรียนรู้ และเนื้อหา	3	3.00	0.00	ดีมาก
ค่าเฉลี่ยรายด้าน	3	3.00	0.00	ดีมาก
2. จุดประสงค์การเรียนรู้				
2.1 มีความสอดคล้องกันระหว่างจุดประสงค์การเรียนรู้ มาตรฐานการเรียนรู้ และผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง	3	2.73	0.47	ดีมาก
2.2 ระบุพฤติกรรมการเรียนรู้ที่ครอบคลุมทั้งด้านความรู้ ความคิด ทักษะกระบวนการ และคุณลักษณะอันพึงประสงค์	3	2.73	0.47	ดีมาก
2.3 ระบุพฤติกรรมการเรียนรู้ที่สามารถวัดและประเมินผลได้จริง	3	2.73	0.47	ดีมาก
2.4 ระบุจุดประสงค์การเรียนรู้ได้เหมาะสมกับระดับความสามารถในการเรียนรู้ของนักเรียน เวลา และเนื้อหาในการจัดการเรียนการสอน	3	2.73	0.47	ดีมาก
ค่าเฉลี่ยรายด้าน	3	2.73	0.43	ดีมาก
3. เนื้อหา				
3.1 ระบุรายละเอียดของเนื้อหาได้อย่างถูกต้องและครบถ้วน	3	3.00	0.00	ดีมาก
3.2 ระบุรายละเอียดของเนื้อหาที่เพียงพอสำหรับการพัฒนานักเรียนให้มีพฤติกรรมการเรียนรู้ที่สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ที่กำหนดไว้	3	3.00	0.00	ดีมาก
ค่าเฉลี่ยรายด้าน	3	3.00	0.00	ดีมาก

ตาราง 14 (ต่อ)

รายการประเมิน	คะแนน เต็ม	คะแนน เฉลี่ย	ค่าส่วน เบี่ยงเบน มาตรฐาน	แปลผลระดับความ เหมาะสมของบทเรียน คณิตศาสตร์
4. กิจกรรมการเรียนรู้การสอน				
4.1 ระบุวิธีสอน หรือรูปแบบการจัดการเรียนการสอนสำหรับการพัฒนานักเรียนให้มีพฤติกรรมการเรียนรู้ที่สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ที่กำหนดไว้	3	2.64	0.51	ดีมาก
4.2 ระบุขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้การสอนที่สอดคล้องกับวิธีสอน หรือรูปแบบการจัดการเรียนการสอนที่นำมาใช้	3	2.91	0.30	ดีมาก
4.3 ส่งเสริมให้นักเรียนกล้าแสดงออกซึ่งความคิด และเหตุผลในการเรียนคณิตศาสตร์	3	2.64	0.51	ดีมาก
4.4 ส่งเสริมให้นักเรียนมีการพัฒนาด้านความรู้ ความคิด	3	2.64	0.51	ดีมาก
4.5 ส่งเสริมให้นักเรียนมีการพัฒนาด้านทักษะ กระบวนการ	3	2.64	0.51	ดีมาก
4.6 ส่งเสริมให้นักเรียนมีการพัฒนาด้าน คุณลักษณะอันพึงประสงค์	3	2.64	0.51	ดีมาก
4.7 ระบุขั้นตอนการใช้สื่อการเรียนรู้การสอนที่เหมาะสมกับเนื้อหาและระดับความสามารถในการเรียนรู้ของนักเรียน	3	2.45	0.52	ดี
4.8 ระบุคำถามหลักสำหรับสืบค้นความคิดและ เหตุผลของนักเรียน	3	2.64	0.51	ดีมาก
4.9 ให้ตัวอย่างที่เหมาะสมกับเนื้อหา และระดับ ความสามารถในการเรียนรู้ของนักเรียน	3	2.64	0.51	ดีมาก
4.10 ให้งานที่เหมาะสมกับเนื้อหา และระดับ ความสามารถในการเรียนรู้ของนักเรียน	3	2.64	0.51	ดีมาก
ค่าเฉลี่ยรายด้าน	3	2.65	0.34	ดีมาก

ตาราง 14 (ต่อ)

รายการประเมิน	คะแนน เต็ม	คะแนน เฉลี่ย	ค่าส่วน เบี่ยงเบน มาตรฐาน	แปลผลระดับความ เหมาะสมของบทเรียน คณิตศาสตร์
5. สื่อการเรียนการสอน				
5.1 เลือกใช้สื่อการเรียนการสอนที่ส่งเสริมให้นักเรียนสามารถเรียนรู้เนื้อหาคณิตศาสตร์ได้โดยง่าย	3	2.73	0.47	ดีมาก
5.2 เลือกใช้สื่อการเรียนการสอนที่เหมาะสมต่อการพัฒนานักเรียนให้มีพฤติกรรมการเรียนรู้ที่สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ที่กำหนดไว้	3	2.73	0.47	ดีมาก
5.3 เลือกใช้สื่อการเรียนการสอนที่ส่งเสริมให้นักเรียนมีประสบการณ์ในการเรียนรู้ด้วยการสัมผัสจริง	3	2.82	0.41	ดีมาก
ค่าเฉลี่ยรายด้าน	3	2.76	0.40	ดีมาก
6. การวัดและประเมินผลการเรียนรู้				
6.1 ระบุการวัดและประเมินผลที่ครอบคลุมพฤติกรรมการเรียนรู้ของนักเรียนที่กำหนดไว้ในจุดประสงค์การเรียนรู้	3	2.64	0.51	ดีมาก
6.2 ระบุวิธีวัดและเครื่องมือวัดผลที่เหมาะสมต่อการวัดพฤติกรรมการเรียนรู้ของนักเรียนที่กำหนดไว้ในจุดประสงค์การเรียนรู้	3	2.82	0.41	ดีมาก
6.3 ระบุเกณฑ์การประเมินผลที่เหมาะสมกับระดับความสามารถในการเรียนรู้ของนักเรียน	3	2.91	0.30	ดีมาก
ค่าเฉลี่ยรายด้าน	3	2.79	0.34	ดีมาก
ค่าเฉลี่ยรวมทุกด้าน	3	2.74	0.28	ดีมาก

จากตาราง 14 พบว่า ความเหมาะสมของบทเรียนคณิตศาสตร์สำหรับการจัดการเรียนการสอนรอบที่สองในภาพรวม มีผลการประเมินอยู่ในระดับดีมาก มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 2.74 และมีค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.28 โดยมีผลการประเมินสูงที่สุดใน 2 ด้าน ได้แก่ ด้านสาระสำคัญ และด้านเนื้อหา ซึ่งต่างมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 3.00 และต่างมีค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.00 ซึ่งอยู่ในระดับดีมากเช่นเดียวกัน และมีผลการประเมินน้อยที่สุดในด้านกิจกรรมการเรียนการสอน มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 2.65 และมีค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.34 ซึ่งอยู่ในระดับดีมากเช่นเดียวกัน

เมื่อวิเคราะห์จำแนกตามองค์ประกอบแต่ละด้านแล้วปรากฏผลดังนี้

ด้านสาระสำคัญ มีผลการประเมินอยู่ในระดับดีมาก มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 3.00 และมีค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.00 โดยรายการประเมินทั้ง 2 รายการ ซึ่งได้แก่ การระบุโมทัศน์ทางคณิตศาสตร์หรือแก่นของเนื้อหาคณิตศาสตร์ได้อย่างถูกต้อง และการมีความสอดคล้องกันระหว่างสาระสำคัญ จุดประสงค์การเรียนรู้ และเนื้อหา ต่างมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 3.00 และต่างมีค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.00 ซึ่งอยู่ในระดับดีมากเช่นเดียวกัน

ด้านจุดประสงค์การเรียนรู้ มีผลการประเมินอยู่ในระดับดีมาก มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 2.73 และมีค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.43 โดยรายการประเมินทั้ง 4 รายการ ซึ่งได้แก่ การมีความสอดคล้องกันระหว่าง จุดประสงค์การเรียนรู้ มาตรฐานการเรียนรู้ และผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง การระบุพฤติกรรมการเรียนรู้ที่ครอบคลุมทั้งด้านความรู้ความคิด ทักษะกระบวนการ และคุณลักษณะอันพึงประสงค์ การระบุพฤติกรรมการเรียนรู้ที่สามารถวัดและประเมินผลได้จริง และการระบุจุดประสงค์การเรียนรู้ได้เหมาะสมกับระดับความสามารถในการเรียนรู้ของนักเรียน เวลา และเนื้อหาในการจัดการเรียนการสอน ต่างมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 2.73 และต่างมีค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.47 ซึ่งอยู่ในระดับดีมากเช่นเดียวกัน

ด้านเนื้อหา มีผลการประเมินอยู่ในระดับดีมาก มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 3.00 และมีค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.00 โดยรายการประเมินทั้ง 2 รายการ ซึ่งได้แก่ การระบุรายละเอียดของเนื้อหาได้อย่างถูกต้องและครบถ้วน และการระบุรายละเอียดของเนื้อหาที่เพียงพอสำหรับการพัฒนาให้นักเรียนให้มีพฤติกรรมเรียนรู้ที่สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ที่กำหนดไว้ ต่างมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 3.00 และต่างมีค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.00 ซึ่งอยู่ในระดับดีมากเช่นเดียวกัน

ด้านกิจกรรมการเรียนการสอน มีผลการประเมินอยู่ในระดับดีมาก มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 2.65 และมีค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.34 โดยรายการประเมินที่มีผลการประเมินสูงที่สุดได้แก่ การระบุขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่สอดคล้องกับวิธีสอนหรือรูปแบบการจัดการเรียนการสอนที่นำมาใช้ มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 2.91 และมีค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.30

ซึ่งอยู่ในระดับดีมาก ส่วนรายการประเมินที่มีผลการประเมินน้อยที่สุด ได้แก่ การระบุขั้นตอนการใช้สื่อ การเรียนการสอนที่เหมาะสมกับเนื้อหาและระดับความสามารถในการเรียนรู้ของนักเรียน มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 2.45 และมีค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.52 ซึ่งอยู่ในระดับดี

ด้านสื่อการเรียนการสอน มีผลการประเมินอยู่ในระดับดีมาก มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 2.76 และมีค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.40 โดยรายการประเมินที่มีผลการประเมินสูงที่สุด ได้แก่ การเลือกใช้สื่อการเรียนการสอนที่ส่งเสริมให้นักเรียนมีประสบการณ์ในการเรียนรู้ด้วยการสัมผัสจริง มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 2.82 และมีค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.41 ส่วนรายการประเมินที่มีผลการประเมินน้อยที่สุดมี 2 รายการ ได้แก่ การเลือกใช้สื่อการเรียนการสอนที่ส่งเสริมให้นักเรียนสามารถเรียนรู้เนื้อหาคณิตศาสตร์ได้โดยง่าย และการเลือกใช้สื่อการเรียนการสอนที่เหมาะสมต่อการพัฒนาให้นักเรียนให้มีพฤติกรรมการเรียนรู้ที่สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ที่กำหนดไว้ ซึ่งต่างมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 2.73 และต่างมีค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.47 ซึ่งอยู่ในระดับดีมากเช่นเดียวกัน

ด้านการวัดและประเมินผลการเรียนรู้ มีผลการประเมินอยู่ในระดับดีมาก มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 2.79 และมีค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.34 โดยรายการประเมินที่มีผลการประเมินสูงที่สุด ได้แก่ การระบุเกณฑ์การประเมินผลที่เหมาะสมกับระดับความสามารถในการเรียนรู้ของนักเรียน มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 2.91 และมีค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.30 ซึ่งอยู่ในระดับดีมาก ส่วนรายการประเมินที่มีผลการประเมินน้อยที่สุด ได้แก่ การระบุการวัดและประเมินผลที่ครอบคลุมพฤติกรรมการเรียนรู้ของนักเรียนที่กำหนดไว้ในจุดประสงค์การเรียนรู้ มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 2.64 และมีค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.51 ซึ่งอยู่ในระดับดีมากเช่นเดียวกัน

ตอนที่ 5 ด้านความรู้ความเข้าใจในมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์

การศึกษาความรู้ความเข้าใจในมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ จะนำเสนอผลการประเมินโดยใช้สถิติเชิงอนุมาน โดยนำผลคะแนนที่เก็บรวบรวมได้จากการทำแบบทดสอบวัดความรู้ความเข้าใจในมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์เรื่อง เศษส่วน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ทั้งในการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียน 2 กลุ่ม ซึ่งได้แก่ นักเรียนที่ใช้สำหรับการจัดการเรียนการสอนรอบแรก จำนวน 39 คน และนักเรียนที่ใช้สำหรับการจัดการเรียนการสอนรอบที่สอง จำนวน 34 คน มาทำการวิเคราะห์หาค่าเฉลี่ย และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนความรู้ความเข้าใจในมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ และทำการเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของคะแนนความรู้ความเข้าใจในมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียนจำแนกตามกลุ่มของนักเรียนที่ใช้สำหรับการจัดการเรียนการสอนแต่ละรอบโดยใช้สถิติทดสอบที (t-test) เพื่อทดสอบสมมติฐานของการวิจัยข้อที่ 1 นอกจากนี้จะนำเสนอผลการประเมินโดยใช้สถิติเชิงพรรณนา โดยคำนวณค่าร้อยละของจำนวนนักเรียนที่ใช้สำหรับการจัดการเรียนการสอนแต่ละรอบที่มีคะแนนความรู้ความเข้าใจในมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์หลังเรียนไม่น้อยกว่าร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม โดยเทียบกับเกณฑ์การบรรลุเป้าหมายหลักของการศึกษาและพัฒนาบทเรียน ซึ่งได้กำหนดไว้ว่าต้องมีจำนวนนักเรียนที่ใช้สำหรับการจัดการเรียนการสอนรอบแรกและรอบที่สอง แต่ละรอบไม่น้อยกว่าร้อยละ 70 ที่มีคะแนนความรู้ความเข้าใจในมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ หลังเรียนไม่น้อยกว่าร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม

ผลการเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของคะแนนความรู้ความเข้าใจในมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนที่ใช้สำหรับการจัดการเรียนการสอนรอบแรก โดยใช้สถิติทดสอบที ปรากฏผลดังตาราง 15 ต่อไปนี้

ตาราง 15 ผลการเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของคะแนนความรู้ความเข้าใจใน

มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนที่ใช้สำหรับการจัดการเรียนการสอนรอบแรก

ความรู้ความเข้าใจในมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์	จำนวนนักเรียน	ค่าเฉลี่ยของคะแนน (คะแนนเต็ม 20)	ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	ค่าสถิติ (t)	p-value
ก่อนเรียน	39	5.15	1.93	27.708	.000*
หลังเรียน	39	14.64	2.71		

* มีระดับนัยสำคัญที่ .05

จากตาราง 15 พบว่า ค่าเฉลี่ยของคะแนนความรู้ความเข้าใจในมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์หลังเรียนของนักเรียนที่ใช้สำหรับการจัดการเรียนการสอนรอบแรก สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ผลการศึกษาค่าร้อยละของจำนวนนักเรียนที่ใช้สำหรับการจัดการเรียนการสอนรอบแรกที่มีคะแนนความรู้ความเข้าใจในมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์หลังเรียนไม่น้อยกว่าร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม ซึ่งคิดเป็นคะแนนแล้วต้องได้คะแนนไม่น้อยกว่า 14 คะแนนจากคะแนนเต็ม 20 คะแนน ปრაกฏผลดังตาราง 16 ต่อไปนี้

ตาราง 16 คะแนนความรู้ความเข้าใจในมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์หลังเรียนของนักเรียนที่ใช้สำหรับการจัดการเรียนการสอนรอบแรก

คะแนนความรู้ความเข้าใจในมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์หลังเรียนของนักเรียนกลุ่มนี้	จำนวนนักเรียน (ความถี่)	ความถี่สะสม	ความถี่สะสมคิดเป็นร้อยละ
6	1	1	2.56
8	1	2	5.13
10	3	5	12.82
12	2	7	17.95
13	1	8	20.51
14	4	12	30.77
15	8	20	51.28
16	11	31	79.49
17	6	37	94.87
18	2	39	100.00
รวม	39		

หมายเหตุ บริเวณที่แรเงาแสดงจำนวนนักเรียนกลุ่มนี้ที่มีคะแนนความรู้ความเข้าใจในมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์หลังเรียนไม่น้อยกว่าร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม

จากตาราง 16 พบว่า จำนวนนักเรียนที่ใช้สำหรับการจัดการเรียนการสอนรอบแรกที่มีคะแนนความรู้ความเข้าใจในมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์หลังเรียนไม่น้อยกว่าร้อยละ 70 ของคะแนนเต็มมี

จำนวน 31 คน (คำนวณได้จาก $39 - 8$ ในแถวตั้งความถี่สะสม) ซึ่งคิดเป็นร้อยละ 79.49 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมดในกลุ่มนี้ (คำนวณได้จาก $100.00 - 20.51$ ในแถวตั้งความถี่สะสมคิดเป็นร้อยละ) จึงมีจำนวนนักเรียนที่ใช้สำหรับการจัดการเรียนการสอนรอบแรกที่มีคะแนนความรู้ความเข้าใจในมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ หลังเรียนไม่น้อยกว่าร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม บรรลุเป้าหมายหลักของการศึกษาและพัฒนาบทเรียนที่ได้กำหนดไว้

ผลการเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของคะแนนความรู้ความเข้าใจในมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนที่ใช้สำหรับการจัดการเรียนการสอนรอบที่สอง โดยใช้สถิติทดสอบที ปรากฏผลดังตาราง 17 ต่อไปนี้

ตาราง 17 ผลการเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของคะแนนความรู้ความเข้าใจในมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนที่ใช้สำหรับการจัดการเรียนการสอนรอบที่สอง

ความรู้ความเข้าใจในมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์	จำนวนนักเรียน	ค่าเฉลี่ยของคะแนน (คะแนนเต็ม 20)	ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	ค่าสถิติ (t)	p-value
ก่อนเรียน	34	5.00	2.09	25.692	.000*
หลังเรียน	34	16.06	2.40		

* มีระดับนัยสำคัญที่ .05

จากตาราง 17 พบว่า ค่าเฉลี่ยของคะแนนความรู้ความเข้าใจในมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์หลังเรียนของนักเรียนที่ใช้สำหรับการจัดการเรียนการสอนรอบที่สอง สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ผลการศึกษาค่าร้อยละของจำนวนนักเรียนที่ใช้สำหรับการจัดการเรียนการสอนรอบที่สองที่มีคะแนนความรู้ความเข้าใจในมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์หลังเรียนไม่น้อยกว่าร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม ซึ่งคิดเป็นคะแนนแล้วต้องได้คะแนนไม่น้อยกว่า 14 คะแนนจากคะแนนเต็ม 20 คะแนน ปรากฏผลดังตาราง 18 ต่อไปนี้

ตาราง 18 คะแนนความรู้ความเข้าใจในมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์หลังเรียนของนักเรียนที่ใช้สำหรับการจัดการเรียนการสอนรอบที่สอง

คะแนนความรู้ความเข้าใจในมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์หลังเรียนของนักเรียนกลุ่มนี้	จำนวนนักเรียน (ความถี่)	ความถี่สะสม	ความถี่สะสมคิดเป็นร้อยละ
11	1	1	2.94
12	3	4	11.76
13	2	6	17.65
14	5	11	32.35
15	1	12	35.29
16	2	14	41.18
17	9	23	67.65
18	6	29	85.29
19	5	34	100.00
รวม	34		

หมายเหตุ บริเวณที่แรเงาแสดงจำนวนนักเรียนกลุ่มนี้ที่มีคะแนนความรู้ความเข้าใจในมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์หลังเรียนไม่น้อยกว่าร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม

จากตาราง 18 พบว่าจำนวนนักเรียนที่ใช้สำหรับการจัดการเรียนการสอนรอบที่สองที่มีคะแนนความรู้ความเข้าใจในมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์หลังเรียนไม่น้อยกว่าร้อยละ 70 ของคะแนนเต็มมีจำนวน 28 คน (คำนวณได้จาก $34 - 6$ ในแถวตั้งความถี่สะสม) ซึ่งคิดเป็นร้อยละ 82.35 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมดในกลุ่มนี้ (คำนวณได้จาก $100.00 - 17.65$ ในแถวตั้งความถี่สะสมคิดเป็นร้อยละ) จึงมีจำนวนนักเรียนที่ใช้สำหรับการจัดการเรียนการสอนรอบที่สองที่มีคะแนนความรู้ความเข้าใจในมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ หลังเรียนไม่น้อยกว่าร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม บรรลุเป้าหมายหลักของการศึกษาและพัฒนาบทเรียนที่ได้กำหนดไว้

ตอนที่ 6 ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์

การศึกษาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ จะนำเสนอผลการประเมินโดยใช้สถิติเชิงอนุมาน โดยนำผลคะแนนที่เก็บรวบรวมได้จากการทำแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์เรื่อง เศษส่วน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ทั้งในการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียน 2 กลุ่ม ซึ่งได้แก่ นักเรียนที่ใช้สำหรับการจัดการเรียนการสอนรอบแรก จำนวน 39 คน และนักเรียนที่ใช้สำหรับการจัดการเรียนการสอนรอบที่สอง จำนวน 34 คน มาทำการวิเคราะห์หาค่าเฉลี่ย และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และทำการเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของคะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียนจำแนกตามกลุ่มของนักเรียนที่ใช้สำหรับการจัดการเรียนการสอนแต่ละรอบโดยใช้สถิติทดสอบที (t-test) เพื่อทดสอบสมมติฐานของการวิจัยข้อที่ 2 นอกจากนี้จะนำเสนอผลการประเมินโดยใช้สถิติเชิงพรรณนา โดยคำนวณค่าร้อยละของจำนวนนักเรียนที่ใช้สำหรับการจัดการเรียนการสอนแต่ละรอบที่มีคะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์หลังเรียนไม่น้อยกว่าร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม โดยเทียบกับเกณฑ์การบรรลุเป้าหมายหลักของการศึกษาและพัฒนาบทเรียน ซึ่งได้กำหนดไว้ว่าต้องมีจำนวนนักเรียนที่ใช้สำหรับการจัดการเรียนการสอนรอบแรกและรอบที่สอง แต่ละรอบไม่น้อยกว่าร้อยละ 70 ที่มีคะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ หลังเรียนไม่น้อยกว่าร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม

ผลการเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของคะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนที่ใช้สำหรับการจัดการเรียนการสอนรอบแรก โดยใช้สถิติทดสอบที ปรากฏผลดังตาราง 19 ต่อไปนี้

ตาราง 19 ผลการเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของคะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนที่ใช้สำหรับการจัดการเรียนการสอนรอบแรก

ความสามารถในการแก้ โจทย์ปัญหาทาง คณิตศาสตร์	จำนวน นักเรียน	ค่าเฉลี่ยของคะแนน (คะแนนเต็ม 24)	ค่าส่วนเบี่ยงเบน มาตรฐาน	ค่าสถิติ (t)	p-value
ก่อนเรียน	39	7.59	1.80	33.667	.000*
หลังเรียน	39	17.67	3.07		

* มีระดับนัยสำคัญที่ .05

จากตาราง 19 พบว่า ค่าเฉลี่ยของคะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์หลังเรียนของนักเรียนที่ใช้สำหรับการจัดการเรียนการสอนรอบแรก สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ผลการศึกษาค่าร้อยละของจำนวนนักเรียนที่ใช้สำหรับการจัดการเรียนการสอนรอบแรกที่มีคะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์หลังเรียนไม่น้อยกว่าร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม ซึ่งคิดเป็นคะแนนแล้วต้องได้คะแนนไม่น้อยกว่า 17 คะแนนจากคะแนนเต็ม 24 คะแนนปรากฏผลดังตาราง 20 ต่อไปนี้

ตาราง 20 คะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์หลังเรียนของนักเรียนที่ใช้สำหรับการจัดการเรียนการสอนรอบแรก

คะแนนความสามารถในการแก้ โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ หลังเรียนของนักเรียนกลุ่มนี้	จำนวนนักเรียน (ความถี่)	ความถี่สะสม	ความถี่สะสมคิดเป็นร้อยละ
12	4	4	10.26
13	1	5	12.82
14	2	7	17.95
15	2	9	23.08
17	7	16	41.03
18	9	25	64.10
19	5	30	76.92
20	3	33	84.62
21	2	35	89.74
22	1	36	92.31
23	2	38	97.44
24	1	39	100.00
รวม	39		

หมายเหตุ บริเวณที่แรเงาแสดงจำนวนนักเรียนกลุ่มนี้ที่มีคะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์หลังเรียนไม่น้อยกว่าร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม

จากตาราง 20 พบว่า จำนวนนักเรียนที่ใช้สำหรับการจัดการเรียนการสอนรอบแรกที่มีคะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์หลังเรียนไม่น้อยกว่าร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม มีจำนวน 30 คน (คำนวณได้จาก $39 - 9$ ในแถวตั้งความถี่สะสม) ซึ่งคิดเป็นร้อยละ 76.92 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมดในกลุ่มนี้ (คำนวณได้จาก $100.00 - 23.08$ ในแถวตั้งความถี่สะสมคิดเป็นร้อยละ) จึงมีจำนวนนักเรียนที่ใช้สำหรับการจัดการเรียนการสอนรอบแรกที่มีคะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ หลังเรียนไม่น้อยกว่าร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม บรรลุเป้าหมายหลักของการศึกษาและพัฒนาบทเรียนที่ได้กำหนดไว้

ผลการเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของคะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนที่ใช้สำหรับการจัดการเรียนการสอนรอบที่สอง โดยใช้สถิติทดสอบที ปรากฏผลดังตาราง 21 ต่อไปนี้

ตาราง 21 ผลการเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของคะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนที่ใช้สำหรับการจัดการเรียนการสอนรอบที่สอง

ความสามารถในการแก้ โจทย์ปัญหาทาง คณิตศาสตร์	จำนวน นักเรียน	ค่าเฉลี่ยของคะแนน (คะแนนเต็ม 24)	ค่าส่วนเบี่ยงเบน มาตรฐาน	ค่าสถิติ (t)	p-value
ก่อนเรียน	34	7.71	1.85	29.195	.000*
หลังเรียน	34	18.62	3.27		

* มีระดับนัยสำคัญที่ .05

จากตาราง 21 พบว่าค่าเฉลี่ยของคะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์หลังเรียนของนักเรียนที่ใช้สำหรับการจัดการเรียนการสอนรอบที่สอง สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ผลการศึกษาค่าร้อยละของจำนวนนักเรียนที่ใช้สำหรับการจัดการเรียนการสอนรอบที่สองที่มีคะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์หลังเรียนไม่น้อยกว่าร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม ซึ่งคิดเป็นคะแนนแล้วต้องได้คะแนนไม่น้อยกว่า 17 คะแนนจากคะแนนเต็ม 24 คะแนน ปรากฏผลดังตาราง 22 ต่อไปนี้

ตาราง 22 คะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์หลังเรียนของนักเรียนที่ใช้
สำหรับการจัดการเรียนการสอนรอบที่สอง

คะแนนความสามารถในการแก้ โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ หลังเรียนของนักเรียนกลุ่มนี้	จำนวนนักเรียน (ความถี่)	ความถี่สะสม	ความถี่สะสมคิดเป็นร้อยละ
12	3	3	8.82
13	1	4	11.76
16	3	7	20.59
17	1	8	23.53
18	10	18	52.94
19	4	22	64.71
20	4	26	76.47
21	1	27	79.41
22	2	29	85.29
23	2	31	91.18
24	3	34	100.00
รวม	34		

หมายเหตุ บริเวณที่แรเงาแสดงจำนวนนักเรียนกลุ่มนี้ที่มีคะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา
ทางคณิตศาสตร์หลังเรียนไม่น้อยกว่าร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม

จากตาราง 22 พบว่าจำนวนนักเรียนที่ใช้สำหรับการจัดการเรียนการสอนรอบที่สองที่มี
คะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์หลังเรียนไม่น้อยกว่าร้อยละ 70 ของ
คะแนนเต็มมีจำนวน 27 คน (คำนวณได้จาก $34 - 7$ ในแถวตั้งความถี่สะสม) ซึ่งคิดเป็นร้อยละ 79.41
ของจำนวนนักเรียนทั้งหมดในกลุ่มนี้ (คำนวณได้จาก $100.00 - 20.59$ ในแถวตั้งความถี่สะสมคิดเป็น
ร้อยละ) จึงมีจำนวนนักเรียนที่ใช้สำหรับการจัดการเรียนการสอนรอบที่สองที่มีคะแนนความสามารถใน
การแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ หลังเรียนไม่น้อยกว่าร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม บรรลุเป้าหมาย
หลักของการศึกษาและพัฒนาบทเรียนที่ได้กำหนดไว้

บทที่ 5

สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การวิจัยครั้งนี้เป็นกรณีศึกษาการพัฒนาครูประจำการคณิตศาสตร์ด้วยวิธีการศึกษาและพัฒนาบทเรียน (Lesson Study) โดยมีความมุ่งหมายของการวิจัย สมมติฐานของการวิจัย ขอบเขตของการวิจัย และวิธีดำเนินการวิจัยพอสังเขปดังนี้

ความมุ่งหมายของการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้มีความมุ่งหมายเพื่อศึกษาผลของการพัฒนาครูประจำการคณิตศาสตร์ด้วยวิธีการศึกษาและพัฒนาบทเรียน ดังต่อไปนี้

1. เพื่อศึกษาการยอมรับในการศึกษาและพัฒนาบทเรียนของครูประจำการคณิตศาสตร์ผู้บริหารโรงเรียน ผู้เชี่ยวชาญภายนอก และศึกษานิเทศก์ที่มีส่วนร่วมในการศึกษาและพัฒนาบทเรียน
2. เพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงความรู้ทางการสอนในเนื้อหาคณิตศาสตร์ของครูประจำการคณิตศาสตร์
3. เพื่อศึกษาประสิทธิภาพของการทำงานร่วมกันในการศึกษาและพัฒนาบทเรียนของครูประจำการคณิตศาสตร์
4. เพื่อศึกษาความเหมาะสมของบทเรียนคณิตศาสตร์
5. เพื่อศึกษาความรู้ความเข้าใจในมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน
6. เพื่อศึกษาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน

สมมติฐานของการวิจัย

1. นักเรียนมีความรู้ความเข้าใจในมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน
2. นักเรียนมีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

ขอบเขตของการวิจัย

โรงเรียนที่เป็นสนามในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ โรงเรียนชลประทานสงเคราะห์ สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 2 สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กระทรวงศึกษาธิการ เป็นโรงเรียนเครือข่ายของการพัฒนาในโครงการหนึ่งอำเภอหนึ่งโรงเรียนสมบูรณแบบ (โรงเรียนในฝัน)

ผู้ให้ข้อมูลในการวิจัยครั้งนี้มีจำนวนทั้งหมด 87 คน ประกอบด้วย ผู้ที่มีส่วนร่วมในการศึกษาและพัฒนาบทเรียน จำนวน 14 คน ได้แก่ ครูประจำการคณิตศาสตร์ จำนวน 5 คน ผู้บริหารโรงเรียน

จำนวน 3 คน ผู้เชี่ยวชาญภายนอก จำนวน 1 คน คีษานีเทศก์ จำนวน 4 คน และผู้วิจัยอีก 1 คน และนักเรียนที่ใช้สำหรับการจัดการเรียนการสอน จำนวน 73 คน เป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนชลประทานสงเคราะห์จำนวน 2 ห้องเรียน ได้แก่ นักเรียนที่ใช้สำหรับการจัดการเรียนการสอนรอบแรก จำนวน 39 คน และนักเรียนที่ใช้สำหรับการจัดการเรียนการสอนรอบที่สอง จำนวน 34 คน

ตัวแปรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ประกอบด้วย

1. ตัวแปรจัดกระทำ ได้แก่ การพัฒนาครูประจำการคณิตศาสตร์ด้วยวิธีการศึกษาและพัฒนาบทเรียน

2. ตัวแปรตาม ได้แก่ ผลของการพัฒนาครูประจำการคณิตศาสตร์ด้วยวิธีการศึกษาและพัฒนาบทเรียน ซึ่งประกอบด้วย 1) การยอมรับในการศึกษาและพัฒนาบทเรียน 2) การเปลี่ยนแปลงความรู้ทางการสอนในเนื้อหาคณิตศาสตร์ 3) ประสิทธิภาพของการทำงานร่วมกันในการศึกษาและพัฒนาบทเรียน 4) ความเหมาะสมของบทเรียนคณิตศาสตร์ 5) ความรู้ความเข้าใจในนิเทศน์ทางคณิตศาสตร์ และ 6) ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์

เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นเนื้อหาคณิตศาสตร์เรื่อง เศษส่วน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ครอบคลุมเนื้อหาตามสาระการเรียนรู้ ผลการเรียนรู้ที่คาดหวังรายปีชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 และมาตรฐานการเรียนรู้ช่วงชั้นที่ 2 ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ. 2544

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้มีระเบียบวิธีวิจัยแบบผสม (Mixed Methodology) ระหว่างการวิจัยเชิงปริมาณและเชิงคุณภาพ โดยมีขั้นตอนการดำเนินการวิจัยทั้งหมด 6 ระยะ ดังนี้

ระยะที่ 1 การศึกษาข้อมูลและเตรียมประสบการณ์เกี่ยวกับการศึกษาและพัฒนาบทเรียน ในระยะนี้ผู้วิจัยศึกษายุทธศาสตร์ โครงการ และรายงานการวิจัยติดตามผลการดำเนินโครงการพัฒนาครูประจำการโดยใช้โรงเรียนเป็นฐานของประเทศไทย ทำให้สามารถสรุปองค์ประกอบแนวคิด ความหมายของการพัฒนาครูประจำการโดยใช้โรงเรียนเป็นฐาน และพบข้อเสนอแนะเพื่อการปรับปรุงการพัฒนาครูประจำการโดยใช้โรงเรียนเป็นฐานของประเทศไทย จากนั้นผู้วิจัยศึกษาสังเคราะห์งานวิจัยที่เกี่ยวข้องพบว่า การศึกษาและพัฒนาบทเรียนเป็นวิธีการพัฒนาครูประจำการคณิตศาสตร์โดยใช้โรงเรียนเป็นฐานของประเทศไทยที่มีประสิทธิภาพสะท้อนลักษณะสำคัญที่ขาดหายไปจากการพัฒนาครูประจำการโดยใช้โรงเรียนเป็นฐานของประเทศไทย จึงเห็นสมควรนำมาใช้ในการพัฒนาครูประจำการคณิตศาสตร์ในโรงเรียนของประเทศไทย จากนั้นผู้วิจัยศึกษาข้อมูลและเตรียมประสบการณ์เกี่ยวกับการพัฒนาครูประจำการคณิตศาสตร์ด้วยวิธีการศึกษาและพัฒนาบทเรียนจากแหล่งข้อมูลต่างๆ และจากการเข้าร่วมประชุมนานาชาติเกี่ยวกับการศึกษาและพัฒนา

บทเรียนทำให้สามารถสรุปกระบวนการของการศึกษาและพัฒนาบทเรียนได้ทั้งหมด 7 ขั้นตอน ได้แก่ 1) การกำหนดเป้าหมายหลัก 2) การออกแบบบทเรียน 3) การจัดการเรียนการสอนรอบแรก 4) การสะท้อนผล 5) การปรับปรุงบทเรียน 6) การจัดการเรียนการสอนรอบที่สอง และ 7) การสะท้อนผลและแลกเปลี่ยนเรียนรู้ ตลอดจนสามารถระบุตัวแปรในการศึกษาผลของการพัฒนาครูประจำการคณิตศาสตร์ด้วยวิธีการศึกษาและพัฒนาบทเรียนในการวิจัยครั้งนี้ได้

ระยะที่ 2 การศึกษา สํารวจ และคัดเลือกโรงเรียนเพื่อใช้เป็นสนามวิจัย และเข้าสู่สนามวิจัย ในระยะนี้เมื่อผู้วิจัยศึกษาโครงการหนึ่งอำเภอหนึ่งโรงเรียนสมบูรณแบบหรือเรียกว่าโครงการโรงเรียนในฝันของกระทรวงศึกษาธิการ และออกสำรวจโรงเรียนในโครงการดังกล่าวจึงทำให้ได้โรงเรียนที่ใช้เป็นสนามวิจัยครั้งนี้ได้แก่ โรงเรียนชลประทานสงเคราะห์ ซึ่งมีลักษณะพื้นฐานครบถ้วนตามที่ผู้วิจัยได้กำหนดไว้ได้แก่ 1) เป็นโรงเรียนรัฐบาลในสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กระทรวงศึกษาธิการที่แต่ละระดับชั้นมีห้องเรียนที่เปิดสอนตั้งแต่ 2 ห้องเรียนขึ้นไป 2) เป็นโรงเรียนที่ผู้บริหารโรงเรียนพร้อมให้การสนับสนุนงานด้านการพัฒนาครูประจำการและการปรับปรุงคุณภาพการเรียนการสอน 3) เป็นโรงเรียนที่มีบริบทเอื้อต่อการขยายผลการดำเนินงานการศึกษาและพัฒนาบทเรียนได้ในอนาคต และ 4) เป็นโรงเรียนซึ่งมีที่ตั้งอยู่ในเขตพื้นที่ซึ่งมีความเป็นไปได้ในการประสานให้เกิดความร่วมมือในการทำงานร่วมกันระหว่างครูประจำการคณิตศาสตร์ในโรงเรียน ผู้เชี่ยวชาญภายนอกในระดับมหาวิทยาลัย และศึกษานิเทศก์จากสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษา จากนั้นผู้วิจัยจึงมีการประสานงานกับผู้บริหารโรงเรียนเพื่อดำเนินการวิจัยในโรงเรียน และได้รับความร่วมมือให้มีการนำเสนอโครงการวิจัยต่อที่ประชุมใหญ่การประชุมครูทั้งโรงเรียน

ระยะที่ 3 การรวมกลุ่มทางวิชาการของครูประจำการคณิตศาสตร์สำหรับการศึกษาและพัฒนาบทเรียน ในระยะนี้ผู้วิจัยสามารถรวมกลุ่มวิชาการของครูประจำการสำหรับการศึกษาและพัฒนาบทเรียนครั้งนี้ได้ ซึ่งมีครูประจำการคณิตศาสตร์สมัครใจเข้าร่วมงานจำนวน 5 คน เป็นครูประจำการคณิตศาสตร์ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ถึง มัธยมศึกษาปีที่ 3 ระดับชั้นละ 1 คน ครูประจำการคณิตศาสตร์ทั้ง 5 คนดังกล่าว มีวุฒิการศึกษาในสายการศึกษาสาขาคณิตศาสตร์เพียง 1 คน ส่วนอีก 4 คน มีวุฒิการศึกษาสายการศึกษาในสาขาอื่น จากนั้นผู้วิจัยและครูประจำการคณิตศาสตร์ทั้ง 5 คน ได้ประชุมพบปะกันเป็นระยะเพื่อสร้างความคุ้นเคยในการทำงานร่วมกันอย่างกัลยาณมิตร และมีการประสานงานกับผู้บริหารโรงเรียน ผู้เชี่ยวชาญภายนอก และศึกษานิเทศก์อย่างต่อเนื่อง นอกจากนี้ผู้วิจัยยังได้จัดให้มีการสัมมนาเชิงปฏิบัติการพัฒนาครูประจำการคณิตศาสตร์ด้วยวิธีการศึกษาและพัฒนาบทเรียนที่มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนดุสิต โดยมีคณาจารย์จากมหาวิทยาลัยสุโขะ ประเทศญี่ปุ่น มาถ่ายทอดประสบการณ์เกี่ยวกับการศึกษาและพัฒนาบทเรียน ในการนี้ได้มีการสาธิตการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ในห้องเรียนจริง และสาธิตการสะท้อนผลเพื่อให้

ประสบการณ์ตรงเกี่ยวกับกระบวนการของการศึกษาและพัฒนาบทเรียนกับผู้ที่มีส่วนร่วมในการศึกษาและพัฒนาบทเรียนในงานวิจัยนี้ และผู้เข้าร่วมสัมมนาจากหน่วยงานทางการศึกษาทั้งภายในและภายนอกประเทศ

ระยะที่ 4 การเตรียมการพัฒนาครูประจำการคณิตศาสตร์ด้วยวิธีการศึกษาและพัฒนาบทเรียน ในระยะนี้ผู้วิจัยได้จัดให้มีการประชุมกลุ่มเพื่อปรับกระบวนการของการศึกษาและพัฒนาบทเรียนให้มีความเหมาะสมต่อสภาพการจัดการเรียนการสอน และการบริหารงานของโรงเรียน ซึ่งมีการปรับกระบวนการของการศึกษาและพัฒนาบทเรียนจาก 7 ขั้นตอนเป็น 8 ขั้นตอน สำหรับใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ 1) การกำหนดเป้าหมายหลัก 2) การศึกษาค้นคว้า 3) การออกแบบบทเรียน 4) การจัดการเรียนการสอนรอบแรก 5) การสะท้อนผล 6) การปรับปรุงบทเรียน 7) การจัดการเรียนการสอนรอบที่สอง และ 8) การสะท้อนผลและแลกเปลี่ยนเรียนรู้ นอกจากนี้ผู้วิจัยและผู้ที่มีส่วนร่วมในการศึกษาและพัฒนาบทเรียนร่วมกันเขียนโครงการปรับปรุงคุณภาพการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ผ่านการพัฒนาครูประจำการคณิตศาสตร์ด้วยวิธีการศึกษาและพัฒนาบทเรียน (Lesson Study) เพื่อรองรับการวิจัยครั้งนี้ โดยเสนอโครงการดังกล่าวผ่านไปยังหน่วยงานต้นสังกัดของผู้ที่มีส่วนร่วมในการศึกษาและพัฒนาบทเรียนให้รับทราบ

ระยะที่ 5 การพัฒนาเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ดำเนินงานพัฒนาครูประจำการคณิตศาสตร์ด้วยวิธีการศึกษาและพัฒนาบทเรียน และเก็บรวบรวมข้อมูล

ในระยะนี้ผู้วิจัยได้พัฒนาเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ทั้งหมด 6 รายการ ดังนี้

1. แบบสะท้อนความเข้าใจและความคิดเห็นที่มีต่อการนำการศึกษาและพัฒนาบทเรียนมาใช้ในโรงเรียน จำนวน 1 ฉบับ ซึ่งผ่านการประเมินคุณภาพโดยมีค่าความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาระหว่าง 0.80-1.00 สำหรับใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อการประเมินผลการยอมรับในการศึกษาและพัฒนาบทเรียน

2. แบบสัมภาษณ์เพื่อศึกษาความเข้าใจและความคิดเห็นที่มีต่อการนำการศึกษาและพัฒนาบทเรียนมาใช้ในโรงเรียน จำนวน 1 ฉบับ สำหรับใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อการประเมินผลการยอมรับในการศึกษาและพัฒนาบทเรียน

3. แบบสอบถามเพื่อศึกษาความรู้ทางการสอนในเนื้อหาคณิตศาสตร์เรื่อง เศษส่วน จำนวน 1 ฉบับ ซึ่งผ่านการประเมินคุณภาพโดยมีค่าความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาระหว่าง 0.67-1.00 สำหรับใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อการประเมินผลการเปลี่ยนแปลงความรู้ทางการสอนในเนื้อหาคณิตศาสตร์

4. แบบสัมภาษณ์เพื่อศึกษาความรู้ทางการสอนในเนื้อหาคณิตศาสตร์เรื่อง เศษส่วน จำนวน 1 ฉบับ สำหรับใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อการประเมินผลการเปลี่ยนแปลงความรู้ทางการสอนในเนื้อหาคณิตศาสตร์

5. แบบประเมินรายการสะท้อนประสิทธิภาพของการทำงานร่วมกันในการศึกษาและพัฒนาบทเรียนของครูประจำการคณิตศาสตร์ จำนวน 1 ฉบับ ซึ่งผ่านการประเมินคุณภาพโดยมีค่าความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาระหว่าง 0.60-1.00 สำหรับใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อการประเมินผลประสิทธิภาพของการทำงานร่วมกันในการศึกษาและพัฒนาบทเรียน

6. แบบประเมินรายการสะท้อนความเหมาะสมของบทเรียนคณิตศาสตร์ จำนวน 1 ฉบับ ซึ่งผ่านการประเมินคุณภาพโดยมีค่าความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาระหว่าง 0.80-1.00 สำหรับใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อการประเมินผลความเหมาะสมของบทเรียนคณิตศาสตร์

ในขณะนี้ครูประจำการคณิตศาสตร์ได้สร้างเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ทั้งหมด 2 รายการดังนี้

1. แบบทดสอบวัดความรู้ความเข้าใจในมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์เรื่อง เศษส่วน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ซึ่งผ่านการประเมินคุณภาพโดยมีค่าความเชื่อมั่น 0.79 ค่าความยากง่ายระหว่าง 0.21-0.68 และค่าอำนาจจำแนกระหว่าง 0.21-0.68 สำหรับใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อการประเมินผลความรู้ความเข้าใจในมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์

2. แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์เรื่อง เศษส่วน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ซึ่งผ่านการประเมินคุณภาพโดยมีค่าความเชื่อมั่น 0.77 ค่าความยากง่ายระหว่าง 0.50-0.52 และค่าอำนาจจำแนกระหว่าง 0.32-0.42 สำหรับใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อการประเมินผลความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์

ผู้วิจัยดำเนินงานพัฒนาครูประจำการคณิตศาสตร์ด้วยวิธีการศึกษาและพัฒนาบทเรียนตามกระบวนการของการศึกษาและพัฒนาบทเรียนซึ่งมี 8 ขั้นตอน ได้แก่ 1) การกำหนดเป้าหมายหลัก 2) การศึกษาค้นคว้า 3) การออกแบบบทเรียน 4) การจัดการเรียนการสอนรอบแรก 5) การสะท้อนผล 6) การปรับปรุงบทเรียน 7) การจัดการเรียนการสอนรอบที่สอง และ 8) การสะท้อนผลและแลกเปลี่ยนเรียนรู้

ผู้วิจัยดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อนำมาใช้ประเมินผลของการพัฒนาครูประจำการคณิตศาสตร์ด้วยวิธีการศึกษาและพัฒนาบทเรียนในองค์ประกอบ 6 ด้าน ดังนี้

1. การยอมรับในการศึกษาและพัฒนาบทเรียน เก็บรวบรวมข้อมูลทั้งหมด 1 ครั้ง กับผู้ที่มีส่วนร่วมในการศึกษาและพัฒนาบทเรียน จำนวน 13 คน ได้แก่ ครูประจำการคณิตศาสตร์ จำนวน 5 คน ผู้บริหารโรงเรียน จำนวน 3 คน ผู้เชี่ยวชาญภายนอก จำนวน 1 คน และศึกษานิเทศก์ จำนวน 4 คน ในช่วงหลังเข้าร่วมการวิจัยครบทุกขั้นตอนด้วยแบบสะท้อนความเข้าใจและความคิดเห็นที่มีต่อการนำการศึกษาและพัฒนาบทเรียนมาใช้ในโรงเรียน และแบบสัมภาษณ์เพื่อศึกษาความเข้าใจและความคิดเห็นที่มีต่อการนำการศึกษาและพัฒนาบทเรียนมาใช้ในโรงเรียน

2. การเปลี่ยนแปลงความรู้ทางการสอนในเนื้อหาคณิตศาสตร์ เก็บรวบรวมข้อมูลทั้งหมด 2 ครั้ง กับครูประจำการคณิตศาสตร์ จำนวน 5 คน ในช่วงก่อนเข้าร่วมการวิจัยและหลังเข้าร่วมการวิจัยครบทุกขั้นตอนด้วยแบบสอบถามและแบบสัมภาษณ์เพื่อศึกษาความรู้ทางการสอนในเนื้อหาคณิตศาสตร์เรื่อง เศษส่วน

3. ประสิทธิภาพของการทำงานร่วมกันในการศึกษาและพัฒนาบทเรียน เก็บรวบรวมข้อมูลทั้งหมด 2 ครั้ง กับผู้ที่มีส่วนร่วมในการศึกษาและพัฒนาบทเรียน จำนวน 11 คน ได้แก่ ครูประจำการคณิตศาสตร์ จำนวน 5 คน ผู้เชี่ยวชาญภายนอก จำนวน 1 คน ศิษยานุศิษย์ จำนวน 4 คน และผู้วิจัยอีก 1 คน ในช่วงระหว่างเข้าร่วมการวิจัยและหลังเข้าร่วมการวิจัยครบทุกขั้นตอนด้วยแบบประเมินรายการสะท้อนประสิทธิภาพของการทำงานร่วมกันในการศึกษาและพัฒนาบทเรียนของครูประจำการคณิตศาสตร์

4. ความเหมาะสมของบทเรียนคณิตศาสตร์ เก็บรวบรวมข้อมูลทั้งหมด 1 ครั้ง กับผู้ที่มีส่วนร่วมในการศึกษาและพัฒนาบทเรียน จำนวน 11 คน ได้แก่ ครูประจำการคณิตศาสตร์ จำนวน 5 คน ผู้เชี่ยวชาญภายนอก จำนวน 1 คน ศิษยานุศิษย์ จำนวน 4 คน และผู้วิจัยอีก 1 คน ในช่วงหลังเข้าร่วมการวิจัยครบทุกขั้นตอนด้วยแบบประเมินรายการสะท้อนความเหมาะสมของบทเรียนคณิตศาสตร์ จำนวน 3 ฉบับ ฉบับแรกใช้เพื่อประเมินบทเรียนคณิตศาสตร์ที่ครูประจำการคณิตศาสตร์พัฒนาขึ้นก่อนเข้าร่วมการวิจัย ฉบับที่ 2 ใช้เพื่อประเมินบทเรียนคณิตศาสตร์สำหรับการจัดการเรียนการสอนรอบแรก และฉบับที่ 3 ใช้เพื่อประเมินบทเรียนคณิตศาสตร์สำหรับการจัดการเรียนการสอนรอบที่สอง

5. ความรู้ความเข้าใจในมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เก็บรวบรวมข้อมูลทั้งหมด 2 ครั้ง กับนักเรียนที่ใช้สำหรับการจัดการเรียนการสอนรอบแรก จำนวน 39 คน และนักเรียนที่ใช้สำหรับการจัดการเรียนการสอนรอบที่สอง จำนวน 34 คน ในช่วงก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยแบบทดสอบวัดความรู้ความเข้าใจในมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์เรื่อง เศษส่วน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5

6. ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เก็บรวบรวมข้อมูลทั้งหมด 2 ครั้ง กับนักเรียนที่ใช้สำหรับการจัดการเรียนการสอนรอบแรก จำนวน 39 คน และนักเรียนที่ใช้สำหรับการจัดการเรียนการสอนรอบที่สอง จำนวน 34 คน ในช่วงก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์เรื่อง เศษส่วน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5

ระยะที่ 6 การวิเคราะห์ข้อมูลและสรุปผลการวิจัย ในระยะนี้ผู้วิจัยดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อนำมาใช้ประเมินผลของการพัฒนาครูประจำการคณิตศาสตร์ด้วยวิธีการศึกษาและพัฒนาบทเรียนในองค์ประกอบ 6 ด้าน ดังนี้

1. การยอมรับในการศึกษาและพัฒนาบทเรียน เป็นการวิเคราะห์ข้อมูลในเชิงคุณภาพโดยนำข้อมูลที่เก็บรวบรวมได้มาวิเคราะห์ความสอดคล้องระหว่างลักษณะของความเข้าใจและความคิดเห็น

ของผู้ที่มีส่วนร่วมในการศึกษาและพัฒนาบทเรียนกับองค์ประกอบซึ่งเป็นตัวบ่งชี้ถึงการยอมรับในการศึกษาและพัฒนาบทเรียน และแปลผลตามหลักเกณฑ์ที่กำหนดไว้

2. การเปลี่ยนแปลงความรู้ทางการสอนในเนื้อหาคณิตศาสตร์ เป็นการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพโดยนำข้อมูลที่เกิดขึ้นรวบรวมได้มาวิเคราะห์และแสดงการเปรียบเทียบให้เห็นถึงแง่มุมของการเปลี่ยนแปลงความรู้ทางการสอนในเนื้อหาคณิตศาสตร์ของครูประจำการคณิตศาสตร์ระหว่างก่อนเข้าร่วมการวิจัยและหลังเข้าร่วมการวิจัยครบทุกขั้นตอนจำแนกตามองค์ประกอบของความรู้ทางการสอนในเนื้อหาคณิตศาสตร์ โดยใช้กรอบแนวคิดสำหรับการศึกษาความรู้ทางการสอนในเนื้อหาคณิตศาสตร์ของครูประจำการคณิตศาสตร์ช่วยในการวิเคราะห์

3. ประสิทธิภาพของการทำงานร่วมกันในการศึกษาและพัฒนาบทเรียน เป็นการวิเคราะห์ข้อมูลในเชิงปริมาณโดยนำข้อมูลที่เกิดขึ้นรวบรวมได้มาทำการวิเคราะห์หาค่าเฉลี่ย และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และแปลผลตามหลักเกณฑ์ที่กำหนดไว้

4. ความเหมาะสมของบทเรียนคณิตศาสตร์ เป็นการวิเคราะห์ข้อมูลในเชิงปริมาณโดยนำข้อมูลที่เกิดขึ้นรวบรวมได้มาทำการวิเคราะห์หาค่าเฉลี่ย และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และแปลผลตามหลักเกณฑ์ที่กำหนดไว้

5. ความรู้ความเข้าใจในมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เป็นการวิเคราะห์ข้อมูลในเชิงปริมาณโดยนำข้อมูลที่เกิดขึ้นรวบรวมได้มาทำการวิเคราะห์หาค่าเฉลี่ย และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานและเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ย โดยใช้สถิติทดสอบที (t-test) จำแนกตามกลุ่มของนักเรียนที่ใช้สำหรับการจัดการเรียนการสอนแต่ละรอบ เพื่อทดสอบสมมติฐานของการวิจัยข้อที่ 1 และคำนวณค่าร้อยละของจำนวนนักเรียนที่ใช้สำหรับการจัดการเรียนการสอนแต่ละรอบที่ได้คะแนนหลังเรียนไม่น้อยกว่าร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม เทียบกับเกณฑ์การบรรลุเป้าหมายหลักของการศึกษาและพัฒนาบทเรียน

6. ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เป็นการวิเคราะห์ข้อมูลในเชิงปริมาณโดยนำข้อมูลที่เกิดขึ้นรวบรวมได้มาทำการวิเคราะห์หาค่าเฉลี่ย และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานและเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ย โดยใช้สถิติทดสอบที (t-test) จำแนกตามกลุ่มของนักเรียนที่ใช้สำหรับการจัดการเรียนการสอนแต่ละรอบ เพื่อทดสอบสมมติฐานของการวิจัยข้อที่ 2 และคำนวณค่าร้อยละของจำนวนนักเรียนที่ใช้สำหรับการจัดการเรียนการสอนแต่ละรอบที่ได้คะแนนหลังเรียนไม่น้อยกว่าร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม เทียบกับเกณฑ์การบรรลุเป้าหมายหลักของการศึกษาและพัฒนาบทเรียน

สรุปผลการวิจัย

ผลของการพัฒนาครูประจำการคณิตศาสตร์ด้วยวิธีการศึกษาและพัฒนาบทเรียนสามารถพิจารณาได้จากองค์ประกอบ 6 ด้าน ดังนี้

1. ด้านการยอมรับในการศึกษาและพัฒนาบทเรียนพบว่า ผู้ที่มีส่วนร่วมในการศึกษาและพัฒนาบทเรียนให้การยอมรับในการศึกษาและพัฒนาบทเรียนในระดับสูง โดยมีความเข้าใจและความคิดเห็นต่อการนำการศึกษาและพัฒนาบทเรียนมาใช้ในโรงเรียน ดังต่อไปนี้

1.1 มีความเข้าใจว่าเป้าหมายสำคัญสูงสุดของการศึกษาและพัฒนาบทเรียนอยู่ที่การปรับปรุงคุณภาพการเรียนรู้คณิตศาสตร์ของนักเรียน

1.2 มองเห็นประโยชน์จากการนำการศึกษาและพัฒนาบทเรียนมาใช้ในโรงเรียนใน 2 ด้าน ได้แก่ 1) เป็นกระบวนการที่ช่วยปรับปรุงคุณภาพการศึกษาของโรงเรียนโดยยึดหลักให้สังคมมีส่วนร่วมในการจัดการศึกษาตามหมวด 1 แห่งพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 และที่แก้ไขเพิ่มเติม (ฉบับที่ 2) พ.ศ. 2545 และ 2) เป็นกระบวนการที่ช่วยส่งเสริมครูประจำการคณิตศาสตร์ให้สามารถพัฒนาผลงานวิชาการเพื่อความก้าวหน้าในวิชาชีพ

1.3 ให้การสนับสนุนการนำการศึกษาและพัฒนาบทเรียนมาใช้ในโรงเรียนโดยปฏิบัติตามบทบาทที่ได้กำหนดไว้ในงานวิจัยเป็นอย่างดี และได้ยืนยันให้มีการนำการศึกษาและพัฒนาบทเรียนมาใช้ในโรงเรียนต่อไปโดยสนับสนุนให้ครูประจำการคณิตศาสตร์ในโรงเรียนเข้าร่วมการดำเนินการจัดการศึกษาและพัฒนาบทเรียนเพิ่มขึ้น

1.4 มีความคิดเห็นว่าข้อจำกัดที่พบจากการนำการศึกษาและพัฒนาบทเรียนมาใช้ในโรงเรียนครั้งนี้ ได้แก่ ครูประจำการคณิตศาสตร์มีโอกาสได้เข้าร่วมสังเกตการจัดการเรียนการสอนในห้องเรียนจริงได้น้อยเนื่องจากมีภาระงานสอนมาก ทั้งนี้ได้เสนอทางออกให้มีการใช้ระบบนิเทศการสอนภายในโรงเรียนเพื่อสนับสนุนให้ครูประจำการคณิตศาสตร์สามารถเข้าร่วมสังเกตการจัดการเรียนการสอนซึ่งกันและกันได้มากขึ้น

2. ด้านการเปลี่ยนแปลงความรู้ทางการสอนในเนื้อหาคณิตศาสตร์ พบว่า ครูประจำการคณิตศาสตร์มีความรู้ทางการสอนในเนื้อหาคณิตศาสตร์หลังเข้าร่วมการวิจัยครบทุกขั้นตอนเปลี่ยนแปลงไปจากก่อนเข้าร่วมการวิจัยในทางที่ดีขึ้นทั้ง 4 ด้าน ดังต่อไปนี้

2.1 ด้านการรู้วิธีนำเสนอโน้ตทัศน์ทางคณิตศาสตร์เรื่อง เศษส่วน หลังเข้าร่วมการวิจัยครบทุกขั้นตอนแล้วครูประจำการคณิตศาสตร์สามารถอธิบายให้นักเรียนมีความเข้าใจในความหมายของการหารเศษส่วนด้วยเศษส่วน และอธิบายให้นักเรียนสามารถหาคำตอบของการหารเศษส่วนด้วยเศษส่วนได้ ซึ่งก่อนเข้าร่วมการวิจัยครูประจำการคณิตศาสตร์มีเพียงการอธิบายให้นักเรียนสามารถหาคำตอบของการหารเศษส่วนด้วยเศษส่วนได้เท่านั้น

2.2 ด้านการรู้มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ที่คลาดเคลื่อนของนักเรียนในเรื่อง เศษส่วน และวิธีนำเสนอเพื่อแก้ไขมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ที่คลาดเคลื่อนนั้น หลังเข้าร่วมการวิจัยครบทุกขั้นตอนแล้วครูประจำการคณิตศาสตร์สามารถอธิบายรายละเอียดของมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ที่คลาดเคลื่อนของนักเรียนเรื่อง การบวกเศษส่วนที่มีตัวส่วนไม่เท่ากัน มีการใช้คำถามสอดแทรกให้นักเรียนใช้ความรู้ลึกเชิงจำนวนช่วยตรวจสอบความสมเหตุสมผลของคำตอบซึ่งเป็นผลบวกของเศษส่วน และสามารถแก้ไขมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ที่คลาดเคลื่อนดังกล่าวได้ ซึ่งก่อนเข้าร่วมการวิจัยครูประจำการคณิตศาสตร์ยังไม่มีวิธีการช่วยให้นักเรียนสามารถตรวจสอบความสมเหตุสมผลของคำตอบซึ่งเป็นผลบวกของเศษส่วนได้

2.3 ด้านการเลือกใช้งานเพื่อพัฒนาความสามารถในการเรียนรู้คณิตศาสตร์ของนักเรียนในเรื่อง เศษส่วน หลังเข้าร่วมการวิจัยครบทุกขั้นตอนแล้วครูประจำการคณิตศาสตร์มีการเลือกใช้งานที่เหมาะสมกับระดับความสามารถในการเรียนรู้คณิตศาสตร์ของนักเรียน และมีความมุ่งมั่นในการให้งานเพื่อต้องการให้นักเรียนใช้ความรู้ลึกเชิงจำนวนโดยใช้ตัวอ้างอิงช่วยในการเปรียบเทียบเศษส่วน ซึ่งก่อนเข้าร่วมการวิจัยครูประจำการคณิตศาสตร์มีการเลือกใช้งานที่ไม่เหมาะสมกับระดับความสามารถในการเรียนรู้คณิตศาสตร์ของนักเรียน และมีความมุ่งมั่นในการให้งานเพียงเพื่อต้องการให้นักเรียนใช้ทักษะการคิดคำนวณช่วยในการเปรียบเทียบเศษส่วนเท่านั้น

2.4 ด้านการส่งเสริมให้นักเรียนมีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ หลังเข้าร่วมการวิจัยครบทุกขั้นตอนแล้วครูประจำการคณิตศาสตร์มีการส่งเสริมให้นักเรียนมีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์โดยเน้นให้นักเรียนเรียนรู้การแก้โจทย์ปัญหาตามกระบวนการแก้ปัญห 4 ขั้นตอนของโพลยา ซึ่งได้ให้ความสำคัญกับการแสดงแนวคิดในการแก้โจทย์ปัญหา และการแปลงแนวคิดดังกล่าวไปสู่ประโยคสัญลักษณ์ในการแก้โจทย์ปัญหาได้ และยังเน้นให้นักเรียนสามารถตั้งโจทย์ปัญหาที่มีโครงสร้างคล้ายกับปัญหาเดิมให้มีความสอดคล้องกับชีวิตจริงได้ ซึ่งก่อนเข้าร่วมการวิจัยครูประจำการคณิตศาสตร์มีเพียงการเน้นให้นักเรียนสามารถวิเคราะห์โจทย์ปัญหา และแสดงวิธีคิดในการหาคำตอบของโจทย์ปัญหาได้ถูกต้องเท่านั้น

3. ด้านประสิทธิภาพของการทำงานร่วมกันในการศึกษาและพัฒนาบทเรียน พบว่าการทำงานร่วมกันในการศึกษาและพัฒนาบทเรียนของครูประจำการคณิตศาสตร์หลังเข้าร่วมการวิจัยครบทุกขั้นตอนมีประสิทธิภาพอยู่ในระดับที่ดีกว่าระหว่างเข้าร่วมการวิจัย ซึ่งมีประสิทธิภาพอยู่ในระดับดีมาก และดี ตามลำดับ

4. ด้านความเหมาะสมของบทเรียนคณิตศาสตร์ พบว่า บทเรียนคณิตศาสตร์สำหรับการจัดการเรียนการสอนรอบแรก และรอบที่สองมีความเหมาะสมอยู่ในระดับที่ดีกว่าบทเรียนคณิตศาสตร์

ที่ครูประจำการคณิตศาสตร์พัฒนาขึ้นก่อนเข้าร่วมการวิจัย ซึ่งมีความเหมาะสมอยู่ในระดับดีมาก ดีมาก และพอใช้ตามลำดับ

5. ด้านความรู้ความเข้าใจในมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ พบว่า ค่าเฉลี่ยของคะแนนความรู้ความเข้าใจในมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์หลังเรียนของนักเรียนที่ใช้สำหรับการจัดการเรียนการสอนรอบแรก สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ค่าเฉลี่ยของคะแนนความรู้ความเข้าใจในมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์หลังเรียนของนักเรียนที่ใช้สำหรับการจัดการเรียนการสอนรอบที่สอง สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และมีจำนวนนักเรียนที่ใช้สำหรับการจัดการเรียนการสอนรอบแรกและรอบที่สองคิดเป็นร้อยละ 79.49 และ 82.35 ตามลำดับ ที่มีคะแนนความรู้ความเข้าใจในมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์หลังเรียนไม่น้อยกว่าร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม ซึ่งบรรลุเป้าหมายหลักของการศึกษาและพัฒนาบทเรียน

6. ด้านความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ พบว่า ค่าเฉลี่ยของคะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์หลังเรียนของนักเรียนที่ใช้สำหรับการจัดการเรียนการสอนรอบแรก สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ค่าเฉลี่ยของคะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์หลังเรียนของนักเรียนที่ใช้สำหรับการจัดการเรียนการสอนรอบที่สอง สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และมีจำนวนนักเรียนที่ใช้สำหรับการจัดการเรียนการสอนรอบแรกและรอบที่สองคิดเป็นร้อยละ 76.92 และ 79.41 ตามลำดับ ที่มีคะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์หลังเรียนไม่น้อยกว่าร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม ซึ่งบรรลุเป้าหมายหลักของการศึกษาและพัฒนาบทเรียน

อภิปรายผล

ในการวิจัยกรณีศึกษาการพัฒนาครูประจำการคณิตศาสตร์ด้วยวิธีการศึกษาและพัฒนาบทเรียนครั้งนี้ มีการอภิปรายผลจำแนกตามองค์ประกอบ 6 ด้าน ซึ่งเป็นผลของการพัฒนาครูประจำการคณิตศาสตร์ด้วยวิธีการศึกษาและพัฒนาบทเรียน ดังต่อไปนี้

1. จากผลการวิจัยด้านการยอมรับในการศึกษาและพัฒนาบทเรียนที่พบว่า ผู้ที่มีส่วนร่วมในการศึกษาและพัฒนาบทเรียนให้การยอมรับในการศึกษาและพัฒนาบทเรียนในระดับสูง ทั้งนี้เพราะมีความเข้าใจและความคิดเห็นที่มีต่อการนำการศึกษาและพัฒนาบทเรียนมาใช้ในโรงเรียนที่สอดคล้องกับองค์ประกอบซึ่งเป็นตัวบ่งชี้ถึงการยอมรับในการศึกษาและพัฒนาบทเรียนทั้ง 4 ด้าน ได้แก่ การมีความเข้าใจในเป้าหมายสำคัญสูงสุดของการศึกษาและพัฒนาบทเรียน การมองเห็นประโยชน์จากการนำการศึกษาและพัฒนาบทเรียนมาใช้ในโรงเรียน การสนับสนุนและยืนยันให้มีการนำการศึกษาและพัฒนาบทเรียนมาใช้ในโรงเรียน และการมีทางออกให้กับข้อจำกัดที่พบจากการนำการศึกษาและ

พัฒนาบทเรียนมาใช้ในโรงเรียน ซึ่งผู้วิจัยพบว่าการศึกษาและพัฒนาบทเรียนมีความเข้าใจและความคิดเห็นที่สอดคล้องกับองค์ประกอบซึ่งเป็นตัวบ่งชี้ดังกล่าวเป็นเพราะเหตุผลดังต่อไปนี้

1.1 การที่ผู้ที่มีส่วนร่วมในการศึกษาและพัฒนาบทเรียนมีความเข้าใจว่าเป้าหมายสำคัญสูงสุดของการศึกษาและพัฒนาบทเรียนอยู่ที่การปรับปรุงคุณภาพการเรียนรู้คณิตศาสตร์ของนักเรียน เป็นเพราะว่ารายละเอียดของกิจกรรมในแต่ละขั้นตอนของกระบวนการของการศึกษาและพัฒนาบทเรียนในการวิจัยครั้งนี้ ซึ่งประกอบด้วย 1) การกำหนดเป้าหมายหลัก 2) การศึกษาค้นคว้า 3) การออกแบบบทเรียน 4) การจัดการเรียนการสอนรอบแรก 5) การสะท้อนผล 6) การปรับปรุงบทเรียน 7) การจัดการเรียนการสอนรอบที่สอง และ 8) การสะท้อนผลและแลกเปลี่ยนเรียนรู้ ล้วนแสดงให้เห็นถึงความเอาใจใส่ต่อการปรับปรุงคุณภาพการเรียนรู้คณิตศาสตร์ของนักเรียน อาทิ การกำหนดเป้าหมายหลักของการศึกษาและพัฒนาบทเรียนได้มีการคำนึงถึงเป้าหมายในการแก้ปัญหาการเรียนรู้ของนักเรียน การเลือกเนื้อหาคณิตศาสตร์ในการศึกษาและพัฒนาบทเรียนได้พิจารณาจากเนื้อหาคณิตศาสตร์ที่มีความยากสำหรับนักเรียนในการเรียนรู้ การออกแบบบทเรียนมีขึ้นเพื่อช่วยให้นักเรียนสามารถเรียนรู้เนื้อหาที่มีความยากนั้นได้ การจัดการเรียนการสอนในห้องเรียนจึงดำเนินไปเพื่อให้บรรลุเป้าหมายหลักซึ่งเกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหาการเรียนรู้ของนักเรียนดังกล่าว ตลอดจนมีการเก็บรวบรวมข้อมูลนำไปใช้ในการสะท้อนผลเพื่อปรับปรุงบทเรียนและการจัดการเรียนการสอนเพื่อช่วยให้นักเรียนสามารถเรียนรู้เนื้อหาที่มีความยากนั้นได้ดียิ่งขึ้น เป็นต้น กิจกรรมดังกล่าวจะดำเนินไปอย่างต่อเนื่องตามกระบวนการของการศึกษาและพัฒนาบทเรียนเพื่อปรับปรุงคุณภาพการเรียนรู้คณิตศาสตร์ของนักเรียนให้ดีขึ้น จากความเข้าใจดังกล่าวของผู้ที่มีส่วนร่วมในการศึกษาและพัฒนาบทเรียนแสดงให้เห็นถึงความเข้าใจที่มีต่อการพัฒนาครูประจำการคณิตศาสตร์ในทิศทางที่ดีโดยคำนึงถึงผลอันจะเกิดขึ้นกับนักเรียนนอกเหนือไปจากผลอันจะเกิดขึ้นต่อการปรับปรุงทักษะการปฏิบัติงานในเชิงวิชาชีพของครูประจำการคณิตศาสตร์เท่านั้น และความเข้าใจดังกล่าวยังมีความสอดคล้องกับทฤษฎีของอิโซดะ (Isoda, 2007) และ โยชิดะ (Yoshida, 1999b) ที่ได้กล่าวถึงลักษณะพิเศษของการศึกษาและพัฒนาบทเรียนไว้ว่า เป็นการพัฒนาครูประจำการคณิตศาสตร์ที่มีหัวใจอยู่ที่การทำงานร่วมกันของครูประจำการคณิตศาสตร์อย่างเข้มข้นทุกขั้นตอนเพื่อปรับปรุงการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์โดยมีเป้าหมายสำคัญที่สุดอยู่ที่การปรับปรุงคุณภาพการเรียนรู้คณิตศาสตร์ของนักเรียน

1.2 การที่ผู้ที่มีส่วนร่วมในการศึกษาและพัฒนาบทเรียนมองเห็นประโยชน์จากการนำการศึกษาและพัฒนาบทเรียนมาใช้ในโรงเรียนในด้านเป็นกระบวนการที่ช่วยปรับปรุงคุณภาพการศึกษาของโรงเรียนโดยยึดหลักให้สังคมมีส่วนร่วมในการจัดการศึกษาตามหมวด 1 แห่ง

พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 และที่แก้ไขเพิ่มเติม (ฉบับที่ 2) พ.ศ. 2545 นั้น ทั้งนี้อาจเป็นเพราะว่าในการดำเนินงานการศึกษาและพัฒนาบทเรียนในการวิจัยครั้งนี้ได้รับความร่วมมือจากผู้ที่มีส่วนร่วมในการศึกษาและพัฒนาบทเรียนทั้งภายในและภายนอกโรงเรียนซึ่งประกอบด้วย ครูประจำการคณิตศาสตร์ ผู้บริหารโรงเรียน ผู้เชี่ยวชาญภายนอก และศึกษานิเทศก์เพื่อร่วมกันปรับปรุงคุณภาพการเรียนรู้คณิตศาสตร์ของนักเรียนในโรงเรียน นอกจากนี้ผู้ที่มีส่วนร่วมในการศึกษาและพัฒนาบทเรียนยังได้ใช้โอกาสที่ได้พบปะกัน ทำงานร่วมกัน และแลกเปลี่ยนเรียนรู้ซึ่งกันและกันในการศึกษาและพัฒนาบทเรียนเพื่อสร้างความเข้าใจอันดีต่อกันในเรื่องที่เกี่ยวข้องกับการปรับปรุงคุณภาพการศึกษาของโรงเรียน อาทิ การประเมินคุณภาพการศึกษา การทำความเข้าใจเกี่ยวกับหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 และการดำเนินงานอื่นๆตามแนวนโยบายของกระทรวงศึกษาธิการเป็นต้น ด้วยการทำงานร่วมกันดังกล่าวอย่างต่อเนื่องจึงทำให้ผู้ที่มีส่วนร่วมในการศึกษาและพัฒนาบทเรียนมองเห็นประโยชน์ว่าการนำการศึกษาและพัฒนาบทเรียนมาใช้ในโรงเรียนช่วยปรับปรุงคุณภาพการศึกษาของโรงเรียนโดยยึดหลักให้สังคมมีส่วนร่วมดังกล่าว ซึ่งได้มีการระบุไว้ชัดเจนในพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 และที่แก้ไขเพิ่มเติม (ฉบับที่ 2) พ.ศ. 2545 (กระทรวงศึกษาธิการ. 2545: 5)

ส่วนการที่ผู้ที่มีส่วนในการศึกษาและพัฒนาบทเรียนมองเห็นประโยชน์จากการนำการศึกษาและพัฒนาบทเรียนมาใช้ในโรงเรียนในด้านเป็นกระบวนการที่ช่วยส่งเสริมครูประจำการคณิตศาสตร์ให้สามารถพัฒนาผลงานวิชาการเพื่อความก้าวหน้าในวิชาชีพ ทั้งนี้อาจเป็นเพราะว่าในปัจจุบันกระแสของการผลักดันให้ครูประจำการเสนอผลงานเพื่อขอรับการประเมินให้มีหรือเลื่อนวิทยฐานะมีขึ้นอย่างแพร่หลายแทบทุกโรงเรียนรวมถึงโรงเรียนที่เป็นสนามวิจัยสำหรับการวิจัยครั้งนี้ด้วย และเมื่อได้พิจารณาหลักเกณฑ์การประเมินให้ครูประจำการสามารถเลื่อนวิทยฐานะเป็นครูชำนาญการพิเศษ (คศ.3) แล้วพบว่า ครูประจำการต้องผ่านการประเมิน 3 ด้าน ได้แก่ 1) ด้านวินัย คุณธรรม จริยธรรม และจรรยาบรรณวิชาชีพ 2) ด้านคุณภาพการปฏิบัติงาน และ 3) ด้านผลงานที่เกิดขึ้นจากการปฏิบัติหน้าที่ในด้านการเรียนการสอน โดยพิจารณาจาก 3.1 ผลการปฏิบัติงานในด้านการจัดการเรียนรู้ การพัฒนาวิชาการ และผลที่เกิดขึ้นกับนักเรียน และ 3.2 ผลงานทางวิชาการไม่น้อยกว่า 1 รายการ ซึ่งลักษณะของผลงานทางวิชาการเพื่อขอรับการประเมินตามหลักเกณฑ์ด้านที่ 3 นี้ อาจมีรูปแบบเป็นผลงานด้านการจัดทำสื่อการเรียนการสอน ผลงานด้านการคิดพัฒนารูปแบบนวัตกรรมการเรียนการสอน หรือวิธีการจัดการเรียนรู้เป็นต้น (สถาบันพัฒนาความก้าวหน้ากรุงเทพมหานคร. 2551. 25-29) สำหรับการประเมินด้าน 1 และ 2 พบว่า มักไม่เป็นปัญหาสำหรับครูประจำการ แต่สำหรับการประเมินตามหลักเกณฑ์ด้านที่ 3 นั้นเป็นปัญหาอย่างมาก ครูประจำการมีความต้องการระบบหรือกระบวนการในโรงเรียนที่ช่วยส่งเสริมให้สามารถพัฒนาผลงานวิชาการ

ดังกล่าวได้ ทั้งนี้เมื่อผู้ที่มีส่วนร่วมในการศึกษาและพัฒนาบทเรียนได้เรียนรู้กระบวนการของการศึกษาและพัฒนาบทเรียนแล้วอาจทำให้มองเห็นแนวทางการพัฒนาผลงานวิชาการผ่านกระบวนการของการศึกษาและพัฒนาบทเรียนได้ เนื่องจากผลงานทางวิชาการเพื่อรองรับการประเมินตามหลักเกณฑ์ด้านที่ 3 ดังกล่าวข้างต้นมีลักษณะที่สอดคล้องกับผลผลิตจากกระบวนการของการศึกษาและพัฒนาบทเรียน สำหรับในประเทศญี่ปุ่นนั้น การศึกษาและพัฒนาบทเรียนเป็นกิจกรรมที่ผูกพันอยู่กับชีวิตการทำงานของครูประจำการตลอดเวลา และถือได้ว่าเป็นแบบปฏิบัติโดยทั่วไปที่มีความเกี่ยวข้องกับการพัฒนาวิชาชีพของครูประจำการ ความก้าวหน้าในวิชาชีพของครูประจำการ ผู้บริหารโรงเรียน และศึกษานิเทศก์ในประเทศญี่ปุ่นล้วนมีความเกี่ยวข้องกับการปฏิบัติงานด้านการศึกษาและพัฒนาบทเรียน (Isoda. 2007; Okubo. 2007: 18-21)

1.3 การที่ผู้ที่มีส่วนร่วมในการศึกษาและพัฒนาบทเรียนให้การสนับสนุนการนำการศึกษาและพัฒนาบทเรียนมาใช้ในโรงเรียนโดยปฏิบัติตามบทบาทที่ได้กำหนดไว้ในงานวิจัยเป็นอย่างดี ทั้งนี้อาจเป็นเพราะว่าการศึกษาและพัฒนาบทเรียนมีลักษณะการดำเนินงานที่สอดคล้องกับการปฏิบัติงานสอนปกติประจำวันของครูประจำการคณิตศาสตร์ และมีเป้าหมายของการดำเนินงานที่สอดคล้องกับพันธกิจของผู้ที่มีส่วนร่วมในการศึกษาและพัฒนาบทเรียนทุกฝ่าย อีกทั้งผู้ที่มีส่วนร่วมในการศึกษาและพัฒนาบทเรียนยังได้ร่วมกันเขียนโครงการขึ้นรองรับการวิจัยครั้งนี้และได้เสนอโครงการดังกล่าวไปยังหน่วยงานต้นสังกัด ซึ่งได้รับการสนับสนุนจากหน่วยงานดังกล่าวเป็นอย่างดีจึงทำให้ผู้ที่มีส่วนร่วมในการศึกษาและพัฒนาบทเรียนสามารถอุทิศเวลาและให้การสนับสนุนการนำการศึกษาและพัฒนาบทเรียนมาใช้ในโรงเรียนได้ตามบทบาทที่กำหนดไว้ในงานวิจัย

ส่วนการที่ผู้ที่มีส่วนร่วมในการศึกษาและพัฒนาบทเรียนมีการยืนยันให้มีการนำการศึกษาและพัฒนาบทเรียนมาใช้ในโรงเรียนต่อไปโดยสนับสนุนให้ครูประจำการคณิตศาสตร์ในโรงเรียนเข้าร่วมการดำเนินงานการศึกษาและพัฒนาบทเรียนเพิ่มขึ้น ทั้งนี้อาจเป็นเพราะว่าผู้ที่มีส่วนร่วมในการศึกษาและพัฒนาบทเรียนได้มีโอกาสทำงานร่วมกันในการศึกษาและพัฒนาบทเรียนอย่างต่อเนื่องจึงมองเห็นแนวโน้มที่ดีขึ้นในด้านการปรับปรุงคุณภาพการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ในโรงเรียน ทำให้เชื่อมั่นว่าการศึกษาและพัฒนาบทเรียนช่วยให้สามารถปรับปรุงคุณภาพการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ได้ จึงควรสนับสนุนให้มีการดำเนินงานการศึกษาและพัฒนาบทเรียนในโรงเรียนต่อไปและสนับสนุนให้ครูประจำการคณิตศาสตร์ในโรงเรียนเข้าร่วมการดำเนินงานการศึกษาและพัฒนาบทเรียนเพิ่มขึ้น ซึ่งข้อค้นพบนี้มีความสอดคล้องกับประสบการณ์ของเฟอร์นันเดซ และโชคชิ (Fernandez; & Chokshi. 2002) ลิวิส (Lewis. 2000; 2002a) ทาคาฮาชิ และโยชิเดะ (Takahashi; & Yoshida. 2004) และ โยชิเดะ (Yoshida. 1999a) ที่ได้กล่าวไว้ว่า การศึกษาและพัฒนาบทเรียนในโรงเรียนจะเริ่มก่อตัวขึ้นด้วยการเคลื่อนไหวของครูประจำการซึ่งเป็นผู้ดำเนินการปฏิรูปการจัดการเรียนการ

สอนในโรงเรียนที่มีความกระตือรือร้นและมีความศรัทธาต่อวิชาชีพ แล้วจึงสามารถขยายงานไปยังครู
ประจำการคนอื่นๆในโรงเรียนได้ ทั้งนี้เนื่องจากสภาพการณ์ที่โรงเรียนมีแนวโน้มของคุณภาพการเรียน
การสอนคณิตศาสตร์ที่ดีขึ้น ซึ่งผู้ที่มีส่วนร่วมในการศึกษาและพัฒนาบทเรียนให้การยอมรับว่าคุณภาพ
การเรียนการสอนคณิตศาสตร์ที่ดีขึ้นนั้นเป็นผลมาจากการศึกษาและพัฒนาบทเรียน

1.4 การที่ผู้ที่มีส่วนร่วมในการศึกษาและพัฒนาบทเรียนมีความคิดเห็นว่าการข้อจำกัดที่พบจากการนำการศึกษาและพัฒนาบทเรียนมาใช้ในโรงเรียนครั้งนี้ ได้แก่ ครูประจำการคณิตศาสตร์มีโอกาสดำเนินการร่วมสังเกตการณ์จัดการเรียนการสอนในห้องเรียนจริงได้น้อยเนื่องจากมีภาระงานสอนมาก ทั้งนี้อาจเป็นเพราะว่าผู้ที่มีส่วนร่วมในการศึกษาและพัฒนาบทเรียนมีความตระหนักว่าการสังเกตการณ์จัดการเรียนการสอนในห้องเรียนจริงมีความสำคัญ ทำให้ครูประจำการคณิตศาสตร์มีโอกาสดำเนินการร่วมสังเกตการณ์จัดการเรียนการสอนในห้องเรียนจริงมีความสำคัญ ทำให้ครูประจำการคณิตศาสตร์มีโอกาสได้ศึกษาความคิดและความสามารถในการเรียนรู้คณิตศาสตร์ของนักเรียน ซึ่งช่วยให้สามารถปรับปรุงคุณภาพการเรียนการสอนได้เหมาะสมกับความคิดและความสามารถในการเรียนรู้คณิตศาสตร์ของนักเรียนได้ดียิ่งขึ้น แต่ครูประจำการคณิตศาสตร์มีภาระงานสอนมาก จึงทำให้เสียโอกาสในการเข้าร่วมสังเกตการณ์จัดการเรียนการสอนในห้องเรียนจริง

ส่วนการที่ได้เสนอทางออกให้มีการใช้ระบบนิเทศการสอนภายในโรงเรียนเพื่อสนับสนุนให้ครูประจำการคณิตศาสตร์สามารถเข้าร่วมสังเกตการจัดการเรียนการสอนซึ่งกันและกันได้มากขึ้น ทั้งนี้อาจเป็นเพราะว่าได้มีการปรึกษาหารือร่วมกันระหว่างผู้ที่มีส่วนร่วมในการศึกษาและพัฒนาบทเรียนในประเด็นนี้มาอย่างต่อเนื่อง และผู้บริหารโรงเรียนสนับสนุนให้มีการใช้ระบบนิเทศการสอนภายในโรงเรียนควบคู่กับการดำเนินงานการศึกษาและพัฒนาบทเรียนเพื่อช่วยให้ครูประจำการคณิตศาสตร์สามารถเข้าร่วมสังเกตการจัดการเรียนการสอนซึ่งกันและกันได้มากขึ้น และผู้ที่มีส่วนร่วมในการศึกษาและพัฒนาบทเรียนได้มีการยอมรับในแนวคิดดังกล่าว เนื่องจากตระหนักถึงความสำคัญในการสนับสนุนของผู้บริหารโรงเรียน ซึ่งสเตฟาเน็ค และคนอื่นๆ (Stepanek; et al. 2007: 18; 26-27) ได้กล่าวถึงความสำคัญของผู้บริหารโรงเรียนไว้ว่า การสนับสนุนของผู้บริหารโรงเรียนมีความสำคัญอย่างมากต่อการดำเนินงานใดๆในการศึกษาและพัฒนาบทเรียน เนื่องจากผู้บริหารโรงเรียนเป็นผู้ที่มีอำนาจโดยตรงทั้งในด้านการวางนโยบายและแผนงานพัฒนาคุณภาพการศึกษาของโรงเรียน ประกอบกับเมื่อได้พิจารณาแนวทางของการนิเทศการสอนภายในโรงเรียนแล้วพบว่า การนิเทศแบบคลินิก (Clinical Supervision) เป็นการนิเทศแบบมีส่วนร่วมซึ่งมีการดำเนินงานที่เน้นให้ครูประจำการเข้าร่วมสังเกตการจัดการเรียนการสอนซึ่งกันและกัน เพื่อให้ช่วยเหลือกันในการปรับปรุงคุณภาพการจัดการเรียนการสอนให้ดียิ่งขึ้น (นิพนธ์ ไทยพานิช. 2531; Cogan. 1973; Sergiovanni; & Starratt. 1983) จึงมีความเป็นไปได้ที่การใช้ระบบนิเทศการสอนภายในโรงเรียนจะมีส่วนช่วยสนับสนุนให้ครูประจำการคณิตศาสตร์สามารถเข้าร่วมสังเกตการจัดการเรียนการสอนซึ่งกันและกันได้มากขึ้น

2. จากผลการวิจัยด้านการเปลี่ยนแปลงความรู้ทางการสอนในเนื้อหาคณิตศาสตร์ที่พบว่า ครูประจำการคณิตศาสตร์มีความรู้ทางการสอนในเนื้อหาคณิตศาสตร์หลังเข้าร่วมการวิจัยครบทุกขั้นตอนเปลี่ยนแปลงไปจากก่อนเข้าร่วมการวิจัยในทางที่ดีขึ้นทั้ง 4 ด้าน ซึ่งได้แก่ 1) การรู้วิธีนำเสนอโน้ตสโน้ตทางคณิตศาสตร์เรื่อง เศษส่วน 2) การรู้โน้ตสโน้ตทางคณิตศาสตร์ที่คลาดเคลื่อนของนักเรียนในเรื่อง เศษส่วน และรู้วิธีนำเสนอเพื่อแก้ไขโน้ตสโน้ตทางคณิตศาสตร์ที่คลาดเคลื่อนนั้น 3) การเลือกใช้งานเพื่อพัฒนาความสามารถในการเรียนรู้คณิตศาสตร์ของนักเรียนในเรื่อง เศษส่วน และ 4) การส่งเสริมให้นักเรียนมีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ทั้งนี้อาจเป็นเพราะว่าในการวิจัยครั้งนี้ครูประจำการคณิตศาสตร์ได้ทำงานร่วมกันอย่างต่อเนื่องในกระบวนการของการศึกษาและพัฒนาบทเรียน 8 ขั้นตอน ซึ่งได้แก่ 1) การกำหนดเป้าหมายหลัก 2) การศึกษาค้นคว้า 3) การออกแบบบทเรียน 4) การจัดการเรียนการสอนรอบแรก 5) การสะท้อนผล 6) การปรับปรุงบทเรียน 7) การจัดการเรียนการสอนรอบที่สอง และ 8) การสะท้อนผลและแลกเปลี่ยนเรียนรู้ ในกระบวนการดังกล่าวครูประจำการคณิตศาสตร์มีโอกาสได้ร่วมกันศึกษาค้นคว้าหาความรู้เพิ่มเติมเกี่ยวกับการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์เรื่องเศษส่วน มีการไตร่ตรองอย่างรอบคอบถึงความเหมาะสมด้านเนื้อหาและวิธีสอนในการออกแบบบทเรียนเพื่อใช้ในการจัดการเรียนการสอน นำบทเรียนไปใช้จัดการเรียนการสอนในห้องเรียนจริงพร้อมทั้งเก็บรวบรวมข้อมูลเหตุการณ์ที่เกี่ยวข้องกับความคิดและความสามารถในการเรียนรู้คณิตศาสตร์ของนักเรียน เพื่อนำมาสะท้อนผลซึ่งมีการวิเคราะห์วิจารณ์กันเชิงวิชาการอย่างลึกซึ้ง อีกทั้งได้มีการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ร่วมกับผู้เชี่ยวชาญภายนอกและศึกษานิเทศก์อย่างเข้มข้นเพื่อปรับปรุงบทเรียนและการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์เรื่องเศษส่วนให้มีความเหมาะสมกับความคิดและความสามารถในการเรียนรู้คณิตศาสตร์ของนักเรียนยิ่งขึ้น กระบวนการดังกล่าวทำให้ครูประจำการคณิตศาสตร์สามารถปรับปรุงความรู้ที่จำเป็นต่อการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์เรื่องเศษส่วนให้มีประสิทธิภาพ นั่นคือความรู้ทางการสอนในเนื้อหาคณิตศาสตร์เรื่อง เศษส่วน ซึ่งผลการวิจัยดังกล่าวนี้มีความสอดคล้องกับงานของลิวอิส (Lewis, 2005) ที่ให้ข้อสรุปว่าการพัฒนาครูประจำการด้วยวิธีการศึกษาและพัฒนาบทเรียนสามารถปรับปรุงความรู้ในเนื้อหาคณิตศาสตร์ ความรู้ทางการสอน และความรู้ทางการสอนในเนื้อหาคณิตศาสตร์ให้ดีขึ้นได้

3. จากผลการวิจัยด้านประสิทธิภาพของการทำงานร่วมกันในการศึกษาและพัฒนาบทเรียนที่พบว่า การทำงานร่วมกันในการศึกษาและพัฒนาบทเรียนของครูประจำการคณิตศาสตร์หลังเข้าร่วมการวิจัยครบทุกขั้นตอนมีประสิทธิภาพอยู่ในระดับที่ดีกว่าระหว่างเข้าร่วมการวิจัย ซึ่งมีประสิทธิภาพอยู่ในระดับดีมาก และดี ตามลำดับ ทั้งนี้อาจเป็นเพราะว่าครูประจำการคณิตศาสตร์สามารถปรับตัวให้เข้ากับวัฒนธรรมของการทำงานร่วมกันที่มีลักษณะการร่วมมือ ร่วมแก้ปัญหา และร่วมแลกเปลี่ยนเรียนรู้ซึ่งกันและกันระหว่างที่มีการดำเนินงานตามกระบวนการของการศึกษาและพัฒนาบทเรียน

ได้ดีขึ้น ซึ่งอาจมีผลสืบเนื่องจากระยะเวลาที่ใช้ในการดำเนินงานวิจัยมีความเพียงพอให้ครูประจำการคณิตศาสตร์มีโอกาสได้ปรับตัวให้เข้ากับวัฒนธรรมของการทำงานที่แตกต่างจากเดิมได้ดีขึ้นเรื่อยๆ ผลการวิจัยนี้มีความสอดคล้องกับผลของการพัฒนาครูประจำการคณิตศาสตร์ซึ่งมีลักษณะการดำเนินงานเป็นโครงการต่อเนื่องระยะยาวจะส่งผลให้ประสิทธิภาพของการทำงานร่วมกันของครูประจำการคณิตศาสตร์ดีขึ้นเรื่อยๆ และดีกว่าการพัฒนาครูประจำการคณิตศาสตร์ซึ่งมีลักษณะการดำเนินงานเป็นโครงการระยะสั้น (Clarke. 1994; Office of Educational Research and Improvement. 1999; Garet; et al. 2001) อีกทั้งการวิจัยครั้งนี้ ครูประจำการคณิตศาสตร์มีการร่วมกันกำหนดกฎเกณฑ์พื้นฐานสำหรับการทำงานร่วมกันในการศึกษาและพัฒนาบทเรียนไว้ในขั้นตอนแรกของกระบวนการของการศึกษาและพัฒนาบทเรียนจึงอาจมีผลทำให้ประสิทธิภาพของการทำงานร่วมกันของครูประจำการคณิตศาสตร์ในการวิจัยครั้งนี้อยู่ในระดับดีและดีมาก ซึ่งผลการวิจัยนี้มีความสอดคล้องกับข้อเสนอแนะเกี่ยวกับการกำหนดกฎเกณฑ์พื้นฐานดังกล่าวของเฟอร์นันเดซ และโชคชิ (Fernandez; & Chokshi. 2002) และสเตฟาเน็ค และคนอื่นๆ (Stepanek; et al. 2007: 43-45)

4. จากผลการวิจัยด้านความเหมาะสมของบทเรียนคณิตศาสตร์ที่พบว่า บทเรียนคณิตศาสตร์สำหรับการจัดการเรียนการสอนรอบแรก และรอบที่สองมีความเหมาะสมอยู่ในระดับที่ดีกว่าบทเรียนคณิตศาสตร์ที่ครูประจำการคณิตศาสตร์พัฒนาขึ้นก่อนเข้าร่วมการวิจัย ซึ่งมีความเหมาะสมอยู่ในระดับดีมาก ดีมาก และพอใช้ตามลำดับ ทั้งนี้อาจเป็นเพราะว่าบทเรียนคณิตศาสตร์ที่ใช้สำหรับการจัดการเรียนการสอนรอบแรก และรอบที่สองนั้นเป็นผลผลิตจากกระบวนการของการศึกษาและพัฒนาบทเรียน ซึ่งครูประจำการคณิตศาสตร์ได้ร่วมกันศึกษาค้นคว้าเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์เพิ่มเติมเพื่อให้ได้แนวคิดในการออกแบบบทเรียน และร่วมกันไตร่ตรองโดยละเอียดรอบคอบถึงความเหมาะสมในทุกองค์ประกอบเพื่อจัดทำบทเรียนคณิตศาสตร์สำหรับการจัดการเรียนการสอนรอบแรก และเมื่อมีการนำบทเรียนคณิตศาสตร์ไปใช้ในการจัดการเรียนการสอนในห้องเรียนจริงแล้วจึงได้ร่วมกันปรับปรุงบทเรียนคณิตศาสตร์โดยคำนึงถึงความเหมาะสมต่อความคิดและความสามารถในการเรียนรู้ของนักเรียนเพื่อนำไปใช้สำหรับการจัดการเรียนการสอนรอบที่สองต่อไป ด้วยกระบวนการที่ครูประจำการคณิตศาสตร์ร่วมกันออกแบบและปรับปรุงบทเรียนคณิตศาสตร์ดังกล่าวจึงทำให้บทเรียนคณิตศาสตร์ทั้ง 2 ฉบับนี้มีความเหมาะสมอยู่ในระดับที่ดีมาก และมีความเหมาะสมอยู่ในระดับที่ดีกว่าบทเรียนคณิตศาสตร์ที่ครูประจำการคณิตศาสตร์พัฒนาขึ้นก่อนเข้าร่วมการวิจัยซึ่งเป็นการพัฒนาบทเรียนขึ้นเพียงลำพังเท่านั้น ผลการวิจัยนี้มีความสอดคล้องกับงานของซาโต (Sato. 1991; citing Yoshida. 1999b) และชมิทท์ ฮอแอง และโคแกน (Schmidt; Houang; & Cogan. 2002) ที่มีข้อสรุปว่า บทเรียนและสื่อการเรียน

การสอนคณิตศาสตร์ที่ได้รับการพัฒนาขึ้นด้วยกระบวนการของการศึกษาและพัฒนาบทเรียนจะได้รับการยอมรับว่ามีความเหมาะสมต่อการเรียนรู้ของนักเรียนมากกว่าบทเรียนและสื่อการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ที่พัฒนาขึ้นโดยครูประจำการคณิตศาสตร์เพียงลำพังคนเดียว

5. จากผลการวิจัยด้านความรู้ความเข้าใจในมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ที่พบว่า ค่าเฉลี่ยของคะแนนความรู้ความเข้าใจในมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์หลังเรียนของนักเรียนที่ใช้สำหรับการจัดการเรียนการสอนรอบแรก สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ค่าเฉลี่ยของคะแนนความรู้ความเข้าใจในมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์หลังเรียนของนักเรียนที่ใช้สำหรับการจัดการเรียนการสอนรอบที่สอง สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และมีจำนวนนักเรียนที่ใช้สำหรับการจัดการเรียนการสอนรอบแรกและรอบที่สองคิดเป็นร้อยละ 79.49 และ 82.35 ตามลำดับ ที่มีคะแนนความรู้ความเข้าใจในมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์หลังเรียนไม่น้อยกว่าร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม ซึ่งบรรลุเป้าหมายหลักของการศึกษาและพัฒนาบทเรียน ทั้งนี้อาจเป็นเพราะว่าในการวิจัยครั้งนี้ ครูประจำการคณิตศาสตร์ได้เลือกใช้รูปแบบของการจัดการเรียนการสอนเพื่อพัฒนานักเรียนให้มีความรู้ความเข้าใจในมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของลาสเลย์ และแมทซินสกี (Lasley; & Matczynski, 1997) เป็นแนวทางในการออกแบบบทเรียนและจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ ซึ่งรูปแบบการจัดการเรียนการสอนดังกล่าวประกอบด้วย 5 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นที่ 1 การกำหนดมโนทัศน์หลัก (Concept Identification) ขั้นที่ 2 การให้ตัวอย่าง (Exemplar Identification) ขั้นที่ 3 การตั้งสมมติฐาน (Hypothesizing) ขั้นที่ 4 การสรุปมโนทัศน์ (Closure) และขั้นที่ 5 การนำไปใช้ (Application) ซึ่งในแต่ละขั้นตอนมีรายละเอียดดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 การกำหนดมโนทัศน์ ครูประจำการคณิตศาสตร์จะมีการวิเคราะห์และกำหนดมโนทัศน์หลักของเนื้อหาคณิตศาสตร์

ขั้นตอนที่ 2 การให้ตัวอย่าง ครูประจำการคณิตศาสตร์จะให้ตัวอย่างที่หลากหลายทั้งตัวอย่างทางบวกและทางลบ ตัวอย่างทางบวกประกอบด้วยลักษณะที่จำเป็นของมโนทัศน์ ส่วนตัวอย่างทางลบจะไม่มีลักษณะเหล่านั้น ที่สำคัญก็คือ ตัวอย่างทางบวกจะต้องมีความชัดเจนและเฉพาะเจาะจงเพื่อให้ นักเรียนสามารถสืบสอบไปถึงลักษณะสำคัญของมโนทัศน์ได้ ซึ่งตัวอย่างที่ให้จะมีจำนวนมากพอที่นักเรียนสามารถแยกแยะลักษณะที่หลากหลายได้

ขั้นตอนที่ 3 การตั้งสมมติฐาน ครูประจำการคณิตศาสตร์จะใช้คำถามเพื่อให้ นักเรียนบอกลักษณะทั่วไปของมโนทัศน์ ซึ่งการให้ตัวอย่างและการตั้งสมมติฐานจะเป็นวงจรย่อยภายในรูปแบบของการจัดการเรียนการสอนนี้กล่าวคือ เมื่อนักเรียนสังเกตตัวอย่างและตั้งสมมติฐานแล้ว ครูประจำการคณิตศาสตร์อาจให้ความช่วยเหลือนักเรียนโดยการเพิ่มตัวอย่างทางบวกและทางลบได้อีก เพื่อช่วยให้นักเรียนตั้งสมมติฐานได้ใกล้เคียงมากขึ้น หรือเพื่อให้กำจัดสมมติฐานที่ไม่ถูกต้องออกไปได้

นักเรียนจะเป็นผู้เปรียบเทียบตัวอย่างต่างๆทั้งในแง่ความคล้ายคลึงและความแตกต่าง โดยทั่วไปแล้ว
 วงจรย่อยในขั้นตอนที่ 2 และ 3 มีลักษณะดังนี้ 1) ครูประจำการคณิตศาสตร์ให้ตัวอย่างหลายตัวอย่าง
 2) นักเรียนวิเคราะห์ตัวอย่างและตั้งสมมติฐาน 3) ครูประจำการคณิตศาสตร์ให้ตัวอย่างเพิ่มเติม
 4) นักเรียนตั้งสมมติฐานเพิ่มเติมและกำจัดสมมติฐานที่ไม่ถูกต้องออกไป 5) ครูประจำการคณิตศาสตร์
 และนักเรียนยืนยันสมมติฐานที่ถูกต้องและกำจัดสมมติฐานที่ไม่ถูกต้อง 6) ครูประจำการคณิตศาสตร์
 และนักเรียนเตรียมสรุปมโนทัศน์เมื่อได้สมมติฐานที่ถูกต้องแล้ว

ขั้นตอนที่ 4 การสรุปมโนทัศน์ ครูประจำการคณิตศาสตร์จะทบทวนสมมติฐานที่ได้จาก
 ขั้นตอนที่ 3 เพื่อให้ให้นักเรียนช่วยกันคิดหาข้อสรุปลักษณะของมโนทัศน์ และชื่อของมโนทัศน์ ขั้นนี้จึงเป็น
 ขั้นสังเคราะห์รายละเอียดเพื่อนำไปสู่ความเข้าใจที่ลึกซึ้ง

ขั้นตอนที่ 5 การนำไปใช้ ครูประจำการคณิตศาสตร์จะให้นักเรียนใช้ความเข้าใจใน
 มโนทัศน์ที่ได้จากขั้นที่ 3 ในการสร้างตัวอย่างทางบวกและทางลบ ซึ่งจะมีตรวจสอบว่านักเรียนแต่ละ
 คนให้คำจำกัดความตามลักษณะที่จำเป็นของมโนทัศน์ได้ถูกต้องหรือไม่

การจัดการเรียนการสอนตามขั้นตอนดังกล่าว เป็นกระบวนการที่ดำเนินไปอย่างต่อเนื่อง
 ตั้งแต่ขั้นแรกจนนักเรียนสามารถสรุปและนำมโนทัศน์ไปใช้ได้อย่างถูกต้อง ครูประจำการคณิตศาสตร์
 ในการวิจัยครั้งนี้จึงทำงานอย่างหนักเพื่อวางแผนการสอนและควบคุมสถานการณ์ในการจัดการเรียน
 การสอนให้เป็นไปตามแผน ขณะที่นักเรียนได้รับการพัฒนาให้สามารถวิเคราะห์และตั้งข้อสังเกต
 เพื่อให้ได้มาซึ่งข้อสรุปที่ถูกต้องทำให้นักเรียนเรียนรู้คณิตศาสตร์อย่างมีความหมาย จึงทำให้นักเรียนมี
 ความรู้เข้าใจในมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน และมีจำนวนนักเรียนที่มีความรู้
 ความเข้าใจในมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์บรรลุเป้าหมายหลักของการศึกษาและพัฒนาบทเรียนดัง
 ผลการวิจัยข้างต้น

6. จากผลการวิจัยด้านความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่พบว่า
 ค่าเฉลี่ยของคะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์หลังเรียนของนักเรียนที่ใช้
 สำหรับการจัดการเรียนการสอนรอบแรก สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05
 ค่าเฉลี่ยของคะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์หลังเรียนของนักเรียนที่ใช้
 สำหรับการจัดการเรียนการสอนรอบที่สอง สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และ
 มีจำนวนนักเรียนที่ใช้สำหรับการจัดการเรียนการสอนรอบแรกและรอบที่สองคิดเป็นร้อยละ 76.92 และ
 79.41 ตามลำดับ ที่มีคะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์หลังเรียนไม่น้อย
 กว่าร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม ซึ่งบรรลุเป้าหมายหลักของการศึกษาและพัฒนาบทเรียน ทั้งนี้อาจเป็น
 เพราะว่าการวิจัยครั้งนี้ครูประจำการคณิตศาสตร์ได้ออกแบบบทเรียนและจัดการเรียนการสอน

คณิตศาสตร์โดยเลือกให้นักเรียนเรียนรู้การแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ตามกระบวนการแก้ปัญหาสี่ขั้นตอนของโพลยา (Polya. 1957: 16-17) ซึ่งแต่ละขั้นตอนมีรายละเอียดดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 ทำความเข้าใจปัญหา ครูประจำการคณิตศาสตร์เน้นให้นักเรียนวิเคราะห์ปัญหาโดยพิจารณาว่าปัญหาต้องการอะไร ปัญหากำหนดอะไรให้บ้าง มีสาระความรู้ใดที่เกี่ยวข้องบ้าง คำตอบของปัญหาจะอยู่ในรูปแบบใด การทำความเข้าใจปัญหาอาจใช้วิธีการต่างๆช่วย เช่น การเขียนรูป เขียนแผนภูมิ การเขียนสาระของปัญหาด้วยถ้อยคำของตนเอง

ขั้นตอนที่ 2 วางแผนการแก้ปัญหา ครูประจำการคณิตศาสตร์เน้นให้นักเรียนพิจารณาได้ว่าจะแก้ปัญหาวัยวิธีใด จะแก้ปัญหายังไง ปัญหาที่กำหนดให้มีความสัมพันธ์กับปัญหาที่เคยมีประสบการณ์ในการแก้มาก่อนหรือไม่ ขั้นวางแผนการแก้ปัญหานี้เป็นขั้นตอนที่นักเรียนพิจารณาความสัมพันธ์ของสิ่งต่างๆในปัญหา ผสมผสานกับประสบการณ์ในการแก้ปัญหามีอยู่เดิมเพื่อกำหนดแนวทางในการแก้ปัญหา

ขั้นตอนที่ 3 ดำเนินการตามแผน ครูประจำการคณิตศาสตร์เน้นให้นักเรียนลงมือปฏิบัติตามแผนที่วางไว้ โดยเริ่มจากการตรวจสอบความเป็นไปได้ของแผน เพิ่มเติมรายละเอียดต่างๆ ของแผนให้ชัดเจน แล้วลงมือปฏิบัติจนกระทั่งสามารถหาคำตอบได้ หรือค้นพบวิธีการแก้ปัญหาใหม่

ขั้นตอนที่ 4 ตรวจสอบ ครูประจำการคณิตศาสตร์เน้นให้นักเรียนมองย้อนกลับไปที่ขั้นตอนต่างๆที่ผ่านมา เพื่อพิจารณาความถูกต้องของคำตอบ และวิธีการแก้ปัญหา พิจารณาว่ามีคำตอบ หรือวิธีการแก้ปัญหายังอื่นอีกหรือไม่ พิจารณาปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหาก็จะตัดรัดชัดเจน เหมาะสมขึ้นกว่าเดิม ขั้นตอนนี้ครอบคลุมถึงการมองไปข้างหน้าโดยใช้ประโยชน์จากวิธีการแก้ปัญหามาขยายแนวคิดในการแก้ปัญหาให้กว้างขึ้นกว่าเดิม

นอกจากนี้ครูประจำการคณิตศาสตร์ยังได้มีการเพิ่มเติมการขยายปัญหา โดยให้นักเรียนเสนอปัญหาใหม่ที่มีโครงสร้างของปัญหาเดิมหรือมีโครงสร้างคล้ายกับปัญหาเดิม ตลอดจนมีการจัดบันทึกการแก้ปัญหาตามแนวคิดของเทรท์แมนและลิชเทินเบิร์ก (Troutman; & Lichtenberg. 1995: 4-7) โดยจัดกิจกรรมการเรียนการสอนเน้นให้นักเรียนสามารถแก้ปัญหาคือรายบุคคล มีการร่วมมือกันแก้ปัญหาเป็นกลุ่มเล็ก และมีการอภิปรายร่วมกันทั้งห้องเรียน ด้วยผลจากการจัดการเรียนการสอนตามแนวทางนี้จึงทำให้นักเรียนมีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน และมีจำนวนนักเรียนที่มีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์บรรลุเป้าหมายหลักของการศึกษาและพัฒนาบทเรียนดังผลการวิจัยข้างต้น

ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะในเชิงนโยบาย

ผู้บริหารซึ่งมีหน้าที่รับผิดชอบในการจัดการศึกษาควรส่งเสริมให้มีการปรับปรุงคุณภาพการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ในระดับโรงเรียนอย่างจริงจังด้วยการมีส่วนร่วมของผู้เชี่ยวชาญภายนอกในระดับมหาวิทยาลัยและสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษา โดยสนับสนุนให้ครูประจำการคณิตศาสตร์มีการปรับปรุงคุณภาพการจัดการเรียนการสอนในวิถีทางของการปฏิบัติงานสอนปกติประจำวัน ซึ่งอาจมีการปรับใช้กระบวนการของการศึกษาและพัฒนาบทเรียนให้มีความสอดคล้องกับยุทธศาสตร์การพัฒนาครูประจำการโดยใช้โรงเรียนเป็นฐานของกระทรวงศึกษาธิการเพื่อให้เกิดประโยชน์ต่อการพัฒนาคุณภาพการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ในระดับโรงเรียนอย่างยั่งยืน

2. ข้อเสนอแนะในเชิงปฏิบัติ

2.1 ผู้บริหารการศึกษาระดับเขตพื้นที่การศึกษา ผู้บริหารโรงเรียน และหัวหน้าหน่วยงานที่รับผิดชอบเกี่ยวกับการพัฒนาคุณภาพการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ในระดับโรงเรียน ควรสนับสนุนให้มีการปรับใช้กระบวนการของการศึกษาและพัฒนาบทเรียนเพื่อปรับปรุงคุณภาพการจัดการเรียนการสอนของครูประจำการคณิตศาสตร์โดยมีเป้าหมายเพื่อปรับปรุงคุณภาพการเรียนรู้คณิตศาสตร์ของนักเรียน ทั้งนี้ควรสนับสนุนให้นักคณิตศาสตร์ศึกษา ศึกษานิเทศก์ในสายคณิตศาสตร์ และผู้เชี่ยวชาญด้านการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ได้มีส่วนร่วมเป็นที่ปรึกษาและแลกเปลี่ยนเรียนรู้ร่วมกับครูประจำการคณิตศาสตร์ในโรงเรียนอย่างต่อเนื่อง

2.2 ในการนำการศึกษาและพัฒนาบทเรียนมาใช้ในโรงเรียน ควรมีความตระหนักว่าสิ่งที่มีพลังสูงสุดของการศึกษาและพัฒนาบทเรียนนอกเหนือจากการสนับสนุนใดๆ ก็คือ การที่ครูประจำการคณิตศาสตร์มีความมุ่งมั่น อุทิศเวลา และเอาใจใส่ต่อการศึกษาค้นคว้าหาความรู้เพื่อปรับปรุงการจัดการเรียนการสอนอยู่เสมอ โดยมีทรรศนะว่ารางวัลอันมีค่าสูงสุดที่จะได้รับจากการศึกษาและพัฒนาบทเรียนคือการที่นักเรียนมีคุณภาพการเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่ดีขึ้น ดังนั้นผู้ที่ต้องการริเริ่มนำการศึกษาและพัฒนาบทเรียนมาใช้ในโรงเรียนจึงควรคำนึงถึงการทำให้เกิดพลังของการศึกษาและพัฒนาบทเรียนดังกล่าว

2.3 ในการนำการศึกษาและพัฒนาบทเรียนมาใช้ในโรงเรียน ควรคำนึงถึงสภาพการบริหารงานวิชาการ และวิถีการทำงานของครูประจำการคณิตศาสตร์ในโรงเรียน จึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องมีการปรับกระบวนการของการศึกษาและพัฒนาบทเรียนให้มีความเหมาะสมต่อบริบทของโรงเรียน แต่รักษาไว้ซึ่งลักษณะสำคัญของการศึกษาและพัฒนาบทเรียน เช่น การทำงานร่วมกันอย่างต่อเนื่องในเชิงวิชาการของครูประจำการคณิตศาสตร์อย่างกัลยาณมิตร การสะท้อนผลที่มีการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ในเชิงวิชาการอย่างเข้มข้น การเอาใจใส่ต่อความคิดและความสามารถในการ

เรียนรู้ของนักเรียน เป็นต้น และควรมีการกำหนดแผนปฏิบัติการหรือโครงการที่รองรับการนำการศึกษาและพัฒนาบทเรียนมาใช้ในโรงเรียนจากการมีส่วนร่วมของบุคลากรที่เกี่ยวข้องทุกฝ่าย

2.4 การนำผลในเชิงกระบวนการของการศึกษาและพัฒนาบทเรียนจากงานวิจัยนี้ไปใช้ ควรมีความเข้าใจว่า การบริหารจัดการและกระบวนการอันปรากฏในงานวิจัยนี้อยู่บนพื้นฐานของการรวมกลุ่มทางวิชาการของครูประจำการคณิตศาสตร์สำหรับการศึกษาและพัฒนาบทเรียนที่มีขึ้นภายในโรงเรียนที่เป็นสนามวิจัยเพียง 1 โรงเรียน เท่านั้น สำหรับการรวมกลุ่มทางวิชาการของครูประจำการสำหรับการศึกษาและพัฒนาบทเรียนที่มากกว่า 1 โรงเรียนควรมีการบริหารจัดการที่ทำให้ครูประจำการสามารถทำงานร่วมกันตามกระบวนการของการศึกษาและพัฒนาบทเรียนได้อย่างต่อเนื่อง

3. ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

3.1 ควรมีการวิจัยการพัฒนาครูประจำการคณิตศาสตร์ด้วยวิธีการศึกษาและพัฒนาบทเรียน โดยเลือกใช้นิเวศคณิตศาสตร์อื่นที่มีความยากต่อการจัดการเรียนการสอนของครูประจำการคณิตศาสตร์ หรือมีความยากต่อการเรียนรู้ของนักเรียน ทั้งนี้ควรมีการศึกษากการเปลี่ยนแปลงความรู้ทางการสอนในนิเวศคณิตศาสตร์นั้นด้วย

3.2 ควรมีการวิจัยการพัฒนาครูประจำการคณิตศาสตร์ด้วยวิธีการศึกษาและพัฒนาบทเรียนที่เป็นสนามวิจัยมากกว่า 1 โรงเรียน ซึ่งมีบริบทที่แตกต่างกัน

บรรณานุกรม

บรรณานุกรม

- กรมวิชาการ. (2539). การสังเคราะห์งานวิจัยเกี่ยวกับการเรียนการสอนกลุ่มทักษะ (คณิตศาสตร์) ระดับประถมศึกษา. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์คุรุสภา ลาดพร้าว.
- . (2546). การจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ ๑-๖ ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช ๒๕๔๔. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์องค์การรับส่งสินค้าและพัสดุภัณฑ์.
- กระทรวงศึกษาธิการ. (2545). พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 และที่แก้ไขเพิ่มเติม (ฉบับที่ 2) พ.ศ. 2545 พร้อมกฎกระทรวงที่เกี่ยวข้อง และพระราชบัญญัติการศึกษาภาคบังคับ พ.ศ. 2545. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์กรมการศาสนา.
- . (2546). โครงการหนึ่งอำเภอ หนึ่งโรงเรียนสมบูรณแบบ. กรุงเทพฯ: กระทรวงศึกษาธิการ. อุดลำนเา.
- กองวิจัยทางการศึกษา กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ. (2538). การสังเคราะห์งานวิจัยเกี่ยวกับการเรียนการสอนกลุ่มทักษะ(คณิตศาสตร์) ระดับประถมศึกษา. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์การศาสนา.
- กาญจนา ศรีเกื้อ. (2547). การสร้างชุดกิจกรรมฝึกความสามารถทางคณิตศาสตร์ เรื่องเศษส่วนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6. ปริญญาโท กศ.ม. (การวัดผลการศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- จริยา เกตุเผือก. (2540). การใช้รูปแบบการสร้างความคิดรวบยอดในการสอนวิชาคณิตศาสตร์ระดับมัธยมศึกษา. วิทยานิพนธ์ ศษ.ม. (คณิตศาสตร์). บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. ถ่ายเอกสาร.
- จรุง ขำพงศ์. (2542). ผลของการใช้กลวิธีเมตาคognitionชั้นที่มีต่อความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2. วิทยานิพนธ์ ค.ม. (การศึกษาคณิตศาสตร์). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. ถ่ายเอกสาร.
- เชษฐสุตา จันทรเอี่ยม. (2542). การศึกษาความสามารถและกลวิธีในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น ในโรงเรียนมัธยมศึกษา สังกัดกรมสามัญศึกษา เขตการศึกษา 7. วิทยานิพนธ์ ค.ม. (การศึกษาคณิตศาสตร์). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. ถ่ายเอกสาร.

- ดวงเดือน ช่ออ่อนน่วม. (2535). *การเสริมสร้างสมรรถภาพการสอนคณิตศาสตร์ของครูประถมศึกษา*. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ: ศูนย์ตำราและเอกสารวิชาการ คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ถวัล มาศจรัส. (2538). *การจัดทำผลงานเพื่อขอเลื่อนตำแหน่งอาจารย์ 2 ระดับ 7 อาจารย์ 2 ระดับ 7 (อาวุโส) และอาจารย์ 3*. กรุงเทพฯ: มิติใหม่.
- นิพนธ์ ไทยพานิช. (2531). *การนิเทศแบบคลินิก*. พิมพ์ครั้งที่ 4. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- นงนาฏ ตันติเสวี. (2545). *แนวทางการตรวจสอบและประเมินคุณภาพแผนการสอน/แผนการจัดการเรียนรู้: เพื่อการประกันคุณภาพการจัดการเรียนการสอนอาชีวศึกษา*. ศูนย์นิเทศอาชีวศึกษา ภาคใต้ หน่วยศึกษานิเทศก์ กรมอาชีวศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ. อุดลำนเา.
- ณัชชา กมล. (2542). *ผลของการใช้เครื่องคำนวณกราฟฟิกที่มีต่อมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์และความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนสาธิตสังกัดทบวงมหาวิทยาลัย*. วิทยานิพนธ์ ค.ม. (การศึกษาคณิตศาสตร์). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. ถ่ายเอกสาร.
- บุญทัน อยู่ชมบุญ. (2529). *พฤติกรรมการสอนคณิตศาสตร์ระดับประถมศึกษา*. กรุงเทพฯ: โอเดียนสโตร์.
- บุญเชิด ภิญญอนันตพงษ์. (2547). *การวัดประเมินการเรียนรู้ (การวัดประเมินแนวใหม่)*. กรุงเทพฯ: คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- บรรหาญ จิตหวัง. (2544). *การพัฒนาแบบสอบความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5*. วิทยานิพนธ์ ศศ.ม. (การวัดผลและวิจัยการศึกษา). สงขลา: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์. ถ่ายเอกสาร.
- บงกช ปิงเมือง. (2547). *การพัฒนามโนคติทางคณิตศาสตร์เรื่อง เศษส่วน โดยใช้ปัญหาเป็นฐานสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนเทศบาล 4 (บ้านเชียงราย) จังหวัดลำปาง*. วิทยานิพนธ์ ศษ.ม. (หลักสูตรและการสอน). บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช. ถ่ายเอกสาร.
- ปรีชา เนาว์เย็นผล. (2544). *กิจกรรมการเรียนการสอนคณิตศาสตร์โดยใช้การแก้ปัญหาปลายเปิดสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1*. วิทยานิพนธ์ กศ.ด. (คณิตศาสตร์ศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- พร้อมพรรณ อุดมสิน. (2538). *การวัดและประเมินผลการเรียนการสอนคณิตศาสตร์*. กรุงเทพฯ: คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

- พฤทธิ ศิริบรรณพิทักษ์. (2547). รายงานการสังเคราะห์ผลการดำเนินงานโครงการสนับสนุนการฝึกอบรมครูโดยใช้โรงเรียนเป็นฐานในพื้นที่ภาคใต้. กรุงเทพฯ: สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา. อัดสำเนา.
- พฤทธิ ศิริบรรณพิทักษ์ และอรพรรณ พรสีมา. (2546). รายงานการสังเคราะห์การวิจัยและพัฒนา รูปแบบการฝึกอบรมครูโดยใช้โรงเรียนเป็นฐาน. กรุงเทพฯ: สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ. อัดสำเนา.
- เพ็ญพรรณ กริ่งไกร. (2539). การพัฒนาแบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2. วิทยานิพนธ์ คม. (การวัดผลและประเมินผลการศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. อัดสำเนา.
- มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช. (2550). ประมวลสาระชุดวิชาการพัฒนาหลักสูตรและสื่อการเรียนการสอน (Curriculum Development and Instructional Media) หน่วยที่ 1-7. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช.
- ยุพิน พิพิธกุล. (2539). การเรียนการสอนคณิตศาสตร์. กรุงเทพฯ: บพิธการพิมพ์.
- (2545). การเรียนการสอนคณิตศาสตร์ยุคปฏิรูปการศึกษา. กรุงเทพฯ: บพิธการพิมพ์.
- ราชบัณฑิตยสถาน. (2549). ศัพท์คณิตศาสตร์ ฉบับราชบัณฑิตยสถาน. พิมพ์ครั้งที่ 9. กรุงเทพฯ: สหมิตรพรินต์.
- (2551). พจนานุกรมศัพท์ศึกษาศาสตร์ อักษร A-L ฉบับราชบัณฑิตยสถาน. กรุงเทพฯ: อรุณการพิมพ์.
- วัฒนา กระจับทุกษ์. (2542). แผนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ: แอล ที เพลส.
- สนอง โลหิตวิเศษ. (2547). รายงานการสังเคราะห์ผลการดำเนินงานโครงการพัฒนาครูโดยใช้โรงเรียนเป็นฐานพื้นที่เขตภาคตะวันออกเฉียงเหนือ. กรุงเทพฯ: สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา. อัดสำเนา.
- สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ. (2552). ผลการสอบ O-NET ของสถานศึกษาระดับชั้นพื้นฐาน. สืบค้นเมื่อ 1 สิงหาคม 2552, จาก <http://www.niets.or.th>
- สถาบันพัฒนาความก้าวหน้า กรุงเทพมหานคร. (2551). เอกสารประกอบการอบรมหลักสูตรการพัฒนาวัตกรรม (ด้านที่ 3) ให้เป็นผลงานวิชาการครูที่มีคุณภาพ. กรุงเทพฯ: สถาบันพัฒนาความก้าวหน้า กรุงเทพมหานคร.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2545). คู่มือการจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์. กรุงเทพฯ: สสวท.

- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2546ก). *การจัดสาระการเรียนรู้กลุ่มคณิตศาสตร์ ช่วงชั้นที่ 1-2 หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน*. กรุงเทพฯ: กราฟฟิคเกอร์.
- (2546ข). *เอกสารเสริมความรู้วิชาคณิตศาสตร์เรื่อง พัฒนาความรู้เชิงจำนวน โดยใช้โจทย์ปัญหา กิจกรรม และเกม*. กรุงเทพฯ: เอส. พี. เอ็น. การพิมพ์.
- (2548). *คู่มือครูสาระการเรียนรู้พื้นฐานคณิตศาสตร์ กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544*. พิมพ์ครั้งที่ 4. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว.
- (2549). *การเรียนรู้เพื่อโลกวันพรุ่งนี้ รายงานสรุปเพื่อการบริหารโครงการประเมินผลนักเรียนนานาชาติ Programme for International Student Assessment (PISA 2003)*. กรุงเทพฯ: เซเว่น พรินต์ติ้ง กรุ๊ป.
- สิริพร ทิพย์คง. (2545). *หลักสูตรและการสอนคณิตศาสตร์*. กรุงเทพฯ: บริษัทพัฒนาคุณภาพวิชาการ (พว.).
- สุรศักดิ์ หลาบลามา และอรพรรณ พรสีมา. (2547). *รายงานการสังเคราะห์โครงการฝึกอบรมครู โดยใช้โรงเรียนเป็นฐานในจังหวัดภาคเหนือ*. กรุงเทพฯ: สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา. อัดสำเนา.
- สุวิมล ว่องวานิช. (2546). *การพัฒนาครูโดยใช้การฝึกอบรมโดยใช้โรงเรียนเป็นฐาน*. (เอกสารประกอบการประชุมปฐมนิเทศโครงการสนับสนุนการฝึกอบรมครูโดยใช้โรงเรียนเป็นฐาน: นโยบายและแผนยุทธศาสตร์การพัฒนาครูเพื่อปฏิรูปการเรียนรู้). กรุงเทพฯ: ม.ป.พ. อัดสำเนา.
- (2547). *รายงานการสังเคราะห์ผลการดำเนินงานโครงการสนับสนุนการฝึกอบรมครู โดยใช้โรงเรียนเป็นฐานภาคกลางและกรุงเทพมหานคร*. กรุงเทพฯ: สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา. อัดสำเนา.
- (2550). *การวิจัยในชั้นเรียน*. ใน สารานุกรมวิชาชีพครู เฉลิมพระเกียรติพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัว เนื่องในโอกาสฉลองสิริราชสมบัติครบ 60 ปี. หน้า 91-98. กรุงเทพฯ: สำนักงานเลขาธิการคุรุสภา.
- โสภณ นุ่มทอง. (2543). *การจัดทำแผนการสอน: เอกสารประกอบการอบรมจัดทำผลงานวิชาการเพื่อเลื่อนระดับเงินเดือนให้สูงขึ้น ระหว่างวันที่ 16-18 สิงหาคม 2543 ณ วิทยาลัยเทคนิคพัทลุง*. พัทลุง: วิทยาลัยเทคนิคพัทลุง. อัดสำเนา.
- สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ. (2542). *รายงานการปฏิรูปการศึกษาของประเทศออสเตรเลีย*. กรุงเทพฯ: ทีพีพรินท์.

- สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ. (2544). *คู่มือการประเมินผลภายในของสถานศึกษา ตามมาตรฐานการศึกษา: การออกแบบระบบการประเมินผลภายใน*. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ: สำนักงานรับรองมาตรฐานและประเมินคุณภาพการศึกษา.
- สำนักงานคณะกรรมการข้าราชการครู. (2545). *หลักเกณฑ์และวิธีการในการกำหนดตำแหน่ง และแต่งตั้งข้าราชการครูให้ดำรงตำแหน่งอาจารย์ 3*. กรุงเทพฯ: สำนักงาน ก.ค.
- สำนักงานเลขาธิการคุรุสภา. (2548). *มาตรฐานวิชาชีพทางการศึกษา*. กรุงเทพฯ: สำนักมาตรฐาน วิชาชีพ.
- สำนักงานเลขาธิการนายกรัฐมนตรี. (2547). *ข่าวทำเนียบรัฐบาล “สรุปผลการประชุมคณะกรรมการ กลั่นกรองเรื่องเสนอคณะรัฐมนตรี คณะที่ 4”*. อัดสำเนา.
- สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา. (2547ก). *แนวทางการพัฒนาครูโดยใช้โรงเรียนเป็นฐาน*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- (2547ข). *รายงานการประชุม เรื่องการกำหนดนโยบายของรัฐบาลด้านการประชาสัมพันธ์การ ปฏิรูปการศึกษา*. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์วัฒนาพานิช.
- (2547ค). *การปฏิรูปการเรียนรู้ระดับการศึกษาขั้นพื้นฐาน: ผลลัพธ์ด้านผู้เรียน*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว.
- (2548ก). *ครูผู้เปิดประตูให้ผู้เรียนก้าวสู่โลกที่ดีกว่า. ใน วันครูโลก (World Teachers' Day) เอกสารแปล สรรวาม UNESCO/ILO/UNICEF และ EI/WCT ข้อเสนอแนะเกี่ยวกับ สถานภาพครู*. กรุงเทพฯ: สกศ.
- (2548ข). *รายงานสรุปสภาวะการขาดแคลนครูในระดับการศึกษาขั้นพื้นฐาน*. กรุงเทพฯ: สกศ.
- (2549ก). *รายงานผลการประชุมสมัชชาการศึกษาไทย ครั้งที่ 1 เนื่องในโอกาสวันครู โลก เรื่องการปฏิรูปครูและบุคลากรทางการศึกษา The First Thailand Education Congress (TEC 1) on the Occasion of World Teachers' Day 2005 on “Teacher and Educational Personnel Reform” ระหว่าง วันที่ 1-3 พฤศจิกายน 2548 ณ ศูนย์การ ประชุมอิมแพ็ค เมืองทองธานี นนทบุรี*. กรุงเทพฯ: สกศ.
- (2549ข). *การศึกษารูปแบบการปฏิรูปการเรียนรู้ทั้งโรงเรียนของประเทศที่ประสบ ความสำเร็จด้านการปฏิรูปการศึกษา*. กรุงเทพฯ: สกศ.
- (2551). *รายงานผลการศึกษาวิจัยเรื่อง สภาวะการขาดแคลนครู คณาจารย์ และ บุคลากรทางการศึกษาและข้อเสนอแนวทางแก้ไข*. กรุงเทพฯ: สกศ.

- สมวงษ์ แปลงประสพโชค สมเดช บุญประจักษ์ และจรรยา ภูอุดม. (2549). *นวัตกรรมเพื่อพัฒนาคุณภาพการจัดการศึกษาคณิตศาสตร์ขั้นพื้นฐานของนักเรียนไทย: การศึกษาสาเหตุนักเรียนไทยอ่อนคณิตศาสตร์และแนวทางแก้ไข*. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร. อัดสำเนา.
- สมศักดิ์ คงเที่ยง. (2550). การพัฒนาวิชาชีพ. ใน *สารานุกรมวิชาชีพครู เฉลิมพระเกียรติพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัว เนื่องในโอกาสฉลองสิริราชสมบัติครบ 60 ปี*. หน้า 77-82. กรุงเทพฯ: สำนักงานเลขาธิการคุรุสภา.
- อเนก จันทจรูญ. (2545). *การพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โดยใช้ชุดการเรียนการสอน*. ปรินญานิพนธ์ กศ.ม. (คณิตศาสตร์). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- เอมอร สิทธิรักษ์. (2546). *การพัฒนาสำนึกเกี่ยวกับจำนวนเรื่อง เศษส่วนและทศนิยมของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6*. ปรินญานิพนธ์ กศ.ด. (คณิตศาสตร์ศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- อำนวย เถาตระกูล. (2541). *คู่มือการเขียนแผนการสอนเพื่อนำไปสู่การประกันคุณภาพอาชีวศึกษา*. กรุงเทพฯ: เอมพันธ์.
- อัมพร ม้าคะนอง. (2547). ความเข้าใจเชิงมโนทัศน์: จุดเน้นของงานสอนคณิตศาสตร์. ใน *ประมวลบทความหลักการและแนวทางการจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์*. หน้า 110-125. กรุงเทพฯ: บพิธการพิมพ์.
- องอาจ นัยพัฒน์. (2551). *วิธีวิทยาการวิจัยเชิงปริมาณและเชิงคุณภาพทางพฤติกรรมศาสตร์และสังคมศาสตร์*. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ: สามลดา.
- Akiba, M.; LeTendre, G. K.; & Scribner, J. P. (2007). Teacher Quality, Opportunity Gap, and National Achievement in 46 Countries. *Educational Researcher*. 36(7): 369-387.
- American Educational Research Association. (2002). *New Study Reports How Math and Science Teachers Increase their Own Knowledge and Skills*. Washington, D.C.: AERA.
- Amsterdam, C. E. (2001). A Study of The Relationship between Elementary Teachers and Principal Professional Development and Student Mathematics Achievement. *Dissertation Abstracts International*. 62-05A.

- An, S.; Kulm, G.; & Wu, Z. (2004). The Pedagogical Content Knowledge of Middle School, Mathematics Teachers in China and The U.S. *Journal of Mathematics Teacher Education*. 7: 145-172.
- APEC Human Resources Development Working Group: Education Network. (2007). *APEC-KHON KAEN International Symposium 2007: Innovative Teaching Mathematics through Lesson Study (II) Focusing on Mathematical Thinking 16-20 August 2007*. Center for Research in Mathematics Education, Faculty of Education, Khon Kaen University. Printing.
- Arraf, S. (1996). *Schoolwide Design: Effective Models for Diverse Learners*. Retrieved August 1, 2007, from http://www.wcerwisc.edu/ccvi/pub/newsletter/Aug1996/SpEd_Setting_Stage/Effective_Models_for_Diverse_Learners.html.
- Ascher, C.; & Fruchter, N. (2001). Teacher Quality and Student Performance in New York City's Low-Performing Schools. *Journal of Education for Students Placed at Risk*. 6(3): 199-214.
- Artzt, A. F. (1996). Developing Problem-Solving Behaviour by Assessing Communication in Cooperative Learning Groups. In *Communication in Mathematics, K-12. 1996 Yearbook*. pp. 116-125. Reston, Virginia: National Council of Teachers of Mathematics.
- Artzt, A. F.; & Newman, C. M. (1990). Cooperative Learning. *Mathematics Teacher*. 83(6): 448-452.
- Askew, M.; et al. (1997). *Effective Teachers of Numeracy*. Final report. King' s College, London.
- Baba, T. (2007). Japanese Education and Lesson Study: An Overview. In *Japanese Lesson Study in Mathematics Its Impact, Diversity and Potential for Educational Improvement*. Isoda, M.; et al. pp. 2-7. Singapore: World Scientific Publishing.
- Baker, M.; & Chick, H. L. (2006). Pedagogical Content Knowledge for Teaching Primary Mathematics: A Case Study of Two Teachers. In *Identities, Cultures and Learning Spaces (Proceedings of the 29th Annual Conference of the Mathematics Education Research Group of Australasia)*. Grootenboer, P.; Zevenbergen, R.; & Chinnappan, M. pp. 139-146. . Sydney: MERGA. Photocopied.

- Ball, D. L. (1988). *The Subject Matter Preparation of Prospective Mathematics Teachers: Challenging the Myths (Research Report 88-3)*. East Lansing, MI: Michigan State University, National Center for Research on Teacher Learning.
- (1991). Research on Teaching Mathematics: Making Subject Matter Knowledge Part of The Equation. In *Advances in Research on Teaching, Vol. 2: Teachers' Knowledge of Subject Matter as it Relates to their Teaching Practice*. Brophy, J. pp. 1-48. Greenwich, CT: JAI Press.
- (1992). Magical Hopes: Manipulative and The Reform of Math Education. *American Educator*. 16(2): 14-18; 46-47.
- (2000). Bridging Practice : Intertwining Content and Pedagogy in Teaching and Learning to Teach. *Journal of Teacher Education*. (51): 241-247.
- Ball, D. L.; & Cohen, D. K. (1999). Developing Practice, Developing Practitioners: Toward a Practice-Based Theory of Professional Education. In *Teaching as The Learning Profession: Handbook of Policy and Practice*. pp. 3-32. San Francisco: Jossey-Bass.
- Barrett, G. B.; et al. (1992). *Contemporary Precalculus through Applications: Functions Data Analysis, and Matrices*. Dedham, MA: Janson.
- Baroody, A. J. (1993). *Problem Solving, Reasoning, and Communicating, K-8. Helping Children Think Mathematically*. New York: Macmillan Publishing Company.
- Baxter, J. A.; & Lederman, N. G. (1999). Assessment and Measurement of Pedagogical Content Knowledge. In *Examining Pedagogical Content Knowledge: PCK and Science Education*. Gress-Newsome, J.; & Lederman, N. G. pp. 147-161. Netherlands: Kluwer Academic Publisher.
- Beker, D. L. (1994). *Assessing and Describing Sixth Grade Students Use of Number Sense to Demonstration Understanding of Mathematics Concepts*. Master's Thesis. Auburn University. Photocopied.
- Bodilly, S. (2001). New American Schools' Concept of Break The Mold Designs: How Designs Evolved and Why. *Rand Web Site*. Retrieved August 3, 2007, from <http://www.rand.org/publications/MR/MR1288/>.

- Borman, G.; & Kimball, S. (2005). *Teacher Quality and Educational Equality: Do Teachers with Higher Standard-Based Evaluation Ratings Close Student Achievement Gaps?* Elementary School Journal. 106(1): 3-20.
- Boyd; et al. (2006). How Changes in Entry Requirements Alter the Teacher Workforce and Affect Student Achievement. *Educational Finance and Policy*. 1(2): 176-215.
- Bray, J. N.; et al. (2000). *Collaborative Inquiry in Practice: Action, Reflection, and Making Meaning*. Thousand Oaks, CA: Sage.
- Brown, C. A.; Smith, M. S.; & Stein, M. K. (1996). *Linking Teacher Professional Development to Enhanced Classroom Instruction*. Paper Presented at The Meeting of The American Educational Research Association, New York.
- Byrum, J. L.; Jarrell, R.; & Munoz, M. (2002). *The Perceptions of Teachers and Administrators on The Impact of The Lesson Study Initiative*. Louisville, KY: Jefferson Country Public Schools.
- Caldwell, B. J.; & Spinks, J. M. (1998). *Beyond The Self-Managing School*. London: Falmer Press.
- Campbell, P. F.; & White, D. Y. (1997). Project IMPACT: Influencing and Supporting Teacher Change in Predominantly Minority Schools. In *Mathematics Teachers in Transition*. Fennema, E.; & Nelson, B. S. pp. 309-355. Mahwah, NJ: Erlbaum.
- Carpenter, T. P.; et al. (1988). Teachers' Pedagogical Content Knowledge of Students' Problem Solving in Elementary Arithmetic. *Journal for Research in Mathematics Education*. 19(5): 385-401.
- Carr; & Harris. (1996). *How to Use Standards in the Classroom*. The Association for Supervision and Curriculum Development (ASCD). VA.
- Chalmer, B. J. (2001). Collaborative Assessment: An Alternative to Psychology Evaluation. *Vermont Center for Collaboration Assessment Web site*. Retrieved July 10, 2007, from <http://www.someware.com/vcca>.
- Charles, R; et al. (1987). *How to Evaluate Progress in Problem Solving*. Reston, Virginia: National Council of Teacher of Mathematics.
- Charles, R.; & Lester, F. K. (1982). *Teaching Problem Solving. What Why & How*. Palo Alto, Carifornia: Dale Semour Publications.

- Charles, R.; Lester, F. K.; & O'Daffer. (1987). *How to Evaluate Progress in Problem Solving*. Reston, Virginia: National Council of Teacher of Mathematics.
- Chick, H. L.; Pham, T.; & Baker, M. (2006). Probing Teachers' Pedagogical Content Knowledge: Lessons from the Case of the Subtraction Algorithm. In *Identities, Cultures and Learning Spaces (Proceedings of the 29th Annual Conference of the Mathematics Education Research Group of Australasia)*. Grootenboer, P.; Zevenbergen, R.; & Chinnappan, M. pp. 139-146. Sydney: MERGA. Photocopied.
- Chick, H. L.; & Stacy, K. (2003). *Australian Research Council Discovery-Project Grant Application, DP 0344229*. Melbourne, Victoria. Photocopied.
- Chick, H.; et al. (2006). *Aspects of Teachers' Pedagogical Content Knowledge for Decimals*. Manuscript submitted for publication. Photocopied.
- Chokshi, S.; & Fernandez, C. (2004). Challenges to Importing Japanese Lesson Study: Concerns, Misconceptions and Nuances. *Phi Delta Kappan*. 85(7): 520-525.
- Clark, B.; & Kamii, C. F. (1996). Identification of Multiplicative Thinking in Children in Grade 1-5. *Journal for Research in Mathematics Education*. 27: 41-51.
- Clarke, D. (1994). Ten Key Principles from Research for The Professional Development of Mathematics Teachers. In *Professional Development for Teachers of Mathematics: 1994 Yearbook*. pp. 37-48. Reston, VA: National Council of Teachers of Mathematics.
- Cobb, P.; Wood, T.; & Yackel, E. (1990). Classroom as Learning Environments for Teachers and Researchers. In *Constructivist Views on the Teaching and Learning of Mathematics (JRME Monograph 4)*. Davis, R.; Maher, C.; & Noddings, N. pp. 125-146. Reston, VA: National Council of Teachers of Mathematics.
- Cocharn, K. F. (1997). Pedagogical Content Knowledge: Teachers' Integration of Subject Matter, Pedagogy, Students, and Learning Environments. *Research Matter-to the Science Teacher*. No. 9702. National Association of Research in Science Teaching.
- Cogan, M. L. (1973). *Clinical Supervision*. Boston: Houghton Muffin.
- Collay, M.; et al. (1998). *Learning Circles: Creating Conditions for Professional Development*. Thousand Oaks, CA: Corwin Press.

- Cooney, T. J. (1988). The Issue of Reform: What have We Learned from Yesteryear? *Mathematics Teacher*. 81: 352-363.
- Cooney, T. J.; Davis, E. J.; & Henderson, K. B. (1975). *Dynamics of Teaching Secondary School Mathematics*. Boston: Houghton Mifflin Company.
- Corcoran, T. B. (1995). *Helping Teachers Teach Well: Transforming Professional Development (CPRE Policy Brief No. RB-16)*. Philadelphia: Consortium for Policy Research in Education.
- Cramer, K.; et al. (1997). *The Rational Number Project Fraction Lessons: Level 1 and Level 2*. Dubuque, Iowa: Kendall/Hunt Publishing.
- Cruikshank, D. E.; & Sheffield, L. J. (1992). *Teaching and Learning Elementary and Middle School Mathematics*. New York: Macmillan Publishing Company.
- Darling-Hammond, L. (1997). *The Right to Learn: A Blueprint for Creating Schools that Work*. San Francisco, CA: Jossey-Bass.
- (1999). *Teacher Quality and Student Achievement: A Review of State Policy Evidence*. Seattle: University of Washington, Center for Teaching and Policy.
- (2000). Teacher Quality and Student Achievement: A Review of State Policy Evidence. *Educational Policy Analysis Archives*. 8(1).
- (2004). Inequality and The Right to Learn: Access to Qualified Teachers in California's Public Schools. *Teachers College Record*. 106(10): 1936-1966.
- (2006). Securing the Right to Learn: Policy and Practice for Powerful Teaching and Learning. *Educational Researcher*. 35(7): 13-24.
- Darling-Hammond, L.; & McLaughlin, M. W. (1995). Policies that Support Professional Development in An Era of Reform. *Phi Delta Kapan*. 76(8): 597-604.
- Darling-Hammond, L.; & Youngs, P. (2002). Defining "highly qualified teachers" What does "Scientifically-based research" actually tell us? *Educational Researcher*. 31(9): 13-25.
- Datnow, A.; Hubbard, L.; & Mehan, H. (1998). Educational Reform Implementation: A Co-Constructed Process. *Center for Research on Education, Diversity, and Excellence (CREDE)*. Retrieved July 9, 2007, from <http://www.cal.org/crede/pubs/research/rr5.htm>.

- Davidson, N. (1990). Small Group Cooperative Learning. In *Teaching & Learning Mathematics in The 1990s. 1990 Yearbook*. pp. 52-61. Reston, Virginia: National Council of Teachers of Mathematics.
- De Cecco, J. P. (1968). *The Psychology of Learning and Instruction: Educational Psychology*. Englewood: Pentice-Hall.
- Delcourt; et al. (2001). Evaluation of the Effects of Programming Arrangements on Student Learning Outcomes. *Homepage of Neag Center, NRC/GT Page, University of Connecticut*. Retrieved July 9, 2007, from <http://www.gifted.uconn.edu/whatnrc.html>.
- Dilworth, M. E.; & Lmig, D. G. (1995). *Reconceptualizing Professional Teacher Development*. ERIC Digest, ERIC Clearinghouse on Testing and Teacher Education Washington DC, ED383695.
- Donovan, J. A.; & Jerald, R. R. (1972). *Guidelines for Teaching Mathematics*. 2nd ed. Wadsworth Publishing.
- Downess, L. M.; & Paling, D. (1957). *Teaching of Arithmetic in the Thailand Primary School*. (6): 338-340.
- Dufour, R.; & Eaker, R. (1998). *Professional Learning Communities at Work: Best Practice for Enhancing Student Achievement*. Bloomington, IN: National Educational Service.
- Duquette, R. J. (1972). Some Thought on Piaget's Finding and the Teaching of Fraction. *Arithmetic Teacher*. (15): 273-257.
- Educational Review Office. (2001). *In-Service Training for Teachers in New-Zealand Schools*. Retrieved November 15, 2006, from <http://www.ero.govt.nz/Publications/pubs2000/InserviceTraining.html>.
- Eggen, P. D.; & Kauchak, D. P. (1995). *Strategies for Teaching Content and Thinking Skills*. 3rd ed. Boston: Allyn and Bacon.
- El-Baz, E. A. R.; et al. (2003). *School-Based Training Modules*. Retrieved November 15, 2006, from <http://www.ielp2.org/Resources/SBT/Chapters/02INTRODUCTION.pdf>
- Ellerbruch, L. W.; & Payne, J. N. (1978). A Teaching Sequence from Initial Fraction Concepts through the Addition of Unlike Fractions. In *Developing Computational Skills: 1978 Yearbooks*. Suydam, M. N.; & Reys, R. E. pp. 129-147. USA: National Council of Teachers of Mathematics.

- Elmore, R. (2002). *Bridging the Gap between Standards and Achievement: The Imperative for Professional Development in Education*. Washington, DC: Albert Shanker Institute.
- Empson, S. B. (1999). *Equal Sharing and Shared Meaning: The Development of Fraction Concepts in a First-Grade Classroom*. *Cognition and Instruction*. 17: 283-342.
- Even, R.; & Tirosh, D. (1995). Subject-Matter Knowledge and Knowledge about Students as Sources of Teacher Presentations of The Subject Matter. *Educational Studies in Mathematics*. 29: 1-20.
- Fernandez, C.; et al. (2001). *Learning about Lesson Study in the United States*. New York: M. E. Share.
- Fernandez, C.; & Chokshi, S. (2002). A Practical Guide to Translating Lesson Study for A U.S. Setting. *Phi Delta Kappan*. 84(2): 128-134.
- Fernandez, C.; Cannon, J.; & Chokshi, S. (2003). A U.S.-Japan Lesson Study Collaboration Reveals Critical Lenses for Examining Practice. *Teaching and Teacher Education*. 19(2): 171-185.
- Fernandez, C.; & Yoshida, M. (2004). *Lesson Study: A Japanese Approach to Improving Mathematics Teaching and Learning*. New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates.
- Fernandez-Balboa, J.; & Stiehl, J. (1995). The Generic Nature of Pedagogical Content Knowledge among College Professors. *Teaching & Teacher Education*. 11(3): 293-306.
- Fennema, E.; & Franke, M. L. (1992). Teachers Knowledge and its impact. In *Handbook of Mathematics Teaching and Learning*. Grouws, D. A. pp. 147-164. New York: Macmillan Publishing Company.
- Ferguson, R. F.; & Womack, S. T. (1993). The Impact of Subject Matter and Education Coursework on Teaching Performance. *Journal of Teacher Education*. 44(1): 55-63.
- Gadanidis, G. (1988). Problem Solving: The Third Dimension in Mathematics Teaching. *Mathematics Teacher*. 81: 16-22.
- Gant, L. P. (2000). *30 Key Steps to Successful Diversity Management*. *Performance Improvement*. 39(8): 24-34.

- Garet, M. S.; et al. (2001). What Makes Professional Development Effective? Results from A National Sample of Teachers. *American Educational Research Journal*. 38(4): 915-945.
- Gearhart, M.; et al. (1999). Opportunities to Learn Fractions in Elementary Mathematics Classrooms. *Journal for Research in Mathematics Education*. 30: 286-315.
- Glenn, W. (1957). Help Children Discovery Fraction Facts. *Arithmetic Teacher*. (4): 250-255.
- Goldhaber, D. D.; & Brewer, D. J. (2000). Does Teacher Certification Matter? High School Teacher Certification Status and Student Achievement. *Educational Evaluation and Policy Analysis*. 22(2): 129-146.
- Graeber, A. O. (1999). Forms of Knowing Mathematics: What Pre-service Teachers Should Learn. *Educational Studies in Mathematics*. 38(1-3): 189-208.
- Greenwald, R; Hedges, L. V.; & Laine, R. D. (1996). The Effect of School Resources on Student Achievement. *Review of Educational Research*. 66(3): 361-396.
- Gress-Newsome, J. (1999). Pedagogical Content Knowledge: An Introduction and Orientation. In *Examining Pedagogical Content Knowledge: PCK and Science Education*. Gress-Newsome, J.; & Lederman, N. G. pp. 3-17. Netherlands: Kluwer Academic Publisher.
- Grossman, P. L. (1988). *A Study in Contrast: Resources of Pedagogical Content Knowledge for Secondary English*. Dissertation, Ph.D. Stanford: Stanford University. Photocopied.
- Gunter, M. A.; Ester, T. H.; & Schwad, J. (1995). *Instruction: A Models Approach*. 2nd ed. Boston: Allyn and Bacon.
- Guskey, T. R. (2000). *Evaluating Professional Development*. Thousand Oaks, CA: Corwin Press.
- Haertel, E. H. (1999). Performance Test, Simulations, and Other Methods. In *The New Handbook of Teacher Evaluation: Assessing Elementary and Secondary Teachers*. Millman, J.; & Darling-Hammond, L. Newbury Park, CA: Sage.

- Hallinger, P.; & Kantamara, P. (2001). Exploring The Cultural Context of School Improvement in Thailand. *School Effectiveness and School Improvement*. 12(4): 385-408.
- Hart, C. C. (1993). Some Factors That Impede or Enhance Performance in Mathematical Problem Solving. *Journal Research in Mathematics Education*. 24(2): 167-171.
- Hashimoto, Y. (2007). International Comparative Classroom Research Project. In *Japanese Lesson Study in Mathematics Its Impact, Diversity and Potential for Educational Improvement*. Isoda, M.; et al. pp. 198-201. Singapore: World Scientific Publishing.
- Hattori, K. (2007). Lesson Study in South Africa. In *Japanese Lesson Study in Mathematics Its Impact, Diversity and Potential for Educational Improvement*. Isoda, M.; et al. pp. 226-229. Singapore: World Scientific Publishing.
- Hawk, P. P.; Coble, C. R.; & Swanson, M. (1985). Certification: It does Matter. *Journal of Teacher Education*. 36(3): 13-15.
- Hawley, W. D.; & Valli, L. (1999). The Essentials of Effective Professional Development: A New Consensus. In *Teaching as The Learning Profession: Handbook of Policy and Practice*. pp. 127-150. San Francisco: Jossey-Bass.
- Heaton, R. M. (1994). *Creating and Studying a Practice of Teaching Elementary Mathematics for Understanding*. Dissertation, Ph.D., Michigan State University. Dissertation Abstracts International, 55-07A, 1860.
- (2000). *Teaching Mathematics to the New Standards: Relearning the Dance*. New York: Teachers College Press.
- Heddens, J. W.; & Speer, W. R. (1992). *Problem Solving Decision Making and Communicating in Mathematics*. New York: Macmilan Publishing Company.
- Henningsen, M.; & Stein, M. K. (1997). Mathematical Tasks and Student Cognition: Classroom-Based Factors that Support and Inhibit High-Level Mathematical Thinking and Reasoning. *Journal for Research in Mathematics Education*. 28: 524-549.
- Hiebert, J.; Gallimore, R.; & Stigler, J. W. (2002). A Knowledge Base for the Teaching Profession: What would it Look Like and How can we Get One ? *Educational Researcher*. 31(5): 3-15.

- Hill, H. C.; Rowan, B.; & Ball, D. L. (2005). Effects of Teachers' Mathematical Knowledge for Teaching on Student Achievement. *American Educational Research Journal*. 42: 371-406.
- Hodges, T. E.; Landry, G. A.; & Cady, J. (2009). Transform Textbook Lessons. *Teaching Children Mathematics*. 16(1): 42-48.
- Holmes, E. E. (1995). *New Direction in Elementary School Mathematics Interactive Teaching and Learning*. Englewood Cliffs, New Jersey: Prentice-Hall.
- Hunting, R. (1991). The Social Origins of Prefraction Knowledge in Three-Year-Olds. In *Early Fraction Learning*. Hunting, R.; & Davis, G. pp. 55-72. New York: Springer-Verlag.
- Ingersoll, R. M. (2007). *A Comparative Study of Teacher Preparation and Qualifications in Six Nations*. Reporting on Issues and Research in Education Policy and Finance. University of Pennsylvania.
- Inprasitha, M; et al. (2006). *A Progressive Report on the APEC Project: "A Collaborative Syudy on Innovation for Teaching and Learning Mathematics in Difference Cultures among the APEC Member Economies" APEC-Khon Kaen International Symposium "Innovation and Good Practice for Teaching and Learning Mathematics through Lesson Study" October 2006*. Center for Research in Mathematics Education, Faculty of Education, Khon Kaen University.Printing.
- Isoda, M.; et al. (2006). The APEC-TSUKUBA International Conference "Innovative Teaching Mathematics through Lesson Study" January 15-20, 2006 Tokyo, Japan. *Tsukuba Journal of Educational Study in Mathematics*. Tsukuba, Japan: Maeda
- Isoda, M. (2007). A Brief History of Mathematics Lesson Study in Japan. In *Japanese Lesson Study in Mathematics Its Impact, Diversity and Potential for Educational Improvement*. Isoda, M.; et al. pp. 8-15. Singapore: World Scientific Publishing.
- Iverson, P. W.; & Yoshida, M. (2005). *Building Our Understanding of Lesson Study*. Philadelphia: Research for Better Schools.
- Jerald, C.; & Ingersoll, R. M. (2002). *All Talk, No Action: Putting An End to Out-of-Field Teaching*. Washington, DC: Education Trust. Retrieved November 15, 2006, from <http://www.edtrust.org/main/documents/AllTalk.pdf>

- Johnson, D. W.; & Johnson, R. T. (1989). Cooperative Learning in Mathematics Education. In *New Directions for Elementary School Mathematics. 1989 Yearbook*. pp. 234-245. Reston, Virginia: National Council of Teacher of Mathematics.
- Joyce, B.; & Weil, M. (1992). *Model of Teaching*. Boston: Allyn & Bacon.
- Kamii, C.; & Dominick, A. (1997). To Teach or Not to Teach Algorithms. *Journal of Mathematical Behavior*. 16(1): 51-61.
- Kazemi, E; & Franke, M. L. (2000). Understanding Teacher Learning as Changing Participation in Communities of Practice. In *Proceedings of the Twenty Second Annual Meeting of the North American Chapter of the International Groups for the Psychology of Mathematics Education*. Fernandez, M. L. pp. 561-566. Columbus, OH: ERIC Clearinghouse for Science, Mathematics and Environmental Education.
- Kemmis, S. (1988). Action Research. In *Educational Research, Methodology, and Measurement: An International Handbook*. Keeves, J. P. pp. 42-49. Oxford: Pergamon Press.
- Kantowski, M. G. (1980). Some Thoughts on Teaching for Problem Solving. In *Problem Solving in School Mathematics. 1980 Yearbook*. pp. 195-203. Reston, Virginia: The National Council of Teacher of Mathematics.
- Kennedy, L. M.; & Tipps, S. (1994). *Guiding Children's Learning of Mathematics*. Belmont, California: Wadsworth.
- Kieren, T. E. (1976). On the Mathematical, Cognitive, and Instructional Foundations of Rational Numbers. In *Number and Measurement, Paper from a Research Workshop*. Lesh, R. A. pp. 101-144. Columbus, Ohio: ERIC/SMEAC.
- Kilpatrick, J.; et al. (1996). Teaching and Learning Cross-Country Mathematics: A Story of Innovation in Precalculus. In *Bold Venture: Vol. 3. Case Studies of U.S. Innovations in Mathematics Education*. Raizen, S. A.; & Britton, E. D. pp. 133-243. Dordrecht, The Netherlands: Kluwer.
- Knoke, S.; & Kuklinski, J. H. (1982). *Network Analysis*. Newbury Park: Sage Publications.
- Koseki, K. (2007). Lesson Study in Indonesia. In *Japanese Lesson Study in Mathematics Its Impact, Diversity and Potential for Educational Improvement*. Isoda, M.; et al. pp. 214-215. Singapore: World Scientific Publishing.

- Krulik, S.; & Rudnick, J. A. (1993). *Reasoning and Problem Solving. A Handbook for Elementary School Teachers*. Boston: Allyn & Bacon.
- (1995). *The New Sourcebook for Teaching Reasoning and Problem Solving in Elementary School*. Massachusetts: Allyn & Bacon.
- (1998). *Assessing Reasoning and Problem Solving: A Sourcebook for Elementary School Teachers*. Massachusetts: Allyn & Bacon.
- Lamon, S. J. (1999). *Teaching Fractions and Ratio for Understanding: Essential Content Knowledge and Instructional Strategies for Teachers*. Mahwah, N.J.: Lawrence Erlbaum Associates.
- Lampert, M. (2001). *Teaching Problems and The Problems of Teaching*. United States of America: Yale University.
- Lampert, M.; & Ball, D. L. (1998). *Teaching, Multimedia, and Mathematics: Investigations of Real Practice*. New York: Teachers College Press.
- Larson, H. L. (1966). The Structure of a Fraction. *Arithmetic Teacher*. 13: 236-237.
- Lasley, T.; & Matczynski, T. (1997). *Strategies for Teaching in a Diverse Society*. California: Wadworth.
- Lee, E.; et al. (2007). Assessing Beginning Secondary Science Teachers' PCK: Pilot Year Results. *School Science and Mathematics*. 107(2): 52-60.
- Lee, H. S.; & Sztajn, P. (2008). Focusing on Unit to Support Prospective Elementary Teachers' Understanding of Division in Fractional Contexts. *School Science and Mathematics*. 108(1): 20-27.
- Lee, J. (2001). School Reform Initiatives as Balancing Acts: Policy Variation and Educational Convergence among Japan, Korea, England and The United States. *Educational Policy Analysis Archives*. 9(13). Retrieved July 9, 2007, from <http://epa.asu.edu/epaa/v9n13.html>.
- Leinhardt, G.; et al. (1991). Where Subject Knowledge Matters. In *Advances in Research on Teaching: Teachers' Knowledge of Subject Matter as It Relates to their Teaching Practice*. Brophy, J. pp. 87-113. Greenwich, Connecticut: Jai Press.
- Leinhardt, G.; & Smith, D. A. (1985). Expertise in Mathematics Instruction: Subject Matter Knowledge. *Journal of Education Psychology*. 77: 247-271.

- Lesson Study Group at Mills College. (2007). *What is Lesson Study?* Retrieved March 19, 2007, from <http://www.lessonresearch.net>
- Lesson Study Research Group. (2006). *What is Lesson Study?* Retrieved September 5, 2006, from <http://www.teachercollege.edu/lessonstudy/whatislessonstudy.html>
- LeTendre, G; et al. (2001). The Policy Trap: National Educational Policy and The Third International Math and Science Study. *International Journal of Educational Policy* .
- Lewis, C. (2000, April). *Lesson Study: The Core of Japanese Professional Development*. Paper Presented at the American Educational Research Association. New Orleans, LA.
- . (2002a). Does Lesson Study have a Future in the United State?. *Journal of the Nagoya University Education Department*.
- . (2002b). *Lesson Study: A Handbook of Teacher-Led Instructional Change*. Philadelphia: Research for Better Schools.
- . (2005). How do Teachers Learn during Lesson Study? In *Building our Understanding of Lesson Study*. Wang-Iverson, P; & Yoshida, M. pp. 77-84. Philadelphia: Research for Better Schools.
- Lewis, C.; et al. (2006). Lesson Study Comes of Age in North America. *Phi Delta Kappan*. 88(4): 273-281.
- Lewis, C; Perry, R.; & Hurd, J. (2004). A Deeper Look at Lesson Study. *Educational Leadership*. 18-22.
- Lewis, C.; Perry, R.; & Murata, A. (2003). *Lesson Study and Teachers' Knowledge Development: Collaborative Critique of a Research Model and Methods*. Paper Presented at The Annual Meeting of The American Educational Research Association, Chicago, IL.
- Lewis, C; & Tsuchida, I. (1997). Planned Educational Change in Japan: The Shift to Student-Centered Elementary Science. *Journal of Education Policy*. 12(5): 313-331.
- . (1998, winter). A Lesson is Like a Swiftly Flowing River: How Research Lessons Improve Japanese Education. *American Educator*. 14-17, 50-52.
- Lieberman, A.; & Miller, L. (1999). *Teachers: Transforming their World and their Work*. New York: Teachers College Press.

- Lim-Teo, S.; et al. (2007). The Development of Diploma in Education Student Teachers' Mathematics Pedagogical Content Knowledge. *International Journal of Science and Mathematics Education*. 5(2): 237-261
- Linda, D; Margaret, B; & Olwen, G. (1984). *Children Learning Mathematics*. 274-291.
- Linn, M.; et al. (2000). Beyond Fourth-Grade Science: Why do U.S. and Japanese Students Diverge? *Educational Researcher*. 29(3): 4-14.
- Liptak, L. (2005). For Principals: Critical Elements. In *Building Our Understanding of Lesson Study*. pp. 39-44. Philadelphia: Research for Better Schools.
- Loughran, J.; et al. (2001). Documenting Science Teachers' Pedagogical Content Knowledge through PaP-eRs. *Research in Science Education*. 31: 289-307.
- (2004). In Search of Pedagogical Content Knowledge in Science: Developing Ways of Articulating and Documenting Professional Practice. *Journal of Research in Science Teaching*. 41(4): 370-391.
- Lokan, J.; Ford, P.; & Greenwood, L. (1997). *Maths and Science on the line: Australian Middle Primary Students' Performance in the Third International Mathematics and Science Study*. Melbourne: ACER.
- Loucks-Horsley, S.; et al. (1998). *Designing Professional Development for Teachers of Science and Mathematics*. Thousand Oaks, CA: Corwin Press.
- Lunenberg, F. C.; & Ornstein, A. C. (1996). *Educational Administration: Concepts and Practices*. 2nd ed. Belmont: Wadsworth Publishing.
- Ma, L. (1999). *Knowing and Teaching Elementary Mathematics: Teachers' Understanding of Fundamental Mathematics in China and the United States*. Mahwah, New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates.
- Magnusson, S.; et al. (1999). Nature, Sources, and Development of Pedagogical Content Knowledge for Science teaching. In *Examining Pedagogical Content Knowledge: PCK and Science Education*. Gress-Newsome, J.; & Lederman, N. G. pp. 95-132. Netherlands: Kluwer Academic Publisher.
- Maher, C. A. (1994). *Bits and Pieces: Helping Children Build Ideas about Fractions and Proof*. Videotape, in English or Portuguese. New Brunswick, N.J.: Robert B. Davis Institute for Learning.

- Marks, R. (1990). Pedagogical Content Knowledge: From a Mathematical Case to a Modified Conception. *Journal of Teacher Education*. 41(3): 3-11.
- Matthews, M. E.; Hlas, C. S.; & Finken, T. M. (2009). Using Lesson Study and Four-Column Lesson Planning with Preservice Teachers. *Mathematics Teacher*. 102(7): 504-508.
- McAdams, R. P. (1997). A System Approach to School Reform. *Phi Delta Kappan*. 97(2): 138-143. Retrieved June 28, 2007, from http://edelpage.the-mooseboy.com/7000/systems_approach_school_reform.html
- Mewborn, D. S. (2003). Teaching, Teachers' Knowledge, and their Professional Development. In *A Research Companion to Principles and Standards for School Mathematics*. Kilpatrick, J; Martin, W. G.; & Schifter. pp. 45-52. United States of America: National Council of Teachers of Mathematics.
- Ministry of Education, Culture, Sports, Science and Technology (MEXT). (2004). *Educational Reform: Education Reform Plan for the 21st Century*. Retrieved September 10, 2007, from <http://www.mext.go.jp/english/org/reform/07.htm>.
- Mohr, M. (2006). Mathematics Knowledge for Teaching. *School Science and Mathematics*. 106(6): 219.
- Muangnapoe, C. (1975). *An Investigation of the Learning of the Initial Concept and Oral Written Symbol for Fractional Numbers in Graders Three and Four*. Dissertation, Ph.D. (Mathematics Education). Michigan. Photocopied.
- Murata, A; & Takahashi, A. (2002). *Vehicle to Connect Theory, Research, and Practice: How Teacher Thinking Changes in District-Level Lesson Study in Japan*. Paper Presented at The Twenty-Fourth Annual Meeting of The North American Chapter of The International Group of The Psychology of Mathematics Education, Columbus, Ohio.
- National Commission on Mathematics and Science Teaching for the 21st Century. (2000). *Before It's too Late: A Report to the Nation from the National Commission on Mathematics and Science Teaching for the 21 Century*. Washington, D.C.: National Commission on Mathematics and Science Teaching for the 21st Century.
- National Council of Teachers of Mathematics. (2000). *Principles and Standards for School Mathematics*. Reston, VA: NCTM.

- National Council of Teachers of Mathematics. (2008). *2007-2008 NCTM Lesson Study Course*. Retrieved February 15, 2008, from <http://2007-2008 NCTM Lesson Study Course.htm>
- National Research Council. (1996). *National Science Education Standards*. Washington, DC: National Academy Press.
- . (2000). *Inquiry and The National Science Education Standards*. Washington, DC: National Academy Press.
- Neyland, J. (1994). *Collaboration Team Work Mathematics Education: A Handbook for Teachers Volume 1*. Wellington: Wellington Colleges of Education.
- North Center Regional Educational Library (NCREL). (1998). How do We Select a Comprehensive School Reform Model ? *New Leaders for Tomorrow Schools*. Retrieved November 3, 2008, from <http://www.ncrel.org/cscd/pubs/lead52/52select.htm>.
- Northwest Regional Educational Laboratory (NWREL). (2000). *School Improvement Program, National Specialty in School Change: Catalog of School Reform Models*. Retrieved November 3, 2008, from <http://www.nwrel.org/scpd/natspec/catalog>.
- . (2004). *The National Clearinghouse for Comprehensive School Reform*. Retrieved November 3, 2008, from <http://www.nwrel.org/scpd/catalog/ModelDetails.asp?ModelID=13>.
- Odani, K. (2007). Lesson Study in Cambodia. In *Japanese Lesson Study in Mathematics Its Impact, Diversity and Potential for Educational Improvement*. Isoda, M.; et al. pp. 206-209. Singapore: World Scientific Publishing.
- Office of Educational Research and Improvement. (1999). *National Awards Program for Model Professional Development*. Washington, DC: U.S. Department of Education.
- Office of Elementary and Secondary Education (OESE). (2000). Guidance on the Comprehensive School Reform Demonstration Program. *Homepage of the Elementary and Secondary Education, U.S. Department of Education*. Retrieved November 4, 2008, from <http://www.ed.gov/office/OESE/compreform/csrdgui.html>.
- Ogawa, R. T. (1994). The Institutional Sources of Educational Reform: The Case of School-Based Management. *American Educational Research Journal*. 31(3): 519-548.

- Ohara, Y. (2007). How are Curriculum Standards Improved and Implemented. In *Japanese Lesson Study in Mathematics Its Impact, Diversity and Potential for Educational Improvement*. Isoda, M.; et al. pp. 30-35. Singapore: World Scientific Publishing.
- Okubo, K. (2007). Official In-Service Teacher Training System. In *Japanese Lesson Study in Mathematics Its Impact, Diversity and Potential for Educational Improvement*. Isoda, M.; et al. pp. 16-21. Singapore: World Scientific Publishing.
- Organisation for Economic Co-operation and Development. (1994). *Quality in Teaching*. Paris: OECD.
- (2004). *The Quality of The Teaching Workforce*. Paris: OECD.
- (2005). *Teacher Matter: Attracting, Developing and Retaining Effective Teachers*. Paris: OECD.
- Osborn, M; et al. (2003). *A World of Difference? Comparing Learners Across Europe*. Maidenhead, UK: Open University Press.
- Otis-Wilborn, A.; et al. (2000). *Standard, Benchmarks, and Indicators*. Retrieved November 15, 2006, from <http://ednet2.car.chula.ac.th/pgfhtml/004420/E2GH7/VSI.HTM>.
- Perry, R.; Lewis, C.; & Akiba, M. (2002). *Lesson Study in the San Mateo-Foster City School District*. Paper Presented at the 2002 Annual Meeting of the American Educational Research Association. New Orleans: LA.
- Peterson, P. (1988). Teaching for Higher-Order Thinking in Mathematics: The Challenge for The Next Decade. In *Effective Mathematics Teaching*. Grouws, T.J.; & Jone, D. pp. 2-26. New Jersey: Lawrence Erlbaum.
- Petrescu, C. A. (2005). *Linking Teacher Knowledge with Student Learning: A Network of Partnerships*. Final Evaluation Report. Ypsilanti: Eastern Michigan University.
- Pinar, W. F.; et al. (1995). *Understanding Curriculum*. New York: Peter Lang.
- Pirie, S. E. B.; & Kieren, T. E. (1992). Watching Sandy's Understanding Grow. *Journal of Mathematical Behavior*. 11: 243-257.
- Polya, G. (1957). *How to Solve It*. Princeton, New Jersey: Princeton University.

- Polya, G. (1980). On Solving Mathematical Problems in High School. In *Problem Solving in School Mathematics. 1980 Yearbook*. pp. 1-8. Reston, Virginia: National Council of Teachers of Mathematics.
- Post, G; & Varoz, S. (2008). Lesson-Study Groups with Prospective and Practicing Teachers. *Teaching Children Mathematics*. 14(8): 472-478.
- Post, T. R.; et al. (1991). Intermediate Teachers' Knowledge of Rational Number Concepts. In *Integrating Research on Teaching and Learning Mathematics*. Fennema, E.; Carpenter, T. P.; & Lamon, S. J. pp. 177-198. Albany: State University of New York Press.
- Preskill, H.; & Torres, R. T. (1999). *Evaluative Inquiry for Learning in Organizations*. New York: Doubleday.
- Presser, H. A. (1969). Measuring Innovativeness rather than Adoption. *Rural Sociology*. 34(4): 510-527.
- Putnam, R. T.; et al. (1992). Teaching Mathematics for Understanding: Discussing Case Studies of Four Fifth-Grade Teachers. *Elementary School Journal*. 93: 213-228.
- Reys, R. E.; et al. (1992). *Helping Children Learn Mathematics*. Boston: Allyn and Bacon.
- Rhine, S. (1998). The Role of Research and Teachers' Knowledge base in Professional Development. *Educational Researcher*. 29(3): 4-14.
- Rice, J. K. (2003). *Teacher Quality: Understanding the Effectiveness of Teacher Attributes*. Washington, DC: Economic Policy Institute.
- Riedesel, C. A.; et al. (1996). *Teaching Elementary School Mathematics*. New York: Allyn and Bacon.
- Riel, M. (1998). The Center for Collaborative Research in Education (CCRE). *Homepage of The CCRE, University of California, Irvine*. Retrieved November 30, 2007, from <http://www.rand.org/publications/MR/MR1288/>.
- Rivkin, S.; Hanushek, E.; & Kain, J. (2005). *Teachers, Schools and Academic Achievement*. *Econometrica*. 73(2): 417-458.
- Roderick, S. (1997). From Theory to Practice: Making Networks Happen in Schools. *Teachers Network*. Retrieved July 5, 2007, from <http://teachersnetwork.org/TNPI/research/Roderick.htm>.

- Rogers, E. M. (1962). *Diffusion of Innovations*. New York: The Free Press of Glencoe.
- (1983). *Diffusion of Innovations*. Third Edition. New York: The Free Press.
- Rogers, E. M.; & Shoemaker, F. F. (1971). *Communication of Innovations: A Cross Cultural Approach*. New York: The Free Press.
- Romagnano, L. (1994). *Wrestling with Change: The Dilemmas of Teaching Real Mathematics*. Portsmouth, NH: Heinemann.
- Rowan, B.; Chiang, F.; & Miller, R. J. (1997). Using Research on Employees' Performance to Study the Effects of Teachers on Students' Achievement. *Sociology of Education*. 70(4): 256-284.
- Rowan, B.; Correnti, R.; & Miller, R. J. (2002). What Large-Scale, Survey Research Tells Us about Teacher Effects on Student Achievement: Insights from The Prospects Study of Elementary Schools. *Teachers College Record*. 104: 1526-1567.
- Saito, N. (2007). Lesson Study in Laos. In *Japanese Lesson Study in Mathematics Its Impact, Diversity and Potential for Educational Improvement*. Isoda, M.; et al. pp. 210-213. Singapore: World Scientific Publishing.
- Sanders, W. L.; & Horn, S. P. (1998). Research Findings from The Tennessee Value-Added Assessment System (TVAAS) Database: Implications for Educational Evaluation and Research. *Journal of Personnel Evaluation in Education*. 12: 247-256.
- Sanders, W. L.; & Rivers, J. C. (1996). *Cumulative and Residual Effects of Teachers on Future Student Academic Achievement*. Knoxville: University of Tennessee Value-Added Research and Assessment Center
- Scheerens, J. (2001). Monitoring School Effectiveness in Developing Countries. *School Effectiveness and School Improvement*. 12(4): 359-384.
- Schifter, D. (1998). Learning Mathematics for Teaching: From A Teachers' Seminar to The Classroom. *Journal of Mathematics Teacher Education*. 1: 55-87.
- School-Based Cluster Initiatives. (2000). Retrieved November 15, 2006, from <http://www.school.nt.edu.au/pd/teacherdev/qtp/schclustinit/stage2.html>
- Schmidt, W; Houang, R. H.; & Cogan, L. (2002). A Coherent Curriculum: The Case of Mathematics. *American Educator*. 1-17.

- Schuch, L; Gahara, J; & O' Brien, R. (2002). *Teacher to Teacher : Reshaping Instruction through Lesson Study*. Illinois: The North Central Regional Educational Laboratory.
- Schwarz, B. B.; & Hershkowitz, R. (1999). Prototypes: Brakes of Levers in Learning The Function Concept? The Role of Computer Tools. *Journal for Research in Mathematics Education*. 30(4): 363-369.
- Sergiovanni, T. J.; & Starratt, R. J. (1983). *Supervision: Human Perspectives*. 3rd ed. New York: McGraw-Hill.
- SERVE Improving Learning through Research & Development. (2004). UCR- Understanding Comprehensive Reform: An In-Dept Look at Nine Essential Components. *Comprehensive School Reform Demonstration (CSR/D) Program*. Retrieved July 11, 2007, from <http://www.serve.org/UCR/UCRForeward.utml>.
- Snyder, H. I. (1968). *Contemporary Psychology: Some Models Applied to the School Setting*. New York: John Willey and Sons.
- Silver, E. A.; Smith, M. S.; & Nelson, B. S. (1995). The QUASAR Project: Equity Concerns Meet Mathematics Education Reform in The Middle School. In *New Directions for Equity in Mathematics Education*. Secada, W. G.; Fennema, E.; & Adajian, L. B. pp. 9-56. New York: Cambridge University Press.
- Spitzer, H. F. (1972). *Teaching Elementary School Mathematics*. Houghton Mifflin.
- Sobel, M. A.; & Maletsky, E. M. (1999). *Teaching Mathematics: A Sourcebook of Aids, Activities, and Strategies*. 3rd ed. USA: Allyn & Bacon.
- Shen, J; Mansberger, N. B.; & Yang, H. (2004). Teacher Quality and Students Placed at Risk: Results from the Baccalaureate and Beyond Longitudinal Study, 1993-1997. *Educational Horizons*. 82(3): 226-235.
- Shimahara, N. K. (1999). Japanese Initiatives in Teacher Development. *Kyoiku Daigaku Gakko Kyoiku Sentaa Kiyo*. 14: 29-40.
- Shulman, L. S. (1986). Those Who Understand: Knowledge Growth in Teaching. *Educational Researcher*. 15(2): 4-14.
- (1987). Knowledge and Teaching: Foundations of The New Reform. *Harvard Educational Review*. 57: 1-22.

- Stepanek, J.; et al. (2007). *Leading Lesson Study A Practical Guide for Teachers and Facilitators*. United States of America: Corwin Press.
- Stein, M. K.; et al. (2000). *Implementing Standards-based Mathematical Instruction-A Casebook for Professional Development*. New York: Teachers' College Press.
- Stein, M. K.; Silver, E. A.; & Smith, M. S. (1998). Mathematics Reform and Teacher Development from The Community of Practice Perspective. In *Thinking Practices: A Symposium on Mathematics and Science Learning*. Greeno, J.; & Goldman, S. pp. 17-52. Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Stewart, R. A.; & Brendefur, J. L. (2005). Fusing Lesson Study and Authentic Achievement: A Model for Teacher Collaboration. *Phi Delta Kappan*. 86(9): 681-687.
- Streefland, L. (1991). *Fraction in Realistic Mathematics Education*. Boston, Mass: Kluwer.
- Stigler, J. W.; & Hiebert. J. (1999). *The Teaching Gap: Best Ideas from the World's Teachers for Improving Education in the Classroom*. New York: Free Press.
- Swafford, J. O.; Jones, G. A.; & Thornton, C. A. (1997). Increased Knowledge in Geometry and Instructional Practice. *Journal for Research in Mathematics Education*. 28: 467-483.
- Taba, H. (1966). *Teaching Strategies and Cognitive Functioning in Elementary School Children*. San Francisco: San Francisco State College.
- Taber, S. B. (1999). Understanding Multiplication with Fractions: An Analysis of Problem Features and Student Strategies. *Focus on Learning Problems in Mathematics*. 21: 1-27.
- Takahashi, A. (2000). Current Trends and Issues in Lesson Study in Japan and United States. *Journal of Japan Society of Mathematical Education*. 82: 15-21.
- (2006a). *Implementing Lesson Study in North American Schools and School Districts*. A Progressive Report on the APEC Project: A Collaborative Study on Innovation for Teaching and Learning Mathematics in Difference Cultures among the APEC Member Economies. APEC-KHON KAEN International Symposium "Innovation and Good Practice for Teaching and Learning Mathematics through Lesson Study". Khon Kaen, Thailand.

- Takahashi, A. (2006b). *Implementing Lesson Study in North American Schools*.
Paper Presented at the APEC International Symposium on Innovation and
Good Practice for Teaching and Learning Mathematics through Lesson Study.
Khon Kaen, Thailand.
- (2007). International Comparative Classroom Research Project. In *Japanese Lesson Study in Mathematics Its Impact, Diversity and Potential for Educational Improvement*. Isoda, M.; et al. pp. 194-197. Singapore: World Scientific Publishing.
- Takahashi, A.; & Yoshida, M. (2004). Ideas for Establishing Lesson Study Communities. *Teaching Children Mathematics*. 10(9): 436-443.
- Tennyson, R.; & Cochiarella, M. (1986). An Empirically Based Instructional Design Theory for Teaching Concepts. *Review of Educational Research*. 56: 40-71.
- The American Council of Education. (1999). *To Touch the Future: Transforming the Way Teachers are Taught. An Action Agenda for College and University Presidents*. Washington, DC: ACE.
- The Association for Teacher Education in Europe. (1995). *RDC9: ATEE Network of Inservice Education*. Retrieved January 6, 2007, from <http://www.atee.org/rdcs/rdc9.html>
- Thompson, P. W.; & Thompson, A. G. (1994). Talking about Rates Conceptually, Part 1: A Teacher's Struggle. *Journal for Research in Mathematics Education*. 25: 279-303.
- Toumasis, C. (1995). Concept Worksheet: An Important Tool for Learning. *Mathematics Teacher*. 88(2): 98-100.
- Travers, K. J.; et al. (1977). *Mathematics Teaching*. New York: Harper and Row Publishers.
- Troutman, A. P.; & Lichtenberg, B. K. (1995). *Mathematics a Good Beginning*. California: Brooks/Cole Publishing Company.
- U.S. Department of Education. (2006). *2006 Annual Report on Teacher Quality*. Photocopied.
- Van Driel, J. H.; Beijaard, D.; & Verloop, N. (2001). Professional Development and Reform in Science Education: The Role of Teachers' Practical Knowledge. *Journal of Research in Science Teaching*. 38(2): 137-158.

- Ven der Valk, T. A. E.; & Broekman, H. H. G. B. (1999). The Lesson Preparation Method: A Way of Investigating Pre-service Teachers' Pedagogical Content Knowledge. *European Journal of Teacher Education*. 22(1): 11-22.
- Watanabe, T.; & Wang-Iverson, P. (2005). The Role of Knowledgeable Others. In *Building our Understanding of Lesson Study*. Wang-Iverson, P.; & Yoshida, M. pp. 85-91. Philadelphia: Research for Better Schools.
- Westheimer, J. (1998). *Among Schoolteachers: Community, Autonomy, and Ideology in Teachers' Work*. New York: Teachers College Press.
- Wikipedia Encyclopedia. (2008). Retrieved January 29, 2008, from http://www.en.wikipedia.org/wiki/Lesson_study
- Wilms, W. W. (2003). Altering The Structure and Culture of American Public Schools. *Phi Delta Kappan*. 84(8): 606-615.
- Wilson, J. W. (1971). Evaluation of Learning in Secondary School Mathematics. In *Handbook on Formative and Summative Evaluation of Student Learning*. Bloom, B. S. USA: McGraw-Hill.
- Wilson, J. W.; et al. (1993). Mathematical Problem Solving. In *Research Ideas for The Classroom, High School*. pp. 57-78. New York: Macmillan Publishing Company.
- Yoshida, M. (1999a). *Lesson Study (Jugyokenkyu) in Elementary School Mathematics in Japan: A Case Study*. Paper Presented at the 1999 Annual Meeting of the American Educational Research Association, Montreal, Canada.
- (1999b). *Lesson Study: A Case Study of a Japanese Approach to Improving Instruction through School-Based Teacher Development*. Dissertation, Ph.d. Chicago: University of Chicago. Photocopied.
- Yoshikawa, S. (2007). How is Each School's Mathematics Curriculum Formulated and Implemented? In *Japanese Lesson Study in Mathematics Its Impact, Diversity and Potential for Educational Improvement*. Isoda, M.; et al. pp. 36-41. Singapore: World Scientific Publishing.
- Zazkis, R; & Campbell, S. (1996). Prime Decomposition: Understanding Uniqueness. *Journal of Mathematical Behavior*. 15: 207-218.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก
รายนามผู้เชี่ยวชาญ

รายนามผู้เชี่ยวชาญ

ผู้เชี่ยวชาญที่เข้าร่วมประชุมกลุ่มเพื่อปรับกระบวนการของการศึกษาและพัฒนาบทเรียนให้มีความเหมาะสมกับบริบทของโรงเรียนที่เป็นสนามวิจัย

1. รองศาสตราจารย์ ดร.สุรศักดิ์ หลาบมาลา ผู้เชี่ยวชาญด้านการพัฒนาครูประจำการโดยใช้โรงเรียนเป็นฐาน
สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา
2. ดร. บุญลือ ทองอยู่ ผู้เชี่ยวชาญด้านการบริหารการศึกษา
อดีตรองปลัดกระทรวงศึกษาธิการ

ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลในส่วนของแบบสอบถามเพื่อศึกษาความรู้ทางการสอนในเนื้อหาคณิตศาสตร์เรื่อง เศษส่วน

1. อาจารย์ ดร.วรรณวิภา สุทธิเกียรติ หัวหน้ากลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์
โรงเรียนสามเสนวิทยาลัย
2. อาจารย์ ดร.สินชัย จันทน์เสมอ หัวหน้ากลุ่มวิชาคณิตศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์
และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนดุสิต
3. อาจารย์ จิราพร พรายมณี อาจารย์ประจำคณะครุศาสตร์
มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา

ผู้เชี่ยวชาญและศึกษานิเทศก์ที่มีส่วนร่วมในการศึกษาและพัฒนาบทเรียน

1. อาจารย์ จิราพร พรายมณี อาจารย์ประจำคณะครุศาสตร์
มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา
2. ศึกษานิเทศก์ วลัยพรรณ บุญมี ศึกษานิเทศก์ชำนาญการพิเศษ
สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 2
3. ศึกษานิเทศก์ สุรัสวดี จันทรวงศ์ ศึกษานิเทศก์ชำนาญการพิเศษ
สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 2
4. ศึกษานิเทศก์ สมพร สุทธิพิพัฒน์ ศึกษานิเทศก์ชำนาญการพิเศษ
สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 2
5. ศึกษานิเทศก์ อัมพิกา ภูเดช ศึกษานิเทศก์ชำนาญการพิเศษ
สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 2

ภาคผนวก ข
เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

แบบสะท้อนความเข้าใจและความคิดเห็น
ที่มีต่อการนำการศึกษาและพัฒนาบทเรียนมาใช้ในโรงเรียน

คำชี้แจง

แบบสะท้อนความเข้าใจและความคิดเห็นฉบับนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อรวบรวมความเข้าใจและความคิดเห็นของท่านที่มีต่อการนำการศึกษาและพัฒนาบทเรียนมาใช้ในโรงเรียน ตลอดจนความคิดเห็นเพิ่มเติมเพื่อเป็นแนวทางในการนำการศึกษาและพัฒนาบทเรียนมาปรับใช้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ และเหมาะสมกับบริบทของโรงเรียนต่อไป

ผู้วิจัยใคร่ขอความกรุณาจากท่าน โปรดตอบแบบสะท้อนความเข้าใจและความคิดเห็นของ
ท่านที่มีต่อการนำการศึกษาและพัฒนาบทเรียนมาใช้ในโรงเรียนให้ครบถ้วนสมบูรณ์

1. จากการที่ท่านได้มีส่วนร่วมในการศึกษาและพัฒนาบทเรียน ขอให้ท่านอธิบายว่าเป้าหมายสำคัญสูงสุดของการศึกษาและพัฒนาบทเรียนคืออะไร

[illegible]

2. การนำการศึกษาและพัฒนาบทเรียนมาใช้ในโรงเรียนครั้งนี้ทำให้เกิดประโยชน์หรือทำให้เกิดปัญหาในด้านใดบ้าง อย่างไร

[illegible]

3. ท่านได้ให้การสนับสนุนการนำการศึกษาและพัฒนาบทเรียนมาใช้ในโรงเรียนครั้งนี้ได้อย่างไรบ้าง

[illegible]

4. ท่านมีความคิดเห็นอย่างไรถ้าจะมีการดำเนินงานการศึกษาและพัฒนาบทเรียนในโรงเรียนต่อไปอีก

[illegible]

5. จากการที่ท่านได้มีส่วนร่วมในการศึกษาและพัฒนาบทเรียน ท่านพบว่าข้อจำกัดจากการนำ
การศึกษาและพัฒนาบทเรียนมาใช้ในโรงเรียนครั้งนี้มีอะไรบ้าง และท่านมีทางออกให้กับข้อจำกัดนั้น
อย่างไร

This image shows a full page of white paper with ten horizontal dashed lines, typical of primary school handwriting practice paper. The lines are evenly spaced and extend across the entire width of the page. There is no text or other markings on the paper.

ความคิดเห็นเพิ่มเติม

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ

(.....)

ผู้ตอบ

ประเด็นที่สัมภาษณ์

การสนับสนุนและยืนยันให้มีการนำการศึกษา
และพัฒนามาใช้โรงเรียน

การสัมภาษณ์ข้อที่ (3)

- ขอความกรุณาท่านช่วยอธิบายถึงบทบาทหน้าที่
ของท่านในการศึกษาและพัฒนามาใช้โรงเรียนครั้งนี้

- ท่านได้ให้การสนับสนุนเพิ่มเติมในการนำการศึกษา
และพัฒนามาใช้โรงเรียนอย่างไรบ้าง

- คำถามอื่นๆ

.....

การสัมภาษณ์ข้อที่ (4)

- ท่านมีความคิดเห็นอย่างไรถ้าจะมีการดำเนินงาน
การศึกษาและพัฒนามาใช้โรงเรียนต่อไปอีกในปีการศึกษา
ถัดไป

- ท่านจะให้การสนับสนุนการนำการศึกษาและพัฒนา
มาใช้ในการเรียนในปีการศึกษาถัดไปอย่างไร

- คำถามอื่นๆ

.....

การมีทางออกให้กับข้อจำกัดที่พบจากการนำ
การศึกษาและพัฒนามาใช้โรงเรียน

การสัมภาษณ์ข้อที่ (5)

- จากประสบการณ์ที่ได้มีส่วนร่วมในการศึกษา

และพัฒนามาใช้โรงเรียนท่านคิดว่าข้อจำกัดจากการนำ

การศึกษาและพัฒนามาใช้โรงเรียนมีอะไรบ้าง

- ท่านคิดว่าพอจะมีทางออกให้กับข้อจำกัดดังกล่าว
หรือไม่ อย่างไร

- คำถามอื่นๆ

.....

.....

.....

บันทึกการให้สัมภาษณ์

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

[illegible]

4. ให้ท่านอธิบายถึงการจัดการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมให้นักเรียนมีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยใช้โจทย์ปัญหาที่กำหนดให้ด้านล่างนี้

“แม่ซื้อต้นหอมมา $\frac{5}{7}$ กิโลกรัม และซื้อผักชีมาอีก $\frac{3}{4}$ กิโลกรัม เพื่อทำกับข้าว ถ้าต้นหอมและผักชีราคา กิโลกรัมละ 20 บาท แม่จะต้องจ่ายเงินทั้งหมดเท่าไร”

[illegible]

[illegible]

ลงชื่อ

(.....)

ผู้ตอบ

แบบสัมภาษณ์เพื่อศึกษาความรู้ทางการสอนในเนื้อหาคณิตศาสตร์เรื่อง เศษส่วน

ชื่อ-นามสกุล.....สัมภาษณ์วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....เวลา.....น.

ประเด็นที่สัมภาษณ์	บันทึกการให้สัมภาษณ์
การรู้วิธีนำเสนอในทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง เศษส่วน การสัมภาษณ์ข้อที่ (1) - ขอความกรุณาท่านช่วยอธิบายเพิ่มเติมเกี่ยวกับ การหารเศษส่วนด้วยเศษส่วนจากที่ท่านเขียนตอบมา - ขอความกรุณาท่านช่วยอธิบายเพิ่มเติมว่าวิธีการนำ เสนอในข้อ 1.1 มีความเหมาะสมที่จะนำมาใช้กับ ข้อ 1.2 หรือไม่ อย่างไร - คำถามอื่นๆ	
การรู้ในทัศน์ทางคณิตศาสตร์ที่คลาดเคลื่อนของ นักเรียนในเรื่อง เศษส่วน และรู้วิธีนำเสนอเพื่อแก้ไข มในทัศน์ทางคณิตศาสตร์ที่คลาดเคลื่อนนั้น การสัมภาษณ์ข้อที่ (2) - ขอความกรุณาท่านช่วยอธิบายเพิ่มเติมเกี่ยวกับ ความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนของนักเรียนคนนี้ - ท่านมีวิธีการนำเสนออย่างไรที่จะช่วยให้นักเรียน คนนี้ตระหนักว่าผลบวกของเศษส่วนทั้งสองนี้ไม่ถูกต้อง - ขอความกรุณาท่านช่วยอธิบายเพิ่มเติมเกี่ยวกับ วิธีการนำเสนอเพื่อแก้ไขความเข้าใจที่คลาดเคลื่อน ของนักเรียนคนนี้ - คำถามอื่นๆ	

ประเด็นที่สัมภาษณ์

การเลือกใช้งานเพื่อพัฒนาความสามารถในการ
เรียนรู้คณิตศาสตร์ของนักเรียน ในเรื่อง เศษส่วน
การสัมภาษณ์ข้อที่ (3)

- ขอความกรุณาท่านช่วยอธิบายเพิ่มเติมถึงเหตุผล
ในการเลือกใช้ชุดของเศษส่วนนี้
- ขอความกรุณาท่านช่วยอธิบายเพิ่มเติมถึงเหตุผล
ในการใช้คำสั่งสำหรับการให้งานครั้งนี้
- คำถามอื่นๆ
.....
.....

การส่งเสริมให้นักเรียนมีความสามารถ
ในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์
การสัมภาษณ์ข้อที่ (4)

- ขอความกรุณาท่านช่วยอธิบายเพิ่มเติมถึงขั้นตอนของ
การจัดการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมให้นักเรียน
มีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา
- ขอความกรุณาท่านช่วยอธิบายเพิ่มเติมถึงเหตุผล
ในการเลือกใช้ขั้นตอนดังกล่าวในการจัดการเรียนการสอน
- ขอความกรุณาท่านช่วยอธิบายเพิ่มเติมถึง
ความเหมาะสมของโจทย์ปัญหาที่กำหนดให้ใช้
- ท่านต้องการจะเปลี่ยนแปลงข้อความในโจทย์ปัญหา
ที่กำหนดให้ใช้บ้างหรือไม่ อย่างไร
- คำถามอื่นๆ
.....
.....

บันทึกการให้สัมภาษณ์

แบบประเมินรายการสะท้อนประสิทธิภาพของการทำงานร่วมกันในการศึกษา และพัฒนาบทเรียนของครูประจำการคณิตศาสตร์

คำชี้แจง

แบบประเมินฉบับนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อรวบรวมความคิดเห็นของท่านเกี่ยวกับประสิทธิภาพของการทำงานร่วมกันในการศึกษาและพัฒนาบทเรียนของครูประจำการคณิตศาสตร์ รวมทั้งข้อคิดเห็นเพิ่มเติม และข้อเสนอแนะเพื่อเป็นแนวทางในการปรับปรุงการทำงานร่วมกันในการศึกษาและพัฒนาบทเรียนของครูประจำการคณิตศาสตร์ให้มีประสิทธิภาพดียิ่งขึ้นต่อไป

ผู้วิจัยใคร่ขอความกรุณาจากท่าน โปรดตอบแบบประเมินฉบับนี้ให้ครบถ้วนสมบูรณ์ และสอดคล้องกับความคิดเห็นของท่านมากที่สุด โดยพิจารณาถึงข้อเท็จจริงที่ท่านได้สังเกตเห็นพฤติกรรมและการแสดงออกในการทำงานร่วมกันในการศึกษาและพัฒนาบทเรียนของครูประจำการคณิตศาสตร์ โดยรวมว่ามีลักษณะที่สอดคล้องกับแต่ละรายการประเมินในระดับคะแนนใด โดยใส่เครื่องหมาย ✓ ลงในช่องว่างที่ตรงกับความคิดเห็นของท่านเพียงข้อละหนึ่งเครื่องหมายเท่านั้น

ผู้วิจัยกำหนดหลักเกณฑ์การให้ระดับคะแนนไว้ดังนี้

ให้ระดับคะแนน 3 หมายถึง **บ่อยครั้งมาก**ที่ครูประจำการคณิตศาสตร์แสดงออกซึ่ง

พฤติกรรมการทำงานร่วมกันที่สอดคล้องกับรายการประเมินนี้

ให้ระดับคะแนน 2 หมายถึง **ค่อนข้างบ่อย**ที่ครูประจำการคณิตศาสตร์แสดงออกซึ่ง

พฤติกรรมการทำงานร่วมกันที่สอดคล้องกับรายการประเมินนี้

ให้ระดับคะแนน 1 หมายถึง **น้อยครั้ง**ที่ครูประจำการคณิตศาสตร์แสดงออกซึ่ง

พฤติกรรมการทำงานร่วมกันที่สอดคล้องกับรายการประเมินนี้

ให้ระดับคะแนน 0 หมายถึง **ไม่มีครั้งใดเลย**ที่ครูประจำการคณิตศาสตร์แสดงออกซึ่ง

พฤติกรรมการทำงานร่วมกันที่สอดคล้องกับรายการประเมินนี้

แบบประเมินรายการสะท้อนประสิทธิภาพของการทำงานร่วมกันในการศึกษาและพัฒนา
บทเรียนของครูประจำการคณิตศาสตร์

องค์ประกอบด้าน	รายการประเมิน	ระดับคะแนน				ข้อคิดเห็นเพิ่มเติม
		3	2	1	0	
1. การมีส่วนร่วม และเอาใจใส่ใน การแก้ปัญหา	1.1 กระตือรือร้นในการวางแผน และร่วมตัดสินใจเพื่อแก้ปัญหา	.....	.....	.....	.....	.....
	1.2 เอาใจใส่และจริงจังต่อปัญหา ที่พบ โดยร่วมกันเสนอข้อคิดเห็น เพื่อหาแนวทางการแก้ปัญหา	....	....	....	....	.....
2. การวิเคราะห์ วิจารณ์ในเชิง วิชาการอย่าง ลึกซึ้ง	2.1 วิเคราะห์ แสดงความคิดเห็น ซักถาม และอภิปรายกันถึง เนื้อหาคณิตศาสตร์ที่ใช้ในการ จัดการเรียนการสอน	....	....	....	....	.....
	2.2 วิเคราะห์ แสดงความคิดเห็น ซักถาม และอภิปรายกันถึงลำดับ ขั้นตอนในการจัดการเรียนการ สอนคณิตศาสตร์ของผู้สอน	....	....	....	....	.....
	2.3 วิเคราะห์ แสดงความคิดเห็น ซักถาม และอภิปรายกันถึงการ แสดงออกซึ่งความคิดและ ความสามารถในการเรียนรู้ คณิตศาสตร์ของนักเรียนขณะที่มี การจัดการเรียนการสอน คณิตศาสตร์	....	....	....	....	.....

องค์ประกอบด้าน	รายการประเมิน	ระดับคะแนน				ข้อคิดเห็นเพิ่มเติม
		3	2	1	0	
3. การยอมรับฟังความคิดเห็นและให้คุณค่าต่อความคิดเห็นที่แตกต่างกัน	3.1 ยอมรับฟังความคิดเห็นซึ่งกันและกัน	.....	.....	.....	.....	.....
	3.2 แสดงออกต่อความคิดเห็นที่แตกต่างกันในฐานะเป็นสิ่งที่มีความคุณค่า ก่อให้เกิดความรู้ หรือประสบการณ์ใหม่ในการพัฒนาวิชาชีพ	.....	.....	.....	.....	.....
4. การแสดงความคิดเห็นเชิงคัดค้านหรือสนับสนุนอย่างสุภาพ	4.1 แสดงความคิดเห็นเชิงคัดค้านหรือสนับสนุนความคิดเห็นของตนเองหรือครูประจำการ คณาจารย์คนอื่น ๆ อย่างสุภาพ	.....	.....	.....	.....	.....
	4.2 มีคำอธิบายแสดงเหตุผลหรือหลักฐานยืนยันที่ชัดเจนเมื่อมีการแสดงความคิดเห็นเชิงคัดค้านหรือสนับสนุนความคิดเห็นของตนเองหรือครูประจำการ คณาจารย์คนอื่น ๆ	.....	.....	.....	.....	.....
	4.3 ตกลงกันเพื่อหาข้อสรุปซึ่งเป็นที่ยอมรับได้ของทุกคน	.....	.....	.....	.....	.....
5. การมองความผิดพลาดหรือความเข้าใจผิดในฐานะโอกาสในการเรียนรู้	5.1 แสดงออกต่อความผิดพลาดที่เกิดขึ้นในฐานะของประสบการณ์ที่ให้ประโยชน์ และถือเป็นโอกาสในการเรียนรู้	.....	.....	.....	.....	.....
	5.2 แสดงออกต่อสถานการณ์ที่เป็นความเข้าใจผิดระหว่างครูประจำการ คณาจารย์ด้วยกันเองในฐานะของประสบการณ์ที่ให้ประโยชน์ และถือเป็นโอกาสในการเรียนรู้	.....	.....	.....	.....	.....

องค์ประกอบด้าน	รายการประเมิน	ระดับคะแนน				ข้อคิดเห็นเพิ่มเติม
		3	2	1	0	
6. การให้ความ เชื่อมั่นใน การศึกษาและ พัฒนานาบทเรียน	6.1 แสดงออกซึ่งความเชื่อมั่นว่า การศึกษาและพัฒนานาบทเรียนมี ส่วนช่วยให้สามารถปรับปรุง คุณภาพการเรียนการสอน คณิตศาสตร์ได้จริง	.....	.....	.....	.....	.....
	6.2 แสดงออกซึ่งความเต็มใจใน การทำงานร่วมกันตาม กระบวนการของการศึกษาและ พัฒนานาบทเรียน	.....	.....	.....	.....	.....

ข้อเสนอแนะอื่นๆ

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ

(.....)

ผู้ประเมิน

แบบประเมินรายการสะท้อนความเหมาะสมของบทเรียนคณิตศาสตร์

คำชี้แจง

แบบประเมินฉบับนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อรวบรวมความคิดเห็นของท่านเกี่ยวกับความเหมาะสมของบทเรียนคณิตศาสตร์ รวมทั้งข้อคิดเห็นเพิ่มเติม และข้อเสนอแนะเพื่อเป็นแนวทางในการปรับปรุงบทเรียนคณิตศาสตร์ให้มีความเหมาะสมยิ่งขึ้นต่อไป

ผู้วิจัยใคร่ขอความกรุณาจากท่าน โปรดตอบแบบประเมินฉบับนี้ให้ครบถ้วนสมบูรณ์ และสอดคล้องกับความคิดเห็นของท่านมากที่สุด โดยพิจารณาถึงข้อเท็จจริงในรายละเอียดของแผนการสอนทั้งหมดโดยรวมว่ามีลักษณะที่สอดคล้องกับแต่ละรายการประเมินในระดับคะแนนใด โดยใส่เครื่องหมาย ✓ ลงในช่องว่างที่ตรงกับความคิดเห็นของท่านเพียงข้อละหนึ่งเครื่องหมายเท่านั้น

ผู้วิจัยกำหนดหลักเกณฑ์การให้ระดับคะแนนไว้ดังนี้

ให้ระดับคะแนน 3 หมายถึง **แผนการสอนทั้งหมด**ในบทเรียนคณิตศาสตร์

มีลักษณะที่สอดคล้องกับรายการประเมินนี้

ให้ระดับคะแนน 2 หมายถึง **แผนการสอนส่วนใหญ่**ในบทเรียนคณิตศาสตร์

มีลักษณะที่สอดคล้องกับรายการประเมินนี้

ให้ระดับคะแนน 1 หมายถึง **แผนการสอนส่วนน้อย**ในบทเรียนคณิตศาสตร์

มีลักษณะที่สอดคล้องกับรายการประเมินนี้

ให้ระดับคะแนน 0 หมายถึง **แผนการสอนทั้งหมด**ในบทเรียนคณิตศาสตร์

ไม่มีลักษณะที่สอดคล้องกับรายการประเมินนี้

แบบประเมินรายการสะท้อนความเหมาะสมของบทเรียนคณิตศาสตร์

องค์ประกอบด้าน	รายการประเมิน	ระดับคะแนน				ข้อคิดเห็นเพิ่มเติม
		3	2	1	0	
1. สาระสำคัญ	1.1 ระบุโน้ตสันทาง คณิตศาสตร์หรือแก่นของเนื้อหา คณิตศาสตร์ได้อย่างถูกต้อง	.....	.....	.....	.....	.....
	1.2 มีความสอดคล้องกันระหว่าง สาระสำคัญ จุดประสงค์การ เรียนรู้ และเนื้อหา	.....	.....	.....	.....	.....
2. จุดประสงค์ การเรียนรู้	2.1 มีความสอดคล้องกันระหว่าง จุดประสงค์การเรียนรู้ มาตรฐาน การเรียนรู้ และผลการเรียนรู้ที่ คาดหวัง	.....	.....	.....	.....	.....
	2.2 ระบุพฤติกรรมการเรียนรู้ที่ ครอบคลุมทั้งด้านความรู้ ความคิด ทักษะกระบวนการ และ คุณลักษณะอันพึงประสงค์	.....	.....	.....	.....	.....
	2.3 ระบุพฤติกรรมการเรียนรู้ที่ สามารถวัดและประเมินผลได้จริง	.....	.....	.....	.....	.....
	2.4 ระบุจุดประสงค์การเรียนรู้ได้ เหมาะสมกับระดับความสามารถใน การเรียนรู้ของนักเรียน เวลา และ เนื้อหาในการจัดการเรียนการสอน	.....	.....	.....	.....	.....
3. เนื้อหา	3.1 ระบุรายละเอียดของเนื้อหาได้ อย่างถูกต้อง และครบถ้วน	.....	.....	.....	.....	.....
	3.2 ระบุรายละเอียดของเนื้อหา ที่เพียงพอสำหรับการพัฒนา นักเรียนให้มีพฤติกรรมการเรียนรู้ที่ สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ ที่กำหนดไว้	.....	.....	.....	.....	.....

องค์ประกอบด้าน	รายการประเมิน	ระดับคะแนน				ข้อคิดเห็นเพิ่มเติม
		3	2	1	0	
4. กิจกรรมการเรียนรู้การสอน	4.1 ระบุวิธีสอน หรือรูปแบบการจัดการเรียนการสอนสำหรับการพัฒนานักเรียนให้มีพฤติกรรมการเรียนรู้ที่สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ที่กำหนดไว้	....	....	....	....	.....
	4.2 ระบุขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่สอดคล้องกับวิธีสอน หรือรูปแบบการจัดการเรียนการสอนที่นำมาใช้	....	....	....	....	.....
	4.3 ส่งเสริมให้นักเรียนกล้าแสดงออกซึ่งความคิดและเหตุผลในการเรียนคณิตศาสตร์	....	....	....	....	.....
	4.4 ส่งเสริมให้นักเรียนมีการพัฒนาด้านความรู้ความคิด	....	....	....	....	.....
	4.5 ส่งเสริมให้นักเรียนมีการพัฒนาด้านทักษะกระบวนการ	....	....	....	....	.....
	4.6 ส่งเสริมให้นักเรียนมีการพัฒนาด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์	....	....	....	....	.....
	4.7 ระบุขั้นตอนการใช้สื่อการเรียนการสอนที่เหมาะสมกับเนื้อหาและระดับความสามารถในการเรียนรู้ของนักเรียน	....	....	....	....	.....
	4.8 ระบุคำถามหลักสำหรับสืบค้นความคิดและเหตุผลของนักเรียน	....	....	....	....	.....
	4.9 ให้อตัวอย่างที่เหมาะสมกับเนื้อหา และระดับความสามารถในการเรียนรู้ของนักเรียน	....	....	....	....	.....

องค์ประกอบด้าน	รายการประเมิน	ระดับคะแนน				ข้อคิดเห็นเพิ่มเติม
		3	2	1	0	
4. กิจกรรมการเรียนรู้การสอน (ต่อ)	4.10 ให้งานที่เหมาะสมกับเนื้อหาและระดับความสามารถในการเรียนรู้ของนักเรียน	....	....	....	....	.....
5. สื่อการเรียนรู้การสอน	5.1 เลือกใช้สื่อการเรียนรู้การสอนที่ส่งเสริมให้นักเรียนสามารถเรียนรู้เนื้อหาคณิตศาสตร์ได้โดยง่าย	....	....	....	....	.....
	5.2 เลือกใช้สื่อการเรียนรู้การสอนที่เหมาะสมต่อการพัฒนานักเรียนให้มีพฤติกรรมการเรียนรู้ที่สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ที่กำหนดไว้	....	....	....	....	.....
	5.3 เลือกใช้สื่อการเรียนรู้การสอนที่ส่งเสริมให้นักเรียนมีประสบการณ์ในการเรียนรู้ด้วยการสัมผัสจริง	....	....	....	....	.....
6. การวัดและประเมินผลการเรียนรู้	6.1 ระบุการวัดและประเมินผลที่ครอบคลุมพฤติกรรมการเรียนรู้ของนักเรียนที่กำหนดไว้ในจุดประสงค์การเรียนรู้	....	....	....	....	.....
	6.2 ระบุวิธีวัดและเครื่องมือวัดผลที่เหมาะสมต่อการวัดพฤติกรรมการเรียนรู้ของนักเรียนที่กำหนดไว้ในจุดประสงค์การเรียนรู้	....	....	....	....	.....
	6.3 ระบุเกณฑ์การประเมินผลที่เหมาะสมกับระดับความสามารถในการเรียนรู้ของนักเรียน	....	....	....	....	.....

ข้อเสนอแนะอื่นๆ

.....

.....

ลงชื่อ

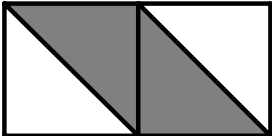
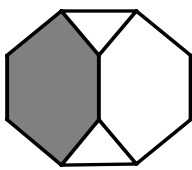
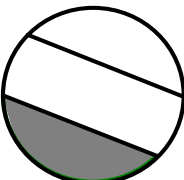
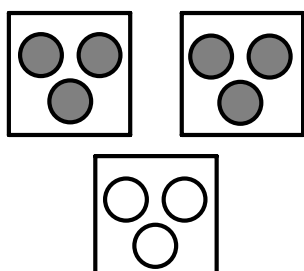
(.....)

ผู้ประเมิน

**แบบทดสอบวัดความรู้ความเข้าใจในมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์เรื่อง เศษส่วน
ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5**

- คำชี้แจง** 1. แบบทดสอบฉบับนี้เป็นแบบเลือกตอบ มีข้อสอบจำนวน 20 ข้อ 20 คะแนน
ให้เวลาสอบ 60 นาที
2. การตอบให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียว โดยทำเครื่องหมายกากบาท (×) ลงใน ☐ ให้ตรงกับตัวเลือก ก ข ค และ ง ในกระดาษคำตอบ เช่น ถ้าต้องการเลือกข้อ ก ให้ปฏิบัติดังนี้
- ก ข ค ง
- ☒ ☐ ☐ ☐
- ถ้าต้องการเปลี่ยนคำตอบใหม่ เช่น เปลี่ยนคำตอบจากตัวเลือก ก เป็นตัวเลือก ค ให้ปฏิบัติดังนี้
- ก ข ค ง
- ☒ ☐ ☒ ☐
3. นักเรียนสามารถขีดเขียนหรือทดลงในพื้นที่ว่างของแบบทดสอบฉบับนี้ได้

1. ข้อใดเขียนเศษส่วนแทนพื้นที่ส่วนที่แรเงาในรูปได้ถูกต้อง

- ก.  พื้นที่ส่วนที่แรเงาแทนด้วย $\frac{1}{2}$ ของทั้งหมด
- ข.  พื้นที่ส่วนที่แรเงาแทนด้วย $\frac{1}{2}$ ของทั้งหมด
- ค.  พื้นที่ส่วนที่แรเงาแทนด้วย $\frac{1}{3}$ ของทั้งหมด
- ง.  พื้นที่ส่วนที่แรเงาแทนด้วย $\frac{2}{9}$ ของทั้งหมด

2. ข้อใดเป็นวิธีการหาค่าของจำนวนใน $\square$ ที่ทำให้ $\frac{2}{5} = \frac{\square}{20}$

ก. นำ 2 บวกกับ 15

ข. นำ 2 คูณกับ 20

ค. นำ 2 คูณกับ 4

ง. นำ 20 หารด้วย 5

3. ข้อใดเป็นวิธีการหาค่าของจำนวนใน $\square$ ที่ทำให้ $\frac{9}{27} = \frac{3}{\square}$

ก. นำ 27 หารด้วย 3

ข. นำ 27 ลบด้วย 6

ค. นำ 3 คูณกับ 9

ง. นำ 3 คูณกับ 27

4. ข้อใดถูกต้องในการเปรียบเทียบ $\frac{3}{5}$ กับ $\frac{4}{5}$

ก. $\frac{3}{5} > \frac{4}{5}$ เนื่องจาก $\frac{3}{5}$ มีค่าใกล้ 1 มากกว่า $\frac{4}{5}$

ข. $\frac{3}{5} < \frac{4}{5}$ เนื่องจาก $\frac{3}{5}$ มีค่าใกล้ 1 มากกว่า $\frac{4}{5}$

ค. $\frac{3}{5} > \frac{4}{5}$ เนื่องจาก $3 < 4$

ง. $\frac{3}{5} < \frac{4}{5}$ เนื่องจาก $3 < 4$

5. ข้อใดถูกต้องในการเปรียบเทียบ $\frac{3}{7}$ กับ $\frac{3}{8}$

ก. $\frac{3}{7} < \frac{3}{8}$ เนื่องจาก $7 < 8$

ข. $\frac{3}{7} > \frac{3}{8}$ เนื่องจาก $7 < 8$

ค. $\frac{3}{7} < \frac{3}{8}$ เนื่องจาก $\frac{3}{7}$ มีค่าใกล้ 1 น้อยกว่า $\frac{3}{8}$

ง. $\frac{3}{7} > \frac{3}{8}$ เนื่องจาก $\frac{3}{7}$ มีค่าใกล้ 1 น้อยกว่า $\frac{3}{8}$

6. ข้อใดถูกต้องในการเปรียบเทียบ $\frac{2}{5}$ กับ $\frac{12}{15}$

ก. $\frac{2}{5} = \frac{12}{15}$ เนื่องจาก $5 - 2 = 15 - 12$

ข. $\frac{2}{5} = \frac{12}{15}$ เนื่องจาก $12 - 2 = 15 - 5$

ค. $\frac{2}{5} > \frac{12}{15}$ เนื่องจาก $2 < 12$ และ $5 < 15$

ง. $\frac{2}{5} < \frac{12}{15}$ เนื่องจาก $2 \times 3 < 12$

7. ข้อใดไม่ถูกต้อง

ก. $\frac{15 \div 5}{35 \div 5} = \frac{3}{7}$ ดังนั้น $\frac{15}{35}$ ไม่เป็นเศษส่วนอย่างต่ำ

ข. $\frac{18 \div 2}{30 \div 2} = \frac{9}{15}$ แล้ว $\frac{9}{15}$ เป็นเศษส่วนอย่างต่ำ

ค. $\frac{7 \div 1}{81 \div 1} = \frac{7}{81}$ แล้ว $\frac{7}{81}$ เป็นเศษส่วนอย่างต่ำ

ง. $\frac{1 \times 2}{11 \times 2} = \frac{2}{22}$ ดังนั้น $\frac{2}{22}$ ไม่เป็นเศษส่วนอย่างต่ำ

8. ข้อใดไม่ถูกต้อง

ก. $\frac{5}{15}$ สามารถเขียนในรูปของจำนวนนับได้

ข. $\frac{15}{5}$ สามารถเขียนในรูปของจำนวนนับได้

ค. $\frac{5}{5}$ สามารถเขียนอยู่ในรูปของจำนวนนับได้

ง. 5 สามารถเขียนในรูปของเศษส่วนได้

9. ข้อใดไม่ถูกต้อง

ก. $\frac{3}{4}$ เป็นเศษส่วนแท้ เนื่องจาก 3 มีค่าน้อยกว่า 4

ข. $\frac{5}{4}$ เป็นเศษเกิน เนื่องจาก 5 มีค่ามากกว่า 4

ค. $\frac{4}{4}$ สามารถเขียนอยู่ในรูปจำนวนนับได้ แต่ไม่เป็นเศษเกิน

ง. 7 สามารถเขียนอยู่ในรูปเศษส่วนได้ และเป็นเศษเกิน

10. ข้อใดกล่าวได้ถูกต้อง

ก. $2 \times \frac{2}{3}$ เขียนในรูปของจำนวนคละได้ว่า $2\frac{2}{3}$

ข. $5\frac{3}{2}$ เป็นจำนวนคละ

ค. $7\frac{1}{8}$ เป็นจำนวนคละ สามารถเขียนในรูปของเศษเกินได้ว่า $\frac{57}{8}$

ง. เศษส่วนแท้สามารถเขียนอยู่ในรูปของจำนวนคละได้

11. ข้อใดเป็นวิธีการทำให้ $\frac{14}{3}$ เป็นจำนวนคละ

ก. นำ $14 \div 3$ จะได้ผลหารเป็น 4 กับเศษอีก 2 ดังนั้น $\frac{14}{3} = 4\frac{2}{3}$

ข. นำ $14 \div 3$ จะได้ผลหารเป็น 4 กับเศษอีก 2 ดังนั้น $\frac{14}{3} = 3\frac{2}{4}$

ค. นำ $14 \div 3$ จะได้ผลหารเป็น 4 กับเศษอีก 2 ดังนั้น $\frac{14}{3} = 2\frac{4}{3}$

ง. นำ $14 \div 3$ จะได้ผลหารเป็น 4 กับเศษอีก 2 ดังนั้น $\frac{14}{3} = 4\frac{2}{3}$

12. ข้อใดเป็นวิธีการทำให้ $2\frac{5}{6}$ เป็นเศษเกิน

ก. $2\frac{5}{6} = \frac{(2 \times 6) + 5}{6}$

ค. $2\frac{5}{6} = 2 \times \frac{5}{6}$

ข. $2\frac{5}{6} = \frac{(2 \times 5) + 6}{6}$

ง. $2\frac{5}{6} = \frac{(5 \times 6) + 2}{6}$

13. ข้อใดเป็นขั้นตอนการบวกเศษส่วน $\frac{3}{10} + \frac{4}{10}$

ก. $\frac{3}{10} + \frac{4}{10} = \frac{3+4}{10+10}$

ค. $\frac{3}{10} + \frac{4}{10} = \frac{3+4}{10}$

ข. $\frac{3}{10} + \frac{4}{10} = \frac{(3 \times 10) + (4 \times 10)}{10+10}$

ง. $\frac{3}{10} + \frac{4}{10} = \frac{(3 \times 10) + (4 \times 10)}{10}$

14. ข้อใดเป็นขั้นตอนการบวกเศษส่วน $\frac{7}{8} + \frac{5}{16}$

ก. $\frac{7}{8} + \frac{5}{16} = \frac{7+5}{8+16}$

ค. $\frac{7}{8} + \frac{5}{16} = \frac{7 \times 8}{8 \times 8} + \frac{5}{16}$

ข. $\frac{7}{8} + \frac{5}{16} = \frac{7 \times 2}{8 \times 2} + \frac{5}{16}$

ง. $\frac{7}{8} + \frac{5}{16} = \frac{(7 \times 2) + 5}{16+16}$

15. ข้อใดกล่าวได้ถูกต้อง

ก. $4 \times \frac{1}{3} = \frac{1}{3} \times \frac{1}{3} \times \frac{1}{3} \times \frac{1}{3}$

ค. $\frac{1}{6} \times 4 = \frac{1}{6 \times 4}$

ข. $3 \times \frac{4}{5} = 3 \times \frac{5}{4}$

ง. $\frac{2}{3} \times 18 = \frac{2 \times 18}{3}$

16. ข้อใดกล่าวได้ถูกต้อง

ก. $\frac{2}{3} \times \frac{5}{7} = \frac{2}{3} \times \frac{7}{5}$

ค. $\frac{2}{3} \times \frac{5}{7} = \frac{2 \times 7}{3 \times 5}$

ข. $\frac{2}{3} \times \frac{5}{7} = \frac{2 \times 5}{3 \times 7}$

ง. $\frac{2}{3} \times \frac{5}{7} = \frac{2 \times 5}{(3 \times 5) \times (7 \times 2)}$

17. ข้อใดมีความหมายตรงกับ $\frac{15}{7} \div 8$

ก. $\frac{15}{7} \times \frac{1}{8}$

ค. $\frac{7}{15} \times \frac{1}{8}$

ข. $\frac{15 \times 8}{7}$

ง. $\frac{15 \div 8}{7 \div 8}$

18. ข้อใดมีความหมายตรงกับ $\frac{11}{15} \div \frac{9}{20}$

ก. $\frac{11 \div 20}{15 \div 9}$

ค. $\frac{15}{11} \times \frac{9}{20}$

ข. $\frac{11}{15} \times \frac{20}{9}$

ง. $\frac{15}{11} \times \frac{20}{9}$

19. ข้อใดเป็นขั้นตอนการหาคำตอบของ $\left(\frac{1}{3} + \frac{2}{6}\right) \times 3$

ก. $\left(\frac{1}{3} + \frac{2}{6}\right) \times 3 = \frac{1}{3} + \left(\frac{2 \times 3}{6}\right) = \frac{1}{3} + \frac{6}{6}$

ข. $\left(\frac{1}{3} + \frac{2}{6}\right) \times 3 = \left(\frac{1}{3} \times 3\right) + \frac{2}{6} = 1 + \frac{2}{6}$

ค. $\left(\frac{1}{3} + \frac{2}{6}\right) \times 3 = \left(\frac{(1 \times 2) + 2}{6}\right) \times 3 = \frac{4}{6} \times 3$

ง. $\left(\frac{1}{3} + \frac{2}{6}\right) \times 3 = \frac{(1 + 2) \times 3}{(3 + 6) \times 3} = \frac{3 \times 3}{9 \times 3}$

20. ข้อใดเป็นขั้นตอนการหาคำตอบของ $\left(6 \times \frac{5}{13}\right) + \frac{7}{8}$

ก. $\left(6 \times \frac{5}{13}\right) + \frac{7}{8} = 6 \times \left(\frac{5}{13} + \frac{7}{8}\right) = 6 \times \frac{5+7}{13+8}$

ข. $\left(6 \times \frac{5}{13}\right) + \frac{7}{8} = 6 \times \left(\frac{5}{13} + \frac{7}{8}\right) = 6 \times \left(\frac{(5 \times 8) + (7 \times 13)}{13 \times 8}\right)$

ค. $\left(6 \times \frac{5}{13}\right) + \frac{7}{8} = \left(\frac{5}{6 \times 13}\right) + \frac{7}{8} = \frac{5}{78} + \frac{7}{8}$

ง. $\left(6 \times \frac{5}{13}\right) + \frac{7}{8} = \left(\frac{6 \times 5}{13}\right) + \frac{7}{8} = \frac{30}{13} + \frac{7}{8}$

ขอให้นักเรียนทุกคนประสบความสำเร็จในการทดสอบ...

แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์เรื่อง เศษส่วน
ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5

คำชี้แจง

1. แบบทดสอบฉบับนี้มีลักษณะเป็นสถานการณ์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ให้นักเรียนใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์เรื่อง เศษส่วน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 เพื่อแก้ปัญหาและหาคำตอบของปัญหา โดยข้อสอบมีจำนวนทั้งหมด 4 ข้อ ใช้เวลาในการสอบ 60 นาที
2. ในการตอบคำถามให้นักเรียนเขียนแสดงวิธีการแก้ปัญหาโดยละเอียด ซึ่งนักเรียนสามารถเขียนบรรยาย แสดงรูปภาพ แผนภูมิ ตาราง หรือสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์เพื่อช่วยในการหาคำตอบได้
3. ให้นักเรียนทำข้อสอบและเขียนทศในแบบทดสอบฉบับนี้

ข้อที่(1) ในการซดแปลงผักเพื่อปลูกผักสวนครัวครั้งหนึ่ง วันแรกเด็กชายเป็กซดแปลงผักสวนครัวได้ $\frac{4}{6}$ ของแปลง วันที่สองซดได้อีก $\frac{1}{3}$ ของแปลง รวมสองวันเด็กชายเป็กสามารถซดแปลงผักสวนครัวได้ครบหนึ่งแปลงหรือไม่

1. บอกรายละเอียดของปัญหา

1.1 โจทย์ต้องการให้หาอะไร

.....

.....

.....

1.2 โจทย์กำหนดอะไรให้บ้าง

.....

.....

.....

.....

.....

.....

2. ลองคิดหาวิธีการแก้ปัญหา

[illegible]

เขียนประโยคสัญลักษณ์เพื่อหาคำตอบได้อย่างไร.....

3. แสดงวิธีทำเพื่อหาคำตอบ

3. แสดงวิธีทำเพื่อหาคำตอบ

4. ตรวจสอบผลย้อนกลับและสรุปผล

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ข้อที่(2) บ้านของเด็กหญิงแอนมีข้าวสารอยู่ $5\frac{3}{5}$ กิโลกรัม นำข้าวสารมาหุงรับประทานวันละ $\frac{4}{5}$ กิโลกรัม บ้านของเด็กหญิงแอนมีข้าวสารเพียงพอสำหรับการหุงรับประทานใน 1 สัปดาห์หรือไม่

1. บอกรายละเอียดของปัญหา

1.1 โจทย์ต้องการให้หาอะไร

.....

.....

.....

1.2 โจทย์กำหนดอะไรให้บ้าง

.....

.....

.....

.....

.....

2. ลองคิดหาวิธีการแก้ปัญหา

.....

.....

.....

.....

เขียนประโยคสัญลักษณ์เพื่อหาคำตอบได้อย่างไร.....

3. แสดงวิธีทำเพื่อหาคำตอบ

4. ตรวจสอบผลย้อนกลับและสรุปผล

ข้อที่(3) เด็กชายออฟเลี้ยงสัตว์ไว้ 2 ชนิด เพื่อนำไปขายเป็นรายได้เสริมให้กับครอบครัว ซึ่งเลี้ยงไก่ไว้จำนวน $\frac{2}{7}$ ของจำนวนหมู โดยเลี้ยงหมูไว้ 14 ตัว เด็กชายออฟเลี้ยงสัตว์ไว้ทั้งหมดกี่ตัว

1. บอกรายละเอียดของปัญหา

1.1 โจทย์ต้องการให้หาอะไร

.....

.....

1.2 โจทย์กำหนดอะไรให้บ้าง

.....

.....

.....

.....

.....

.....

2. ลองคิดหาวิธีการแก้ปัญหา

.....

.....

.....

.....

.....

.....

เขียนประโยคสัญลักษณ์เพื่อหาคำตอบได้อย่างไร.....

.....

3. แสดงวิธีหาคำตอบ

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

4. ตรวจสอบผลย้อนกลับและสรุปผล

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ข้อที่(4) ครูไฉไลให้นักเรียนอ่านหนังสือนอกเวลาเล่มหนึ่งที่ทั้งสนุกและมีประโยชน์มาก โดยหนังสือเล่มนี้มี 75 หน้า วันแรกเด็กชายปิงอ่านหนังสือคิดเป็นจำนวนหน้าได้ $\frac{2}{5}$ ของเล่ม วันที่สองเด็กชายปิงต้องอ่านหนังสืออีกกี่หน้า จึงจะจบเล่ม

1. บอกรายละเอียดของปัญหา

1.1 โจทย์ต้องการให้หาอะไร

.....

.....

.....

1.2 โจทย์กำหนดอะไรให้บ้าง

[illegible]

2. ลองคิดหาวิธีการแก้ปัญหา

[illegible]

เขียนประโยคสัญลักษณ์เพื่อหาคำตอบได้อย่างไร.....

3. แสดงวิธีทำเพื่อหาคำตอบ

[illegible]

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

4. ตรวจสอบผลย้อนกลับและสรุปผล

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ขอให้นักเรียนทุกคนประสบความสำเร็จในการทดสอบ...

การให้คะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์เรื่อง เศษส่วน ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5

คำชี้แจง

การตรวจให้คะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์เรื่อง เศษส่วน ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ได้กำหนดเกณฑ์การให้คะแนนโดยการวิเคราะห์ (Analytic Scoring) ข้อสอบแต่ละข้อ โดยกำหนดระดับคะแนนแยกแยะลงไปในช่วงตอนของกระบวนการแก้ปัญหา ซึ่งจะให้คะแนนตั้งแต่ 0-2 ดังรายละเอียดต่อไปนี้

1. การทำความเข้าใจปัญหา (บอกรายละเอียดของปัญหา)

ให้ 0 คะแนน : ไม่มีความเข้าใจปัญหาเลย

ให้ 1 คะแนน : ไม่มีความเข้าใจปัญหาบางส่วน หรือตีความปัญหาบางส่วนคลาดเคลื่อนไป

ให้ 2 คะแนน : เข้าใจปัญหาทั้งหมดได้อย่างถูกต้อง

2. การวางแผนแก้ปัญหา (ลองคิดหาวิธีการแก้ปัญหา)

ให้ 0 คะแนน : ไม่แสดงให้เห็นถึงความพยายามที่จะแก้ปัญหา หรือวางแผนการแก้ปัญหาทั้งหมดไม่เหมาะสม

ให้ 1 คะแนน : วางแผนการแก้ปัญหถูกต้องบางส่วน ในส่วนที่สามารถตีความปัญหาได้ถูกต้อง

ให้ 2 คะแนน : สามารถวางแผนการแก้ปัญหาที่นำไปสู่คำตอบที่ถูกต้อง ถ้ามีการดำเนินการต่ออย่างถูกต้อง

3. การดำเนินงานตามแผนเพื่อหาคำตอบ (แสดงวิธีทำเพื่อหาคำตอบ)

ให้ 0 คะแนน : ไม่แสดงวิธีการหาคำตอบ ไม่มีคำตอบ หรือตอบผิดอันเป็นผลมาจากการวางแผนที่ไม่เหมาะสม

ให้ 1 คะแนน : มีการคัดลอกที่ผิดพลาด แสดงการคิดคำนวณผิดพลาด ตอบคำถามได้ถูกต้อง แต่ยังไม่ครบถ้วนตามประเด็นที่โจทย์ถาม

ให้ 2 คะแนน : ตอบคำถามได้ถูกต้อง ครบถ้วนตามประเด็นที่โจทย์ถาม

ภาคผนวก ค
ตัวอย่างของบทเรียนคณิตศาสตร์

หน่วยการเรียนรู้	เรื่อง เศษส่วน
ระดับชั้นที่สอน	ประถมศึกษาปีที่ 5
จำนวนชั่วโมงที่ใช้จัดการเรียนการสอนทั้งหมด	29 ชั่วโมง

มาตรฐานการเรียนรู้ ช่วงชั้นที่ 2 (ป.4-ป.6)

สาระที่ 1 จำนวนและการดำเนินการ

มาตรฐาน ค 1.1 เข้าใจความหลากหลายของการแสดงจำนวนและการใช้จำนวนในชีวิตจริง

มาตรฐานการเรียนรู้ช่วงชั้นที่ 2

1. มีความคิดรวบยอดและความรู้สึกเชิงจำนวน (Number Sense) เกี่ยวกับจำนวนนับ เศษส่วน และทศนิยม
2. อ่าน เขียนตัวหนังสือและตัวเลขแสดงจำนวนนับ เศษส่วน ทศนิยม และร้อยละได้
3. เปรียบเทียบจำนวนนับ เศษส่วน ทศนิยม และร้อยละได้

มาตรฐาน ค 1.2 เข้าใจถึงผลที่เกิดขึ้นจากการดำเนินการของจำนวนและความสัมพันธ์ระหว่างการดำเนินการต่างๆ และสามารถใช้ในการดำเนินการในการแก้ปัญหาได้

มาตรฐานการเรียนรู้ช่วงชั้นที่ 2

1. มีความคิดรวบยอดเกี่ยวกับการบวก การลบ การคูณ และการหารจำนวนนับ เศษส่วน ทศนิยม และร้อยละ
2. บวก ลบ คูณ และหารจำนวนนับ ศูนย์ เศษส่วน และทศนิยมพร้อมทั้งตระหนักถึงความสมเหตุสมผลของคำตอบที่ได้
3. อธิบายผลที่ได้จากการบวก การลบ การคูณ และการหารจำนวนนับ ศูนย์ เศษส่วน และทศนิยม พร้อมทั้งบอกความสัมพันธ์ระหว่างการดำเนินการของจำนวนต่างๆได้
4. แก้ปัญหาเกี่ยวกับการบวก การลบ การคูณ และการหารจำนวนนับ ศูนย์ เศษส่วน ทศนิยม และร้อยละ พร้อมทั้งตระหนักถึงความสมเหตุสมผลของคำตอบที่ได้ และสามารถสร้างโจทย์ได้

สาระที่ 6 ทักษะ/กระบวนการทางคณิตศาสตร์

มาตรฐาน ค 6.1 มีความสามารถในการแก้ปัญหา

มาตรฐานการเรียนรู้ช่วงชั้นที่ 2

1. ใช้วิธีการที่หลากหลายแก้ปัญหาได้
2. ใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์และเทคโนโลยีแก้ปัญหาในสถานการณ์จริงได้

มาตรฐาน ค 6.2 มีความสามารถในการให้เหตุผล

มาตรฐานการเรียนรู้ช่วงชั้นที่ 2

1. ให้เหตุผลประกอบการตัดสินใจและสรุปผลได้อย่างเหมาะสม

มาตรฐาน ค 6.3 มีความสามารถในการสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ และการนำเสนอ

มาตรฐานการเรียนรู้ช่วงชั้นที่ 2

1. ใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ในการสื่อสาร สื่อความหมาย และนำเสนอได้อย่างถูกต้องเหมาะสม

มาตรฐาน ค 6.4 มีความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ต่างๆทางคณิตศาสตร์ และเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่นๆได้

มาตรฐานการเรียนรู้ช่วงชั้นที่ 2

1. นำความรู้ทางคณิตศาสตร์ไปเชื่อมโยงในการเรียนรู้เนื้อหาต่างๆในวิชาคณิตศาสตร์และเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับวิชาอื่นได้
2. นำความรู้และทักษะจากการเรียนคณิตศาสตร์ไปประยุกต์ในการเรียนรู้สิ่งต่างๆและในชีวิตจริงได้

มาตรฐาน ค 6.5 มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์

มาตรฐานการเรียนรู้ช่วงชั้นที่ 2

1. มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ในการทำงาน

สาระการเรียนรู้และผลการเรียนรู้ที่คาดหวังรายปี ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5

สาระหลัก	สาระการเรียนรู้	ผลการเรียนรู้ที่คาดหวังรายปี
1. จำนวนและการดำเนินการ	จำนวนนับ เศษส่วน ทศนิยม และ ร้อยละ 1. เศษส่วน - เศษส่วนแท้ เศษเกิน จำนวนคละ - เศษส่วนของจำนวนนับ - เศษส่วนที่เท่ากัน - เศษส่วนอย่างต่ำ - การเปรียบเทียบเศษส่วนที่มีตัวส่วนเป็นพหุคูณของกันและกัน - การเรียงลำดับเศษส่วน	- เมื่อกำหนดเศษส่วนให้ สามารถบอกเหตุผลได้ว่าเศษส่วนใดเป็นเศษส่วนแท้ เศษเกิน หรือจำนวนคละ - เมื่อกำหนดเศษเกินให้ สามารถเขียนในรูปจำนวนคละ และเมื่อกำหนดจำนวนคละให้ สามารถเขียนในรูปเศษเกินได้ - เมื่อกำหนดจำนวนนับให้สามารถเขียนในรูปเศษส่วนได้ - เมื่อกำหนดเศษส่วนให้ สามารถเขียนให้เป็นเศษส่วนที่มีค่าเท่าเดิมโดยที่ตัวส่วนเป็นพหุคูณของตัวส่วนที่กำหนดให้หรือตัวส่วนเป็นตัวประกอบของตัวส่วนที่กำหนดให้ - เมื่อกำหนดเศษส่วนให้ สามารถทำเป็นเศษส่วนอย่างต่ำได้ - เมื่อกำหนดเศษส่วนสองจำนวนที่มีตัวส่วนตัวหนึ่งเป็นพหุคูณของตัวส่วนอีกตัวหนึ่งให้ สามารถเปรียบเทียบเศษส่วนได้ - เมื่อกำหนดเศษส่วนให้สามถึงห้าจำนวน สามารถเรียงลำดับเศษส่วนได้

สาระหลัก	สาระการเรียนรู้	ผลการเรียนรู้ที่คาดหวังรายปี
1. จำนวนและการดำเนินการ (ต่อ)	การบวก การลบ การคูณ และการหารจำนวนนับ เศษส่วน ทศนิยม และร้อยละ 2. การบวก การลบ การคูณ และการหารเศษส่วน - การบวกและการลบเศษส่วนที่มีตัวส่วนเป็นพหุคูณของกันและกัน - การคูณและการหารเศษส่วน - การบวก ลบ คูณเศษส่วนระคน	- เมื่อกำหนดโจทย์การบวกเศษส่วนที่มีตัวส่วนตัวหนึ่งเป็นพหุคูณของตัวส่วนอีกตัวหนึ่งให้ สามารถหาคำตอบพร้อมทั้งตระหนักถึงความสมเหตุสมผลของคำตอบที่ได้ และแสดงวิธีทำได้ - เมื่อกำหนดโจทย์การลบเศษส่วนที่มีตัวส่วนตัวหนึ่งเป็นพหุคูณของตัวส่วนอีกตัวหนึ่งให้ สามารถหาคำตอบพร้อมทั้งตระหนักถึงความสมเหตุสมผลของคำตอบที่ได้ และแสดงวิธีทำได้ - เมื่อกำหนดโจทย์การคูณเศษส่วนให้ สามารถหาคำตอบพร้อมทั้งตระหนักถึงความสมเหตุสมผลของคำตอบที่ได้ และแสดงวิธีทำได้ - เมื่อกำหนดโจทย์การหารเศษส่วนให้ สามารถหาคำตอบพร้อมทั้งตระหนักถึงความสมเหตุสมผลของคำตอบที่ได้ และแสดงวิธีทำได้ - เมื่อกำหนดโจทย์การบวก ลบ คูณเศษส่วนระคนให้ สามารถหาคำตอบพร้อมทั้งตระหนักถึงความสมเหตุสมผลของคำตอบที่ได้ และแสดงวิธีทำได้

สาระหลัก	สาระการเรียนรู้	ผลการเรียนรู้ที่คาดหวังรายปี
1. จำนวนและ การดำเนินการ (ต่อ)	สมบัติของจำนวนนับและศูนย์ เศษส่วน และทศนิยม 1. สมบัติของเศษส่วน - สมบัติการสลับที่ สมบัติการเปลี่ยนหมู่ของการบวก - สมบัติการสลับที่ สมบัติการเปลี่ยนหมู่ของการคูณ 3. โจทย์ปัญหาและสถานการณ์ - โจทย์ปัญหาการบวกและการลบ เศษส่วนที่มีตัวส่วนเป็นพหุคูณของกันและกัน - โจทย์ปัญหาการคูณและการหาร เศษส่วน - โจทย์ปัญหาการบวก ลบ คูณ เศษส่วนระคน	- เมื่อกำหนดโจทย์ปัญหาการบวก เศษส่วนที่มีตัวส่วนตัวหนึ่งเป็นพหุคูณของตัวส่วนอีกตัวหนึ่งให้ สามารถวิเคราะห์โจทย์ หาคำตอบ และแสดงวิธีทำ พร้อมทั้งตระหนักถึงความสมเหตุสมผลของคำตอบที่ได้ - เมื่อกำหนดโจทย์ปัญหาการลบ เศษส่วนที่มีตัวส่วนตัวหนึ่งเป็นพหุคูณของตัวส่วนอีกตัวหนึ่งให้ สามารถวิเคราะห์โจทย์ หาคำตอบ และแสดงวิธีทำ พร้อมทั้งตระหนักถึงความสมเหตุสมผลของคำตอบที่ได้ - เมื่อกำหนดโจทย์ปัญหาการคูณ เศษส่วนให้ สามารถวิเคราะห์โจทย์ หาคำตอบ และแสดงวิธีทำ พร้อมทั้งตระหนักถึงความสมเหตุสมผลของคำตอบที่ได้ - เมื่อกำหนดโจทย์ปัญหาการหาร เศษส่วนให้ สามารถวิเคราะห์โจทย์ หาคำตอบ และแสดงวิธีทำ พร้อมทั้งตระหนักถึงความสมเหตุสมผลของคำตอบที่ได้ - เมื่อกำหนดโจทย์ปัญหาการบวก ลบ คูณ เศษส่วนระคนให้ สามารถวิเคราะห์โจทย์ หาคำตอบ และแสดงวิธีทำ พร้อมทั้งตระหนักถึงความสมเหตุสมผลของคำตอบที่ได้

สาระหลัก	สาระการเรียนรู้	ผลการเรียนรู้ที่คาดหวังรายปี
6. ทักษะ/ กระบวนการทาง คณิตศาสตร์	กิจกรรมเสริมทักษะ กระบวนการ ทางคณิตศาสตร์ผ่านสาระการ เรียนรู้ จำนวนและการดำเนินการ การวัด เรขาคณิต พีชคณิต	- ใช้วิธีการที่หลากหลายแก้ปัญหาได้ - ใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์และ เทคโนโลยีแก้ปัญหาในสถานการณ์ จริงได้ - ให้เหตุผลประกอบการตัดสินใจและ สรุปผลได้อย่างเหมาะสม - ใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทาง คณิตศาสตร์ในการสื่อสาร สื่อ ความหมาย และนำเสนอได้อย่าง ถูกต้องเหมาะสม - นำความรู้ทางคณิตศาสตร์ไป เชื่อมโยงในการเรียนรู้เนื้อหาต่างๆใน วิชาคณิตศาสตร์ และเชื่อมโยง คณิตศาสตร์กับวิชาอื่นได้ - นำความรู้และทักษะทาง คณิตศาสตร์ไปประยุกต์ในการเรียนรู้ สิ่งต่างๆ และในชีวิตจริงได้ - มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ในการ ทำงาน

เป้าหมายหลักของการศึกษาและพัฒนาบทเรียน

เพื่อพัฒนานักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ให้มีความรู้ความเข้าใจในมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ และความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์เรื่อง เศษส่วน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โดยมี เกณฑ์การบรรลุเป้าหมายหลักของการศึกษาและพัฒนาบทเรียนครั้งนี้ ได้แก่ 1) มีจำนวนนักเรียนที่ใช้ สำหรับการจัดการเรียนการสอนรอบแรกและรอบที่สอง แต่ละรอบไม่น้อยกว่าร้อยละ 70 ที่มีคะแนน ความรู้ความเข้าใจในมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์เรื่อง เศษส่วน หลังเรียนไม่น้อยกว่าร้อยละ 70 ของ คะแนนเต็ม และ (2) มีจำนวนนักเรียนที่ใช้สำหรับการจัดการเรียนการสอนรอบแรกและรอบที่สอง แต่ ละรอบไม่น้อยกว่าร้อยละ 70 ที่มีคะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์เรื่อง เศษส่วน หลังเรียนไม่น้อยกว่าร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม

หัวข้อย่อยของเนื้อหาคณิตศาสตร์ มโนทัศน์หลักทางคณิตศาสตร์ และจำนวน ชั่วโมงที่ใช้จัดการเรียนการสอนในแต่ละหัวข้อย่อย

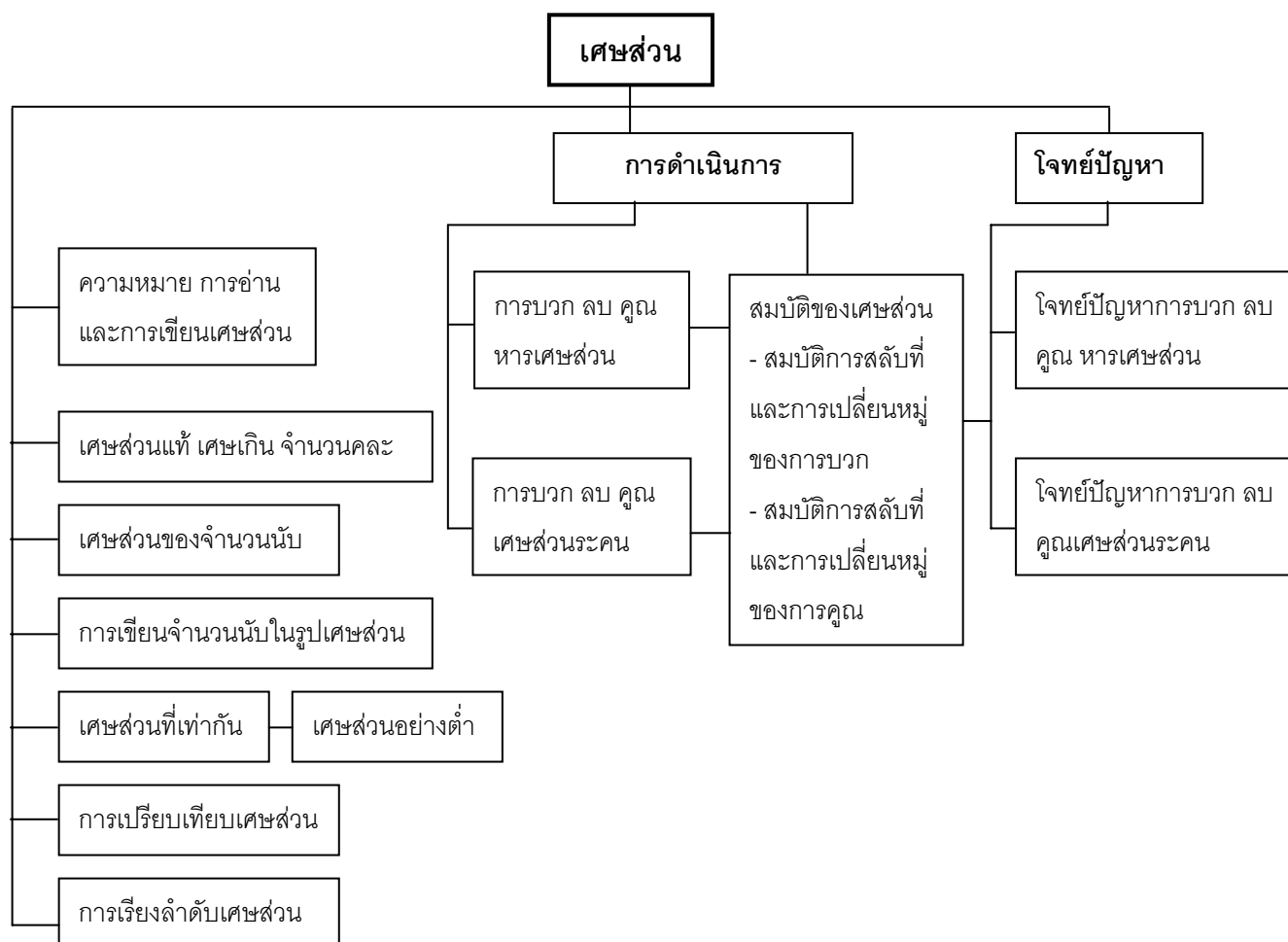
เนื้อหา	มโนทัศน์หลักทางคณิตศาสตร์	จำนวนชั่วโมง
1. ความหมายของเศษส่วน 1.1 เศษส่วนของสิ่งของ หนึ่งสิ่ง 1.2 เศษส่วนของสิ่งของ หนึ่งกลุ่ม	1. ตัวเศษแสดงจำนวนที่กล่าวถึง ตัวส่วนแสดงจำนวน ส่วนแบ่งทั้งหมดที่เท่าๆ กัน 2. ตัวเศษแสดงจำนวนกลุ่มที่กล่าวถึง ตัวส่วนแสดง จำนวนที่แบ่งเป็นกลุ่มเท่าๆ กัน	1 ชั่วโมง
2. เศษส่วนที่เท่ากัน 2.1 การทำเศษส่วนให้ตัว ส่วนเท่ากับตัวส่วนที่ กำหนดให้	3. เมื่อตัวส่วนที่กำหนดให้เป็นพหุคูณของตัวส่วนเดิม ทำได้โดยนำจำนวนนับที่เท่ากันมาคูณทั้งตัวเศษและตัว ส่วน โดยจำนวนนับที่นำมาคูณนั้น เมื่อคูณตัวส่วนแล้ว ต้องได้ผลคูณเท่ากับตัวส่วนที่กำหนดให้ 4. เมื่อตัวส่วนเดิมเป็นพหุคูณของตัวส่วนที่กำหนดให้ ทำได้โดยนำจำนวนนับที่เท่ากันมาหารทั้งตัวเศษและ ตัวส่วน โดยจำนวนนับที่นำมาหารนั้น เมื่อหารตัวส่วน เดิมแล้วต้องได้ผลหารเท่ากับตัวส่วนที่กำหนดให้	1 ชั่วโมง
3. การเปรียบเทียบ เศษส่วน 3.1 การเปรียบเทียบ เศษส่วนที่มีตัวส่วนเท่ากัน 3.2 การเปรียบเทียบ เศษส่วนที่มีตัวเศษเท่ากัน 3.3 การเปรียบเทียบเศษส่วน ที่มีตัวเศษและตัวส่วนไม่ เท่ากัน	5. การเปรียบเทียบเศษส่วนที่มีตัวส่วนเท่ากัน แต่ตัว เศษไม่เท่ากัน ให้พิจารณาที่ตัวเศษ ถ้าตัวเศษของ เศษส่วนใดมากกว่า เศษส่วนนั้นจะมีค่ามากกว่า 6. การเปรียบเทียบเศษส่วนที่มีตัวเศษเท่ากัน แต่ตัว ส่วนไม่เท่ากัน ให้พิจารณาที่ตัวส่วน ถ้าตัวส่วนของ เศษส่วนใดมากกว่า เศษส่วนนั้นจะมีค่าน้อยกว่า 7. การเปรียบเทียบเศษส่วนที่มีตัวเศษและตัวส่วนไม่ เท่ากัน ใช้วิธีแปลงเศษส่วนให้เป็นเศษส่วนที่มีตัวส่วน เท่ากันก่อน แล้วจึงเปรียบเทียบกันโดยอาศัยหลักการ ที่ว่า เศษส่วนที่มี ตัวส่วนเท่ากัน เศษส่วนใดที่มีตัวเศษ มากกว่า เศษส่วนนั้นจะมีค่ามากกว่า	2 ชั่วโมง

เนื้อหา	มโนทัศน์หลักทางคณิตศาสตร์	จำนวนชั่วโมง
3. การเปรียบเทียบ เศษส่วน (ต่อ) 3.4 การเรียงลำดับ เศษส่วน	8. การเรียงลำดับเศษส่วนที่มีตัวส่วนไม่เท่ากัน ใช้วิธีแปลงเศษส่วนทุกจำนวนให้เป็นเศษส่วนที่มีตัวส่วนเท่ากันก่อน แล้วจึงนำมาเรียงลำดับกัน	
4. เศษส่วนอย่างต่ำ	9. เศษส่วนที่ไม่มีจำนวนนับใดที่มากกว่า 1 หารทั้งตัวเศษและตัวส่วนได้ลงตัว เรียกเศษส่วนนั้นว่า เศษส่วนอย่างต่ำ 10. การทำเศษส่วนให้เป็นเศษส่วนอย่างต่ำทำได้โดยนำจำนวนนับที่เท่ากันมาหารทั้งตัวเศษและตัวส่วนจนไม่มีจำนวนนับใดนอกจาก 1 ที่หารทั้งตัวเศษและตัวส่วนได้ลงตัว เศษส่วนใหม่ที่ได้จะเป็นเศษส่วนอย่างต่ำ	1 ชั่วโมง
5. เศษส่วนที่เท่ากับจำนวนนับ	11. เศษส่วนที่มีตัวเศษเท่ากับตัวส่วนเป็นเศษส่วนที่เท่ากับ 1 12. เศษส่วนที่ตัวส่วนหารตัวเศษได้ลงตัว เศษส่วนนั้นสามารถเขียนให้อยู่ในรูปจำนวนนับได้	1 ชั่วโมง
6. ชนิดของเศษส่วน 6.1 เศษส่วนแท้และเศษเกิน 6.2 จำนวนคละ 6.3 เศษเกินและจำนวนคละ	13. เศษส่วนที่ตัวเศษน้อยกว่าตัวส่วน เรียกว่า เศษส่วนแท้ 14. เศษส่วนที่ตัวเศษเท่ากับหรือมากกว่าตัวส่วน เรียกว่า เศษเกิน 15. จำนวนที่ประกอบด้วยจำนวนนับกับเศษส่วนแท้ เรียกว่า จำนวนคละ 16. การเขียนเศษเกินในรูปจำนวนคละ ทำได้โดยนำตัวส่วนไปหารตัวเศษ ผลหารที่ได้จะเป็นจำนวนนับ เศษที่เหลือเป็นตัวเศษโดยมีตัวส่วนคงเดิม 17. การเขียนจำนวนคละในรูปเศษเกิน ทำได้โดยนำตัวส่วนคูณกับจำนวนนับแล้วบวกกับตัวเศษจะได้ตัวเศษของเศษส่วน โดยมีตัวส่วนคงเดิม	3 ชั่วโมง

เนื้อหา	มโนทัศน์หลักทางคณิตศาสตร์	จำนวนชั่วโมง
7. การบวกและการลบเศษส่วน 7.1 การบวกและการลบเศษส่วนที่มีตัวส่วนเท่ากัน 7.2 การบวกและการลบเศษส่วนที่มีตัวส่วนไม่เท่ากัน 7.3 สมบัติการสลับที่ของการบวก 7.4 สมบัติการเปลี่ยนหมู่ของการบวก	18. การบวกหรือการลบเศษส่วนที่มีตัวส่วนเท่ากัน ให้ นำตัวเศษมาบวกหรือลบกัน โดยตัวส่วนคงเดิม 19. การบวกหรือการลบเศษส่วนที่มีตัวส่วนไม่เท่ากัน เมื่อตัวส่วนตัวหนึ่งเป็นพหุคูณของตัวส่วนอีกตัวหนึ่ง จะต้องทำตัวส่วนให้เท่ากันก่อนแล้วจึงหาผลบวกหรือ ผลลบ 20. เศษส่วนสองจำนวนที่นำมาบวกกันสามารถสลับที่ กันได้โดยที่ผลบวกยังคงเท่าเดิม สมบัตินี้เรียกว่า สมบัติการสลับที่ของการบวก 21. เศษส่วนสามจำนวนที่นำมาบวกกัน จะบวก เศษส่วนคู่หน้าหรือคู่หลังก่อนแล้วนำมาบวกกับ เศษส่วนที่เหลือ ผลลัพธ์ที่ได้จะเท่ากัน สมบัตินี้เรียกว่า สมบัติการเปลี่ยนหมู่ของการบวก	3 ชั่วโมง
8. โจทย์ปัญหาการบวกและการลบเศษส่วน	—	2 ชั่วโมง
9. การคูณเศษส่วน 9.1 การคูณเศษส่วนด้วยจำนวนนับ 9.2 เศษส่วนของจำนวนนับ 9.3 การคูณจำนวนนับด้วยเศษส่วน 9.4 เศษส่วนของเศษส่วน 9.5 การคูณเศษส่วนกับเศษส่วน	22. การคูณเศษส่วนด้วยจำนวนนับ ทำได้โดยนำ จำนวนนับมาคูณกับตัวเศษ โดยตัวส่วนยังคงเดิม 23. การคูณจำนวนนับด้วยเศษส่วน หาผลคูณได้โดยใช้ วิธีเดียวกับการคูณเศษส่วนด้วยจำนวนนับ คือ นำ จำนวนนับมาคูณกับตัวเศษ โดยตัวส่วนคงเดิม 24. การคูณเศษส่วนกับเศษส่วน ใช้วิธีนำตัวเศษคูณกับ ตัวเศษและตัวส่วนคูณกับตัวส่วน	3 ชั่วโมง

เนื้อหา	มโนทัศน์หลักทางคณิตศาสตร์	จำนวนชั่วโมง
10. โจทย์ปัญหาการคูณ เศษส่วน	–	2 ชั่วโมง
11. การหารเศษส่วน 11.1 ส่วนกลับของ เศษส่วน 11.2 การหารจำนวนนับ ด้วยเศษส่วน 11.3 การหารเศษส่วนด้วย จำนวนนับ 11.3 การหารเศษส่วนด้วย เศษส่วน	25. เศษส่วนใดคูณกับส่วนกลับของเศษส่วนนั้นผลคูณ จะเท่ากับ 1 เสมอ 26. การหารจำนวนนับด้วยเศษส่วน ใช้วิธีการคูณ จำนวนนับที่เป็นตัวตั้งกับส่วนกลับของเศษส่วนที่เป็น ตัวหาร 27. การหารเศษส่วนด้วยจำนวนนับ ใช้วิธีการคูณ เศษส่วนที่เป็นตัวตั้งกับส่วนกลับของจำนวนนับที่เป็น ตัวหาร 28. การหารเศษส่วนด้วยเศษส่วน ทำได้โดยการคูณ เศษส่วนที่เป็นตัวตั้งกับส่วนกลับของเศษส่วนที่เป็น ตัวหาร	4 ชั่วโมง
12. โจทย์ปัญหาการหาร เศษส่วน	–	2 ชั่วโมง
13. การบวก ลบ และคูณ เศษส่วนระคน	29. การบวก ลบ และคูณเศษส่วนระคนทำได้โดยให้หา ผลลัพธ์ในวงเล็บก่อนแล้วนำไปหาผลลัพธ์กับจำนวน อื่น	2 ชั่วโมง
14. โจทย์ปัญหาการบวก ลบ และคูณเศษส่วนระคน	–	2 ชั่วโมง
รวม		29 ชั่วโมง

ผังมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์เรื่อง เศษส่วน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5



โครงสร้างของแผนการสอนทั้งหมด และจำนวนชั่วโมงที่ใช้จัดการเรียนการสอน

แผนการสอนที่	เรื่อง	จำนวนชั่วโมง
1	ทบทวนความหมายของเศษส่วน	1 ชั่วโมง
2	เศษส่วนที่เท่ากัน	1 ชั่วโมง
3	การเปรียบเทียบเศษส่วน	2 ชั่วโมง
4	เศษส่วนอย่างต่ำ	1 ชั่วโมง
5	เศษส่วนที่เท่ากับจำนวนนับ	1 ชั่วโมง
6	ชนิดของเศษส่วน (เศษส่วนแท้และเศษเกิน)	1 ชั่วโมง
7	ชนิดของเศษส่วน (จำนวนคละ)	1 ชั่วโมง
8	ชนิดของเศษส่วน (เศษเกินและจำนวนคละ)	1 ชั่วโมง
9	การบวกและลบเศษส่วน	2 ชั่วโมง
10	สมบัติของการบวกเศษส่วน	1 ชั่วโมง
11	โจทย์ปัญหาการบวกและการลบเศษส่วน	2 ชั่วโมง
12	การคูณเศษส่วน (การคูณเศษส่วนด้วยจำนวนนับ)	1 ชั่วโมง
13	การคูณเศษส่วน (การคูณจำนวนนับด้วยเศษส่วน)	1 ชั่วโมง
14	การคูณเศษส่วน (การคูณเศษส่วนกับเศษส่วน)	1 ชั่วโมง
15	โจทย์ปัญหาการคูณเศษส่วน	2 ชั่วโมง
16	การหารเศษส่วน (ส่วนกลับของเศษส่วน)	1 ชั่วโมง
17	การหารเศษส่วน (การหารจำนวนนับด้วยเศษส่วน)	1 ชั่วโมง
18	การหารเศษส่วน (การหารเศษส่วนด้วยจำนวนนับ)	1 ชั่วโมง
19	การหารเศษส่วน (การหารเศษส่วนด้วยเศษส่วน)	1 ชั่วโมง
20	โจทย์ปัญหาการหารเศษส่วน	2 ชั่วโมง
21	การบวก ลบ และคูณเศษส่วนระคน	2 ชั่วโมง
22	โจทย์ปัญหาการบวก ลบ และคูณเศษส่วนระคน	2 ชั่วโมง
รวม		29 ชั่วโมง

เพื่อให้การจัดการเรียนการสอนบรรลุเป้าหมายหลักที่วางไว้ใน 2 ส่วนสำคัญ ได้แก่

1. เพื่อพัฒนานักเรียนให้มีความรู้ความเข้าใจในมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์เรื่อง เศษส่วน
ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5
2. เพื่อพัฒนานักเรียนให้มีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์เรื่อง เศษส่วน
ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5

จึงได้มีการพิจารณาเลือกใช้รูปแบบของการจัดการเรียนการสอนเพื่อพัฒนานักเรียนให้มีความรู้ความเข้าใจในมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของลาสเลย์ และแมทซินสกี (Lasley; & Matczynski. 1997) ซึ่งประกอบด้วย 5 ขั้นตอน ดังนี้

- ขั้นที่ 1 การกำหนดมโนทัศน์หลัก (Concept Identification)
- ขั้นที่ 2 การให้ตัวอย่าง (Exemplar Identification)
- ขั้นที่ 3 การตั้งสมมติฐาน (Hypothesizing)
- ขั้นที่ 4 การสรุปมโนทัศน์ (Closure)
- ขั้นที่ 5 การนำไปใช้ (Application)

เป็นแนวทางในการออกแบบบทเรียนและจัดกิจกรรมการเรียนการสอนในแผนการสอนที่ 1-10, 12-14, 16-19 และ 21 สำหรับพัฒนานักเรียนให้มีความรู้ความเข้าใจในมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์

นอกจากนี้ยังตัดสินใจเลือกให้นักเรียนเรียนรู้การแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ตามกระบวนการแก้ปัญหาสี่ขั้นตอนของโพลยา (Polya. 1957: 16-17) ซึ่งได้แก่

1. ทำความเข้าใจปัญหา (Understanding the Problem) ในบทเรียนนี้เรียกว่า บอกรายละเอียดของปัญหา เป็นการพิจารณาปัญหาว่า โจทย์ต้องการให้หาอะไร และโจทย์กำหนดอะไรไว้บ้าง
2. วางแผนการแก้ปัญหา (Devising a Plan) ในบทเรียนนี้เรียกว่า ลองคิดหาวิธีการแก้ปัญหา เป็นการพิจารณาความสัมพันธ์ของสิ่งต่างๆ ในปัญหามาสมผานกับประสบการณ์ในการแก้ปัญหาที่มีอยู่เดิม กำหนดแนวทางในการแก้ปัญหา และเลือกยุทธวิธีในการแก้ปัญหา
3. ดำเนินการตามแผน (Carry out the Plan) ในบทเรียนนี้เรียกว่า แสดงวิธีทำเพื่อหาคำตอบ เป็นการปฏิบัติตามแผนที่วางไว้ ตรวจสอบความเป็นไปได้ของแผน เพิ่มเติมรายละเอียดของแผนให้ชัดเจน แล้วลงมือปฏิบัติจนกระทั่งได้มาซึ่งคำตอบ
4. ตรวจสอบ (Looking Back) ในบทเรียนนี้เรียกว่า ตรวจสอบผลย้อนกลับและสรุปผล เป็นการพิจารณาย้อนกลับไปที่ขั้นตอนต่างๆ ที่ผ่านมา เพื่อพิจารณาความถูกต้องของคำตอบและวิธีการแก้ปัญหา

และได้เพิ่มเติมการขยายปัญหา โดยให้นักเรียนเสนอปัญหาใหม่ที่มีโครงสร้างของปัญหาเดิม หรือมีโครงสร้างคล้ายกับปัญหาเดิม ตลอดจนมีการจัดบันทึกการแก้ปัญหาตามแนวคิดของเทรัทแมน และลิชเทนเบิร์ก (Troutman; & Lichtenberg. 1995: 4-7) เป็นแนวทางในการออกแบบบทเรียนและ จัดกิจกรรมการเรียนรู้การสอนในแผนการสอนที่ 11, 15, 20 และ 22 สำหรับพัฒนานักเรียนให้มี ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์

โดยมีตัวอย่างแผนการสอนสำหรับใช้ในการจัดการเรียนการสอนรอบแรก และรอบที่ 2 ดังนี้

ตัวอย่างแผนการสอน (สำหรับจัดการเรียนการสอนรอบแรก)

กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ **ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5** ปีการศึกษา 2551
 หน่วยการเรียนรู้ เรื่อง เศษส่วน เวลา 29 ชั่วโมง
 แผนการสอนที่ 17 เรื่อง การหารเศษส่วน (การหารจำนวนนับด้วยเศษส่วน) เวลา 1 ชั่วโมง
 สัปดาห์ที่.....วันที่.....เดือน.....พ.ศ.

มาตรฐาน ค 1.1 เข้าใจความหลากหลายของการแสดงจำนวนและการใช้จำนวนในชีวิตจริง

มาตรฐานการเรียนรู้ช่วงชั้นที่ 2

1. มีความคิดรวบยอดและความรู้สึกเชิงจำนวน (Number Sense) เกี่ยวกับจำนวนนับ

เศษส่วน และทศนิยม

มาตรฐาน ค 1.2 เข้าใจถึงผลที่เกิดขึ้นจากการดำเนินการของจำนวนและความสัมพันธ์ระหว่างการดำเนินการต่างๆ และสามารถใช้ในการดำเนินการในการแก้ปัญหาได้

มาตรฐานการเรียนรู้ช่วงชั้นที่ 2

1. มีความคิดรวบยอดเกี่ยวกับการบวก การลบ การคูณ และการหารจำนวนนับ เศษส่วน

ทศนิยม และร้อยละ

2. บวก ลบ คูณ และหารจำนวนนับ ศูนย์ เศษส่วน และทศนิยมพร้อมทั้งตระหนักถึงความสมเหตุสมผลของคำตอบที่ได้

3. อธิบายผลที่ได้จากการบวก การลบ การคูณ และการหารจำนวนนับ ศูนย์ เศษส่วน และทศนิยม พร้อมทั้งบอกความสัมพันธ์ระหว่างการดำเนินการของจำนวนต่างๆ ได้

มาตรฐาน ค 6.2 มีความสามารถในการให้เหตุผล

มาตรฐานการเรียนรู้ช่วงชั้นที่ 2

1. ให้เหตุผลประกอบการตัดสินใจและสรุปผลได้อย่างเหมาะสม

มาตรฐาน ค 6.3 มีความสามารถในการสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ และการนำเสนอ

มาตรฐานการเรียนรู้ช่วงชั้นที่ 2

1. ใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ในการสื่อสาร สื่อความหมาย และนำเสนอได้อย่างถูกต้องเหมาะสม

มาตรฐาน ค 6.4 มีความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ต่างๆทางคณิตศาสตร์ และเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่นๆได้

มาตรฐานการเรียนรู้ช่วงชั้นที่ 2

1. นำความรู้ทางคณิตศาสตร์ไปเชื่อมโยงในการเรียนรู้เนื้อหาต่างๆในวิชาคณิตศาสตร์และเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับวิชาอื่นได้

มโนทัศน์หลักทางคณิตศาสตร์

1. การหารจำนวนนับด้วยเศษส่วน ใช้วิธีการคูณจำนวนนับที่เป็นตัวตั้งกับส่วนกลับของเศษส่วนที่เป็นตัวหาร

ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง

1. เมื่อกำหนดโจทย์การหารเศษส่วนให้ สามารถหาคำตอบพร้อมทั้งตระหนักถึงความสมเหตุสมผลของคำตอบที่ได้และแสดงวิธีทำได้
2. ให้เหตุผลประกอบการตัดสินใจและสรุปผลได้อย่างเหมาะสม
3. ใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ในการสื่อสาร สื่อความหมาย และนำเสนอได้อย่างถูกต้องเหมาะสม
4. นำความรู้ทางคณิตศาสตร์ไปเชื่อมโยงในการเรียนรู้เนื้อหาต่างๆในวิชาคณิตศาสตร์ และเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับวิชาอื่นได้

จุดประสงค์การเรียนรู้

1. บอกขั้นตอนการหารจำนวนนับด้วยเศษส่วนได้
2. เมื่อกำหนดโจทย์การหารเศษส่วนให้ สามารถหาคำตอบพร้อมทั้งตระหนักถึงความสมเหตุสมผลของคำตอบที่ได้ และแสดงวิธีทำได้
3. นักเรียนจำนวนร้อยละ 70 มีพฤติกรรมการตั้งใจเรียนคณิตศาสตร์ในระดับดี

เนื้อหา

1. การหารจำนวนนับด้วยเศษส่วน
2. การเรียนรู้ตามรูปแบบการสอนเพื่อพัฒนานักเรียนให้มีความรู้ความเข้าใจในมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของลาสเลย์ และแมทซินสกี (Lasley; & Matczynski. 1997) ซึ่งประกอบด้วย 5 ขั้นตอนดังนี้

ขั้นที่ 1 การกำหนดมโนทัศน์หลัก (Concept Identification)

ขั้นที่ 2 การให้ตัวอย่าง (Exemplar Identification)

ขั้นที่ 3 การตั้งสมมติฐาน (Hypothesizing)

ขั้นที่ 4 การสรุปมโนทัศน์ (Closure)

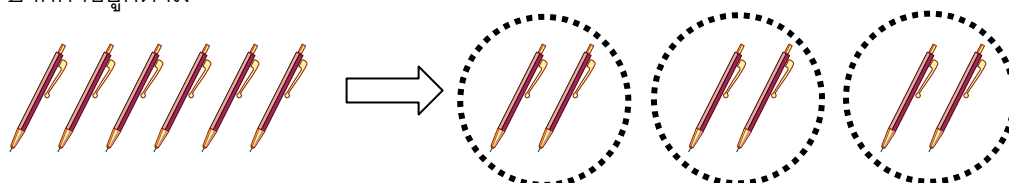
ขั้นที่ 5 การนำไปใช้ (Application)

กิจกรรมการเรียนรู้การสอน

1. ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน

1.1 ครูทบทวนความรู้เดิมเกี่ยวกับการหารจำนวนนับ โดยใช้คำถามประกอบการยกตัวอย่าง (ซึ่งตัวอย่างที่ 1 และ 2 แสดงความหมายของประโยคสัญลักษณ์ $6 \div 3 = \square$)

ตัวอย่างที่ 1 มีปากกาที่เหมือนกันอยู่ 6 ด้าม แบ่งออกเป็น 3 กลุ่ม กลุ่มละเท่าๆกัน แต่ละกลุ่มจะมีปากกาอยู่กี่ด้าม

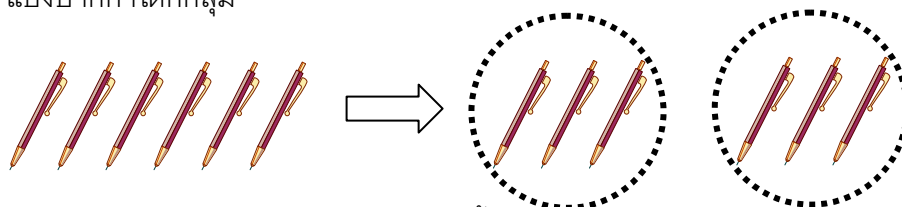


- ครูถามนักเรียนว่าจากข้อความนี้สามารถเขียนเป็นประโยคสัญลักษณ์ได้อย่างไร
($6 \div 3 = \square$)

- $6 \div 3$ มีค่าเท่าไร ($6 \div 3 = 2$)

- ตอบเป็นประโยคข้อความได้อย่างไร (มีปากกาที่เหมือนกันอยู่ 6 ด้าม แบ่งออกเป็น 3 กลุ่ม กลุ่มละเท่าๆกัน แต่ละกลุ่มจะมีปากกาอยู่ 2 ด้าม)

ตัวอย่างที่ 2 มีปากกาที่เหมือนกันอยู่ 6 ด้าม แบ่งปากกาออกเป็นกลุ่ม กลุ่มละ 3 ด้าม จะสามารถแบ่งปากกาได้กี่กลุ่ม



- ครูถามนักเรียนว่าจากข้อความนี้สามารถเขียนเป็นประโยคสัญลักษณ์ได้อย่างไร
($6 \div 3 = \square$)

- $6 \div 3$ มีค่าเท่าไร ($6 \div 3 = 2$)

- ตอบเป็นประโยคข้อความได้อย่างไร (มีปากกาที่เหมือนกันอยู่ 6 ด้าม แบ่งปากกาออกเป็นกลุ่ม กลุ่มละ 3 ด้าม จะสามารถแบ่งปากกาได้ 2 กลุ่ม)

- ดังนั้นประโยคสัญลักษณ์ $6 \div 3 = \square$ มีความหมายกี่แบบ (2 แบบ ดังตัวอย่างที่ 1 และ 2)

1.2 ครูยกตัวอย่างประโยคสัญลักษณ์ในตัวอย่างที่ 3 และ 4 และใช้คำถามเพื่อให้นักเรียนนำเสนอประโยคข้อความทั้ง 2 ความหมายของประโยคสัญลักษณ์แต่ละข้อ

ตัวอย่างที่ 3 $8 \div 4 = \square$

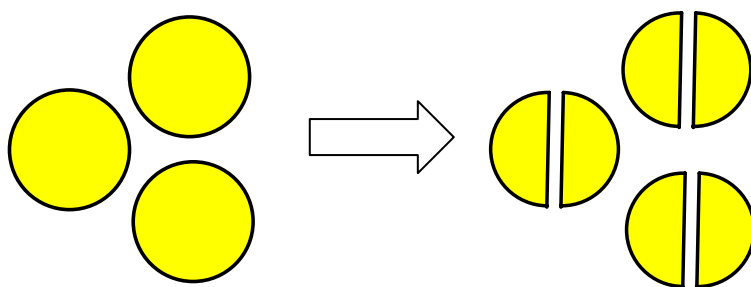
ตัวอย่างที่ 4 $15 \div 3 = \square$

2. ขั้นสอน

2.1 ครูแจกใบงาน เรื่อง การหารจำนวนเต็มด้วยเศษส่วนให้กับนักเรียนทุกคน และให้นักเรียนพิจารณาตัวอย่างต่อไปนี้ ตั้งข้อสังเกต และเติมข้อความให้ถูกต้อง โดยใช้คำถามประกอบดังนี้

ตัวอย่างที่ 1 $3 \div \frac{1}{2} = \square$ เขียนเป็นประโยคข้อความได้ว่าอย่างไรได้บ้าง (มีอยู่ 3 แบ่งออกเป็น ส่วนละครึ่งหนึ่งจะได้ทั้งหมดกี่ส่วน)

แสดงภาพประกอบได้ดังนี้



จากภาพประกอบ $3 \div \frac{1}{2} = \dots\dots\dots (6)$

พิจารณาขั้นตอนต่อไปนี้

1. $3 \div \frac{1}{2}$ เขียนในรูปของเศษส่วนได้ว่า $\frac{3}{\frac{1}{2}}$ มีตัวเศษเป็น.....(3) มีตัวส่วนเป็น.....($\frac{1}{2}$)

2. นำ $\frac{2}{1}$ คูณทั้งตัวเศษและตัวส่วนของ $\frac{3}{\frac{1}{2}}$ สามารถแสดงได้ดังนี้ $\frac{3 \times \frac{2}{1}}{\frac{1}{2} \times \frac{2}{1}}$

3. นักเรียนคิดว่าในขั้นตอนของข้อ 2 เป็นการดำเนินการเพื่ออะไร....(ทำตัวส่วนของ $\frac{3}{\frac{1}{2}}$ ให้มีค่าเป็น 1)

4. จากการดำเนินการในขั้นตอนของข้อ 2 $\frac{3 \times \frac{2}{1}}{\frac{1}{2} \times \frac{2}{1}} = \dots\dots\dots (\frac{3 \times 2}{1})$

5. ดังนั้น $3 \div \frac{1}{2} = \frac{3 \times \frac{2}{1}}{\frac{1}{2} \times \frac{2}{1}}$
 $= \dots\dots\dots (3 \times \frac{2}{1})$

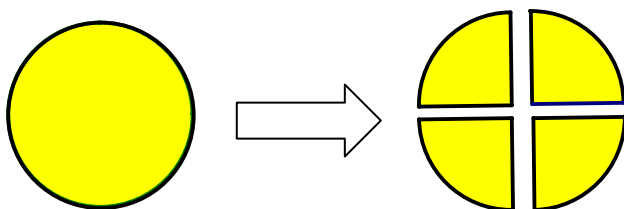
จากข้อ 5 ครูให้นักเรียนตั้งข้อสังเกตในการหาคำตอบของ $3 \div \frac{1}{2} \dots\dots\dots$

(การหาคำตอบของ $3 \div \frac{1}{2}$ ใช้วิธีการคูณ 3 ซึ่งเป็นตัวตั้งด้วย $\frac{2}{1}$ ซึ่งเป็นส่วนกลับของ $\frac{1}{2}$ ซึ่งเป็นเศษส่วนที่เป็นตัวหาร)

- ครูเขียน $3 \div \frac{1}{2} = 3 \times \frac{2}{1}$ บนกระดาน

ตัวอย่างที่ 2 $1 \div \frac{1}{4} = \square$ เขียนเป็นประโยคข้อความได้ว่าอย่างไรได้บ้าง (มีอยู่ 1 แบ่งออกเป็น ส่วนส่วนละ $\frac{1}{4}$ จะได้ทั้งหมดกี่ส่วน)

แสดงภาพประกอบได้ดังนี้



จากภาพประกอบ $1 \div \frac{1}{4} = \dots\dots\dots(4)$

พิจารณาขั้นตอนต่อไปนี้

1. $1 \div \frac{1}{4}$ เขียนในรูปของเศษส่วนได้ว่า $\frac{1}{\frac{1}{4}}$ มีตัวเศษเป็น.....(1) มีตัวส่วนเป็น.....($\frac{1}{4}$)

2. นำ $\frac{4}{1}$ คูณทั้งตัวเศษและตัวส่วนของ $\frac{1}{\frac{1}{4}}$ สามารถแสดงได้ดังนี้ $\frac{1 \times \frac{4}{1}}{\frac{1}{4} \times \frac{1}{1}}$

3. นักเรียนคิดว่าในขั้นตอนของข้อ 2 เป็นการดำเนินการเพื่ออะไร.....(ทำตัวส่วนของ $\frac{1}{\frac{1}{4}}$ ให้มีค่าเป็น 1)

4. จากการดำเนินการในขั้นตอนของข้อ 2 $\frac{1 \times \frac{4}{1}}{\frac{1}{4} \times \frac{1}{1}} = \dots\dots\dots(\frac{1 \times \frac{4}{1}}{1})$

5. ดังนั้น $1 \div \frac{1}{4} = \frac{1 \times \frac{4}{1}}{\frac{1}{4} \times \frac{1}{1}}$
 $= \dots\dots\dots(1 \times \frac{4}{1})$

จากข้อ 5 ครูให้นักเรียนตั้งข้อสังเกตในการหาคำตอบของ $1 \div \frac{1}{4}$

(การหาคำตอบของ $1 \div \frac{1}{4}$ ใช้วิธีการคูณ 1 ซึ่งเป็นตัวตั้งด้วย $\frac{4}{1}$ ซึ่งเป็นส่วนกลับของ $\frac{1}{4}$ ซึ่งเป็น

เศษส่วนที่เป็นตัวหาร)

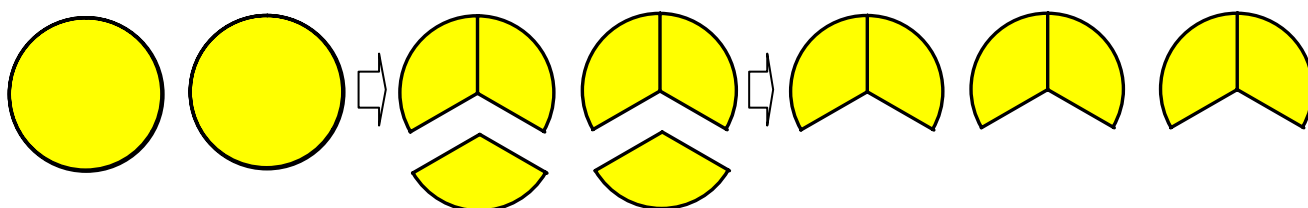
- ครูเขียน $1 \div \frac{1}{4} = 1 \times \frac{4}{1}$ บนกระดาน ถัดมาจาก $3 \div \frac{1}{2} = 3 \times \frac{2}{1}$ ซึ่งเป็นข้อสรุปจากตัวอย่างที่

1 เพื่อให้นักเรียนได้ตั้งข้อสังเกตเมื่อถึงขั้นตอนของการสรุปในทศน์ทางคณิตศาสตร์

ตัวอย่างที่ 3 $2 \div \frac{2}{3} = \square$ เขียนเป็นประโยคข้อความได้ว่าอย่างไรได้บ้าง (มีอยู่ 2 แบ่งออกเป็น ส่วน

ส่วนละ $\frac{2}{3}$ จะได้ทั้งหมดกี่ส่วน)

แสดงภาพประกอบได้ดังนี้



จากภาพประกอบ $2 \div \frac{2}{3} = \dots\dots\dots(3)$

พิจารณาขั้นตอนต่อไปนี้

1. $2 \div \frac{2}{3}$ เขียนในรูปของเศษส่วนได้ว่า $\frac{2}{\frac{2}{3}}$ มีตัวเศษเป็น.....(2) มีตัวส่วนเป็น.....($\frac{2}{3}$)

2. นำ $\frac{3}{2}$ คูณทั้งตัวเศษและตัวส่วนของ $\frac{2}{\frac{2}{3}}$ สามารถแสดงได้ดังนี้ $\frac{2 \times \frac{3}{2}}{\frac{2}{3} \times \frac{3}{2}}$

3. นักเรียนคิดว่าในขั้นตอนของข้อ 2 เป็นการดำเนินการเพื่ออะไร.....(ทำตัวส่วนของ $\frac{2}{3}$ ให้มีค่าเป็น 1)

4. จากการดำเนินการในขั้นตอนของข้อ 2 $\frac{2 \times \frac{3}{2}}{\frac{2}{3} \times \frac{3}{2}} = \dots\dots\dots(\frac{2 \times \frac{3}{2}}{1})$

$$5. \text{ ดังนั้น } 2 \div \frac{2}{3} = \frac{2 \times \frac{3}{2}}{\frac{2}{3} \times \frac{3}{2}} \\ = \dots\dots\dots (2 \times \frac{3}{2})$$

จากข้อ 5 ครูให้นักเรียนตั้งข้อสังเกตในการหาคำตอบของ $2 \div \frac{2}{3}$

(การหาคำตอบของ $2 \div \frac{2}{3}$ ใช้วิธีการคูณ 2 ซึ่งเป็นตัวตั้งด้วย $\frac{3}{2}$ ซึ่งเป็นส่วนกลับของ $\frac{2}{3}$ ซึ่งเป็นเศษส่วนที่เป็นตัวหาร)

- ครูเขียน $2 \div \frac{2}{3} = 2 \times \frac{3}{2}$ บนกระดาน ถัดมาจาก $1 \div \frac{1}{4} = 1 \times \frac{4}{1}$ และ $3 \div \frac{1}{2} = 3 \times \frac{2}{1}$ ซึ่งเป็นข้อสรุปจากตัวอย่างที่ 1 และ 2 ดังนี้

$$2 \div \frac{2}{3} = 2 \times \frac{3}{2}$$

$$1 \div \frac{1}{4} = 1 \times \frac{4}{1}$$

$$3 \div \frac{1}{2} = 3 \times \frac{2}{1}$$

เพื่อให้นักเรียนได้ตั้งข้อสังเกตเมื่อถึงขั้นตอนของการสรุปมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์

2.2 ครูให้นักเรียนได้อภิปรายถึงข้อสังเกตเกี่ยวกับวิธีการหารจำนวนนับด้วยเศษส่วนในตัวอย่างที่ 1 ถึง 3 กับเพื่อนด้านข้าง และใช้วิธีการถามตอบเพื่อตรวจสอบความคิดของนักเรียน

2.3 ครูให้นักเรียนนำข้อสังเกตที่ได้จากตัวอย่างที่ 1 ถึง 3 มาทดลองใช้ในการหาผลหารในตัวอย่างที่ 4 ถึง 6 เป็นการยืนยัน และตรวจสอบว่าข้อสังเกตที่ได้มานั้นสามารถนำไปใช้ได้หรือไม่ ซึ่งในขั้นตอนนี้ นักเรียนบางคนอาจมีการปรับความคิดเกี่ยวกับวิธีการหารจำนวนนับด้วยเศษส่วนได้

3. ขั้นสรุป

3.1 ครูให้นักเรียนสรุปเกี่ยวกับการหารจำนวนนับด้วยเศษส่วน (การหารจำนวนนับด้วยเศษส่วน ใช้วิธีการคูณจำนวนนับที่เป็นตัวตั้งกับส่วนกลับของเศษส่วนที่เป็นตัวหาร) โดยใช้การเรียกถามเป็นรายบุคคลและเปิดโอกาสให้นักเรียนมีการอภิปรายกันถึงข้อสรุป

3.2 ครูให้นักเรียนทำแบบฝึกทักษะ เรื่อง การหารจำนวนนับด้วยเศษส่วน ซึ่งจะทำการเฉลยพร้อมกันในห้องเรียน โดยครูเรียกถามนักเรียนเป็นรายบุคคล (ถ้าเวลาที่เหลือไม่เพียงพอให้นักเรียนนำไปทำต่อเป็นการบ้านแล้วมาเฉลยพร้อมกันในชั่วโมงเรียนถัดไป)

สื่อการเรียนการสอน

1. ใบงาน เรื่อง การหารจำนวนนับด้วยเศษส่วน
2. แบบฝึกทักษะ เรื่อง การหารจำนวนนับด้วยเศษส่วน

การวัดผลและประเมินผลการเรียนรู้

จุดประสงค์การเรียนรู้	วิธีการวัดผล	เครื่องมือที่ใช้วัดผลและประเมินผล	การประเมินผล
1. บอกขั้นตอนการหารจำนวนนับด้วยเศษส่วนได้	1. การตรวจใบงาน 2. การตรวจแบบฝึกทักษะ	1. ใบงานและเฉลยใบงาน 2. แบบฝึกทักษะและเฉลยแบบฝึกทักษะ	1. สามารถตอบคำถาม เต็มข้อความในช่องว่าง และเขียนข้อสรุปเกี่ยวกับการหารจำนวนนับด้วยเศษส่วนได้ถูกต้อง 2. ตอบถูกไม่น้อยกว่า 7 ข้อ จากทั้งหมด 10 ข้อ
2. เมื่อกำหนดโจทย์การหารเศษส่วนให้ สามารถหาคำตอบพร้อมทั้งตระหนักถึงความสมเหตุสมผลของคำตอบที่ได้ และแสดงวิธีทำได้	1. การตรวจแบบฝึกทักษะ	1. แบบฝึกทักษะและเฉลยแบบฝึกทักษะ	1. สามารถเขียนข้อสรุปเกี่ยวกับการหารจำนวนนับด้วยเศษส่วนได้ถูกต้อง และทำแบบฝึกทักษะได้ถูกต้อง ไม่น้อยกว่า 7 ข้อ จากทั้งหมด 10 ข้อ
3. นักเรียนจำนวนร้อยละ 70 มีพฤติกรรมการความตั้งใจเรียนคณิตศาสตร์ในระดับดี	1. การประเมินพฤติกรรมการความตั้งใจเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียน	1. แบบประเมินพฤติกรรมการความตั้งใจเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียน 2. เกณฑ์การให้คะแนนพฤติกรรมการความตั้งใจเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียน 3. เกณฑ์การประเมินพฤติกรรมการความตั้งใจเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียน	1. นักเรียนจำนวนร้อยละ 70 มีพฤติกรรมการความตั้งใจเรียนคณิตศาสตร์ในระดับดี

บันทึกหลังการสอน

1. การสร้างความรู้ความเข้าใจในมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์แก่นักเรียน

1.1 ความสำเร็จในการสร้างความรู้ความเข้าใจในมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์แก่นักเรียน

.....

.....

1.2 ปัญหา และอุปสรรคในการสร้างความรู้ความเข้าใจในมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์แก่นักเรียน

.....

.....

2. ทักษะ/กระบวนการทางคณิตศาสตร์

.....

.....

3. คุณลักษณะอันพึงประสงค์ของนักเรียน

.....

.....

4. สิ่งที่คุณสอนควรปรับปรุงแก้ไข

.....

.....

5. แนวทางการปรับปรุงแก้ไข

.....

.....

(ลงชื่อ).....ผู้สอน

(.....)

ตำแหน่ง.....

ข้อเสนอแนะของผู้บริหารหรือผู้ที่ได้รับมอบหมาย

.....

.....

(ลงชื่อ).....

(.....)

ตำแหน่ง.....

ชื่อ-นามสกุล.....เลขที่.....ชั้น.....



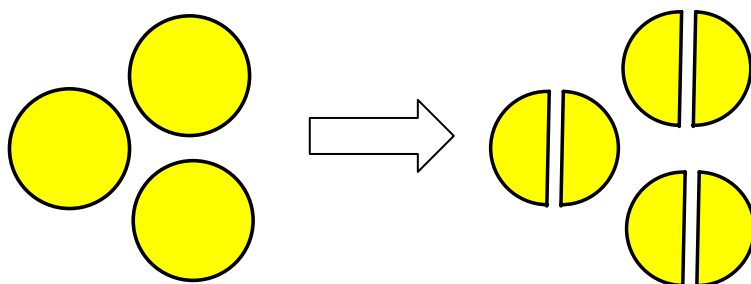
ใบงาน เรื่อง การหารจำนวนนับด้วยเศษส่วน



ให้นักเรียนพิจารณาตัวอย่างต่อไปนี้ ตั้งข้อสังเกต และเติมข้อความให้ถูกต้อง

ตัวอย่างที่ 1 $3 \div \frac{1}{2} = \square$ เขียนเป็นประโยคข้อความได้ว่าอย่างไรได้บ้าง.....

แสดงภาพประกอบได้ดังนี้



จากภาพประกอบ $3 \div \frac{1}{2} = \dots\dots\dots$

พิจารณาขั้นตอนต่อไปนี้

1. $3 \div \frac{1}{2}$ เขียนในรูปของเศษส่วนได้ว่า $\frac{3}{1}$ มีตัวเศษเป็น.....มีตัวส่วนเป็น.....

2. นำ $\frac{2}{1}$ คูณทั้งตัวเศษและตัวส่วนของ $\frac{3}{1}$ สามารถแสดงได้ดังนี้ $\frac{3 \times 2}{1 \times 1} = \frac{6}{1}$

3. นักเรียนคิดว่าในขั้นตอนของข้อ 2 เป็นการดำเนินการเพื่ออะไร.....

4. จากการดำเนินการในขั้นตอนของข้อ 2 $\frac{3 \times 2}{1 \times 1} = \frac{6}{1}$

5. ดังนั้น $3 \div \frac{1}{2} = \frac{3 \times 2}{1 \times 1} = \frac{6}{1}$

=.....

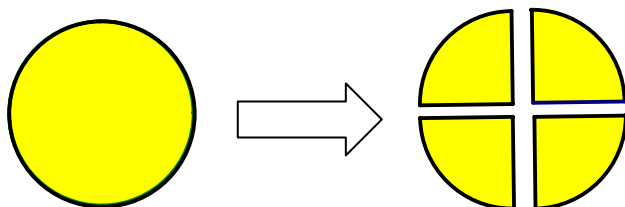
จากข้อ 5 นักเรียนมีข้อสังเกตอย่างไรในการหาคำตอบของ $3 \div \frac{1}{2}$



เราได้นำความรู้เกี่ยวกับส่วนกลับของเศษส่วนมาใช้บ้างมั๊ยครับผม

ตัวอย่างที่ 2 $1 \div \frac{1}{4} = \square$ เขียนเป็นประโยคข้อความได้ว่าอย่างไรได้บ้าง.....

แสดงภาพประกอบได้ดังนี้



จากภาพประกอบ $1 \div \frac{1}{4} = \dots\dots\dots$

พิจารณาขั้นตอนต่อไปนี้

1. $1 \div \frac{1}{4}$ เขียนในรูปของเศษส่วนได้ว่า $\frac{1}{\frac{1}{4}}$ มีตัวเศษเป็น.....มีตัวส่วนเป็น.....

2. นำ $\frac{4}{1}$ คูณทั้งตัวเศษและตัวส่วนของ $\frac{1}{\frac{1}{4}}$ สามารถแสดงได้ดังนี้ $\frac{1 \times \frac{4}{1}}{\frac{1}{4} \times \frac{4}{1}}$

3. นักเรียนคิดว่าในขั้นตอนของข้อ 2 เป็นการดำเนินการเพื่ออะไร.....

4. จากการดำเนินการในขั้นตอนของข้อ 2 $\frac{1 \times \frac{4}{1}}{\frac{1}{4} \times \frac{4}{1}} = \dots\dots\dots$

5. ดังนั้น $1 \div \frac{1}{4} = \frac{1 \times \frac{4}{1}}{\frac{1}{4} \times \frac{4}{1}}$
=.....

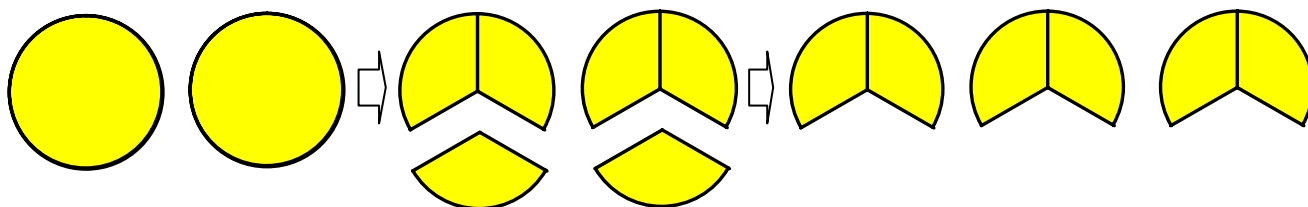
จากข้อ 5 นักเรียนมีข้อสังเกตอย่างไรในการหาคำตอบของ $1 \div \frac{1}{4}$



เราได้นำความรู้เกี่ยวกับส่วนกลับของเศษส่วนมาใช้บ้างมั๊ยครับผม

ตัวอย่างที่ 3 $2 \div \frac{2}{3} = \square$ เขียนเป็นประโยคข้อความได้ว่าอย่างไรได้บ้าง.....

แสดงภาพประกอบได้ดังนี้



จากภาพประกอบ $2 \div \frac{2}{3} = \dots\dots\dots$

พิจารณาขั้นตอนต่อไปนี้

1. $2 \div \frac{2}{3}$ เขียนในรูปของเศษส่วนได้ว่า $\frac{2}{\frac{2}{3}}$ มีตัวเศษเป็น.....มีตัวส่วนเป็น.....

2. นำ $\frac{3}{2}$ คูณทั้งตัวเศษและตัวส่วนของ $\frac{2}{\frac{2}{3}}$ สามารถแสดงได้ดังนี้ $\frac{2 \times \frac{3}{2}}{\frac{2}{3} \times \frac{3}{2}}$

3. นักเรียนคิดว่าในขั้นตอนของข้อ 2 เป็นการดำเนินการเพื่ออะไร.....

4. จากการดำเนินการในขั้นตอนของข้อ 2 $\frac{2 \times \frac{3}{2}}{\frac{2}{3} \times \frac{3}{2}} = \dots\dots\dots$

5. ดังนั้น $2 \div \frac{2}{3} = \frac{2 \times \frac{3}{2}}{\frac{2}{3} \times \frac{3}{2}}$
=.....

จากข้อ 5 นักเรียนมีข้อสังเกตอย่างไรในการหาคำตอบของ $2 \div \frac{2}{3}$



เราได้นำความรู้เกี่ยวกับส่วนกลับของเศษส่วนมาใช้บ้างมั๊ยครับผม

ตัวอย่างที่ 4 จงแสดงวิธีการหาคำตอบของ $2 \div \frac{1}{4} = \square$

.....

.....

.....

.....

ตัวอย่างที่ 5 จงแสดงวิธีการหาคำตอบของ $5 \div \frac{1}{2} = \square$

.....

.....

.....

.....

ตัวอย่างที่ 6 จงแสดงวิธีการหาคำตอบของ $4 \div \frac{2}{3} = \square$

.....

.....

.....

.....

ข้อสรุป...

การหารจำนวนนับด้วยเศษส่วนทำได้โดย.....

.....

.....



ชื่อ-นามสกุล.....เลขที่.....ชั้น.....



แบบฝึกทักษะ เรื่อง การหารจำนวนนับด้วยเศษส่วน



การหารจำนวนนับด้วยเศษส่วนทำได้โดย

.....

.....

.....

จงแสดงวิธีการหาผลหาร

1. $3 \div \frac{1}{8} =$

.....

.....

2. $5 \div \frac{1}{9} =$

.....

.....

3. $4 \div \frac{2}{7} =$

.....

.....

4. $5 \div \frac{5}{6} =$

.....

.....

5. $6 \div \frac{3}{4} =$

.....

.....

6. $7 \div \frac{3}{9} =$

.....

.....

7. $8 \div \frac{4}{5} =$

.....

.....

8. $9 \div \frac{3}{4} =$

.....

.....

9. $8 \div 1\frac{2}{6} =$

.....

.....

10. $12 \div 2\frac{2}{4} =$

.....

.....

ตัวอย่างแผนการสอน (สำหรับจัดการเรียนการสอนรอบที่ 2)

กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ปีการศึกษา 2551
 หน่วยการเรียนรู้ เรื่อง เศษส่วน เวลา 29 ชั่วโมง
 แผนการสอนที่ 17 เรื่อง การหารเศษส่วน (การหารจำนวนนับด้วยเศษส่วน) เวลา 1 ชั่วโมง
 สัปดาห์ที่.....วันที่.....เดือน.....พ.ศ.

มาตรฐาน ค 1.1 เข้าใจความหลากหลายของการแสดงจำนวนและการใช้จำนวนในชีวิตจริง

มาตรฐานการเรียนรู้ช่วงชั้นที่ 2

1. มีความคิดรวบยอดและความรู้สึกเชิงจำนวน (Number Sense) เกี่ยวกับจำนวนนับ

เศษส่วน และทศนิยม

มาตรฐาน ค 1.2 เข้าใจถึงผลที่เกิดขึ้นจากการดำเนินการของจำนวนและความสัมพันธ์ระหว่างการดำเนินการต่างๆ และสามารถใช้ในการดำเนินการในการแก้ปัญหาได้

มาตรฐานการเรียนรู้ช่วงชั้นที่ 2

1. มีความคิดรวบยอดเกี่ยวกับการบวก การลบ การคูณ และการหารจำนวนนับ เศษส่วน

ทศนิยม และร้อยละ

2. บวก ลบ คูณ และหารจำนวนนับ ศูนย์ เศษส่วน และทศนิยมพร้อมทั้งตระหนักถึงความสมเหตุสมผลของคำตอบที่ได้

3. อธิบายผลที่ได้จากการบวก การลบ การคูณ และการหารจำนวนนับ ศูนย์ เศษส่วน และทศนิยม พร้อมทั้งบอกความสัมพันธ์ระหว่างการดำเนินการของจำนวนต่างๆได้

มาตรฐาน ค 6.2 มีความสามารถในการให้เหตุผล

มาตรฐานการเรียนรู้ช่วงชั้นที่ 2

1. ให้เหตุผลประกอบการตัดสินใจและสรุปผลได้อย่างเหมาะสม

มาตรฐาน ค 6.3 มีความสามารถในการสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ และการนำเสนอ

มาตรฐานการเรียนรู้ช่วงชั้นที่ 2

1. ใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ในการสื่อสาร สื่อความหมาย และนำเสนอได้อย่างถูกต้องเหมาะสม

มาตรฐาน ค 6.4 มีความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ต่างๆทางคณิตศาสตร์ และเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่นๆได้

มาตรฐานการเรียนรู้ช่วงชั้นที่ 2

1. นำความรู้ทางคณิตศาสตร์ไปเชื่อมโยงในการเรียนรู้เนื้อหาต่างๆในวิชาคณิตศาสตร์และเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับวิชาอื่นได้

มโนทัศน์หลักทางคณิตศาสตร์

1. การหารจำนวนนับด้วยเศษส่วน ใช้วิธีการคูณจำนวนนับที่เป็นตัวตั้งกับส่วนกลับของเศษส่วนที่เป็นตัวหาร

ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง

1. เมื่อกำหนดโจทย์การหารเศษส่วนให้ สามารถหาคำตอบพร้อมทั้งตระหนักถึงความสมเหตุสมผลของคำตอบที่ได้และแสดงวิธีทำได้
2. ให้เหตุผลประกอบการตัดสินใจและสรุปผลได้อย่างเหมาะสม
3. ใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ในการสื่อสาร สื่อความหมาย และนำเสนอได้อย่างถูกต้องเหมาะสม
4. นำความรู้ทางคณิตศาสตร์ไปเชื่อมโยงในการเรียนรู้เนื้อหาต่างๆในวิชาคณิตศาสตร์ และเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับวิชาอื่นได้

จุดประสงค์การเรียนรู้

1. บอกขั้นตอนการหารจำนวนนับด้วยเศษส่วนได้
2. เมื่อกำหนดโจทย์การหารเศษส่วนให้ สามารถหาคำตอบพร้อมทั้งตระหนักถึงความสมเหตุสมผลของคำตอบที่ได้ และแสดงวิธีทำได้
3. นักเรียนจำนวนร้อยละ 70 มีพฤติกรรมการตั้งใจเรียนคณิตศาสตร์ในระดับดี

เนื้อหา

1. การหารจำนวนนับด้วยเศษส่วน
2. การเรียนรู้ตามรูปแบบการสอนเพื่อพัฒนานักเรียนให้มีความรู้ความเข้าใจในมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของลาสเลย์ และแมทซินสกี (Lasley; & Matczynski. 1997) ซึ่งประกอบด้วย 5 ขั้นตอนดังนี้

ขั้นที่ 1 การกำหนดมโนทัศน์หลัก (Concept Identification)

ขั้นที่ 2 การให้ตัวอย่าง (Exemplar Identification)

ขั้นที่ 3 การตั้งสมมติฐาน (Hypothesizing)

ขั้นที่ 4 การสรุปมโนทัศน์ (Closure)

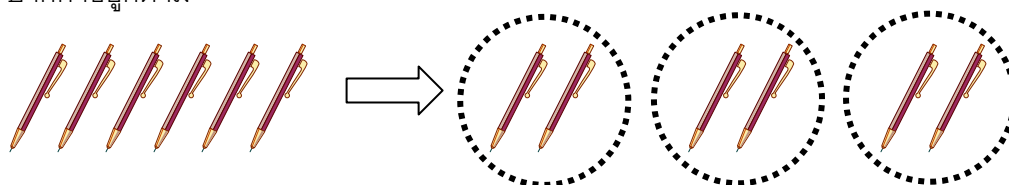
ขั้นที่ 5 การนำไปใช้ (Application)

กิจกรรมการเรียนรู้การสอน

1. ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน

1.1 ครูทบทวนความรู้เดิมเกี่ยวกับการหารจำนวนนับ โดยใช้คำถามประกอบการยกตัวอย่าง (ซึ่งตัวอย่างที่ 1 และ 2 แสดงความหมายของประโยคสัญลักษณ์ $6 \div 3 = \square$)

ตัวอย่างที่ 1 มีปากกาที่เหมือนกันอยู่ 6 ด้าม แบ่งออกเป็น 3 กอง กองละเท่าๆกัน แต่ละกองจะมีปากกาอยู่กี่ด้าม

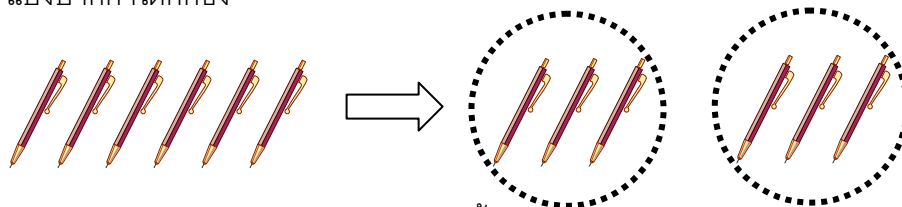


- ครูถามนักเรียนว่าจากข้อความนี้สามารถเขียนเป็นประโยคสัญลักษณ์ได้อย่างไร ($6 \div 3 = \square$)

- $6 \div 3$ มีค่าเท่าไร ($6 \div 3 = 2$)

- ตอบเป็นประโยคข้อความได้อย่างไร (มีปากกาที่เหมือนกันอยู่ 6 ด้าม แบ่งออกเป็น 3 กอง กองละเท่าๆกัน แต่ละกองจะมีปากกาอยู่ 2 ด้าม)

ตัวอย่างที่ 2 มีปากกาที่เหมือนกันอยู่ 6 ด้าม แบ่งปากกาออกเป็นกอง กองละ 3 ด้าม จะสามารถแบ่งปากกาได้กี่กอง



- ครูถามนักเรียนว่าจากข้อความนี้สามารถเขียนเป็นประโยคสัญลักษณ์ได้อย่างไร ($6 \div 3 = \square$)

- $6 \div 3$ มีค่าเท่าไร ($6 \div 3 = 2$)

- ตอบเป็นประโยคข้อความได้อย่างไร (มีปากกาที่เหมือนกันอยู่ 6 ด้าม แบ่งปากกาออกเป็น กอง กองละ 3 ด้าม จะสามารถแบ่งปากกาได้ 2 กอง)

- ดังนั้นประโยคสัญลักษณ์ $6 \div 3 = \square$ มีความหมายกี่แบบ (2 แบบ ดังตัวอย่างที่ 1 และ 2)

1.2 ครูยกตัวอย่างประโยคสัญลักษณ์ในตัวอย่างที่ 3 และ 4 และใช้คำถามเพื่อให้นักเรียน นำเสนอประโยคข้อความใน 2 ความหมายของประโยคสัญลักษณ์แต่ละข้อ

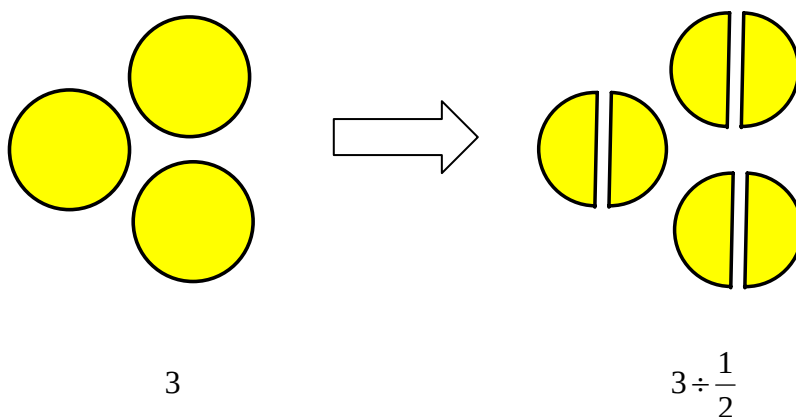
ตัวอย่างที่ 3 $8 \div 4 = \square$

ตัวอย่างที่ 4 $15 \div 3 = \square$

2. ขั้นสอน

2.1 ครูแจกใบงาน เรื่อง การหารจำนวนเต็มด้วยเศษส่วนให้กับนักเรียนทุกคน และให้นักเรียนพิจารณาตัวอย่างต่อไปนี้ ตั้งข้อสังเกต และเติมข้อความให้ถูกต้อง โดยใช้คำถามประกอบดังนี้

ตัวอย่างที่ 1 $3 \div \frac{1}{2} = \square$ เขียนเป็นประโยคข้อความได้ว่าอย่างไรได้บ้าง (มีอยู่ 3 แบ่งออกเป็น ส่วนละครึ่งหนึ่งจะได้ทั้งหมดกี่ส่วน)
แสดงภาพประกอบได้ดังนี้



จากภาพประกอบ $3 \div \frac{1}{2} = \dots\dots\dots (6)$

พิจารณาขั้นตอนต่อไปนี้

1. $3 \div \frac{1}{2}$ เขียนในรูปของเศษส่วนได้ว่า $\frac{3}{1}$ มีตัวเศษ(หรือตัวตั้ง) เป็น.....(3) มีตัวส่วน(หรือ

ตัวหาร) เป็น.....($\frac{1}{2}$)

2. ส่วนกลับของ $\frac{1}{2}$ ได้แก่เศษส่วนใด.....($\frac{2}{1}$) เพราะอะไร.....(เพราะว่า $\frac{1}{2} \times \frac{2}{1} = 1$)

3. นำ $\frac{2}{1}$ คูณทั้งตัวเศษและตัวส่วนของ $\frac{3}{1}$ จะได้ $\frac{3 \times \frac{2}{1}}{\frac{1}{2} \times \frac{2}{1}} = \frac{3 \times 2}{1}$

4. จากการดำเนินการตามขั้นตอนในข้อ 3 จะได้ว่า $3 \div \frac{1}{2} = \dots\dots\dots (3 \times \frac{2}{1})$

จากข้อ 4 ครูให้นักเรียนตั้งข้อสังเกตในการหาคำตอบของ $3 \div \frac{1}{2} \dots\dots\dots$

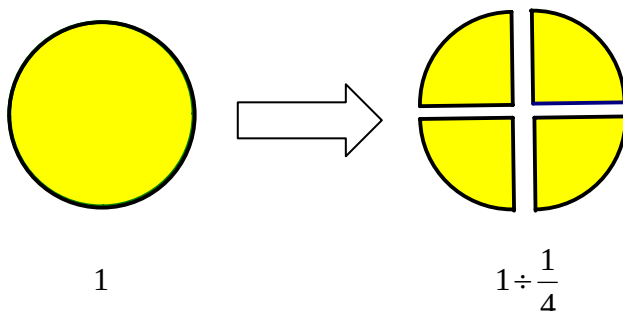
(การหาคำตอบของ $3 \div \frac{1}{2}$ ใช้วิธีการคูณ 3 ซึ่งเป็นตัวตั้งด้วย $\frac{2}{1}$ ซึ่งเป็นส่วนกลับของ $\frac{1}{2}$ ซึ่งเป็นเศษส่วนที่เป็นตัวหาร)

- ครูเขียน $3 \div \frac{1}{2} = 3 \times \frac{2}{1}$ บนกระดาน

ตัวอย่างที่ 2 $1 \div \frac{1}{4} = \square$ เขียนเป็นประโยคข้อความได้ว่าอย่างไรได้บ้าง (มีอยู่ 1 แบ่งออกเป็น ส่วน

ส่วนละ $\frac{1}{4}$ จะได้ทั้งหมดกี่ส่วน)

แสดงภาพประกอบได้ดังนี้



จากภาพประกอบ $1 \div \frac{1}{4} = \dots\dots\dots(4)$

พิจารณาขั้นตอนต่อไปนี้

1. $1 \div \frac{1}{4}$ เขียนในรูปของเศษส่วนได้ว่า $\frac{1}{\frac{1}{4}}$ มีตัวเศษ(หรือตัวตั้ง) เป็น.....(1) มีตัวส่วน(หรือตัวหาร)

เป็น.....($\frac{1}{4}$)

2. ส่วนกลับของ $\frac{1}{4}$ ได้แก่เศษส่วนใด.....($\frac{4}{1}$) เพราะอะไร.....(เพราะว่า $\frac{1}{4} \times \frac{4}{1} = 1$)

3. นำ $\frac{4}{1}$ คูณทั้งตัวเศษและตัวส่วนของ $\frac{1}{\frac{1}{4}}$ จะได้ $\frac{1 \times \frac{4}{1}}{\frac{1}{4} \times \frac{4}{1}} = \frac{1 \times \frac{4}{1}}{\frac{1}{1}}$

4. จากการดำเนินการตามขั้นตอนในข้อ 3 จะได้ว่า $1 \div \frac{1}{4} = \dots\dots\dots(1 \times \frac{4}{1})$

จากข้อ 4 ครูให้นักเรียนตั้งข้อสังเกตในการหาคำตอบของ $1 \div \frac{1}{4} \dots\dots\dots$

(การหาคำตอบของ $1 \div \frac{1}{4}$ ใช้วิธีการคูณ 1 ซึ่งเป็นตัวตั้งด้วย $\frac{4}{1}$ ซึ่งเป็นส่วนกลับของ $\frac{1}{4}$ ซึ่งเป็นเศษส่วนที่เป็นตัวหาร)

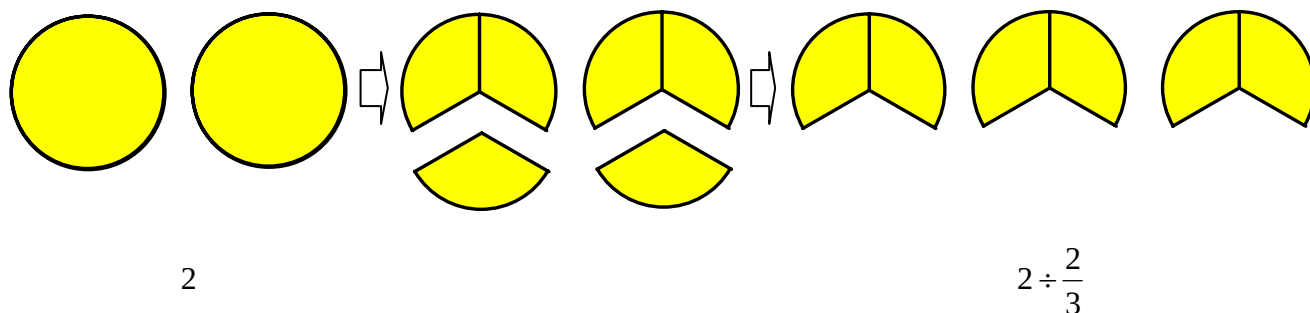
- ครูเขียน $1 \div \frac{1}{4} = 1 \times \frac{4}{1}$ บนกระดาน ถัดมาจาก $3 \div \frac{1}{2} = 3 \times \frac{2}{1}$ ซึ่งเป็นข้อสรุปจากตัวอย่าง

ที่ 1 เพื่อให้นักเรียนได้ตั้งข้อสังเกตเมื่อถึงขั้นตอนของการสรุปมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์

ตัวอย่างที่ 3 $2 \div \frac{2}{3} = \square$ เขียนเป็นประโยคข้อความได้ว่าอย่างไรได้บ้าง (มีอยู่ 2 แบ่งออกเป็น ส่วน

ส่วนละ $\frac{2}{3}$ จะได้ทั้งหมดกี่ส่วน)

แสดงภาพประกอบได้ดังนี้



จากภาพประกอบ $2 \div \frac{2}{3} = \dots\dots\dots(3)$

พิจารณาขั้นตอนต่อไปนี้

1. $2 \div \frac{2}{3}$ เขียนในรูปของเศษส่วนได้ว่า $\frac{2}{\frac{2}{3}}$ มีตัวเศษ(หรือตัวตั้ง) เป็น.....(2) มีตัวส่วน(หรือตัวหาร)

เป็น.....($\frac{2}{3}$)

2. ส่วนกลับของ $\frac{2}{3}$ ได้แก่เศษส่วนใด.....($\frac{3}{2}$) เพราะอะไร.....(เพราะว่า $\frac{2}{3} \times \frac{3}{2} = 1$)

3. นำ $\frac{3}{2}$ คูณทั้งตัวเศษและตัวส่วนของ $\frac{2}{\frac{2}{3}}$ จะได้ $\frac{2 \times \frac{3}{2}}{\frac{2}{3} \times \frac{3}{2}} = \frac{2 \times \frac{3}{2}}{1}$

4. จากการดำเนินการตามขั้นตอนในข้อ 3 จะได้ว่า $2 \div \frac{2}{3} = \dots\dots\dots(2 \times \frac{3}{2})$

จากข้อ 4 ครูให้นักเรียนตั้งข้อสังเกตในการหาคำตอบของ $2 \div \frac{2}{3}$

(การหาคำตอบของ $2 \div \frac{2}{3}$ ใช้วิธีการคูณ 2 ซึ่งเป็นตัวตั้งด้วย $\frac{3}{2}$ ซึ่งเป็นส่วนกลับของ $\frac{2}{3}$ ซึ่งเป็น

เศษส่วนที่เป็นตัวหาร)

- ครูเขียน $2 \div \frac{2}{3} = 2 \times \frac{3}{2}$ บนกระดาน ถัดมาจาก $3 \div \frac{1}{2} = 3 \times \frac{2}{1}$ และ $1 \div \frac{1}{4} = 1 \times \frac{4}{1}$ ซึ่งเป็น

ข้อสรุปจากตัวอย่างที่ 1 และ 2 ตามลำดับ ดังนี้

$$3 \div \frac{1}{2} = 3 \times \frac{2}{1}$$

$$1 \div \frac{1}{4} = 1 \times \frac{4}{1}$$

$$2 \div \frac{2}{3} = 2 \times \frac{3}{2}$$

เพื่อให้นักเรียนสามารถตั้งข้อสังเกตนำไปสู่การหาข้อสรุปเกี่ยวกับมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่องการหารจำนวนนับด้วยเศษส่วนได้

2.2 ครูให้นักเรียนได้อภิปรายถึงข้อสังเกตเกี่ยวกับวิธีการหารจำนวนนับด้วยเศษส่วนในตัวอย่างที่ 1 ถึง 3 กับเพื่อนด้านข้าง และใช้วิธีการถามตอบเพื่อตรวจสอบความคิดของนักเรียน

2.3 ครูให้นักเรียนนำข้อสังเกตที่ได้จากตัวอย่างที่ 1 ถึง 3 มาทดลองใช้ในการหาผลหารในตัวอย่างที่ 4 ถึง 6 เป็นการยืนยัน และตรวจสอบว่าข้อสังเกตที่ได้มานั้นสามารถนำไปใช้ได้หรือไม่ ซึ่งในขั้นตอนนี้ นักเรียนบางคนอาจมีการปรับความคิดเกี่ยวกับวิธีการหารจำนวนนับด้วยเศษส่วนได้

3. ขั้นสรุป

3.1 ครูให้นักเรียนสรุปเกี่ยวกับการหารจำนวนนับด้วยเศษส่วน (การหารจำนวนนับด้วยเศษส่วน ใช้วิธีการคูณจำนวนนับที่เป็นตัวตั้งกับส่วนกลับของเศษส่วนที่เป็นตัวหาร) โดยใช้การเรียกถามเป็นรายบุคคลและเปิดโอกาสให้นักเรียนมีการอภิปรายกันถึงข้อสรุป

3.2 ครูให้นักเรียนทำแบบฝึกทักษะ เรื่อง การหารจำนวนนับด้วยเศษส่วน ซึ่งจะทำการเฉลยพร้อมกันในห้องเรียน โดยครูเรียกถามนักเรียนเป็นรายบุคคล (ถ้าเวลาที่เหลือไม่เพียงพอให้นักเรียนนำไปทำต่อเป็นการบ้านแล้วมาเฉลยพร้อมกันในชั่วโมงเรียนถัดไป)

สื่อการเรียนการสอน

1. ใบงาน เรื่อง การหารจำนวนนับด้วยเศษส่วน
2. แบบฝึกทักษะ เรื่อง การหารจำนวนนับด้วยเศษส่วน

การวัดผลและประเมินผลการเรียนรู้

จุดประสงค์การเรียนรู้	วิธีการวัดผล	เครื่องมือที่ใช้วัดผลและประเมินผล	การประเมินผล
1. บอกขั้นตอนการหารจำนวนนับด้วยเศษส่วนได้	1. การตรวจใบงาน 2. การตรวจแบบฝึกทักษะ	1. ใบงานและเฉลยใบงาน 2. แบบฝึกทักษะและเฉลยแบบฝึกทักษะ	1. สามารถตอบคำถาม เต็มข้อความในช่องว่าง และเขียนข้อสรุปเกี่ยวกับการหารจำนวนนับด้วยเศษส่วนได้ถูกต้อง 2. ตอบถูกไม่น้อยกว่า 7 ข้อ จากทั้งหมด 10 ข้อ
2. เมื่อกำหนดโจทย์การหารเศษส่วนให้ สามารถหาคำตอบพร้อมทั้งตระหนักถึงความสมเหตุสมผลของคำตอบที่ได้ และแสดงวิธีทำได้	1. การตรวจแบบฝึกทักษะ	1. แบบฝึกทักษะและเฉลยแบบฝึกทักษะ	1. สามารถเขียนข้อสรุปเกี่ยวกับการหารจำนวนนับด้วยเศษส่วนได้ถูกต้อง และทำแบบฝึกทักษะได้ถูกต้อง ไม่น้อยกว่า 7 ข้อ จากทั้งหมด 10 ข้อ
3. นักเรียนจำนวนร้อยละ 70 มีพฤติกรรมการความตั้งใจเรียนคณิตศาสตร์ในระดับดี	1. การประเมินพฤติกรรมการความตั้งใจเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียน	1. แบบประเมินพฤติกรรมการความตั้งใจเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียน 2. เกณฑ์การให้คะแนนพฤติกรรมการความตั้งใจเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียน 3. เกณฑ์การประเมินพฤติกรรมการความตั้งใจเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียน	1. นักเรียนจำนวนร้อยละ 70 มีพฤติกรรมการความตั้งใจเรียนคณิตศาสตร์ในระดับดี

บันทึกหลังการสอน

1. การสร้างความรู้ความเข้าใจในมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์แก่นักเรียน

1.1 ความสำเร็จในการสร้างความรู้ความเข้าใจในมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์แก่นักเรียน

.....

.....

1.2 ปัญหา และอุปสรรคในการสร้างความรู้ความเข้าใจในมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์แก่นักเรียน

.....

.....

2. ทักษะ/กระบวนการทางคณิตศาสตร์

.....

.....

3. คุณลักษณะอันพึงประสงค์ของนักเรียน

.....

.....

4. สิ่งที่คุณสอนควรปรับปรุงแก้ไข

.....

.....

5. แนวทางการปรับปรุงแก้ไข

.....

.....

(ลงชื่อ).....ผู้สอน

(.....)

ตำแหน่ง.....

ข้อเสนอแนะของผู้บริหารหรือผู้ที่ได้รับมอบหมาย

.....

.....

(ลงชื่อ).....

(.....)

ตำแหน่ง.....

ชื่อ-นามสกุล.....เลขที่.....ชั้น.....



ใบงาน เรื่อง การหารจำนวนนับด้วยเศษส่วน

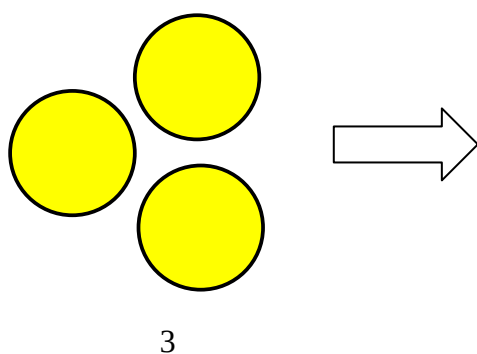


ให้นักเรียนพิจารณาตัวอย่างต่อไปนี้ ตั้งข้อสังเกต และเติมข้อความให้ถูกต้อง

ตัวอย่างที่ 1 $3 \div \frac{1}{2} = \square$ เขียนเป็นประโยคข้อความได้ว่าอย่างไรได้บ้าง.....

.....

แสดงภาพประกอบได้ดังนี้



3

$$3 \div \frac{1}{2}$$

จากภาพประกอบ $3 \div \frac{1}{2} = \dots\dots\dots$

พิจารณาขั้นตอนต่อไปนี้

1. $3 \div \frac{1}{2}$ เขียนในรูปของเศษส่วนได้ว่า $\frac{3}{\frac{1}{2}}$ มีตัวเศษ(หรือตัวตั้ง) เป็น.....มีตัวส่วน(หรือตัวหาร) เป็น.....

2. ส่วนกลับของ $\frac{1}{2}$ ได้แก่เศษส่วนใด..... เพราะอะไร.....

3. นำ $\frac{2}{1}$ คูณทั้งตัวเศษและตัวส่วนของ $\frac{3}{\frac{1}{2}}$ จะได้ $\frac{3 \times \frac{2}{1}}{\frac{1}{2} \times \frac{2}{1}} = \frac{3 \times 2}{\frac{1}{2} \times 2} = \frac{6}{1}$

4. จากการดำเนินการตามขั้นตอนในข้อ 3 จะได้ว่า $3 \div \frac{1}{2} = \dots\dots\dots$

จากข้อ 4 นักเรียนมีข้อสังเกตอย่างไรในการหาคำตอบของ $3 \div \frac{1}{2} \dots\dots\dots$

.....

.....

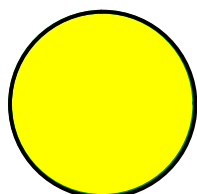


เราได้นำความรู้เกี่ยวกับส่วนกลับของเศษส่วนมาใช้บ้างมั๊ยครับผม

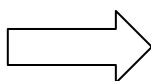
ตัวอย่างที่ 2 $1 \div \frac{1}{4} = \square$ เขียนเป็นประโยคข้อความได้ว่าอย่างไรได้บ้าง.....

.....

แสดงภาพประกอบได้ดังนี้



1



$1 \div \frac{1}{4}$

จากภาพประกอบ $1 \div \frac{1}{4} = \dots\dots\dots$

พิจารณาขั้นตอนต่อไปนี้

1. $1 \div \frac{1}{4}$ เขียนในรูปของเศษส่วนได้ว่า $\frac{1}{\frac{1}{4}}$ มีตัวเศษ(หรือตัวตั้ง) เป็น.....มีตัวส่วน(หรือตัวหาร) เป็น.....

2. ส่วนกลับของ $\frac{1}{4}$ ได้แก่เศษส่วนใด..... เพราะอะไร.....

3. นำ $\frac{4}{1}$ คูณทั้งตัวเศษและตัวส่วนของ $\frac{1}{\frac{1}{4}}$ จะได้ $\frac{1 \times \frac{4}{1}}{\frac{1}{4} \times \frac{4}{1}} = \frac{1 \times \frac{4}{1}}{\square}$

4. จากการดำเนินการตามขั้นตอนในข้อ 3 จะได้ว่า $1 \div \frac{1}{4} = \dots\dots\dots$

จากข้อ 4 นักเรียนมีข้อสังเกตอย่างไรในการหาคำตอบของ $1 \div \frac{1}{4}$

.....

.....

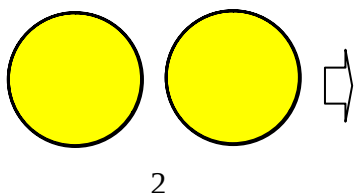


เราได้นำความรู้เกี่ยวกับส่วนกลับของเศษส่วนมาใช้บ้างมั๊ยครับผม

ตัวอย่างที่ 3 $2 \div \frac{2}{3} = \square$ เขียนเป็นประโยคข้อความได้ว่าอย่างไรได้บ้าง.....

.....

แสดงภาพประกอบได้ดังนี้



$$2 \div \frac{2}{3}$$

จากภาพประกอบ $2 \div \frac{2}{3} = \dots\dots\dots$

พิจารณาขั้นตอนต่อไปนี้

1. $2 \div \frac{2}{3}$ เขียนในรูปของเศษส่วนได้ว่า $\frac{2}{\frac{2}{3}}$ มีตัวเศษ(หรือตัวตั้ง) เป็น.....มีตัวส่วน(หรือตัวหาร) เป็น.....

2. ส่วนกลับของ $\frac{2}{3}$ ได้แก่เศษส่วนใด..... เพราะอะไร.....

3. นำ $\frac{3}{2}$ คูณทั้งตัวเศษและตัวส่วนของ $\frac{2}{\frac{2}{3}}$ จะได้ $\frac{2 \times \frac{3}{2}}{\frac{2}{3} \times \frac{3}{2}} = \frac{2 \times \frac{3}{2}}{\square}$

4. จากการดำเนินการตามขั้นตอนในข้อ 3 จะได้ว่า $2 \div \frac{2}{3} = \dots\dots\dots$

จากข้อ 4 นักเรียนมีข้อสังเกตอย่างไรในการหาคำตอบของ $2 \div \frac{2}{3}$

.....

.....



เราได้นำความรู้เกี่ยวกับส่วนกลับของเศษส่วนมาใช้บ้างมั๊ยครับผม

ตัวอย่างที่ 4 จงแสดงวิธีการหาคำตอบของ $2 \div \frac{1}{4} = \square$

.....

.....

.....

.....

.....

ตัวอย่างที่ 5 จงแสดงวิธีการหาคำตอบของ $5 \div \frac{1}{2} = \square$

.....

.....

.....

.....

.....

ตัวอย่างที่ 6 จงแสดงวิธีการหาคำตอบของ $4 \div \frac{2}{3} = \square$

.....

.....

.....

.....

.....

ข้อสรุป...

การหารจำนวนนับด้วยเศษส่วนทำได้โดย.....

.....

.....

.....

.....



ชื่อ-นามสกุล.....เลขที่.....ชั้น.....



แบบฝึกทักษะ เรื่อง การหารจำนวนนับด้วยเศษส่วน



การหารจำนวนนับด้วยเศษส่วนทำได้โดย

.....
.....
.....

จงแสดงวิธีการหาผลหาร

1. $3 \div \frac{1}{8} =$

.....
.....

2. $5 \div \frac{1}{9} =$

.....
.....

3. $4 \div \frac{2}{7} =$

.....
.....

4. $5 \div \frac{5}{6} =$

.....
.....

5. $6 \div \frac{3}{4} =$

.....
.....

6. $7 \div \frac{3}{9} =$

.....
.....

7. $8 \div \frac{4}{5} =$

.....
.....

8. $9 \div \frac{3}{4} =$

.....
.....

9. $8 \div 1\frac{2}{6} =$

.....
.....

10. $12 \div 2\frac{2}{4} =$

.....
.....

ภาคผนวก ง

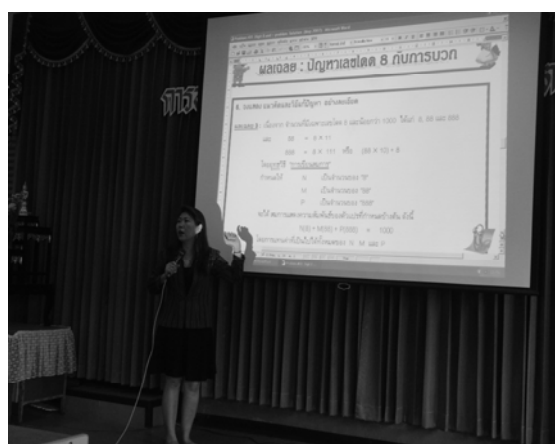
สารสนเทศต่างๆประกอบการดำเนินกิจกรรมแต่ละระยะของการวิจัย



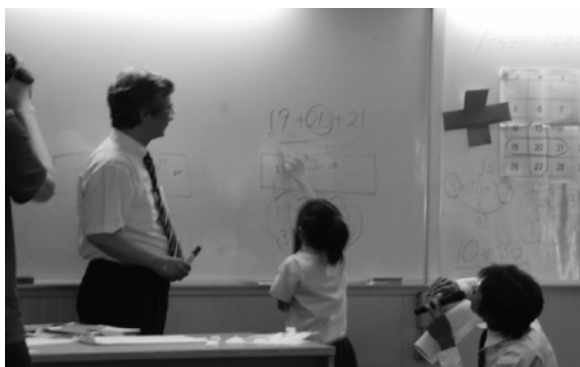
ตัวอย่างภาพประกอบสภาพแวดล้อมของโรงเรียนชลประทานสงเคราะห์



ตัวอย่างภาพประกอบการนำเสนอโครงการวิจัยต่อที่ประชุมใหญ่
โรงเรียนชลประทานสงเคราะห์



ตัวอย่างภาพประกอบการฝึกอบรมเชิงปฏิบัติการ ณ โรงเรียนชลประทานสงเคราะห์



ตัวอย่างภาพประกอบการสัมมนาเชิงปฏิบัติการพัฒนาครูประจำการคณิตศาสตร์ด้วยวิธี
การศึกษาและพัฒนาบทเรียน ณ มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนดุสิต



ตัวอย่างภาพประกอบการประชุมกลุ่มเพื่อปรับกระบวนการของการศึกษาและพัฒนาบทเรียน
ณ โรงเรียนชลประทานสงเคราะห์

**โครงการปรับปรุงคุณภาพการเรียนการสอนคณิตศาสตร์
ผ่านการพัฒนาครูประจำการคณิตศาสตร์ด้วยวิธีการศึกษาและพัฒนาบทเรียน
(Lesson Study)**

ชื่อโครงการ

โครงการปรับปรุงคุณภาพการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ผ่านการพัฒนาครูประจำการคณิตศาสตร์ด้วยวิธีการศึกษาและพัฒนาบทเรียน (Lesson Study)

คณะกรรมการดำเนินงาน

1. อาจารย์ นฤดม แสงเขียวงาม	ประธานกรรมการ
2. อาจารย์ นาวิ ทรัพย์ห่วย	รองประธานกรรมการ
3. อาจารย์ ประภาพร สุดประเสริฐ	รองประธานกรรมการ
4. อาจารย์ อมรรัตน์ มุสิกะพันธ์	กรรมการและผู้ประสานงาน
5. อาจารย์ อุไรวรรณ รัชตโยธิน	กรรมการ
6. อาจารย์ บุรี ผิวสุวรรณ	กรรมการ
7. อาจารย์ พิพัฒน์ ปัญญานันท์	กรรมการ
8. อาจารย์ พรสวรรค์ ผิวผ่อง	กรรมการ
9. อาจารย์ อรรถศาสน์ นิมิตรพันธ์	นักวิจัยที่ปรึกษาโครงการ
10. อาจารย์ จิราพร พรายมณี	ผู้เชี่ยวชาญภายนอกที่ปรึกษาโครงการ
11. อาจารย์ วลัยพรรณ บุญมี	ศึกษานิเทศก์ที่ปรึกษาโครงการ
12. อาจารย์ สุรัสวดี จันทรวงศ์	ศึกษานิเทศก์ที่ปรึกษาโครงการ
13. อาจารย์ อัมพิกา ภูเดช	ศึกษานิเทศก์ที่ปรึกษาโครงการ
14. อาจารย์ สมภาพร สุทธิพิพัฒน์	ศึกษานิเทศก์ที่ปรึกษาโครงการ

ลักษณะโครงการ

เป็นโครงการปรับปรุงคุณภาพการศึกษาของโรงเรียนโดยยึดหลักให้สังคมมีส่วนร่วมในการจัดการศึกษาตามหมวด 1 แห่งพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 และที่แก้ไขเพิ่มเติม (ฉบับที่ 2) พ.ศ. 2545

หลักการและเหตุผล

ในการปฏิรูปการศึกษาเพื่อตอบสนองของพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พุทธศักราช 2542 และที่แก้ไขเพิ่มเติม (ฉบับที่ 2) พุทธศักราช 2545 กลไกสำคัญประการหนึ่งคือ การพัฒนาครูประจำการให้มีความเชี่ยวชาญเชิงวิชาชีพ ดังปรากฏชัดเจนในสาระของมาตรา 55-57 จากนัยตาม

ความมาตราชั่งกล่าว เป็นการเน้นความสำคัญในเรื่องการพัฒนาครู คณาจารย์ และบุคลากรทางการศึกษาให้มีคุณภาพและมาตรฐานที่เหมาะสมอันจะนำไปสู่ความสำเร็จในการปฏิรูปการศึกษาที่แท้จริง สำหรับในระดับปฏิบัติการด้านการจัดการเรียนการสอนในระดับการศึกษาขั้นพื้นฐานนั้น กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ยังคงได้รับความสำคัญ เนื่องจากธรรมชาติของเนื้อหาที่มีลักษณะเป็นนามธรรม ประกอบกับสภาพการณ์ในปัจจุบันพบว่าคุณภาพการเรียนรู้คณิตศาสตร์ของนักเรียนยังอยู่ในระดับที่ไม่น่าพอใจ เหตุผลประการหนึ่งที่นักการศึกษาแสดงความเห็นตรงกันก็คือ ครูเป็นกุญแจสำคัญในการแก้ปัญหาดังกล่าว ดังนั้นจึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งที่ต้องแสวงหาวิธีการพัฒนาครูประจำการคณิตศาสตร์ให้สามารถพัฒนาคุณภาพการเรียนรู้คณิตศาสตร์ของนักเรียนได้ ซึ่งนวัตกรรมการพัฒนาครูประจำการคณิตศาสตร์ที่น่าสนใจและเป็นที่ยอมรับกันในระดับนานาชาติก็คือ การศึกษาและพัฒนาบทเรียน (Lesson Study)

การศึกษาและพัฒนาบทเรียนมีต้นกำเนิดจากประเทศญี่ปุ่น เป็นวิธีการพัฒนาครูประจำการที่สำคัญมากของระบบการศึกษาญี่ปุ่น ซึ่งอยู่เบื้องหลังความสำเร็จในการปฏิรูปการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ ทำให้นักเรียนญี่ปุ่นมีคุณภาพการเรียนรู้คณิตศาสตร์ในระดับสูง และส่งผลให้ประเทศญี่ปุ่นถูกจัดอันดับอยู่ในระดับต้นๆ ในการประเมินผลคณิตศาสตร์ระดับนานาชาติ การศึกษาและพัฒนาบทเรียนเป็นนวัตกรรมการพัฒนาครูประจำการที่ใช้โรงเรียนเป็นฐาน (School Based Teacher Training) และถือเป็นแบบปฏิบัติโดยทั่วไป (Way of Practice) ของครูประจำการคณิตศาสตร์ในประเทศญี่ปุ่นตั้งแต่เริ่มประกอบวิชาชีพ โดยมีลักษณะสำคัญที่ครูประจำการคณิตศาสตร์ทำงานร่วมกันอย่างต่อเนื่องเพื่อพัฒนาบทเรียนคณิตศาสตร์ นำบทเรียนดังกล่าวไปใช้จัดการเรียนการสอนในห้องเรียนจริงพร้อมทั้งมีการสังเกตและเก็บรวบรวมเหตุการณ์ที่เกี่ยวข้องกับความคิดและความสามารถในการเรียนรู้คณิตศาสตร์ของนักเรียนนำมาวิเคราะห์เพื่อปรับปรุงบทเรียนและการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ให้เหมาะสมยิ่งขึ้น โดยมีกระบวนการที่เป็นระบบ 8 ขั้นตอน ซึ่งเรียกว่า วงจรของการศึกษาและพัฒนาบทเรียน (Lesson Study Cycle) ได้แก่ 1) การกำหนดเป้าหมายหลัก 2) การศึกษาค้นคว้า 3) การออกแบบบทเรียน 4) การจัดการเรียนการสอนรอบแรก 5) การสะท้อนผล 6) การปรับปรุงบทเรียน 7) การจัดการเรียนการสอนรอบที่สอง และ 8) การสะท้อนผลและแลกเปลี่ยนเรียนรู้ แนวคิดนี้ได้รับการยอมรับว่ามีประสิทธิภาพ และเป็นแบบปฏิบัติที่ดี (Best Practice)

ด้วยสภาพการณ์ดังกล่าว และพันธกิจในการพัฒนาคุณภาพการเรียนรู้คณิตศาสตร์ของนักเรียน ประกอบกับการได้รับความร่วมมือด้านการพัฒนาครูประจำการและการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์จากนิสิตปริญญาเอก สาขาคณิตศาสตร์ศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ซึ่งเป็นนักวิจัยที่ปรึกษาโครงการ ผู้เชี่ยวชาญภายนอกจากมหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา และศึกษานิเทศก์จากสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษานนทบุรี เขต 2 ครูประจำการคณิตศาสตร์ โรงเรียนชลประทาน

สงเคราะห์ จึงได้จัดให้มีโครงการปรับปรุงคุณภาพการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ผ่านการพัฒนาครูประจำการคณิตศาสตร์ด้วยวิธีการศึกษาและพัฒนาบทเรียนขึ้น โดยเนื้อหาคณิตศาสตร์ที่ใช้ในการศึกษาและพัฒนาบทเรียนครั้งนี้เป็นเรื่อง เศษส่วน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 เนื่องจากเป็นเนื้อหาที่ยากสำหรับนักเรียนในการเรียนรู้ นักเรียนมีปัญหาทั้งในด้านความรู้ความเข้าใจในมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ และการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ อีกทั้งเนื้อหาดังกล่าวยังเป็นพื้นฐานสำคัญในการเรียนรู้คณิตศาสตร์เรื่องอื่น อาทิ เรื่องทศนิยม และอัตราส่วนและร้อยละ เป็นต้น

วัตถุประสงค์

1. เพื่อพัฒนาบทเรียนคณิตศาสตร์เรื่อง เศษส่วน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ด้วยกระบวนการของการศึกษาและพัฒนาบทเรียน
2. เพื่อพัฒนานักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนคณิตศาสตร์เรื่อง เศษส่วน ด้วยบทเรียนคณิตศาสตร์ที่ครูประจำการคณิตศาสตร์ร่วมกันพัฒนาขึ้นด้วยกระบวนการของการศึกษาและพัฒนาบทเรียนให้มีความรู้ความเข้าใจในมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ และความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์

เป้าหมาย

เชิงปริมาณ

1. มีครูประจำการคณิตศาสตร์เข้าร่วมดำเนินงานตามกระบวนการของการศึกษาและพัฒนาบทเรียน อย่างน้อย 5 คน
2. มีบุคลากรทางการศึกษาด้านคณิตศาสตร์ภายนอกโรงเรียนเข้าร่วมดำเนินงานตามกระบวนการของการศึกษาและพัฒนาบทเรียน อย่างน้อย 6 คน ประกอบด้วย นักวิจัยที่ปรึกษาโครงการ จำนวน 1 คน ผู้เชี่ยวชาญภายนอกที่ปรึกษาโครงการ จำนวน 1 คน และศึกษานิเทศก์ที่ปรึกษาโครงการ จำนวน 4 คน
3. มีนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 73 คน ได้เรียนคณิตศาสตร์เรื่อง เศษส่วน ด้วยบทเรียนคณิตศาสตร์ที่ครูประจำการคณิตศาสตร์ร่วมกันพัฒนาขึ้น ซึ่งประกอบด้วยนักเรียนที่ใช้สำหรับการจัดการเรียนการสอนรอบแรก จำนวน 39 คน และนักเรียนที่ใช้สำหรับการจัดการเรียนการสอนรอบที่สอง จำนวน 34 คน

เชิงคุณภาพ

1. มีบทเรียนคณิตศาสตร์ที่ครูประจำการคณิตศาสตร์ร่วมกันพัฒนาขึ้นสำหรับการจัดการเรียนการสอนรอบแรก และรอบที่สอง อย่างละ 1 ฉบับ

2. มีจำนวนนักเรียนที่ใช้สำหรับการจัดการเรียนการสอนรอบแรกและรอบที่สอง แต่ละรอบไม่น้อยกว่าร้อยละ 70 ที่มีคะแนนความรู้ความเข้าใจในมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์เรื่อง เศษส่วน หลังเรียนไม่น้อยกว่าร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม

3. มีจำนวนนักเรียนที่ใช้สำหรับการจัดการเรียนการสอนรอบแรกและรอบที่สอง แต่ละรอบไม่น้อยกว่าร้อยละ 70 ที่มีคะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์เรื่อง เศษส่วน หลังเรียนไม่น้อยกว่าร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม

วิธีดำเนินการ

ขั้นตอนการดำเนินการ	ระยะเวลา	ผู้รับผิดชอบ
1. ขั้นเตรียมการ - ประชุมกลุ่มเพื่อปรับกระบวนการของการศึกษาและพัฒนาบทเรียนให้เหมาะสมกับบริบทของโรงเรียน - ร่างโครงการเพื่อขออนุมัติ - ประสานงานกับผู้เชี่ยวชาญภายนอกและศึกษานิเทศก์ที่ปรึกษาโครงการ - นำเสนอโครงการผ่านไปยังหน่วยงานต้นสังกัดของผู้ที่มีส่วนร่วมในการศึกษาและพัฒนาบทเรียนทุกฝ่าย	มีนาคม ถึง เมษายน 2551	- ครูประจำการคณิตศาสตร์ - นักวิจัยที่ปรึกษาโครงการ - ผู้เชี่ยวชาญภายนอกที่ปรึกษาโครงการ - ศึกษานิเทศก์ที่ปรึกษาโครงการ
2. ขั้นดำเนินงานตามกระบวนการของการศึกษาและพัฒนาบทเรียน*	พฤษภาคม 2551 ถึง เมษายน 2552	- ครูประจำการคณิตศาสตร์ - นักวิจัยที่ปรึกษาโครงการ - ผู้เชี่ยวชาญภายนอกที่ปรึกษาโครงการ - ศึกษานิเทศก์ที่ปรึกษาโครงการ
3. ขั้นประเมินผลและสรุปผล	พฤษภาคม 2552	- ครูประจำการคณิตศาสตร์ - นักวิจัยที่ปรึกษาโครงการ

*หมายเหตุ ขั้นดำเนินงานตามกระบวนการของการศึกษาและพัฒนาบทเรียนของโครงการนี้เป็นไปตามกระบวนการของการศึกษาและพัฒนาบทเรียน ในงานวิจัยกรณีศึกษาการพัฒนาครูประจำการ

คณิตศาสตร์ด้วยวิธีการศึกษาและพัฒนาบทเรียน (Lesson Study) ของอาจารย์อรรถศาสตร์ นิมิตรพันธ์ ซึ่งเป็นนักวิจัยที่ปรึกษาโครงการ โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

ขั้นตอนที่ 1 การกำหนดเป้าหมายหลัก เป็นกระบวนการที่ครูประจำการคณิตศาสตร์ร่วมกันกำหนดกฎเกณฑ์พื้นฐานสำหรับการทำงานร่วมกัน และกำหนดเป้าหมายหลักซึ่งเป็นเป้าหมายของการศึกษาและพัฒนาบทเรียนให้มีความสอดคล้องกับเป้าหมายในการพัฒนาหรือแก้ปัญหาการเรียนรู้ของนักเรียนในโรงเรียน และเลือกเนื้อหาคณิตศาสตร์ที่ตรงกับเป้าหมายดังกล่าว โดยพิจารณาจากเนื้อหาคณิตศาสตร์ที่เป็นปัญหาในการจัดการเรียนการสอน หรือมีความยากสำหรับนักเรียนในการเรียนรู้

ขั้นตอนที่ 2 การศึกษาค้นคว้า เป็นกระบวนการที่ครูประจำการคณิตศาสตร์ร่วมกันศึกษากระบวนการของการศึกษาและพัฒนาบทเรียน การจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ การวัดและประเมินผลการเรียนรู้คณิตศาสตร์ของนักเรียน การพัฒนาและหาคุณภาพเครื่องมือวัดและประเมินผลการเรียนรู้คณิตศาสตร์ของนักเรียน และฝึกทักษะการสังเกตและวิเคราะห์ความคิดและความสามารถในการเรียนรู้คณิตศาสตร์ของนักเรียน ตลอดจนศึกษาค้นคว้าเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องเพื่อนำมาใช้ออกแบบบทเรียน

ขั้นตอนที่ 3 การออกแบบบทเรียน เป็นกระบวนการที่ครูประจำการคณิตศาสตร์ร่วมกันจัดทำบทเรียนคณิตศาสตร์ในรูปแบบของหน่วยการเรียนรู้สำหรับการจัดการเรียนการสอนรอบแรก โดยมีการวิเคราะห์และกำหนดมโนทัศน์หลักทางคณิตศาสตร์ ศึกษามาตรฐานการเรียนรู้ ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง เพื่อกำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้ให้สอดคล้องกับเป้าหมายหลักที่วางไว้ ตัดสินใจเลือกวิธีสอนหรือรูปแบบการสอนเป็นแนวทางสำหรับจัดกิจกรรมการเรียนการสอน จัดทำสื่อการเรียนการสอน กำหนดวิธีวัดและประเมินผลการเรียนรู้ ตลอดจนพัฒนาและหาคุณภาพเครื่องมือวัดผลการเรียนรู้คณิตศาสตร์ของนักเรียน

ขั้นตอนที่ 4 การจัดการเรียนการสอนรอบแรก เป็นกระบวนการที่ครูประจำการคณิตศาสตร์จัดการเรียนการสอนในห้องเรียนจริงด้วยบทเรียนคณิตศาสตร์สำหรับการจัดการเรียนการสอนรอบแรก โดยมีผู้สอนจัดการเรียนการสอนในห้องเรียนที่รับผิดชอบเป็นปกติ และมีครูประจำการคณิตศาสตร์คนอื่นๆร่วมสังเกตและเก็บรวบรวมเหตุการณ์ที่เกี่ยวข้องกับความคิดและความสามารถในการเรียนรู้คณิตศาสตร์ของนักเรียน การมีปฏิสัมพันธ์ในห้องเรียนระหว่างผู้สอนกับนักเรียนและระหว่างนักเรียนด้วยกันเอง ด้วยการจดบันทึก บันทึกภาพ และบันทึกวิดีโอเพื่อนำมาเป็นข้อมูลประกอบการสะท้อนผล

ขั้นตอนที่ 5 การสะท้อนผล เป็นกระบวนการที่ครูประจำการคณิตศาสตร์ร่วมกันวิเคราะห์แสดงความคิดเห็น ชักถาม และอภิปรายกันภายหลังการจัดการเรียนการสอนรอบแรกเสร็จสิ้นลง การ

สะท้อนผลเริ่มด้วยผู้สอนแสดงความคิดเห็นต่อความสำเร็จและอุปสรรคที่ทำให้การจัดการเรียนการสอนบรรลุหรือไม่บรรลุจุดประสงค์การเรียนรู้ แล้วครูประจำการคณิตศาสตร์คนอื่นๆจึงมีการซักถามและอภิปรายกันถึงสภาพการจัดการเรียนการสอนในห้องเรียนโดยมุ่งเน้นไปที่การวิเคราะห์ความคิดและความสามารถในการเรียนรู้คณิตศาสตร์ของนักเรียน มีการแสดงข้อมูลหรือเหตุการณ์ที่เก็บรวบรวมได้มาประกอบทำให้เหตุผลเชิงยืนยันหรือคัดค้าน และหาข้อสรุปสำหรับการปรับปรุงให้เหมาะสมยิ่งขึ้นต่อไป

ขั้นตอนที่ 6 การปรับปรุงบทเรียน เป็นกระบวนการที่ครูประจำการคณิตศาสตร์ร่วมกันปรับปรุงบทเรียนคณิตศาสตร์ตามข้อสรุปที่ได้จากการสะท้อนผล ซึ่งอาจมีการปรับปรุงสื่อการเรียนการสอน การนำเสนอ การใช้คำถาม การให้ตัวอย่าง งานหรือโจทย์ปัญหา ทำให้ได้บทเรียนคณิตศาสตร์สำหรับการจัดการเรียนการสอนรอบที่สอง

ขั้นตอนที่ 7 การจัดการเรียนการสอนรอบที่สอง เป็นกระบวนการที่ครูประจำการคณิตศาสตร์จัดการเรียนการสอนในห้องเรียนจริงอีกครั้งที่ไม่ใช่ห้องเรียนเดิมด้วยบทเรียนคณิตศาสตร์สำหรับการจัดการเรียนการสอนรอบที่สอง โดยมีกระบวนการเช่นเดียวกับการจัดการเรียนการสอนรอบแรก

ขั้นตอนที่ 8 การสะท้อนผลและแลกเปลี่ยนเรียนรู้ เป็นกระบวนการที่ครูประจำการคณิตศาสตร์ร่วมกันวิเคราะห์ แสดงความคิดเห็น ซักถาม และอภิปรายกันภายหลังการจัดการเรียนการสอนรอบที่สองเสร็จสิ้นลงโดยมีกระบวนการเช่นเดียวกับการสะท้อนผล ประกอบกับมีผู้เชี่ยวชาญภายนอก และศึกษานิเทศก์เข้าร่วมสะท้อนผลและแลกเปลี่ยนเรียนรู้ด้วย

ผู้รับผิดชอบ

ครูประจำการคณิตศาสตร์ โรงเรียนชลประทานสงเคราะห์ และนักวิจัยที่ปรึกษาโครงการ

ระยะเวลาดำเนินการ

มีนาคม 2551 ถึง พฤษภาคม 2552

สถานที่ดำเนินการ

โรงเรียนชลประทานสงเคราะห์ สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษานนทบุรี เขต 2 สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กระทรวงศึกษาธิการ

งบประมาณ

ใช้งบประมาณจากงานวิจัย เรื่อง กรณีศึกษาการพัฒนาครูประจำการคณิตศาสตร์ด้วยวิธีการศึกษาและพัฒนาบทเรียน

ผลที่คาดว่าจะได้รับ

1. ครูประจำการคณิตศาสตร์สามารถพัฒนาคุณภาพการเรียนรู้คณิตศาสตร์ของนักเรียนได้บรรลุเป้าหมายหลักของการศึกษาและพัฒนาบทเรียนที่ร่วมกันกำหนดขึ้น
2. ได้ตัวอย่างบทเรียนคณิตศาสตร์ แผนการสอน และสื่อการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ที่ได้รับการพัฒนาขึ้นจากครูประจำการคณิตศาสตร์ ตลอดจนได้รายละเอียดเกี่ยวกับการสะท้อนผลซึ่งจะเป็นประโยชน์ต่อการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์
3. ครูประจำการคณิตศาสตร์ในโรงเรียนได้แลกเปลี่ยนเรียนรู้ในการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ซึ่งกันและกัน และมีโอกาสได้แลกเปลี่ยนเรียนรู้ร่วมกับบุคลากรทางการศึกษาด้านคณิตศาสตร์ในระดับมหาวิทยาลัย และศึกษานิเทศก์จากสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษา
4. ผู้ที่มีส่วนร่วมในโครงการได้เรียนรู้นวัตกรรมการพัฒนาครูประจำการคณิตศาสตร์ที่ได้รับการยอมรับในระดับนานาชาติ

**แบบสอบถามเพื่อกำหนดกฎเกณฑ์พื้นฐานสำหรับการทำงานร่วมกัน
สำหรับครูประจำการคณิตศาสตร์ที่มีส่วนร่วมในการศึกษาและพัฒนาบทเรียน**

+++++

คำชี้แจง ให้ท่านเติมข้อความในที่ว่างให้ครบถ้วน เพื่อร่วมกันกำหนดกฎเกณฑ์พื้นฐานสำหรับการทำงานร่วมกัน

1. เงื่อนไขหรือข้อตกลงใดที่ท่านมีความคิดเห็นว่าเป็นความจำเป็นสำหรับการทำงานร่วมกันครั้งนี้

.....

.....

.....

.....

2. เงื่อนไขหรือข้อตกลงใดที่ท่านมีความคิดเห็นว่าควรร่วมกันกำหนดขึ้นเพื่อใช้ในการสะท้อนผลที่มีการวิเคราะห์ แสดงความคิดเห็น ชักถาม และอภิปรายกันในเชิงวิชาการ

.....

.....

.....

.....

.....

3. เมื่อมีความขัดแย้งหรือความคิดเห็นที่ไม่ตรงกันเกิดขึ้นในสะท้อนผลที่มีการวิเคราะห์ แสดงความคิดเห็น ชักถาม และอภิปรายกันในเชิงวิชาการ ท่านจะใช้วิธีการใดเพื่อยุติหรือหาทางออกให้กับความขัดแย้งนั้น

.....

.....

.....

.....

.....

4. เงื่อนไขหรือข้อตกลงใดที่ท่านมีความคิดเห็นว่าควรร่วมกันกำหนดขึ้น เพื่อใช้สำหรับการสังเกตการจัดการเรียนรู้การสอนคณิตศาสตร์ในห้องเรียนจริง

.....

.....

.....

.....

.....

5. ข้อเสนอเพิ่มเติมในการทำงานร่วมกันครั้งนี้

.....

.....

.....

.....

สรุป กฎเกณฑ์พื้นฐานสำหรับการทำงานร่วมกันในการศึกษาและพัฒนาบทเรียนมีดังต่อไปนี้





ตัวอย่างภาพประกอบการฝึกอบรมเชิงปฏิบัติการการดำเนินงานตามกระบวนการของ
การศึกษาและพัฒนาบทเรียน และฝึกทักษะการสังเกตและวิเคราะห์ความคิดและ
ความสามารถในการเรียนรู้คณิตศาสตร์ของนักเรียน



ตัวอย่างภาพประกอบการฝึกอบรมเชิงปฏิบัติการการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์เรื่อง
เศษส่วน การออกแบบบทเรียนคณิตศาสตร์ และการวัดและประเมินผลการเรียนรู้
คณิตศาสตร์ของนักเรียน

คุณลักษณะสำคัญของแบบทดสอบที่มีคุณภาพ

1. ความเที่ยงตรง (Validity)
2. ความเชื่อมั่น (Reliability)
3. ความเป็นปรนัย (Objectivity)
4. อำนาจจำแนก (Discrimination)
5. ความยากง่าย (Difficulty)
6. ความยุติธรรม (Fairness)
7. ความสามารถในการนำไปใช้ (Usability)

ดัชนีบ่งชี้คุณภาพของแบบทดสอบที่สำคัญ ได้แก่ ดัชนีความยากง่าย ดัชนีอำนาจจำแนก ดัชนีความเที่ยงตรง และดัชนีความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ

7

1.1 ความเที่ยงตรงตามเนื้อหาวิชา (Content Validity)

การหาความเที่ยงตรงแบบนี้จะหาความสอดคล้องของข้อสอบที่ออกว่าสอดคล้องกับหลักสูตรที่กำหนดให้ และครอบคลุมเนื้อหาที่สอนหรือไม่ โดยอาศัยตารางวิเคราะห์หลักสูตรเพื่อเทียบความเที่ยงตรงของข้อสอบ นั่นคือ ถ้าออกข้อสอบได้ครอบคลุมหลักสูตรก็แสดงว่าแบบทดสอบที่สร้างขึ้นมีความเที่ยงตรงสูง



การหาความเที่ยงตรงวิธีนี้ไม่สามารถบอกเป็นสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ได้ บอกได้แต่มีความเที่ยงตรงสูงหรือต่ำเท่านั้น แบบทดสอบโดยมากจะเน้นความเที่ยงตรงตามเนื้อหาวิชา โดยอาศัยผู้เชี่ยวชาญทางการสอนในวิชานั้นๆหลายคนเป็นผู้พิจารณา

21

การหาความเที่ยงตรงของแบบทดสอบโดยอาศัยดุลยพินิจของผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์

ตัวอย่าง แบบประเมินความสอดคล้องระหว่าง เนื้อหา มโนทัศน์ จุดประสงค์การเรียนรู้ กับข้อสอบชั้นประถมศึกษาปีที่ 5

เนื้อหา	มโนทัศน์	รูปแบบการประเมิน	ข้อที่	ผลการประเมิน
				4+ 0 -1
ทศนิยมการเขียนและเปรียบเทียบ				
ตัวชี้ 1.1 ความหมายของทศนิยม	1.1 ความหมายของทศนิยม	1. ข้อความของแบบทดสอบจากสื่อที่เรียนได้	1	
1.1.1 เศษส่วนของทศนิยม	1.1.1 เศษส่วนของทศนิยม		2	
1.2 เศษส่วนของทศนิยม	1.2 เศษส่วนของทศนิยม	2. ข้อความของแบบทดสอบจากสื่อที่เรียนได้	3	
1.2.1 เศษส่วนของทศนิยม	1.2.1 เศษส่วนของทศนิยม		4	
				3

34

การหาความเที่ยงตรงของแบบทดสอบโดยอาศัยดุลยพินิจของผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์

ผู้เชี่ยวชาญลงความคิดเห็นเพื่อประเมินความสอดคล้องระหว่างเนื้อหา มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ จุดประสงค์การเรียนรู้ และข้อสอบ โดยให้คะแนนดังนี้

- +1 หมายถึง แน่ใจว่าข้อสอบสามารถใช้วัดได้ตรงกับจุดประสงค์การเรียนรู้ มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ และเนื้อหา
- 0 หมายถึง ไม่แน่ใจว่าข้อสอบสามารถใช้วัดได้ตรงกับจุดประสงค์การเรียนรู้ มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ และเนื้อหา
- 1 หมายถึง แน่ใจว่าข้อสอบไม่สามารถใช้วัดได้ตรงกับจุดประสงค์การเรียนรู้ มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ และเนื้อหา

32

การหาความเที่ยงตรงของแบบทดสอบโดยอาศัยดุลยพินิจของผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์

$$\text{สูตร : } IOC = \frac{\sum R}{N}$$

เมื่อ IOC แทน ดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์ มีค่าอยู่ระหว่าง -1 ถึง 1
 $\sum R$ แทน ผลรวมคะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ
 N แทน จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

34

การหาความเชื่อมั่นของแบบทดสอบแบบปรนัย

1. การหาความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดความรู้ความเข้าใจในมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่องเศษส่วน ในระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 และ 6 ใช้สูตรคูเดอร์-ริชาร์ดสัน (Kuder-Richardson) สูตร 20 (KR-20) (พร้อมพรรณ อุตมสิน, 2538: 126) โดยมีสูตรการคำนวณดังนี้

$$r_s = \frac{k}{k-1} \left[1 - \frac{\sum p_i q_i}{S^2} \right]$$

เมื่อ r_s แทน ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ
 k แทน จำนวนข้อของข้อสอบ
 p_i แทน อัตราส่วนของผู้ตอบถูกในข้อที่ i
 q_i แทน อัตราส่วนของผู้ตอบผิดในข้อที่ i
 S^2 แทน ความแปรปรวนของคะแนนรวมข้อสอบ

38

การหาความเชื่อมั่นของแบบทดสอบแบบอัตนัย

2. การหาความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง เศษส่วน ในระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 และ 6 ใช้สูตรสัมประสิทธิ์แอลฟา (α-Coefficient) ของครอนบาค (พร้อมพรรณ อุตมสิน, 2538: 128; อ้างอิงจาก Cronbach, 1951) โดยมีสูตรการคำนวณดังนี้

$$\alpha = \frac{k}{k-1} \left[1 - \frac{\sum_{i=1}^k S_i^2}{S^2} \right]$$

เมื่อ α แทน ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ
 k แทน จำนวนข้อของข้อสอบ
 S_i^2 แทน ความแปรปรวนของข้อสอบในแต่ละข้อ
 S^2 แทน ความแปรปรวนของข้อสอบทั้งหมด

42

การวิเคราะห์ข้อสอบสำหรับแบบทดสอบวัดความรู้ความเข้าใจในมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ (ข้อสอบแบบปรนัย)

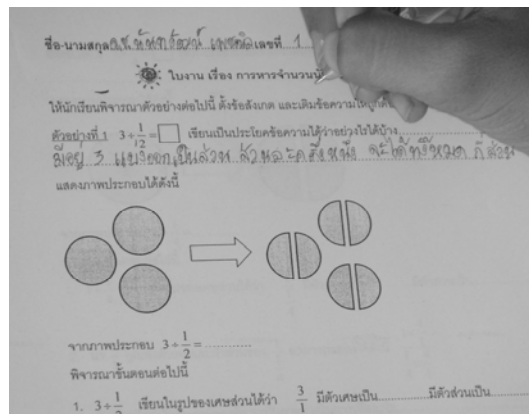
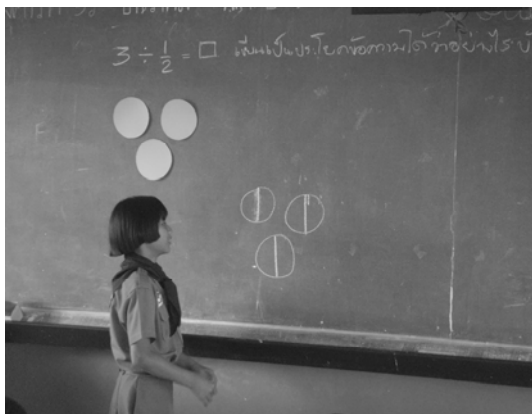
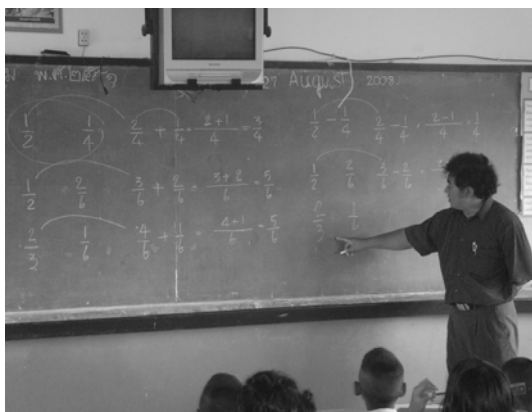
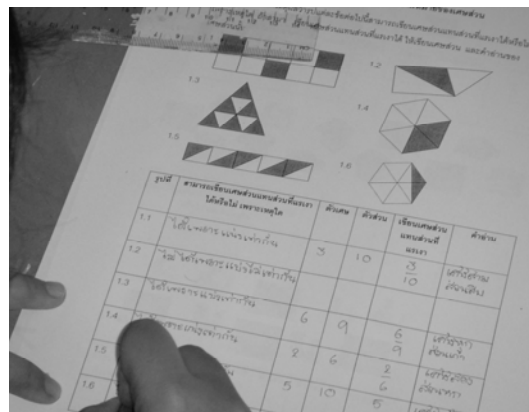
$$P = \frac{R_k + R_l}{n_k + n_l} \times 100$$

$$r = \frac{R_k - R_l}{n_h}$$

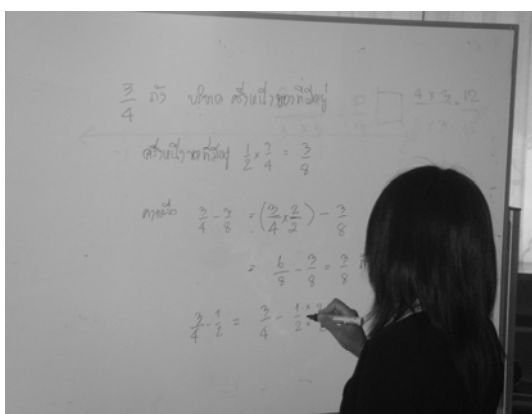
R_k, R_l แทน จำนวนนักเรียนในคู่สอบแต่ละคู่ที่เลือกถูกคำตอบที่
 n_k, n_l แทน จำนวนนักเรียนในคู่สอบแต่ละคู่ที่เลือกคำตอบ
 P แทน ค่าความยากง่าย
 r แทน ค่าอำนาจจำแนก

57

ตัวอย่างการนำเสนอการพัฒนาและหาคุณภาพเครื่องมือวัดและประเมินผลการเรียนรู้
 คณิตศาสตร์ของนักเรียน



ตัวอย่างภาพประกอบการจัดการเรียนการสอนรอบแรก



ตัวอย่างภาพประกอบการสะท้อนผล

แบบบันทึกผลการเรียนรู้ของครูประจำการคณิตศาสตร์ (Teachers' Learning Log)

ชื่อ-นามสกุล.....

ดำเนินการประชุมในวันที่..... เดือน..... พ.ศ. เวลา.....

1. เป้าหมายของการประชุมในวันนี้

☐ เพื่อสะท้อนผล ในหัวข้อเรื่อง.....

☐ เพื่อปรับปรุงบทเรียน ในหัวข้อเรื่อง.....

☐ เพื่อสะท้อนผลและแลกเปลี่ยนเรียนรู้ ในหัวข้อเรื่อง.....

2. คำอธิบายเกี่ยวกับบรรยากาศการทำงานร่วมกัน

- สิ่งที่น่าสนใจในการทำงานร่วมกันครั้งนี้ ได้แก่.....

.....

.....

- สิ่งที่ต้องปรับปรุงในการทำงานร่วมกันในครั้งนี้ ได้แก่.....

.....

.....

3. คำอธิบายของถึงสิ่งที่ได้เรียนรู้เพิ่มขึ้นในประเด็นต่างๆต่อไปนี้ (ยกตัวอย่างหรือเหตุการณ์ประกอบคำอธิบาย)

- ความรู้ด้านเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์.....

.....

.....

- ความรู้ด้านการจัดการเรียนการสอน.....

.....

.....

- ความรู้เกี่ยวกับความคิดและความสามารถในการเรียนรู้คณิตศาสตร์ของนักเรียน.....

.....

.....

4. สิ่งที่เป็นข้อสรุปร่วมกันในการประชุมครั้งนี้ ได้แก่.....

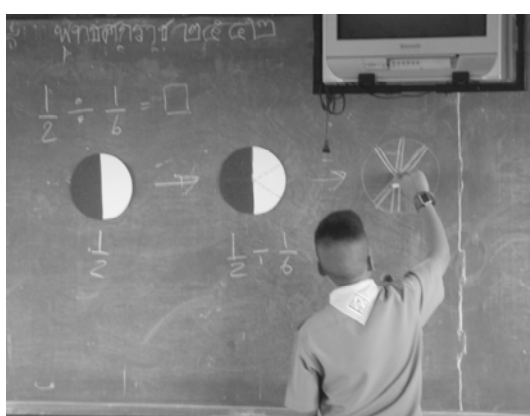
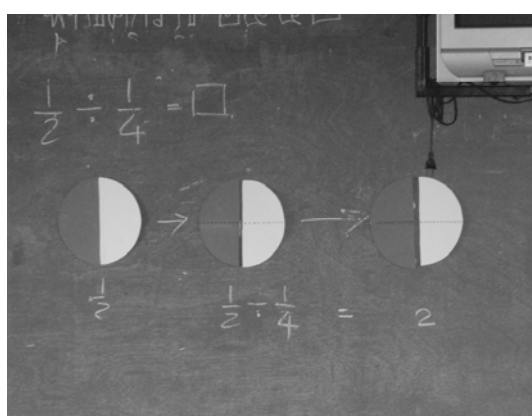
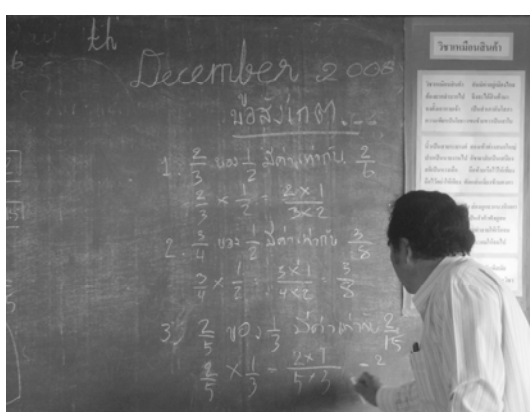
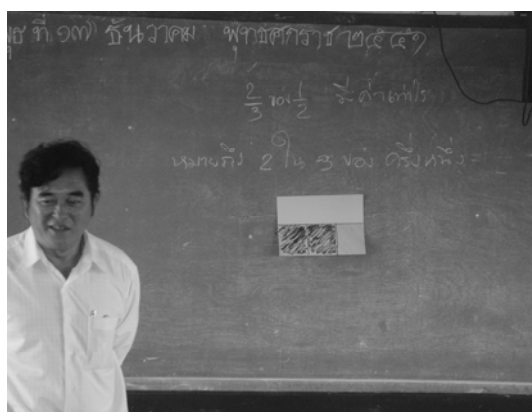
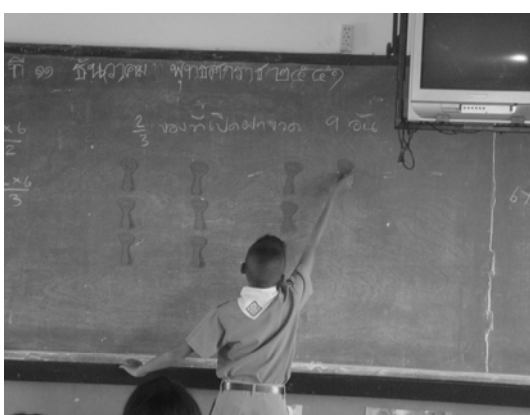
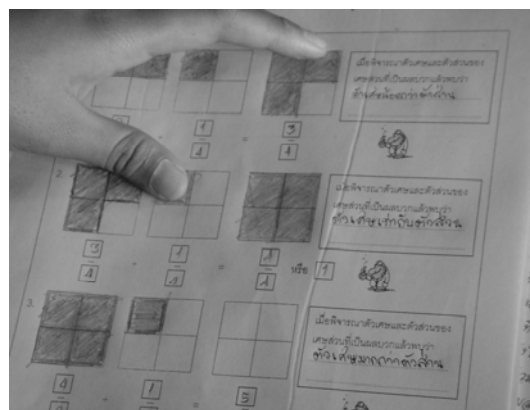
.....

.....

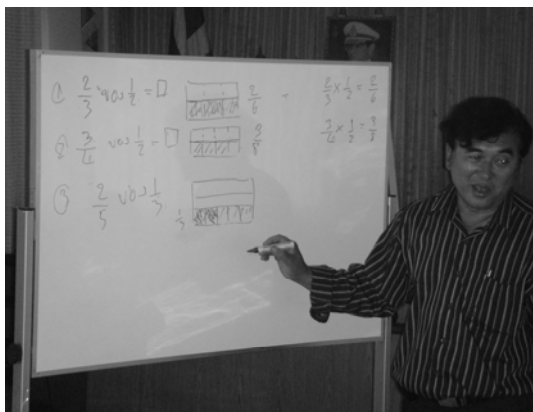
5. ข้อคิดเห็นเพิ่มเติม

.....

.....



ตัวอย่างภาพประกอบการจัดการเรียนการสอนรอบที่สอง



ตัวอย่างภาพประกอบการสะท้อนผลและแลกเปลี่ยนเรียนรู้

ภาคผนวก จ

คุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

ตาราง 23 ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบสะท้อนความเข้าใจและความคิดเห็นที่มีต่อการนำ
การศึกษาและพัฒนาบทเรียนมาใช้ในโรงเรียน

ข้อคำถามที่	ค่าดัชนีความสอดคล้อง	ผลการพิจารณา
1	0.8	คัดเลือกไว้
2	1.0	คัดเลือกไว้
3	1.0	คัดเลือกไว้
4	1.0	คัดเลือกไว้
5	1.0	คัดเลือกไว้

ตาราง 24 ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบสอบถามเพื่อศึกษาความรู้ทางการสอนในเนื้อหา
คณิตศาสตร์เรื่อง เศษส่วน

ข้อคำถามที่	ค่าดัชนีความสอดคล้อง	ผลการพิจารณา
1	1.0	คัดเลือกไว้
2	1.0	คัดเลือกไว้
3	0.67	คัดเลือกไว้
4	0.67	คัดเลือกไว้

ตาราง 25 ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบประเมินรายการสะท้อนประสิทธิภาพของการ
ทำงานร่วมกันในการศึกษาและพัฒนาบทเรียนของครูประจำการคณิตศาสตร์

รายการ ประเมิน	ค่าดัชนีความ สอดคล้อง	ผลการ พิจารณา	รายการ ประเมิน	ค่าดัชนีความ สอดคล้อง	ผลการ พิจารณา
1.1	0.8	คัดเลือกไว้	4.1	1.0	คัดเลือกไว้
1.2	1.0	คัดเลือกไว้	4.2	1.0	คัดเลือกไว้
2.1	1.0	คัดเลือกไว้	4.3	1.0	คัดเลือกไว้
2.2	1.0	คัดเลือกไว้	5.1	0.8	คัดเลือกไว้
2.3	1.0	คัดเลือกไว้	5.2	0.8	คัดเลือกไว้
3.1	1.0	คัดเลือกไว้	6.1	0.8	คัดเลือกไว้
3.2	1.0	คัดเลือกไว้	6.2	0.6	คัดเลือกไว้

ตาราง 26 ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบประเมินรายการสะท้อนความเหมาะสมของ
บทเรียนคณิตศาสตร์

รายการ ประเมิน	ค่าดัชนีความ สอดคล้อง	ผลการ พิจารณา	รายการ ประเมิน	ค่าดัชนีความ สอดคล้อง	ผลการ พิจารณา
1.1	1.0	คัดเลือกไว้	4.5	1.0	คัดเลือกไว้
1.2	0.8	คัดเลือกไว้	4.6	1.0	คัดเลือกไว้
2.1	0.8	คัดเลือกไว้	4.7	1.0	คัดเลือกไว้
2.2	1.0	คัดเลือกไว้	4.8	1.0	คัดเลือกไว้
2.3	1.0	คัดเลือกไว้	4.9	1.0	คัดเลือกไว้
2.4	1.0	คัดเลือกไว้	4.10	1.0	คัดเลือกไว้
3.1	1.0	คัดเลือกไว้	5.1	1.0	คัดเลือกไว้
3.2	0.8	คัดเลือกไว้	5.2	0.8	คัดเลือกไว้
4.1	1.0	คัดเลือกไว้	5.3	1.0	คัดเลือกไว้
4.2	1.0	คัดเลือกไว้	6.1	1.0	คัดเลือกไว้
4.3	1.0	คัดเลือกไว้	6.2	1.0	คัดเลือกไว้
4.4	1.0	คัดเลือกไว้	6.3	1.0	คัดเลือกไว้

ตาราง 27 ตารางวิเคราะห์ข้อสอบของแบบทดสอบวัดความรู้ความเข้าใจในมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์
เรื่อง เศษส่วน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5

เนื้อหา	มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์	จุดประสงค์การเรียนรู้	ข้อที่
1. ความหมายของเศษส่วน 1.1 เศษส่วนของสิ่งของหนึ่งสิ่ง 1.2 เศษส่วนของสิ่งของหนึ่งกลุ่ม	1. ตัวเศษแสดงจำนวนที่กล่าวถึงตัวส่วนแสดงจำนวนส่วนแบ่งทั้งหมดที่เท่าๆ กัน 2. ตัวเศษแสดงจำนวนกลุ่มที่กล่าวถึงตัวส่วนแสดงจำนวนที่แบ่งเป็นกลุ่มเท่าๆ กัน	1. บอกความหมายของเศษส่วนจากสิ่งของหนึ่งสิ่งได้ 2. บอกความหมายของเศษส่วนจากสิ่งของหนึ่งกลุ่มได้	1
2. เศษส่วนที่เท่ากัน 2.1 การทำเศษส่วนให้ตัวส่วนเท่ากับตัวส่วนที่กำหนดให้	3. เมื่อตัวส่วนที่กำหนดให้เป็นพหุคูณของตัวส่วนเดิมทำได้โดยนำจำนวนนับที่เท่ากันมาคูณทั้งตัวเศษและตัวส่วนโดยจำนวนนับที่นำมาคูณนั้นเมื่อคูณตัวส่วนแล้วต้องได้ผลคูณเท่ากับตัวส่วนที่กำหนดให้ 4. เมื่อตัวส่วนเดิมเป็นพหุคูณของตัวส่วนที่กำหนดให้ทำได้โดยนำจำนวนนับที่เท่ากันมาหารทั้งตัวเศษและตัวส่วนโดยจำนวนนับที่นำมาหารนั้น เมื่อหารตัวส่วนเดิมแล้วต้องได้ผลหารเท่ากับตัวส่วนที่กำหนดให้	3. บอกวิธีการทำเศษส่วนให้ตัวส่วนเท่ากับตัวส่วนที่กำหนดให้ได้	2 และ 3
3. การเปรียบเทียบเศษส่วน 3.1 การเปรียบเทียบเศษส่วนที่มีตัวส่วนเท่ากัน	5. การเปรียบเทียบเศษส่วนที่มีตัวส่วนเท่ากันแต่ตัวเศษไม่เท่ากันให้พิจารณาที่ตัวเศษถ้าตัวเศษของเศษส่วนใดมากกว่าเศษส่วนนั้นจะมีค่ามากกว่า	4. บอกวิธีการเปรียบเทียบเศษส่วนที่มีตัวส่วนเท่ากันและตัวเศษเท่ากันได้	

เนื้อหา	มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์	จุดประสงค์การเรียนรู้	ข้อที่
3.2 การเปรียบเทียบ เศษส่วนที่มีตัวเศษ เท่ากัน	6. การเปรียบเทียบเศษส่วนที่มีตัวเศษ เท่ากันแต่ตัวส่วนไม่เท่ากันให้ พิจารณาที่ตัวส่วนถ้าตัวส่วนของ เศษส่วนใดมากกว่าเศษส่วนนั้นจะมี ค่าน้อยกว่า	5.บอกวิธีการเปรียบเทียบ เศษส่วนที่ตัวเศษและตัว ส่วนไม่เท่ากันเมื่อตัว ส่วนตัวหนึ่งเป็นพหุคูณ ของตัวส่วนอีกตัวหนึ่งได้	4, 5 และ 6
3.3 การเปรียบเทียบ เศษส่วนที่มีตัวเศษและ ตัวส่วนไม่เท่ากัน	7. การเปรียบเทียบเศษส่วนที่มีตัวเศษ และตัวส่วนไม่เท่ากันใช้วิธีแปลง เศษส่วนให้เป็นเศษส่วนที่มีตัวส่วน เท่ากันก่อนแล้วจึงเปรียบเทียบกันโดย อาศัยหลักการที่ว่าเศษส่วนที่มีตัวส่วน เท่ากันเศษส่วนใดที่มีตัวเศษมากกว่า เศษส่วนนั้นจะมีค่ามากกว่า		
3.4 การเรียงลำดับ เศษส่วน	8. การเรียงลำดับเศษส่วนที่มีตัวส่วน ไม่เท่ากันใช้วิธีแปลงเศษส่วนทุก จำนวนให้เป็นเศษส่วนที่มีตัวส่วน เท่ากันก่อนแล้วจึงนำมาเรียงลำดับกัน		
4. เศษส่วนอย่างต่ำ	9. เศษส่วนที่ไม่มีจำนวนนับใดที่ มากกว่า 1 หารทั้งตัวเศษและตัวส่วน ได้ลงตัวเรียกเศษส่วนนั้นว่าเศษส่วน อย่างต่ำ 10. การทำเศษส่วนให้เป็นเศษส่วน อย่างต่ำทำได้โดยนำจำนวนนับที่ เท่ากันมาหารทั้งตัวเศษและตัวส่วนจน ไม่มีจำนวนนับใดนอกจาก 1 ที่หารทั้ง ตัวเศษและตัวส่วนได้ลงตัวเศษส่วน ใหม่ที่ได้จะเป็นเศษส่วนอย่างต่ำ	6. บอกความหมายของ เศษส่วนอย่างต่ำและ ยกตัวอย่างได้ 7. บอกวิธีการทำเศษส่วน ให้เป็นเศษส่วนอย่างต่ำ ได้	7
5. เศษส่วนที่เท่ากับ จำนวนนับ	11. เศษส่วนที่มีตัวเศษเท่ากับตัวส่วน เป็นเศษส่วนที่เท่ากับ 1 12. เศษส่วนที่ตัวส่วนหารตัวเศษได้ลง ตัว เศษส่วนนั้นสามารถเขียนให้อยู่ใน รูปจำนวนนับได้	8. บอกได้ว่าเศษส่วนที่ กำหนดให้เป็นเศษส่วนที่ เท่ากับจำนวนนับ	8

เนื้อหา	มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์	จุดประสงค์การเรียนรู้	ข้อที่
6. ชนิดของเศษส่วน 6.1 เศษส่วนแท้และเศษเกิน 6.2 จำนวนคละ 6.3 เศษเกินและจำนวนคละ	13. เศษส่วนที่ตัวเศษน้อยกว่าตัวส่วน เรียกว่า เศษส่วนแท้ 14. เศษส่วนที่ตัวเศษเท่ากับหรือมากกว่าตัวส่วนเรียกว่าเศษเกิน 15. จำนวนที่ประกอบด้วยจำนวนนับกับเศษส่วนแท้เรียกว่าจำนวนคละ 16. การเขียนเศษเกินในรูปจำนวนคละทำได้โดยนำตัวส่วนไปหารตัวเศษ ผลหารที่ได้จะเป็นจำนวนนับเศษที่เหลือเป็นตัวเศษโดยมีตัวส่วนคงเดิม 17. การเขียนจำนวนคละในรูปเศษเกิน ทำได้โดยนำตัวส่วนคูณกับจำนวนนับแล้วบวกกับตัวเศษจะได้ตัวเศษของเศษส่วนโดยมีตัวส่วนคงเดิม	9. บอกความหมายและยกตัวอย่างเศษส่วนแท้และเศษเกินได้ 10. อ่านและยกตัวอย่างจำนวนคละได้ 11.บอกวิธีการทำเศษเกินให้เป็นจำนวนคละได้ 12. บอกวิธีการทำจำนวนคละให้เป็นเศษเกินได้	9, 10, 11 และ 12
7. การบวกและการลบเศษส่วน 7.1 การบวกและการลบเศษส่วนที่มีตัวส่วนเท่ากัน 7.2 การบวกและการลบเศษส่วนที่มีตัวส่วนไม่เท่ากัน 7.3 สมบัติการสลับที่ของการบวก	18. การบวกหรือการลบเศษส่วนที่มีตัวส่วนเท่ากันให้นำตัวเศษมาบวกหรือลบกันโดยตัวส่วนคงเดิม 19. การบวกหรือการลบเศษส่วนที่มีตัวส่วนไม่เท่ากันเมื่อตัวส่วนตัวหนึ่งเป็นพหุคูณของตัวส่วนอีกตัวหนึ่งจะต้องทำตัวส่วนให้เท่ากันก่อนแล้วจึงหาผลบวกหรือผลลบ 20. เศษส่วนสองจำนวนที่นำมาบวกกัน สามารถสลับที่กันได้โดยที่ผลบวกยังคงเท่าเดิม สมบัตินี้เรียกว่า สมบัติการสลับที่ของการบวก	13. บอกขั้นตอนการบวกลบเศษส่วนที่มีตัวส่วนเท่ากันได้ 14. บอกขั้นตอนการบวกลบเศษส่วนที่มีตัวส่วนไม่เท่ากันเมื่อตัวส่วนตัวหนึ่งเป็นพหุคูณของตัวส่วนอีกตัวหนึ่งได้	13 และ 14

เนื้อหา	มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์	จุดประสงค์การเรียนรู้	ข้อที่
7.4 สมบัติการเปลี่ยนหมู่ของการบวก	21. เศษส่วนสามจำนวนที่นำมาบวกกัน จะบวกเศษส่วนคู่หน้าหรือคู่หลังก่อนแล้วนำมาบวกกับเศษส่วนที่เหลือ ผลลัพธ์ที่ได้จะเท่ากัน สมบัตินี้เรียกว่าสมบัติการเปลี่ยนหมู่ของการบวก		
8. โจทย์ปัญหาการบวกและการลบเศษส่วน	—	—	—
9. การคูณเศษส่วน 9.1 การคูณเศษส่วนด้วยจำนวนนับ 9.2 เศษส่วนของจำนวนนับ 9.3 การคูณจำนวนนับด้วยเศษส่วน 9.4 เศษส่วนของเศษส่วน 9.5 การคูณเศษส่วนกับเศษส่วน	22. การคูณเศษส่วนด้วยจำนวนนับทำได้โดยนำจำนวนนับมาคูณกับตัวเศษ โดยตัวส่วนยังคงเดิม 23. การคูณจำนวนนับด้วยเศษส่วนหาผลคูณได้โดยใช้วิธีเดียวกับการคูณเศษส่วนด้วยจำนวนนับคือนำจำนวนนับมาคูณกับตัวเศษโดยตัวส่วนคงเดิม 24. การคูณเศษส่วนกับเศษส่วน ใช้วิธีนำตัวเศษคูณกับตัวเศษและตัวส่วนคูณกับตัวส่วน	15. บอกขั้นตอนการคูณจำนวนนับกับเศษส่วนได้ 16. บอกขั้นตอนการคูณเศษส่วนกับเศษส่วนได้	15 และ 16
10. โจทย์ปัญหาการคูณเศษส่วน	—	—	—
11. การหารเศษส่วน 11.1 ส่วนกลับของเศษส่วน 11.2 การหารเศษส่วน	25. เศษส่วนใดคูณกับส่วนกลับของเศษส่วนนั้นผลคูณจะเท่ากับ 1 เสมอ 26. การหารจำนวนนับด้วยเศษส่วนใช้วิธีการคูณจำนวนนับที่เป็นตัวตั้งกับส่วนกลับของเศษส่วนที่เป็นตัวหาร 27. การหารเศษส่วนด้วยจำนวนนับใช้วิธีการคูณเศษส่วนที่เป็นตัวตั้งกับส่วนกลับของจำนวนนับที่เป็นตัวหาร	17. บอกขั้นตอนการหารจำนวนเต็มด้วยเศษส่วน การหารเศษส่วนด้วยจำนวนเต็ม และการหารเศษส่วนด้วยเศษส่วน ได้	17 และ 18

เนื้อหา	มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์	จุดประสงค์การเรียนรู้	ข้อที่
	28. การหารเศษส่วนด้วยเศษส่วน ทำได้โดยการคูณเศษส่วนที่เป็นตัวตั้ง กับส่วนกลับของเศษส่วนที่เป็นตัวหาร		
12. โจทย์ปัญหาการ หารเศษส่วน	–	–	–
13. การบวก ลบ และ คูณเศษส่วนระคน	29. การบวก ลบ และคูณเศษส่วน ระคนทำได้โดยให้หาผลลัพท์ในวงเล็บ ก่อนแล้วนำไปหาผลลัพท์กับจำนวน อื่น	18. บอกขั้นตอนการบวก ลบและคูณเศษส่วนระคน ได้	19 และ 20
14. โจทย์ปัญหาการ บวก ลบ และคูณ เศษส่วนระคน	–	–	–

ตาราง 28 ค่าความยากง่าย ค่าอำนาจจำแนก และค่าความเชื่อมั่น ของแบบทดสอบวัดความรู้
ความเข้าใจในมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์เรื่อง เศษส่วน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5

ข้อสอบข้อที่	ค่าความยากง่าย	ค่าอำนาจจำแนก	ข้อสอบข้อที่	ค่าความยากง่าย	ค่าอำนาจจำแนก
1	0.29	0.26	11	0.39	0.68
2	0.50	0.37	12	0.47	0.53
3	0.63	0.63	13	0.50	0.47
4	0.53	0.53	14	0.26	0.32
5	0.29	0.37	15	0.26	0.32
6	0.21	0.42	16	0.50	0.37
7	0.39	0.26	17	0.21	0.32
8	0.29	0.47	18	0.24	0.26
9	0.42	0.21	19	0.26	0.32
10	0.42	0.42	20	0.68	0.42
ค่าความเชื่อมั่น 0.79					

ตาราง 29 ตารางวิเคราะห์ข้อสอบของแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์
เรื่อง เศษส่วน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5

เนื้อหา	จุดประสงค์การเรียนรู้	ข้อที่
1. โจทย์ปัญหาการบวกและการลบเศษส่วน	เมื่อกำหนดโจทย์ปัญหาการบวกหรือการลบเศษส่วนที่ตัวส่วนตัวหนึ่งเป็นพหุคูณของตัวส่วนอีกตัวหนึ่งให้ สามารถวิเคราะห์โจทย์ เลือกวิธีการแก้ปัญหา แสดงวิธีทำเพื่อหาคำตอบ พร้อมทั้งตระหนักถึงความสมเหตุสมผลของคำตอบได้	1
2. โจทย์ปัญหาการคูณเศษส่วน	เมื่อกำหนดโจทย์ปัญหาการคูณเศษส่วนให้ สามารถวิเคราะห์โจทย์ เลือกวิธีการแก้ปัญหา แสดงวิธีทำเพื่อหาคำตอบ พร้อมทั้งตระหนักถึงความสมเหตุสมผลของคำตอบได้	2
3. โจทย์ปัญหาการหารเศษส่วน	เมื่อกำหนดโจทย์ปัญหาการหารเศษส่วนให้ สามารถวิเคราะห์โจทย์ เลือกวิธีการแก้ปัญหา แสดงวิธีทำเพื่อหาคำตอบ พร้อมทั้งตระหนักถึงความสมเหตุสมผลของคำตอบได้	
4. โจทย์ปัญหาการบวก ลบ และ คูณ เศษส่วนระคน	เมื่อกำหนดโจทย์ปัญหาการบวก ลบ และ คูณ เศษส่วนระคนให้ สามารถวิเคราะห์โจทย์ เลือกวิธีการแก้ปัญหา แสดงวิธีทำเพื่อหาคำตอบ พร้อมทั้งตระหนักถึงความสมเหตุสมผลของคำตอบได้	3 และ 4

ตาราง 30 ค่าความยากง่าย ค่าอำนาจจำแนก และค่าความเชื่อมั่น ของแบบทดสอบวัดความสามารถ
ในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์เรื่อง เศษส่วน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5

ข้อสอบข้อที่	ค่าความยากง่าย	ค่าอำนาจจำแนก
1	0.51	0.42
2	0.52	0.33
3	0.50	0.37
4	0.51	0.32
ค่าความเชื่อมั่น 0.77		

ประวัติย่อผู้วิจัย

ประวัติย่อผู้วิจัย

ชื่อ ชื่อสกุล	นายอรรถศาสตร์ นิมิตรพันธ์
วันเดือนปีเกิด	6 เมษายน 2519
สถานที่เกิด	ตำบลบ้านยาง อำเภอเสนาห์ จังหวัดสระบุรี
สถานที่อยู่ปัจจุบัน	5/1 หมู่ 3 ตำบลบ้านยาง อำเภอเสนาห์ จังหวัดสระบุรี 18160
ตำแหน่งหน้าที่การงานปัจจุบัน	อาจารย์ประจำกลุ่มวิชาคณิตศาสตร์
สถานที่ทำงานปัจจุบัน	คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนดุสิต
ประวัติการศึกษา	
พ.ศ. 2537	มัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนสระบุรีวิทยาคม จังหวัดสระบุรี
พ.ศ. 2540	ครุศาสตรบัณฑิต (คณิตศาสตร์) สถาบันราชภัฏสวนสุนันทา
พ.ศ. 2542	ครุศาสตรมหาบัณฑิต (การศึกษาคณิตศาสตร์) จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
พ.ศ. 2553	การศึกษาดุษฎีบัณฑิต (คณิตศาสตร์ศึกษา) มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ