

การศึกษาพฤติกรรมด้านความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่น เรื่อง จำนวน ของนักเรียน
ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ผ่านกิจกรรมการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์



เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาคณิตศาสตร์

พฤษภาคม 2554

การศึกษาพฤติกรรมด้านความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่น เรื่อง จำนวน ของนักเรียน
ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ผ่านกิจกรรมการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์



ปริญญานิพนธ์
ของ
วรรณพร เลิศอवास

เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาคณิตศาสตร์

พฤษภาคม 2554

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

การศึกษาพฤติกรรมด้านความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่น เรื่อง จำนวน ของนักเรียน
ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ผ่านกิจกรรมการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์



บทคัดย่อ
ของ
วรรณพร เลิศอวาาส

เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาคณิตศาสตร์

พฤษภาคม 2554

วรรณพร เลิศอวาาส. (2554). การศึกษาพฤติกรรมด้านความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่น เรื่อง จำนวน ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ผ่านกิจกรรมการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์. ปรินญาณินพนธ์ กศ.ม. (คณิตศาสตร์). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. คณะกรรมการควบคุม: อาจารย์ ดร.รุ่งฟ้า จันท์จารุภรณ์, อาจารย์ ดร.รุ่งทิวา แยมรุ่ง.

ความมุ่งหมายของการวิจัยนี้ คือ เพื่อศึกษาพฤติกรรมด้านความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่น เรื่อง จำนวน ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ผ่านกิจกรรมการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น โดยนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์เชิงคุณภาพ กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยนี้เป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนอนุบาลเพชรบุรี จังหวัดเพชรบุรี ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2552 จำนวน 10 คน โดยมีนักเรียน 3 คนเป็นนักเรียนเป้าหมายเพื่อศึกษาเชิงลึกเกี่ยวกับพฤติกรรมด้านความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่น เรื่อง จำนวน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย (1) กิจกรรมการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง จำนวน สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 15 แผน แผนละ 1 คาบเรียน คาบเรียนละ 90 นาที (2) แบบสังเกตพฤติกรรมด้านความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่น (3) แบบสัมภาษณ์กระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และ (4) แบบสัมภาษณ์กระบวนการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์

ในกิจกรรมการเรียนรู้ให้นักเรียนได้เรียนรู้กระบวนการแก้ปัญหาตามแนวคิดของโพลยาและกระบวนการแก้ปัญหาที่เป็นพลวัตตามแนวคิดของวิลสันและคณะ ได้ฝึกฝนและมีประสบการณ์ในการแก้ปัญหาที่ไม่คุ้นเคย (non-routine problem) ซึ่งแต่ละปัญหามีผลเฉลยมากกว่าหนึ่งผลเฉลย และใช้เนื้อหาคณิตศาสตร์เรื่อง จำนวน ที่ไม่เกินชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ในการแก้ปัญหา ตลอดจนได้ฝึกฝนและมีประสบการณ์ในการตั้งปัญหาจากสถานการณ์หรือเงื่อนไขที่กำหนด ได้มีส่วนร่วมในการนำเสนอผลการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์หน้าชั้นเรียน ซึ่งผลการศึกษาพฤติกรรมด้านความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่น เรื่อง จำนวน ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ผ่านกิจกรรมการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ มีดังนี้

1. เมื่อนักเรียนมีประสบการณ์ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์มากขึ้น นักเรียนสามารถ (1) คิดหาผลเฉลยได้จำนวนมากในเวลาที่กำหนด (2) คิดหาผลเฉลยได้หลายรูปแบบที่แตกต่างกัน (3) คิดแล้วเลือกผลเฉลยหรือกลุ่มของผลเฉลยที่สอดคล้องกับสถานการณ์หรือเงื่อนไขที่กำหนด และ (4) คิดแล้วเลือกเกณฑ์ในการจัดกลุ่มของผลเฉลย กล่าวคือ เมื่อนักเรียนลงมือแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ในช่วงกิจกรรมพัฒนาความคิดคล่องที่นักเรียนต้องคิดหาผลเฉลยจำนวนมากภายในเวลาที่กำหนด นักเรียนสามารถลดขั้นตอนบางขั้นตอนออกไป ทำให้มีขั้นตอนในการคิดหาผลเฉลยที่กระชับขึ้น ส่งผลให้นักเรียนคิดหาผลเฉลยได้จำนวนมากขึ้นภายในเวลาที่กำหนดซึ่งผลเฉลยเหล่านั้นเป็นผลเฉลยที่มีรูปแบบแตกต่างกัน ต่อมาเมื่อลงมือแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ในช่วงกิจกรรมพัฒนาความคิดยืดหยุ่นที่นักเรียนต้องคิดแล้วเลือกผลเฉลยหรือกลุ่มของผลเฉลยที่

สอดคล้องกับสถานการณ์หรือเงื่อนไขที่กำหนด นักเรียนสามารถคิดแล้วเลือกผลเฉลยหรือกลุ่มของผลเฉลยที่สอดคล้องกับสถานการณ์หรือเงื่อนไขที่กำหนดได้ถูกต้อง และมีเกณฑ์การจัดกลุ่มของผลเฉลยที่เขียนอธิบายได้ชัดเจน ทำให้ไม่มีผลเฉลยใดอยู่มากกว่าหนึ่งกลุ่ม

2. เมื่อนักเรียนมีประสบการณ์ในการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์มากขึ้น นักเรียนสามารถ (1) ตั้งสถานการณ์ได้จำนวนมากในเวลาที่กำหนด (2) ตั้งสถานการณ์ได้หลายโครงสร้างที่แตกต่างกัน และ (3) คิดแล้วเลือกสถานการณ์หรือกลุ่มของสถานการณ์ที่สอดคล้องกับสถานการณ์หรือเงื่อนไขที่กำหนด กล่าวคือ เมื่อนักเรียนลงมือตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ในช่วงกิจกรรมพัฒนาความคิดคล่องที่นักเรียนต้องตั้งสถานการณ์จำนวนมากภายในเวลาที่กำหนด นักเรียนสามารถตั้งสถานการณ์ที่มีโครงสร้างแตกต่างกันได้ และให้เวลากับการเขียนอธิบายสถานการณ์มากขึ้น ส่งผลให้สามารถเขียนอธิบายสถานการณ์ได้ชัดเจน ต่อมาเมื่อลงมือตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ในช่วงกิจกรรมพัฒนาความคิดยืดหยุ่นที่นักเรียนต้องคิดแล้วเลือกสถานการณ์หรือกลุ่มของสถานการณ์ที่สอดคล้องกับสถานการณ์หรือเงื่อนไขที่กำหนด นักเรียนสามารถคิดแล้วเลือกสถานการณ์หรือกลุ่มของสถานการณ์ที่สอดคล้องกับสถานการณ์หรือเงื่อนไขที่กำหนดได้



THE STUDY OF PRATHOMSUKSA V STUDENTS' BEHAVIORS ON FLUENCY
AND FLEXIBILITY THINKING ON NUMBERS VIA MATHEMATICAL
PROBLEM SOLVING AND PROBLEM POSING ACTIVITIES



Presented in Partial Fulfillment of Requirement for the
Master of Education Degree in Mathematics
at Srinakharinwirot University

May 2011

Wannaporn Loetawas. (2011). *The Study of the Prathomsuksa V Students' Behaviors on Fluency and Flexibility Thinking on Numbers via Mathematical Problem Solving and Problem Posing Activities*. Master thesis, M.Ed. (Mathematics). Bangkok: Graduate School, Srinakharinwirot University. Advisor Committee: Dr. Rungfa Janjaruporn, Dr.Rungtiwa Yamrung.

The purpose of the research was to study Prathomsuksa V students' behaviors on fluency and flexibility thinking on numbers via mathematical problem solving and problem posing activities. Qualitative research methodology was employed in collecting and analyzing data. Ten Prathomsuksa V students in the second semester of 2009 academic year of Anuban Petchaburi school were participated in this study. Three of them were selected as target students for case study. The research instruments consisted of (1) mathematical problem solving and problem posing activities, (2) observation forms, (3) problem-solving interview forms, and (4) problem-posing interview forms.

The activities provided the students to learn the process of problem solving. They had a lot of experience on solving non-routine problems. Each problem could be solved more than one solution via mathematics content in primary school level. They also had a lot of experience on problem posing by participating in cooperative learning, discussion, and presentation in the experiment class. Results of the study were indicated the following:

1. While the mathematics instructional activities were conducted, the students including target students work on more problems. The students had the ability to (1) solve the problems more than one solution, (2) solve the problems having more than one category of solutions, (3) select the solution or group of solutions such that they corresponded to the given situations or conditions, and (4) provide the appropriate rule to categories the solutions. That is, in fluency activities, when the students had more experience on problem solving, they decreased some solution processes, so that they gained more solutions in the given period. The gained solutions were various. In flexibility activities, when the students had to select the solution or a group of solutions that corresponded to the given situations or conditions, they could do well, and provided the appropriate rule to categories the solutions. There was no solution to be more than one group.

2. While the mathematics instructional activities were conducted, the students including target students work on more problems. The students had the ability to (1) pose

the situations more than one situation, (2) pose the situations having more than one category of situations and (3) select the situation or a group of situations such that they corresponded to the given situations or conditions. That is, in fluency activities, when the students had more experience on problem posing, the students had the ability to pose the situations having more than one category. They also spent more time on trying to explain the situations. In flexibility activities, when the students had to select the solution or a group of solutions that corresponded to the given situations or conditions, they could do well.





งานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนการทำปริญญาโท
จาก
งบประมาณเงินรายได้คณะวิทยาศาสตร์ ประจำปี 2553
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

ปริญญานิพนธ์

เรื่อง

การศึกษาพฤติกรรมด้านความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่น เรื่อง จำนวน ของนักเรียน
ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ผ่านกิจกรรมการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์

ของ

วรรณพร เลิศอवास

ได้รับอนุมัติจากบัณฑิตวิทยาลัยให้นับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร

ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาคณิตศาสตร์

ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

..... คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

(รองศาสตราจารย์ ดร.สมชาย สันติวัฒน์กุล)

วันที่ เดือน พ.ศ. 2554

คณะกรรมการควบคุมปริญญานิพนธ์

คณะกรรมการสอบปากเปล่า

..... ประธาน

..... ประธาน

(อาจารย์ ดร.รุ่งฟ้า จันท์จารุภรณ์)

(อาจารย์ ดร.ทรงชัย อักษรจิต)

..... กรรมการ

..... กรรมการ

(อาจารย์ ดร.รุ่งทิวา แยมรุ่ง)

(อาจารย์ ดร.เสริมศรี ไทยแท้)

..... กรรมการ

(อาจารย์ ดร.รุ่งฟ้า จันท์จารุภรณ์)

..... กรรมการ

(อาจารย์ ดร.รุ่งทิวา แยมรุ่ง)

ประกาศคุณูปการ

ปริญญาานิพนธ์นี้สำเร็จได้ด้วยดีเป็นเพราะผู้วิจัยได้รับความกรุณาอย่างยิ่งจาก อาจารย์ ดร. รุ่งฟ้า จันท์จารุภรณ์ ประธานควบคุมปริญญาานิพนธ์ และอาจารย์ ดร. รุ่งทิวา แยมรุ่ง กรรมการควบคุมปริญญาานิพนธ์ ท่านทั้งสองได้เสียสละเวลาอันมีค่าเพื่อให้คำปรึกษาแนะนำ ในการจัดทำงานวิจัยนี้ทุกขั้นตอน ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ ที่นี้

ขอกราบขอบพระคุณรองศาสตราจารย์ประพนธ์ จำยเจริญ อาจารย์ ดร.ทรงชัย อักษรคิด และอาจารย์สุรพันธ์ อินทสังข์ ที่กรุณาเป็นผู้เชี่ยวชาญในการตรวจแก้เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ขอกราบขอบพระคุณ อาจารย์ ดร.ทรงชัย อักษรคิด และ อาจารย์ ดร.เสริมศรี ไทยแท้ ที่กรุณาร่วมเป็นกรรมการสอบปากเปล่า และให้ข้อคิดเห็นที่เป็นประโยชน์ต่อผู้วิจัย ทำให้ ปริญญาานิพนธ์ฉบับนี้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขอกราบขอบพระคุณผู้อำนวยการและคณะครูโรงเรียนวัดท่าศาลาราม(เรือนบุญนาศาลัย) จังหวัดเพชรบุรี และขอขอบคุณนักเรียนชั้น ป.5 ที่ให้ความช่วยเหลือและอำนวยความสะดวกในการ ทดลองใช้เครื่องมือ

ขอกราบขอบพระคุณผู้อำนวยการและคณะครูกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์โรงเรียน อนุบาลเพชรบุรี จังหวัดเพชรบุรี โดยเฉพาะอย่างยิ่งคุณครูจิระวรรณ ชินสันติ และขอขอบคุณนักเรียนชั้น ป.5/1 ที่ให้ความช่วยเหลือและอำนวยความสะดวกในการเก็บรวบรวมข้อมูลที่ใช้ในการวิจัย

ขอกราบขอบพระคุณ อาจารย์ ดร.ไพโรจน์ นวมนุ้ม อาจารย์ธีรเชษฐ เรื่องสุขอนามัย คุณครูทิพย์สุนทร์ ชื่นสว่าง และคุณครูเดชมณตรี คำเหมือดแอ่ ที่ให้ความช่วยเหลือในการเก็บ รวบรวมข้อมูลและการวิเคราะห์ข้อมูล

สุดท้ายนี้ขอกราบขอบพระคุณ คุณพ่อเสถียร และคุณแม่บุญยืน เลิศอวาาส ตลอดจน บุคคลในครอบครัว และญาติมิตรทุกท่านที่ได้ให้ทั้งกำลังใจและกำลังทรัพย์สนับสนุนการศึกษาของ ผู้วิจัยมาโดยตลอด ขอขอบคุณ พี่ๆ ปริญญาเอกคณิตศาสตร์ศึกษา และเพื่อนๆ ปริญญาโท คณิตศาสตร์ทุกคนที่ให้กำลังใจ และความช่วยเหลือจนทำให้ปริญญาานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จด้วยดี

วรรณพร เลิศอวาาส

สารบัญ

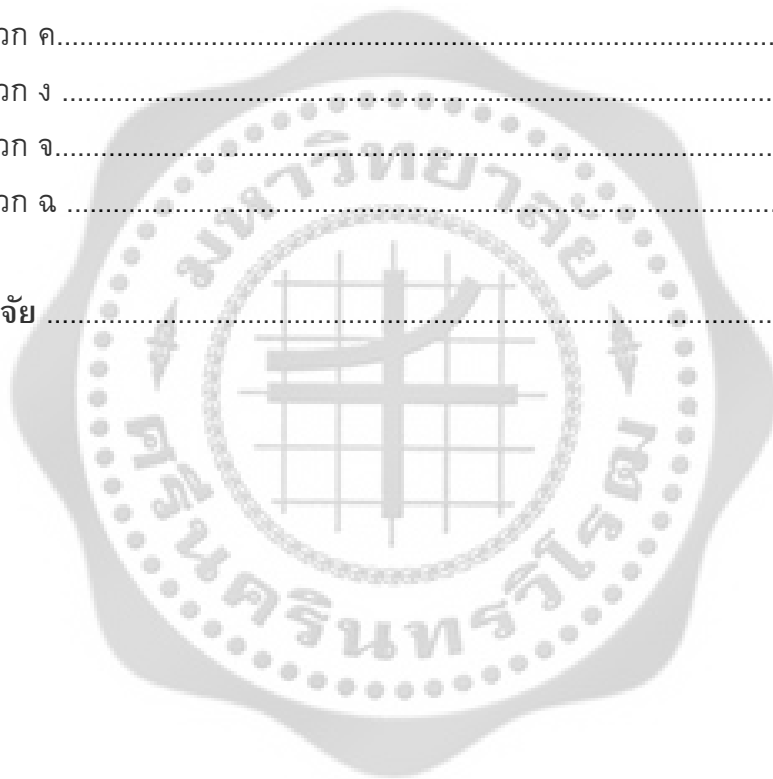
บทที่	หน้า
1 บทนำ	1
ภูมิหลัง	1
ความมุ่งหมายของการวิจัย	4
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	5
ขอบเขตของการวิจัย	5
กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย	5
ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย	5
เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย	5
ตัวแปรที่ศึกษา	6
นิยามศัพท์เฉพาะ	6
2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	9
ความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่น	9
ความหมายของความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่น	9
ลักษณะของผู้มีความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่น	11
การเสริมสร้างและพัฒนาความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่น	14
การวัดและประเมินความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่น	18
งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่น	22
การแก้ปัญหาและการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์	26
ความหมายของปัญหาและการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์	26
ประเภทของปัญหาทางคณิตศาสตร์	28
กระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์	29
การตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์	32
งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์	36
3 วิธีดำเนินการวิจัย	40
การกำหนดกลุ่มตัวอย่าง	40

สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
3 (ต่อ)	
การกำหนดกรอบแนวคิดของกิจกรรมการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหาทาง คณิตศาสตร์ เรื่อง จำนวน.....	40
จุดมุ่งหมายของกิจกรรมการเรียนรู้	41
ขอบเขตของกิจกรรมการเรียนรู้	41
แนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนรู้	42
การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	47
การเก็บรวบรวมข้อมูล	48
แบบแผนการวิจัย	48
การดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล	48
การวิเคราะห์ข้อมูล	49
4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	51
พฤติกรรมด้านความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่น เรื่อง จำนวน ของนักเรียน จากกิจกรรมการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์.....	52
พฤติกรรมด้านความคิดคล่อง.....	52
พฤติกรรมด้านความคิดยืดหยุ่น.....	66
พฤติกรรมด้านความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่น เรื่อง จำนวน ของนักเรียน จากกิจกรรมการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์.....	84
พฤติกรรมด้านความคิดคล่อง.....	84
พฤติกรรมด้านความคิดยืดหยุ่น.....	96
5 สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ	99
ความมุ่งหมาย และวิธีดำเนินการวิจัยโดยสังเขป	99
สรุปและอภิปรายผลการวิจัย	101
ข้อเสนอแนะ	104

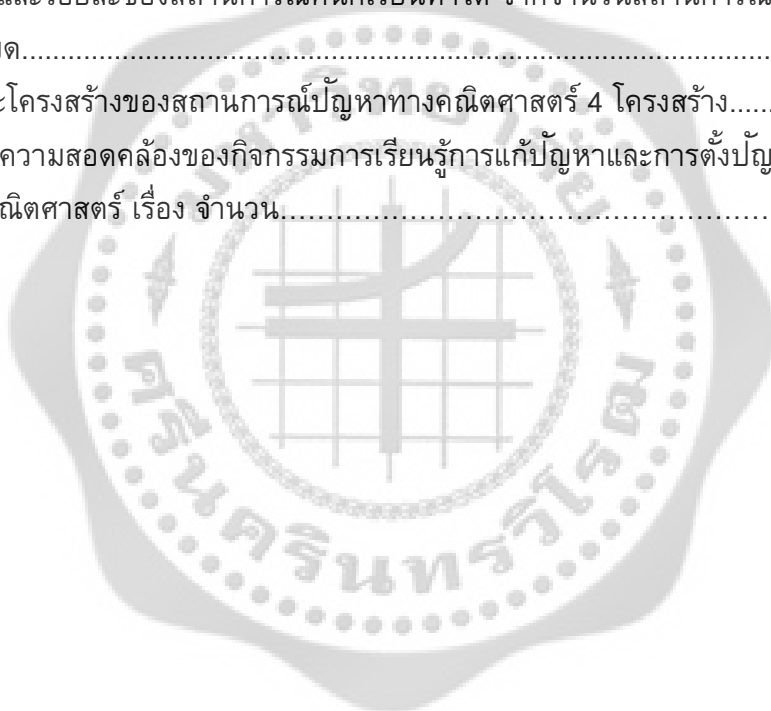
สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
บรรณานุกรม	106
ภาคผนวก	113
ภาคผนวก ก.....	114
ภาคผนวก ข.....	117
ภาคผนวก ค.....	151
ภาคผนวก ง	155
ภาคผนวก จ.....	158
ภาคผนวก ฉ	161
ประวัติย่อผู้วิจัย	163



บัญชีตาราง

ตาราง	หน้า
1 ผลการศึกษาของซิมป์สันและทอแรนซ์เกี่ยวกับพัฒนาการด้าน ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ของนักเรียน.....	3
2 การแบ่งระดับความซับซ้อนของปัญหา.....	35
3 กิจกรรมการเรียนรู้ ในกิจกรรมการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง จำนวน.....	43
4 จำนวนและร้อยละของผลเฉลยที่นักเรียนหาได้จากจำนวนผลเฉลยทั้งหมด.....	54
5 จำนวนและร้อยละของสถานการณ์ที่นักเรียนหาได้ จากจำนวนสถานการณ์ ทั้งหมด.....	86
6 ลักษณะโครงสร้างของสถานการณ์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ 4 โครงสร้าง.....	88
7 ค่าดัชนีความสอดคล้องของกิจกรรมการเรียนรู้การแก้ปัญหาและการตั้งปัญหา ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง จำนวน.....	116



บัญชีภาพประกอบ

ภาพประกอบ	หน้า
1 กระบวนการแก้ปัญหาเป็นแนวเส้นตรง.....	30
2 กระบวนการแก้ปัญหาที่เป็นพลวัต.....	31
3 ผลการตั้งปัญหาของนักเรียน ตามแนวคิดของซิลเวอร์ และไซ.....	33
4 กระบวนการแก้ปัญหาที่เป็นพลวัต ที่ใช้ในกิจกรรมการแก้ปัญหาและ การตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง จำนวน.....	41
5 ขั้นตอนการดำเนินกิจกรรมการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์.....	45
6 ขั้นตอนการดำเนินกิจกรรมการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์.....	46
7 ผลงานเขียนของนักเรียนโดยใช้วิธีการปรับเปลี่ยนเครื่องหมายของผลเฉลย ในคาบเรียน 5.....	56
8 ตัวอย่างผลงานเขียนของนักเรียนในรูปแบบที่ 1-4 ในคาบเรียน 1.....	58
9 ตัวอย่างผลงานเขียนของนักเรียนในรูปแบบที่ 5 ในคาบเรียน 1.....	59
10 ตัวอย่างผลงานเขียนของนักเรียนในรูปแบบที่ 1-10 ในคาบเรียน 5.....	60
11 ตัวอย่างผลงานเขียนของนักเรียนในรูปแบบที่ 1-6 ในคาบเรียน 10.....	61
12 ตัวอย่างผลงานเขียนของนักเรียนในรูปแบบที่ 7 ในคาบเรียน 10.....	62
13 ตัวอย่างผลงานเขียนของนักเรียนในรูปแบบที่ 1 ในคาบเรียน 14.....	62
14 ตัวอย่างผลงานเขียนของนักเรียนในรูปแบบที่ 2-3 ในคาบเรียน 14.....	63
15 ผลงานเขียนของโตมที่มีผลเฉลยแตกต่างจากนักเรียนคนอื่น ในคาบเรียน 14.....	63
16 ร่องรอยการคิดหาผลเฉลยของเก่งที่แตกต่างจากนักเรียนคนอื่น ในคาบเรียน 14...	64
17 ร่องรอยการคิดหาผลเฉลยในกระดาษทดของน้ำแข็ง ในคาบเรียน 1.....	65
18 ผลงานเขียนของนักเรียนที่ปรับเปลี่ยนวิธีการเขียนผลเฉลย ในคาบเรียน 10.....	66
19 ผลงานเขียนของนักเรียนคนที่ 1-3 ซึ่งจัดกลุ่มของผลเฉลยโดยใช้เกณฑ์ที่ 1 การพิจารณาโดยใช้ผลรวมของจำนวนเงิน ในคาบเรียน 1.....	69
20 ผลงานเขียนของนักเรียนคนที่ 1-2 ซึ่งจัดกลุ่มของผลเฉลยโดยใช้เกณฑ์ที่ 2 การพิจารณาชนิดของเหรียญ ในคาบเรียน 1.....	70
21 ผลงานเขียนของนักเรียนคนที่ 3-4 ซึ่งจัดกลุ่มของผลเฉลยโดยใช้เกณฑ์ที่ 2 การพิจารณาชนิดของเหรียญ ในคาบเรียน 1.....	71
22 ผลงานเขียนของนักเรียน ซึ่งจัดกลุ่มของผลเฉลยโดยใช้เกณฑ์ที่ 3 การพิจารณา แบบรูปของจำนวนเหรียญ ในคาบเรียน 1.....	72

บัญชีภาพประกอบ (ต่อ)

ภาพประกอบ	หน้า
23 ผลงานเขียนของโตม ซึ่งจัดกลุ่มผลเฉลยโดยใช้การจำแนกตามเหรียญ แต่ละชนิด ในคาบเรียน 1.....	72
24 แสดงการอธิบายเกณฑ์การจัดกลุ่มของผลเฉลยของโตม ในคาบเรียน 1.....	73
25 ผลงานเขียนของนักเรียนคนที่ 1-2 ซึ่งจัดกลุ่มผลเฉลยโดยใช้เกณฑ์ที่ 1 การพิจารณาการปรับเปลี่ยนวิธีการหาผลเฉลย ในคาบเรียน 5.....	74
26 ผลงานเขียนของนักเรียนคนที่ 3 ซึ่งจัดกลุ่มผลเฉลยโดยใช้เกณฑ์ที่ 1 การพิจารณาการปรับเปลี่ยนวิธีการหาผลเฉลย ในคาบเรียน 5.....	75
27 ผลงานเขียนของนักเรียนคนที่ 1-4 ซึ่งจัดกลุ่มผลเฉลยโดยใช้เกณฑ์ที่ 2 การพิจารณาผลลัพธ์ ในคาบเรียน 5.....	76
28 ผลงานเขียนของนักเรียนคนที่ 1 ซึ่งจัดกลุ่มผลเฉลยโดยใช้เกณฑ์ที่ 1 การพิจารณาจำนวนที่ใช้ในการหาผลเฉลย ในคาบเรียน 10.....	77
29 ผลงานเขียนของนักเรียนคนที่ 2-4 ซึ่งจัดกลุ่มผลเฉลยโดยใช้เกณฑ์ที่ 1 การพิจารณาจำนวนที่ใช้ในการหาผลเฉลย ในคาบเรียน 10.....	78
30 ผลงานเขียนของนักเรียนคนที่ 5 ซึ่งจัดกลุ่มผลเฉลยโดยใช้เกณฑ์ที่ 1 การพิจารณาจำนวนที่ใช้ในการหาผลเฉลย ในคาบเรียน 10.....	79
31 ผลงานเขียนของนักเรียนคนที่ 1-2 ซึ่งจัดกลุ่มผลเฉลยโดยใช้เกณฑ์ที่ 2 การพิจารณาลักษณะการเขียนผลเฉลย ในคาบเรียน 10.....	79
32 ผลงานเขียนของนักเรียนคนที่ 1 ซึ่งจัดกลุ่มผลเฉลยโดยใช้เกณฑ์ที่ 1 การพิจารณาตำแหน่งของจำนวนในผลเฉลย ในคาบเรียน 10.....	80
33 ผลงานเขียนของนักเรียนคนที่ 2-4 ซึ่งจัดกลุ่มผลเฉลยโดยใช้เกณฑ์ที่ 1 การพิจารณาตำแหน่งของจำนวนในผลเฉลย ในคาบเรียน 10.....	81
34 ผลงานเขียนของนักเรียนคนที่ 1-3 ซึ่งจัดกลุ่มผลเฉลยโดยใช้เกณฑ์ที่ 2 การพิจารณาความรู้ที่ใช้ ในคาบเรียน 10.....	82
35 ตัวอย่างผลงานเขียนของนักเรียนในโครงสร้าง 1-4 ในคาบเรียน 3.....	89
36 ตัวอย่างผลงานเขียนของนักเรียนในโครงสร้าง 1-4 ในคาบเรียน 9.....	90
37 ตัวอย่างผลงานเขียนของนักเรียนในโครงสร้าง 1, 3-4 ในคาบเรียน 15.....	91
38 ผลงานเขียนของโตม ที่เขียนอธิบายสถานการณ์ไม่ชัดเจน ในคาบเรียน 3.....	92
39 ผลงานเขียนของน้ำแข็ง ที่มีผลเฉลยมากกว่า 1 ผลเฉลย ในคาบเรียน 3.....	92

บัญชีภาพประกอบ (ต่อ)

ภาพประกอบ	หน้า
40 ผลงานเขียนของนักเรียน ที่กำหนดเงื่อนไขไม่เพียงพอต่อการแก้ปัญหา ในคาบเรียน 3.....	93
41 ผลงานเขียนของนักเรียน ที่ตั้งสถานการณ์ไม่สอดคล้องกับสถานการณ์หรือ เงื่อนไขที่กำหนด ในคาบเรียน 3.....	93
42 ผลงานเขียนของนักเรียน ที่ไม่เป็นปัญหาทางคณิตศาสตร์ ในคาบเรียน 3.....	93
43 ผลงานเขียนของเก่ง ที่นำความรู้เรื่องการวัดมาตั้งสถานการณ์ ในคาบเรียน 9.....	94
44 ผลงานเขียนของโตม ที่นำความรู้เรื่องสถิติมาตั้งสถานการณ์ ในคาบเรียน 9.....	94
45 ผลงานเขียนของโตม ที่ไม่ใช่เงื่อนไขหรือสถานการณ์ที่กำหนด ในคาบเรียน 9.....	94
46 ผลงานเขียนของนักเรียน ที่นำความรู้เรื่องการให้เหตุผลมาตั้งสถานการณ์ ในคาบเรียน 15.....	95
47 ผลงานเขียนของนักเรียน ที่ปรับเปลี่ยนสถานการณ์เดิม จนได้สถานการณ์ใหม่ ในคาบเรียน 3.....	97

บทที่ 1

บทนำ

ภูมิหลัง

มนุษย์มีการคิดค้นสิ่งประดิษฐ์ ผลิตรายณ์ และเทคโนโลยีต่างๆ มากมาย เช่น เครื่องอัลตราซาวด์สีมิติที่ช่วยให้เห็นภาพของทารกในครรภ์ของมารดาได้ชัดเจน เสื้อผ้าที่เคลือบด้วยสารเคมีนาโนที่ทำให้ผ้าเปียกน้ำยากและลดการปนเปื้อนของสิ่งสกปรก และสารเคลือบที่เร่งปฏิกิริยาไวแสงทำให้สามารถลดปริมาณการเกาะของฝุ่นละอองและช่วยฆ่าเชื้อโรคในอากาศ หรือ คอมพิวเตอร์ดีเอ็นเอ ที่มีอัตราเร็วถึงสิบพันล้านครั้งต่อนาที่ ใช้พลังงานเพียง 1 ในหมื่นล้านหรือ 10^{-10} วัตต์ และสามารถประมวลผลได้ 1 ล้านล้านคำสั่งพร้อมกัน เป็นต้น ซึ่งการคิดค้นดังกล่าวล้วนเกิดจากความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ (creative thinking หรือ creativity) ของมนุษย์ทั้งสิ้น

ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์เป็นคุณลักษณะที่มีอยู่ในตัวคนทุกคนและสามารถส่งเสริมคุณลักษณะนี้ให้พัฒนาสูงขึ้นได้โดยการสอน การฝึกฝนและการฝึกปฏิบัติที่ถูกต้อง ยิ่งเด็กได้รับการส่งเสริมตั้งแต่เยาว์วัยได้เร็วเท่าใดก็ยิ่งจะเป็นผลดีเท่านั้น (อาร์ พันธ์มณี. 2547: 2; อ้างอิงจาก Torrance. 1965) การฝึกฝนความคิดริเริ่มสร้างสรรค์จะช่วยให้นักเรียนมีแนวทางการคิดที่หลากหลาย มีกระบวนการคิด มีจินตนาการในการประยุกต์ที่จะนำไปสู่การคิดค้นสิ่งประดิษฐ์ที่แปลกใหม่ที่คนส่วนใหญ่คาดคิดไม่ถึงหรือมองข้าม ตลอดจนส่งเสริมให้นักเรียนมีนิสัยกระตือรือร้น ไม่ย่อท้อ อยากรู้อยากเห็น อยากรับผิดชอบและทดลองสิ่งใหม่ๆ อยู่เสมอ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี [สวทช]. 2551: 132-133)

กิลฟอร์ด (Guilford. 1967: 145-151) ซึ่งเป็นนักจิตวิทยาชาวอเมริกันและคณะ ได้ทำการศึกษาและวิจัยการวิเคราะห์ตัวประกอบ (factor analysis) ของสติปัญญาอย่างต่อเนื่องมานานกว่า 20 ปี โดยเน้นศึกษาเรื่องความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ ความมีเหตุมีผล และการแก้ปัญหาในการศึกษา กิลฟอร์ดได้เสนอแบบจำลองโครงสร้างของสมรรถภาพทางสมอง หรือแบบจำลองโครงสร้างทางสติปัญญา (the structure of intellect model) ซึ่งเป็นแบบจำลองที่ครอบคลุมสมรรถภาพทางสมองต่างๆ จากแบบจำลองโครงสร้างทางสติปัญญา กิลฟอร์ดได้อธิบายว่าความคิดริเริ่มสร้างสรรค์เป็นความสามารถทางสมองที่คิดได้กว้างไกลหลายทิศทาง หรือเรียกว่าลักษณะการคิดออกนอกนัยหรือการคิดแบบกระจาย (divergent thinking) ซึ่งประกอบด้วยความคิดคล่อง (fluency) ความคิดยืดหยุ่น (flexibility) ความคิดริเริ่ม (originality) และความคิดละเอียดลออ (elaboration)

ความคิดคล่องเป็นความสามารถในการคิดเพื่อให้ได้ผลเฉลย (solution) จำนวนมากที่แตกต่างกันหรือหลากหลายวิธี การคิดให้ได้ผลเฉลยจำนวนมากที่แตกต่างกันหรือวิธีที่หลากหลายเป็นตัวบ่งบอกถึงความเข้าใจและความคล่องแคล่วของสมองของนักเรียนที่จะกลั่นเอาผลเฉลยของ

ปัญหาออกมา ซึ่งกิลฟอร์ดเชื่อว่าผู้ที่มีความคิดคล่องมากจะมีโอกาสสร้างผลเฉลยที่แปลกและ
 เยียบคมได้มากกว่าผู้ที่มีความคิดคล่องน้อยกว่า ส่วนความคิดยืดหยุ่นเป็นความสามารถในการคิด
 ปรับเปลี่ยนผลเฉลยตามสถานการณ์ คิดแล้วเลือกหรือนำไปใช้ให้ตรงกับสถานการณ์หรือเงื่อนไขที่
 กำหนด ความคิดยืดหยุ่นจึงเป็นตัวเสริมให้ความคิดคล่องมีความแปลกแตกต่างกันออกไป จึงนับได้
 ว่าทั้งความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่นต่างก็เป็นพื้นฐานที่นำไปสู่ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์
 ในการคิดให้ได้ผลเฉลยจำนวนมากที่แตกต่างกันผู้ที่มีความคิดยืดหยุ่นยังต้องจัดหมวดหมู่ของ
 ผลเฉลยให้มีความแปลกแตกต่างกันออกไปและไม่มีการซ้ำซ้อนกัน จากนั้นจึงนำเอาผลเฉลยที่ได้
 ทั้งหมดมาพิจารณาเปรียบเทียบกันว่าผลเฉลยใดจะเป็นผลเฉลยที่ดีที่สุดและให้ประโยชน์คุ้มค่าโดย
 คำนึงถึงหลักเกณฑ์ในการพิจารณา เช่น ประโยชน์ที่ได้ เวลา การลงทุน ความยากง่าย ซึ่งกิลฟอร์ด
 เชื่อว่าผู้ที่มีความคิดยืดหยุ่นสูงจะมีโอกาสสร้างสรรค์สิ่งใหม่ๆ ได้มากกว่าผู้ที่คิดซ้ำๆ อยู่ในแนวทางเดิม
 ตลอดเวลา ขณะที่ความคิดริเริ่มเป็นความสามารถในการคิดเพื่อให้ได้ผลเฉลยที่มีลักษณะแปลกใหม่
 แตกต่างจากผลเฉลยที่ผู้อื่นคิดได้ เป็นผลเฉลยที่เกิดขึ้นครั้งแรกที่แตกต่างจากผลเฉลยที่มีอยู่เดิม
 และอาจไม่เคยมีใครนึกหรือคิดมาก่อน ผู้ที่มีความคิดริเริ่มจะต้องมีความกล้าคิดนอกกรอบ กล้าลอง
 เพื่อทดสอบความคิดของตน และบ่อยครั้งที่ต้องอาศัยความคิดจินตนาการในการประยุกต์ กล่าวคือ
 ต้องคิดสร้างและหาทางทำให้เกิดผลงานด้วย สำหรับความคิดละเอียดลออเป็นความสามารถในการคิด
 เพื่อให้ได้ผลเฉลยที่มีรายละเอียดอย่างลุ่มลึกหลายแง่มุมของแต่ละผลเฉลยของปัญหาจนกระทั่ง
 สามารถสร้างผลงานหรือชิ้นงานขึ้นมาได้สำเร็จ ความคิดละเอียดลออเป็นส่วนเสริมให้องค์ประกอบ
 สำคัญ 3 ข้อข้างต้นมีความสมบูรณ์นำไปสู่ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ที่มีประสิทธิภาพ

นอกจากนั้น สมาคมครุคณิตศาสตร์แห่งชาติของสหรัฐอเมริกา (National Council of
 Teachers of Mathematics [NCTM]) ซึ่งเป็นองค์กรสำคัญที่มีบทบาทอย่างมากต่อการจัดการเรียนรู้อ
 คณิตศาสตร์ระดับโรงเรียนในสหรัฐอเมริกาและทั่วโลก ได้ระบุไว้ในหนังสือประจำปี ค.ศ.1999:
 การพัฒนาการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ระดับอนุบาลถึงเกรด12 (Developing Mathematical
 Reasoning in Grade K-12) ว่า “การสอนให้คิดต้องเป็นจุดเน้นที่สำคัญของการจัดการเรียนรู้อ
 คณิตศาสตร์ในระดับโรงเรียน” (Kruulik; & Rudnick. 1999) ซึ่งสิ่งนี้ส่งผลให้นักการศึกษาทั่วโลกหัน
 มาสนใจศึกษาการคิดทางคณิตศาสตร์ในทุกๆระดับชั้นของหลักสูตรคณิตศาสตร์ รวมทั้ง
 ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ด้วย

สำหรับประเทศไทย เพื่อให้การจัดการเรียนรู้อมีประสิทธิภาพ พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ
 พุทธศักราช 2542 ได้ให้ความสำคัญกับแนวทางในการจัดกระบวนการเรียนรู้อที่มุ่งเน้นให้ผู้เรียนฝึก
 ทักษะ กระบวนการคิด ประยุกต์ความรู้มาใช้เพื่อแก้ปัญหาและเรียนรู้จากประสบการณ์จริง สำหรับ
 ให้สถานศึกษาและหน่วยงานที่เกี่ยวข้องดำเนินการตามเป็นการเฉพาะ โดยกำหนดไว้ในมาตรา 24
 หมวดที่ 4 ว่าด้วยการจัดกระบวนการเรียนรู้อ ซึ่ง 2 ใน 6 ข้อ คือ (1) ฝึกทักษะ กระบวนการคิด
 การจัดการ การเผชิญสถานการณ์ และการประยุกต์ความรู้มาใช้เพื่อป้องกันและแก้ไขปัญหา และ
 (2) จัดกิจกรรมให้ผู้เรียนได้เรียนรู้จากประสบการณ์จริง ฝึกการปฏิบัติให้คิดเป็น ทำเป็น รักการอ่าน
 และเกิดการใฝ่รู้อย่างต่อเนื่อง (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ. 2542: 13)

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ได้สนับสนุนการจัดกระบวนการเรียนรู้ที่มีลักษณะดังกล่าว โดยการกำหนดสาระและมาตรฐานการเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่จำเป็นสำหรับผู้เรียนทุกคน สาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์มี 6 สาระ ได้แก่ (1) จำนวนและการดำเนินการ (2) การวัด (3) เรขาคณิต (4) พีชคณิต (5) การวิเคราะห์ข้อมูลและความน่าจะเป็น และ (6) ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ สำหรับสาระที่ 6 ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ได้กำหนดมาตรฐานการเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่จำเป็นสำหรับผู้เรียนทุกคนไว้ว่า ผู้เรียนต้องมีความสามารถในการแก้ปัญหา การให้เหตุผล การสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ และการนำเสนอ การเชื่อมโยงความรู้ต่างๆ ทางคณิตศาสตร์ และเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่นๆ และมีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ (สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา. 2551: 2-3)

ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์เป็นหนึ่งในทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่นักเรียนควรเรียนรู้ ฝึกฝนและพัฒนาให้เกิดขึ้นในตัวนักเรียน แต่ในการจัดกระบวนการเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่ผ่านมา ครูมุ่งเน้นที่เนื้อหาคณิตศาสตร์มากกว่าทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ จึงทำให้ครูไม่คุ้นเคยกับการจัดการเรียนรู้ที่เน้นทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ โดยเฉพาะอย่างยิ่งทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ด้านความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ ซึ่งสอดคล้องกับผลการประเมินภายนอกรอบแรกในช่วงปี 2544-2548 มาตรฐานที่ 4 ด้านผู้เรียน ของสำนักงานรับรองมาตรฐานและประเมินคุณภาพการศึกษา (สมศ.) ที่ระบุว่า ในการจัดการเรียนรู้ที่ทำให้ผู้เรียนมีความสามารถในการคิดวิเคราะห์ คิดสังเคราะห์ มีวิจารณญาณ มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ คิดไตร่ตรองและมีวิสัยทัศน์นั้น มีโรงเรียนเพียงร้อยละ 10.4 ของโรงเรียนทั่วประเทศจำนวน 30,010 โรงเรียนที่มีผลการประเมินอยู่ในระดับดี (สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา. 2550: 16-17)

นอกจากนั้น ผลจากการศึกษาของ ซิมป์สัน (อารี พันธุ์มณี. 2547: 58; อ้างอิงจาก Simpson. 1922) ที่เกี่ยวกับความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ด้านจินตนาการของเด็กชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ถึงชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 และผลการศึกษาของทอแรนซ์ ในการศึกษาของมินนิโซตา (Minnesota Studies) เกี่ยวกับการพัฒนาความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นอนุบาลจนถึงระดับอุดมศึกษา สามารถสรุปพัฒนาการด้านความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ของนักเรียนได้ดังตารางต่อไปนี้

ตาราง 1 ผลการศึกษาของซิมป์สันและทอแรนซ์เกี่ยวกับพัฒนาการด้านความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ของนักเรียน

ผลการศึกษา ของ	พัฒนาการด้านความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ในแต่ละชั้น					
	ป.3	ป.4	ป.5	ป.6	ม.1	ม.2
ซิมป์สัน	เพิ่มขึ้น	ลดลง	เพิ่มขึ้น	เพิ่มขึ้น	ลดลง	ลดลง
ทอแรนซ์	ลดลง	ลดลง	เพิ่มขึ้น	เพิ่มขึ้น	ลดลง	เพิ่มขึ้น

จากพัฒนาการด้านความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ดังกล่าว จึงเป็นเหตุผลสำคัญที่พ่อแม่ ผู้ปกครอง ครูและหน่วยงานที่เกี่ยวข้องกับเด็กควรให้ความสนใจศึกษา เข้าใจ ลักษณะธรรมชาติ พฤติกรรมและกระบวนการพัฒนาความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ของเด็กแต่ละวัย ทั้งนี้เพื่อจะได้เข้าใจ สามารถให้ความช่วยเหลือและส่งเสริมเด็กได้อย่างถูกต้องและเหมาะสม เพื่อเด็กจะได้พัฒนาศักยภาพด้านความคิดริเริ่มสร้างสรรค์อย่างเต็มที่และต่อเนื่องอันจะทำให้ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ของเด็กพัฒนาสูงขึ้นและเป็นรากฐานที่สำคัญในการพัฒนาความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ในวัยผู้ใหญ่ต่อไป เพราะ “เด็กที่มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ในวันนี้ จะเติบโตเป็นผู้ใหญ่ที่มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์สูงในวันหน้า” (อารี พันธุ์ณี. 2547: 47-48)

ดังที่กล่าวมาแล้วว่า ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์เป็นกระบวนการคิดที่ซับซ้อนและต้องการองค์ประกอบเกื้อหนุนที่เหมาะสม ซึ่งองค์ประกอบสำคัญที่นำไปสู่ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ ได้แก่ ความคิดคล่อง ความคิดยืดหยุ่น ความคิดริเริ่ม และความคิดละเอียดลออ ซึ่งในบรรดาองค์ประกอบเหล่านั้นความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่นถือเป็นองค์ประกอบพื้นฐานที่นำไปสู่ความคิดริเริ่มและความคิดละเอียดลออ และจากการศึกษาของซิมป์สันและทอแรนซ์ข้างต้นที่กล่าวว่าพัฒนาการด้านความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ของนักเรียนจะลดลงอย่างเห็นได้ชัดในชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 และจะเริ่มพัฒนาการต่อไปในชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ทำให้ผู้วิจัยสนใจที่จะศึกษาว่าความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่น หรือพฤติกรรมด้านความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่นของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 เป็นอย่างไร

สำหรับกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับความคิดริเริ่มสร้างสรรค์นั้น ซิลเวอร์ (Silver. 1997: Online) กล่าวว่า การแก้ปัญหาและการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์เป็นลักษณะหนึ่งของกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ อีกทั้งยังเป็นหัวใจของคณิตศาสตร์และการคิดเชิงคณิตศาสตร์ด้วย ซึ่งสอดคล้องกับองค์ประกอบของแบบทดสอบวัดความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของบาลกา (Balka. 1974: 634) เฮย์ลอค (Haylock. 1985: 547) และสุภาวดี ตั้งบุบผา (2533: 153-158) ที่ใช้การแก้ปัญหาและการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์เป็นส่วนหนึ่งของแบบทดสอบวัดความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ และเนื่องจากเนื้อหาคณิตศาสตร์ในระดับประถมศึกษาส่วนใหญ่อ้างอิงกับจำนวน ด้วยเหตุนี้ผู้วิจัยจึงสนใจศึกษาเชิงลึกเกี่ยวกับพฤติกรรมด้านความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่น เรื่องจำนวน ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ผ่านกิจกรรมการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ เพื่อเป็นแนวทางสำหรับครูในการปรับความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่น หรือพฤติกรรมด้านความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่นของนักเรียน ตลอดจนเป็นแนวทางในการสร้างกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่เสริมสร้างความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่นให้กับนักเรียนต่อไป

ความมุ่งหมายของการวิจัย

เพื่อศึกษาพฤติกรรมด้านความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่น เรื่อง จำนวน ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ได้กิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่เสริมสร้างความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่น เรื่อง จำนวน สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5
2. เป็นแนวทางสำหรับครูในการปรับพฤติกรรมด้านความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่น เรื่อง จำนวน ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5
3. เป็นแนวทางในการศึกษาพฤติกรรมด้านความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่น เรื่อง จำนวน หรือเนื้อหาคณิตศาสตร์อื่นๆ
4. เป็นแนวทางในการสร้างกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่เสริมสร้างความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่น เรื่อง จำนวน หรือเนื้อหาคณิตศาสตร์อื่นๆ

ขอบเขตของการวิจัย

กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาคครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนอนุบาลเพชรบุรี จังหวัดเพชรบุรี ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2552 จำนวน 10 คน โดยการเลือกแบบเจาะจงจากนักเรียนที่มีผลการเรียนคณิตศาสตร์ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2552 ตั้งแต่ 3.0 ขึ้นไป และเพื่อให้ได้ข้อมูลเชิงลึกเกี่ยวกับพฤติกรรมด้านความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่น เรื่อง จำนวน ของนักเรียน ผู้วิจัยสัมภาษณ์ครูประจำชั้นของนักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่างเกี่ยวกับความกล้าแสดงออก การสื่อสารและนำเสนอแนวคิดของนักเรียนแต่ละคน แล้วคัดเลือกนักเรียนที่กล้าแสดงออก สามารถสื่อสารและนำเสนอแนวคิดของตนเองได้ดี จำนวน 3 คน เพื่อเป็นนักเรียนเป้าหมาย (target student) ในการสังเกตพฤติกรรมด้านความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่น เรื่อง จำนวน ขณะลงมือแก้ปัญหา และตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ และสัมภาษณ์กระบวนการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนเป้าหมายแต่ละคน หลังสิ้นสุดคาบเรียนแต่ละครั้ง

ระยะเวลาที่ใช้ในการศึกษา

ระยะเวลาที่ใช้ในการศึกษาคครั้งนี้ คือ ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2552 จำนวน 30 คาบเรียน คาบเรียนละ 90 นาที โดยใช้เวลา นอกเหนือจากเวลาเรียนปกติ ซึ่งแบ่งเป็นระยะเวลาสำหรับดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ จำนวน 15 คาบเรียน และระยะเวลาสำหรับสัมภาษณ์กระบวนการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนเป้าหมาย จำนวน 15 คาบเรียน

เนื้อหาที่ใช้ในการศึกษา

เนื้อหาที่ใช้ในการศึกษาคครั้งนี้เป็น เนื้อหาคณิตศาสตร์ เรื่อง จำนวน ซึ่งได้แก่ จำนวนนับ เศษส่วนและทศนิยม ที่ไม่เกินชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์

ตัวแปรที่ศึกษา

ตัวแปรอิสระ คือ กิจกรรมการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง จำนวน
ตัวแปรตาม คือ พฤติกรรมด้านความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่น เรื่อง จำนวน ของ
นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. **ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง จำนวน** หมายถึง สถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง จำนวน ซึ่งนักเรียนเผชิญอยู่และต้องการค้นหาคำตอบ โดยที่ยังไม่รู้วิธีการหรือขั้นตอนที่จะได้ คำตอบของสถานการณ์นั้นในทันที

2. **การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์** หมายถึง กระบวนการในการประยุกต์ความรู้ทาง คณิตศาสตร์ กระบวนการแก้ปัญหา กลยุทธ์ในการแก้ปัญหาและประสบการณ์ที่มีอยู่ เพื่อใช้ในการ ค้นหาคำตอบของปัญหาทางคณิตศาสตร์

3. **กระบวนการแก้ปัญหา** หมายถึง ขั้นตอน/วิธีการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ตาม แนวคิดของโพลยา และขั้นตอน/วิธีการแก้ปัญหาที่เป็นพลวัตตามแนวคิดของวิลสันและคณะ ซึ่งประกอบด้วย 4 ขั้นตอน ได้แก่ การทำความเข้าใจปัญหา การวางแผนแก้ปัญหา การดำเนินการ ตามแผน และการตรวจสอบผล

4. **การตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์** หมายถึง กระบวนการในการคิดสถานการณ์หรือ ปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยอาศัยข้อมูลหรือเงื่อนไขที่กำหนดมาให้ ซึ่งสถานการณ์หรือปัญหาทาง คณิตศาสตร์ที่ได้ อาจมีหลายขั้นตอน มีความซับซ้อน หรือใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่ยาก แตกต่างกันไป ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับความสามารถของผู้ตั้งปัญหาแต่ละคน

5. **ความคิดคล่อง** หมายถึง ความสามารถในการคิดหาผลเฉลยได้อย่างคล่องแคล่ว รวดเร็ว ได้ผลเฉลยในปริมาณที่มากและแตกต่างกันภายในเวลาที่จำกัด ซึ่งในที่นี้พิจารณา ความสามารถของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ในด้านต่างๆ ดังนี้

5.1 ด้านการคิดหาผลเฉลยได้จำนวนมากในเวลาที่กำหนด จากการแก้ปัญหาหรือ การตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์

5.2 ด้านการคิดหาผลเฉลยได้หลายรูปแบบที่แตกต่างกัน จากการแก้ปัญหาหรือ การตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์

6. **ความคิดยืดหยุ่น** หมายถึง ความสามารถในการคิดปรับเปลี่ยนตามสถานการณ์ คิดแล้วเลือกหรือนำไปใช้ให้ตรงกับสถานการณ์หรือเงื่อนไขที่กำหนด หรือจัดหมวดหมู่ของผลเฉลย ให้มีความแปลกแตกต่างกันออกไปและไม่มีการซ้ำซ้อนกัน ซึ่งในที่นี้พิจารณาความสามารถของ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ในด้านต่างๆ ดังนี้

6.1 ด้านการคิดแล้วเลือกผลเฉลยหรือกลุ่มของผลเฉลยที่สอดคล้องกับสถานการณ์ หรือเงื่อนไขที่กำหนด จากการแก้ปัญหาหรือการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์

6.2 ด้านการคิดแล้วเลือกเกณฑ์ในการจัดกลุ่มของผลเฉลย จากการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

7. **พฤติกรรมด้านความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่น** หมายถึง การแสดงออกของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ในด้านความคิดคล่องและด้านความคิดยืดหยุ่น โดยพิจารณาจาก

7.1 ผลงานเขียนของนักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่างในการแก้ปัญหาและตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์

7.2 ผลการสังเกตพฤติกรรมด้านความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่นของผู้วิจัยและผู้ช่วยวิจัย จำนวน 2 คน ขณะนักเรียนเป้าหมายลงมือแก้ปัญหาและตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยมีแบบสังเกตพฤติกรรมด้านความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่น และกล้องวิดีโอช่วยบันทึกรายละเอียดเหล่านั้น

7.3 ผลการสัมภาษณ์ระหว่างผู้วิจัยและนักเรียนเป้าหมายเกี่ยวกับกระบวนการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยมีแบบสัมภาษณ์กระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ แบบสัมภาษณ์กระบวนการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ และกล้องวิดีโอช่วยบันทึกรายละเอียดเหล่านั้น

8. **กิจกรรมการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง จำนวน** หมายถึง กิจกรรมการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่มีจุดมุ่งหมายหลัก คือ เพื่อเสริมสร้างความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่น เรื่อง จำนวน ประกอบด้วย แผนการจัดการเรียนรู้ จำนวน 15 แผน แผนละ 1 คาบเรียน คาบเรียนละ 90 นาที ซึ่งแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ ประกอบด้วย จุดประสงค์การเรียนรู้ สาระการเรียนรู้ สื่อการเรียนรู้ กิจกรรมการเรียนรู้ การวัดและประเมินผลการเรียนรู้

กิจกรรมการเรียนรู้ที่นำมาใช้ในการเสริมสร้างความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่น ได้แก่ กิจกรรมการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ จำนวน 10 คาบเรียน และกิจกรรมการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ จำนวน 5 คาบเรียน ซึ่งทุกๆ กิจกรรมการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์สองคาบเรียนจะตามด้วยกิจกรรมการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์หนึ่งคาบเรียน

8.1 ในกิจกรรมการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ นักเรียนจะได้เรียนรู้กระบวนการแก้ปัญหาตามแนวคิดของโพลยาและกระบวนการแก้ปัญหาที่เป็นพลวัตตามแนวคิดของวิลสันและคณะ ได้ฝึกฝนและมีประสบการณ์ในการแก้ปัญหาที่ไม่คุ้นเคย (non-routine problem) ซึ่งแต่ละปัญหามีผลเฉลยมากกว่าหนึ่งผลเฉลย โดยใช้เนื้อหาคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหาเรื่อง จำนวน ที่ไม่เกินชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 และเพื่อเสริมสร้างความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่น นักเรียนได้ฝึกฝนและมีประสบการณ์ในการค้นหาผลเฉลยของปัญหาทางคณิตศาสตร์มากกว่าหนึ่งผลเฉลยในเวลาที่กำหนด และหาผลเฉลยหรือกลุ่มของผลเฉลยของปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่สอดคล้องกับสถานการณ์หรือเงื่อนไขที่กำหนด ภายหลังจากการแก้ปัญหานักเรียนจะได้มีส่วนร่วมในการนำเสนอ

ผลการแก้ปัญหาและการอภิปรายผลการแก้ปัญหาหน้าชั้นเรียน โดยมีครูเป็นผู้เปิดประเด็นอภิปรายเกี่ยวกับผลการแก้ปัญหา

8.2 กิจกรรมการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ นักเรียนจะได้ฝึกฝนและมีประสบการณ์ในการตั้งปัญหา (posing a problem) จากสถานการณ์หรือเงื่อนไขที่กำหนด และมีส่วนร่วมในการนำเสนอปัญหาที่ตั้งขึ้นพร้อมแนวทางในการแก้ปัญหาหน้าชั้นเรียน โดยมีครูเป็นผู้เปิดประเด็นอภิปรายเกี่ยวกับผลการตั้งปัญหา

9. **แบบสังเกตพฤติกรรมด้านความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่น** หมายถึง แบบบันทึกที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น เพื่อบันทึกพฤติกรรมด้านความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่น ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ขณะลงมือแก้ปัญหาและตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ ตามลำดับ ซึ่งประกอบด้วย แบบตรวจสอบรายการ (check list) และแบบบันทึกภาคสนาม (field note) ในแต่ละคาบเรียนผู้วิจัยและผู้ช่วยวิจัยซึ่งเป็นนิสิตปริญญาโท สาขาคณิตศาสตร์ จำนวน 2 คน ทำหน้าที่เป็นผู้สังเกตและบันทึกพฤติกรรมด้านความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่นของนักเรียนขณะลงมือแก้ปัญหาและตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยบันทึกพฤติกรรมเหล่านั้นลงในแบบสังเกตพฤติกรรมด้านความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่น นอกจากนั้นยังมีกล้องวิดีโอช่วยในการบันทึกรายละเอียดบรรยากาศการจัดการเรียนรู้ บทสนทนาและพฤติกรรมด้านความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่นของนักเรียนขณะลงมือแก้ปัญหาและตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์

10. **แบบสัมภาษณ์กระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์** หมายถึง แบบสัมภาษณ์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเพื่อสอบถามเชิงลึกเกี่ยวกับกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่เป็นนักเรียนเป้าหมายแต่ละคน หลังสิ้นสุดคาบเรียนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์แต่ละครั้ง โดยผู้วิจัยทำหน้าที่เป็นผู้สัมภาษณ์นักเรียนเป้าหมาย นอกจากนั้นยังมีกล้องวิดีโอช่วยบันทึกรายละเอียดบรรยากาศการสัมภาษณ์ระหว่างผู้วิจัยและนักเรียนเป้าหมายเกี่ยวกับกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

11. **แบบสัมภาษณ์กระบวนการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์** หมายถึง แบบสัมภาษณ์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเพื่อสอบถามเชิงลึกเกี่ยวกับกระบวนการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่เป็นนักเรียนเป้าหมายแต่ละคน หลังสิ้นสุดคาบเรียนการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์แต่ละครั้ง โดยผู้วิจัยทำหน้าที่เป็นผู้สัมภาษณ์นักเรียนเป้าหมาย นอกจากนั้นยังมีกล้องวิดีโอช่วยบันทึกรายละเอียดบรรยากาศการสัมภาษณ์ระหว่างผู้วิจัยและนักเรียนเป้าหมายเกี่ยวกับกระบวนการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการศึกษาพฤติกรรมด้านความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่น เรื่อง จำนวน ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องในหัวข้อต่างๆต่อไปนี้

ตอนที่ 1 ความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่น

- 1.1 ความหมายของความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่น
- 1.2 ลักษณะของผู้ที่มีความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่น
- 1.3 การเสริมสร้างและพัฒนาความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่น
- 1.4 การวัดและประเมินความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่น
- 1.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่น

ตอนที่ 2 การแก้ปัญหาและการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์

- 2.1 ความหมายของปัญหาและการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
- 2.2 ประเภทของปัญหาทางคณิตศาสตร์
- 2.3 กระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
- 2.4 การตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์
- 2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์

ตอนที่ 1 ความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่น

1.1 ความหมายของความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่น

กิลฟอร์ด (Guilford, 1967: 145-151) ซึ่งเป็นนักจิตวิทยาชาวอเมริกันและคณะ ได้ทำการศึกษาและวิจัยการวิเคราะห์ตัวประกอบ (Factor Analysis) ของสติปัญญาอย่างต่อเนื่องมานานกว่า 20 ปี โดยเน้นศึกษาเรื่องความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ ความมีเหตุมีผล และการแก้ปัญหา ในการศึกษา กิลฟอร์ดได้เสนอแบบจำลองโครงสร้างของสมรรถภาพทางสมองขึ้นหรือแบบจำลองโครงสร้างทางสติปัญญา (The structure of intellect model ที่เรียกว่า SI) ซึ่งแบบจำลองนี้ได้ครอบคลุมสมรรถภาพทางสมองต่างๆ

จากแบบจำลองโครงสร้างทางสติปัญญา กิลฟอร์ดได้อธิบายว่า ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ เป็นความสามารถทางสมองที่คิดได้กว้างไกลหลายทิศทาง หรือเรียกว่า ลักษณะการคิดนอกขนาน หรือการคิดแบบกระจาย (divergent thinking) ซึ่งประกอบด้วย ความคิดคล่อง (fluency) ความคิดยืดหยุ่น (flexibility) ความคิดริเริ่ม (originality) และความคิดละเอียดลออ (elaboration) ในการศึกษา กิลฟอร์ดได้ให้ความหมายของความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่น ดังนี้

ความคิดคล่อง เป็นความสามารถของบุคคลในการคิดหาผลเฉลย (solution) ได้อย่างคล่องแคล่ว รวดเร็ว และมีผลเฉลยในปริมาณที่มากในเวลาที่กำหนด ซึ่งกิลฟอร์ดเชื่อว่า ผู้ที่มีความคิดคล่องมากจะมีโอกาสสร้างผลเฉลยที่แปลกและเฉียบคมได้มากกว่าผู้ที่มีความคิดคล่องน้อยกว่า โดยแบ่งความคิดคล่องออกเป็น

- 1) ความคิดคล่องแคล่วทางด้านถ้อยคำ (word fluency) ซึ่งเป็นความสามารถในการใช้ถ้อยคำอย่างคล่องแคล่ว
- 2) ความคิดคล่องแคล่วทางการโยงสัมพันธ์ (associational fluency) ซึ่งเป็นความสามารถที่จะคิดหาถ้อยคำที่เหมือนกันหรือคล้ายกันได้มากที่สุดเท่าที่จะมากได้ ภายในเวลาที่กำหนด
- 3) ความคล่องแคล่วทางการแสดงออก (expressional fluency) ซึ่งเป็นความสามารถในการใช้สีหรือประโยค กล่าวคือ สามารถที่จะนำคำมาเรียงกันอย่างรวดเร็วเพื่อให้ได้ประโยคที่ต้องการ
- 4) ความคล่องแคล่วในการคิด (ideational fluency) ซึ่งเป็นความสามารถที่จะคิดสิ่งที่ต้องการภายในเวลาที่กำหนด ความคล่องแคล่วในการคิดมีความสำคัญต่อการแก้ปัญหาเพราะในการแก้ปัญหาจะต้องแสวงหาผลเฉลยหรือวิธีแก้ไขหลายวิธีและต้องนำวิธีการเหล่านั้นมาทดลองจนกว่าจะพบวิธีการที่ถูกต้องตามที่ต้องการ ดังนั้นความคล่องแคล่วในการคิดนับว่าเป็นความสามารถอันดับแรกในการพยายามเลือกเฟ้นให้ได้ผลเฉลยที่ดีและเหมาะสมที่สุด ซึ่งจำเป็นต้องคิดออกมาให้ได้มากหลายๆ อย่างและแตกต่างกัน แล้วจึงนำเอาผลเฉลยที่ได้ทั้งหมดมาพิจารณาแต่ละอย่างเปรียบเทียบกับว่าผลเฉลยใดเป็นความคิดที่ดีที่สุดและให้ประโยชน์คุ้มค่าที่สุด โดยคำนึงถึงหลักเกณฑ์ในการพิจารณา เช่น ประโยชน์ที่ได้ เวลา การลงทุน ความยากง่าย บุคลากร เป็นต้น

ความคิดยืดหยุ่น เป็นความสามารถของบุคคลในการคิดหาผลเฉลยได้หลายประเภทและหลายทิศทาง ซึ่งกิลฟอร์ดเชื่อว่า ผู้ที่มีความคิดยืดหยุ่นสูงจะมีโอกาสสร้างสรรค์สิ่งใหม่ๆ ได้มากกว่าผู้ที่คิดซ้ำๆ อยู่ในแนวทางเดิมตลอดเวลา โดยแบ่งความคิดยืดหยุ่นออกเป็น

- 1) ความคิดยืดหยุ่นที่เกิดขึ้นทันที (spontaneous flexibility) เป็นความสามารถที่จะพยายามคิดได้หลายอย่าง อย่างอิสระ
- 2) ความคิดยืดหยุ่นทางการดัดแปลง (adaptive flexibility) เป็นความสามารถที่จะคิดได้หลากหลายและสามารถดัดแปลงจากสิ่งหนึ่งไปเป็นหลายสิ่งได้

จากความหมายของความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่นของกิลฟอร์ดข้างต้น สุภาวดี ตั้งบุบผา (2533: 7) พัทธนี ตระกูลแก้ว (2541: 5) ทิศนา แชมมณี (2544: 143) ยุพิน สันติดำรงพันธ์ (2549: 5) และทิวากร พ่วงพรม (2551: 6) ได้ให้ความหมายที่สนับสนุนแนวคิดของกิลฟอร์ดว่า “ความคิดคล่องเป็นความสามารถทางการคิดของนักเรียนในการคิดหาผลเฉลยได้อย่างคล่องแคล่ว รวดเร็วและต่อเนื่อง ได้ผลเฉลยในปริมาณมาก ในเวลาที่จำกัด” และ “ความคิดยืดหยุ่นเป็น

ความสามารถทางการคิดของนักเรียนในการคิดหาผลเฉลยหรือแก้ปัญหาได้หลายทาง หลายรูปแบบ และสามารถเปลี่ยนวิธีการแก้ปัญหาได้ทันทีที่รู้ว่ามีคำตอบ

นอกจากนี้ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2551: 136-142) ได้กล่าวสนับสนุนว่า “ความคิดคล่องเป็นความสามารถในการคิดเพื่อให้ได้คำตอบจำนวนมากที่แตกต่างกันหรือหลากหลายวิธี การคิดให้ได้คำตอบจำนวนมากที่แตกต่างกันหรือวิธีที่หลากหลายเป็นตัวบ่งบอกถึงความเข้าใจและความคล่องแคล่วของสมองของนักเรียนที่จะกลั่นเอาคำตอบของปัญหาออกมา” ในขณะที่ “ความคิดยืดหยุ่นเป็นความสามารถในการคิดปรับเปลี่ยนตามสถานการณ์ คิดแล้วเลือก / นำไปใช้ให้ตรงกับสถานการณ์หรือเงื่อนไขที่กำหนด ความคิดยืดหยุ่นจึงเป็นตัวเสริมให้ความคิดคล่องมีความแปลกแตกต่างกันออกไป จึงนับได้ว่าทั้งความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่นต่างก็เป็นพื้นฐานที่นำไปสู่ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ ซึ่งในความคิดคล่องที่มีการคิดให้ได้คำตอบจำนวนมากที่แตกต่างกัน ผู้ที่มีความคิดยืดหยุ่นยังต้องจัดหมวดหมู่ของคำตอบให้มีความแปลกแตกต่างกันออกไปและไม่มีการซ้ำซ้อนกัน จากนั้นจึงนำเอาความคิดที่ได้ทั้งหมดมาพิจารณาเปรียบเทียบกันว่า ความคิดใดจะเป็นความคิดที่ดีที่สุดและให้ประโยชน์คุ้มค่าโดยคำนึงถึงหลักเกณฑ์ในการพิจารณา เช่น ประโยชน์ที่ได้ เวลา การลงทุน ความยากง่าย”

สำหรับงานวิจัยนี้ ผู้วิจัยให้ความหมายของความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่น ดังนี้
ความคิดคล่อง หมายถึง ความสามารถในการคิดหาผลเฉลยได้อย่างคล่องแคล่วรวดเร็ว ได้ผลเฉลยในปริมาณที่มากและแตกต่างกันภายในเวลาที่จำกัด ซึ่งในที่นี้พิจารณาความสามารถของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ในการคิดหาผลเฉลยได้จำนวนมากในเวลาที่กำหนด และการคิดหาผลเฉลยได้หลายรูปแบบที่แตกต่างกัน

ความคิดยืดหยุ่น หมายถึง ความสามารถในการคิดปรับเปลี่ยนตามสถานการณ์ คิดแล้วเลือกหรือนำไปใช้ให้ตรงกับสถานการณ์หรือเงื่อนไขที่กำหนด หรือจัดหมวดหมู่ของผลเฉลยให้มีความแปลกแตกต่างกันออกไปและไม่มีการซ้ำซ้อนกัน ซึ่งในที่นี้พิจารณาความสามารถของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ในการคิดแล้วเลือกผลเฉลยหรือกลุ่มของผลเฉลยที่สอดคล้องกับสถานการณ์หรือเงื่อนไขที่กำหนด และการคิดแล้วเลือกเกณฑ์ในการจัดกลุ่มของผลเฉลย

1.2 ลักษณะพฤติกรรมด้านความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่น

ความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่นเป็นองค์ประกอบสำคัญที่จะนำไปสู่ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ ดังนั้นลักษณะพฤติกรรมด้านความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่นย่อมมีลักษณะเช่นเดียวกันกับลักษณะพฤติกรรมด้านความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ ซึ่งนักการศึกษาสำคัญหลายคนได้นำเสนอแนวคิดต่างๆ เกี่ยวกับลักษณะพฤติกรรมด้านความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ ไว้ดังนี้

วิชัย วงษ์ใหญ่ (2523: 9) ได้เสนอแนวคิดเกี่ยวกับลักษณะสำคัญของผู้มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ไว้ 15 ประการ ดังนี้

- 1) มีความอยากรู้อยากเห็น
- 2) ประหลาดใจหรือสนใจในสิ่งที่เกิดขึ้นใหม่

- 3) ชอบเสียง
- 4) มีความสามารถในการคิดอย่างกว้าง ลึกซึ้ง
- 5) ไม่ชอบคล้อยตามผู้อื่น
- 6) เป็นอิสระทั้งความคิดและการกระทำ
- 7) มีความพินิจพิเคราะห์ละเอียดลออ
- 8) มีความยืดหยุ่น ทั้งความคิดและการกระทำสามารถดัดแปลงแก้ไขวิธีการ และการ

ทำงานได้อย่างเหมาะสม

- 9) ทำงานเพื่อความสุขของตนเอง มีได้หวังผลหรือการยกย่องจากผู้อื่น
- 10) มีความไวต่อปัญหา
- 11) มีความเต็มใจที่จะทำสิ่งต่าง ๆ เกิดขึ้นใหม่อยู่เสมอ
- 12) มีความคิดของตนเองไม่ซ้ำใคร
- 13) คิดลึกซึ้งแตกฉาน
- 14) รู้จักดัดแปลงความคิดให้เหมาะสม
- 15) มีความมุ่งมั่นในการทำงาน

ในขณะที่ สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ (2545 : 28-30) ได้เสนอแนวคิดเกี่ยวกับบุคลิกลักษณะของเด็กที่มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ไว้ ดังนี้

- 1) ไม่ยอมให้ความร่วมมือ ถ้าไม่เห็นด้วย
- 2) ไม่ร่วมกิจกรรมที่ไม่ชอบ
- 3) ชอบทำงานคนเดียวเป็นเวลานาน
- 4) มีความสนใจอย่างกว้างขวางในเรื่องต่าง ๆ
- 5) ชอบซักถาม
- 6) ชอบพูดเกี่ยวกับสิ่งประดิษฐ์หรือวิธีการคิดแบบใหม่
- 7) เบื่อหน่ายความซ้ำซากจำเจ
- 8) กล้าทดลองทำเพื่อพิสูจน์ความคิดของตนเองถึงแม้จะไม่แน่ใจถึงผลที่เกิดขึ้น
- 9) มีอารมณ์ขันอยู่เนืองนิตย์
- 10) มีอารมณ์อ่อนไหวง่าย
- 11) ซาบซึ้งกับสุนทรีย์ภาพ เช่น ซาบซึ้งในดนตรีและศิลปะต่าง ๆ เป็นต้น
- 12) ไม่หงุดหงิดกับความไร้ระเบียบหรือความยุ่งเหยิงที่คนอื่นทนไม่ได้
- 13) ไม่สนใจว่าตนเองจะแปลกกว่าคนอื่น
- 14) มีปฏิกริยาโต้แย้งไม่เห็นด้วย
- 15) ช่างสังเกต ช่างจดช่างจำรายละเอียดสิ่งต่าง ๆ เป็นอย่างดี
- 16) ไม่ชอบการบังคับ กำหนดกฎเกณฑ์ ตีกรอบความคิดให้ทำตามกติกา
- 17) ถ้าเป็นสิ่งที่ตนเองไม่สนใจหรือไม่เห็นด้วยจะหมดความสนใจง่าย ๆ
- 18) ชอบเหม่อลอยสร้างจินตนาการ

- 19) ยอมรับความคิดเห็นของผู้อื่นได้ ถ้าอธิบายเหตุผล
- 20) มีความยืดหยุ่น คิดได้หลายทิศทาง เช่น สามารถคิดแก้ปัญหาเดียวกันได้หลาย

วิธี เป็นต้น

- 21) สามารถคิดหรือทำได้หลาย ๆ อย่างในเวลาเดียวกัน
- 22) แสดงความคิดเห็นได้หลากหลายในเรื่องใดเรื่องหนึ่ง
- 23) ชอบสร้างแล้วรื้อ รื้อแล้วสร้างใหม่เพื่อความแปลกใหม่
- 24) ชอบมีคำถามแปลก ๆ ทำทนายให้คิด
- 25) ชอบคิดหรือริเริ่มสร้างสรรค์สิ่งใหม่ ๆ มากกว่าคนอื่น
- 26) ชอบเป็นคนแรกที่คิดหรือทำเรื่องใหม่
- 27) มีความรู้ลึกซึ้งแรงเกี่ยวกับอิสระภาพและความเป็นอิสระทางความคิด
- 28) ชอบหมกมุ่นอยู่กับความคิด
- 29) ในสายตาของคนทั่วไปดูว่าเป็นคน “แปลก” กว่าคนอื่น
- 30) เห็นความเชื่อมโยง เห็นความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งต่าง ๆ ที่คนทั่วไปมองไม่เห็น
- 31) มีความวิจิตรพิสดารในการทำสิ่งต่าง ๆ
- 32) ช่างสังเกต สามารถเห็นรายละเอียดต่าง ๆ ที่คนอื่นมองไม่เห็น
- 33) สามารถผสมผสานความคิดหรือสิ่งที่แตกต่างกันเข้าด้วยกัน โดยไม่มีใครคิดและทำ

มาก่อน

นอกจากนี้ ฌ็องฌูฟองซ์ เจริญพิทย์ (2542: 147) ยังได้เสนอแนวคิดเกี่ยวกับลักษณะพฤติกรรมสำคัญของผู้มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ไว้ 7 ประการ ซึ่งพอจะอนุโลมให้เป็นลักษณะสำคัญของผู้มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ได้เช่นกัน มีดังนี้

- 1) มีความอยากรู้อยากเห็น
- 2) มีความไวต่อปัญหา
- 3) มีความคิดแหวกแนว
- 4) ชอบทำในสิ่งที่ท้าทายความคิด
- 5) ชอบการเปลี่ยนแปลง
- 6) ทำงานเพื่อความพอใจ
- 7) อารมณ์ขัน

ความอยากรู้อยากเห็น หมายถึง อาการหรือพฤติกรรมที่แสดงถึงความต้องการที่จะเรียนรู้ หรือเพิ่มเติมจากสิ่งที่รู้แล้วหรือยังไม่รู้ เพื่อปรับปรุงความรู้เดิมหรือเพื่อให้ได้ความรู้ด้านต่าง ๆ

ความไวต่อปัญหา หมายถึง อาการหรือพฤติกรรมที่แสดงถึงการเกิดความคิดอย่างฉับพลันสืบเนื่องจากการรับรู้หรือการได้ประสบกับเหตุการณ์ในด้านต่าง ๆ

ความคิดแหวกแนว หมายถึง อาการหรือพฤติกรรมที่แสดงถึงการมีแนวคิดที่แตกต่างไปจากบุคคลโดยทั่วไปที่มีต่อประเด็นขบคิดอย่างเดียวกันในด้านต่าง ๆ

ชอบทำในสิ่งที่ท้าทายความคิด หมายถึง อาการหรือพฤติกรรมที่แสดงถึงการชอบคิดหรือทำในสิ่งที่ยากหรือต้องใช้ความพยายามมากกว่าปกติในด้านต่าง ๆ

ชอบการเปลี่ยนแปลง หมายถึง อาการหรือพฤติกรรมที่แสดงถึงการชอบคิดชอบทำในสิ่งแปลกใหม่และหลีกเลี่ยงการคิดและทำในสิ่งที่ซ้ำซากจำเจในด้านต่าง ๆ

ทำงานเพื่อความพอใจ หมายถึง อาการหรือพฤติกรรมที่แสดงถึงการคิดหรือทำงาน โดยมีความพอใจ (ที่จะได้ใช้ความรู้ความคิดของตน) เป็นแรงจูงใจมากกว่าการได้รับสินจ้างรางวัลหรือค่าชมเชย

อารมณ์ขัน หมายถึง อาการหรือพฤติกรรมที่แสดงถึงการมีมุมมองที่หลากหลายและใช้มุมมองที่หลากหลายนั้นผ่อนคลายความตึงเครียดในลักษณะของความสนุกสนานหรือมีอารมณ์ขัน

1.3 การเสริมสร้างและพัฒนาความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่น

ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์เป็นคุณลักษณะที่มีอยู่ในตัวเด็กทุกคน และสามารถส่งเสริมคุณลักษณะนี้ให้พัฒนาสูงขึ้นได้ทั้งทางตรงและทางอ้อม ในทางตรง คือ การสอน ผีกล่น อบรม และในทางอ้อม คือ การสร้างสภาพบรรยากาศและการจัดสิ่งแวดล้อม ส่งเสริมความเป็นอิสระในการเรียนรู้ ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของโรเจอร์ส (อาร์ พันธ์มณี. 2547: 89; อ้างอิงจาก Rogers. 1959) ที่ว่า “ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ไม่สามารถบังคับให้เกิดขึ้นได้ แต่สามารถส่งเสริมให้เกิดขึ้นได้” การฝึกฝนความคิดริเริ่มสร้างสรรค์จะช่วยให้เด็กมีแนวทางการคิดที่หลากหลาย มีกระบวนการคิดจินตนาการในการประยุกต์ที่จะนำไปสู่การคิดค้นสิ่งประดิษฐ์ที่แปลกใหม่ที่คนส่วนใหญ่คาดคิดไม่ถึงหรือมองข้าม ตลอดจนส่งเสริมให้นักเรียนมีนิสัยกระตือรือร้น ไม่ย่อท้อ อยากรู้อยากเห็น อยากรับรู้และทดลองสิ่งใหม่ๆ อยู่เสมอ (สสวท. 2551: 132-133) ดังนั้นความคิดริเริ่มสร้างสรรค์จึงควรได้รับการเสริมสร้างหรือพัฒนาให้เกิดขึ้นในตัวนักเรียน และถือเป็นเป้าหมายหลักที่พ่อแม่ ครู และหน่วยงานที่เกี่ยวข้องกับนักเรียนพึงตระหนักถึงความสำคัญ ให้ความสนใจอย่างจริงจังและสนับสนุนเป็นพิเศษ เพื่อให้เด็กมีโอกาสพัฒนาความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ของตนอย่างเต็มที่ จะได้เจริญเติบโตเป็นเด็กที่มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ และเป็นผู้ใหญ่ที่มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ อันเป็นสิ่งที่ประเทศชาติต้องการยิ่ง

ความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่นเป็นองค์ประกอบสำคัญที่จะนำไปสู่ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ ดังนั้นเราสามารถใช้นโยบายการพัฒนาความคิดที่นำไปสู่ความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่น เช่นเดียวกับแนวทางการพัฒนาความคิดที่นำไปสู่ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ได้ ซึ่งนักการศึกษาสำคัญหลายท่านได้นำเสนอแนวคิดต่างๆ เกี่ยวกับแนวทางการพัฒนาความคิดที่นำไปสู่ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ไว้ดังนี้

ทอร์แรนซ์ (อารี พันธุ์ณี. 2547: 91-92; อ้างอิงจาก Torrance. 1959) ซึ่งเป็น นักจิตวิทยาและนักการศึกษาชาวอเมริกัน ได้ทำการศึกษาและวิจัยเกี่ยวกับความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ และการเรียนการสอน ในการศึกษาทอร์แรนซ์ได้เสนอหลักในการส่งเสริมหรือเสริมสร้าง ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ที่เน้นการปฏิสัมพันธ์ระหว่างครูกับนักเรียนเป็นสำคัญไว้หลายประการ ดังนี้

1) ครูควรส่งเสริมให้นักเรียนถามและให้ความสนใจต่อคำถามแปลกๆ ของนักเรียน โดยไม่ควรมุ่งเน้นคำตอบที่ถูกต้องแต่เพียงอย่างเดียว ในการแก้ปัญหาแม้นักเรียนจะใช้วิธีเดาและ ตรวจสอบ ครูควรจะยอมแล้วกระตุ้นให้นักเรียนได้วิเคราะห์ ค้นหา ใช้การสังเกตและประสบการณ์ ที่มีอยู่เพื่อพิสูจน์การเดาของตน

2) ครูควรตั้งใจฟังและเอาใจใส่ต่อความคิดแปลกๆ ของนักเรียนด้วยใจเป็นกลาง เมื่อนักเรียนแสดงความคิดเห็นในเรื่องใด แม้จะเป็นความคิดที่ยังไม่เคยได้ยินมาก่อน ครูก็อย่าเพิ่ง ตัดสินใจและลิดรอนความคิดนั้น แต่ควรรับฟังไว้ก่อน

3) ครูควรกระตุ้นหรือรับต่อคำถามแปลกๆ ของนักเรียนด้วยการตอบคำถามอย่างมีชีวิตชีวา หรือชี้แนะให้นักเรียนหาคำตอบจากแหล่งต่างๆ ด้วยตนเอง

4) ครูควรแสดงให้นักเรียนเห็นว่าความคิดของนักเรียนนั้นมีคุณค่าและนำไปใช้ให้ เกิดประโยชน์ได้ เช่น จากภาพที่นักเรียนวาด ครูอาจนำไปเป็นลวดลายถ้วยชามหรือภาชนะ เป็น ปฏิทิน บัตร ส.ค.ส. เป็นต้น ซึ่งจะทำให้นักเรียนเกิดความภูมิใจและมีกำลังใจที่จะคิดสร้างสรรค์ ต่อไป

5) ครูควรกระตุ้นและส่งเสริมให้นักเรียนเรียนรู้ด้วยตนเอง ควรให้โอกาสและ เตรียมการให้นักเรียนเรียนรู้ด้วยตนเอง และยกย่องนักเรียนที่มีการเรียนรู้ด้วยตนเอง ครูอาจ เปลี่ยนบทบาทเป็นผู้ชี้แนะ ลดการอธิบายและการบรรยายลงบ้าง แต่เพิ่มการให้นักเรียนมีส่วนร่วม เริ่ม กิจกรรมด้วยตนเองมากขึ้น

6) ครูควรเปิดโอกาสให้นักเรียนเรียนรู้ ค้นคว้าอย่างต่อเนื่องอยู่เสมอ โดยไม่ต้องใช้ วิธีขู่ด้วยคะแนน หรือการสอบ การตรวจสอบ เป็นต้น

7) ครูควรพึงระลึกว่าการพัฒนาความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ในนักเรียนจะต้องใช้เวลา พัฒนาอย่างค่อยเป็นค่อยไป

8) ครูควรส่งเสริมให้นักเรียนใช้จินตนาการของตนเอง และยกย่องชมเชย เมื่อนักเรียนมีจินตนาการที่แปลกและมีคุณค่า

ขณะที่ บลอนด์และคลอสไมเออ (อารี พันธุ์ณี. 2547: 92-93; อ้างอิงจาก Blaunt & Klausmier. 1965) ได้เสนอแนะวิธีการที่จะช่วยส่งเสริมให้นักเรียนมีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ไว้ ดังนี้

1) ครูควรสนับสนุนและกระตุ้นการแสดงความคิดหลายๆ ด้าน ตลอดจนการ แสดงออกทางอารมณ์

2) ครูควรเน้นสถานการณ์ที่ส่งเสริมความสามารถอันจะนำไปสู่ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ เช่น ความคิดริเริ่ม ความคิดคล่อง ความคิดยืดหยุ่น เป็นต้น ตลอดจนไม่จำกัดการแสดงออกของนักเรียนให้เป็นไปในรูปแบบเดียวกัน

3) ครูอย่าพยายามหล่อหลอม หรือกำหนดแบบให้นักเรียนมีความคิดและมีบุคลิกภาพเหมือนกันไปหมดทุกคน แต่ควรสนับสนุนและส่งเสริมการผลิตสิ่งแปลกๆ ใหม่ๆ ตลอดจนความคิดและวิธีการที่แปลกๆ ใหม่ๆ ด้วย

4) ครูอย่าเข้มงวดกวดขันหรือยึดมั่นอยู่กับจารีตประเพณี หรือยอมรับการกระทำหรือผลงานเพียง 2 หรือ 3 อย่างเท่านั้นแล้วถือสิ่งอื่นใดที่นอกเหนือไปจากแบบแผนเป็นสิ่งผิด

5) ครูอย่าสนับสนุนหรือให้รางวัลแต่เฉพาะผลงานหรือการกระทำซึ่งมีผู้ทดลองทำเป็นที่ยอมรับกันแล้ว ผลงานแปลกๆ ใหม่ๆ ควรมีโอกาสได้รับรางวัลหรือคำชมเชยด้วย

นอกจากนี้ วอลล์ลาซ (Gallagher; & Gallagher. 1994: 328; อ้างอิงจาก Wallas. 1926) ได้นำเสนอกระบวนการพัฒนาความคิดที่นำไปสู่ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ ซึ่งประกอบด้วยขั้นตอนสำคัญ 4 ขั้นตอน ดังนี้

- 1) ขั้นเตรียม (preparation) เป็นขั้นเตรียมข้อมูลที่จะนำมาใช้ในการแก้ปัญหา
- 2) ขั้นฟักตัว (incubation) เป็นขั้นตอนที่อยู่ในความสับสนวุ่นวายทั้งข้อมูลเก่าและใหม่ ซึ่งยังไม่ได้นำมาจัดระบบความคิดใหม่
- 3) ขั้นความคิดกระจ่าง (illumination) เป็นขั้นของการจัดระบบแนวคิดหรือกระบวนการแก้ปัญหาได้อย่างชัดเจน
- 4) ขั้นทดสอบความคิดหรือพิสูจน์ให้เห็นจริง (verification) เป็นขั้นที่ได้รับความคิด 3 ขั้นข้างต้น เพื่อพิสูจน์ว่าความคิดนี้เป็นจริง

ขณะที่ ทอร์เรนซ์ และมายเยอร์ (อารี พันธมณี. 2547: 6-8; อ้างอิงจาก Torrance; & Myers. 1972) ได้จำแนกกระบวนการเกิดความคิดริเริ่มสร้างสรรค์เป็น 5 ขั้นตอน คือ

- 1) การค้นหาความจริง (fact-finding) เป็นการพิจารณาหาคำตอบอันเกิดจากความรู้สึกกังวลหรือสับสนวุ่นวายในจิตใจแต่ไม่สามารถบอกได้ว่าเกิดขึ้นได้อย่างไร จากสาเหตุอะไร ต้องพิจารณาว่าสิ่งที่ทำให้เกิดความรู้สึกเหล่านั้นคืออะไร
- 2) การค้นพบปัญหา (problem-finding) เป็นการเข้าใจปัญหาที่เกิดขึ้นหรือมองเห็นปัญหาเมื่อได้พิจารณาโดยรอบคอบแล้ว
- 3) การตั้งสมมติฐาน (idea-finding) เป็นการรวบรวมความคิดและตั้งสมมติฐานแล้วรวบรวมข้อมูลต่าง ๆ เพื่อทดสอบสมมติฐานนั้น
- 4) การค้นพบคำตอบ (solution-finding) เป็นการค้นพบคำตอบหลังจากที่ทดสอบแนวคิดและสมมติฐาน
- 5) การยอมรับผลจากการค้นพบ (acceptance finding) เป็นการยอมรับคำตอบที่ได้จากการพิสูจน์ และพัฒนาแนวคิดต่อไปว่าสิ่งที่ค้นพบจะนำไปสู่การเกิดแนวคิดและข้อค้นพบใหม่ต่อไปที่เรียกว่า สิ่งใหม่ที่ท้าทาย

พงษ์เทพ บุญศรีโรจน์ (2546: 13-18) ได้เสนอแนวคิดเกี่ยวกับขั้นตอนการพัฒนาความคิดของนักเรียนเพื่อนำไปสู่ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ มีขั้นตอนดังนี้

- 1) คิดกำหนดปัญหาให้ชัดเจน เป็นขั้นเริ่มต้นของกระบวนการคิดเพื่อกำหนดเป้าหมายของการคิดให้ชัดเจน จะช่วยให้กระบวนการคิดมีลำดับขั้นและเป็นไปอย่างถูกต้องทิศทาง
- 2) คิดหาคำตอบที่หลากหลาย เป็นขั้นที่ต้องการให้นักเรียนคิดหาคำตอบที่น่าจะเป็นไปได้ให้มากที่สุด และหลากหลายแนวทางหลังจากที่ประเด็นปัญหาที่มีความชัดเจนแล้ว
- 3) คิดพิจารณาไตร่ตรอง วิเคราะห์อย่างถี่ถ้วน รอบคอบและสมเหตุสมผล เป็นขั้นที่ต้องการให้นักเรียนนำความรู้เดิมหรือประสบการณ์มาช่วยในการพิจารณา แล้ววิเคราะห์ความเหมาะสมและความสมเหตุสมผลของคำตอบที่ได้
- 4) ตัดสินใจ เป็นขั้นที่ต้องการให้นักเรียนตัดสินใจเลือกใช้คำตอบหรือแนวทางในการแก้ปัญหา และสามารถกลับไปดูคำตอบแล้วตัดสินใจเลือกคำตอบหรือแนวทางในการแก้ปัญหาใหม่ได้ ถ้าคำตอบหรือแนวทางที่เลือกไว้ไม่สามารถแก้ปัญหาได้

ในการจัดการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ให้ได้ผลจริงนั้น นอกจากจากบทบาทและขั้นตอนการพัฒนาความคิดของนักเรียนเพื่อนำไปสู่ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ของครูโรงเรียนจะต้องคำนึงถึงการจัดบรรยากาศในโรงเรียนและในห้องเรียน การจัดและเลือกใช้วัสดุอุปกรณ์การเรียนการสอนหรือสื่อการสอนประเภทต่างๆ ด้วย บรรยากาศที่ก่อให้เกิดความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ได้แก่ บรรยากาศที่เต็มไปด้วยการยอมรับและการกระตุ้นให้แสดงความคิดเห็นอย่างอิสระ ไม่ว่าจะเป็นการอภิปราย หรืองานวิทยาศาสตร์ นักเรียนต้องมีอิสระที่จะสร้างสรรค์ได้ตามความพอใจ ดังที่ ซอมเมอร์ (อารี พันธุ์ณี. 2547: 109; อ้างอิงจาก Sommer. 1970) ได้กล่าวว่า ห้องเรียนที่มีคุณค่าในการส่งเสริมความคิดริเริ่มสร้างสรรค์นั้น จะต้องจัดให้มีชั่วโมงว่าง และมีที่ว่างเพื่อให้นักเรียนได้ใช้ทำงานอย่างอิสระในเวลาที่เขาต้องการ และสนับสนุนการทำงานเป็นกลุ่ม แต่ต้องอนุญาตให้นักเรียนได้แยกออกจากกลุ่มและทำงานเพียงคนเดียวเมื่อเขาต้องการช่วงเวลาเช่นนั้น

สมิทและฮิลเดรท (อารี พันธุ์ณี. 2547: 109; อ้างอิงจาก Smith; & Hildreth. 1971) ได้กล่าวสนับสนุนว่า บรรยากาศในโรงเรียนและในห้องเรียนมีผลต่อการพัฒนาความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ของนักเรียนมาก ห้องเรียนที่มีนักเรียนสามารถแสดงความคิดใหม่ๆ แปลกๆ ของตนเองเต็มที่ และนักเรียนมีความรู้สึกเป็นอิสระ ไม่ถูกควบคุมจากระเบียบวินัยที่เคร่งครัดจนเกินไป รวมทั้งมีการส่งเสริมให้นักเรียนแต่ละคนได้รู้จักแก้ปัญหา ย่อมเป็นห้องเรียนที่สนับสนุนความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ของนักเรียน

สำหรับงานวิจัยนี้ ผู้วิจัยได้จัดกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อเสริมสร้างความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่นที่มีลักษณะดังนี้

- 1) เน้นสถานการณ์ที่ส่งเสริมความสามารถอันจะนำไปสู่ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ เช่น ความคิดริเริ่ม ความคิดคล่อง ความคิดยืดหยุ่น เป็นต้น โดยไม่จำกัดการแสดงออกของนักเรียนให้เป็นไปในรูปแบบเดียวกัน

- 2) ส่งเสริมให้นักเรียนถามและให้ความสนใจต่อคำถามแปลกๆ ของนักเรียน โดยไม่ได้มุ่งเน้นคำตอบที่ถูกต้องแต่เพียงอย่างเดียว
- 3) ส่งเสริมให้นักเรียนใช้จินตนาการของตนเอง และยกย่องชมเชยเมื่อนักเรียนมีจินตนาการที่แปลกและมีคุณค่า
- 4) สนับสนุนและกระตุ้นการแสดงความคิดของนักเรียนหลายๆ ด้าน ตลอดจนการแสดงออกทางอารมณ์
- 5) กระตือรือร้นต่อคำถามแปลกๆ ของนักเรียนด้วยการตอบคำถามอย่างมีชีวิตชีวา หรือชี้แนะให้นักเรียนหาคำตอบจากแหล่งต่างๆ ด้วยตนเอง
- 6) ตั้งใจฟังและเอาใจใส่ต่อความคิดแปลกๆ ของนักเรียนด้วยใจเป็นกลาง เมื่อนักเรียนแสดงความคิดเห็นในเรื่องใด แม้จะเป็นความคิดที่ยังไม่เคยได้ยินมาก่อน ครูก็อย่าเพิ่งตัดสินใจและลิดรอนความคิดนั้น แต่ควรรับฟังไว้ก่อน
- 7) แสดงให้นักเรียนเห็นว่าความคิดของนักเรียนนั้นมีคุณค่าและนำไปใช้ให้เกิดประโยชน์ได้
- 8) กระตุ้นและส่งเสริมให้นักเรียนเรียนรู้ด้วยตนเอง ควรให้ออกสาและเตรียมการให้นักเรียนเรียนรู้ด้วยตนเอง และยกย่องนักเรียนที่มีการเรียนรู้ด้วยตนเอง
- 9) เปิดโอกาสให้นักเรียนเรียนรู้ ค้นคว้าอย่างต่อเนื่องอยู่เสมอ โดยไม่ใช้วิธีขู่ด้วยคะแนน หรือการสอบ การตรวจสอบ เป็นต้น
- 10) เปลี่ยนบทบาทของครูเป็นผู้ชี้แนะ ลดการอธิบายและการบรรยายลงบ้าง แต่เพิ่มการให้นักเรียนมีส่วนร่วมริเริ่มกิจกรรมด้วยตนเองมากขึ้น

1.4 การวัดและประเมินความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่น

การวัดและประเมินความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ ไม่เพียงแต่ทำให้ทราบระดับความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ เป็นข้อมูลให้สามารถจัดโปรแกรมการเรียนการสอนและกิจกรรมการเรียนการสอนให้สอดคล้องเพื่อพัฒนาความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ของนักเรียนให้สูงขึ้นเท่านั้น แต่ยังสามารถสกัดกั้นอุปสรรคต่อการพัฒนาความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ได้ด้วย นับว่าผลการวัดและประเมินความคิดริเริ่มสร้างสรรค์จะทำให้การพัฒนาความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ได้ผลสมบูรณ์ขึ้น

ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์เป็นกระบวนการคิดที่ซับซ้อนและต้องการองค์ประกอบเกื้อหนุนที่เหมาะสม การวัดและประเมินผลองค์ประกอบหรือตัวแปรอื่นที่เกี่ยวข้องกับความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ จึงเป็นสิ่งจำเป็น เนื่องจากองค์ประกอบสำคัญ 2 ใน 4 ที่จะนำไปสู่ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ ได้แก่ ความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่น ดังนั้นเราสามารถชี้แนะทางการวัดและประเมินความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่น เช่นเดียวกับแนวทางการวัดและประเมินความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ได้ นักการศึกษาสำคัญหลายท่านได้นำเสนอแนวคิดต่างๆ เกี่ยวกับแนวทางการวัดและประเมินความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ไว้ ซึ่ง อาร์ พินช์มณี (2547: 209-212) ได้ประมวลการวัดความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ของนักการศึกษาเหล่านั้น สรุปได้ดังนี้

- 1) **การสังเกต** หมายถึง การสังเกตพฤติกรรมของบุคคลที่แสดงออกเชิงสร้างสรรค์
- 2) **การวาดภาพ** หมายถึง การให้เด็กวาดภาพจากสิ่งเร้าที่กำหนด ซึ่งเป็นการถ่ายทอดความคิดเชิงสร้างสรรค์ออกมาเป็นรูปธรรมและสามารถสื่อความหมายได้ สิ่งเร้าที่กำหนดให้เด็กอาจเป็นวงกลม รูปสี่เหลี่ยม แล้วให้เด็กวาดภาพต่อเติมให้เป็นภาพ
- 3) **การดูรอยหยดหมึก** หมายถึง การให้เด็กดูภาพรอยหยดหมึกแล้วคิดตอบจากภาพที่เด็กเห็น ซึ่งวิธีนี้มักใช้กับเด็กวัยประถมศึกษา เพราะเด็กสามารถอธิบายได้ดี
- 4) **การเขียนเรียงความและงานศิลปะ** หมายถึง การให้เด็กเขียนเรียงความจากหัวข้อที่กำหนด และการประเมินจากงานศิลปะของนักเรียน ซึ่งนักจิตวิทยาสำคัญหลายคนมีความเห็นสอดคล้องกันว่า เด็กในวัยประถมศึกษาให้ความสำคัญยิ่งหรือเป็นจุดวิกฤตของการพัฒนาความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ เด็กมีความสนใจในการเขียนเชิงสร้างสรรค์และแสดงออกเชิงสร้างสรรค์ในงานศิลปะ
- 5) **การทำแบบทดสอบ** หมายถึง การให้เด็กทำแบบทดสอบความคิดริเริ่มสร้างสรรค์มาตรฐาน ซึ่งแบบทดสอบวัดความคิดริเริ่มสร้างสรรค์มีทั้งใช้ภาษาเป็นสื่อและที่ใช้ภาพเป็นสื่อเพื่อเราให้เด็กแสดงออกเชิงความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ แบบทดสอบมีการกำหนดเวลาด้วย แบบทดสอบความคิดริเริ่มสร้างสรรค์มาตรฐานที่นิยมและเป็นที่ยอมรับกันมาก ได้แก่ แบบทดสอบการวัดความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ของกิลฟอร์ด และแบบทดสอบวัดความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ของทอร์แรนซ์

สำหรับการตรวจให้คะแนนความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ อาร์ พันธ์มณี (2547: 219-220) ได้แบ่งออกเป็น 4 ด้าน ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

- 1) **ความคิดคล่องตัว (fluency)** ซึ่งเป็นความสามารถของบุคคลในการคิดหาคำตอบให้ได้อย่างคล่องแคล่ว รวดเร็ว และมีปริมาณการตอบสนองได้มากในเวลาจำกัด คะแนนความคิดคล่องตัวคือคะแนนที่ได้จากการวาดภาพที่ชัดเจน และการสื่อความหมายได้ในแต่ละกิจกรรม
- 2) **ความคิดยืดหยุ่น (flexibility)** ซึ่งเป็นความสามารถของบุคคลในการคิดได้หลายทิศทาง หลายประเภท หลายชนิด หลายกลุ่ม และคำตอบไม่ได้จัดอยู่ในกลุ่มหรือประเภทเดียวกัน คะแนนความคิดยืดหยุ่นจะพิจารณาจากจำนวนประเภทหรือกลุ่มของคำตอบ อาจให้ประเภทหรือกลุ่มละ 1 คะแนน
- 3) **ความคิดริเริ่ม (originality)** ซึ่งเป็นความสามารถของบุคคลในการคิดสิ่งแปลกใหม่ไม่ซ้ำกับผู้อื่น คะแนนความคิดริเริ่มจะพิจารณาจากคำตอบที่นักเรียนตอบ ถ้ามีนักเรียนตอบตั้งแต่ 1-5 เปอร์เซนต์ จัดเป็นความคิดแปลกและได้คะแนนมากที่สุด ถ้ามีนักเรียนตอบมากกว่า 5 เปอร์เซนต์ จัดเป็นความคิดธรรมดาได้คะแนนต่ำตั้งแต่ 0 ขึ้นไป

4) **ความคิดละเอียดลออ (elaboration)** ซึ่งเป็นความสามารถของบุคคลในการคิด รายละเอียดที่นำมาตกแต่งความคิดครั้งแรกให้สมบูรณ์แล้วทำให้ภาพชัดเจนและได้ความหมาย สมบูรณ์ เช่น ในภาพที่มีรายละเอียด แต่ละส่วนจะให้คะแนนส่วนละ 1 คะแนน เป็นต้น

สำหรับความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ มีนักการศึกษาได้พัฒนาแบบทดสอบไว้ ดังนี้

บาลกา (Balka. 1974: 634) ได้ทำการศึกษาความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนมัธยมศึกษา และสร้างเกณฑ์ที่ใช้ในการวัดความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ขึ้นมา 25 เกณฑ์ แล้วนำเกณฑ์ดังกล่าวไปสำรวจความคิดเห็นจากผู้เชี่ยวชาญ 3 กลุ่ม ได้แก่ นักคณิตศาสตร์ นักคณิตศาสตร์ศึกษาและครูผู้สอนในระดับชั้นมัธยมศึกษา ซึ่งเกณฑ์ดังกล่าวต้อง ผ่านความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญทั้งสามกลุ่มที่มีความคิดเห็นสอดคล้องกันร้อยละ 80 ขึ้นไป พบว่าเกณฑ์ที่ใช้วัดความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ มีดังนี้

- 1) ความสามารถในการตั้งสมมติฐานทางคณิตศาสตร์ในลักษณะเหตุและผลจากสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับคณิตศาสตร์
- 2) ความสามารถในการกำหนดแบบรูปจากสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์
- 3) ความสามารถในการเปลี่ยนแปลงวิธีการคิด เพื่อแก้ปัญหาจากสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์
- 4) ความสามารถในการประเมินปัญหาตลอดจนคาดคะเนถึงผลที่จะเกิดขึ้น
- 5) ความสามารถในการค้นหาสิ่งที่ขาดหายไปจากสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์
- 6) ความสามารถในการแยกแยะปัญหาทางคณิตศาสตร์ให้เป็นปัญหาย่อยที่เจาะจงได้

เฮย์ลอค (Haylock. 1985: 547; 1987: 48-59) ได้สร้างแบบทดสอบเพื่อวัดความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ โดยแบ่งเป็น 2 ส่วน คือ ความคิดอเนกนัย (divergent thinking) และ ความสามารถในการเอาชนะความไม่ยืดหยุ่นทางการคิด (ability to break from mental sets by overcoming fixations in mathematics) ซึ่งแบบทดสอบประกอบด้วย การแก้ปัญหา การตั้งปัญหา และการจัดกลุ่มใหม่ (redefinition) เพื่อวัดความคิดอเนกนัย ส่วนความสามารถในการเอาชนะความไม่ยืดหยุ่นทางการคิดพิจารณาจากการยึดติดกับขั้นตอนวิธี (algorithmic fixation) และการจำกัดขอบเขตของการคิด (content universe fixation)

สำหรับประเทศไทย สุภาวดี ตังบุบผา (2533: 153-158) ได้สร้างแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่พัฒนามาจากกรอบแนวคิดของบาลกา เพื่อวัดความสามารถของนักเรียนที่แสดงความคิดริเริ่ม ความคิดคล่อง และความคิดยืดหยุ่น จากสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ซึ่งประกอบด้วย 7 ด้าน ดังนี้

- 1) ความสามารถในการตั้งโจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถทางสมองของบุคคลในการตั้งคำถาม หรือโจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้โดยไม่จำกัดจำนวน ซึ่งโจทย์ปัญหาที่สร้างขึ้นมาก่อนแล้วได้ผลลัพธ์ตรงกับคำตอบที่กำหนดให้

2) ความสามารถในการสร้างแบบรูปทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถทางสมองของบุคคลในการสร้างชุดคำตอบจากสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ที่กำหนดให้โดยไม่จำกัดจำนวน

3) ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในทางสมองของบุคคลในการคิดวิธีการแก้ปัญหาที่แตกต่างไปจากวิธีการเดิมจากสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ที่กำหนดให้โดยไม่จำกัดจำนวน

4) ความสามารถในการคาดคะเนถึงผลที่เกิดขึ้นในสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถทางสมองของบุคคลในการคาดคะเนเรื่องราวทำนายเหตุการณ์ต่าง ๆ จากความสัมพันธ์ที่ได้ในการเปรียบเทียบเหตุการณ์ครั้งนั้น แล้วขยายความไปสู่เหตุการณ์หรือเรื่องราวในอนาคตได้อย่างถูกต้องจากสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ที่กำหนดให้ในปริมาณที่เป็นไปตามเงื่อนไข

5) ความสามารถในการตรวจสอบคำตอบและวิธีการคิด หมายถึง ความสามารถทางสมองของบุคคลในการคิดหาคำตอบ โดยที่สามารถตรวจสอบวิธีการคิดและคำตอบที่ถูกต้องได้จากสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ที่กำหนดให้ในปริมาณที่เป็นไปตามเงื่อนไข

6) ความสามารถในการนำหลักการหรือกฎเกณฑ์ทางคณิตศาสตร์ไปใช้เป็นกรณีทั่วไป หมายถึง ความสามารถทางสมองของบุคคลในการให้ข้อมูลที่เป็นคำตอบจากการนำหลักการ หรือกฎเกณฑ์ทางคณิตศาสตร์ที่กำหนดให้ไปใช้ได้อย่างไม่จำกัดจำนวน

7) ความสามารถในการมองเห็นความสัมพันธ์ของกลุ่มตัวเลข หรือเรขาคณิต หรือรูปเรขาคณิต 2 มิติ หรือ 3 มิติ หรือการจัดกระทำทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถทางสมองของบุคคลในการจัดกลุ่มจากสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ที่กำหนดให้โดยใช้กฎเกณฑ์ หรือสมบัติ หรือลักษณะบางอย่างที่ร่วมกันได้อย่างไม่จำกัด

กรมวิชาการ (2537: 48-50) ได้ให้ข้อสรุปเกี่ยวกับการสร้างแบบทดสอบวัดความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ว่า มีหลักการเดียวกันกับแบบวัดความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ด้านภาษาหรือด้านศิลปะ คือให้ผู้ตอบคิดหาคำตอบได้หลายๆ ทาง หลายๆ แบบให้มากที่สุด ซึ่งประกอบด้วย

1) แบบให้ตั้งคำถาม โดยให้นักเรียนอ่านโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ที่กำหนดให้แล้วให้สร้างคำถามให้ได้มากที่สุด ภายในเวลาที่กำหนด

2) แบบแบ่งครึ่งรูป โดยจะกำหนดรูปทรง สามเหลี่ยม สี่เหลี่ยม วงกลม แล้วให้ลากเส้นแบ่งครึ่งรูปในลักษณะหลาย ๆ แบบ แตกต่างกันไปมากที่สุด

3) แบบให้เติมตัวเลข โดยให้เติมตัวเลขลงในรูปสี่เหลี่ยมที่กำหนดซึ่งตัวเลขที่เติมให้ใช้ได้เฉพาะเลข 0 ถึงเลข 10 และให้ได้ผลลัพธ์เท่ากับที่กำหนดให้ ภายในเวลาที่กำหนด

4) แบบสร้างรูปเรขาคณิต โดยกำหนดไม้ขีดไฟจำนวนหนึ่ง แล้วให้ใช้ไม้ขีดไฟมาสร้างรูปเรขาคณิตให้ได้มากที่สุด ภายในเวลาที่กำหนด

5) แบบประกอบภาพเจ็ดมหัศจรรย์ (Tangrams) ประกอบด้วย 7 ชิ้นที่แบ่งมาจากรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส โดยให้นำชิ้นส่วนทั้ง 7 ชิ้น มาประกอบเป็นภาพต่าง ๆ ให้ได้มากที่สุดภายในเวลาที่กำหนด

1.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่น

เนื่องจากความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่นเป็นองค์ประกอบสำคัญที่จะนำไปสู่ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ ดังนั้น งานวิจัยจำนวนหนึ่งที่ศึกษาความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่น อาจเป็นส่วนหนึ่งของงานวิจัยที่ศึกษาความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความคิดคล่อง ความคิดยืดหยุ่น และความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ มีดังนี้

เฮย์ลอค (Haylock. 1987: 48-59) ได้ศึกษาความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนอายุ 11-12 ปี ในประเทศอังกฤษ จำนวน 280 คน โดยมีวัตถุประสงค์คือ เพื่อทำความเข้าใจและประเมินลักษณะความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน เครื่องมือที่ใช้ประกอบด้วยแบบทดสอบวัดความสามารถในการเอาชนะความไม่ยืดหยุ่นของการคิด แบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดแบบอเนกนัย และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ โดยแบ่งนักเรียนเป็น 4 กลุ่มตามคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ คือ กลุ่มสูงมาก (very high) กลุ่มสูง (above average) กลุ่มปานกลาง (average) และกลุ่มต่ำ (below average) พบว่านักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์สูงมีคะแนนเฉลี่ยของความสามารถในการเอาชนะความไม่ยืดหยุ่นของการคิดและความสามารถในการคิดแบบอเนกนัยสูงกว่า กลุ่มที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ต่ำ

คิม และลี (Kim; & Lee. 2001: Online) ได้ศึกษาการพัฒนาความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาในประเทศเกาหลี โดยมีวัตถุประสงค์คือ เพื่อศึกษาบทบาทของครูที่มีอิทธิพลต่อความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ของนักเรียน และเปรียบเทียบความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ของครูและนักเรียนผ่านการแก้ปัญหา โดยแบ่งกลุ่มตัวอย่างเป็น 3 กลุ่ม คือ กลุ่ม A เป็นนักเรียนเกรด 10 จากโรงเรียนเทคนิคปูซาน (Pusan Electronic Technical High School) จำนวน 90 คน ซึ่งนักเรียนกลุ่มนี้ได้รับการฝึกความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ผ่านการแก้ปัญหาจากครูคณิตศาสตร์ที่มีความสนใจความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ กลุ่ม B เป็นนักเรียนเกรด 9 จากโรงเรียนมัธยมศึกษาตอฮยูน (Tohyun Middle School) ในปูซาน จำนวน 60 คน ซึ่งนักเรียนกลุ่มนี้เป็นนักเรียนในชั้นเรียนปกติได้แก้ปัญหาเช่นเดียวกับนักเรียนในกลุ่ม A แต่ไม่ได้รับการฝึกความคิดริเริ่มสร้างสรรค์จากครูคณิตศาสตร์ และกลุ่ม C เป็นครูคณิตศาสตร์ที่มีประสบการณ์ในการสอนมา 10-25 ปี จำนวน 40 คน ซึ่งได้แก้ปัญหาเช่นเดียวกับนักเรียนทั้ง 2 กลุ่ม แต่เป็นการแก้ปัญหาที่ไม่อยู่ในภาวะที่ก่อให้เกิดความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ และไม่ได้รับการฝึกความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ ผลการศึกษาพบว่า ระดับความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ของนักเรียนในกลุ่ม A และกลุ่ม B แตกต่างกัน สอดคล้องกับการศึกษาของยูน (cf. Yoon) ที่กล่าวว่า ครูที่สนใจความคิดริเริ่มสร้างสรรค์จะมีอิทธิพลต่อการพัฒนาความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ของนักเรียน และเมื่อเปรียบเทียบความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ของนักเรียนและครู พบว่า ครู

ที่มีประสบการณ์สอนมากกว่า 15 ปี ไม่ได้มุ่งเน้นความยืดหยุ่นทางการคิด แต่จะให้ความสำคัญกับการอธิบายคำตอบที่ถูกต้องมากกว่านักเรียน และครูที่จัดการเรียนการสอนโดยไม่มุ่งเน้นความยืดหยุ่นทางการคิดซึ่งเป็นการจำกัดความคิดของนักเรียน ส่งผลให้นักเรียนยึดติดกับวิธีการเดิมๆ และไม่มีกรคิดนอกกรอบ

เซลเตอร์ (Selter, 2002: Online) ได้ทำการศึกษาความคิดยืดหยุ่นทางเลขคณิตของนักเรียนระดับประถมศึกษาโดยวิเคราะห์จากปัญหา 701-698 โดยมีวัตถุประสงค์ คือ เพื่อศึกษาความคิดยืดหยุ่นในการหาคำตอบของนักเรียนเกรด 3 และเกรด 4 ซึ่งอธิบายผ่านพฤติกรรมกรแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เรื่องการบวกและการลบจำนวนที่มีสามหลักของนักเรียนกลุ่มเป้าหมายจำนวน 4 คน ซึ่งเป็นนักเรียนที่มีระดับความสามารถแตกต่างกัน เวลาที่ใช้ในการศึกษาแบ่งเป็น 3 ช่วง คือ ช่วงที่ 1 ซึ่งเป็นช่วงที่นักเรียนเรียนอยู่เกรด 3 และยังไม่ได้เรียนวิธีการบวกและการลบ ช่วงที่ 2 ซึ่งเป็นช่วงที่นักเรียนเริ่มเรียนวิธีการบวกและการลบ และช่วงที่ 3 ซึ่งเป็นช่วงที่นักเรียนเรียนอยู่เกรด 4 และเรียนวิธีการบวกและการลบแล้ว ผลการวิเคราะห์ข้อมูลจากแบบทดสอบและการสัมภาษณ์ พบว่า นักเรียนมีความคิดยืดหยุ่นทางเลขคณิต นักเรียนส่วนใหญ่ใช้วิธีการเขียนแบบที่เรียนในชั้นเรียน ใช้วิธีการเขียนแบบไม่เป็นทางการ หรือใช้วิธีการคิดในใจ (mental calculation) และจากการสัมภาษณ์นักเรียนที่หาคำตอบได้ถูกต้องทำให้ทราบว่านักเรียนที่หาคำตอบได้ถูกต้องทั้ง 3 ช่วง ใช้วิธีการคิดในใจ

วาร์เนอร์ และคณะ (Warner; et al. 2003: Online) ได้ทำการศึกษาว่า ความคิดยืดหยุ่นทางคณิตศาสตร์มีส่วนช่วยในการพัฒนาความรู้ความเข้าใจอย่างไร โดยมีวัตถุประสงค์คือ เพื่อศึกษาความคิดยืดหยุ่นทางคณิตศาสตร์และการพัฒนาความรู้ความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนเกรด 6 และเกรด 7 จำนวน 10 คน ซึ่งเป็นนักเรียนที่มีระดับความสามารถและความสามารถกัน และเป็นอาสาสมัครเข้าร่วมกิจกรรมนี้ โดยใช้เวลานอกเวลาเรียน จำนวน 12 สัปดาห์ ในการดำเนินกิจกรรมผู้วิจัยแบ่งนักเรียนเป็นกลุ่มจำนวน 3-5 คน เพื่อนำเสนอและอภิปรายผล ผลการวิเคราะห์ข้อมูลจาก วิดีทัศน์ ความสามารถในการแก้ปัญหา และการสัมภาษณ์ พบว่า นักเรียนมีพัฒนาการด้านความรู้ความเข้าใจทางคณิตศาสตร์สูงขึ้น และความรู้ความเข้าใจทางคณิตศาสตร์มีความสัมพันธ์กับความคิดยืดหยุ่นทางคณิตศาสตร์

สำหรับประเทศไทย สุรพันธ์ อินทสังข์ (2547) ได้ศึกษาการประเมินความสามารถทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนในการคิดแบบอเนกนัยและการเอาชนะความไม่ยืดหยุ่นของการคิด โดยมีวัตถุประสงค์คือ 1) เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการคิดแบบอเนกนัยของนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางคณิตศาสตร์ต่างกัน 2) เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการเอาชนะความไม่ยืดหยุ่นของการคิดของนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางคณิตศาสตร์ต่างกัน และ 3) เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถในการคิดแบบอเนกนัย ความสามารถในการเอาชนะความไม่ยืดหยุ่นของการคิด และผลสัมฤทธิ์ทางคณิตศาสตร์ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนอนุบาลเชียงใหม่ ปีการศึกษา 2546 จำนวน 127 คน โดยแบ่งกลุ่มตัวอย่างตามระดับความสามารถทางคณิตศาสตร์เป็น 4 กลุ่ม คือ กลุ่มสูงมาก สูง ปานกลาง และต่ำ ผลการศึกษาพบว่า

1) นักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางคณิตศาสตร์ต่างกันมีความสามารถในการคิดแบบอเนกนัยต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ 0.05 ยกเว้นนักเรียนกลุ่มสูงมากกับนักเรียนกลุ่มสูงที่แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญ

2) นักเรียนกลุ่มสูงมากสามารถเอาชนะความไม่ยืดหยุ่นของการคิดได้ดีกว่านักเรียนกลุ่มต่ำและกลุ่มปานกลางอย่างมีนัยสำคัญที่ 0.05 ส่วนความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของอีกสี่คู่ที่เหลือแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญ

3) ความสามารถในการคิดแบบอเนกนัยและความสามารถในการเอาชนะความไม่ยืดหยุ่นของการคิดต่างก็สัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางคณิตศาสตร์อย่างมีนัยสำคัญที่ 0.01 โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ 0.68 และ 0.39 ตามลำดับ

4) ความสามารถในการคิดแบบอเนกนัยสัมพันธ์กับความสามารถในการเอาชนะความไม่ยืดหยุ่นของการคิดอย่างมีนัยสำคัญที่ 0.01 โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ 0.30

5) ความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถในการคิดแบบอเนกนัยกับความสามารถในการเอาชนะความไม่ยืดหยุ่นของการคิดเป็นความสัมพันธ์ไม่แท้ โดยมีผลสัมฤทธิ์ทางคณิตศาสตร์เป็นสาเหตุร่วม

วิเรืองรอง ชันทะ (2547) ได้ทำการศึกษาผลของการใช้ชุดกิจกรรมคณิตศาสตร์เพื่อส่งเสริมความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ในกิจกรรมชุมนุมคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น โรงเรียนบ้านภูเหล็ก จังหวัดขอนแก่น กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นที่เป็นสมาชิกชุมนุมคณิตศาสตร์ ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2546 โรงเรียนบ้านภูเหล็ก จำนวน 30 คน ผลการศึกษาพบว่า ค่าเฉลี่ยของคะแนนความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนหลังการทดลองสูงกว่าก่อนการทดลอง และนักเรียนมีความสุขสนุกสนาน เพลิดเพลินในกิจกรรมด้านต่างๆ ชุดกิจกรรมคณิตศาสตร์ที่นักเรียนสนใจมากที่สุด คือ ด้านศิลปะคณิตศาสตร์ ซึ่งได้แก่ การออกแบบภาพ

กชกร รุ่งหัวไผ่ (2547) ได้ทำการศึกษาและเปรียบเทียบความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบสวนสอบสวน (Inquiry Method) กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 30 คน ซึ่งได้มาโดยการสุ่มอย่างง่าย ผู้วิจัยดำเนินการทดลองสอนด้วยวิธีการจัดการเรียนรู้แบบสืบสวนสอบสวน ผลการศึกษาพบว่า ความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบสวนสอบสวนสูงกว่าก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบสวนสอบสวน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบสวนสอบสวนสูงกว่าก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบสวนสอบสวนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01

ขณะที่ ปานจิต รัตนพล (2547) ได้ศึกษาผลของการใช้ปัญหาปลายเปิดที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ปีการศึกษา 2547 โรงเรียนศรีวิทย จังหวัดชุมพร จำนวน 110 คน ผลการศึกษาพบว่า 1) นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

หลังการทดลองสูงกว่าเกณฑ์ 50% 2) หลังการทดลองนักเรียนที่มีระดับผลการเรียนสูงมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่านักเรียนที่มีระดับผลการเรียนปานกลางและต่ำ และนักเรียนที่มีระดับผลการเรียนปานกลางมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่านักเรียนที่มีระดับผลการเรียนต่ำ 3) นักเรียนที่มีระดับผลการเรียนทางคณิตศาสตร์สูง ปานกลางและต่ำ หลังการทดลองมีความคิดสร้างสรรค์สูงขึ้นกว่าก่อนทดลอง และ 4) หลังการทดลอง นักเรียนที่มีระดับผลการเรียนสูงมีความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่มีระดับผลการเรียนปานกลางและต่ำ แต่นักเรียนที่มีระดับผลการเรียนปานกลางมีความคิดสร้างสรรค์ไม่สูงกว่านักเรียนที่มีระดับผลการเรียนต่ำ

สวลี ปัญญา (2548) ได้ศึกษาความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ผ่านการเรียนเรื่องทศนิยมโดยใช้เรื่องราวและแผนภาพ: กรณีศึกษาโรงเรียนบ้านหนองนกเขียน จังหวัดหนองบัวลำภู ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2547 จำนวน 11 คน ผลการศึกษาพบว่า 1) การสอนทศนิยมโดยใช้เรื่องราวและแผนภาพเป็นการสอนที่เปิดโอกาสให้นักเรียนได้ฝึกกระบวนการคิด นักเรียนได้มีโอกาสคิดเรื่องราวและวาดแผนภาพที่แปลกใหม่ เป็นการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียน 2) ในการศึกษาพัฒนาการทางความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนที่ผ่านการเรียนโดยใช้เรื่องราวและแผนภาพ ตามลักษณะของบุคคลที่มีความคิดสร้างสรรค์จำนวน 14 ข้อ พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่มีพฤติกรรมเฉลี่ยคนละประมาณ 12 ข้อ และโดยภาพรวมแล้วนักเรียนมีพัฒนาการที่แสดงออกว่าเป็นบุคคลที่มีความคิดสร้างสรรค์เพิ่มขึ้นตามลำดับ 3) จากการสังเกต การตรวจชิ้นงาน และการสัมภาษณ์ พบว่า นักเรียน 9 คน มีพัฒนาการด้านความคิดคล่องแคล่ว ความคิดยืดหยุ่นดีขึ้น มีการสร้างทางเลือกในการแก้ปัญหาและการสร้างสรรค์ชิ้นงาน มีการสร้างเรื่องราวและวาดภาพประกอบเรื่องราวที่แปลกใหม่และแตกต่างจากคนอื่น ซึ่งแสดงว่า นักเรียนมีพฤติกรรมในการคิดริเริ่ม มีการให้รายละเอียดของชิ้นงานเพิ่มขึ้น มีการสร้างสีสันที่แตกต่างกัน มีความเป็นระเบียบเรียบร้อยมากขึ้น ซึ่งบ่งชี้ว่านักเรียนมีความคิดละเอียดลออเพิ่มขึ้น นักเรียนยังให้ข้อสังเกตว่าผลงานของนักเรียนจะพัฒนาได้เรื่อยๆ เมื่อมีสื่อการเรียนการสอนที่แปลกใหม่และหลากหลายมานำเสนอให้นักเรียนได้พบเห็นอย่างสม่ำเสมอ ซึ่งสิ่งนี้จะช่วยให้นักเรียนมีกรอบการคิดที่กว้างขึ้น เป็นการส่งเสริมและพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียน

ประภาพร อุไร (2549) ได้ศึกษาและพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่เน้นความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 ผลการศึกษาพบว่า การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่เน้นความคิดสร้างสรรค์ มีค่าเฉลี่ยของคะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์เท่ากับ 26.38 และแยกเป็นรายด้าน ความคล่องแคล่วในการคิด ความยืดหยุ่นในการคิดและความคิดริเริ่มเท่ากับ 17.45 , 6.37 และ 2.56 ตามลำดับ ด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนมีค่าเฉลี่ยของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคิดเป็นร้อยละ 72.97 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 ด้านพฤติกรรมนักเรียนมีส่วนร่วมในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนและเป็นผู้ลงมือปฏิบัติกิจกรรมต่างๆ ด้วยตนเองมีการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นร่วมกัน เกิดทักษะในการทำงานกลุ่ม สามารถทำงานร่วมกับผู้อื่นได้ มีการร่วมมือและช่วยเหลือซึ่งกันและกัน รู้จักยอมรับฟังความคิดเห็นและช่วยเหลือซึ่งกันและกัน และด้านลักษณะที่พึงประสงค์พบว่า นักเรียนเกิด

ทักษะการทำงานกลุ่ม รู้แนวทางในการแก้ไขปัญหา กล้าคิด กล้าแสดงออก และมีการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์

รุจิอาภา รุจิยาพนนท์ (2550) ได้พัฒนากิจกรรมการสอนคณิตศาสตร์โดยใช้การแก้ปัญหา ปลายเปิดเพื่อศึกษาความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้น ประถมศึกษาปีที่ 6 โดยใช้การทดสอบด้วยแบบวัดความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ การสังเกตพฤติกรรมความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์และการสัมภาษณ์ ผลการศึกษา พบว่า นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่ปฏิบัติด้วยกิจกรรมการเรียนการสอนคณิตศาสตร์โดยใช้ การแก้ปัญหาปลายเปิดมีคะแนนความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ผ่านเกณฑ์ ตั้งแต่ร้อยละ 60 ขึ้นไปของคะแนนเต็ม เป็นจำนวนไม่มากกว่าร้อยละ 50 ของจำนวนนักเรียน ทั้งหมดที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

ตอนที่ 2 การแก้ปัญหาและการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์

2.1 ความหมายของปัญหาและการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

สมาคมนักคณิตศาสตร์แห่งชาติของสหรัฐอเมริกา ได้ระบุไว้ในหนังสือประจำปี ค.ศ.1980: การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ระดับโรงเรียน (Problem Solving in School Mathematics) ว่า “การแก้ปัญหาคือเป็นจุดเน้นที่สำคัญของการเรียนการสอนคณิตศาสตร์” (Krulik. 1980) ซึ่งสิ่งนี้ทำให้นักการศึกษาทั่วโลกหันมาสนใจศึกษาการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ในทุกระดับชั้น ในบรรดานักการศึกษาเหล่านั้น มีนักการศึกษาสำคัญหลายท่านได้ให้ความหมายของ “ปัญหา” และ “การแก้ปัญหา” ไว้ดังนี้

เลสเตอร์ (Lester. 1978: 54) ได้ให้คำจำกัดความของ “ปัญหา” (problem) ว่าเป็น “สถานการณ์ที่บุคคลหรือกลุ่มบุคคลได้กระทำต่องานนั้นเพื่อให้ได้วิธีหาคำตอบที่สมบูรณ์” ซึ่งคำจำกัดความดังกล่าวได้รับการสนับสนุนจาก เรย์ ชัยแดม และลินด์ควิสต์ (Rey; Suydam & Lindquist. 2004: 98) ซึ่งให้คำจำกัดความไว้ว่า “ปัญหาเป็นสถานการณ์ที่บุคคลต้องการบางสิ่ง แต่ไม่รู้ทันทีว่าจะอะไรที่ต้องทำเพื่อให้ได้สิ่งนั้นมา” นอกจากนั้น โปซาเมนเทียและครูลิก (Posamentier; & Krulick. 1998: 1) ได้ให้คำจำกัดความว่า “ปัญหาเป็นสถานการณ์ที่บุคคลเผชิญและต้องการ ค้นหาคำตอบโดยวิถีทางการหาคำตอบยังไม่รู้ในทันที” ขณะที่ ครูลิกและรุนด์นิก (Krulik; & Rundnick. 1993: 6) ยังได้ให้คำจำกัดความเช่นเดียวกันว่า “ปัญหาเป็นสถานการณ์ที่บุคคลหรือกลุ่มบุคคลต้องการที่จะค้นหาคำตอบ แต่ยังไม่รู้วิถีทางที่จะหาคำตอบ”

สำหรับประเทศไทย สมเดช บุญประจักษ์ (2543: 2) กล่าวว่า “ปัญหาทางคณิตศาสตร์ หมายถึง สถานการณ์ปัญหาที่ต้องใช้ความรู้และวิธีการทางคณิตศาสตร์ในการหาคำตอบ” ส่วน เอนก จันทรวงษ์ (2545: 6) กล่าวว่า “ปัญหาทางคณิตศาสตร์ หมายถึง คำถามหรือสถานการณ์ที่ต้องการคำตอบ โดยที่ผู้แก้ปัญหาส่วนใหญ่ไม่สามารถหาคำตอบได้ทันที ต้องใช้ความรู้และทักษะในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ช่วยหาคำตอบของคำถามหรือสถานการณ์นั้นๆ”

นอกจากนี้ รุ่งฟ้า จันท์จารุภรณ์ (Rungfa Janjaruporn. 2005: 5) และ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2551: 7) กล่าวในทำนองเดียวกันว่า “ปัญหาทางคณิตศาสตร์ หมายถึง สถานการณ์ที่เกี่ยวกับคณิตศาสตร์ซึ่งเผชิญอยู่และต้องการค้นหาคำตอบ โดยที่ยังไม่รู้ขั้นตอน/วิธีการที่จะได้คำตอบของสถานการณ์นั้นในทันที”

นักการศึกษาข้างต้นต่างเห็นว่า “ปัญหาเป็นสถานการณ์ที่บุคคลหรือกลุ่มบุคคลต้องการค้นหาคำตอบแต่ยังไม่รู้ทันทีว่าจะอะไรที่ต้องทำให้ได้คำตอบนั้นมา” ถ้าปัญหานั้นง่ายเกินไปจนบุคคลรู้วิธีการหาคำตอบหรือคำตอบทันทีแล้วปัญหานั้นก็ไม่ใช่ปัญหาอีกต่อไป และปัญหาสำหรับผู้เรียนคนหนึ่งอาจไม่ใช่ปัญหาสำหรับผู้เรียนอีกคนหนึ่งก็ได้

นอกจากความหมายของปัญหา นักการศึกษายังได้ให้คำจำกัดความของ “การแก้ปัญหา” อีกในหลากหลายความหมาย เช่น เลสเตอร์ (Lester. 1978: 54) ได้ให้คำจำกัดความว่า “การแก้ปัญหา (problem solving) เป็นเซตของการกระทำที่มีต่องานของการแก้ปัญหา” ขณะที่ โพลยา (Polya. 1981: ix) ได้ให้คำจำกัดความว่า “การแก้ปัญหามิใช่เป็นการค้นหาแนวทางการหลบหลีกความยากลำบากและอุปสรรค เพื่อให้บรรลุจุดมุ่งหมายที่ไม่สามารถสำเร็จได้ในทันที” ส่วน ครูลิกและรุนด์นิก (Krulik; & Rudnick. 1987: 4) ได้ให้คำจำกัดความว่า “การแก้ปัญหามิใช่กระบวนการซึ่งบุคคลใช้ทักษะและความเข้าใจที่มีอยู่ในการแก้ปัญหาหรือสถานการณ์ที่ไม่คุ้นเคย” ขณะที่ สมาคมครูคณิตศาสตร์แห่งชาติของสหรัฐอเมริกา (NCTM. 2000: 52) ได้ให้คำจำกัดความว่า “การแก้ปัญหามิใช่เป็นการดำเนินการต่องานที่วิธีการหาคำตอบยังไม่รู้มาก่อน”

สำหรับประเทศไทย ปรีชา เนาว์เย็นผล (2537: 62) ได้ให้คำจำกัดความว่า “การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ หมายถึง การหาวิธีการเพื่อให้ได้คำตอบ ซึ่งผู้แก้ปัญหามิใช่ใช้ความรู้ ความคิด และประสบการณ์เดิมประมวลเข้ากับสถานการณ์ใหม่ที่กำหนดให้ในปัญหา” นอกจากนี้ รุ่งฟ้า จันท์จารุภรณ์ (Rungfa Janjaruporn. 2005: 5) และสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2551: 7) กล่าวในทำนองเดียวกันว่า “การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ หมายถึง กระบวนการในการประยุกต์ความรู้ทางคณิตศาสตร์ ขั้นตอน/กระบวนการแก้ปัญหา กลยุทธ์ในการแก้ปัญหา และประสบการณ์ที่มีอยู่ไปใช้ในการค้นหาคำตอบของปัญหาทางคณิตศาสตร์”

สำหรับงานวิจัยนี้ ผู้วิจัยให้ความหมายของปัญหาทางคณิตศาสตร์ และการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ดังนี้

ปัญหาทางคณิตศาสตร์ หมายถึง สถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ซึ่งนักเรียนเผชิญอยู่และต้องการค้นหาคำตอบ โดยที่ยังไม่รู้วิธีการหรือขั้นตอนที่จะได้คำตอบของสถานการณ์นั้นในทันที

การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ หมายถึง กระบวนการในการประยุกต์ความรู้ทางคณิตศาสตร์ กระบวนการแก้ปัญหา กลยุทธ์ในการแก้ปัญหาและประสบการณ์ที่มีอยู่ เพื่อใช้ในการค้นหาคำตอบของปัญหาทางคณิตศาสตร์

2.2 ประเภทของปัญหา

ในการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหา นักเรียนจะต้องฝึกฝน และมีประสบการณ์ในการแก้ปัญหาหลากหลายรูปแบบ ซึ่งนักการศึกษาได้แบ่งปัญหาทางคณิตศาสตร์ออกเป็นประเภทต่างๆ โดยพิจารณาจากเกณฑ์ต่อไปนี้

2.2.1 พิจารณาจากจุดประสงค์ของปัญหา

โพลยา (Polya. 1957: 154) ได้แบ่งปัญหาทางคณิตศาสตร์ออกเป็น 2 ประเภท ได้แก่

- 1) ปัญหาให้ค้นหาคำตอบ (problem to find an answer) เป็นปัญหาที่ต้องการให้นักเรียนค้นหาคำตอบซึ่งอาจอยู่ในรูปปริมาณหรือจำนวน หรือให้หาวิธีการและคำอธิบายเหตุผล
- 2) ปัญหาให้พิสูจน์ (problem to prove) เป็นปัญหาที่ต้องการให้นักเรียนแสดงการให้เหตุผลว่า “ข้อความที่กำหนดให้เป็นจริง” หรือ “ข้อความที่กำหนดให้เป็นเท็จ”

2.2.2 พิจารณาจากลักษณะของปัญหา

บิทเทอร์ ฮาร์ทฟิลด์ และ เอ็ดเวิร์ดส์ (Bitter; Hartfield; & Edwards. 1989: 37) ได้แบ่งปัญหาทางคณิตศาสตร์ออกเป็น 3 ประเภท ได้แก่

- 1) ปัญหาปลายเปิด (open-ended problems) เป็นปัญหาที่มีคำตอบได้หลายคำตอบ ปัญหาลักษณะนี้จะมองว่ากระบวนการแก้ปัญหาเป็นสิ่งสำคัญมากกว่าคำตอบ
- 2) ปัญหาให้ค้นพบ (discovery problems) เป็นปัญหาที่มีคำตอบเดียว แต่มีวิธีการหาคำตอบหลายวิธี
- 3) ปัญหาแนะให้ค้นพบ (guided discovery problems) เป็นปัญหาที่ต้องมีการแนะแนวทางในการหาคำตอบ

2.2.3 พิจารณาจากตัวผู้แก้ปัญหา

เลสเตอร์ (Lester. 2001: 570) เมเยอร์และเฮการ์ตี (Mayer; & Hegarty. 1996: 32) ได้แบ่งปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้เป็น 2 ประเภท ได้แก่ ปัญหาที่คุ้นเคย และปัญหาที่ไม่คุ้นเคย

- 1) ปัญหาที่คุ้นเคย (routine problems) เป็นปัญหาที่นักเรียนมีความคุ้นเคยกับโครงสร้างและกลยุทธ์ในการแก้ปัญหาเหล่านั้น มักพบเห็นในหนังสือเรียน ส่วนมากเป็นปัญหาที่มีโครงสร้างไม่ซับซ้อนมากนัก
- 2) ปัญหาที่ไม่คุ้นเคย (non-routine problems) เป็นปัญหาที่นักเรียนไม่คุ้นเคยกับโครงสร้างและกลยุทธ์ในการแก้ปัญหา มักไม่ค่อยพบในหนังสือเรียน เมื่อต้องเผชิญกับปัญหาเหล่านี้ นักเรียนต้องประมวลผลความรู้ความสามารถหลายอย่างเข้าด้วยกันจึงจะแก้ปัญหาได้ ส่วนมากเป็นปัญหาที่มีโครงสร้างซับซ้อน ซึ่งปัญหาประเภทนี้ถูกนำมาใช้ในการประเมินกระบวนการแก้ปัญหาของนักเรียน

สำหรับงานวิจัยนี้ ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่ใช้เป็นปัญหาที่ไม่คุ้นเคย (non-routine problem) ซึ่งแต่ละปัญหามีคำตอบมากกว่าหนึ่งคำตอบ และใช้เนื้อหาคณิตศาสตร์เรื่อง จำนวน ที่ไม่เกินชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ในการแก้ปัญหาเหล่านั้น

2.3 กระบวนการแก้ปัญหา

เนื่องจากการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เป็นทักษะ/กระบวนการทางคณิตศาสตร์อย่างหนึ่งที่นักเรียนจะต้องฝึกฝนพัฒนาให้เกิดขึ้น แต่มีนักเรียนจำนวนมากไม่รู้ว่าจะต้องดำเนินการแก้ปัญหานั้นอย่างไร หรือมีกระบวนการแก้ปัญหายังไร เพื่อให้นักเรียนประสบผลสำเร็จในการแก้ปัญหาวงคณิตศาสตร์ ครูควรปลูกฝังให้นักเรียนเข้าใจ กระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ สำหรับกระบวนการแก้ปัญหาย่อยรับและนำมาใช้กันอย่างแพร่หลาย คือ กระบวนการแก้ปัญหตามแนวคิดของโพลยา (Polya. 1957: 5-19) ซึ่งประกอบด้วยขั้นตอนสำคัญ 4 ขั้นตอน ดังนี้

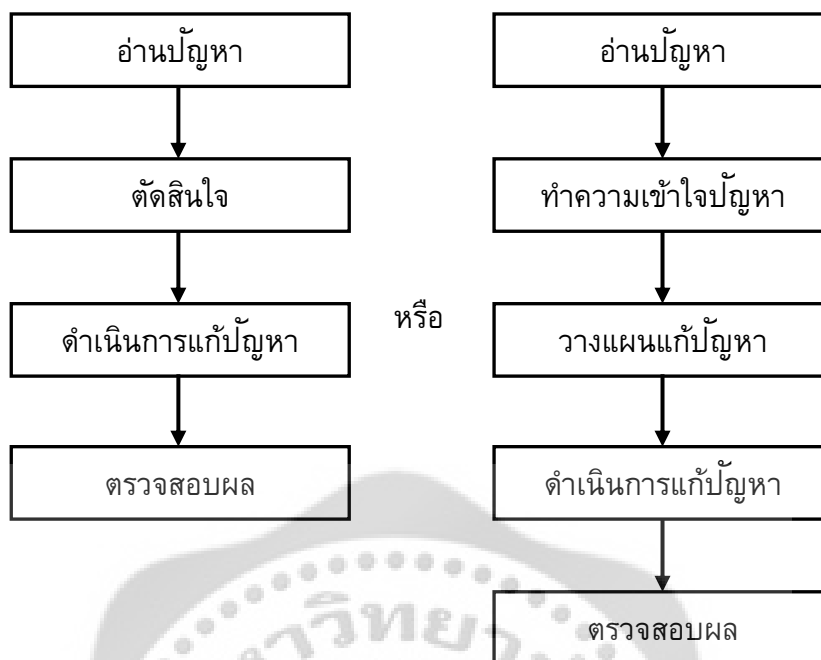
ขั้นที่ 1 ทำความเข้าใจปัญหา ขั้นตอนนี้เป็นขั้นเริ่มต้นของการแก้ปัญหาที่ต้องการให้นักเรียนคิดเกี่ยวกับปัญหา และตัดสินใจว่าอะไรคือสิ่งที่ต้องการค้นหา นักเรียนต้องทำความเข้าใจปัญหาและระบุส่วนสำคัญของปัญหา ซึ่งได้แก่ ตัวไม่รู้จักค่า ข้อมูลและเงื่อนไข ในการทำความเข้าใจปัญหานักเรียนต้องพิจารณาส่วนสำคัญของปัญหาอย่างถี่ถ้วน พิจารณาเข้าไปข้างหน้า พิจารณาหลากหลายมุมมอง หรืออาจใช้วิธีต่าง ๆ ช่วยในการทำความเข้าใจปัญหา เช่น การเขียนภาพ การเขียนแผนภูมิ หรือการเขียนสาระของปัญหาด้วยถ้อยคำของตนเอง

ขั้นที่ 2 วางแผนแก้ปัญหา ขั้นตอนนี้ต้องการให้นักเรียนค้นหาความเชื่อมโยงหรือความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลและตัวไม่รู้จักค่า แล้วนำความสัมพันธ์นั้นมาผสมผสานกับประสบการณ์ในการแก้ปัญหา เพื่อกำหนดแนวทางหรือแผนในการแก้ปัญหา และเลือกกลยุทธ์ในการแก้ปัญหา

ขั้นที่ 3 ดำเนินการตามแผน ขั้นตอนนี้ต้องการให้นักเรียนลงมือปฏิบัติตามแนวทางหรือแผนที่วางไว้ โดยเริ่มจากการตรวจสอบความเป็นไปได้ของแผน เพิ่มเติมรายละเอียดต่าง ๆ ของแผนให้ชัดเจน แล้วลงมือปฏิบัติจนกระทั่งสามารถหาคำตอบได้ ถ้าแผนหรือกลยุทธ์ในการแก้ปัญหาที่เลือกไว้ไม่สามารถแก้ปัญหาได้ นักเรียนต้องค้นหาแผนหรือกลยุทธ์ในการแก้ปัญหาใหม่

ขั้นที่ 4 ตรวจสอบผล ขั้นตอนนี้ต้องการให้นักเรียนมองย้อนกลับไปยังคำตอบที่ได้มา โดยเริ่มจากการตรวจสอบความถูกต้อง ความสมเหตุสมผลและกลยุทธ์ในการแก้ปัญหาที่ใช้ แล้วพิจารณาว่ามีคำตอบหรือมีกลยุทธ์ในการแก้ปัญหายังอื่นอีกหรือไม่

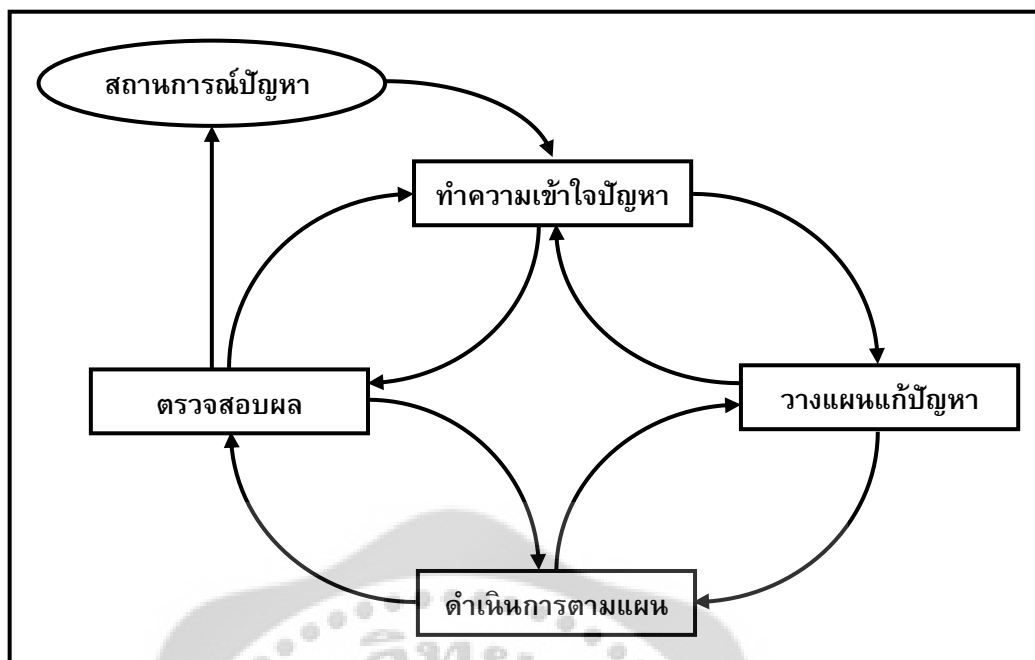
เนื่องจากคนส่วนใหญ่มองว่ากระบวนการแก้ปัญหตามแนวคิดของโพลยาจะต้องดำเนินการตามขั้นตอนเป็นแนวเส้นตรง โดยไม่มีการกระทำย้อนกลับ ซึ่ง รุ่งฟ้า จันทร์จารุภรณ์ (Rungfa Janjaruporn. 2005: 14) ได้แสดงไว้ ดังภาพประกอบ 1



ภาพประกอบ 1 กระบวนการแก้ปัญหาเป็นแนวเส้นตรง

ที่มา: Rungfa Janjaruporn. (2005). *The Development of a Problem-Solving Instructional Program to Develop Preservice Teachers' Competence in Solving Mathematical Problems and Their Beliefs Related to Problem Solving*. p. 14.

วิลสัน เฟอร์นันเดซ และฮาตาเวย์ (Wilson; Fernandez; & Hadaway. 1993: 60–62) จึงเสนอแนะกระบวนการแก้ปัญหาที่เป็นพลวัต (Dynamic problem-solving process) ซึ่งเป็นกระบวนการแก้ปัญหาที่สนับสนุนกระบวนการแก้ปัญหาของโพลยาในรูปแบบที่แสดงความเป็นพลวัต มีลำดับไม่ตายตัว สามารถวนไปเวียนมาได้ ซึ่ง รุ่งฟ้า จันทร์จารุภรณ์ (Rungfa Janjaruporn. 2005: 15) ได้แสดงไว้ดังภาพประกอบ 2



ภาพประกอบ 2 กระบวนการแก้ปัญหาที่เป็นพลวัต

ที่มา: Rungfa Janjaruporn. (2005). *The Development of a Problem-Solving Instructional Program to Develop Preservice Teachers' Competence in Solving Mathematical Problems and Their Beliefs Related to Problem Solving.* p. 15.

จากกระบวนการแก้ปัญหาที่เป็นพลวัตในภาพประกอบ 2 อธิบายได้ดังนี้ เมื่อต้องเผชิญกับสถานการณ์ที่เป็นปัญหา นักเรียนจะต้องเริ่มทำความเข้าใจกับปัญหาก่อน หลังจากนั้นวางแผนแก้ปัญหา ดำเนินการตามแผนที่วางไว้ จนกระทั่งหาคำตอบได้ สุดท้ายตรวจสอบผล พิจารณาความถูกต้อง ความสมเหตุสมผลของคำตอบที่ได้

สำหรับทิศทางของลูกศรนั้น เป็นการพิจารณาหรือตัดสินใจที่จะเคลื่อนการกระทำจากขั้นตอนหนึ่งไปสู่อีกขั้นตอนหนึ่ง หรือพิจารณาย้อนกลับไปขั้นตอนก่อนหน้าเมื่อมีปัญหาหรือข้อสงสัย เช่น เมื่อนักเรียนทำความเข้าใจปัญหา และคิดว่ามีความเข้าใจปัญหาดีแล้ว ก็เคลื่อนการกระทำไปสู่ขั้นวางแผนแก้ปัญหา และดำเนินการแก้ปัญหตามแผนที่วางไว้ แต่ไม่สามารถหาคำตอบได้ นักเรียนก็อาจจะย้อนกลับไปวางแผนใหม่ หรืออาจต้องกลับไปทำความเข้าใจปัญหาใหม่ เพื่อปรับปรุงวิธีการแก้ปัญหาให้ดียิ่งขึ้น

สำหรับงานวิจัยนี้ ผู้วิจัยให้ความหมายของกระบวนการแก้ปัญหา ดังนี้

กระบวนการแก้ปัญหา หมายถึง กระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ตามแนวคิดของโพลยา และกระบวนการแก้ปัญหาที่เป็นพลวัตตามแนวคิดของวิลสันและคณะ ซึ่งประกอบด้วย

4 ขั้นตอน ได้แก่ การทำความเข้าใจปัญหา การวางแผนแก้ปัญหา การดำเนินการตามแผน และการตรวจสอบผล

2.4 การตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์

ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ นอกจากกิจกรรมการแก้ปัญหาแล้ว ครูสามารถจัดกิจกรรมการตั้งปัญหา (problem posing หรือ posing a problem) ได้อีกด้วย ซึ่ง อิงลิช (English. 1997A: 173) กล่าวว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ผ่านการตั้งปัญหาในชั้นเรียน จะช่วยส่งเสริมให้นักเรียนเกิดความอยากรู้อยากเห็น มีความคิดที่หลากหลายและความคิดยืดหยุ่น มีความรับผิดชอบในการเรียนรู้ มีทัศนคติที่ดีขึ้นต่อธรรมชาติของคณิตศาสตร์ ลดความกลัวและความวิตกกังวลในการเรียนรู้อคณิตศาสตร์ ตลอดจนทำให้ครูและนักเรียนตระหนักถึงการรับรู้ความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนและความคิดที่มีอยู่ เสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาและพัฒนาความรู้พื้นฐานของนักเรียนได้

เอบู-แอลวัน (Abu-Elwan. 1999: Online) ได้กล่าวเสริมอีกว่า กิจกรรมการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหาในชั้นเรียน จะช่วยพัฒนาการคิดเชิงคณิตศาสตร์ของนักเรียนให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับ ซิลเวอร์ (Silver. 1997: Online) ที่กล่าวว่า การแก้ปัญหาและการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์เป็นลักษณะหนึ่งของกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ อีกทั้งยังเป็นหัวใจของคณิตศาสตร์และการคิดเชิงคณิตศาสตร์ด้วย ซึ่งสิ่งนี้ทำให้นักการศึกษาทั่วโลกหันมาสนใจศึกษาการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ในทุกระดับชั้น ในบรรดานักการศึกษาเหล่านั้น มีนักการศึกษาสำคัญหลายท่านได้ให้ความหมายของ “การตั้งปัญหา” ไว้ดังนี้

ดันเกอร์ (Abu-Elwan. 1999: Online; อ้างอิงจาก Dunker. 1945.) กล่าวว่า การตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ หมายถึง การสร้างสถานการณ์ปัญหาใหม่ หรือการสร้างสถานการณ์ปัญหาจากสิ่งที่กำหนดให้ ในทำนองเดียวกัน สภาครูคณิตศาสตร์แห่งชาติของสหรัฐอเมริกา (NCTM. 1991: 95) กล่าวว่า การตั้งปัญหาเป็นการเปิดโอกาสให้นักเรียนได้สร้างปัญหาจากสถานการณ์ที่กำหนด และการสร้างปัญหาใหม่โดยการปรับเปลี่ยนเงื่อนไขของปัญหาที่กำหนดให้ ซึ่งสอดคล้องกับ ซิลเวอร์ (Lowrie. 2002: Online; อ้างอิงจาก Silver. 1994.) ที่กล่าวว่า การตั้งปัญหามี 2 ลักษณะ คือ การสร้างปัญหาใหม่ และการปรับเปลี่ยนปัญหาจากสถานการณ์ที่กำหนด

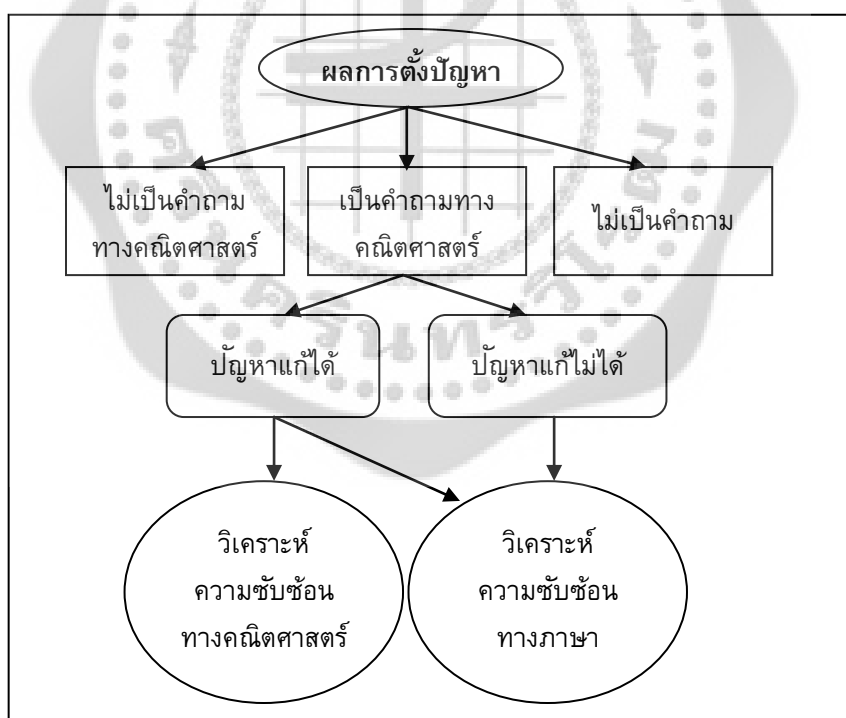
นอกจากนี้ สโตยาโนวา (Abu-Elwan. 1999: Online; อ้างอิงจาก Stoyanova. 1996) ยังกล่าวว่า การตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ คือ กระบวนการที่ใช้ในการสร้างสถานการณ์ปัญหาทางคณิตศาสตร์อย่างมีความหมาย ขณะที่ ลัง (Leung. 1997: Online) กล่าวถึงการตั้งปัญหาว่าเป็นการให้ผู้แก้ปัญหาสร้างสรรค์สถานการณ์ปัญหาที่ยังไม่ทราบคำตอบ

สำหรับประเทศไทย เครือวัลย์ ไวแสง (2549: 6) ให้ความหมายของการตั้งปัญหาว่า หมายถึง การยอมรับปัญหาและการทำทหายปัญหาทางคณิตศาสตร์ตามกรอบทฤษฎีของ Brown & Walter (2005) การสร้างปัญหาแบ่งออกเป็น 2 ระยะ ได้แก่ ระยะที่ 1 คือการยอมรับปัญหา (accepting) ว่าเป็นปัญหาของตนเอง เมื่อเป็นปัญหาของตนเองจึงอยากจะแก้ปัญหา พฤติกรรมที่แสดงออกว่ามีการยอมรับปัญหา คือ มีการพูดถึงเงื่อนไขที่โจทย์กำหนดให้ ตีความโจทย์ปัญหา มี

ความพยายามที่จะหาคำตอบ เสียงตั้งคำถามโดยที่อาจจะไม่มีวิธีการหาคำตอบเลย มีการตีความหมายของคณิตศาสตร์ ระยะที่ 2 คือ การท้าทายปัญหา (challenging) ได้แก่ การเปลี่ยนแปลงเงื่อนไขของปัญหา การตั้งคำถามเชิง “ถ้าเป็นอย่างนี้แล้วจะเป็นอย่างไร (What if...)” หรือ “ถ้าไม่เป็นอย่างนั้นแล้วจะเป็นอย่างไร (What if not...)”

นอกจากนี้ สุภวรรณ โคตรท่าน (2551: 6) ให้ความหมายของการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ ว่าหมายถึง การที่นักเรียนตั้งปัญหาย่อยๆ จากสถานการณ์ปัญหาปลายเปิดที่กำหนดให้ หรือการเห็นแง่มุมต่างๆ ที่จะนำไปใช้ในการแก้ปัญหาต่อไป ซึ่งเกิดจาก 2 แง่มุม ได้แก่ การยอมรับ (accepting) หมายถึง การที่นักเรียนนำสิ่งที่ตนเองได้เรียนรู้มาก่อน หรือแง่มุมต่างๆ จากเงื่อนไขของสถานการณ์ปัญหาปลายเปิดที่กำหนดให้ หรือแง่มุมจากการที่ได้ปฏิสัมพันธ์กันในกลุ่มย่อยมาใช้ในการแก้ปัญหา และ การท้าทาย (challenging) หมายถึง การที่นักเรียนเปลี่ยนแปลงเงื่อนไขของสถานการณ์ปัญหาปลายเปิดที่กำหนดให้ หรือเปลี่ยนแง่มุมที่จะนำมาใช้ในการแก้ปัญหาจากการที่ได้ปฏิสัมพันธ์กันในกลุ่มย่อย

ในการประเมินการตั้งปัญหาของนักเรียน ซิลเวอร์ และไช (Silver; & Cai. 1996: 526) ได้สรุปวิธีการวิเคราะห์ผลการตั้งปัญหาของนักเรียนไว้ ดังภาพประกอบ 3



ภาพประกอบ 3 ผลการตั้งปัญหาของนักเรียน ตามแนวคิดของซิลเวอร์ และไช

ที่มา: Silver, Edward A.; & Cai Jinfa. (1996). An analysis of arithmetic problem posing by middle school student. *Journal for Research in Mathematics Education*. 27(5): p. 526.

ในทำนองเดียวกัน ลัง และ ซิลเวอร์ (Leung. 1997: 83; อ้างอิงจาก Leung; & Silver. 1997) ได้ประเมินการตั้งปัญหาของนักเรียนจาก 2 องค์ประกอบ คือ

1. ประเภทของปัญหา ซึ่งพิจารณา 3 ด้าน ดังนี้

1.1 ด้านเนื้อหา (content) ประกอบด้วย ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับคณิตศาสตร์ และ ปัญหาที่ไม่เกี่ยวข้องกับคณิตศาสตร์

1.2 ด้านความเป็นไปได้ (feasibility of initial state) ประกอบด้วย ปัญหาที่มี เหตุผล และปัญหาที่ไม่มีเหตุผล

1.3 ด้านข้อมูลที่ใช้ในการแก้ปัญหา (data required in solving) ประกอบด้วย ปัญหาที่ให้ข้อมูลไม่เพียงพอ ปัญหาที่ให้ข้อมูลเพียงพอ และปัญหาที่ให้ข้อมูลเกินความต้องการต่อการแก้ปัญหา

2. ความซับซ้อนทางด้านภาษาและโครงสร้างของปัญหา ซึ่งพิจารณาจากข้อกำหนด (assignment) ความสัมพันธ์ และ ข้อเท็จจริงหรือเงื่อนไขที่กำหนด

นอกจากนี้ เควก มีก ลิน และลาย ไว ลัง (Kwek Meek Lin; & Lye Wai Leng. 2007: Online) ได้เสนอเกณฑ์การประเมินการตั้งปัญหาของนักเรียน โดยแบ่งระดับความซับซ้อนของ ปัญหาไว้เป็น 3 ระดับ ดังนี้

ตาราง 2 การแบ่งระดับความซับซ้อนของปัญหา

ความซับซ้อนต่ำ	ความซับซ้อนปานกลาง	ความซับซ้อนสูง
ในระดับนี้ จะใช้เพียงความจำและใช้ความรู้ที่เรียนมาแล้ว ใช้วิธีการแก้ปัญหาที่คุ้นเคยอย่างอัตโนมัติ โดยไม่ใช้ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ในการแก้ปัญหา ลักษณะบางประการของความซับซ้อนต่ำ คือ	ในระดับนี้ ต้องอาศัยความคิดยืดหยุ่น และมีแนวทางที่หลากหลายมากกว่าความซับซ้อนต่ำ ใช้วิธีการคิดหลายขั้นตอน ผู้แก้ปัญหาต้องตัดสินใจว่าจะทำอะไร โดยใช้วิธีที่ไม่เป็นทางการในการให้เหตุผลและกลยุทธ์ในการแก้ปัญหา ลักษณะบางประการของความซับซ้อนปานกลาง คือ	ในระดับนี้ ต้องอาศัยทักษะขั้นสูง คือ การให้เหตุผล การวางแผน การวิเคราะห์ การตัดสินใจ และความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ คำตอบที่เป็นที่ยอมรับ จะต้องอาศัยการคิดอย่างเป็นนามธรรมและสง่างาม ลักษณะบางประการของความซับซ้อนสูง คือ
<ul style="list-style-type: none"> - จดจำข้อเท็จจริงหรือสมบัติได้ - คำนวณผลบวก ผลต่าง ผลคูณ หรือผลหารได้ - แก้ปัญหาตามขั้นตอนอย่างเฉพาะเจาะจง - แก้ปัญหาขั้นตอนเดียว - ใช้ข้อมูลจากกราฟ ตาราง หรือรูปภาพ 	<ul style="list-style-type: none"> - นำเสนอสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์มากกว่าหนึ่งแนวทาง - แสดงเหตุผลในแต่ละขั้นตอนของการแก้ปัญหา - แปลความหมายของการนำเสนอ - แก้ปัญหาหลายขั้นตอน - ขยายแบบรูป - ใช้ข้อมูลจากกราฟ ตาราง หรือรูปภาพในการแก้ปัญหา - แปลความหมายของการอภิปรายอย่างง่ายได้ 	<ul style="list-style-type: none"> - อธิบายการนำเสนอที่แตกต่าง และสามารถนำไปใช้แก้ปัญหาได้ - ใช้การแก้ปัญหาหลายขั้นตอนและมีหลายจุดที่ต้องตัดสินใจ - ใช้รูปทั่วไปของแบบรูป - แก้ปัญหาได้มากกว่าหนึ่งวิธี - อธิบายและแสดงเหตุผลในการแก้ปัญหา - อธิบาย เปรียบเทียบ และความแตกต่างของวิธีการแก้ปัญหา - วิเคราะห์เงื่อนไขจากคำตอบ - เกิดการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

ที่มา: Kwek Meek Lin; & Lye Wai Leng. (2007). *Using problem-posing as an assessment tool*. (Online).

สำหรับงานวิจัยนี้ ผู้วิจัยให้ความหมายของการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ ดังนี้ การตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ หมายถึง กระบวนการในการคิดสถานการณ์หรือปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยอาศัยข้อมูลหรือเงื่อนไขที่กำหนดมาให้ ซึ่งสถานการณ์หรือปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่ได้ อาจมีหลายขั้นตอน มีความซับซ้อน หรือใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่ยากแตกต่างกัน ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับความสามารถของผู้ตั้งปัญหาแต่ละคน

โดยใช้เกณฑ์การประเมินการตั้งปัญหาของนักเรียน ตามแนวคิดของซิลเวอร์ และไซ (Silver; & Cai. 1996: 526) และเควก มีก ลิน และลาย ไว ลิ่ง (Kwek Meek Lin; & Lye Wai Leng. 2007: Online) ดังรายละเอียดข้างต้น

2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์

ในงานวิจัยนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยเน้นที่เกี่ยวข้องกระบวนการคิด ความคิดคล่อง ความคิดยืดหยุ่น และความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

อิงลิช (English, 1997B: Online) ได้ศึกษาการพัฒนาความสามารถในการตั้งปัญหาของนักเรียนเกรด 5 มีวัตถุประสงค์เพื่อ ศึกษาว่าความรู้สึกเชิงจำนวนและทักษะการแก้ปัญหาที่แปลกใหม่ของนักเรียนส่งผลต่อความสามารถในการตั้งปัญหาทั้งปัญหาที่คุ้นเคยและปัญหาที่ไม่คุ้นเคย โดยอาศัยองค์ประกอบของกรอบแนวคิดที่ใช้ในการพัฒนาการตั้งปัญหา 3 ประการ ดังนี้

1. นักเรียนมีความรู้ความเข้าใจโครงสร้างของปัญหา
2. นักเรียนมีความรู้ความเข้าใจประเภทของปัญหา
3. เพื่อพัฒนาความคิดที่หลากหลายทางคณิตศาสตร์

ก่อนนักเรียนเข้าร่วมกิจกรรมได้ผ่านการคัดเลือก จำนวน 27 คน เพื่อสัมภาษณ์ก่อนและหลังการพัฒนาการตั้งปัญหา โดยมีนักเรียนที่ได้รับการพัฒนาการตั้งปัญหาจำนวน 17 คน โดยแบ่งนักเรียนเป็น 3 กลุ่ม คือ นักเรียนที่มีความสามารถด้านความรู้สึกเชิงจำนวนสูงแต่ด้านการแก้ปัญหาลด นักเรียนที่มีความสามารถด้านความรู้สึกเชิงจำนวนต่ำแต่ด้านการแก้ปัญหาลด และนักเรียนที่มีความสามารถด้านความรู้สึกเชิงจำนวนและด้านการแก้ปัญหาลด ผลจากการสัมภาษณ์ก่อนและหลังการพัฒนาการตั้งปัญหา และจากร่องรอยงานเขียนของนักเรียน พบว่า นักเรียนกลุ่มทดลองมีพัฒนาการในการตั้งปัญหาดีกว่านักเรียนที่ไม่ได้รับการพัฒนาการตั้งปัญหา นอกจากนี้ความรู้สึกเชิงจำนวนและทักษะการแก้ปัญหาที่แปลกใหม่ของนักเรียนส่งผลต่อความสามารถในการตั้งปัญหา โดยนักเรียนที่มีความสามารถด้านความรู้สึกเชิงจำนวนสูงมักจะตั้งปัญหาได้ดีกว่านักเรียนที่มีความสามารถด้านความรู้สึกเชิงจำนวนต่ำ

ไซ และหวัง (Cai; & Hwang, 2002: Online) ได้ทำการศึกษาทักษะการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหาที่เกี่ยวข้องกับแบบรูปของนักเรียนเกรด 6 ในประเทศสหรัฐอเมริกาและประเทศจีน มีจุดประสงค์เพื่อ ศึกษาทักษะการแก้ปัญหา ความสามารถในการตั้งปัญหา และความสัมพันธ์ของการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหา กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนเกรด 6 ในประเทศสหรัฐอเมริกาจำนวน 98 คน และประเทศจีนจำนวน 155 คน ผลการศึกษาพบว่า นักเรียนจีนมีทักษะการแก้ปัญหาลดกว่านักเรียนสหรัฐอเมริกา โดยนักเรียนจีนเลือกใช้กลยุทธ์ที่เป็นนามธรรมและนำเสนอแนวคิดโดยใช้สัญลักษณ์ ในขณะที่นักเรียนสหรัฐอเมริกานำเสนอแนวคิดที่ใช้การวาดภาพ ในด้านการตั้งปัญหาทั้งนักเรียนจีนและสหรัฐอเมริกาสถาสามารถตั้งปัญหาได้หลากหลายประเภท โดยพิจารณาจากขั้นตอนในการแก้ปัญหา สำหรับด้านความสัมพันธ์ของการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหา พบว่านักเรียนจีนมีความสัมพันธ์ของการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหาดีกว่าของนักเรียนสหรัฐอเมริกา

อาหมัด และ ซานซาลิ (Ahmad; & Zanzali. 2006: Online) ได้ทำการศึกษาความสามารถในการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนมาเลเซียระดับประถมศึกษาปีที่ 5 โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความสามารถในการตั้งปัญหาของนักเรียน และศึกษารูปแบบในการตั้งปัญหาของนักเรียนกลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูง จำนวน 35 คน โดยให้นักเรียนทำแบบทดสอบจำนวน 3 ข้อ ใช้เวลา 1 ชั่วโมง ผลการศึกษาพบว่า นักเรียนจำนวน 8 คนไม่สามารถตั้งปัญหาเกี่ยวกับการบวกที่สอดคล้องกับเงื่อนไขที่กำหนดลักษณะเฉพาะของปัญหาได้ ส่วนนักเรียนจำนวน 23 คน ไม่สามารถตั้งปัญหาเกี่ยวกับการคูณที่สอดคล้องกับเงื่อนไขที่กำหนดลักษณะเฉพาะของปัญหาได้ แต่มีนักเรียนจำนวน 25 คน สามารถตั้งปัญหาที่สอดคล้องกับเงื่อนไขที่ไม่ได้กำหนดลักษณะเฉพาะของปัญหา อย่างไรก็ตามข้อจำกัดของงานวิจัยนี้คือ ไม่ได้ทำการศึกษาการตั้งปัญหาที่มีการดำเนินการทั้งการบวกและการลบ หรือการลบอย่างเดียว

เครีวัลย์ ไวแสง (2549) ได้ศึกษาบทบาทของการสร้างปัญหาที่มีต่อกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ มีวัตถุประสงค์เพื่อวิเคราะห์กระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และเพื่อวิเคราะห์บทบาทของการสร้างปัญหาที่มีต่อกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ในระหว่างที่นักเรียนแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยใช้ระเบียบวิธีวิจัยเชิงคุณภาพ ซึ่งเน้นการวิเคราะห์โปรโตคอล (protocol analysis) และการบรรยายเชิงวิเคราะห์ (analytic description) กลุ่มเป้าหมายเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2548 โรงเรียนมหาวิทยาลัยราชภัฏ จัหวัดมหาสารคาม จำนวน 3 กลุ่ม กลุ่มละ 3 คน ให้แต่ละกลุ่มแก้ปัญหาปลายเปิด จำนวน 3 ปัญหา โดยวิธีคิดแบบออกเสียงดัง (thinking aloud method) ในบริบทนอกชั้นเรียน โดยไม่มีการแทรกแซงจากผู้วิจัย เก็บรวบรวมข้อมูลโดยการบันทึกวีดิทัศน์และบันทึกเสียงของนักเรียนในระหว่างที่นักเรียนแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ข้อมูลหลักที่นำมาวิเคราะห์ ได้แก่ โปรโตคอลการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์จำนวน 9 โปรโตคอล งานเขียนของนักเรียน และบันทึกภาคสนาม วิเคราะห์ข้อมูลโดยวิเคราะห์กระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ตามกรอบแนวคิดของ Schoenfeld (1985) และบทบาทของการสร้างปัญหาที่มีต่อกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ตามกรอบแนวคิดของ Brown & Walter (2005) ผลการศึกษาพบว่า

1. ลักษณะของกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์มี 5 ลักษณะ ดังนี้
 - ลักษณะที่ 1 การอ่าน-การสำรวจ-การวิเคราะห์-การวางแผน-การนำไปใช้-การตรวจสอบ
 - ลักษณะที่ 2 การอ่าน-การสำรวจ-การวิเคราะห์-การวางแผน-การนำไปใช้
 - ลักษณะที่ 3 การอ่าน-การวิเคราะห์-การวางแผน-การนำไปใช้-การสำรวจ-การตรวจสอบ
 - ลักษณะที่ 4 การอ่าน-การวิเคราะห์-การวางแผน-การนำไปใช้-การตรวจสอบ-การสำรวจ

ลักษณะที่ 5 การอ่าน–การวางแผน–การนำไปใช้–การสำรวจ–การวิเคราะห์–การตรวจสอบ

2. บทบาทของการสร้างปัญหาทั้ง “การยอมรับปัญหา” และ “การทำทลายปัญหา” ที่มีต่อกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ดังนี้

2.1 การสร้างปัญหาแบบ “การยอมรับปัญหา” ปรากฏให้เห็นทั้งในระยะเริ่มต้นของกระบวนการแก้ปัญหาและในระหว่างกระบวนการแก้ปัญหา การยอมรับปัญหาเกิดขึ้นทั้งในช่วงรอยต่อของกลุ่มพฤติกรรมแก้ปัญหาและภายในกลุ่มพฤติกรรมแก้ปัญหา

การยอมรับปัญหาที่เกิดขึ้นในช่วงรอยต่อของกลุ่มพฤติกรรมแก้ปัญหาจะทำให้เกิดการเปลี่ยนกลุ่มพฤติกรรมแก้ปัญหา ซึ่งทำให้นักเรียนมีเป้าหมายในการแก้ปัญหาที่ชัดเจน และสามารถเลือกใช้กลยุทธ์ที่เคยเรียนรู้มาเพื่อแก้ปัญหาต่อไปได้

การยอมรับปัญหาที่เกิดขึ้นภายในกลุ่มพฤติกรรมแก้ปัญหาคำทำให้นักเรียนสามารถดำเนินการแก้ปัญหาไปได้โดยใช้ความพยายามในการหาคำตอบที่หลากหลาย ซึ่งอาจเลือกใช้ยุทธวิธีที่เคยเรียนรู้มาแตกต่างกัน โดยที่เป้าหมายในการแก้ปัญหาไม่เปลี่ยนแปลงไปจากเดิม

2.2 การสร้างปัญหาแบบ “การทำทลายปัญหา” ปรากฏให้เห็นในระหว่างกระบวนการแก้ปัญหา การทำทลายปัญหาทำให้นักเรียนเกิดปัญหาใหม่ กระบวนการแก้ปัญหานักเรียนจะเปลี่ยนไปตามเป้าหมายของปัญหาใหม่ นอกจากนี้การทำทลายปัญหายังทำให้นักเรียนมีอิสระในการกำหนดองค์ประกอบหรือเงื่อนไขของปัญหาใหม่ ซึ่งส่งผลให้นักเรียนมีกลยุทธ์ในการแก้ปัญหาที่หลากหลาย

ศุภวรรณ โคตรทาน (2551) ได้ศึกษาการสร้างปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนในสถานการณ์การแก้ปัญหาปลายเปิดโดยอาศัยกระบวนการกลุ่มย่อย มีวัตถุประสงค์เพื่อวิเคราะห์การสร้างปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนในสถานการณ์การแก้ปัญหาปลายเปิด โดยอาศัยกระบวนการกลุ่มย่อย ในระหว่างที่นักเรียนทำกิจกรรมการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ กลุ่มเป้าหมายเป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนชุมชนบ้านชนบท จังหวัดขอนแก่น จำนวน 3 กลุ่ม กลุ่มละ 3 คน ดำเนินการเก็บข้อมูลโดยใช้บริบทในชั้นเรียนคณิตศาสตร์ มีครูผู้สอนเป็นผู้ดำเนินการในการจัดกิจกรรมการแก้ปัญหาที่ใช้สถานการณ์ปัญหาปลายเปิด จำนวน 5 กิจกรรม วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้การวิเคราะห์โปรโตคอล (protocol analysis) และการบรรยายเชิงวิเคราะห์ (analytic description) ตามกรอบการวิเคราะห์กระบวนการกลุ่มย่อยตามแนวคิดของ คอบบ์และไวท์เนก (Cobb; & Whitenack. 1996) และวิเคราะห์การสร้างปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่ปรับมาจากแนวคิดของบราวน์และวอลเทอร์ (Brown; & Walter. 2005) ผลการศึกษาพบว่า

1. นักเรียนที่ได้รับความคาดหวังจากสมาชิกในกลุ่มว่าเป็นคนเก่งที่สุดในกลุ่ม เป็นผู้นำในการทำกิจกรรม เกิดการสร้างปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่เกิดจากการยอมรับในลักษณะที่เป็นการนำสิ่งที่ตนเองได้เรียนรู้มาก่อนและนำมาแง่มุมต่างๆ จากเงื่อนไขของสถานการณ์ปัญหาปลายเปิด

ที่กำหนดให้มาใช้ในการแก้ปัญหา โดยอาศัยองค์ประกอบของกระบวนการกลุ่มย่อยในด้านโอกาสในการเรียนรู้ที่เกิดขึ้นสำหรับนักเรียนแต่ละคน และการสร้างความหมายทางคณิตศาสตร์ที่นักเรียนให้กับกิจกรรมของตนเอง ของเพื่อนในกลุ่มและงานที่ทำอยู่

2. นักเรียนที่มักจะเป็นผู้ตามในกลุ่ม เกิดการสร้างปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่เกิดจากการยอมรับในลักษณะของการนำแง่มุมต่าง ๆ จากเงื่อนไขของสถานการณ์ปัญหาปลายเปิดที่กำหนดให้มาใช้ในการแก้ปัญหาและการทำทหายปัญหาในลักษณะของการที่นักเรียนได้เปลี่ยนแง่มุมที่จะนำมาใช้ในการแก้ปัญหาจากการที่ได้ปฏิสัมพันธ์กันในกลุ่มย่อย โดยอาศัยองค์ประกอบในด้านการสร้างความหมายทางคณิตศาสตร์ที่นักเรียนให้กับกิจกรรมของตนเอง ของเพื่อนในกลุ่มและงานที่ทำอยู่ และโอกาสในการเรียนรู้ที่เกิดขึ้นสำหรับนักเรียนแต่ละคน

3. นักเรียนที่มีลักษณะชอบคิดชอบค้นหา ชอบความท้าทาย เกิดการสร้างปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่เกิดจากการท้าทายที่เป็นลักษณะของการเปลี่ยนแง่มุมที่จะนำมาใช้ในการแก้ปัญหาจากการที่ได้ปฏิสัมพันธ์กันในกลุ่มย่อย โดยอาศัยองค์ประกอบของกระบวนการกลุ่มย่อยในด้านการจัดระบบความคิดรวบยอดที่นักเรียนแต่ละคนสร้างขึ้นใหม่

4. นักเรียนที่มีลักษณะเป็นผู้นำในกลุ่มในการทำกิจกรรม มีความกระตือรือร้นในการทำกิจกรรม เกิดการสร้างปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่เกิดจากการยอมรับที่เป็นลักษณะของการที่นักเรียนได้นำแง่มุมต่าง ๆ จากเงื่อนไขของสถานการณ์ปัญหาปลายเปิดที่กำหนดให้และนำสิ่งที่ตนเองได้เรียนรู้มาก่อนมาใช้ในการแก้ปัญหา โดยอาศัยองค์ประกอบของกระบวนการกลุ่มย่อยในด้านโอกาสในการเรียนรู้ที่เกิดขึ้นสำหรับนักเรียนแต่ละคน และการสร้างความหมายทางคณิตศาสตร์ที่นักเรียนให้กับกิจกรรมของตนเอง กิจกรรมของเพื่อนและงานที่ทำอยู่

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

ความมุ่งหมายของการวิจัยครั้งนี้ คือ เพื่อศึกษาพฤติกรรมด้านความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่น เรื่อง จำนวน ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ผ่านกิจกรรมการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ซึ่งในการศึกษานี้ผู้วิจัยดำเนินการตามขั้นตอนการวิจัยเชิงคุณภาพ (qualitative research) ดังนี้

1. การกำหนดกลุ่มตัวอย่าง
2. การกำหนดกรอบแนวคิดของกิจกรรมการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง จำนวน
3. การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
4. การเก็บรวบรวมข้อมูล
5. การวิเคราะห์ข้อมูล

1. การกำหนดกลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษานี้ เป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนอนุบาลเพชรบุรี จังหวัดเพชรบุรี ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2552 จำนวน 10 คน โดยการเลือกแบบเจาะจงจากนักเรียนที่มีผลการเรียนคณิตศาสตร์ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2552 ตั้งแต่ 3.0 ขึ้นไป และเพื่อให้ได้ข้อมูลเชิงลึกเกี่ยวกับพฤติกรรมด้านความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่น เรื่อง จำนวน ของนักเรียน ผู้วิจัยสัมภาษณ์ครูประจำชั้นของนักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่างเกี่ยวกับความกล้าแสดงออก การสื่อสารและนำเสนอแนวคิดของนักเรียนแต่ละคน แล้วคัดเลือกนักเรียนที่กล้าแสดงออกสามารถสื่อสารและนำเสนอแนวคิดของตนเองได้ดี จำนวน 3 คน เพื่อเป็นนักเรียนเป้าหมาย (target student) ในการสังเกตพฤติกรรมด้านความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่น เรื่อง จำนวน ขณะลงมือแก้ปัญหาและการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ และสัมภาษณ์กระบวนการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนเป้าหมายแต่ละคน หลังสิ้นสุดคาบเรียนแต่ละครั้ง

2. การกำหนดกรอบแนวคิดของกิจกรรมการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหา

ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง จำนวน

จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ผู้วิจัยได้กำหนดกรอบแนวคิดของกิจกรรมการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง จำนวน สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ดังนี้

จุดมุ่งหมายของกิจกรรมการเรียนรู้

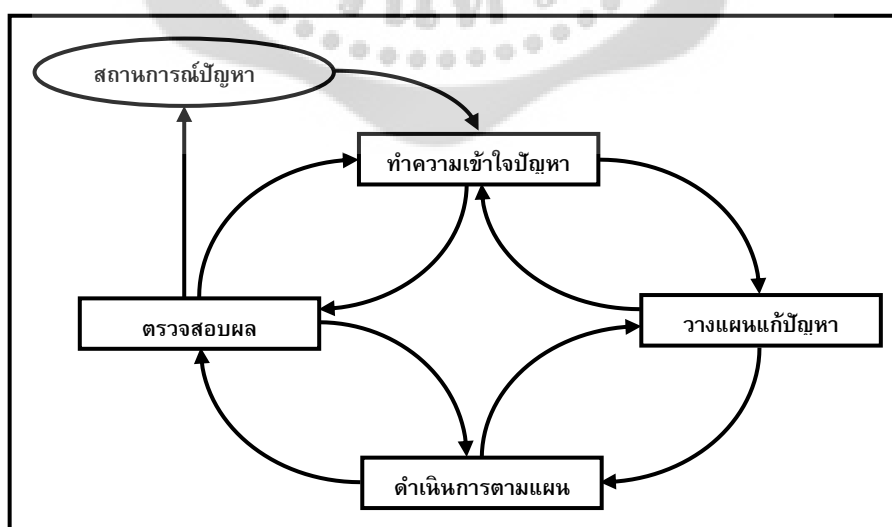
กิจกรรมการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง จำนวน มีจุดมุ่งหมายหลักคือ เพื่อเสริมสร้างความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่นของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5

ขอบเขตของกิจกรรมการเรียนรู้

กิจกรรมการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง จำนวน ประกอบด้วยแผนการจัดการเรียนรู้ จำนวน 15 แผน แผนละ 1 คาบเรียน คาบเรียนละ 90 นาที ซึ่งแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ประกอบด้วย จุดประสงค์การเรียนรู้ สาระการเรียนรู้ สื่อการเรียนรู้ กิจกรรมการเรียนรู้ การวัดและประเมินผลการเรียนรู้

กิจกรรมการเรียนรู้ที่นำมาใช้ในการเสริมสร้างความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่น ได้แก่ กิจกรรมการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ จำนวน 10 คาบเรียน และกิจกรรมการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ จำนวน 5 คาบเรียน ซึ่งทุกๆ กิจกรรมการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์สองคาบเรียน จะตามด้วยกิจกรรมการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์หนึ่งคาบเรียน

ในกิจกรรมการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ นักเรียนจะได้เรียนรู้กระบวนการแก้ปัญหาตามแนวคิดของโพลยา และกระบวนการแก้ปัญหาที่เป็นพลวัตตามแนวคิดของวิลสันและคณะ ซึ่งกระบวนการแก้ปัญหาตามแนวคิดของโพลยาเป็นกระบวนการแก้ปัญหาที่ได้รับการยอมรับและแพร่หลายทั่วโลก ประกอบด้วย 4 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นทำความเข้าใจปัญหา ขั้นวางแผนแก้ปัญหา ขั้นดำเนินการตามแผน และขั้นตรวจสอบผล สำหรับกระบวนการแก้ปัญหาที่เป็นพลวัตตามแนวคิดของวิลสันและคณะเป็นกระบวนการแก้ปัญหาที่สนับสนุนกระบวนการแก้ปัญหาตามแนวคิดของโพลยาในรูปแบบที่แสดงความเป็นพลวัต มีลำดับไม่ตายตัว สามารถวนไปเวียนมาได้ ดังภาพประกอบ 4



ภาพประกอบ 4 กระบวนการแก้ปัญหาที่เป็นพลวัต ที่ใช้ในกิจกรรมการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง จำนวน

นอกจากกระบวนการแก้ปัญหาแล้ว นักเรียนยังได้ฝึกฝนและมีประสบการณ์ในการแก้ปัญหาที่ไม่คุ้นเคย ซึ่งแต่ละปัญหามีผลเฉลยมากกว่าหนึ่งผลเฉลย และใช้เนื้อหาคณิตศาสตร์เรื่อง จำนวน ที่ไม่เกินชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ในการแก้ปัญหาเหล่านั้น เพื่อเสริมสร้างความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่น นักเรียนจะได้ฝึกฝนและมีประสบการณ์ในการค้นหาผลเฉลยของปัญหาทางคณิตศาสตร์มากกว่าหนึ่งผลเฉลยในเวลาที่กำหนด และเลือกผลเฉลยหรือกลุ่มของผลเฉลยของปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่สอดคล้องกับสถานการณ์หรือเงื่อนไขที่กำหนด ตลอดจนกำหนดเกณฑ์ในการจัดกลุ่มของผลเฉลยที่ได้

ภายหลังการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ นักเรียนจะได้มีส่วนร่วมในการนำเสนอผลการแก้ปัญหาหน้าชั้นเรียน โดยมีครูเป็นผู้เปิดประเด็นอภิปรายเกี่ยวกับผลการแก้ปัญหา ซึ่งได้แก่ กระบวนการแก้ปัญหา กลยุทธ์ในการแก้ปัญหา ลักษณะผลเฉลยและเกณฑ์ในการจัดกลุ่มของผลเฉลย แล้วให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการอภิปรายผลการแก้ปัญหาเหล่านั้น และเพื่อให้มีความเข้าใจตรงกันครูและนักเรียนจะร่วมกันสรุปผลการแก้ปัญหาที่ถูกต้องอีกครั้ง

ในกิจกรรมการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ นักเรียนจะได้ฝึกฝนและมีประสบการณ์ในการตั้งปัญหา โดยมีครูเป็นผู้กำหนดสถานการณ์หรือเงื่อนไขมาให้ เมื่อตั้งปัญหาแล้วนักเรียนจะได้มีส่วนร่วมในการนำเสนอปัญหาที่ตั้งขึ้น พร้อมอธิบายวิธีการแก้ปัญหาพอสังเขปหน้าชั้นเรียน โดยมีครูเป็นผู้เปิดประเด็นอภิปรายเกี่ยวกับผลการตั้งปัญหา ซึ่งได้แก่ ประเภทของปัญหา และความซับซ้อนของปัญหา แล้วให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการอภิปรายผลการตั้งปัญหาเหล่านั้น และเพื่อให้นักเรียนมีความเข้าใจตรงกันครูและนักเรียนจะร่วมกันสรุปผลการตั้งปัญหาเหล่านั้น

แนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

ดังที่กล่าวมาแล้วว่า กิจกรรมการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง จำนวน ประกอบด้วยแผนการจัดการเรียนรู้ จำนวน 15 แผน ซึ่งแต่ละแผนใช้เวลา 1 คาบเรียน คาบเรียนละ 90 นาที

เพื่อศึกษาความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่น เรื่อง จำนวน ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนด้วยกิจกรรมการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ผู้วิจัยได้แบ่งกิจกรรมการเรียนรู้ออกเป็น 3 ช่วง ดังนี้

ช่วงที่ 1 คาบเรียน 1-3

ช่วงที่ 2 คาบเรียน 4-12

ช่วงที่ 3 คาบเรียน 13-15

โดยแต่ละช่วงมีรายละเอียดของกิจกรรมการเรียนรู้ ดังตาราง 3

ตาราง 3 กิจกรรมการเรียนรู้ ในกิจกรรมการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง จำนวน

คาบเรียน	กิจกรรมการเรียนรู้
1	กิจกรรม “ไขปริศนาเงินออม” เป็นกิจกรรมการแก้ปัญหาที่ต้องการหาความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนเงินและจำนวนของเหรียญชนิดต่างๆ ภายใต้เงื่อนไขที่กำหนด
2	กิจกรรม “แสดมภ์ของพี้อยู่” เป็นกิจกรรมการแก้ปัญหาที่ต้องการหาวิธีการติดแสดมภ์ตามเงื่อนไขที่กำหนด
3	กิจกรรม “นมกล่องประลองปัญญา” เป็นกิจกรรมการตั้งปัญหา โดยมีสถานการณ์หรือเงื่อนไขที่กำหนด คือ นมกล่องรสเดียวกันที่มีความจุแตกต่างกัน 3 ขนาด จำนวนกล่องในการบรรจุเป็นห่อ และราคาต่อห่อแตกต่างกันอยู่ 3 แบบ
4	กิจกรรม “ร้านเครื่องเขียน” เป็นกิจกรรมการแก้ปัญหาที่ต้องการหาวิธีการเลือกซื้อเครื่องเขียนภายใต้เงื่อนไขที่กำหนด
5	กิจกรรม “สี่สาวชวนคิด” เป็นกิจกรรมการแก้ปัญหาที่ต้องการหาวิธีการนำเลขโดด 1 2 3 และ 9 มาดำเนินการบวก ลบ คูณ หรือหาร เพื่อให้ได้ผลลัพธ์เป็น 1 2 3 4 5 6 7 8 9 และ 10
6	กิจกรรม “ตาซังตั้งปัญหา” เป็นกิจกรรมการตั้งปัญหา โดยสถานการณ์หรือเงื่อนไขที่กำหนด คือ หน่วยการวัดของตาซังแบบต่างๆ
7	กิจกรรม “เครื่องคิดเลขแสนกล” เป็นกิจกรรมการแก้ปัญหาที่ต้องการให้สร้างจำนวนจากตัวเลขที่กำหนด แล้วนำมาดำเนินการบวก ลบ คูณ โดยใช้เครื่องคิดเลขให้ได้ผลลัพธ์ตามที่กำหนด
8	กิจกรรม “มาลงสี่กันเถอะ” เป็นกิจกรรมการแก้ปัญหาที่ต้องการให้ระบายสีรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสภายใต้เงื่อนไขที่กำหนด
9	กิจกรรม “กิจวัตรประจำวันกับการเผาผลาญแคลอรี” เป็นกิจกรรมการตั้งปัญหา โดยสถานการณ์หรือเงื่อนไขที่กำหนด คือ เวลาในการออกกำลังกายที่ทำให้ร่างกายมีการเผาผลาญพลังงาน 150 แคลอรีต่อครั้ง

ตาราง 3 (ต่อ)

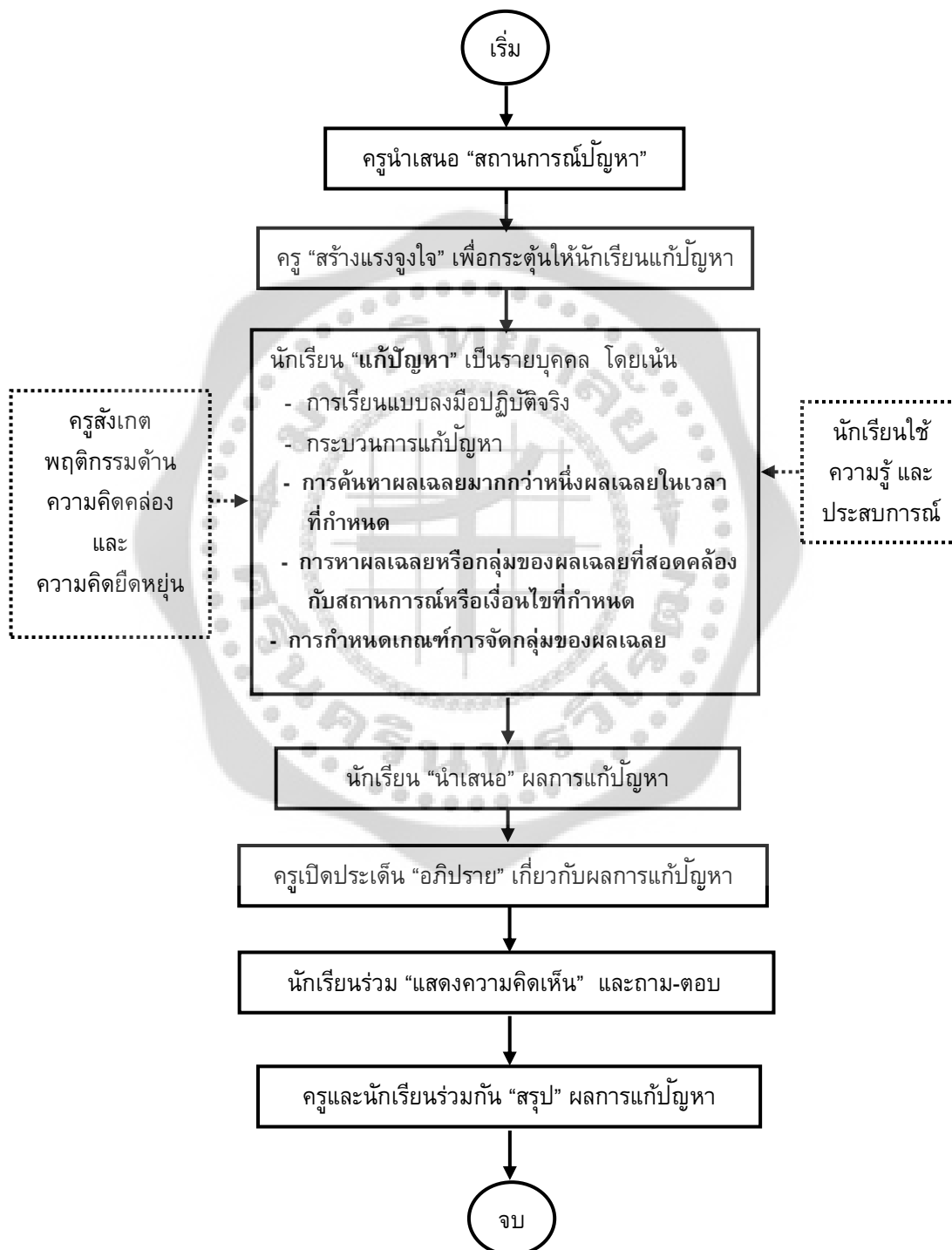
คาบเรียน	กิจกรรมการเรียนรู้
10	กิจกรรม “ถ้าคุณแน่! อย่าแพ้เด็กประถม” เป็นกิจกรรมการแก้ปัญหาที่ต้องการหาวิธีการเขียนจำนวนที่มีแต่เลขโดด 2 อย่างเดียว หรือ 5 อย่างเดียว ให้ได้ผลบวกของจำนวนเหล่านั้นเป็น 100
11	กิจกรรม “คุณยายเจ้าปัญหา” เป็นกิจกรรมการแก้ปัญหาที่ต้องการหาวิธีการจัดขนมเค้กตามเงื่อนไขที่กำหนด
12	กิจกรรม “กินอยู่อย่างพอเพียง” เป็นกิจกรรมการตั้งปัญหา โดยสถานการณ์หรือเงื่อนไขที่กำหนด คือ รายการอาหาร และพลังงานที่ได้รับจากอาหารแต่ละชนิด
13	กิจกรรม “มาทำโมบายแขวนกันเถอะ” เป็นกิจกรรมการแก้ปัญหาที่ต้องการหาวิธีประดิษฐ์โมบายแขวน โดยใช้เซรามิค แบบต่าง ๆ ตามที่กำหนด
14	กิจกรรม “ปฏิทินมหาสนุก” เป็นกิจกรรมการแก้ปัญหาที่ต้องการหาจำนวนของความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนที่ กำหนดตั้งแต่ 5 จำนวนขึ้นไป
15	กิจกรรม “บ้านสวนคุณตากับทฤษฎีใหม่” เป็นกิจกรรมการตั้งปัญหา โดยสถานการณ์หรือเงื่อนไขที่กำหนด คือ การแบ่ง พื้นที่ตามแนวทฤษฎีใหม่และสัตว์เลี้ยงที่บ้านสวนของคุณตา

ช่วงที่ 1 (คาบเรียน 1-3) กิจกรรมการเรียนรู้ในคาบเรียน 1 เป็นการแนะนำแนวคิดเกี่ยวกับกระบวนการแก้ปัญหา และสำรวจความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่นของนักเรียนที่มีอยู่เดิม ผ่านการแก้ปัญหาที่ไม่คุ้นเคยอย่างง่าย ในคาบเรียน 2 เป็นการศึกษาคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่นของนักเรียนผ่านการแก้ปัญหาที่ไม่คุ้นเคย และในคาบเรียน 3 เป็นการสำรวจความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่นของนักเรียนผ่านการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์

ช่วงที่ 2 (คาบเรียน 4-12) กิจกรรมการเรียนรู้ในคาบเรียน 4-5, 7-8 และ 10-11 เป็นการเสริมสร้างความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่นของนักเรียนผ่านการแก้ปัญหาที่ไม่คุ้นเคย สำหรับคาบเรียน 6, 9 และ 12 เป็นการเสริมสร้างความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่นของนักเรียนผ่านการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์

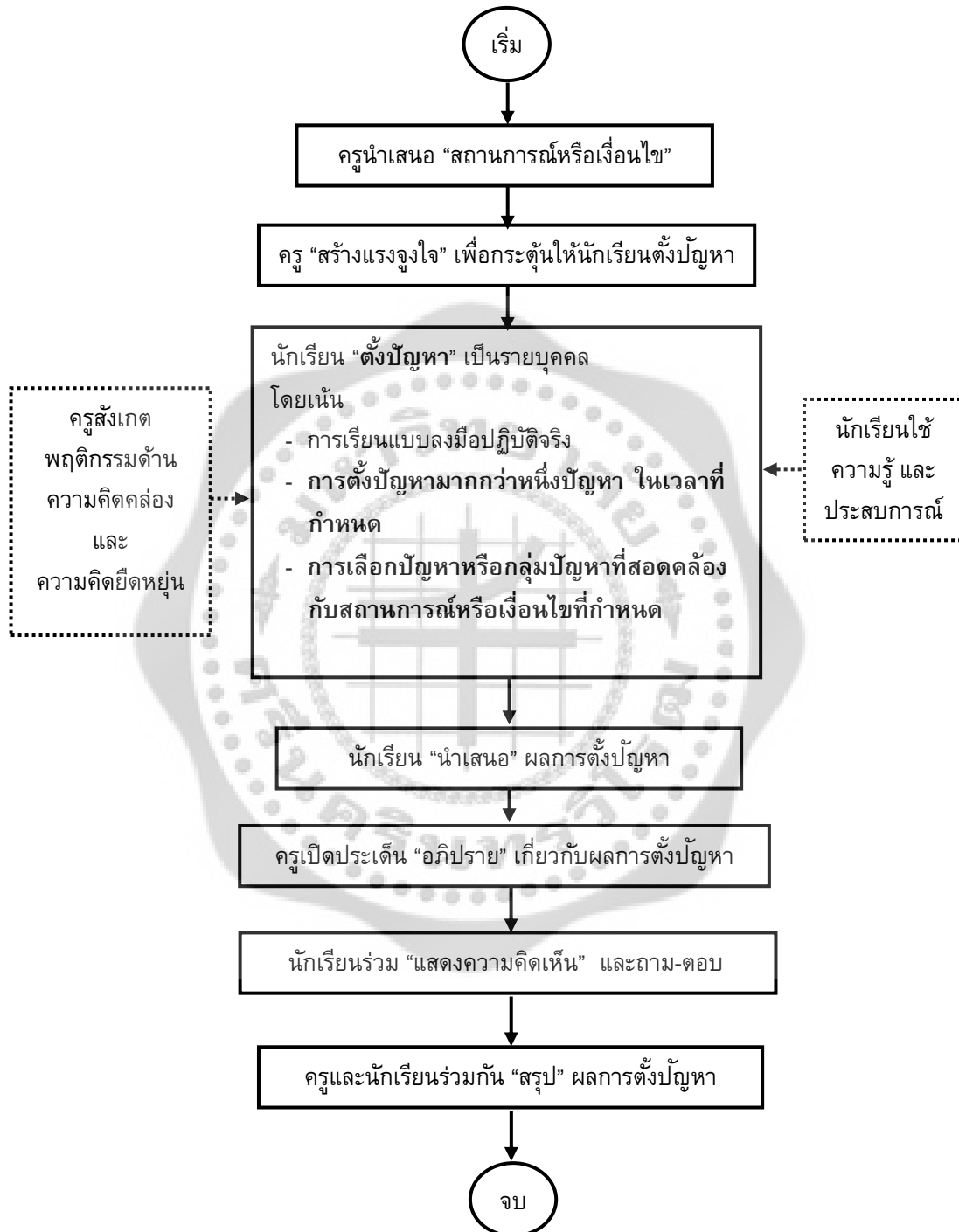
ช่วงที่ 3 (คาบเรียน 13-15) กิจกรรมการเรียนรู้ในคาบเรียน 13-14 เป็นการตรวจสอบความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่นของนักเรียนผ่านการแก้ปัญหาที่ไม่คุ้นเคย และในคาบเรียน 15 เป็นการตรวจสอบความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่นของนักเรียนผ่านการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์

ในการดำเนินกิจกรรมการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ผู้วิจัยดำเนินการตามขั้นตอนดังภาพประกอบ 5



ภาพประกอบ 5 ขั้นตอนการดำเนินกิจกรรมการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

ในการดำเนินกิจกรรมการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ ผู้วิจัยดำเนินการตามขั้นตอน
ดังภาพประกอบ 6



ภาพประกอบ 6 ขั้นตอนการดำเนินกิจกรรมการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์

3. การสร้างและการหาคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ประกอบด้วย (1) กิจกรรมการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง จำนวน (2) แบบสังเกตพฤติกรรมด้านความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่น (3) แบบสัมภาษณ์กระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และ (4) แบบสัมภาษณ์กระบวนการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ ซึ่งมีรายละเอียดและขั้นตอนการสร้าง ดังต่อไปนี้

1. กำหนดจุดมุ่งหมาย/ขอบเขตของเครื่องมือแต่ละชนิด
2. ดำเนินการสร้างเครื่องมือแต่ละชนิด ดังนี้

2.1 การสร้างแผนการจัดการเรียนรู้ ในกิจกรรมนี้ได้แบ่งการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เป็น 2 ส่วน คือ กิจกรรมการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และกิจกรรมการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ ซึ่งแต่ละส่วนมีวิธีการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้ ดังนี้

(1) แผนการจัดการเรียนรู้สำหรับกิจกรรมการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ผู้วิจัยได้รวบรวมปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่น่าสนใจ ซึ่งแต่ละปัญหามีผลเฉลยมากกว่าหนึ่งผลเฉลย (มีอย่างน้อยสิบผลเฉลย) และเป็นเนื้อหาคณิตศาสตร์เรื่อง จำนวน ที่ใช้ความรู้ไม่เกิน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ในการแก้ปัญหา หลังจากนั้นแสดงกระบวนการค้นหาผลเฉลยพร้อม คำอธิบายอย่างละเอียด แล้วจึงเริ่มเขียนแผนการจัดการเรียนรู้ ซึ่งแต่ละแผนประกอบด้วย จุดประสงค์การเรียนรู้ สาระการเรียนรู้ สื่อการเรียนรู้ กิจกรรมการเรียนรู้ และการวัดผลและ ประเมินผลการเรียนรู้

(2) แผนการจัดการเรียนรู้สำหรับกิจกรรมการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ ผู้วิจัยได้รวบรวมสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ที่น่าสนใจ สามารถนำมาตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้ และเป็นเนื้อหาคณิตศาสตร์เรื่อง จำนวน ที่ใช้ความรู้ไม่เกินชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ในการตั้งปัญหา หลังจากนั้นแสดงตัวอย่างการตั้งปัญหา แล้วจึงเริ่มเขียนแผนการจัดการเรียนรู้ ซึ่งแต่ละแผน ประกอบด้วย จุดประสงค์การเรียนรู้ สาระการเรียนรู้ สื่อการเรียนรู้ กิจกรรมการเรียนรู้ และการวัดผลและประเมินผลการเรียนรู้

2.2 การสร้างแบบสังเกตพฤติกรรมด้านความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่น ผู้วิจัย รวบรวมข้อความที่เกี่ยวข้องกับลักษณะพฤติกรรมด้านความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่น แล้วจึง สร้างแบบสังเกตพฤติกรรมด้านความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่น ให้สอดคล้องกับจุดมุ่งหมายและ ขอบเขตที่กำหนด

2.3 การสร้างแบบสัมภาษณ์กระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ผู้วิจัยรวบรวม ข้อคำถามที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ซึ่งคำถามแต่ละข้อสามารถยืดหยุ่นได้ ตามกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่ถูกสัมภาษณ์ แล้วจึงสร้างแบบสัมภาษณ์ กระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ให้สอดคล้องกับจุดมุ่งหมายและขอบเขตที่กำหนด

2.4 การสร้างแบบสัมภาษณ์กระบวนการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ ผู้วิจัยรวบรวม ข้อคำถามที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ ซึ่งคำถามแต่ละข้อสามารถยืดหยุ่นได้

ตามกระบวนการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่ถูกสัมภาษณ์ แล้วจึงสร้างแบบสัมภาษณ์ กระบวนการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ ให้สอดคล้องกับจุดมุ่งหมายและขอบเขตที่กำหนด

3. นำเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยทั้งหมดเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน เพื่อตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา ความเหมาะสมของภาษาที่ใช้ และความชัดเจนของข้อความ ซึ่งมีการให้คะแนน ดังนี้

คะแนน +1 หมายถึง ใช้ได้

คะแนน 0 หมายถึง ไม่แน่ใจว่าใช้ได้หรือไม่

คะแนน -1 หมายถึง ใช้ไม่ได้

4. นำเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยมาปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญทั้ง 3 ท่าน พบว่า เครื่องมือที่ต้องปรับปรุงแก้ไข ประกอบด้วย (1) กิจกรรมการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง จำนวน (2) แบบสัมภาษณ์กระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และ (3) แบบสัมภาษณ์กระบวนการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยมีประเด็นที่ต้องปรับปรุงแก้ไข ดังนี้

กิจกรรมการเรียนรู้ที่ 3 เปลี่ยนคำภาษาต่างประเทศเป็นคำภาษาไทย

กิจกรรมการเรียนรู้ที่ 8 ปรับข้อความให้ชัดเจนขึ้นด้วยการยกตัวอย่างวิธีการ

ระบายสีประกอบข้อความ

กิจกรรมการเรียนรู้ที่ 13 เปลี่ยนหน้าหน้าของเซรามิคให้ใกล้เคียงความเป็นจริง

5. นำเครื่องมือไปทดลองกับนักเรียนกลุ่มนำร่องจำนวน 3 คน ซึ่งเป็นนักเรียน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2552 โรงเรียนวัดท่าศาลาราม (เรือนบุญนาคาลัย) จังหวัดเพชรบุรี ที่ไม่ใช่ในกลุ่มตัวอย่าง แล้วนำมาปรับความเหมาะสมของภาษาที่ใช้ใน กิจกรรมการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง จำนวน แบบสัมภาษณ์กระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และแบบสัมภาษณ์กระบวนการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ ให้เป็นภาษาที่ง่ายขึ้น เพื่อเป็นเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้

4. การเก็บรวบรวมข้อมูล

แบบแผนการวิจัย

แบบแผนการวิจัยที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ แบบกลุ่มเดียว (One group design) ซึ่งเป็นแบบแผนการวิจัยที่เลือกใช้กลุ่มตัวอย่างเพียงกลุ่มเดียว โดยให้นักเรียนปฏิบัติกิจกรรมการแก้ปัญหา และการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ แล้วพิจารณาผลการปฏิบัติกิจกรรม

การดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลกับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนอนุบาลเพชรบุรี จังหวัดเพชรบุรี จำนวน 10 คน ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2552 จำนวน 30 คาบเรียน คาบเรียนละ 90 นาที โดยใช้เวลานอกเหนือจากเวลาเรียนปกติ ซึ่งแบ่งเป็นระยะเวลาสำหรับ ดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้ จำนวน 15 คาบเรียน และระยะเวลาสำหรับสัมภาษณ์กระบวนการ

แก้ปัญหาและการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนเป้าหมาย จำนวน 15 คาบเรียน ซึ่งรายละเอียดการดำเนินการ ดังนี้

1. ผู้วิจัยดำเนินการจัดกิจกรรมการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง จำนวน ในแต่ละคาบเรียน โดยทำหน้าที่เป็นผู้สอน และผู้สังเกตการณ์ ซึ่งมีนิสิตปริญญาโท สาขา คณิตศาสตร์ ทำหน้าที่เป็นผู้ช่วยวิจัยคอยสังเกตและบันทึกพฤติกรรมด้านความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่นของนักเรียนขณะลงมือแก้ปัญหาและตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยใช้กล้องวิดีโอ เพื่อบันทึกรายละเอียดบรรยากาศการจัดการเรียนรู้ บทสนทนาและพฤติกรรมด้านความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่นของนักเรียนขณะลงมือแก้ปัญหาและตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์

2. หลังจากเสร็จสิ้นกิจกรรมการเรียนรู้ในแต่ละคาบเรียน ผู้วิจัยทำหน้าที่เป็นผู้สัมภาษณ์นักเรียนเป้าหมายเกี่ยวกับกระบวนการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยใช้กล้องวิดีโอเพื่อบันทึกรายละเอียดบรรยากาศ และบทสัมภาษณ์ระหว่างผู้วิจัยและนักเรียนเป้าหมายเกี่ยวกับกระบวนการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์

5. การวิเคราะห์ข้อมูล

1. ผู้วิจัยนำผลงานเขียนของนักเรียนในการแก้ปัญหาและตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ มาตรวจสอบความถูกต้อง พร้อมทั้งวิเคราะห์พฤติกรรมด้านความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่นของนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง

2. ผู้วิจัยนำผลการสังเกตพฤติกรรมด้านความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่นของผู้วิจัยและผู้ช่วยวิจัย จำนวน 2 คน ขณะนักเรียนเป้าหมายลงมือแก้ปัญหาและตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ มาวิเคราะห์พฤติกรรมด้านความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่น โดยใช้การวิเคราะห์เชิงคุณภาพ

3. ผู้วิจัยนำผลการสัมภาษณ์นักเรียนเป้าหมายเกี่ยวกับกระบวนการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ มาวิเคราะห์พฤติกรรมด้านความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่น โดยใช้การวิเคราะห์เชิงคุณภาพ

สำหรับการวิเคราะห์เชิงคุณภาพ ใช้ผู้วิเคราะห์ 3 คน ก่อนทำการวิเคราะห์ข้อมูล ผู้วิจัยอธิบายและชี้แจงให้ผู้วิเคราะห์อีก 2 คน เข้าใจจุดมุ่งหมายของการวิเคราะห์ข้อมูล แล้วแยกกันวิเคราะห์อย่างอิสระ หลังจากนั้นนำผลที่ได้มาหาความเชื่อมั่นระหว่างผู้วิเคราะห์แต่ละคน โดยใช้สูตรการหาค่าความเชื่อมั่นของไมล์สและฮูเบอร์แมน (Miles; & Huberman. 1994: 64) ดังนี้

$$\text{ความเชื่อมั่น} = \frac{\text{จำนวนครั้งที่ผู้วิเคราะห์ทั้งสามมีความเห็นเหมือนกัน}}{\text{จำนวนครั้งที่ผู้วิเคราะห์ทั้งสามมีความเห็นเหมือนกัน} + \text{จำนวนครั้งที่ผู้วิเคราะห์ทั้งสามมีความเห็นแตกต่างกัน}}$$

ซึ่งโบยาทซีส (Boyatzis. 1998: 156) เสนอว่าระดับความเชื่อมั่นที่สามารถยอมรับได้ต้องเป็น 70% ขึ้นไป สำหรับในกรณีที่ผู้วิเคราะห์ทั้งสามคนมีความคิดเห็นไม่ตรงกัน จะใช้การอภิปรายแสดงเหตุผลการวิเคราะห์ของแต่ละคน โดยพิจารณาจากวิดิทัศน์ที่บันทึกเกี่ยวกับรายละเอียดบรรยากาศ

การจัดการเรียนรู้ บทสนทนาและพฤติกรรมด้านความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่นของนักเรียนขณะลงมือแก้ปัญหาและตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ และบทสัมภาษณ์ระหว่างผู้วิจัยและนักเรียนเป้าหมายเกี่ยวกับกระบวนการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ แล้วร่วมกันหาข้อสรุป นอกจากนี้ผู้วิจัยได้บันทึกผลที่เกิดจากการวิเคราะห์ร่วมกัน เพื่อนำไปประกอบการตัดสินใจในขั้นของการสรุปผลต่อไป



บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ความมุ่งหมายของการวิจัยนี้ คือ เพื่อศึกษาพฤติกรรมด้านความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่น เรื่อง จำนวน ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ผ่านกิจกรรมการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ข้อมูลที่ได้จากการเก็บรวบรวมผู้วิจัยนำมาวิเคราะห์เชิงคุณภาพและนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลเป็น 2 ตอน ได้แก่ ตอนที่ 1 พฤติกรรมด้านความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่น เรื่อง จำนวน ของนักเรียนจากกิจกรรมการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และตอนที่ 2 พฤติกรรมด้านความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่น เรื่อง จำนวน ของนักเรียนจากกิจกรรมการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์

การวิเคราะห์พฤติกรรมด้านความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่น เรื่อง จำนวน ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ผู้วิจัยและผู้ช่วยวิจัยจำนวน 2 คน ร่วมกันวิเคราะห์ (1) ผลงานเขียนของนักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่างในการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ (2) ผลการสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนเป้าหมายด้านความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่น ขณะลงมือแก้ปัญหาและตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ ของผู้วิจัยและผู้ช่วยวิจัยโดยมีแบบสังเกตพฤติกรรมด้านความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่น และกล้องวิดีโอ ช่วยในการบันทึกรายละเอียดของพฤติกรรมเหล่านั้น และ (3) ผลการสัมภาษณ์ระหว่างผู้วิจัยและนักเรียนเป้าหมายเกี่ยวกับกระบวนการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยมีแบบสัมภาษณ์กระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ แบบสัมภาษณ์กระบวนการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ และกล้องวิดีโอ ช่วยในการบันทึกรายละเอียดการสัมภาษณ์เหล่านั้น

สำหรับพฤติกรรมด้านความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่น เรื่อง จำนวน ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ผู้วิจัยพิจารณาการแสดงออกของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ในด้านความคิดคล่องและด้านความคิดยืดหยุ่น ซึ่งพฤติกรรมหรือการแสดงออกด้านความคิดคล่องพิจารณาการคิดหาผลเฉลยได้จำนวนมากในเวลาที่กำหนด และการคิดหาผลเฉลยได้หลายรูปแบบที่แตกต่างกันของนักเรียน ในขณะที่พฤติกรรมหรือการแสดงออกด้านความคิดยืดหยุ่นพิจารณาการคิดแล้วเลือกผลเฉลยหรือกลุ่มของผลเฉลยที่สอดคล้องกับสถานการณ์หรือเงื่อนไขที่กำหนด และการคิดแล้วเลือกเกณฑ์ในการจัดกลุ่มของผลเฉลย

การนำเสนอผลการวิเคราะห์พฤติกรรมด้านความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่น เรื่อง จำนวน ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ผู้วิจัยอธิบายพฤติกรรมข้างต้นของนักเรียนทั้งชั้นเรียนและนักเรียนเป้าหมายจำนวน 3 คน ซึ่งได้แก่ น้ำแข็ง เก่ง และโตม (นามสมมติ) โดยที่เก่งเป็นนักเรียนที่ชอบซักถามและแสดงความคิดเห็น ส่วนน้ำแข็งและโตมเป็นนักเรียนที่ซักถามและแสดงความคิดเห็นเป็นบางครั้ง ในการอธิบายพฤติกรรมด้านความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่น เรื่อง

จำนวน ของนักเรียนขณะลงมือแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และพฤติกรรมด้านความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่น เรื่อง จำนวน ของนักเรียนขณะลงมือตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์

ดังที่ได้กล่าวแล้วในบทที่ 3 ผู้วิจัยแบ่งกิจกรรมการเรียนรู้ออกเป็น 3 ช่วง ดังนี้

- ช่วงที่ 1 คาบเรียน 1-3
- ช่วงที่ 2 คาบเรียน 4-12
- ช่วงที่ 3 คาบเรียน 13-15

ในแต่ละช่วงของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ผู้วิจัยเลือกคาบเรียนที่นักเรียนมีพฤติกรรมด้านความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่นที่เด่นชัดมาอธิบาย รายละเอียดพฤติกรรมของนักเรียนมีดังนี้

ตอนที่ 1 พฤติกรรมด้านความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่น เรื่อง จำนวน ของนักเรียนจากกิจกรรมการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

เพื่ออธิบายพฤติกรรมด้านความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่น เรื่อง จำนวน ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ในกิจกรรมการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ผู้วิจัยเลือกคาบเรียนที่นักเรียนมีพฤติกรรมด้านความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่นที่เด่นชัดมาอธิบาย กล่าวคือ

ช่วงที่ 1 ผู้วิจัยเลือกคาบเรียน 1 มาอธิบายว่า พฤติกรรมด้านความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่นของนักเรียนที่มีอยู่เดิมผ่านการแก้ปัญหาที่ไม่คุ้นเคยอย่างง่ายเป็นอย่างไรบ้าง

ช่วงที่ 2 ผู้วิจัยเลือกคาบเรียน 5 และ 10 มาอธิบายว่า พฤติกรรมด้านความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่นของนักเรียนอะไรบ้างที่เปลี่ยนแปลงและเปลี่ยนแปลงอย่างไร

ช่วงที่ 3 ผู้วิจัยเลือกคาบเรียน 14 มาอธิบายว่า พฤติกรรมด้านความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่นของนักเรียนมีอะไรบ้างที่เปลี่ยนแปลงในช่วงที่ 2 และยังคงแสดงอยู่อย่างสม่ำเสมอในช่วงที่ 3

รายละเอียดของพฤติกรรมด้านความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่น เรื่อง จำนวน ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ในกิจกรรมการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ในด้านต่างๆ มีดังนี้

1. พฤติกรรมด้านความคิดคล่อง

การศึกษาพฤติกรรมด้านความคิดคล่อง เรื่อง จำนวน ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ในกิจกรรมการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ผู้วิจัยพิจารณาความสามารถของนักเรียนในการคิดหาผลเฉลยได้จำนวนมากในเวลาที่กำหนด และการคิดหาผลเฉลยได้หลายรูปแบบที่แตกต่างกัน ขณะลงมือแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ในช่วงกิจกรรมพัฒนาความคิดคล่อง

1.1 ด้านการคิดหาผลเฉลยได้จำนวนมากในเวลาที่กำหนด

การศึกษาการคิดหาผลเฉลยได้จำนวนมากในเวลาที่กำหนดของนักเรียน ผู้วิจัยพิจารณาจำนวนของผลเฉลยที่นักเรียนหาได้ในเวลาที่กำหนด และระยะเวลาที่นักเรียนใช้ใน

การคิดหาผลเฉลยแต่ละผลเฉลย ดังที่กล่าวมาแล้วในบทก่อนหน้าเห็นว่า ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่ใช้ในกิจกรรมการเรียนรู้ในแต่ละปัญหามีผลเฉลยมากกว่าหนึ่งผลเฉลย (มีอย่างน้อยสิบผลเฉลย) จากการวิเคราะห์ผลงานเขียนของนักเรียนในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ผลการสังเกตของผู้วิจัยและผู้ช่วยวิจัย และผลการสัมภาษณ์ของผู้วิจัยเกี่ยวกับกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนพบว่า นักเรียนมีพฤติกรรมด้านการคิดหาผลเฉลยได้จำนวนมากในเวลาที่กำหนดอยู่ 2 ลักษณะ ได้แก่ (1) นักเรียนคิดหาผลเฉลยได้จำนวนมากขึ้นในเวลาที่กำหนด และ(2) นักเรียนคิดหาผลเฉลยแต่ละผลเฉลยได้เร็วขึ้น มีรายละเอียดดังนี้

(1) นักเรียนคิดหาผลเฉลยได้จำนวนมากขึ้น ในเวลาที่กำหนด

ในคาบเรียน 1 เมื่อนักเรียนได้รับใบกิจกรรม “ไขปริศนาเงินออม” นักเรียนต้องคิดหาผลเฉลยที่เป็นไปได้ของปัญหาที่เกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนเงินและจำนวนของเหรียญชนิดต่างๆ ภายใต้เงื่อนไขที่กำหนด ซึ่งกิจกรรมนี้มีทั้งหมด 26 ผลเฉลย (ดูรายละเอียดในภาคผนวก ข) จากการวิเคราะห์ผลงานเขียนของนักเรียน และผลการสังเกตของผู้วิจัยและผู้ช่วยวิจัยพบว่า นักเรียนส่วนใหญ่คิดหาผลเฉลยได้ 8 ผลเฉลย (ร้อยละ 30 ของจำนวนผลเฉลยทั้งหมด) มีนักเรียนบางคนได้ผลเฉลยน้อยที่สุด 3 ผลเฉลย (ร้อยละ 12 ของจำนวนผลเฉลยทั้งหมด) และมีนักเรียนบางคนได้มากที่สุด 16 ผลเฉลย (ร้อยละ 62 ของจำนวนผลเฉลยทั้งหมด) สำหรับนักเรียนเป้าหมาย โดมคิดหาผลเฉลยได้ 3 ผลเฉลย (ร้อยละ 12 ของจำนวนผลเฉลยทั้งหมด) ในขณะที่เก่งคิดหาผลเฉลยได้ 7 ผลเฉลย (ร้อยละ 27 ของจำนวนผลเฉลยทั้งหมด) และน้ำแข็งคิดหาผลเฉลยได้ 10 ผลเฉลย (ร้อยละ 38 ของจำนวนผลเฉลยทั้งหมด)

ส่วนคาบเรียน 5 เมื่อนักเรียนได้รับใบกิจกรรม “สี่สาวชวนคิด” นักเรียนต้องคิดหาผลเฉลยที่เป็นไปได้ของปัญหาที่เกี่ยวกับวิธีการนำเลขโดด 1 2 3 และ 9 มาดำเนินการบวก ลบ คูณ หรือหาร เพื่อให้ได้ผลลัพธ์เป็น 1 2 3 4 5 6 7 8 9 และ 10 ซึ่งกิจกรรมนี้มีมากกว่า 41 ผลเฉลย (ดูรายละเอียดในภาคผนวก ค) จากการวิเคราะห์ผลงานเขียนของนักเรียน และผลการสังเกตของผู้วิจัยและผู้ช่วยวิจัยพบว่า นักเรียนส่วนใหญ่คิดหาผลเฉลยได้ 13 ผลเฉลย (ร้อยละ 32 ของจำนวนผลเฉลยทั้งหมด) มีนักเรียนบางคนได้ผลเฉลยน้อยที่สุด 9 ผลเฉลย (ร้อยละ 22 ของจำนวนผลเฉลยทั้งหมด) และมีนักเรียนบางคนได้มากที่สุด 18 ผลเฉลย (ร้อยละ 44 ของจำนวนผลเฉลยทั้งหมด) สำหรับนักเรียนเป้าหมาย โดมคิดหาผลเฉลยได้ 9 ผลเฉลย (ร้อยละ 22 ของจำนวนผลเฉลยทั้งหมด) ในขณะที่เก่งคิดหาผลเฉลยได้ 13 ผลเฉลย (ร้อยละ 32 ของจำนวนผลเฉลยทั้งหมด) และน้ำแข็งคิดหาผลเฉลยได้ 14 ผลเฉลย (ร้อยละ 34 ของจำนวนผลเฉลยทั้งหมด)

สำหรับคาบเรียน 10 เมื่อนักเรียนได้รับใบกิจกรรม “ถ้าคุณแน่! อย่าแพ้เด็กประถม” นักเรียนต้องคิดหาผลเฉลยที่เป็นไปได้ของปัญหาที่เกี่ยวกับวิธีการเขียนจำนวนที่มีแต่เลขโดด 2 อย่างเดียว หรือ 5 อย่างเดียว ให้ได้ผลบวกของจำนวนเหล่านั้นเป็น 100 ซึ่งกิจกรรมนี้มีทั้งหมด 38 ผลเฉลย (ดูรายละเอียดในภาคผนวก ค) จากการวิเคราะห์ผลงานเขียนของนักเรียน และผลการสังเกตของผู้วิจัยและผู้ช่วยวิจัยพบว่า นักเรียนส่วนใหญ่คิดหาผลเฉลยได้ 11 ผลเฉลย

(ร้อยละ 29 ของจำนวนผลเฉลยทั้งหมด) มีนักเรียนบางคนได้ผลเฉลยน้อยที่สุด 8 ผลเฉลย (ร้อยละ 21 ของจำนวนผลเฉลยทั้งหมด) และมีนักเรียนบางคนได้มากที่สุด 17 ผลเฉลย (ร้อยละ 45 ของจำนวนผลเฉลยทั้งหมด) สำหรับนักเรียนเป้าหมายโดมคิดหาผลเฉลยได้ 9 ผลเฉลย (ร้อยละ 24 ของจำนวนผลเฉลยทั้งหมด) ในขณะที่เก่งคิดหาผลเฉลยได้ 11 ผลเฉลย (ร้อยละ 29 ของจำนวนผลเฉลยทั้งหมด) และน้ำแข็งคิดหาผลเฉลยได้ 15 ผลเฉลย (ร้อยละ 40 ของจำนวนผลเฉลยทั้งหมด)

และในคาบเรียน 14 เมื่อนักเรียนได้รับใบกิจกรรม “ปฏิทินมหาสนุก” นักเรียนต้องคิดหาผลเฉลยที่เป็นไปได้ของปัญหาเกี่ยวกับจำนวนของความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนที่กำหนดตั้งแต่ 5 จำนวนขึ้นไป ซึ่งกิจกรรมนี้มีผลเฉลยมากกว่า 30 ผลเฉลย (ดูรายละเอียดในภาคผนวก ค) จากการวิเคราะห์ผลงานเขียนของนักเรียน และผลการสังเกตของผู้วิจัยและผู้ช่วยวิจัย พบว่านักเรียนส่วนใหญ่คิดหาผลเฉลยได้ 10 ผลเฉลย (ร้อยละ 30 ของจำนวนผลเฉลยทั้งหมด) มีนักเรียนบางคนได้ผลเฉลยน้อยที่สุด 7 ผลเฉลย (ร้อยละ 21 ของจำนวนผลเฉลยทั้งหมด) และมีนักเรียนบางคนได้มากที่สุด 15 ผลเฉลย (ร้อยละ 46 ของจำนวนผลเฉลยทั้งหมด) สำหรับนักเรียนเป้าหมายโดมและน้ำแข็งคิดหาผลเฉลยได้ 7 ผลเฉลย (ร้อยละ 21 ของจำนวนผลเฉลยทั้งหมด) ในขณะที่เก่งคิดหาผลเฉลยได้ 15 ผลเฉลย (ร้อยละ 46 ของจำนวนผลเฉลยทั้งหมด)

จากรายละเอียดข้างต้น สรุปจำนวนของผลเฉลยที่นักเรียนหาได้ ดังตารางต่อไปนี้

ตาราง 4 จำนวนและร้อยละของผลเฉลยที่นักเรียนหาได้จากจำนวนผลเฉลยทั้งหมด

กิจกรรมการเรียนรู้		จำนวนของผลเฉลยทั้งหมด	จำนวนของผลเฉลยที่นักเรียนหาได้ (ร้อยละ)			จำนวนของผลเฉลยที่นักเรียนเป้าหมายหาได้ (ร้อยละ)		
ครั้งที่	คาบเรียน		น้อยที่สุด	มากที่สุด	โดยเฉลี่ย	โดม	น้ำแข็ง	เก่ง
1	1	26 ผลเฉลย	3 (12)	16 (62)	8 (30)	3 (12)	10 (38)	7 (27)
2	5	41 ผลเฉลย	9 (22)	18 (44)	13 (32)	9 (22)	14 (34)	13 (32)
2	10	38 ผลเฉลย	8 (21)	17 (45)	11 (29)	9 (24)	15 (40)	11 (29)
3	14	30 ผลเฉลย	7 (21)	15 (46)	10 (30)	7 (21)	7 (21)	15 (46)

จากตารางข้างต้น สรุปได้ว่า ทั้งสามช่วงของกิจกรรมการเรียนรู้ นักเรียนส่วนใหญ่คิดหาผลเฉลยได้ร้อยละ 30 ของจำนวนผลเฉลยทั้งหมด สำหรับนักเรียนเป้าหมาย โดมในช่วงแรกคิดหาผลเฉลยได้น้อยกว่าร้อยละ 20 ของจำนวนผลเฉลยทั้งหมด ในช่วงที่ 2 และช่วงที่ 3 โดมคิดหา

ผลเฉลยได้จำนวนมากขึ้นซึ่งได้มากกว่าร้อยละ 20 ของจำนวนผลเฉลยทั้งหมด ในขณะที่เก่งในช่วงแรกคิดหาผลเฉลยได้น้อยกว่าร้อยละ 30 ของจำนวนผลเฉลยทั้งหมด ต่อมาในช่วงที่ 2 และช่วงที่ 3 เก่งสามารถคิดหาผลเฉลยได้จำนวนมากขึ้นซึ่งได้มากกว่าร้อยละ 30 ของจำนวนผลเฉลยทั้งหมด สำหรับน้ำแข็งในช่วงแรกและช่วงที่ 2 คิดหาผลเฉลยได้มากกว่าร้อยละ 30 ของจำนวนผลเฉลยทั้งหมด แต่ในช่วงที่ 3 น้ำแข็งคิดหาผลเฉลยได้จำนวนน้อยลงซึ่งได้น้อยกว่าร้อยละ 30 ของจำนวนผลเฉลยทั้งหมด ทั้งนี้จากการสัมภาษณ์น้ำแข็งของผู้วิจัย พบว่า สาเหตุที่น้ำแข็งคิดได้จำนวนน้อยลงนั้นเนื่องมาจากลักษณะปัญหาของกิจกรรมนี้มีความซับซ้อนมากกว่าปัญหาอื่นๆ จึงทำให้น้ำแข็งต้องใช้เวลาในการคิดวิเคราะห์เพื่อหาผลเฉลยแต่ละผลเฉลยมากขึ้น

(2) นักเรียนคิดหาผลเฉลยแต่ละผลเฉลยได้เร็วขึ้น

ในคาบเรียน 1 เมื่อนักเรียนได้รับใบกิจกรรม “ไขปริศนาเงินออม” นักเรียนส่วนใหญ่ใช้เวลาประมาณ 2 นาทีในการคิดหาผลเฉลยแรก ใช้เวลาประมาณ 50 วินาทีในการคิดหาผลเฉลยที่ 2 และใช้เวลาประมาณ 38 วินาทีในการคิดหาผลเฉลยที่ 3 ซึ่งผลเฉลยแรกและผลเฉลยที่ 2 เป็นผลเฉลยในกลุ่มเดียวกัน ส่วนผลเฉลยที่ 3 เป็นผลเฉลยที่อยู่ต่างกลุ่มกับผลเฉลยแรกและผลเฉลยที่ 2 สำหรับนักเรียนเป้าหมาย โดมใช้เวลาประมาณ 1.43 นาทีในการคิดหาผลเฉลยแรก หลังจากเขียนผลเฉลยเสร็จแล้วโดมไม่คิดหาผลเฉลยอีก แต่เมื่อหันไปเห็นเพื่อนนักเรียนคนอื่นหาผลเฉลยได้มากกว่า 1 ผลเฉลยจึงเริ่มคิดหาผลเฉลยที่ 2 ซึ่งใช้เวลาประมาณ 6 นาทีในการคิดหาผลเฉลยที่ 2 และใช้เวลาประมาณ 1.47 นาทีในการคิดหาผลเฉลยที่ 3 ซึ่งผลเฉลยทั้งสามจัดอยู่ในกลุ่มของผลเฉลยเดียวกัน ในขณะที่เก่งใช้เวลาประมาณ 1.59 นาทีในการคิดหาผลเฉลยแรก ใช้เวลาประมาณ 8 วินาทีในการคิดหาผลเฉลยที่ 2 ซึ่งผลเฉลยแรกและผลเฉลยที่ 2 เป็นผลเฉลยในกลุ่มเดียวกัน สำหรับผลเฉลยที่ 3 ซึ่งเป็นผลเฉลยที่อยู่ต่างกลุ่มกับผลเฉลยแรกและผลเฉลยที่ 2 เก่งใช้เวลาประมาณ 40 วินาทีในการคิดหาผลเฉลยที่ 3 ส่วนน้ำแข็งใช้เวลาประมาณ 3.52 นาทีในการคิดหาผลเฉลยแรก และใช้เวลาประมาณ 25 วินาทีในการคิดหาผลเฉลยที่ 2 ซึ่งผลเฉลยแรกและผลเฉลยที่ 2 อยู่ต่างกลุ่มกัน สำหรับผลเฉลยที่ 3 น้ำแข็งใช้จำนวนเหรียญไม่ครบ ซึ่งไม่สอดคล้องกับสถานการณ์หรือเงื่อนไขที่กำหนดจึงต้องคิดใหม่ ทำให้ใช้เวลาประมาณ 1 นาทีในการคิดหาผลเฉลยที่ 3

สำหรับคาบเรียน 5 เมื่อนักเรียนได้รับใบกิจกรรม “สี่สาวชวนคิด” นักเรียนส่วนใหญ่ใช้เวลาประมาณ 1 นาทีในการคิดหาผลเฉลยแรก เนื่องจากนักเรียนส่วนใหญ่ใช้การวางตำแหน่งของตัวเลขจากผลเฉลยแรกเป็นฐานในการคิด แล้วทำการเปลี่ยนเครื่องหมายบางเครื่องหมาย ทำให้ผลเฉลยที่ได้อยู่ต่างกลุ่มกับผลเฉลยแรก ซึ่งใช้เวลาประมาณ 30 วินาทีในการคิดหาผลเฉลยที่ 2 และใช้เวลาประมาณ 47 วินาทีในการคิดหาผลเฉลยที่ 3 ดังภาพประกอบ 7

ผลเฉลยที่ 1	คำตอบที่ 1 $(1 + 9) - (3 - 2) = 9$
↓	คำตอบที่ 2 $[(1 + 9) - 3] - 2 = 5$
↓	คำตอบที่ 3 $(1 + 9) - (3 * 2) = 4$

ภาพประกอบ 7 ผลงานเขียนของนักเรียนโดยใช้วิธีการปรับเปลี่ยนเครื่องหมายของผลเฉลย
ในคาบเรียน 5

อย่างไรก็ตาม เมื่อนักเรียนทำการเปลี่ยนเครื่องหมายไประยะหนึ่งจะได้ผลเฉลยซ้ำกับผลเฉลยที่ได้แล้ว สำหรับนักเรียนเป้าหมาย โดมใช้เวลาประมาณ 1 นาทีในการคิดหาผลเฉลยแรก และใช้เวลา 26 วินาที ในการคิดหาผลเฉลยที่ 2 ส่วนผลเฉลยที่ 3 ใช้เวลาในการคิดหาผลเฉลยประมาณ 1 นาที ในขณะที่ น้ำแข็งใช้เวลาประมาณ 2 นาทีในการคิดหาผลเฉลยแรก และใช้เวลา 23 วินาที 12 วินาที ในการคิดหาผลเฉลยที่ 2 และ 3 ตามลำดับ สำหรับแก๊งเมื่ออ่านปัญหาและฟังการซักถามของครูแล้วแก๊งสามารถหาผลเฉลยแรกได้ในทันที และใช้เวลาประมาณ 43 วินาทีในการคิดหาผลเฉลยที่ 2 ส่วนผลเฉลยที่ 3 ใช้เวลาประมาณ 57 วินาที ซึ่งผลเฉลยทั้งสามของ โดม น้ำแข็งและแก๊ง ต่างเป็นผลเฉลยที่อยู่ต่างกลุ่มผลเฉลยกัน

ส่วนคาบเรียน 10 เมื่อนักเรียนได้รับใบกิจกรรม “ถ้าคุณแน่! อย่าแพ้เด็กประถม” นักเรียนส่วนใหญ่ใช้เวลาประมาณ 1 นาทีในการคิดหาผลเฉลยแรก และใช้เวลาประมาณ 12 วินาที ในการคิดหาผลเฉลยที่ 2 และใช้เวลาประมาณ 23 วินาที ในการคิดหาผลเฉลยที่ 3 ซึ่งผลเฉลยแรก และผลเฉลยที่ 2 เป็นผลเฉลยในกลุ่มเดียวกัน ส่วนผลเฉลยที่ 3 เป็นผลเฉลยที่อยู่ต่างกลุ่มกับผลเฉลยแรกและผลเฉลยที่ 2 สำหรับนักเรียนเป้าหมาย โดม น้ำแข็ง และแก๊ง ใช้เวลาในการคิดหาผลเฉลยแรกประมาณ 3.15 นาที 1.42 นาที และ 1.26 นาทีตามลำดับ และใช้เวลาสำหรับผลเฉลยที่ 2 ของกลุ่มเดียวกันประมาณ 12 10 และ 16 วินาที ตามลำดับ ส่วนผลเฉลยที่อยู่ต่างกลุ่มกับผลเฉลยแรกและผลเฉลยที่ 2 โดมใช้เวลาประมาณ 1.13 นาที รองลงมาคือแก๊งใช้เวลา 21 วินาที ส่วนน้ำแข็งใช้เวลาเพียง 18 วินาที

ในคาบเรียน 14 เมื่อนักเรียนได้รับใบกิจกรรม “ปฏิทินมหาสนุก” นักเรียนส่วนใหญ่ใช้เวลาประมาณ 55 วินาทีในการคิดหาผลเฉลยแรก ใช้เวลาประมาณ 31 วินาทีในการคิดหาผลเฉลยที่ 2 และใช้เวลาประมาณ 50 วินาทีในการคิดหาผลเฉลยที่ 3 ซึ่งผลเฉลยทั้งสามผลเฉลยต่างเป็นผลเฉลยในกลุ่มเดียวกัน สำหรับนักเรียนเป้าหมาย โดมใช้เวลาประมาณ 30 วินาทีในการคิดหาผลเฉลยแรก และใช้เวลาประมาณ 31 วินาทีในการหาผลเฉลยที่ 2 ส่วนผลเฉลยที่ 3 ใช้เวลาในการคิดหาผลเฉลยประมาณ 1.39 นาที ส่วนน้ำแข็งใช้เวลาประมาณ 55 วินาทีในการคิดหาผลเฉลยแรก และสามารถหาผลเฉลยที่ 2 และ 3 ได้ต่อเนื่องจากผลเฉลยแรกในทันที ทั้ง 3 ผลเฉลยของโดมและน้ำแข็งต่างเป็นผลเฉลยที่อยู่ในกลุ่มของผลเฉลยเดียวกัน ในขณะที่แก๊งใช้เวลา

ประมาณ 45 วินาทีในการคิดหาผลเฉลยแรก และใช้เวลาประมาณ 36 วินาทีในการคิดหาผลเฉลยที่ 2 สำหรับผลเฉลยที่ 3 ใช้เวลาประมาณ 28 วินาที ซึ่งผลเฉลยแรกและผลเฉลยที่ 3 เป็นผลเฉลยที่อยู่ในกลุ่มของผลเฉลยเดียวกัน ส่วนผลเฉลยที่ 2 เป็นผลเฉลยที่อยู่ต่างกลุ่มกับผลเฉลยแรกและผลเฉลยที่ 3

จากรายละเอียดข้างต้น สรุปได้ว่า ในช่วงแรกนักเรียนส่วนใหญ่ใช้เวลาในการคิดหาผลเฉลยแรกประมาณ 2 นาที เมื่อนักเรียนมีประสบการณ์ในการแก้ปัญหามากขึ้น นักเรียนสามารถคิดหาผลเฉลยแรกได้เร็วขึ้นโดยใช้เวลาประมาณ 1 นาที รวมทั้งนักเรียนเป้าหมายทั้งสามใช้เวลาในการคิดหาผลเฉลยได้เร็วขึ้นเช่นกัน สำหรับผลเฉลยที่ 2 และ 3 นั้น นักเรียนส่วนใหญ่ใช้เวลาในการคิดมากน้อย ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับว่าผลเฉลยที่ 2 และ 3 เป็นผลเฉลยในกลุ่มเดียวกันหรือต่างกลุ่มกับผลเฉลยแรก ถ้าเป็นผลเฉลยในกลุ่มเดียวกัน นักเรียนใช้เวลาน้อยลง แต่ถ้าเป็นผลเฉลยต่างกลุ่มกัน นักเรียนใช้เวลามากขึ้น อย่างไรก็ตาม โดยภาพรวมแล้วนักเรียนส่วนใหญ่คิดหาผลเฉลยแต่ละผลเฉลยได้เร็วขึ้น

ดังที่กล่าวแล้วข้างต้นสามารถสรุปได้ว่า เมื่อนักเรียนมีประสบการณ์ในการแก้ปัญหามากขึ้น นักเรียนสามารถคิดหาผลเฉลยได้จำนวนมากขึ้นในเวลาที่กำหนด และคิดหาผลเฉลยแต่ละผลเฉลยได้เร็วขึ้นด้วย

1.2 ด้านการคิดหาผลเฉลยได้หลายรูปแบบที่แตกต่างกัน

ในการศึกษาการคิดหาผลเฉลยได้หลายรูปแบบที่แตกต่างกันของนักเรียน ผู้วิจัยพิจารณาจำนวนรูปแบบของผลเฉลยที่นักเรียนหาได้ ลักษณะของผลเฉลยในแต่ละรูปแบบ และขั้นตอนในการคิดหาผลเฉลย ซึ่งปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่ใช้ในกิจกรรมการเรียนรู้ในแต่ละปัญหามีรูปแบบของผลเฉลยมากกว่าหนึ่งรูปแบบ (มีอย่างน้อยสามรูปแบบ) จากการวิเคราะห์ผลงานเขียนของนักเรียนในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ผลการสังเกตของผู้วิจัยและผู้ช่วยวิจัย และผลการสัมภาษณ์ของผู้วิจัยเกี่ยวกับกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน พบว่า (1) นักเรียนคิดหาผลเฉลยที่มีรูปแบบแตกต่างกันได้จำนวนมากขึ้น และ (2) นักเรียนมีขั้นตอนในการคิดหาผลเฉลยที่กระชับขึ้น มีรายละเอียดดังนี้

(1) นักเรียนคิดหาผลเฉลยที่มีรูปแบบแตกต่างกันได้จำนวนมากขึ้น

ในช่วงแรกของกิจกรรมการเรียนรู้คาบเรียน 1 เมื่อนักเรียนได้ลงมือแก้ปัญหา กิจกรรม “ไขปริศนาเงินออม” นักเรียนกำหนดจำนวนของเหรียญ 50 สตางค์ และ 25 สตางค์ ก่อนแล้วพิจารณาจำนวนของเหรียญชนิดอื่นๆ ที่สอดคล้องกับสถานการณ์หรือเงื่อนไขที่กำหนด ซึ่งกิจกรรมนี้ ถ้าพิจารณารูปแบบของผลเฉลยจากการกำหนดจำนวนของเหรียญ 50 สตางค์ และ 25 สตางค์ มีรูปแบบของผลเฉลยทั้งหมด 5 รูปแบบ ซึ่งได้แก่

รูปแบบที่ 1	มีเหรียญ 50 สตางค์	จำนวน 1 เหรียญ
	และเหรียญ 25 สตางค์	จำนวน 2 เหรียญ

รูปแบบที่ 2	มีเหรียญ 50 สตางค์ และเหรียญ 25 สตางค์	จำนวน 1 เหรียญ จำนวน 6 เหรียญ
รูปแบบที่ 3	มีเหรียญ 50 สตางค์ และเหรียญ 25 สตางค์	จำนวน 2 เหรียญ จำนวน 4 เหรียญ
รูปแบบที่ 4	มีเหรียญ 50 สตางค์ และเหรียญ 25 สตางค์	จำนวน 3 เหรียญ จำนวน 2 เหรียญ
รูปแบบที่ 5	มีเหรียญ 50 สตางค์ และเหรียญ 25 สตางค์	จำนวน 5 เหรียญ จำนวน 2 เหรียญ

ตัวอย่างผลงานเขียนของนักเรียนในแต่ละรูปแบบของผลเฉลย ดังภาพประกอบ 8-9

รูปแบบที่ 1

คำตอบที่ 3
 50 บาท
 เหรียญสิบบาท 4 เหรียญ
 11 5 บาท 1 99
 19 2 บาท 2 99
 11 50 สต. 1 99
 11 25 สต. 2 99

สิ่งที่นักเรียนกำหนด

รูปแบบที่ 2

คำตอบที่ 13
 10 บาท 5 บาท 2 บาท 0.50 บาท 0.25 บาท
 1 บาท 19 บาท 1 1 6

สิ่งที่นักเรียนกำหนด

รูปแบบที่ 3

คำตอบที่ 3
 มีเงิน 21 บาท
 ประกอบด้วย
 เหรียญสิบ 1 เหรียญ เหรียญห้า 1 เหรียญ
 เหรียญสองบาท 2 เหรียญ
 เหรียญห้าสิบสตางค์ 2 เหรียญ
 เหรียญยี่สิบห้าสตางค์ 4 เหรียญ

สิ่งที่นักเรียนกำหนด

รูปแบบที่ 4

คำตอบที่ 11...
 เหรียญ 10 บาท 1 เหรียญ
 " 5 " " 2
 " 2 " " 2
 " 1 บาท " 7
 " 50 สต. " 2
 " 25 " " 2
 รวม 21 บาท

สิ่งที่นักเรียนกำหนด

ภาพประกอบ 8 ผลงานเขียนของนักเรียนในรูปแบบที่ 1-4 ในคาบเรียน 1

รูปแบบที่ 5

คาบเรียนที่ 1			
ที่โต๊ะสี่เหลี่ยม 20 บ.			
มีเหรียญ 10 บ. 1 เหรียญ			
๗ 5 บ. 1 ๗			
๗ 2 บ. 1 ๗			
๗ 50 สต. 5 ๗			
๗ 25 สต. 2 ๗			

← สิ่งที่นักเรียนกำหนด

ภาพประกอบ 9 ผลงานเขียนของนักเรียนในรูปแบบที่ 5 ในคาบเรียน 1

จากการวิเคราะห์ผลงานเขียนของนักเรียน และผลการสังเกตของผู้วิจัยและผู้ช่วยวิจัย พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่คิดหารูปแบบของผลเฉลยได้ 3 รูปแบบ ได้แก่ รูปแบบที่ 1 รูปแบบที่ 3 และรูปแบบที่ 5 สำหรับนักเรียนเป้าหมาย โดมมีรูปแบบของผลเฉลยรูปแบบที่ 3 เพียงรูปแบบเดียว เท่านั้น ส่วนแก่งมีรูปแบบของผลเฉลย 2 รูปแบบ ได้แก่ รูปแบบที่ 1 และรูปแบบที่ 3 ในขณะที่ น้ำแข็งมีรูปแบบของผลเฉลย 3 รูปแบบ ได้แก่ รูปแบบที่ 1 รูปแบบที่ 3 และรูปแบบที่ 4

ในช่วงที่ 2 ของกิจกรรมการเรียนรู้คาบเรียน 5 เมื่อนักเรียนได้ลงมือแก้ปัญหา กิจกรรม “สี่สาวชวนคิด” และนักเรียนคิดหาผลเฉลยแรกก่อน แล้วใช้การวางตำแหน่งของตัวเลข จากผลเฉลยแรกเป็นฐานในการคิด แล้วทำการเปลี่ยนเครื่องหมายบางเครื่องหมาย ทำให้ได้ ผลเฉลยที่มีผลลัพธ์ของจำนวนที่ได้จากการดำเนินการบวก ลบ คูณ หรือหาร แตกต่างกัน ดังนั้นใน กิจกรรมนี้ถ้าพิจารณารูปแบบของผลเฉลยจากผลลัพธ์ของจำนวนที่ได้จากการดำเนินการบวก ลบ คูณ หรือหาร มีรูปแบบของผลเฉลยทั้งหมด 10 รูปแบบ ซึ่งได้แก่

- | | |
|--------------|---|
| รูปแบบที่ 1 | ผลลัพธ์ของจำนวนที่ได้จากการดำเนินการเป็น 1 |
| รูปแบบที่ 2 | ผลลัพธ์ของจำนวนที่ได้จากการดำเนินการเป็น 2 |
| รูปแบบที่ 3 | ผลลัพธ์ของจำนวนที่ได้จากการดำเนินการเป็น 3 |
| รูปแบบที่ 4 | ผลลัพธ์ของจำนวนที่ได้จากการดำเนินการเป็น 4 |
| รูปแบบที่ 5 | ผลลัพธ์ของจำนวนที่ได้จากการดำเนินการเป็น 5 |
| รูปแบบที่ 6 | ผลลัพธ์ของจำนวนที่ได้จากการดำเนินการเป็น 6 |
| รูปแบบที่ 7 | ผลลัพธ์ของจำนวนที่ได้จากการดำเนินการเป็น 7 |
| รูปแบบที่ 8 | ผลลัพธ์ของจำนวนที่ได้จากการดำเนินการเป็น 8 |
| รูปแบบที่ 9 | ผลลัพธ์ของจำนวนที่ได้จากการดำเนินการเป็น 9 |
| รูปแบบที่ 10 | ผลลัพธ์ของจำนวนที่ได้จากการดำเนินการเป็น 10 |

ตัวอย่างผลงานเขียนของนักเรียนในแต่ละรูปแบบของผลเฉลย ดังภาพประกอบ 10

รูปแบบที่ 1	รูปแบบที่ 2
คำตอบที่ 3 $(9 \div 3) \div (1 + 2) = 1$	คำตอบที่ 5 $(1 + 9) \div (3 + 2) = 2$
รูปแบบที่ 3	รูปแบบที่ 4
คำตอบที่ 8 $(9 \times 1) - (3 \times 2) = 3$	คำตอบที่ 9 $9 - (1 \times 2 + 3) = 4$
รูปแบบที่ 5	รูปแบบที่ 6
คำตอบที่ 2 $(9 \div 3) \times 2 - 1 = 5$	คำตอบที่ 11 $(9 + 3) \div (2 \times 1) = 6$
รูปแบบที่ 7	รูปแบบที่ 8
คำตอบที่ 3 $(9 - 1) \times 2 - 3 = 4$	คำตอบที่ 4 $(9 - 1) \times (3 - 2) = 8$
รูปแบบที่ 9	รูปแบบที่ 10
คำตอบที่ 1 $(1 + 9) - (3 - 2) = 9$	คำตอบที่ 7 $(9 + 3 - 2) \div 1 = 10$

ภาพประกอบ 10 ผลงานเขียนของนักเรียนในรูปแบบที่ 1-10 ในคาบเรียน 5

จากการวิเคราะห์ผลงานเขียนของนักเรียน และผลการสังเกตของผู้วิจัยและผู้ช่วยวิจัยพบว่า นักเรียนส่วนใหญ่คิดหารูปแบบของผลเฉลยได้ 9 รูปแบบ แต่มีนักเรียนเพียง 2 คนที่สามารถคิดหาผลเฉลยได้ครบ 10 รูปแบบ สำหรับนักเรียนเป้าหมาย โดยมีรูปแบบของผลเฉลย 9 รูปแบบ รูปแบบละ 1 ผลเฉลย ในขณะที่น้ำแข็งและเก่ง มีรูปแบบของผลเฉลย 9 รูปแบบเช่นกัน แต่ในบางรูปแบบของน้ำแข็งและเก่งสามารถหาผลเฉลยได้มากกว่า 1 ผลเฉลย

ในช่วงที่ 2 ของกิจกรรมการเรียนรู้คาบเรียน 10 เมื่อนักเรียนได้ลงมือแก้ปัญหา กิจกรรม “ถ้าคุณแน่! อย่าแพ้เด็กประถม” นักเรียนกำหนดจำนวนที่นำมาหาผลบวกก่อน ได้แก่ 2 5 22 และ 55 แล้วพิจารณาจำนวน (ตัว) ของจำนวนเหล่านั้นที่สอดคล้องกับสถานการณ์หรือเงื่อนไขที่กำหนด ซึ่งกิจกรรมนี้ถ้าพิจารณารูปแบบของผลเฉลยจากจำนวนที่นำมาหาผลบวก มีรูปแบบของผลเฉลยทั้งหมด 7 รูปแบบ ซึ่งได้แก่

- รูปแบบที่ 1 ผลบวกของจำนวน 2 อย่างเดียว หรือ 5 อย่างเดียว
- รูปแบบที่ 2 ผลบวกของจำนวน 2 และ 22
- รูปแบบที่ 3 ผลบวกของจำนวน 2 และ 5
- รูปแบบที่ 4 ผลบวกของจำนวน 5 และ 55
- รูปแบบที่ 5 ผลบวกของจำนวน 2 5 และ 22

รูปแบบที่ 6 ผลบวกของจำนวน 2 5 และ 55

รูปแบบที่ 7 ผลบวกของจำนวน 2 5 22 และ 55

ตัวอย่างผลงานเขียนของนักเรียนในแต่ละรูปแบบของผลเฉลย ดังภาพประกอบ 11-12

รูปแบบที่ 1

$$2 + 2 + 2 \dots + 2 = 100$$

(27 ข้อตัว)

รูปแบบที่ 2

$$22 + 22 + 2$$

$$2 + 2 + 2 + 2 + 2 + 2 + 2 + 2 + 2 + 2 + 2 + 2 = 100$$

รูปแบบที่ 3

$$2 + 2 + 2 + 2 + 2 + 5 + 5 + 5 + 5 + 5 + \dots + 5 = 100$$

$$= (2 \times 5) + (5 \times 18) = 100$$

รูปแบบที่ 4

$$55 + 5 + 5 + 5 + 5 + 5 + 5 + 5 + 5 + 5 + 5 + 5$$

$$= 100$$

รูปแบบที่ 5

$$22 + 22 + 22 + 5 + 5 + 2 + 2 + 2 + 2 + 2 + 2 + 2 + 2 + 2 + 2 + 2 + 2 = 100$$

รูปแบบที่ 6

จำนวน	จำนวน
9 ข้อ 55	จำนวน
28 ข้อ 5	1 จำนวน
1 ข้อ 2	20 จำนวน

$$55 + 5 + 2 = 100$$

ภาพประกอบ 11 ผลงานเขียนของนักเรียนในรูปแบบที่ 1-6 ในคาบเรียน 10

รูปแบบที่ 7

คำตอบที่ 5...

$$55 + 5 + 22 + 2 + 2 + 2 + 2 + 5 + 5 = 100$$

จำนวน
จำนวน
จำนวน
จำนวน

ภาพประกอบ 12 ผลงานเขียนของนักเรียนในรูปแบบที่ 7 ในคาบเรียน 10

จากการวิเคราะห์ผลงานเขียนของนักเรียน และผลการสังเกตของผู้วิจัยและผู้ช่วยวิจัย พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่คิดหารูปแบบของผลเฉลยได้ 6 รูปแบบ ซึ่งมีนักเรียนเพียง 2 คน ที่สามารถคิดหาผลเฉลยได้ครบ 7 รูปแบบ สำหรับนักเรียนเป้าหมาย โดมและน้ำแข็งมีรูปแบบของผลเฉลย 6 รูปแบบ ในขณะที่เก่งมีรูปแบบของผลเฉลยครบ 7 รูปแบบ

ในช่วงที่ 3 ของกิจกรรมการเรียนรู้คาบเรียน 14 เมื่อนักเรียนได้ลงมือแก้ปัญหา กิจกรรม “ปฏิทินมหาสนุก” นักเรียนพิจารณาจำนวนในปฏิทินเดือนกุมภาพันธ์ตั้งแต่ 1-28 แล้ว เลือกจำนวนที่มีความสัมพันธ์กันตามที่นักเรียนกำหนด ซึ่งกิจกรรมนี้ถ้าพิจารณารูปแบบของผลเฉลยจากเนื้อหาที่ใช้ในการสร้างความสัมพันธ์ของจำนวน จะมีรูปแบบของผลเฉลยมากกว่า 3 รูปแบบ ได้แก่

- รูปแบบที่ 1 เนื้อหาเกี่ยวกับจำนวน
เช่น จำนวนเฉพาะ จำนวนคู่ จำนวนคี่ จำนวนที่หารลงตัว
- รูปแบบที่ 2 เนื้อหาเกี่ยวกับรูปเรขาคณิต
เช่น จำนวนในแนวตั้งฉาก จำนวนในแนวขนานกันได้
จำนวนในแนวรูปห้าเหลี่ยม
- รูปแบบที่ 3 เนื้อหาเกี่ยวกับสถานการณ์ชีวิตจริง
เช่น วันข้างขึ้น วันข้างแรม วันทำงาน วันหยุดราชการ

ตัวอย่างผลงานเขียนของนักเรียนในแต่ละรูปแบบของผลเฉลย ดังภาพประกอบ 13-14

รูปแบบที่ 1

คำตอบที่ 6

2 3 5 7 11 13 17 19

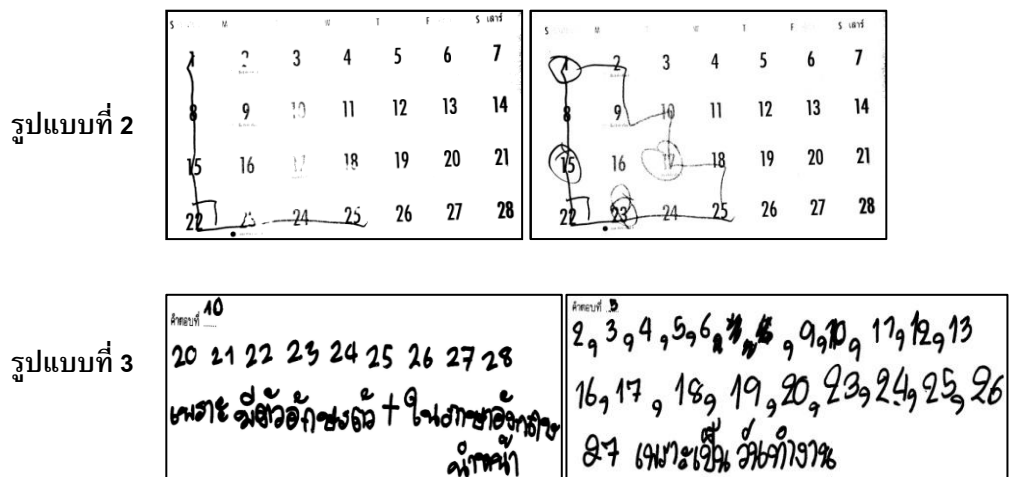
23 ~~29~~ | $1751 = 17 \times \text{จำนวน} / \text{จำนวน}$

คำตอบที่ 5

2 4 6 8 10 12 14 16 18 20

22 24 26 28 | $1751 = 17 \times \text{จำนวน} / \text{จำนวน}$

ภาพประกอบ 13 ผลงานเขียนของนักเรียนในรูปแบบที่ 1 ในคาบเรียน 14



ภาพประกอบ 14 ผลงานเขียนของนักเรียนในรูปแบบที่ 2-3 ในคาบเรียน 14

จากการวิเคราะห์ผลงานเขียนของนักเรียน และผลการสังเกตของผู้วิจัยและผู้ช่วยวิจัยพบว่า นักเรียนส่วนใหญ่คิดหาผลเฉลยในรูปแบบที่ 1 ได้เพียงรูปแบบเดียว สำหรับนักเรียนเป้าหมาย โดมและน้ำแข็งมีรูปแบบของผลเฉลยในรูปแบบที่ 1 เพียงรูปแบบเดียวเช่นกัน ซึ่งบางผลเฉลยของ โดม เป็นผลเฉลยที่แตกต่างจากนักเรียนคนอื่น คือ ผลเฉลยที่ 3 ผลเฉลยที่ 6 และผลเฉลยที่ 7 โดยความสัมพันธ์ที่ใช้ คือ digital root ซึ่งเป็นค่าของเลขโดด ที่เกิดจากการนำเลขโดดของจำนวนที่กำหนดมาหาผลบวก แล้วนำเลขโดดของผลบวกมาทำซ้ำ จนเหลือเพียงเลขโดด จำนวนที่หารากที่สองได้เป็นจำนวนเต็ม และจำนวนในความสัมพันธ์สามารถนำมาสร้างพาลินโดรม (palindrome) ได้ตามลำดับ ดังภาพประกอบ 15

ผลเฉลยที่ 3	ผลเฉลยที่ 6	ผลเฉลยที่ 7
จำนวนที่ 3 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 เป็น Digital root	จำนวนที่ 6 1, 4, 9, 25, 16 เลขที่หาค่า $\sqrt{\quad}$ ได้ลงตัว	จำนวนที่ 7 1 - 28 Palindrome ได้ทุกตัว

ภาพประกอบ 15 ผลงานเขียนของโดมที่มีผลเฉลยแตกต่างจากนักเรียนคนอื่น ในคาบเรียน 14

ในขณะที่เก่งคิดหาผลเฉลยได้ทั้ง 3 รูปแบบ สำหรับเนื้อหาเรื่องรูปเรขาคณิต มีผลเฉลยของเก่งที่แตกต่างจากนักเรียนคนอื่นดังเช่น ผลเฉลยที่ 2 ความสัมพันธ์ของผลเฉลยนี้ คือ จำนวนในแนวตั้งฉาก ผลเฉลยที่ 7 ความสัมพันธ์ที่ใช้ คือ รูปแบบบันได และผลเฉลยที่ 13 ความสัมพันธ์ที่ใช้ คือ รูปห้าเหลี่ยม ดังภาพประกอบ 16

ผลเฉลยที่ 2
จำนวนในแนวตั้งฉาก

S	M	W	T	F	S เสาร์	
1	2	3	4	5	6	7
8	9	10	11	12	13	14
15	16	17	18	19	20	21
22	23	24	25	26	27	28

ผลเฉลยที่ 7
รูปแบบบันได

S	M	W	T	F	S เสาร์	
1	2	3	4	5	6	7
8	9	10	11	12	13	14
15	16	17	18	19	20	21
22	23	24	25	26	27	28

ผลเฉลยที่ 13
รูปห้าเหลี่ยม

S	M	W	T	F	S เสาร์	
1	2	3	4	5	6	7
8	9	10	11	12	13	14
15	16	17	18	19	20	21
22	23	24	25	26	27	28

ภาพประกอบ 16 ร่องรอยการคิดหาผลเฉลยของเก่งที่แตกต่างจากนักเรียนคนอื่น ในคาบเรียน 14

จากรายละเอียดข้างต้น สรุปได้ว่า ในช่วงแรกของกิจกรรมการเรียนรู้ นักเรียนส่วนใหญ่รวมทั้งนักเรียนเป้าหมายทั้งสามคน คิดหาผลเฉลยได้น้อยกว่าร้อยละ 60 ของจำนวนรูปแบบของผลเฉลยทั้งหมดของแต่ละกิจกรรม ส่วนในช่วงที่ 2 และ 3 นักเรียนสามารถคิดหาผลเฉลยที่มีรูปแบบแตกต่างกันได้จำนวนมากขึ้น และในบางกิจกรรมนักเรียนสามารถคิดหาผลเฉลยได้ครบทุกรูปแบบ

(2) นักเรียนมีขั้นตอนในการคิดหาผลเฉลยที่กระชับขึ้น

ในคาบเรียน 1 กิจกรรม “ไขปริศนาเงินออม” นักเรียนส่วนใหญ่ใช้เวลามากในการคิดหาผลเฉลยทั้งหมดในกระดาษทด ทำให้เมื่อใกล้เวลาที่กำหนดนักเรียนต้องเร่งรีบในการเขียนผลเฉลยในกระดาษคำตอบ ซึ่งบางครั้งทำให้เขียนผลเฉลยได้ไม่ครบหรือเขียนผลเฉลยผิด สำหรับนักเรียนเป้าหมาย โดมคิดหาผลเฉลยทีละผลเฉลยในกระดาษทด แล้วจึงเขียนผลเฉลยนั้นในกระดาษคำตอบ (คิดไปเขียนไป) แต่เนื่องจากโดมใช้เวลามากในการคิดหาผลเฉลยจึงทำให้ได้ผลเฉลยไม่มากเท่าที่ควร ในขณะที่น้ำแข็งใช้เวลาส่วนใหญ่ในการคิดหาผลเฉลยทั้งหมดในกระดาษทด เมื่อใกล้เวลาที่กำหนดจึงต้องเร่งรีบในการเขียนผลเฉลยในกระดาษคำตอบ ทำให้เขียนผลเฉลยได้ไม่ครบภายในเวลาที่กำหนด ดังภาพประกอบ 17

	10	5	2	50	25	58
	2	4	2	2	4	4X
	1	2	2	4	X	4
	1	2	1	X	4	4
	2	1	2	2	2	4
10	1	1	2	2	2	19 X
"	3	2	2	1	2	43X
"	4	1	1	1	2X	34 X
50	1	3	3	1	2	58 X
"	5	1	1	1	2	46 X
"	3	3	1	1	2	53 X
"	4	2	1	1	4	24 X
"	1	2	1	2	2	46 X
"	4	1	2	1	2	47 X
"	2	4	1	1	2	20 X
"	1	2	2	3	2	

ภาพประกอบ 17 ร่องรอยการคิดหาผลเฉลี่ยในกระดาษทดของน้ำแข็ง ในคาบเรียน 1

ในคาบเรียน 5 กิจกรรม “สี่สาวชวนคิด” ซึ่งเป็นช่วงที่ 2 ของกิจกรรมการเรียนรู้ นักเรียนส่วนใหญ่ปรับขั้นตอนในการคิดให้กระชับขึ้น โดยคิดหาผลเฉลี่ยทีละผลเฉลี่ยในกระดาษทด แล้วเขียนผลเฉลี่ยนั้นในกระดาษคำตอบ (คิดไปเขียนไป) ซึ่งบางผลเฉลยนักเรียนอาศัยโครงสร้างของผลเฉลี่ยที่มีอยู่ แล้วปรับเปลี่ยนการดำเนินการบางอย่างทำให้ได้ผลเฉลยเพิ่มเติมทันทีโดยไม่ต้องทด สำหรับนักเรียนเป้าหมาย โดม เก่ง และน้ำแข็ง ได้ปรับขั้นตอนในการคิดหาผลเฉลี่ยให้กระชับขึ้น โดยคิดหาผลเฉลี่ยทีละผลเฉลี่ยในกระดาษทด แล้วเขียนผลเฉลี่ยเหล่านั้นในกระดาษคำตอบ (คิดไปเขียนไป) เช่นกัน

สำหรับช่วงที่ 2 ของกิจกรรมการเรียนรู้ ในคาบเรียน 10 กิจกรรม “ถ้าคุณแน่! อย่าแพ้เด็กประถม” นักเรียนส่วนใหญ่ปรับขั้นตอนในการคิดให้กระชับขึ้น โดยคิดหาผลเฉลี่ยในใจ แล้วเขียนผลเฉลี่ยในกระดาษคำตอบทันที แต่ยังคงมีนักเรียนบางคนที่ยังคิดไปเขียนไป สำหรับนักเรียนเป้าหมาย โดม เก่ง และน้ำแข็งมีขั้นตอนการคิดหาผลเฉลี่ยเช่นเดียวกับนักเรียนส่วนใหญ่ และมีบางผลเฉลยที่คิดในกระดาษทปก่อนลงมือเขียนในกระดาษคำตอบ นอกจากนี้ยังมีนักเรียนบางคนที่ยังปรับเปลี่ยนวิธีการเขียนผลเฉลย โดยในช่วงแรกนักเรียนใช้การเขียนแจกแจงทั้งหมด แต่ในช่วงหลังนักเรียนใช้สัญลักษณ์ “...” ในการเขียนผลเฉลย ดังภาพประกอบ 18

การเขียนแบบแจกแจง

คำตอบที่ 2.

$$55 + 5 + 5 + 5 + 5 + 5 + 5 + 5 + 5 + 5 = 100$$

$$+ 5$$

ใช้สัญลักษณ์ “ ... ”

คำตอบที่ 8.

$$22 + 5 + 55 + 2 + 2 + 2 \dots + 2 + 2 = 100$$

9

ภาพประกอบ 18 ผลงานเขียนของนักเรียนที่ปรับเปลี่ยนวิธีการเขียนผลเฉลย ในคาบเรียน 10

ในช่วงท้ายของกิจกรรมการเรียนรู้ ในคาบเรียน 14 กิจกรรม “ปฏิทินมหาสนุก” นักเรียนส่วนใหญ่ยังคงใช้การคิดหาผลเฉลยในใจ แล้วเขียนผลเฉลยเหล่านั้นในกระดาษคำตอบทันที สำหรับนักเรียนเป้าหมาย โดม เก่ง และน้ำแข็ง มีวิธีการคิดหาผลเฉลยเช่นเดียวกับนักเรียนส่วนใหญ่ นอกจากนี้ผลเฉลยของเก่งบางผลเฉลยมีการขีดเขียนในปฏิทิน ดังภาพประกอบ 16 ที่กล่าวมาแล้วข้างต้น

จากรายละเอียดข้างต้น สรุปได้ว่า ในช่วงแรกของกิจกรรมการเรียนรู้ นักเรียนส่วนใหญ่รวมทั้งนักเรียนเป้าหมายมีขั้นตอนในการคิดหาผลเฉลยหลายขั้นตอน ทำให้เขียนผลเฉลยได้ไม่ครบภายในเวลาที่กำหนด แต่ในช่วงหลังนักเรียนลดขั้นตอนบางขั้นตอนที่ซ้ำซ้อนออกไป ทำให้มีขั้นตอนในการคิดหาผลเฉลยที่กระชับขึ้น ส่งผลให้นักเรียนคิดหาผลเฉลยได้จำนวนมากขึ้นภายในเวลาที่กำหนด

จากรายละเอียดของการคิดหาผลเฉลยได้หลายรูปแบบที่แตกต่างกันข้างต้น สรุปได้ว่า เมื่อนักเรียนมีประสบการณ์ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์มากขึ้น นักเรียนสามารถลดขั้นตอนบางขั้นตอนออกไป ทำให้มีขั้นตอนในการคิดหาผลเฉลยที่กระชับขึ้น ส่งผลให้นักเรียนคิดหาผลเฉลยได้จำนวนมากขึ้นภายในเวลาที่กำหนด ซึ่งผลเฉลยเหล่านั้นเป็นผลเฉลยที่มีรูปแบบแตกต่างกัน

2. พฤติกรรมด้านความคิดยืดหยุ่น

ในกิจกรรมการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ผู้วิจัยศึกษาพฤติกรรมด้านความคิดยืดหยุ่น โดยพิจารณาความสามารถของนักเรียนในการคิดแล้วเลือกผลเฉลยหรือกลุ่มของผลเฉลยที่สอดคล้องกับสถานการณ์หรือเงื่อนไขที่กำหนด และการคิดแล้วเลือกเกณฑ์การจัดกลุ่มของผลเฉลยขณะลงมือแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ในช่วงกิจกรรมพัฒนาความคิดยืดหยุ่น

2.1 ด้านการคิดแล้วเลือกผลเฉลยหรือกลุ่มของผลเฉลยที่สอดคล้องกับสถานการณ์หรือเงื่อนไขที่กำหนด

ในการศึกษาการคิดแล้วเลือกผลเฉลยหรือกลุ่มของผลเฉลยที่สอดคล้องกับสถานการณ์หรือเงื่อนไขที่กำหนดของนักเรียน ผู้วิจัยพิจารณาขั้นตอนในการคิดแล้วเลือกผลเฉลย

หรือกลุ่มของผลเฉลยที่สอดคล้องกับสถานการณ์หรือเงื่อนไขที่กำหนดของนักเรียน ดังที่กล่าวมาแล้วในบทก่อนหน้าเห็นว่า ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่ใช้ในกิจกรรมการเรียนรู้แต่ละปัญหามีผลเฉลยมากกว่าหนึ่งผลเฉลย (มีอย่างน้อยสิบผลเฉลย) ดังนั้นในการคิดแล้วเลือกผลเฉลยหรือกลุ่มของผลเฉลยที่สอดคล้องกับสถานการณ์หรือเงื่อนไขที่กำหนด นักเรียนต้องมีผลเฉลยจำนวนมากแล้วจึงสามารถเลือกผลเฉลยที่ต้องการได้ จากการวิเคราะห์ผลงานเขียนของนักเรียนในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ผลการสังเกตของผู้วิจัยและผู้ช่วยวิจัย และผลการสัมภาษณ์ของผู้วิจัยเกี่ยวกับกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน พบว่า นักเรียนคิดแล้วเลือกผลเฉลยหรือกลุ่มของผลเฉลยที่สอดคล้องกับสถานการณ์หรือเงื่อนไขที่กำหนดได้ถูกต้องมากขึ้น โดยคิดแล้วเลือกจากผลเฉลยที่นักเรียนหาได้ในช่วงกิจกรรมพัฒนาความคิดคล่อง ถ้าพบว่าไม่มีผลเฉลยที่ต้องการนักเรียนจะคิดหาผลเฉลยอีกครั้งจนได้ผลเฉลยหรือกลุ่มของผลเฉลยที่สอดคล้องกับสถานการณ์หรือเงื่อนไขที่กำหนด มีรายละเอียดดังนี้

ในช่วงแรกของกิจกรรมการเรียนรู้ คาบเรียน 1 กิจกรรม “ไขปริศนาเงินออม” หลังจากนักเรียนคิดหาผลเฉลยที่เป็นไปได้แล้ว กิจกรรมนี้ยังต้องการให้นักเรียนเลือกผลเฉลยหรือกลุ่มของผลเฉลยที่สอดคล้องกับสถานการณ์หรือเงื่อนไขที่กำหนดด้วย สถานการณ์หรือเงื่อนไขที่กำหนดในกิจกรรมนี้ คือ ความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนเงินและจำนวนของเหรียญชนิดต่างๆ เมื่อกำหนดให้มีจำนวนของเหรียญ 25 สตางค์มากที่สุด ซึ่งในการเลือกผลเฉลยหรือกลุ่มของผลเฉลยที่สอดคล้องกับสถานการณ์หรือเงื่อนไขที่กำหนด นักเรียนส่วนใหญ่พิจารณาผลเฉลยที่ตนเองมีก่อน เมื่อพบว่าไม่มีผลเฉลยที่ต้องการทำให้นักเรียนต้องคิดหาผลเฉลยอีกครั้ง ในกิจกรรมนี้มีนักเรียนเพียง 2 คนเท่านั้น ที่มีผลเฉลยหรือกลุ่มของผลเฉลยที่สอดคล้องกับสถานการณ์หรือเงื่อนไขที่กำหนด จึงทำให้ทั้ง 2 คนสามารถคิดแล้วเลือกผลเฉลยที่ต้องการหาได้ทันที สำหรับนักเรียนที่เหลือ รวมทั้งนักเรียนเป้าหมาย โดม น้ำแข็ง และแก่ง ไม่มีผลเฉลยหรือกลุ่มของผลเฉลยที่สอดคล้องกับสถานการณ์หรือเงื่อนไขที่กำหนด จึงต้องคิดหาผลเฉลยอีกครั้งจนได้ผลเฉลยหรือกลุ่มของผลเฉลยที่สอดคล้องกับสถานการณ์หรือเงื่อนไขที่กำหนด

สำหรับช่วงที่ 2 ของกิจกรรมการเรียนรู้ คาบเรียน 5 กิจกรรม “สี่สาวชวนคิด” หลังจากคิดหาผลเฉลยที่เป็นไปได้ของกิจกรรมนี้แล้ว นักเรียนยังต้องเลือกผลเฉลยหรือกลุ่มของผลเฉลยที่สอดคล้องกับสถานการณ์หรือเงื่อนไขที่กำหนดด้วย สำหรับสถานการณ์หรือเงื่อนไขที่กำหนดของกิจกรรมนี้ คือ การใช้เลขโดดจากจำนวน 1932 มาดำเนินการโดยไม่สลับตำแหน่งของเลขโดด ดังที่กล่าวมาแล้วก่อนหน้าเห็นว่า ในช่วงที่ 2 ของกิจกรรมการเรียนรู้ นักเรียนคิดหารูปแบบของผลเฉลยได้จำนวนมากขึ้น ส่งผลให้นักเรียนทุกคนมีผลเฉลยหรือกลุ่มของผลเฉลยที่สอดคล้องกับสถานการณ์หรือเงื่อนไขที่กำหนด ทำให้คิดเลือกผลเฉลยหรือกลุ่มของผลเฉลยที่ต้องการได้ทันที

ต่อมาใน คาบเรียน 10 กิจกรรม “ถ้าคุณแน่! อย่าแพ้เด็กประถม” ซึ่งมีสถานการณ์หรือเงื่อนไขที่กำหนด คือ การหาวิธีเขียนที่ใช้ 2, 5, 22 และ 55 แล้วทำให้ผลบวกของจำนวนเหล่านั้นเป็น 100 ในคาบเรียนนี้นักเรียนยังคงคิดหาผลเฉลยที่มีรูปแบบแตกต่างกันได้จำนวนมากขึ้น

จึงทำให้นักเรียนทุกคนมีผลเฉลยหรือกลุ่มของผลเฉลยที่สอดคล้องกับสถานการณ์หรือเงื่อนไขที่กำหนด และสามารถคัดเลือกผลเฉลยหรือกลุ่มของผลเฉลยที่ต้องการหาได้ทันที

สำหรับช่วงสุดท้ายของกิจกรรมการเรียนรู้ ในคาบเรียน 14 กิจกรรม “ปฏิทินมหาสนุก” ซึ่งมีสถานการณ์หรือเงื่อนไขที่กำหนด คือ ความสัมพันธ์ของจำนวนเพียง 5 จำนวน ในคาบเรียนนี้ นอกจากนักเรียนทุกคนมีผลเฉลยหรือกลุ่มของผลเฉลยที่สอดคล้องกับสถานการณ์หรือเงื่อนไขที่กำหนดแล้ว นักเรียนบางคนยังคิดหาผลเฉลยอื่นๆ ที่สอดคล้องกับสถานการณ์หรือเงื่อนไขที่กำหนด สำหรับนักเรียนเป้าหมายมีเพียงน้ำแข็งเท่านั้นที่คิดหาผลเฉลยอื่นๆ ที่สอดคล้องกับสถานการณ์หรือเงื่อนไขที่กำหนดได้

จากรายละเอียดข้างต้นสรุปได้ว่า เมื่อนักเรียนมีประสบการณ์ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์มากขึ้น นักเรียนสามารถคิดแล้วเลือกผลเฉลยหรือกลุ่มของผลเฉลยที่สอดคล้องกับสถานการณ์หรือเงื่อนไขที่กำหนดได้ถูกต้องมากขึ้น โดยคิดแล้วเลือกจากผลเฉลยที่นักเรียนหาได้ ในช่วงกิจกรรมพัฒนาความคิดคล่อง ถ้าพบว่าไม่มีผลเฉลยที่ต้องการนักเรียนจึงคิดหาผลเฉลยอีกครั้ง จนได้ผลเฉลยที่สอดคล้องกับสถานการณ์หรือเงื่อนไขที่กำหนด และบางครั้งนักเรียนยังสามารถหาผลเฉลยเพิ่มเติมที่สอดคล้องกับสถานการณ์หรือเงื่อนไขที่กำหนดได้เช่นกัน

2.2 ด้านการคิดแล้วเลือกเกณฑ์การจัดกลุ่มของผลเฉลย

ในการศึกษาการคิดแล้วเลือกเกณฑ์การจัดกลุ่มของผลเฉลยของนักเรียน ผู้วิจัยพิจารณา การกำหนดเกณฑ์การจัดกลุ่มของผลเฉลย พร้อมคำอธิบายของนักเรียน ดังที่กล่าวมาแล้ว ในช่วงกิจกรรมพัฒนาความคิดคล่องนักเรียนคิดหาผลเฉลยได้จำนวนมาก ดังนั้นในช่วงกิจกรรมพัฒนาความคิดยืดหยุ่น หลังจากนักเรียนคิดแล้วเลือกผลเฉลยหรือกลุ่มของผลเฉลยที่สอดคล้องกับสถานการณ์หรือเงื่อนไขที่กำหนดแล้ว นักเรียนยังต้องนำผลเฉลยจำนวนมากที่คิดหาได้มาจัดเป็นกลุ่ม พร้อมทั้งกำหนดเกณฑ์การจัดกลุ่มของผลเฉลยเหล่านั้นอีกด้วย จากการวิเคราะห์ผลงานเขียนของนักเรียนในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ผลการสังเกตของผู้วิจัยและผู้ช่วยวิจัย และผลการสัมภาษณ์ของผู้วิจัยเกี่ยวกับกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน พบว่า (1) นักเรียนมีเกณฑ์การจัดกลุ่มของผลเฉลยที่ชัดเจนขึ้น และ (2) นักเรียนอธิบายเกณฑ์การจัดกลุ่มของผลเฉลยได้ชัดเจนขึ้น โดยมีรายละเอียดแต่ละช่วง ดังนี้

(1) นักเรียนมีเกณฑ์การจัดกลุ่มของผลเฉลยที่ชัดเจนขึ้น

ในคาบเรียน 1 กิจกรรม “ไขปริศนาเงินออม” ช่วงกิจกรรมพัฒนาความคิดยืดหยุ่น ที่นักเรียนต้องนำผลเฉลยที่หาได้มาจัดกลุ่ม พร้อมทั้งกำหนดเกณฑ์การจัดกลุ่มของผลเฉลยเหล่านั้น ในกิจกรรมนี้นักเรียนส่วนใหญ่สามารถจัดกลุ่มของผลเฉลยพร้อมกำหนดเกณฑ์การจัดกลุ่มของผลเฉลยได้ ซึ่งเกณฑ์การจัดกลุ่มของผลเฉลยมี 3 เกณฑ์ ได้แก่

เกณฑ์ที่ 1 การพิจารณาผลรวมของจำนวนเงิน

เกณฑ์ที่ 2 การพิจารณาชนิดของเหรียญ

เกณฑ์ที่ 3 การพิจารณาแบบรูปของจำนวนเหรียญ

จากเกณฑ์การจัดกลุ่มของผลเฉลยข้างต้น มีนักเรียน 3 คนที่ใช้เกณฑ์ที่ 1 การพิจารณาผลรวมของจำนวนเงิน ในการจัดกลุ่มของผลเฉลยของตน โดยคนที่หนึ่งกำหนดผลรวมของจำนวนเงินเป็นจำนวนเฉพาะและไม่เป็นจำนวนเฉพาะ คนที่สองกำหนดผลรวมของจำนวนเงินเป็นจำนวนคู่และจำนวนคี่ และคนที่สามกำหนดผลรวมของจำนวนเงินอยู่ในช่วงที่กำหนด ดังภาพประกอบ 19

นักเรียนคนที่ 1

กลุ่ม	1	มี	19	29	29	39	23
กลุ่ม	2	มี	20	21	24		
กลุ่ม 1	เป็นจำนวนเฉพาะ						
กลุ่ม 2	ไม่เป็นจำนวนเฉพาะ						

นักเรียนคนที่ 2

จัดกลุ่มโดยดูเลขตัวลงคืออันดับกันน้อยกว่าเป็นจำนวนคู่หรือจำนวนคี่	
ค	ค
40	29
39	35
34	

เกณฑ์ ในการจัดกลุ่ม
ทำเป็น ตารางในการ
เขียนตัวเลขเพื่อแบ่ง
ช่วงทำจำนวนคู่จำนวน
คี่

นักเรียนคนที่ 3

กลุ่ม	1	2	3	4	5
	19	21	34	43	59
		24	35	50	
		26	38		
		29			

เกณฑ์ ในการจัดกลุ่ม
ช่วงที่ คู่เงิน

1. ระหว่าง 11-20
2. ระหว่าง 21-30
3. ระหว่าง 31-40
4. ระหว่าง 41-50
5. ระหว่าง 51-60

ภาพประกอบ 19 ผลงานเขียนของนักเรียนคนที่ 1-3 ซึ่งจัดกลุ่มของผลเฉลยโดยใช้เกณฑ์ที่ 1 การพิจารณาโดยใช้ผลรวมของจำนวนเงิน ในคาบเรียน 1

ในขณะที่มีนักเรียน 5 คนที่ใช้เกณฑ์ที่ 2 การพิจารณาชนิดของเหรียญ ในการจัดกลุ่มของผลเฉลยของตน โดยคนที่หนึ่งสามารถกำหนดเกณฑ์การจัดกลุ่มของผลเฉลยได้ 2 เกณฑ์ คือ กำหนดผลรวมของจำนวนเหรียญ 2 บาท และกำหนดผลรวมของจำนวนเหรียญ 50 สตางค์ คนที่สองกำหนดผลรวมของจำนวนเหรียญ 25 สตางค์ คนที่สามกำหนดผลรวมของจำนวนเหรียญ 50

สตางค์ และจำนวนเหรียญ 25 สตางค์เท่ากัน และคนที่สี่กำหนดผลรวมของจำนวนเงินเหรียญ 50 สตางค์ และ 25 สตางค์ ดังภาพประกอบ 20-21

กลุ่มที่ 1 มีเหรียญสองบาท 1 เหรียญ
 กลุ่มที่ 2 มีเหรียญสองบาท 2 เหรียญ

นักเรียนคนที่ 1

กลุ่มที่ 1 กลุ่มที่ 2
 1๑๒ 3-7
 เกณฑ์การตัด
 กลุ่ม 1 = เหรียญ ๓๐ สต. 2 เหรียญ
 กลุ่ม 2 = ๑๑ สต. ๗ ๑๑

นักเรียนคนที่ 2

ค่าของ
 กลุ่มที่ 1 มี 1, 7
 กลุ่มที่ 2 มี ค่าของ 2, 3, 4, 5, 6, ๗, ๘
 กลุ่มที่ ๓ มี ค่าของ 11
 เกณฑ์ในการจัดกลุ่มคือ นำอัตราจำนวนเหรียญ 25 สตางค์
 ถ้าเหรียญ 25 สตางค์ 4 เหรียญ ให้เอาไว้กลุ่มที่ 1 และถ้า
 มีเหรียญ 25 สตางค์ 2 เหรียญ ให้เอาไว้กลุ่มที่ 2 และถ้า
 มีเหรียญ 25 สตางค์ 6 เหรียญ ให้เอาไว้กลุ่มที่ 3

ภาพประกอบ 20 ผลงานเขียนของนักเรียนคนที่ 1-2 ซึ่งจัดกลุ่มของผลเฉลยโดยใช้เกณฑ์ที่ 2 การพิจารณาชนิดของเหรียญ ในคาบเรียน 1

นักเรียนคนที่ 3

	10 บาท	5 บาท	2 บาท	0.50 บาท	0.25 บาท
กลุ่มที่ 1	3	1	3	1	2
	3	3	1	1	2
	1	3	3	1	2
	4	2	1	1	2
	4	1	2	1	2
	2	1	4	1	2
	1	2	4	1	2
	2	4	1	1	2
	1	4	2	1	2
	5	1	1	1	2
	1	5	1	1	2
	1	1	5	1	2
กลุ่มที่ 2	2	1	1	2, 9	
	1	2	1	2	4
	1	1	2	2	4
กลุ่มที่ 3	1	1	1	1	6

ผลเฉลยที่ คือ คิดต่อเหรียญสลึง ทั้งสองเท่ากันเช่น
 กลุ่มที่ 1 มี 50 สต. 1 เหรียญ 15 สต. 2 เหรียญ เงินต้น

นักเรียนคนที่ 4

กลุ่ม ① ② ③ ④ คิดกัน เกณฑ์ นำในเหรียญ
 50 หรือ 25 เงิน บาท และ สลึง จำนวนเหรียญ 10 9 2

กลุ่ม ⑤ คิดกัน นำในเหรียญ 50 หรือ 25 เงิน บาท และ สลึง จำนวนเหรียญ 10 9 2

หมายเหตุ

กลุ่ม ⑥ ⑦ ⑧ คิดกัน เกณฑ์ นำในเหรียญ 50 หรือ 25 เงิน 1 บาท และ สลึง จำนวนเหรียญ 10 9 2

กลุ่ม ⑨ ~~10~~ เกณฑ์ 3 บาท

ภาพประกอบ 21 ผลงานเขียนของนักเรียนคนที่ 3-4 ซึ่งจัดกลุ่มของผลเฉลยโดยใช้เกณฑ์ที่ 2 การพิจารณาชนิดของเหรียญ ในคาบเรียน 1

ส่วนเกณฑ์ที่ 3 การพิจารณาแบบรูปของจำนวนเหรียญ มีนักเรียนเพียงคนเดียวเท่านั้นที่ใช้เกณฑ์นี้ ในการจัดกลุ่มของผลเฉลย โดยกำหนดให้จำนวนของเหรียญเป็นตัวเลขชุดเดียวกัน แล้วหาจำนวนของเหรียญต่างๆ ที่เหลือ ดังภาพประกอบ 22

	๒ บท	๓ บท	๒ บท	๑๐๓๓๓๓	๒๕๓๓๓๓
กลุ่มที่ 1	3	2	2	1	2
	2	3	2	1	2
	2	2	3	1	2
	๓	๓	๓	๓	๓
กลุ่มที่ 2	4	1	2	1	2
	1	4	2	1	2
	2	1	4	1	2
กลุ่มที่ 3	5	1	1	1	2
	1	5	1	1	2
กลุ่มที่ 4	2	2	2	3	2
ข้อตกลงที่ ๓ จำนวนเหรียญที่คำนวณ ๓					

ภาพประกอบ 22 ผลงานเขียนของนักเรียน ซึ่งจัดกลุ่มของผลเฉลยโดยใช้เกณฑ์ที่ 3 การพิจารณาแบบรูปของจำนวนเหรียญ ในคาบเรียน 1

สำหรับนักเรียนเป้าหมาย เก่งและน้ำแข็งใช้เกณฑ์ที่ 2 การพิจารณาชนิดของเหรียญ ในการจัดกลุ่มของผลเฉลยของตน ในขณะที่โดมไม่ได้ใช้เกณฑ์ทั้งสามที่กล่าวไว้ข้างต้นในการจัดกลุ่มของผลเฉลย ดังภาพประกอบ 23

กลุ่ม 1	กลุ่ม 2
๓ 2, 1, 1, 1	1, ๓ 2, 1, 1
กลุ่ม 3	
๓ 1, 1, 2, 1	
กลุ่ม 4	กลุ่ม 5
๓ 2, 2, 2, 1	4, 4, 4, 6
เกิดใหม่การจัดกลุ่ม: แยกกลุ่มเป็น 5 กลุ่ม	
มีเหรียญสี่, ห้า, สิบ, หักสิบสอง	
, ยี่สิบห้าสอง, หกสิบสอง การแบ่ง ถ้า	
แบ่งแบบนี้จะง่ายขึ้น	

ภาพประกอบ 23 ผลงานเขียนของโดม ซึ่งจัดกลุ่มผลเฉลยโดยใช้การจำแนกตามเหรียญแต่ละชนิด ในคาบเรียน 1

อย่างไรก็ตามเมื่อผู้วิจัยสัมภาษณ์โดมเกี่ยวกับวิธีการจัดกลุ่มของผลเฉลย สามารถสรุปคำอธิบายของโดมได้ ดังภาพประกอบ 24

เหรียญ ผลเฉลย	จำนวนเหรียญแต่ละชนิด (เหรียญ)				
	10 บาท	5 บาท	2 บาท	50 สตางค์	25 สตางค์
1	2	1	1	2	4
2	1	2	1	2	4
3	1	1	2	2	4
4	1	1	1	1	6

กลุ่มที่ 1	กลุ่มที่ 2	กลุ่มที่ 3	กลุ่มที่ 4	กลุ่มที่ 5
2,1,1,1	1,2,1,1	1,1,2,1	2,2,2,1	4,4,4,6

ภาพประกอบ 24 แสดงการอธิบายเกณฑ์การจัดกลุ่มของผลเฉลยของโตม ในคาบเรียน 1

จะเห็นได้ว่าเกณฑ์การจัดกลุ่มของผลเฉลยของโตมในแต่ละกลุ่มจะประกอบด้วย จำนวนเหรียญแต่ละชนิดของทุกผลเฉลย เช่น กลุ่มที่ 1 ประกอบด้วยจำนวนของเหรียญ 10 บาทของทุกผลเฉลย กลุ่มที่ 2 ประกอบด้วยจำนวนของเหรียญ 5 บาทของทุกผลเฉลย กลุ่มที่ 3 ประกอบด้วยจำนวนของเหรียญ 2 บาทของทุกผลเฉลย กลุ่มที่ 4 ประกอบด้วยจำนวนของเหรียญ 50 สตางค์ของทุกผลเฉลย และกลุ่มที่ 5 ประกอบด้วยจำนวนของเหรียญ 25 สตางค์ของทุกผลเฉลย ซึ่งไม่สามารถจำแนกผลเฉลยแต่ละผลเฉลยออกจากกันได้

ในคาบเรียน 5 กิจกรรม “สี่สาวชวนคิด” นักเรียนส่วนใหญ่สามารถกำหนดเกณฑ์ในการจัดกลุ่มของผลเฉลยได้ ซึ่งเกณฑ์การจัดกลุ่มของผลเฉลยมี 2 เกณฑ์ ได้แก่

เกณฑ์ที่ 1 การพิจารณาการปรับเปลี่ยนวิธีการหาผลเฉลย

เกณฑ์ที่ 2 การพิจารณาผลลัพธ์

จากเกณฑ์การจัดกลุ่มของผลเฉลยข้างต้น มีนักเรียน 4 คน ที่ใช้เกณฑ์ที่ 1 การพิจารณาการปรับเปลี่ยนวิธีการหาผลเฉลย ในการจัดกลุ่มของผลเฉลยของตน โดยคนที่หนึ่งกำหนดการจัดวางตำแหน่งของเลขโดด คนที่สองกำหนดเครื่องหมายแล้วปรับเปลี่ยนจำนวน และคนที่สามกำหนดจำนวนในวงเล็บหน้าและจำนวนในวงเล็บหลังเป็นชุดเดียวกัน สำหรับเกณฑ์การจัดกลุ่มของผลเฉลยนี้ยังมีนักเรียนอีก 1 คน ที่กำหนดเกณฑ์เช่นเดียวกัน ดังภาพประกอบ 25-

นักเรียนคนที่ 1

กลุ่มที่ 1	$(1 \times 9) + (3 - 2) = 10$ ✓
	$(1 \times 9) - (3 - 2) = 8$ ✓
	$(1 + 9) - (3 + 2) = 5$ ✓
	$(1 + 9) - (3 - 2) = 9$ ✓
กลุ่มที่ 2	$(3 + 9) - (1 + 2) = 9$ ✓
	$(9 + 2) - (1 + 3) = 7$ ✓
	$(9 - 3) - (2 - 1) = 5$ ✓
	$(9 - 3) + (2 - 1) = 7$ ✓
	$(9 + 3) - (1 + 2) = 9$ ✓
	$(9 + 3) \div (2 \times 1) = 6$ ✓
	$(9 - 3) \div (2 \times 1) = 3$ ✓
	$(9 \times 1) \div (3 - 2) = 9$ ✓
	$(3 \times 1) + (9 - 2) = 8$ ✓
	$(9 + 1) - (3 \times 2) = 4$ ✓
	$(9 \times 2) \div (3 \times 1) = 6$ ✓
	$(9 - 1) - (3 \times 2) = 2$ ✓
	$(9 + 1) - (3 \times 2) = 6$ ✓
	$9 - [(3 \times 2) + 1] = 2$ ✓
	$1 + (9 + 2) - 3 = 9$ ✓
	$(9 \div 3) - (2 \times 1) = 1$ ✓
<p>สังเกตเกณฑ์คือ การเขียนลำดับตัวเลขใน (1x9)+(3-2)=10 อยู่ในกลุ่มตัวเลขตามเดิมเป็นต้น</p>	

นักเรียนคนที่ 2

กลุ่ม 1	เกิดจาก	-	+	-	8	1	18
กลุ่ม 2	๗๗	÷	+	-	2		
กลุ่ม 3	๗๗	-	-	-	3		
กลุ่ม 4	๗๗	x	+	-	4		14

ภาพประกอบ 25 ผลงานเขียนของนักเรียนคนที่ 1-2 ซึ่งจัดกลุ่มผลเฉลยโดยใช้เกณฑ์ที่ 1
การพิจารณาการปรับเปลี่ยนวิธีการหาผลเฉลย ในคาบเรียน 5

นักเรียนคนที่ 3

กลุ่มที่ 1	$(1+9) - (3+2) = 5$	/
	$(1 \times 9) + (3-2) = 10$	/
	$(1 \div 9) \div (3+2) = 5$	
	$(1 \times 9) - (3-2) = 8$	✓
	$(1+9) - (3+2) = 5$	✓
กลุ่มที่ 2	$(1+9) - (3 \times 2) = 4$	✓
	$(9-1) \cdot (3-2) = 7$	✓
	$(9 \times 1) - (3-2) = 8$	
	$(9-1) - (3 \times 2) = 2$	✓
	$9 \cdot [1 - (3-2)] = 9$	✓
กลุ่มที่ 3	$(9+3) \div (1 \times 2) = 6$	✓
	$(9+3) - (1+2) = 9$	✓
	$(9-3) - (2-1) = 5$	✓
	$(9 \div 3) + (2-1) = 4$	✓
	$[(9-3) + 1] - 2 = 5$	✓
	$(9 \div 3) - (2 \times 1) = 1$	✓
	$(9-3) - (1+2) = 3$	✓
กลุ่มที่ 4	$(9+2) - (3+1) = 7$	✓
	$(9 \times 2) \div (3 \times 1) = 6$	✓
	$(9+2) - (3 \times 1) = 8$	✓

นักเรียนคนที่ 3 จัดกลุ่มผลเฉลยโดยใช้เกณฑ์ที่ 1
 ข้อสังเกตคือ จำนวนของผลลัพธ์: จำนวนผลลัพธ์ที่น้อยกว่าจำนวนตัวตั้ง
 จำนวนตัวตั้ง $(9+3) - (1+2) = 6$ จำนวนผลลัพธ์ $(9 \div 3) - (2-1) = 5$

ภาพประกอบ 26 ผลงานเขียนของนักเรียนคนที่ 3 ซึ่งจัดกลุ่มผลเฉลยโดยใช้เกณฑ์ที่ 1 การพิจารณาการปรับเปลี่ยนวิธีการหาผลเฉลย ในคาบเรียน 5

ส่วนเกณฑ์ที่ 2 การพิจารณาผลลัพธ์ มีนักเรียน 6 คน ที่ใช้เกณฑ์นี้ในการจัดกลุ่มของผลเฉลยของตน โดยคนที่หนึ่งกำหนดผลลัพธ์ที่ได้อยู่ในช่วงที่กำหนด ซึ่งมีนักเรียนอีก 1 คนที่กำหนดเกณฑ์การจัดกลุ่มของผลเฉลยเดียวกัน คนที่สองใช้ผลลัพธ์ที่ได้จากการดำเนินการ มีนักเรียนอีก 1 คนเช่นกัน ที่กำหนดเกณฑ์การจัดกลุ่มของผลเฉลยนี้ คนที่สามใช้จำนวนของลำดับฟีโบนัชชี และคนที่สี่ใช้สองเท่าของผลลัพธ์มากกว่าหรือน้อยกว่า 10 ดังภาพประกอบ 27

นักเรียนคนที่ 1

กลุ่มการใช้ เลข 1-5 อยู่กลุ่ม 1 เลข 6-10 อยู่กลุ่ม 2

กลุ่มที่ 1 คำตอบที่ 1, 5, 2, 7, 8, 10, 11, 14, 16

กลุ่มที่ 2 คำตอบที่ 2, 3, 4, 9, 12, 13, 15

นักเรียนคนที่ 2

กลุ่มที่ 1 มีคำตอบที่ 9
 กลุ่มที่ 2 มีคำตอบที่ 4, 7
 กลุ่มที่ 3 มีคำตอบที่ 5, 7, 19
 กลุ่มที่ 4 มีคำตอบที่ 7, 10, 17, 18
 กลุ่มที่ 5 มีคำตอบที่ 6
 กลุ่มที่ 6 มีคำตอบที่ 2
 กลุ่มที่ 7 มีคำตอบที่ 11
 กลุ่มที่ 8 มีคำตอบที่ 1, 8, 14, 16
 กลุ่มที่ 9 มีคำตอบที่ 12

พบคำตอบใดซ้ำกันคำตอบที่เหมือนกัน
 ไว้ด้วยดินสอ ใช้คำตอบ เป็นตัว
 เสร็จไปไว้ในกลุ่มที่ 3 คำตอบที่ 3
 ก็เอาไปกลุ่มที่ 3 และใส่คำตอบที่ 3
 จบครบ

นักเรียนคนที่ 3

กลุ่ม 1 = 2, 4, 5, 7, 9	กลุ่ม 2 = 1, 3, 6, 8
----------------------------	-------------------------

~~กลุ่ม 3~~ ~~กลุ่ม 4~~

เกณฑ์ในการจัดกลุ่มคือ

1. กลุ่ม 1 เป็นตัวใดก็ได้
2. กลุ่ม 2 ไม่เป็นจำนวนเฉพาะที่ไม่ใช่ 2

ที่คำตอบที่ 3 เป็นจำนวนเฉพาะ
 หรือจำนวนเฉพาะที่ไม่ใช่ 2

นักเรียนคนที่ 4

กลุ่มที่ 1 ● 14, 3, 5, 10, 8, 9	กลุ่มที่ 2 ● 6, 1, 2, 4, 7 11, 12, 13
------------------------------------	---

เกณฑ์

กลุ่มที่ 1 มีคำตอบที่ $2 \times 10 = 20$ ขึ้นไป

กลุ่มที่ 2 " " " " $2 \times 10 = 20$ ลงมา

> 10
↓
↑
< 10

ภาพประกอบ 27 ผลงานเขียนของนักเรียนคนที่ 1-4 ซึ่งจัดกลุ่มผลเฉลยโดยใช้เกณฑ์ที่ 2 การพิจารณาผลลัพธ์ ในคาบเรียน 5

สำหรับนักเรียนเป้าหมายทั้ง 3 คน จัดกลุ่มของผลเฉลยโดยพิจารณาจากผลลัพธ์ โดยจัดกลุ่มของผลเฉลยโดยพิจารณาจากจำนวนของลำดับพีโบนอกชี สามารถแบ่งได้เป็น 2 กลุ่ม คือ ผลเฉลยมีผลลัพธ์เป็นจำนวนในลำดับพีโบนอกชี และผลเฉลยมีผลลัพธ์ไม่เป็นจำนวนในลำดับพีโบนอกชี ในขณะที่แก่งจัดกลุ่มของผลเฉลยโดยพิจารณาจากสองเท่าของผลลัพธ์ ซึ่งแบ่งได้เป็น 2 กลุ่ม คือ สองเท่าของผลลัพธ์ของแต่ละผลเฉลยมีค่ามากกว่า 10 และสองเท่าของผลลัพธ์ของแต่ละผลเฉลยมีค่าน้อยกว่า 10 ส่วนนี้แข็งจัดกลุ่มของผลเฉลยโดยพิจารณาจากผลลัพธ์ที่ได้จากการดำเนินการซึ่งแบ่งได้เป็น 9 กลุ่ม คือ ผลลัพธ์เป็น 2, 3, 4, ..., 10

ในคาบเรียน 10 กิจกรรม “ถ้าคุณแน่! อย่าแพ้เด็กประถม” ช่วงกิจกรรมพัฒนาความคิดยืดหยุ่นที่นักเรียนต้องนำผลเฉลยที่หาได้มาจัดกลุ่ม พร้อมกำหนดเกณฑ์การจัดกลุ่มของผลเฉลยเหล่านั้น กิจกรรมนี้ นักเรียนสามารถจัดกลุ่มของผลเฉลยพร้อมกำหนดเกณฑ์การจัดกลุ่มของผลเฉลยได้ ซึ่งเกณฑ์การจัดกลุ่มของผลเฉลยมี 2 เกณฑ์ ได้แก่

เกณฑ์ที่ 1 การพิจารณาจำนวนที่ใช้ในการหาผลเฉลย

เกณฑ์ที่ 2 การพิจารณาลักษณะการเขียนผลเฉลย

จากเกณฑ์การจัดกลุ่มของผลเฉลยข้างต้น มีนักเรียน 7 คนที่ใช้เกณฑ์ที่ 1 การพิจารณาจำนวนที่ใช้ในการหาผลเฉลย โดยคนที่หนึ่งกำหนดจำนวนที่ใช้ ครบทั้ง 4 จำนวน และใช้เพียงบางจำนวน คนที่สองใช้จำนวนที่กำหนด 1 จำนวน 2 จำนวน 3 จำนวน และ 4 จำนวน ตามลำดับ สำหรับเกณฑ์การจัดกลุ่มของผลเฉลยนี้ ยังมีนักเรียนอีก 2 คนที่กำหนดเกณฑ์การจัดกลุ่มของผลเฉลยเช่นเดียวกัน คนที่สามใช้จำนวนของเลขโดด 2 หรือ 5 ที่ใช้ซ้ำตามจำนวนที่กำหนด คนที่สี่ใช้การเปรียบเทียบจำนวนของเลขโดด 2 กับ 5 ที่ใช้ในผลเฉลย และคนที่ห้าใช้จำนวนของเลขโดด 2 หรือ 5 ที่ใช้ไม่เกินจำนวนที่กำหนด ดังภาพประกอบ 28-30

นักเรียนคนที่ 1

กลุ่มที่ 1 = 1, 2, 3, 4, 5, 7, 9, 10
กลุ่มที่ 2 = 6, 8
เกณฑ์คือ ใช้ทุกจำนวนกับใช้จำนวนไม่ครบ

ภาพประกอบ 28 ผลงานเขียนของนักเรียนคนที่ 1 ซึ่งจัดกลุ่มผลเฉลยโดยใช้เกณฑ์ที่ 1 การพิจารณาจำนวนที่ใช้ในการหาผลเฉลย ในคาบเรียน 10

นักเรียนคนที่ 2

กลุ่ม 1 : มีค่าต่อหน้าที่ 1, 2
 กลุ่ม 2 : มีค่าต่อหน้าที่ 4, 6, 7, 8, 9,
 กลุ่ม 3 : มีค่าต่อหน้าที่ 3, 10, 11, 12, 13, 14, 15
 กลุ่ม 4 : มีค่าต่อหน้าที่ 5

เกณฑ์ในการจัดกลุ่มคือ 1. ถ้าใช้ตัวเลข
 1 จำนวนเท่าไร กลุ่ม 1 2. ถ้าใช้เลข 2 จำนวน
 เท่าไร กลุ่ม 2 3. ถ้าใช้ตัวเลข 3 จำนวน
 เท่าไร กลุ่ม 3 4. ถ้าใช้ตัวเลข 4 จำนวน
 เท่าไร กลุ่ม 4

นักเรียนคนที่ 3

กลุ่ม 1	1, 4, 5, 6, 8, 12, 20
กลุ่ม 2	2, 9, 13, 20
กลุ่ม 3	3, 7, 10, 11, 12, 14, 13

เกณฑ์

กลุ่ม 1 มีเลข 2 จำนวน 10 ตัว
 กลุ่ม 2 มีเลข 5 จำนวน 11
 กลุ่ม 3 มีเลข 2, 5, 3 จำนวน 10 ตัว

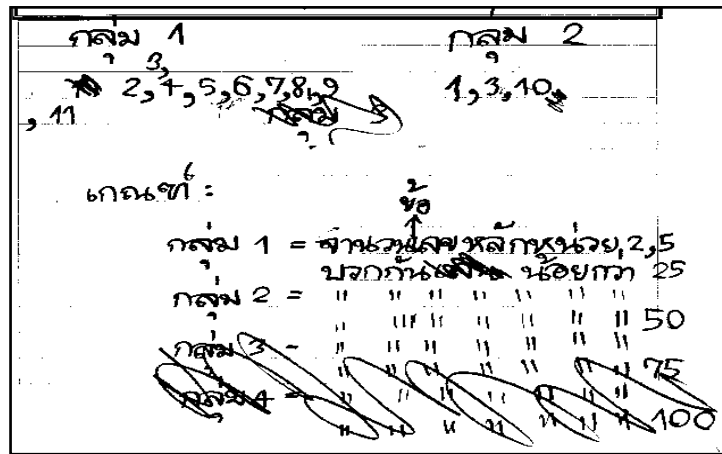
นักเรียนคนที่ 4

1		2
1	4	2
3	12	7
4	13	8
5	14	
6	15	เกณฑ์
9	16	กลุ่ม
10	17	1
		2

- เลข
 2 มาหน้า 5
 5 มาหน้า 2

ภาพประกอบ 29 ผลงานเขียนของนักเรียนคนที่ 2-4 ซึ่งจัดกลุ่มผลเฉลยโดยใช้เกณฑ์ที่ 1 การพิจารณาจำนวนที่ใช้ในการหาผลเฉลย ในคาบเรียน 10

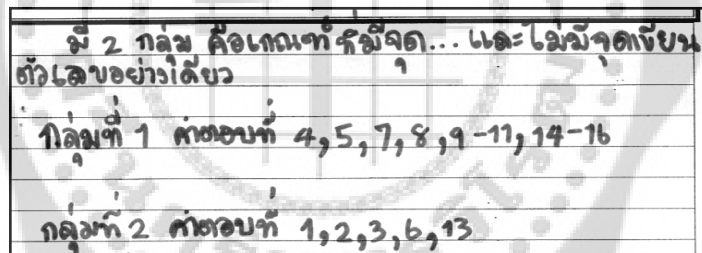
นักเรียนคนที่ 5



ภาพประกอบ 30 ผลงานเขียนของนักเรียนคนที่ 5 ซึ่งจัดกลุ่มผลเฉลยโดยใช้เกณฑ์ที่ 1 การพิจารณาจำนวนที่ใช้ในการหาผลเฉลย ในคาบเรียน 10

ส่วนเกณฑ์ที่ 2 การพิจารณาลักษณะการเขียนผลเฉลย มีนักเรียน 2 คน ใช้เกณฑ์นี้ในการจัดกลุ่มของผลเฉลย คนที่หนึ่งกำหนดการเขียนผลเฉลยที่ใช้สัญลักษณ์ “...” และไม่ใช่สัญลักษณ์ “...” ในขณะที่คนที่สองกำหนดผลรวมของจำนวนแรกและจำนวนสุดท้ายของผลเฉลย ดังภาพประกอบ 31

นักเรียนคนที่ 1



นักเรียนคนที่ 2

กลุ่ม 1	=	57	มี	1, 9, 10, 12, 14
กลุ่ม 2	=	24	มี	2, 4, 11
กลุ่ม 3	=	10	มี	3
๑๑	๔	=	๔	๔
๑๑	๕	=	๕	๕
๑๑	๖	=	๖๐	๖
๑๑	๗	=	๗	๘
๑๑	๘	=	๘๗	๑๑
๑๑	๙	=	๙๗	๑๑
ผลรวม จำนวนที่กลุ่มที่ 1 + จำนวนที่ 2 = 66๐๖๐๖๐				

ภาพประกอบ 31 ผลงานเขียนของนักเรียนคนที่ 1-2 ซึ่งจัดกลุ่มผลเฉลยโดยใช้เกณฑ์ที่ 2 การพิจารณาลักษณะการเขียนผลเฉลย ในคาบเรียน 10

สำหรับนักเรียนเป้าหมายทั้ง 3 คน จัดกลุ่มของผลเฉลยโดยพิจารณาจากจำนวนที่ใช้ในการคิดหาผลเฉลย นำแข็งสร้างเกณฑ์ในการจัดกลุ่มของผลเฉลย โดยการใช้จำนวนที่กำหนด 1 จำนวน 2

จำนวน 3 จำนวน และ 4 จำนวนตามลำดับ ส่วนเก่งสร้างเกณฑ์ในการจัดกลุ่มของผลเฉลย โดยพิจารณาจากจำนวนของ 2 หรือ 5 ที่ใช้ซ้ำตามจำนวนที่กำหนด ซึ่งแบ่งได้เป็น 3 กลุ่ม คือ ใช้เลขโดด 2 ซ้ำกันมากกว่า 10 จำนวน ใช้เลขโดด 5 ซ้ำกันมากกว่า 10 จำนวน และใช้เลขโดด 2 หรือ 5 ซ้ำกันน้อยกว่า 10 จำนวน ในขณะที่โดมสร้างเกณฑ์ในการจัดกลุ่มของผลเฉลยโดยพิจารณาจากจำนวนของเลขโดดที่ใช้ไม่เกินจำนวนที่กำหนด แบ่งเป็น 2 กลุ่ม คือ ใช้เลขโดด 2 หรือ 5 น้อยกว่า 25 จำนวน และใช้เลขโดด 2 หรือ 5 น้อยกว่า 50 จำนวน ดังภาพประกอบ 30 ของนักเรียนคนที่ 5 โดมเขียนเฉพาะหมายเลขของผลเฉลยที่สามารถหาได้เท่านั้น ซึ่งจะพบว่า ผลเฉลยที่ 3 โดมเขียนอยู่ทั้งสองกลุ่ม จากการสัมภาษณ์โดมอธิบายว่า ตอนแรกเขียนอยู่ในกลุ่มที่ 2 แต่เมื่อพิจารณาใหม่พบว่าอยู่ในกลุ่มที่ 1 แล้วไม่ได้ทำแก้ไขกลุ่มที่ 2 จึงทำให้ผลเฉลยที่ 3 มีอยู่ทั้งสองกลุ่ม นอกจากนี้ยังพบอีกว่า ผลเฉลยในกลุ่มที่ 1 ใช้เลขโดด 2 หรือ 5 น้อยกว่า 25 จำนวน ส่วนกลุ่มที่ 2 ใช้เลขโดด 2 หรือ 5 อยู่ในช่วง 25–50 จำนวน

ในคาบเรียน 14 กิจกรรม “ปฏิทินมหาสนุก” ช่วงหลังของช่วงกิจกรรมพัฒนาความคิดยืดหยุ่น นักเรียนสามารถกำหนดเกณฑ์การจัดกลุ่มของผลเฉลยได้ 2 เกณฑ์ ได้แก่

เกณฑ์ที่ 1 การพิจารณาตำแหน่งของจำนวนในผลเฉลย

เกณฑ์ที่ 2 การพิจารณาความรู้ที่ใช้

จากเกณฑ์การจัดกลุ่มของผลเฉลยดังกล่าว มีนักเรียน 4 คนที่ใช้เกณฑ์ที่ 1 การพิจารณาตำแหน่งของจำนวนในผลเฉลย โดยคนที่หนึ่งกำหนดจำนวนตัวแรกของความสัมพันธ์คนที่สองกำหนดจำนวนในตำแหน่งที่ 5 ของความสัมพันธ์ คนที่สามกำหนดจำนวนในความสัมพันธ์นับได้มากกว่า 20 และน้อยกว่า 20 จำนวน และคนที่สี่กำหนดจำนวนในความสัมพันธ์มีบางจำนวนเป็นจำนวนที่อยู่ติดกัน และไม่มีจำนวนที่อยู่ติดกัน ดังภาพประกอบ 32-33

นักเรียนคนที่ 1

กลุ่ม	คำตอบ	เกณฑ์ตัวเลข
1	1, 2, 3, 6, 9	1 อยู่บน
2	4, 5	2 อยู่บน
3	7	7 "
4	8	4 "
5	9	8 "
6	9	15 "

ภาพประกอบ 32 ผลงานเขียนของนักเรียนคนที่ 1 ซึ่งจัดกลุ่มผลเฉลยโดยใช้เกณฑ์ที่ 1

การพิจารณาตำแหน่งของจำนวนในผลเฉลย ในคาบเรียน 10

นักเรียนคนที่ 2

มี 7 กลุ่มใช้เลขตัวที่ 5 เป็นเลข 11, 5, 5, 25, 14, 5, 10, 8, 9

1. กลุ่มที่ 1	เป็นเลข 5	คำตอบที่ 5, 6, 9	
2. "	2 "	11 "	4
3. "	3 "	10 "	1
4. "	4 "	8 "	2
5. "	5 "	9 "	3
6. "	6 "	14 "	8
7. "	9 "	25 "	7

นักเรียนคนที่ 3

กลุ่ม 1 มีคำตอบที่ 1, 2, 3, 4, 5, 6
 กลุ่ม 2 มีคำตอบที่ 9

เกณฑ์ในการจัดกลุ่ม คือ ถ้าใช้ตัวเลข 1-10 ตัว ก็เอาใช้กลุ่ม ถ้าใช้ตัวเลขเกิน 10 ตัว ก็เอาไว้กลุ่ม 1

นักเรียนคนที่ 4

กลุ่มที่ 1 ใช้เลขเดียวหรือตัวเดียว
 1, 2, 3, 4, 5, 7

กลุ่มที่ 2 ใช้เลขเรียงกันตัว
 6, 9, 10

ภาพประกอบ 33 ผลงานเขียนของนักเรียนคนที่ 2-4 ซึ่งจัดกลุ่มผลเฉลยโดยใช้เกณฑ์ที่ 1 การพิจารณาตำแหน่งของจำนวนในผลเฉลย ในคาบเรียน 10

ส่วนการพิจารณาความรู้ที่ใช้ ซึ่งเป็นเกณฑ์ที่ 2 ในการจัดกลุ่มของผลเฉลยดังกล่าว มีนักเรียน 4 คนที่ใช้เกณฑ์นี้ โดยคนที่หนึ่งกำหนดความรู้ที่ใช้สูงกว่าหรือต่ำกว่าชั้น ป. 6 คนที่สองกำหนดความสัมพันธ์ที่เกี่ยวข้องหรือไม่เกี่ยวข้องกับคณิตศาสตร์ สำหรับเกณฑ์การจัดกลุ่มของผลเฉลยนี้ ยังมีนักเรียนอีก 1 คน ที่กำหนดเกณฑ์การจัดกลุ่มของผลเฉลยเช่นเดียวกัน และคนที่สามกำหนดโดยใช้การหารกับไม่ใช้การหารจำนวนในความสัมพันธ์ ดังภาพประกอบ 34

นักเรียนคนที่ 1

กลุ่ม 1	กลุ่ม 2
1, 2, 5	3, 4, 6, 7

เกณฑ์ :

กลุ่ม 1 - ² ข้อที่เป็นเศษความ 2/6
 " 2 - ² " " " " ² 1
 ดังต่อไปนี้

นักเรียนคนที่ 2

เกณฑ์เกี่ยวกับคณิตศาสตร์และไมเกี่ยวกับ

ไมเกี่ยวกับ

คำตอบที่ 6 7 10

เกี่ยวกับ

คำตอบที่ 1 2 3 4 5 8 9

นักเรียนคนที่ 3

กลุ่มที่ 1 1, 6, 7, 8, 10

กลุ่มที่ 2 2, 3, 4, 5, 9

เกณฑ์ คือ ใช้ความรู้กับไมใช้ความรู้ในการตัดสินใจ

ภาพประกอบ 34 ผลงานเขียนของนักเรียนคนที่ 1-3 ซึ่งจัดกลุ่มผลเฉลยโดยใช้เกณฑ์ที่ 2 การพิจารณาความรู้ที่ใช้ ในคาบเรียน 10

สำหรับนักเรียนเป้าหมาย โดมใช้เกณฑ์การจัดกลุ่มของผลเฉลย คือ ความรู้ที่ใช้สูงกว่าหรือต่ำกว่า ชั้น ป.6 ในขณะที่น้ำแข็งใช้เกณฑ์ในการจัดกลุ่มของผลเฉลย คือ จำนวนในความสัมพันธ์นับได้มากกว่าหรือน้อยกว่า 20 ตัว ส่วนเก่งใช้เกณฑ์ในการจัดกลุ่มของผลเฉลย คือ ความสัมพันธ์ที่เกี่ยวข้องหรือไม่เกี่ยวข้องกับคณิตศาสตร์

จากรายละเอียดข้างต้นจะเห็นได้ว่า ในช่วงแรกของกิจกรรมการเรียนรู้ นักเรียนส่วนใหญ่รวมทั้งน้ำแข็งและเก่งซึ่งเป็นนักเรียนเป้าหมาย สามารถกำหนดเกณฑ์ในการจัดกลุ่มของผลเฉลยได้ และสามารถนำผลเฉลยเหล่านั้นมาจัดกลุ่มตามเกณฑ์ที่กำหนดได้ ในขณะที่โดม กำหนดเกณฑ์การจัดกลุ่มของผลเฉลยได้ แต่ไม่สามารถจัดกลุ่มของผลเฉลยได้ ส่วนในช่วงที่ 2 และช่วงที่ 3 นักเรียนทุกคนสามารถกำหนดเกณฑ์ในการจัดกลุ่มของผลเฉลยได้ และนำผลเฉลยเหล่านั้นมาจัดกลุ่มตามเกณฑ์ที่กำหนดได้

(2) นักเรียนอธิบายเกณฑ์การจัดกลุ่มของผลเฉลยได้ชัดเจนขึ้น

ในคาบเรียน 1 กิจกรรม "ไขปริศนาเงินออม" นักเรียนส่วนใหญ่สามารถกำหนดเกณฑ์การจัดกลุ่มของผลเฉลย และนำผลเฉลยมาจัดกลุ่มตามเกณฑ์ที่กำหนด ซึ่งเป็นเกณฑ์

การจัดกลุ่มของผลเฉลยที่ชัดเจน ทำให้ไม่มีผลเฉลยใต้อยู่มากกว่าหนึ่งกลุ่ม นอกจากนี้มีนักเรียนบางคนเขียนเกณฑ์การจัดกลุ่มของผลเฉลยไม่ชัดเจนนักเรียนจึงใช้การยกตัวอย่างประกอบ ดังภาพประกอบ 21 ของนักเรียนคนที่ 3 อย่างไรก็ตาม มีนักเรียนบางคนซึ่งเป็นนักเรียนเป้าหมายที่สามารถกำหนดเกณฑ์การจัดกลุ่มของผลเฉลยได้ แต่ทุกผลเฉลยจะอยู่มากกว่าหนึ่งกลุ่ม จึงไม่สามารถนำผลเฉลยเหล่านั้นมาจัดกลุ่มตามเกณฑ์ที่กำหนดได้

สำหรับคาบเรียน 5 กิจกรรม “สี่สาวชวนคิด” นักเรียนทุกคนสามารถกำหนดเกณฑ์การจัดกลุ่มของผลเฉลย และนำผลเฉลยมาจัดกลุ่มตามเกณฑ์ที่กำหนด ซึ่งเป็นเกณฑ์การจัดกลุ่มของผลเฉลยที่ชัดเจน ทำให้ไม่มีผลเฉลยใต้อยู่มากกว่าหนึ่งกลุ่ม นอกจากนี้มีนักเรียนบางคนใช้การยกตัวอย่างประกอบเพื่ออธิบายเกณฑ์การจัดกลุ่มของผลเฉลยให้ชัดเจนขึ้น ดังภาพประกอบ 26 ของนักเรียนคนที่ 3

ในทำนองเดียวกัน คาบเรียน 10 กิจกรรม “ถ้าคุณแน่! อย่าแพ้เด็กประถม” นักเรียนทุกคนสามารถกำหนดเกณฑ์การจัดกลุ่มของผลเฉลย และนำผลเฉลยมาจัดกลุ่มตามเกณฑ์ที่กำหนด ซึ่งเป็นเกณฑ์การจัดกลุ่มของผลเฉลยที่ชัดเจน ทำให้ไม่มีผลเฉลยใต้อยู่มากกว่าหนึ่งกลุ่ม

ส่วนในคาบเรียน 14 กิจกรรม “ปฏิทินมหาสนุก” นักเรียนส่วนใหญ่รวมทั้งนักเรียนเป้าหมายทั้งสามคน สามารถกำหนดเกณฑ์การจัดกลุ่มของผลเฉลยได้ชัดเจน และนำผลเฉลยมาจัดกลุ่มตามเกณฑ์ที่กำหนดได้ ในขณะที่เดียวกันยังมีบางเกณฑ์การจัดกลุ่มของผลเฉลยที่นักเรียนไม่ระมัดระวังในการเขียน ทำให้อ่านแล้วไม่เข้าใจว่านักเรียนจัดกลุ่มของผลเฉลยอย่างไร เมื่อให้นักเรียนอธิบายในช่วงของการนำเสนอและอภิปรายผลการแก้ปัญหา นักเรียนสามารถอธิบายเกณฑ์การจัดกลุ่มของผลเฉลยของตนเองได้ชัดเจนขึ้น ดังเช่น เกณฑ์ที่กำหนดจำนวนในความสัมพันธ์มีบางจำนวนเป็นจำนวนที่อยู่ติดกัน ของนักเรียนคนที่ 4 ในภาพประกอบ 33

จากรายละเอียดข้างต้นจะเห็นได้ว่า ในช่วงแรกของกิจกรรมการเรียนรู้ นักเรียนส่วนใหญ่รวมทั้งนักเรียนเป้าหมายทั้งสามคน กำหนดเกณฑ์การจัดกลุ่มของผลเฉลยได้ชัดเจน ถ้ามีเกณฑ์ใดที่นักเรียนเขียนไม่ชัดเจนจะใช้การยกตัวอย่างประกอบ ส่วนในช่วงที่ 2 และช่วงที่ 3 นักเรียนทุกคนสามารถกำหนดเกณฑ์ในการจัดกลุ่มของผลเฉลยได้ และนำผลเฉลยเหล่านั้นมาจัดกลุ่มตามเกณฑ์ที่กำหนดได้ ซึ่งเป็นเกณฑ์การจัดกลุ่มของผลเฉลยที่ชัดเจน ทำให้ไม่มีผลเฉลยใต้อยู่มากกว่าหนึ่งกลุ่ม แต่นักเรียนบางคนยังขาดความระมัดระวังในการเขียนอธิบาย ซึ่งถ้าอ่านอย่างเดียวโดยไม่ได้สัมภาษณ์หรือสอบถามอาจไม่เข้าใจสิ่งที่นักเรียนต้องการนำเสนอ

จากรายละเอียดของการคิดแล้วเลือกเกณฑ์การจัดกลุ่มของผลเฉลย สรุปได้ว่า ทั้งสามช่วงของกิจกรรมการเรียนรู้ นักเรียนส่วนใหญ่สามารถกำหนดเกณฑ์การจัดกลุ่มของผลเฉลยได้ แล้วนำผลเฉลยที่คิดหาได้มาจัดกลุ่มตามเกณฑ์ที่กำหนด ทำให้ไม่มีผลเฉลยใต้อยู่มากกว่าหนึ่งกลุ่ม นอกจากนี้ยังมีนักเรียนบางคนเขียนอธิบายเกณฑ์ไม่ชัดเจน นักเรียนใช้การยกตัวอย่างประกอบทำให้เกณฑ์การจัดกลุ่มของผลเฉลยมีความชัดเจนขึ้น

ตอนที่ 2 พฤติกรรมด้านความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่น เรื่อง จำนวน ของนักเรียนจากกิจกรรมการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์

ในกิจกรรมการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ เพื่ออธิบายพฤติกรรมด้านความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่น เรื่อง จำนวน ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ผู้วิจัยเลือกคาบเรียนที่นักเรียนมีพฤติกรรมด้านความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่นที่เด่นชัดมาอธิบาย กล่าวคือ

ช่วงที่ 1 ผู้วิจัยเลือกคาบเรียน 3 มาอธิบายว่า พฤติกรรมด้านความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่นของนักเรียนที่มีอยู่เดิมผ่านการตั้งปัญหาเป็นอย่างไรบ้าง

ช่วงที่ 2 ผู้วิจัยเลือกคาบเรียน 9 มาอธิบายว่า พฤติกรรมด้านความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่นของนักเรียนอะไรบ้างที่เปลี่ยนแปลงและเปลี่ยนแปลงอย่างไร

ช่วงที่ 3 ผู้วิจัยเลือกคาบเรียน 15 มาอธิบายว่า พฤติกรรมด้านความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่นของนักเรียนอะไรบ้างที่เปลี่ยนแปลงในช่วงที่ 2 และยังคงอยู่อย่างสม่ำเสมอ

รายละเอียดของพฤติกรรมด้านความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่น เรื่อง จำนวน ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ในกิจกรรมการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ ในด้านต่างๆ มีดังนี้

1. พฤติกรรมด้านความคิดคล่อง

ในกิจกรรมการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ ผู้วิจัยศึกษาพฤติกรรมด้านความคิดคล่องโดยพิจารณาความสามารถของนักเรียนในการคิดหาผลเฉลยได้จำนวนมากในเวลาที่กำหนด และการคิดหาผลเฉลยได้หลายรูปแบบที่แตกต่างกัน ซึ่งผลเฉลยในกิจกรรมการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ คือ สถานการณ์ที่นักเรียนคิดขึ้น ส่วนรูปแบบของผลเฉลย คือ โครงสร้างของสถานการณ์ปัญหาที่นักเรียนคิดขึ้น ดังนั้นต่อไปขอใช้คำว่า “การตั้งสถานการณ์” แทนคำว่า “การคิดหาผลเฉลย” และใช้คำว่า “โครงสร้างของสถานการณ์” แทนคำว่า “รูปแบบของผลเฉลย”

1.1 ด้านการตั้งสถานการณ์ ได้จำนวนมากในเวลาที่กำหนด

ในการศึกษาการตั้งสถานการณ์ได้จำนวนมากในเวลาที่กำหนดของนักเรียน ผู้วิจัยพิจารณาจำนวนของสถานการณ์ที่นักเรียนหาได้ในเวลาที่กำหนด และระยะเวลาที่นักเรียนใช้ในการเขียนอธิบายสถานการณ์ จากการวิเคราะห์ผลงานเขียนของนักเรียนในการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ ผลการสังเกตของผู้วิจัยและผู้ช่วยวิจัย และผลการสัมภาษณ์ของผู้วิจัยเกี่ยวกับกระบวนการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน พบว่า นักเรียนมีพฤติกรรมด้านการตั้งสถานการณ์ได้จำนวนมากในเวลาที่กำหนดอยู่ 2 ลักษณะ ได้แก่ (1) นักเรียนตั้งสถานการณ์ได้ในเวลาที่กำหนด และ (2) นักเรียนใช้เวลามากขึ้นในการเขียนอธิบายสถานการณ์ มีรายละเอียดดังนี้

(1) นักเรียนตั้งสถานการณ์ได้ในเวลาที่กำหนด

ในคาบเรียน 3 เมื่อนักเรียนได้รับใบกิจกรรม “นมกล่องทดลองปัญญา” นักเรียนต้องตั้งสถานการณ์ที่เป็นไปได้จากสถานการณ์หรือเงื่อนไขที่กำหนด ซึ่งสถานการณ์หรือเงื่อนไขที่กำหนด คือ นมกล่องรสเดียวกันที่มีความจุแตกต่างกัน 3 ขนาด จำนวนกล่องในการบรรจุเป็นห่อ

และราคาต่อห้องแตกต่างกันอยู่ 3 แบบ สำหรับกิจกรรมนี้มีสถานการณ์มากกว่า 50 สถานการณ์ (ดูรายละเอียดในภาคผนวก ข) จากการวิเคราะห์ผลงานเขียนของนักเรียน และผลการสังเกตของผู้วิจัยและผู้ช่วยวิจัย พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่ตั้งสถานการณ์ได้ 7 สถานการณ์ (ร้อยละ 14 ของจำนวนสถานการณ์ทั้งหมด) มีนักเรียนบางคนได้สถานการณ์น้อยที่สุด 2 สถานการณ์ (ร้อยละ 4 ของจำนวนสถานการณ์ทั้งหมด) และมีนักเรียนบางคนได้มากที่สุด 12 สถานการณ์ (ร้อยละ 24 ของจำนวนสถานการณ์ทั้งหมด) สำหรับนักเรียนเป้าหมาย โดมตั้งสถานการณ์ได้ 4 สถานการณ์ (ร้อยละ 8 ของจำนวนสถานการณ์ทั้งหมด) ในขณะที่เก่งและน้ำแข็งตั้งสถานการณ์ได้ 7 สถานการณ์ (ร้อยละ 14 ของจำนวนสถานการณ์ทั้งหมด)

ในคาบเรียน 9 เมื่อนักเรียนได้รับใบกิจกรรม “กิจวัตรประจำวันกับการเผาผลาญแคลอรี” นักเรียนต้องตั้งสถานการณ์ที่เป็นไปได้จากสถานการณ์หรือเงื่อนไขที่กำหนด ซึ่งสถานการณ์หรือเงื่อนไขที่กำหนด คือ เวลาในการออกกำลังกายที่ทำให้ร่างกายมีการเผาผลาญพลังงาน 150 แคลอรีต่อครั้ง ซึ่งกิจกรรมนี้สามารถตั้งสถานการณ์ได้มากกว่า 49 สถานการณ์ (ดูรายละเอียดในภาคผนวก ค) จากการวิเคราะห์ผลงานเขียนของนักเรียน และผลการสังเกตของผู้วิจัยและผู้ช่วยวิจัย พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่ตั้งสถานการณ์ได้ 6 สถานการณ์ (ร้อยละ 12 ของจำนวนสถานการณ์ทั้งหมด) มีนักเรียนตั้งสถานการณ์ได้น้อยที่สุดเพียง 3 สถานการณ์เท่านั้น (ร้อยละ 6 ของจำนวนสถานการณ์ทั้งหมด) และมีนักเรียนตั้งสถานการณ์ได้มากที่สุด 8 สถานการณ์ (ร้อยละ 16 ของจำนวนสถานการณ์ทั้งหมด) สำหรับนักเรียนเป้าหมาย โดมเป็นนักเรียนที่ตั้งสถานการณ์ได้น้อยที่สุด ในขณะที่น้ำแข็งเป็นนักเรียนที่ตั้งสถานการณ์ได้มากที่สุด ส่วนเก่งตั้งสถานการณ์ได้เพียง 5 สถานการณ์ (ร้อยละ 10 ของจำนวนสถานการณ์ทั้งหมด)

ในคาบเรียน 15 เมื่อนักเรียนได้รับใบกิจกรรม “บ้านสวนคุณตากับทฤษฎีใหม่” นักเรียนต้องตั้งสถานการณ์ที่เป็นไปได้จากสถานการณ์หรือเงื่อนไขที่กำหนด ซึ่งสถานการณ์หรือเงื่อนไขที่กำหนด คือ การแบ่งพื้นที่ตามแนวทฤษฎีใหม่และสัตว์เลี้ยงที่บ้านสวนของคุณตา สำหรับกิจกรรมนี้สามารถตั้งสถานการณ์ได้มากกว่า 40 สถานการณ์ (ดูรายละเอียดในภาคผนวก ค) จากการวิเคราะห์ผลงานเขียนของนักเรียน และผลการสังเกตของผู้วิจัยและผู้ช่วยวิจัย พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่ตั้งสถานการณ์ได้ 5 สถานการณ์ (ร้อยละ 13 ของจำนวนสถานการณ์ทั้งหมด) มีนักเรียนตั้งสถานการณ์ได้น้อยที่สุดเพียง 2 สถานการณ์เท่านั้น (ร้อยละ 5 ของจำนวนสถานการณ์ทั้งหมด) และมีนักเรียนตั้งสถานการณ์ได้มากที่สุด 6 สถานการณ์ (ร้อยละ 15 ของจำนวนสถานการณ์ทั้งหมด) สำหรับนักเรียนเป้าหมาย โดมเป็นนักเรียนที่ตั้งสถานการณ์ได้น้อยที่สุด ในขณะที่เก่งและน้ำแข็งเป็นนักเรียนที่ตั้งสถานการณ์ได้มากที่สุด

จากรายละเอียดข้างต้น สรุปจำนวนของสถานการณ์ที่นักเรียนสามารถตั้งได้ดังตารางต่อไปนี้

ตาราง 5 จำนวนและร้อยละของสถานการณ์ที่นักเรียนหาได้จากจำนวนสถานการณ์ทั้งหมด

กิจกรรมการเรียนรู้		จำนวนสถานการณ์ทั้งหมด	จำนวนของสถานการณ์ที่นักเรียนหาได้ (ร้อยละ)			จำนวนของสถานการณ์ที่นักเรียนเป้าหมายหาได้ (ร้อยละ)		
ช่วงที่	คาบเรียน		น้อยที่สุด	มากที่สุด	โดยเฉลี่ย	โดม	น้ำแข็ง	แก่ง
1	1	50 สถานการณ์	2 (4)	12 (24)	7 (14)	4 (8)	7 (14)	7 (14)
2	9	49 สถานการณ์	3 (6)	8 (16)	6 (12)	3 (6)	8 (16)	5 (10)
3	15	40 สถานการณ์	2 (5)	6 (15)	5 (13)	2 (5)	6 (15)	6 (15)

จากตารางสรุปได้ว่า ทั้งสามช่วงของกิจกรรมการเรียนรู้นักเรียนส่วนใหญ่สามารถตั้งสถานการณ์ได้ร้อยละ 12 ของจำนวนสถานการณ์ทั้งหมด สำหรับนักเรียนเป้าหมายทั้งสามช่วงของกิจกรรมการเรียนรู้ โดมตั้งสถานการณ์ได้ร้อยละ 6 ของจำนวนสถานการณ์ทั้งหมด ในขณะที่แก่งตั้งสถานการณ์ได้ร้อยละ 13 ของจำนวนสถานการณ์ทั้งหมด ส่วนน้ำแข็งตั้งสถานการณ์ได้ร้อยละ 15 ของจำนวนสถานการณ์ทั้งหมด

(2) นักเรียนให้เวลากับการเขียนอธิบายสถานการณ์มากขึ้น

ในคาบเรียน 3 เมื่อนักเรียนได้รับใบกิจกรรม “นมกล่องทดลองปัญญา” นักเรียนส่วนใหญ่ใช้เวลาประมาณ 3.10 นาทีในการตั้งสถานการณ์แรก ใช้เวลาประมาณ 2.02 นาทีในการตั้งสถานการณ์ที่ 2 และใช้เวลาประมาณ 2.15 นาทีในการตั้งสถานการณ์ที่ 3 ซึ่งสถานการณ์แรกและสถานการณ์ที่ 2 เป็นสถานการณ์ในโครงสร้างเดียวกัน ส่วนสถานการณ์ที่ 3 เป็นสถานการณ์ที่อยู่ต่างโครงสร้างกับสถานการณ์แรกและสถานการณ์ที่ 2 สำหรับนักเรียนเป้าหมาย โดมใช้เวลาประมาณ 3.37 นาทีในการตั้งสถานการณ์แรก ใช้เวลาประมาณ 3.43 นาทีในการตั้งสถานการณ์ที่ 2 และใช้เวลาประมาณ 4.58 นาทีในการตั้งสถานการณ์ที่ 3 ซึ่งสถานการณ์ทั้งสามจัดอยู่ในโครงสร้างเดียวกัน ในขณะที่แก่งใช้เวลาประมาณ 1.12 นาทีในการตั้งสถานการณ์แรก ใช้เวลาประมาณ 5.10 นาทีในการตั้งสถานการณ์ที่ 2 ซึ่งสถานการณ์แรกและสถานการณ์ที่ 2 เป็นสถานการณ์ในโครงสร้างเดียวกัน สำหรับสถานการณ์ที่ 3 ซึ่งเป็นสถานการณ์ที่อยู่ต่างโครงสร้างกับสถานการณ์แรกและสถานการณ์ที่ 2 แก่งใช้เวลาประมาณ 2.15 นาทีในการตั้งสถานการณ์ที่ 3 ส่วนน้ำแข็งใช้เวลาประมาณ 2.42 นาทีในการตั้งสถานการณ์แรก และใช้เวลาประมาณ 2.19 นาทีในการตั้งสถานการณ์ที่ 2 ซึ่งสถานการณ์แรกและสถานการณ์ที่ 2 อยู่ต่างโครงสร้างกัน สำหรับสถานการณ์ที่ 3 ซึ่งเป็นสถานการณ์ที่อยู่โครงสร้างเดียวกับสถานการณ์แรกใช้เวลาประมาณ 2.50 นาทีในการตั้งสถานการณ์ที่ 3

ในคาบเรียน 9 เมื่อนักเรียนได้รับใบกิจกรรม “กิจวัตรประจำวันกับการเผาผลาญแคลอรี” นักเรียนส่วนใหญ่ใช้เวลาประมาณ 3.10 นาทีในการตั้งสถานการณ์แรก ใช้เวลาประมาณ 3.10 นาทีในการตั้งสถานการณ์ที่ 2 ซึ่งสถานการณ์ทั้งสองต่างเป็นสถานการณ์ต่างโครงสร้างกัน ส่วนการตั้งสถานการณ์ที่ 3 ใช้เวลาประมาณ 4.07 นาที ซึ่งเป็นสถานการณ์ในโครงสร้างเดียวกับสถานการณ์ที่ 2 สำหรับนักเรียนเป้าหมาย โดมใช้เวลาประมาณ 1.30 นาทีในการตั้งสถานการณ์แรก ใช้เวลาประมาณ 13.06 นาทีในการตั้งสถานการณ์ที่ 2 และใช้เวลาประมาณ 6.12 นาทีในการตั้งสถานการณ์ที่ 3 ซึ่ง 2 สถานการณ์แรก เป็นสถานการณ์ต่างโครงสร้างกัน ส่วนสถานการณ์ 2 และ 3 เป็นสถานการณ์ในโครงสร้างเดียวกัน ในขณะที่เก่งใช้เวลาประมาณ 11.44 นาทีในการตั้งสถานการณ์แรก ใช้เวลาประมาณ 1 นาทีในการตั้งสถานการณ์ที่ 2 และใช้เวลาประมาณ 3.50 นาทีในการตั้งสถานการณ์ที่ 3 ซึ่งสถานการณ์ทั้งสามต่างเป็นสถานการณ์ในโครงสร้างเดียวกัน ส่วนน้ำแข็งใช้เวลาประมาณ 2 นาทีในการตั้งสถานการณ์แรก และใช้เวลาประมาณ 2.45 นาทีในการตั้งสถานการณ์ที่ 2 และใช้เวลาประมาณ 1.40 นาทีในการตั้งสถานการณ์ที่ 3 ซึ่งสถานการณ์ทั้งสามต่างเป็นสถานการณ์ในโครงสร้างเดียวกัน

ในคาบเรียน 15 เมื่อนักเรียนได้รับใบกิจกรรม “บ้านสวนคุณตากับทฤษฎีใหม่” นักเรียนส่วนใหญ่ใช้เวลาประมาณ 4 นาทีในการตั้งสถานการณ์แรก ส่วนสถานการณ์ที่ 2 ใช้เวลาประมาณ 1.50 นาทีในการตั้งสถานการณ์ และใช้เวลาประมาณ 1.30 นาที ในการตั้งสถานการณ์ที่ 3 ซึ่งสถานการณ์ 2 และ 3 ต่างเป็นสถานการณ์ในโครงสร้างเดียวกัน ส่วนสถานการณ์แรกอยู่ต่างโครงสร้างกับสถานการณ์ที่ 2 และ 3 สำหรับนักเรียนเป้าหมาย โดมใช้เวลาประมาณ 4 นาทีในการตั้งสถานการณ์แรก และใช้เวลาประมาณ 13 นาทีในการหาสถานการณ์ที่ 2 ซึ่งทั้งสองสถานการณ์อยู่ต่างโครงสร้างกัน ส่วนน้ำแข็งใช้เวลาประมาณ 2.14 นาทีในการตั้งสถานการณ์แรก สถานการณ์ที่ 2 ใช้เวลาประมาณ 32 วินาที ซึ่งสถานการณ์ทั้งสองเป็นสถานการณ์ในโครงสร้างเดียวกัน แต่สถานการณ์ที่ 3 อยู่ต่างโครงสร้างกับสองสถานการณ์แรก ซึ่งใช้เวลาประมาณ 1.52 นาทีในการตั้งสถานการณ์ 3 ในขณะที่เก่งใช้เวลาประมาณ 4.30 นาทีในการตั้งสถานการณ์แรก และใช้เวลาประมาณ 1.50 นาทีในการตั้งสถานการณ์ที่ 2 สำหรับสถานการณ์ที่ 3 ใช้เวลาประมาณ 1.32 นาที ซึ่งสถานการณ์แรกและสถานการณ์ที่ 2 เป็นสถานการณ์ที่อยู่ในโครงสร้างเดียวกัน ส่วนสถานการณ์ที่ 3 เป็นสถานการณ์ที่อยู่ต่างโครงสร้างกับสถานการณ์แรกและสถานการณ์ที่ 2

จากรายละเอียดข้างต้น สรุปได้ว่า ในช่วงแรกของกิจกรรมการเรียนรู้ นักเรียนส่วนใหญ่ใช้เวลาประมาณ 3 นาทีในการตั้งสถานการณ์แรก และเมื่อมีประสบการณ์ในการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์มากขึ้น นักเรียนจึงให้เวลากับการเขียนอธิบายสถานการณ์มากขึ้น ในทำนองเดียวกัน นักเรียนเป้าหมาย โดมและเก่งให้เวลากับการเขียนอธิบายสถานการณ์มากขึ้นเช่นกัน ในขณะที่น้ำแข็งใช้ระยะเวลาคงที่ในการตั้งสถานการณ์แรก ซึ่งเป็นเช่นนี้ตลอดทั้งสามช่วงของกิจกรรมการเรียนรู้ สำหรับสถานการณ์ที่ 2 และ 3 นักเรียนทุกคนใช้เวลากับการเขียนอธิบายสถานการณ์น้อยลง เมื่อสถานการณ์นั้นเป็นสถานการณ์ที่มีโครงสร้างเดียวกับสถานการณ์แรก และนักเรียนทุกคนใช้เวลากับการเขียนอธิบายสถานการณ์มากขึ้น เมื่อสถานการณ์นั้นเป็น

สถานการณ์ที่มีโครงสร้างต่างกับสถานการณ์แรก ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับความซับซ้อนของสถานการณ์นั้น อย่างไรก็ตาม ถ้าสถานการณ์นั้นมีโครงสร้างเดียวกันกับสถานการณ์แรกแต่มีความซับซ้อนมาก นักเรียนอาจใช้เวลากับการเขียนอธิบายสถานการณ์มากขึ้นเช่นกัน

จากรายละเอียดข้างต้น สรุปได้ว่า ทั้งสามช่วงของกิจกรรมการเรียนรู้ นักเรียนสามารถตั้งสถานการณ์ได้ และให้เวลากับการเขียนอธิบายสถานการณ์มากขึ้น

1.2 ด้านการตั้งสถานการณ์ได้หลายโครงสร้างที่แตกต่างกัน

ในการศึกษาการตั้งสถานการณ์ได้หลายโครงสร้างที่แตกต่างกันของนักเรียน ผู้วิจัยพิจารณาจำนวนโครงสร้างของสถานการณ์ที่นักเรียนตั้งได้ และการเขียนอธิบายสถานการณ์เหล่านั้น จากการวิเคราะห์ผลงานเขียนของนักเรียนในการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ ผลการสังเกตของผู้วิจัยและผู้ช่วยวิจัย และผลการสัมภาษณ์ของผู้วิจัยเกี่ยวกับกระบวนการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน พบว่า นักเรียนมีพฤติกรรมการตั้งสถานการณ์ได้หลายโครงสร้างที่แตกต่างกันอยู่ 2 ลักษณะ ได้แก่ (1) นักเรียนตั้งสถานการณ์ได้หลายโครงสร้างที่แตกต่างกัน และ (2) นักเรียนสามารถเขียนอธิบายสถานการณ์ได้ชัดเจนมากขึ้น มีรายละเอียดดังนี้

(1) นักเรียนตั้งสถานการณ์ได้หลายโครงสร้างที่แตกต่างกัน

ในการศึกษาการตั้งสถานการณ์ได้หลายโครงสร้างที่แตกต่างกันของนักเรียน ผู้วิจัยพิจารณาจำนวนโครงสร้างของสถานการณ์ที่นักเรียนตั้งได้ สำหรับสถานการณ์หรือเงื่อนไขที่กำหนดในการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์นี้ แต่ละกิจกรรมมีโครงสร้างของสถานการณ์มากกว่าหนึ่งโครงสร้าง (มีอย่างน้อยสามโครงสร้าง) ซึ่งผู้วิจัยพิจารณาโครงสร้างของสถานการณ์ที่นักเรียนตั้งได้สามารถแบ่งโครงสร้างของสถานการณ์ที่เป็นปัญหาทางคณิตศาสตร์และสามารถแก้ปัญหาได้เป็น 4 โครงสร้าง ดังตาราง 6

ตาราง 6 ลักษณะโครงสร้างของสถานการณ์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ 4 โครงสร้าง

โครงสร้าง	ปัญหาคณิตศาสตร์	
	จำนวนการใช้เงื่อนไขที่กำหนด	การดำเนินการที่ใช้ในการแก้ปัญหา
1	1 เงื่อนไข	1 ขั้นตอน
2	1 เงื่อนไข	มากกว่า 1 ขั้นตอน
3	มากกว่า 1 เงื่อนไข	1 ขั้นตอน
4	มากกว่า 1 เงื่อนไข	มากกว่า 1 ขั้นตอน

จากการวิเคราะห์ผลงานเขียนของนักเรียนในการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ ผลการสังเกตของผู้วิจัยและผู้ช่วยวิจัย พบว่า นักเรียนสามารถตั้งสถานการณ์ได้หลายโครงสร้างที่แตกต่างกัน โดยมีรายละเอียดของแต่ละช่วง ดังนี้

ในช่วงแรกของกิจกรรมการเรียนรู้ คาบเรียน 3 กิจกรรม “นมกล่องทดลอง ปัญหา” นักเรียนสามารถตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้สอดคล้องกับโครงสร้างของปัญหาทั้ง 4 โครงสร้างที่กำหนด (ดังตาราง 6) ตัวอย่างผลงานเขียนของนักเรียน ดังภาพประกอบ 35

โครงสร้าง 1	คำตอบที่ ... มาห: ตั้งนมกล่องจำนวน ๑๐ นมแล้วไปแจกพี่น้อง มาห: ต้องจ่ายเงินเท่าไร
โครงสร้าง 2	คำตอบที่ 3 ถ้านมชนิดที่ 3 มี 9 กล่อง จะสิราคาเท่าไร
โครงสร้าง 3	คำตอบที่ 1... 1. จำนวนที่ 3 ชนิด (แต่กล่อง) ของนมทั้งหมดแบ่งให้เด็ก 10 คนได้คนละ ๓ กล่อง
โครงสร้าง 4	คำตอบที่ ... หากนมชนิดใดมีราคาต่อกล่องสูงที่สุด

ภาพประกอบ 35 ตัวอย่างผลงานเขียนของนักเรียนในโครงสร้าง 1-4 ในคาบเรียน 3

จากการวิเคราะห์ผลงานเขียนของนักเรียน และผลการสังเกตของผู้วิจัยและผู้ช่วยวิจัย พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่รวมทั้งนักเรียนเป้าหมายทั้งสาม ตั้งสถานการณ์ได้เพียง 2 โครงสร้างเท่านั้น โดยมีจำนวนสถานการณ์ที่อยู่ในโครงสร้าง 4 มากที่สุด และมีจำนวนสถานการณ์ที่อยู่ในโครงสร้าง 3 น้อยที่สุด

ในช่วงที่ 2 ของกิจกรรมการเรียนรู้ คาบเรียน 9 กิจกรรม “กิจวัตรประจำวันกับการเผาผลาญแคลอรี” นักเรียนสามารถตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้สอดคล้องกับโครงสร้างของปัญหาทั้ง 4 โครงสร้างที่กำหนด (ดังตาราง 6) ตัวอย่างผลงานเขียนของนักเรียน ดังภาพประกอบ 36

<p>โครงสร้าง 1</p>	<p>คำตอบที่ 1. กำหนดให้เงินต้นได้ 1 หรือ 5 บาท ถ้าเงินต้น เหลืออีก X บาท เป็นเวลา 40 นาที ตามที่ เดิมเงิน เป็นจำนวนหลักสิบ</p>
<p>โครงสร้าง 2</p>	<p>คำตอบที่ 2. เด็ก 5 คน อยู่ในห้องเรียน 45 นาที เด็ก 2 คน ผู้ใหญ่ 1 คน เด็ก 5 คน ใช้เวลา 45 นาที ถ้าเด็ก 2 คน ผู้ใหญ่ 1 คน บ้านหรือโรงเรียนไม่มา 45 นาที</p>
<p>โครงสร้าง 3</p>	<p>คำตอบที่ 1. บวกล้างรถไปใช้เวลา 50 นาที ซึ่งทำให้แคชเชียร์ บวกล้างรถอีกใช้เวลาไป 45 นาที บวกล้างรถ แล้วไป</p>
<p>โครงสร้าง 4</p>	<p>คำตอบที่ 1. ถ้ารถโดยสารออกจากสถานี 750 เมตร ซึ่งกำลังวิ่งอย่างเร็วอย่างอื่น 2 ชั่วโมง</p>

ภาพประกอบ 36 ตัวอย่างผลงานเขียนของนักเรียนในโครงสร้าง 1-4 ในคาบเรียน 9

จากการวิเคราะห์ผลงานเขียนของนักเรียน และผลการสังเกตของผู้วิจัยและผู้ช่วยวิจัย พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่ตั้งสถานการณ์ได้ 2 โครงสร้าง โดยมีจำนวนสถานการณ์ที่อยู่ในโครงสร้าง 4 มากที่สุด และมีจำนวนสถานการณ์ที่อยู่ในโครงสร้าง 3 น้อยที่สุด สำหรับนักเรียนเป้าหมาย โดมตั้งสถานการณ์ได้ 1 โครงสร้าง ส่วนน้ำแข็งตั้งสถานการณ์ได้ 2 โครงสร้าง ในขณะที่เก่งมีสถานการณ์ อยู่ 3 โครงสร้าง

ในช่วงที่ 3 ของกิจกรรมการเรียนรู้ คาบเรียน 15 กิจกรรม “บ้านสวนคุณตา กับ ทฤษฎีใหม่” นักเรียนสามารถตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้สอดคล้องกับโครงสร้างของปัญหา 3 โครงสร้างที่กำหนด (ดังตาราง 6) ตัวอย่างผลงานเขียนของนักเรียน ดังภาพประกอบ 37

โครงสร้าง 1

Form 1
 ถ้า คอลัมน์ หรือ ทังหมด
 300 ตารางวา จะมีที่อยู่อาศัยกี่ตารางวา
 เฉลย! : 20 ตารางวา

โครงสร้าง 3

Form 3
~~พื้นที่ว่างที่เหลืออยู่ภายในบริเวณที่ดิน~~
~~อยู่ข้างโรงเรียน~~
 วิทยาลัยเกษตรศาสตร์ 12 ไร่ 1 งาน 20 ตารางวา และที่ดิน
 ว่างข้างที่ดิน 0 ตารางวา ถามว่า วิทยาลัย

โครงสร้าง 4

Form 4
 3000
 2000
 คุณภาพน้ำเงิน 2000 บาท ซึ่ง คุณค่า ภาว
 ภาวสุทธิเงิน 1750 บาท และซื้อที่ดิน
 ภาวสุทธิเงิน 2000 บาท คุณค่าเงิน
 ภาวสุทธิเงิน 2000 บาท คุณค่าเงิน
 ภาวสุทธิเงิน 2000 บาท คุณค่าเงิน
 ภาวสุทธิเงิน 2000 บาท

ภาพประกอบ 37 ตัวอย่างผลงานเขียนของนักเรียนในโครงสร้าง 1, 3-4 ในคาบเรียน 15

จากการวิเคราะห์ผลงานเขียนของนักเรียน และผลการสังเกตของผู้วิจัยและผู้ช่วยวิจัย พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่ตั้งสถานการณ์ได้ 2 โครงสร้าง โดยมีจำนวนสถานการณ์ที่อยู่ในโครงสร้าง 4 มากที่สุด และมีจำนวนสถานการณ์ที่อยู่ในโครงสร้าง 3 น้อยที่สุด สำหรับนักเรียนเป้าหมาย โดมและ เก่งมีสถานการณ์อยู่ 2 โครงสร้าง ในขณะที่น้ำแข็งมีโครงสร้างของสถานการณ์ 3 โครงสร้าง จากรายละเอียดข้างต้น สรุปได้ว่า ทั้งสามช่วงของกิจกรรมการเรียนรู้ นักเรียนสามารถตั้งสถานการณ์ที่เป็นปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่มีโครงสร้างแตกต่างกันได้ 2 โครงสร้าง ในทำนองเดียวกันนักเรียนเป้าหมายทั้งสามคนสามารถตั้งสถานการณ์ที่เป็นปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่มีโครงสร้างแตกต่างกันได้ 2 โครงสร้างเช่นกัน

(2) นักเรียนสามารถเขียนอธิบายสถานการณ์ได้ชัดเจนมากขึ้น

ในช่วงแรกของกิจกรรมการเรียนรู้ เมื่อนักเรียนตั้งสถานการณ์ในกิจกรรม “นมกล่องทดลองปัญญา” นักเรียนส่วนใหญ่รวมทั้งนักเรียนเป้าหมายสามารถตั้งสถานการณ์ได้ โดยเขียนเฉพาะคำหรือข้อความสำคัญเท่านั้น ไม่ได้เขียนอธิบายรายละเอียดของสถานการณ์ให้

ชัดเจน ทำให้บางสถานการณ์สามารถตีความได้หลายแบบ เช่น สถานการณ์ที่ 3 ของโตมซึ่งเป็นนักเรียนเป้าหมาย นำความรู้เรื่องสถิติมาใช้ในการตั้งสถานการณ์ อาจตีความได้ว่า “ต้องการหาค่าเฉลี่ยของราคานมต่อกล่องของนมแต่ละห่อ” หรืออาจตีความว่า “ให้นำราคานมทั้ง 3 ห่อมารวมกันก่อน แล้วจึงหาค่าเฉลี่ยของราคานม” เป็นต้น ดังภาพประกอบ 38

คำตอบที่ 2
ราคา นม 3 ห่อ 3 คน นม 3
กล่อง 3 กล่องทั้งหมด
เท่าไร

ภาพประกอบ 38 ผลงานเขียนของโตม ที่เขียนอธิบายสถานการณ์ไม่ชัดเจน ในคาบเรียน 3

จากสถานการณ์ที่นักเรียนตั้งขึ้น มีนักเรียน 4 คนที่สามารถตั้งสถานการณ์ที่มีผลเฉลยมากกว่าหนึ่งผลเฉลยได้ แต่เป็นผลมาจากการเขียนอธิบายสถานการณ์ไม่ชัดเจน เช่น นักเรียนเป้าหมายน้ำแข็งตั้งสถานการณ์ว่า “ถ้าคุณครูก้อหม้าต้อง (การ) ซื้อมทั้งสามชนิด คุณครูก้อหม้าต้องจ่ายเงิน (ทั้งหมด) เท่าไร” ซึ่งเป็นสถานการณ์ที่ต้องการให้นักเรียนหาจำนวนเงินที่คุณครูก้อหม้าต้องจ่ายเพื่อซื้อมทั้งสามชนิด โดยไม่ได้รับรู้ว่าซื้อมแต่ละชนิดจำนวนกี่กล่องบ้าง ทำให้สถานการณ์ที่ตั้งของนักเรียนมีมากกว่าหนึ่งผลเฉลย ดังภาพประกอบ 39

คำตอบที่ 1...
ถ้าคุณครูก้อหม้าต้องซื้อมทั้งสามชนิด
ต้องจ่ายเงินเท่าไร

ภาพประกอบ 39 สถานการณ์ปัญหาที่มีมากกว่าหนึ่งผลเฉลยของน้ำแข็ง ในคาบเรียน 3

อย่างไรก็ตามจากการสัมภาษณ์น้ำแข็ง พบว่า น้ำแข็งต้องการตั้งสถานการณ์ที่มีเพียงหนึ่งผลเฉลยเท่านั้น โดยคิดหาผลเฉลยจากผลบวกของราคาต่อห่อของนมแต่ละชนิดเพียงชนิดละหนึ่งห่อเท่านั้น และเมื่อผู้วิจัยซักถามเกี่ยวกับจำนวนห่อของนมแต่ละชนิด น้ำแข็งจึงเริ่มพิจารณาปัญหาของตนเองอีกครั้งแล้วจึงพบว่าปัญหาของตนไม่ได้รับจำนวนห่อของนมแต่ละชนิด จึงทำให้สามารถคิดหาผลเฉลยได้มากกว่าหนึ่งผลเฉลย ซึ่งเป็นผลมาจากการเขียนอธิบายสถานการณ์ไม่ชัดเจนนั่นเอง นอกจากนี้ มีนักเรียนบางคนตั้งสถานการณ์ได้ แต่เงื่อนไขที่กำหนดให้ในสถานการณ์ที่ตั้งขึ้นนั้น ไม่เพียงพอต่อการแก้ปัญหา ดังภาพประกอบ 40

คำตอบที่ 1...

คุณครูถามว่า ชื่อหนังสือตามคุณ ล่องลอย (2) ค.บ.พ.ล.
 จำนวน ๕ ^{เล่ม} ~~เล่ม~~ แบบเน้นไว้ ใช้เด็กกลุ่มละเท่าๆกัน
 แต่ เด็กรับไว้เท่ากัน ครูถามว่า อังไปซื้อ มาเพิ่ม อีกหก
 เล่ม คุณครูถามว่า ชื่อหนังสือแม่กลิ้ง และแม่เด็กกลุ่ม

ภาพประกอบ 40 ผลงานเขียนของนักเรียน ที่กำหนดเงื่อนไขไม่เพียงพอต่อการแก้ปัญหา
 ในคาบเรียน 3

และยังมีนักเรียนบางคนที่ดีความจากเงื่อนไขที่กำหนดผิดพลาด ส่งผลให้สถานการณ์ที่นักเรียน
 ตั้งขึ้นไม่สอดคล้องกับสถานการณ์หรือเงื่อนไขที่กำหนด ดังภาพประกอบ 41

คำตอบที่ 1...

นมที่ต้องใช้ในแก้วความค ต่อกลุ่มเท่ากัน ๗๖.๖๖๖

ภาพประกอบ 41 ผลงานเขียนของนักเรียน ที่ตั้งสถานการณ์ไม่สอดคล้องกับสถานการณ์หรือ
 เงื่อนไขที่กำหนด ในคาบเรียน 3

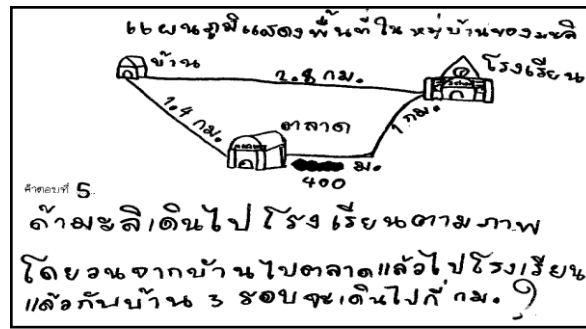
อีกทั้งยังมีนักเรียนบางคนตั้งสถานการณ์ได้ แต่สถานการณ์นั้นไม่เป็นปัญหาทางคณิตศาสตร์
 ดังภาพประกอบ 42

คำตอบที่ 1...

นม ๖๕๓๕ ลิตร ๖ ราคาเท่าไร

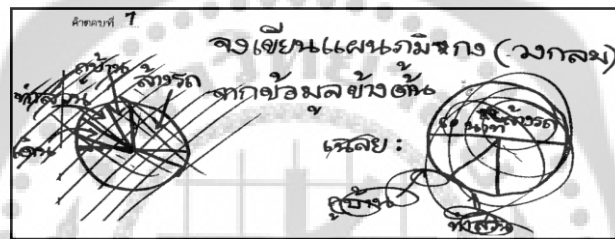
ภาพประกอบ 42 ผลงานเขียนของนักเรียน ที่ไม่เป็นปัญหาทางคณิตศาสตร์ ในคาบเรียน 3

ในช่วงที่ 2 ของกิจกรรมการเรียนรู้ กิจกรรม “กิจวัตรประจำวันกับการเผาผลาญ
 แคลอรี” นักเรียนส่วนใหญ่รวมทั้งนักเรียนเป้าหมายทั้งสามคน ตั้งสถานการณ์โดยเขียนคำสำคัญที่
 นำมาใช้ในการแก้ปัญหา และมีนักเรียนบางคนเขียนอธิบายสถานการณ์ในบางสถานการณ์ได้
 ชัดเจนขึ้น นอกจากนี้นักเรียนยังสามารถตั้งสถานการณ์โดยนำความรู้ในเนื้อหาอื่นๆ มาใช้ได้ เช่น
 สถานการณ์ที่ 5 ของเก่ง เป็นสถานการณ์ที่นำความรู้เรื่องการวัดมาสร้างแผนผัง ดังภาพประกอบ 43



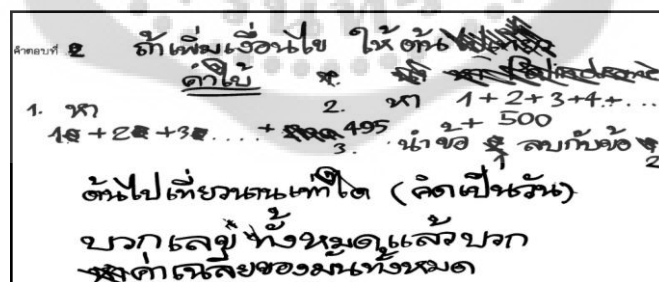
ภาพประกอบ 43 ผลงานเขียนของเก่ง ที่นำความรู้เรื่องการวัดมาตั้งสถานการณ์ ในคาบเรียน 9

ส่วนสถานการณ์ที่ 1 ของโตม เป็นสถานการณ์ที่นำความรู้เรื่องสถิติมาตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ ดังภาพประกอบ 44



ภาพประกอบ 44 ผลงานเขียนของโตม ที่นำความรู้เรื่องสถิติมาตั้งสถานการณ์ ในคาบเรียน 9

แต่ในสถานการณ์ที่ 2 ของโตม เป็นปัญหาทางคณิตศาสตร์โดยไม่นำเงื่อนไขหรือสถานการณ์ที่กำหนดไปใช้ในการตั้งปัญหา ดังภาพประกอบ 45



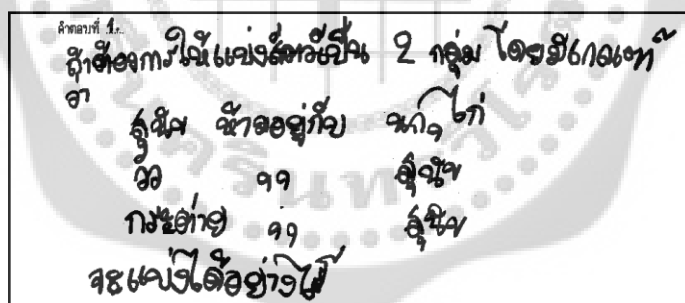
ภาพประกอบ 45 ผลงานเขียนของโตม ที่ไม่ใช้เงื่อนไขหรือสถานการณ์ที่กำหนด ในคาบเรียน 9

จากสถานการณ์ที่นักเรียนตั้งขึ้นมีนักเรียนจำนวน 4 คน ที่สามารถตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่มีผลเฉลยมากกว่าหนึ่งผลเฉลยได้ และนักเรียนบางคนยังสามารถวิเคราะห์ปัญหาได้ว่า ปัญหาใดเป็นปัญหาที่มีผลเฉลยมากกว่า 1 ผลเฉลย ปัญหาใดเป็นปัญหาที่มีเพียง 1 ผลเฉลย ซึ่งในบางสถานการณ์นักเรียนยังสามารถบอกได้ว่า ถ้าต้องการปรับสถานการณ์ให้มีผลเฉลยมากกว่า

หนึ่งผลเฉลยจะต้องปรับสถานการณ์อย่างไร ดึงบทสนทนาของนักเรียนในช่วงการนำเสนอและอภิปรายผลการตั้งปัญหาของนักเรียน

- นักเรียน A : ถ้าต้องการเผาผลาญพลังงาน 300 แคลอรี โดยใช้เวลาที่กำหนดให้เท่านั้น จะทำได้กี่วิธี
- นักเรียน B และ เก่ง : หลายคำตอบ
- ผู้วิจัย : เรียกปัญหาลักษณะนี้ว่าปัญหาอะไรคะ
- เก่ง : ปัญหาหลายคำตอบ
- นักเรียน C : ปัญหาปลายเปิด
- นักเรียน A : ไม่ใช่ มีคำตอบเดียวเอง
- ผู้วิจัย : ตกลงเป็นปัญหาปลายเปิดไหมคะ
- นักเรียน A : ถามว่ามีกี่วิธี ไม่ได้ถามว่ามีวิธีอะไรได้บ้าง

ส่วนช่วงที่ 3 ของกิจกรรมการเรียนรู้ กิจกรรม “บ้านสวนคุณตา กับ ทฤษฎีใหม่” นักเรียนส่วนใหญ่รวมทั้งนักเรียนเป้าหมายทั้งสาม ตั้งสถานการณ์โดยเขียนคำสำคัญที่นำมาใช้ในการแก้ปัญหา และบางสถานการณ์มีการเขียนอธิบายให้เข้าใจได้ชัดเจน ในกิจกรรมนี้มีนักเรียน 1 คน ที่ตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์โดยอาศัยความรู้เรื่องการให้เหตุผลมาช่วยในการแก้ปัญหา ดังภาพประกอบ 46



ภาพประกอบ 46 ผลงานเขียนของนักเรียน ที่นำความรู้เรื่องการให้เหตุผลมาตั้งสถานการณ์ในคาบเรียน 15

จากรายละเอียดข้างต้นสรุปได้ว่า ในช่วงแรกของกิจกรรมการเรียนรู้สถานการณ์ที่นักเรียนตั้งได้นั้น ส่วนใหญ่เป็นสถานการณ์ที่เขียนเฉพาะคำสำคัญที่นำมาใช้ในการแก้ปัญหา เมื่อพิจารณาสถานการณ์ที่นักเรียนตั้งขึ้น พบว่า บางสถานการณ์ยังเขียนอธิบายสถานการณ์ไม่ชัดเจนทำให้สามารถตีความได้หลายแบบ เมื่อนักเรียนมีประสบการณ์ในการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์มากขึ้น ส่งผลให้ในช่วงที่ 2 และ 3 นักเรียนสามารถตั้งสถานการณ์ที่เขียนอธิบายสถานการณ์ได้ชัดเจนขึ้น

จากรายละเอียดด้านการตั้งสถานการณ์ได้หลายโครงสร้างที่แตกต่างกัน สรุปได้ว่า ทั้งสามช่วงของกิจกรรมการเรียนรู้ นักเรียนส่วนใหญ่สามารถตั้งสถานการณ์ที่มีโครงสร้างแตกต่างกัน ได้ 2 โครงสร้าง ในสองช่วงแรกของกิจกรรมการเรียนรู้ยังมีนักเรียนบางส่วนที่ตั้งสถานการณ์โดยไม่ นำสถานการณ์หรือเงื่อนไขที่กำหนดมาใช้ ในขณะที่ช่วงสุดท้ายของกิจกรรมการเรียนรู้ นักเรียนทุกคนนำเงื่อนไขหรือสถานการณ์ที่กำหนดมาใช้ในการตั้งสถานการณ์ นอกจากนี้ในช่วงแรกของ กิจกรรมการเรียนรู้มีนักเรียนบางคนที่ตั้งสถานการณ์เป็นเพียงคำถามเท่านั้น ไม่เป็นปัญหาทาง คณิตศาสตร์ ในขณะที่ช่วงที่ 2 และช่วงที่ 3 ของกิจกรรมการเรียนรู้ นักเรียนตั้งสถานการณ์ที่เป็น ปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้ทุกคน สำหรับนักเรียนเป้าหมาย ในสองช่วงแรกของกิจกรรมการเรียนรู้มี เพียงโดมที่ตั้งสถานการณ์โดยไม่คำนึงถึงเงื่อนไขหรือสถานการณ์ที่กำหนด สำหรับช่วงสุดท้ายของ กิจกรรมการเรียนรู้ โดม เก่ง และน้ำแข็งสามารถนำเงื่อนไขหรือสถานการณ์ที่กำหนดมาตั้ง สถานการณ์ได้

2. พฤติกรรมด้านความคิดยืดหยุ่น

ในกิจกรรมการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ ผู้วิจัยศึกษาพฤติกรรมการด้านความคิดยืดหยุ่นโดย พิจารณาความสามารถของนักเรียนในการคิดแล้วเลือกสถานการณ์ที่สอดคล้องกับสถานการณ์หรือ เงื่อนไขที่กำหนด ผู้วิจัยพิจารณาขั้นตอนในการคิดดังกล่าว ซึ่งแต่ละกิจกรรมนักเรียนสามารถตั้ง สถานการณ์จากสถานการณ์หรือเงื่อนไขที่กำหนดได้มากกว่าหนึ่งสถานการณ์ (มีอย่างน้อยสิบ สถานการณ์) ดังนั้นในการคิดแล้วเลือกสถานการณ์ที่สอดคล้องกับสถานการณ์หรือเงื่อนไขที่ กำหนด นักเรียนต้องมีสถานการณ์จำนวนมาก จึงสามารถเลือกที่ต้องการได้ จากการวิเคราะห์ ผลงานเขียนของนักเรียนในการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ ผลการสังเกตของผู้วิจัยและผู้ช่วยวิจัย และผลการสัมภาษณ์ของผู้วิจัยเกี่ยวกับกระบวนการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน พบว่า นักเรียนคิดแล้วเลือกสถานการณ์ที่สอดคล้องกับสถานการณ์หรือเงื่อนไขที่กำหนดได้ โดยคิดแล้ว เลือกจากสถานการณ์ที่นักเรียนคิดหาได้ในช่วงกิจกรรมพัฒนาความคิดคล่อง ถ้าพบว่าไม่มี สถานการณ์ที่ต้องการนักเรียนจะตั้งสถานการณ์อีกครั้ง จนได้สถานการณ์ที่สอดคล้องกับ สถานการณ์หรือเงื่อนไขที่กำหนด ซึ่งในแต่ละช่วงมีรายละเอียด ดังนี้

ในช่วงแรกของกิจกรรมการเรียนรู้ คาบเรียน 3 กิจกรรม “นมกล่องทดลองปัญญา” หลังจากตั้งสถานการณ์ที่เป็นไปได้จากสถานการณ์หรือเงื่อนไขที่กำหนดแล้ว นักเรียนต้องเลือก สถานการณ์ที่สอดคล้องกับสถานการณ์หรือเงื่อนไขที่กำหนดเพิ่มเติมอีก 2 ข้อ สำหรับสถานการณ์ หรือเงื่อนไขที่กำหนดเพิ่มเติมในข้อที่ 2 คือ ต้องการให้มีนมกล่องที่มีความจุ 125 ลบ.ซม. และ 250 ลบ.ซม. อยู่ในสถานการณ์ที่ตั้งขึ้น และอีกสถานการณ์หรือเงื่อนไขหนึ่งในข้อที่ 3 คือ มีเงินอยู่ 250 บาท นักเรียนส่วนใหญ่รวมทั้งนักเรียนเป้าหมายจะพิจารณาสถานการณ์ที่ตนเองมีอยู่ก่อน ถ้าพบว่า ไม่มีสถานการณ์ใดที่สอดคล้องกับสถานการณ์หรือเงื่อนไขที่กำหนดจึงตั้งสถานการณ์ใหม่ ซึ่งนักเรียนส่วนใหญ่รวมทั้งนักเรียนเป้าหมายทั้งสามไม่มีสถานการณ์ที่สอดคล้องกับสถานการณ์ หรือเงื่อนไขเพิ่มเติมทั้งสองข้อ นักเรียนจึงต้องตั้งสถานการณ์อีกครั้ง เมื่อพิจารณาสถานการณ์ใหม่

ของนักเรียน พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่รวมทั้งนักเรียนเป้าหมายใช้การปรับเปลี่ยนจากสถานการณ์ที่มีอยู่ในช่วงพัฒนาความคิดคล่อง ดังภาพประกอบ 47

สถานการณ์ที่ 4

คำตอบ 4
จงทำให้ ~~ความจ~~ ความจ
กลอง 3 กลอง เป็น
Palindrome!



สถานการณ์ที่
ปรับเปลี่ยนจาก
สถานการณ์ที่ 4
ในช่วงพัฒนา
ความคิดคล่อง

ตอบ 1. จงหา Palindrome ของนมที่มี
ความจ 250 ลบ.จม.
2. จงหา Palindrome ของนมที่มี
ความจ 125 ลบ.จม.
3. จงหาผลรวมของข้อ 1-2
และทำให้เป็น Palindrome!

ภาพประกอบ 47 ผลงานเขียนของนักเรียน ที่ปรับเปลี่ยนสถานการณ์เดิม จนได้สถานการณ์ใหม่
ในคาบเรียน 3

สำหรับช่วงที่ 2 ของกิจกรรมการเรียนรู้ คาบเรียน 9 กิจกรรม “กิจวัตรประจำวันกับการเผาผลาญแคลอรี” นักเรียนต้องเลือกสถานการณ์ที่สอดคล้องกับสถานการณ์หรือเงื่อนไขที่กำหนดเพิ่มเติมอีก 2 ข้อด้วย ซึ่งสถานการณ์หรือเงื่อนไขที่กำหนดในข้อที่ 2 คือ ร่างกายเผาผลาญพลังงานได้มากกว่า 500 แคลอรี ส่วนในข้อที่ 3 สถานการณ์หรือเงื่อนไขที่กำหนด คือ ใช้เวลาภายใน 2 ชั่วโมง นักเรียนส่วนใหญ่จะพิจารณาสถานการณ์ที่ตนเองมีอยู่ก่อน ซึ่งพบว่าไม่มีสถานการณ์ที่สอดคล้องกับสถานการณ์หรือเงื่อนไขเพิ่มเติมทั้งสองข้อ นักเรียนจึงต้องตั้งสถานการณ์อีกครั้ง สำหรับนักเรียนเป้าหมาย โดมและน้ำแข็งไม่มีสถานการณ์ที่สอดคล้องกับสถานการณ์หรือเงื่อนไขที่กำหนดเช่นกัน จึงต้องตั้งสถานการณ์อีกครั้ง ในขณะที่เก่งมีสถานการณ์ที่สอดคล้องกับสถานการณ์หรือเงื่อนไขในข้อที่ 2 จึงสามารถเขียนสถานการณ์ได้ทันที แต่ในข้อที่ 3 ไม่มีสถานการณ์ที่สอดคล้องกับสถานการณ์หรือเงื่อนไขที่กำหนด จึงต้องตั้งสถานการณ์ใหม่อีกครั้งเช่นกัน และเมื่อพิจารณาสถานการณ์ใหม่ของนักเรียน พบว่า นักเรียนบางส่วนยังคงใช้การปรับเปลี่ยนจากสถานการณ์ที่มีอยู่ในช่วงพัฒนาความคิดคล่อง จนได้สถานการณ์ใหม่เช่นเดียวกัน

และในช่วงที่ 3 ของกิจกรรมการเรียนรู้ คาบเรียน 15 กิจกรรม “บ้านสวนคุณตากับทฤษฎีใหม่” สถานการณ์หรือเงื่อนไขที่กำหนดเพิ่มเติมสำหรับข้อที่ 2 และข้อที่ 3 คือ นำสัตว์ที่คุณตาเลี้ยงมาตั้งสถานการณ์ และคำตอบของสถานการณ์ที่ตั้งขึ้นอยู่ในเงื่อนไขที่กำหนด ตามลำดับ สำหรับข้อที่ 2 ของกิจกรรมนี้ นักเรียนส่วนใหญ่มีสถานการณ์ที่สอดคล้องกับสถานการณ์หรือเงื่อนไขที่กำหนดแล้ว

จึงสามารถเขียนสถานการณ์ได้ทันที ส่วนข้อที่ 3 นักเรียนส่วนใหญ่ไม่มีสถานการณ์ที่สอดคล้องกับสถานการณ์หรือเงื่อนไขที่กำหนด จึงต้องตั้งสถานการณ์อีกครั้ง สำหรับนักเรียนเป้าหมายยังคงมีพฤติกรรมการคิดแล้วเลือกสถานการณ์เช่นเดียวกับนักเรียนส่วนใหญ่ แต่น้ำแข็งยังสามารถตั้งสถานการณ์เพิ่มเติมในข้อที่ 2 ได้อีกด้วย

จากรายละเอียดของการคิดแล้วเลือกสถานการณ์ที่สอดคล้องกับสถานการณ์หรือเงื่อนไขที่กำหนด สรุปได้ว่า นักเรียนสามารถคิดแล้วเลือกสถานการณ์ที่สอดคล้องกับสถานการณ์หรือเงื่อนไขที่กำหนดได้ โดยคิดแล้วเลือกจากสถานการณ์ที่นักเรียนหาได้ในช่วงกิจกรรมพัฒนาความคิดคล่อง สำหรับนักเรียนที่ไม่มีสถานการณ์ที่สอดคล้องกับสถานการณ์หรือเงื่อนไขที่กำหนด นักเรียนจึงตั้งสถานการณ์อีกครั้ง และมีนักเรียนบางคนใช้การปรับเปลี่ยนจากสถานการณ์ที่มีอยู่ในช่วงพัฒนาความคิดคล่อง จนได้สถานการณ์ใหม่



บทที่ 5

สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

ความมุ่งหมาย และวิธีดำเนินการวิจัยโดยสังเขป

ความมุ่งหมายของการวิจัย

เพื่อศึกษาพฤติกรรมด้านความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่น เรื่อง จำนวน ของนักเรียน
ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5

วิธีดำเนินการวิจัย

1. กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาค้างนี้ เป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียน
อนุบาลเพชรบุรี จังหวัดเพชรบุรี ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2552 จำนวน 10 คน โดยการเลือก
แบบเจาะจงจากนักเรียนที่มีผลการเรียนคณิตศาสตร์ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2552 ตั้งแต่ 3.0
ขึ้นไป และเพื่อให้ได้ข้อมูลเชิงลึกเกี่ยวกับพฤติกรรมด้านความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่น เรื่อง
จำนวน ของนักเรียน ผู้วิจัยคัดเลือกนักเรียนจำนวน 3 คน เพื่อเป็นนักเรียนเป้าหมาย (target
student) ในการสังเกตพฤติกรรมด้านความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่น เรื่อง จำนวน ขณะลงมือ
แก้ปัญหาและตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ และสัมภาษณ์กระบวนการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหาทาง
คณิตศาสตร์ของนักเรียนเป้าหมายแต่ละคน หลังสิ้นสุดคาบเรียนแต่ละครั้ง

2. การกำหนดกรอบแนวคิดของกิจกรรมการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหาทาง คณิตศาสตร์ เรื่อง จำนวน

กิจกรรมการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง จำนวน สำหรับ
นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ประกอบด้วย แผนการจัดการเรียนรู้ จำนวน 15 แผน แผนละ 1
คาบเรียน คาบเรียนละ 90 นาที เพื่อเสริมสร้างความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่น กิจกรรมการ
เรียนรู้ที่นำมาใช้ได้แก่ กิจกรรมการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ จำนวน 10 คาบเรียน และกิจกรรม
การตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ จำนวน 5 คาบเรียน ซึ่งทั้งสองคาบเรียนของกิจกรรมการแก้ปัญหา
ทางคณิตศาสตร์ จะตามด้วยหนึ่งคาบเรียนของกิจกรรมการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์

สำหรับกิจกรรมการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ นักเรียนจะได้เรียนรู้กระบวนการ
แก้ปัญหาตามแนวคิดของโพลยาและกระบวนการแก้ปัญหาที่เป็นพลวัตตามแนวคิดของวิลสันและ
คณะ ได้ฝึกฝนและมีประสบการณ์ในการแก้ปัญหาที่ไม่คุ้นเคย ซึ่งแต่ละปัญหามีผลเฉลยมากกว่า
หนึ่งผลเฉลย โดยใช้เนื้อหาคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหาเรื่อง จำนวน ที่ไม่เกินชั้นประถมศึกษาปีที่ 5
และเพื่อเสริมสร้างความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่น นักเรียนจะได้ฝึกฝนและมีประสบการณ์ใน

การค้นหาผลเฉลยของปัญหาทางคณิตศาสตร์มากกว่าหนึ่งผลเฉลยในเวลาที่กำหนด และเลือกผลเฉลยหรือกลุ่มของผลเฉลยของปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่สอดคล้องกับสถานการณ์หรือเงื่อนไขที่กำหนด ตลอดจนกำหนดเกณฑ์ในการจัดกลุ่มของผลเฉลยที่ได้ ภายหลังจากแก้ปัญหาให้นักเรียนจะได้มีส่วนร่วมในการนำเสนอผลการแก้ปัญหาและการอภิปรายผลการแก้ปัญหาหน้าชั้นเรียน โดยมีครูเป็นผู้เปิดประเด็นอภิปรายเกี่ยวกับผลการแก้ปัญหา

ส่วนกิจกรรมการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ นักเรียนจะได้ฝึกฝนและมีประสบการณ์ในการตั้งปัญหา และมีส่วนร่วมในการนำเสนอปัญหาที่ตั้งขึ้นพร้อมแนวทางในการแก้ปัญหาหน้าชั้นเรียน โดยมีครูเป็นผู้เปิดประเด็นอภิปรายเกี่ยวกับผลการตั้งปัญหา

3. การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ (1) กิจกรรมการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง จำนวน เป็นกิจกรรมการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ประกอบด้วย แผนการจัดการเรียนรู้ จำนวน 15 แผน แบ่งเป็นกิจกรรมการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์จำนวน 10 คาบเรียน และกิจกรรมการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์จำนวน 5 คาบเรียน (2) แบบสังเกตพฤติกรรมด้านความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่น ซึ่งเป็นแบบบันทึกที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น เพื่อบันทึกพฤติกรรมด้านความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่น ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ขณะลงมือแก้ปัญหาและตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ (3) แบบสัมภาษณ์กระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เป็นแบบสัมภาษณ์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเพื่อสอบถามเชิงลึกเกี่ยวกับกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่เป็นนักเรียนเป้าหมายแต่ละคน หลังสิ้นสุดคาบเรียนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์แต่ละครั้ง และ (4) แบบสัมภาษณ์กระบวนการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ เป็นแบบสัมภาษณ์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเพื่อสอบถามเชิงลึกเกี่ยวกับกระบวนการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่เป็นนักเรียนเป้าหมายแต่ละคน หลังสิ้นสุดคาบเรียนการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์แต่ละครั้ง

หลังจากสร้างเครื่องมือเสร็จเรียบร้อยแล้ว ผู้วิจัยนำเครื่องมือเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน เพื่อตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา ความเหมาะสมของภาษาที่ใช้ ความยากง่ายของปัญหา และความชัดเจนของข้อคำถาม แล้วปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ จากนั้นนำเครื่องมือไปทดลองกับนักเรียนกลุ่มนำร่องจำนวน 3 คน ซึ่งเป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2552 โรงเรียนวัดท่าศาลาราม (เรือนบุญนาศาลัย) จังหวัดเพชรบุรี แล้วปรับปรุงแก้ไขเครื่องมืออีกครั้งก่อนนำไปทดลองกับนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง

4. การเก็บรวบรวมข้อมูล

แบบแผนที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ แบบกลุ่มเดียว (One group design) แล้วพิจารณาผลการทดลอง ผู้วิจัยใช้เวลาในการดำเนินการทดลองทั้งหมด 30 คาบเรียน คาบเรียนละ 90 นาที ซึ่งแบ่งเป็นระยะเวลาสำหรับดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้จำนวน 15 คาบเรียน และระยะเวลาสำหรับ

สัมภาษณ์กระบวนการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนเป้าหมายจำนวน 15 คาบเรียน ผู้วิจัยดำเนินการทดลองในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2552 โดยใช้เวลานอกเหนือจากเวลาเรียนปกติ ในแต่ละคาบเรียนผู้วิจัยทำหน้าที่เป็นผู้สอนและผู้สังเกตการณ์ โดยมีนิสิตปริญญาโท สาขาคณิตศาสตร์ จำนวน 2 คน ทำหน้าที่เป็นผู้สังเกตและผู้บันทึกพฤติกรรมด้านความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่นของนักเรียนขณะลงมือแก้ปัญหาและตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ ในขณะดำเนินการกิจกรรมการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง จำนวน มีการใช้กล่องวิดีโอเพื่อบันทึกรายละเอียดบรรยากาศการจัดการเรียนรู้ บทสนทนาและพฤติกรรมด้านความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่นของนักเรียนขณะลงมือแก้ปัญหาและตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ ตลอดจนบทสัมภาษณ์ระหว่างผู้วิจัยและนักเรียนเป้าหมายเกี่ยวกับกระบวนการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์

5. การวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพ ผู้วิจัยพิจารณาจากผลงานเขียนของนักเรียนในการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ ผลการสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนเป้าหมายด้านความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่นขณะลงมือแก้ปัญหาและตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยมีแบบสังเกตพฤติกรรมด้านความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่น และกล่องวิดีโอช่วยบันทึกรายละเอียดเหล่านั้น และผลการสัมภาษณ์นักเรียนเป้าหมายเกี่ยวกับกระบวนการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยมีแบบสัมภาษณ์กระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ แบบสัมภาษณ์กระบวนการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ และกล่องวิดีโอช่วยบันทึกรายละเอียดเหล่านั้น แล้วจึงนำข้อมูลที่ได้อาวิเคราะห์พฤติกรรมด้านความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่น เรื่อง จำนวน จากกิจกรรมการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนทั้งชั้นเรียนและนักเรียนเป้าหมาย

การสรุปและอภิปรายผลการวิจัย

จากการวิเคราะห์ผลงานเขียนของนักเรียนในการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ ผลการสังเกตของผู้วิจัยและผู้ช่วยวิจัย และผลการสัมภาษณ์ของผู้วิจัยเกี่ยวกับกระบวนการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน พบว่า เมื่อนักเรียนมีประสบการณ์ในการแก้ปัญหาและตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์มากขึ้น นักเรียนสามารถพัฒนาความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่นได้ ซึ่งซิลเวอร์ (Silver, 1997: Online) กล่าวว่า การแก้ปัญหาและการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์เป็นลักษณะหนึ่งของกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ อีกทั้งยังเป็นหัวใจของคณิตศาสตร์และการคิดเชิงคณิตศาสตร์ด้วย ซึ่งความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่นนั้นเป็นองค์ประกอบพื้นฐานที่จะนำไปสู่ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ ดังนั้นจึงมีความเป็นไปได้ว่ากิจกรรมการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ตามแนวทางที่สร้างขึ้นจะสามารถพัฒนาพฤติกรรมด้านความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่น เรื่องจำนวนได้ เมื่อพิจารณา

รายละเอียดของพฤติกรรมด้านความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่น เรื่องจำนวน จำแนกตามกิจกรรม การแก้ปัญหาและการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์สามารถสรุปได้ ดังนี้

1. พฤติกรรมด้านความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่น เรื่อง จำนวน ของนักเรียน จากกิจกรรมการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

ผลการวิเคราะห์ผลงานเขียนของนักเรียนในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ผลการสังเกต ของผู้วิจัยและผู้ช่วยวิจัย และผลการสัมภาษณ์ของผู้วิจัยเกี่ยวกับกระบวนการแก้ปัญหาทาง คณิตศาสตร์ของนักเรียน พบว่า เมื่อได้รับใบกิจกรรมนักเรียนจะลงมืออ่านทันทีเพื่อทำความเข้าใจ ปัญหา แล้วจึงวางแผนเลือกใช้นิยามคณิตศาสตร์และกลยุทธ์ที่เหมาะสมในการแก้ปัญหา ซึ่งในที่นี้ นิยามที่นักเรียนเลือกใช้ได้แก่ จำนวนนับ ทศนิยม เศษส่วน และการดำเนินการ สำหรับกลยุทธ์ ที่นักเรียนเลือกใช้ได้แก่ การคาดเดาและตรวจสอบ การเขียนภาพหรือแผนภาพ การสร้างตาราง การค้นหาแบบรูป การแจกแจงที่เป็นไปได้ทั้งหมด และการเขียนสมการ หลังจากวางแผนแล้ว นักเรียนลงมือแก้ปัญหาในทันทีจนคิดหาผลเฉลยได้จำนวนหนึ่ง สำหรับการตรวจสอบความสอดคล้อง ของผลเฉลยกับสถานการณ์หรือเงื่อนไขที่กำหนด ถ้าพบว่าผลเฉลยไม่สอดคล้องกับสถานการณ์หรือ เงื่อนไขที่กำหนด นักเรียนจึงย้อนกลับไปคิดใหม่อีกครั้ง นอกจากนี้ยังมีนักเรียนที่เลือกใช้กลยุทธ์ แล้วไม่สามารถแก้ปัญหาได้จึงเปลี่ยนกลยุทธ์ใหม่ และมีนักเรียนที่ปรับเปลี่ยนกลยุทธ์ในการแก้ปัญหา เพื่อให้การแก้ปัญหามีประสิทธิภาพมากขึ้น ซึ่งพฤติกรรมดังกล่าวเป็นผลมาจากการลงมือปฏิบัติ ตามกระบวนการแก้ปัญหาแบบพลวัต

1.1 ด้านความคิดคล่อง

(1) ด้านการคิดหาผลเฉลยได้จำนวนมากในเวลาที่กำหนด

เมื่อนักเรียนมีประสบการณ์ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์มากขึ้น นักเรียน สามารถคิดหาผลเฉลยได้จำนวนมากขึ้นในเวลาที่กำหนด และคิดหาผลเฉลยแต่ละผลเฉลยได้เร็วขึ้น นอกจากนี้ยังพบว่า มีนักเรียนสามารถคิดหาผลเฉลยได้หลังจากทำความเข้าใจปัญหาแล้วในทันที ซึ่งพฤติกรรมดังกล่าวสอดคล้องกับลักษณะพฤติกรรมสำคัญของผู้มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ทาง วิทยาศาสตร์ ของฌ็อง-ฌัก กอว์ตอง (2542: 147) ที่กล่าวว่า ความไวต่อปัญหา เป็นพฤติกรรมที่ แสดงถึงการเกิดความคิดอย่างฉับพลันสืบเนื่องจากการรับรู้หรือการได้ประสบกับเหตุการณ์ในด้านต่างๆ

(2) ด้านการคิดหาผลเฉลยได้หลายรูปแบบที่แตกต่างกัน

เมื่อนักเรียนมีประสบการณ์ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์มากขึ้น นักเรียน สามารถลดขั้นตอนบางขั้นตอนออกไป จึงทำให้มีขั้นตอนในการคิดหาผลเฉลยที่กระชับขึ้น ส่งผลให้ นักเรียนสามารถคิดหาผลเฉลยได้จำนวนมากขึ้นภายในเวลาที่กำหนดซึ่งเป็นผลเฉลยที่มีรูปแบบ แตกต่างกันในบรรดาผลเฉลยเหล่านั้นมีผลเฉลยของนักเรียนบางคนที่แตกต่างกันจากนักเรียนคนอื่นๆ และเป็นผลเฉลยที่มีความแปลกใหม่ ไม่เหมือนใคร ซึ่งพฤติกรรมดังกล่าวของฌ็อง-ฌัก กอว์ตอง (2542: 147) เรียกว่า ความคิดแหวกแนว

1.2 ด้านความคิดยืดหยุ่น

(1) ด้านการคิดแล้วเลือกผลเฉลยหรือกลุ่มของผลเฉลยที่สอดคล้องกับสถานการณ์หรือเงื่อนไขที่กำหนด

เมื่อนักเรียนมีประสบการณ์ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์มากขึ้น นักเรียนสามารถคิดแล้วเลือกผลเฉลยหรือกลุ่มของผลเฉลยที่สอดคล้องกับสถานการณ์หรือเงื่อนไขที่กำหนดได้ถูกต้องมากขึ้น โดยคิดแล้วเลือกจากผลเฉลยที่นักเรียนหาได้ในช่วงกิจกรรมพัฒนาความคิดคล่อง ถ้าพบว่าไม่มีผลเฉลยที่ต้องการนักเรียนจึงคิดหาผลเฉลยอีกครั้งจนได้ผลเฉลยที่สอดคล้องกับสถานการณ์หรือเงื่อนไขที่กำหนด นอกจากนี้นักเรียนยังสามารถคิดหาผลเฉลยเพิ่มเติมที่สอดคล้องกับสถานการณ์หรือเงื่อนไขที่กำหนดได้อีกเช่นกัน

(2) ด้านการคิดแล้วเลือกเกณฑ์ในการจัดกลุ่มของผลเฉลย

เมื่อนักเรียนมีประสบการณ์ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์มากขึ้น นักเรียนสามารถกำหนดเกณฑ์การจัดกลุ่มของผลเฉลยและเขียนอธิบายเกณฑ์การจัดกลุ่มของผลเฉลยได้ชัดเจนขึ้น สามารถนำผลเฉลยเหล่านั้นมาจัดกลุ่มตามเกณฑ์ที่กำหนดได้ โดยไม่มีผลเฉลยใดอยู่มากกว่าหนึ่งกลุ่ม

2. พฤติกรรมด้านความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่น เรื่อง จำนวน ของนักเรียนจากกิจกรรมการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์

2.1 ด้านความคิดคล่อง

(1) ด้านการตั้งสถานการณ์ ได้จำนวนมากในเวลาที่กำหนด

เมื่อนักเรียนมีประสบการณ์ในการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์มากขึ้น นักเรียนสามารถตั้งสถานการณ์ได้ และให้เวลากับการเขียนอธิบายสถานการณ์แต่ละสถานการณ์มากขึ้น

(2) ด้านการตั้งสถานการณ์ได้หลายโครงสร้างที่แตกต่างกัน

เมื่อนักเรียนมีประสบการณ์ในการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์มากขึ้น นักเรียนสามารถตั้งสถานการณ์ที่สอดคล้องกับสถานการณ์หรือเงื่อนไขที่กำหนดได้หลายโครงสร้างที่แตกต่างกัน และเขียนอธิบายสถานการณ์ได้ชัดเจนขึ้น นอกจากนี้นักเรียนยังสามารถเชื่อมโยงความรู้ต่างๆ ทางคณิตศาสตร์ได้อีกด้วย ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ (2545 : 28-30) ที่กล่าวว่า การเห็นความเชื่อมโยง เห็นความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งต่าง ๆ ที่คนทั่วไปมองไม่เห็น เป็นบุคลิกลักษณะของเด็กที่มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์

2.2 ด้านความคิดยืดหยุ่น

ด้านการคิดแล้วเลือกสถานการณ์หรือกลุ่มของสถานการณ์ที่สอดคล้องกับสถานการณ์หรือเงื่อนไขที่กำหนด

เมื่อนักเรียนมีประสบการณ์ในการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์มากขึ้น นักเรียนสามารถคิดแล้วเลือกสถานการณ์ที่สอดคล้องกับสถานการณ์หรือเงื่อนไขที่กำหนดได้ โดยคิดแล้วเลือกจากสถานการณ์ที่นักเรียนตั้งขึ้นในช่วงกิจกรรมพัฒนาความคิดคล่อง สำหรับนักเรียนที่ไม่มีสถานการณ์ที่สอดคล้องกับสถานการณ์หรือเงื่อนไขที่กำหนด นักเรียนจึงตั้งสถานการณ์อีกครั้ง บางสถานการณ์ตั้งขึ้นใหม่ บางสถานการณ์ใช้การปรับเปลี่ยนจากสถานการณ์ที่มีอยู่ในช่วงพัฒนาความคิดคล่องจนได้สถานการณ์ใหม่ ซึ่งพฤติกรรมกรรมการตั้งสถานการณ์ของนักเรียนดังกล่าว สอดคล้องกับ สมาคมครูคณิตศาสตร์แห่งชาติของสหรัฐอเมริกา (NCTM. 1991: 95) และซิลเวอร์ (Lowrie. 2002: Online; อ้างอิงจาก Silver. 1994.) ที่กล่าวว่า การตั้งปัญหา มี 2 ลักษณะ คือ การสร้างปัญหาใหม่จากสถานการณ์ที่กำหนด และการสร้างปัญหาใหม่โดยการปรับเปลี่ยนเงื่อนไขของปัญหาที่กำหนด

ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะสำหรับการจัดการเรียนรู้

เนื่องจากหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กำหนดให้ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ เป็นสาระการเรียนรู้หนึ่งที่นักเรียนทุกคนจะต้องเรียน และความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ เป็นส่วนหนึ่งของมาตรฐานการเรียนรู้ในทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ดังนั้นเพื่อเสริมสร้างให้นักเรียนมีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ ครูอาจนำกิจกรรมการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นไปจัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้นักเรียนระดับประถมศึกษาที่มีความสนใจในคณิตศาสตร์ ซึ่งนักเรียนจะต้องมีความสามารถในการแก้ปัญหาอยู่ในระดับดี จึงสามารถปฏิบัติกิจกรรมนี้ได้ หรือครูอาจนำไปบูรณาการกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ปกติ สำหรับปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่ใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ควรเป็นปัญหาที่ไม่คุ้นเคย ปัญหาปลายเปิด หรือปัญหาสถานการณ์ในชีวิตจริง ที่มีผลเฉลยมากกว่าหนึ่งผลเฉลย

2. ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยครั้งต่อไป

กิจกรรมการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง จำนวน ผู้วิจัยสร้างขึ้น เพื่อเสริมสร้างความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่น สำหรับการวิจัยครั้งต่อไป อาจศึกษาองค์ประกอบที่เหลือของความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ นั่นคือ ความคิดริเริ่ม และความคิดละเอียดลออ สำหรับเวลาที่ใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เนื่องจากในการวิจัยนี้ผู้วิจัยจัดกิจกรรมการเรียนรู้วันละ 2 คาบเรียน และใช้เวลาในการเก็บรวบรวมข้อมูล 8 วันติดต่อกัน ทำให้นักเรียนเกิดความเหนื่อยล้า ส่งต่อผลพฤติกรรมด้านความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่นของนักเรียนในบางกิจกรรมการเรียนรู้ไม่ชัดเจน

ดังนั้นในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อศึกษาพฤติกรรมดังกล่าว ควรจัดอย่างต่อเนื่อง แต่ไม่ควรเกิน 2-3 คาบเรียน/สัปดาห์ นอกจากนี้ครูควรมีวิธีการกระตุ้นให้นักเรียนคิดหาผลเฉลยอย่างต่อเนื่อง สำหรับการใช้กล้องวิดีโอเพื่อบันทึกพฤติกรรมของนักเรียนขณะลงมือแก้ปัญหาและ ตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์นั้น ในส่วนของนักเรียนเป้าหมายแต่ละคนควรมีกล้องวิดีโอเพื่อบันทึก พฤติกรรมดังกล่าวโดยเฉพาะ เนื่องจากการใช้กล้องวิดีโอเครื่องเดียวกับที่ใช้บันทึกบรรยากาศ การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เมื่อกลับมาดูวิดีโออีกครั้ง อาจมองไม่เห็นพฤติกรรมบางพฤติกรรม ของนักเรียนเป้าหมาย จึงอาจไม่สามารถวิเคราะห์พฤติกรรมในช่วงเวลาดังกล่าวได้





บรรณานุกรม

- กรมวิชาการ. (2537). *ความคิดสร้างสรรค์ หลักการ ทฤษฎี การเรียนการสอน การวัดผล ประเมินผล*. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ: คุรุสภาลาดพร้าว.
- กชกร รุ่งหัวไผ่. (2547). *ผลของการจัดการเรียนรู้แบบสืบสวนสอบสวนที่มีต่อความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องการประยุกต์ 2 ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 (ช่วงชั้นที่3)*. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- เครือวัลย์ ไวแสง. (2549). *บทบาทของการสร้างปัญหาที่มีต่อกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน*. วิทยานิพนธ์ ศษ.ม. (คณิตศาสตร์ศึกษา). ขอนแก่น: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น. ถ่ายเอกสาร.
- ณัฐพงษ์ เจริญพิทย์. (2542). *การพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์: ทัศนะแบบองค์รวม*. กรุงเทพฯ : บริษัท เซ็นเตอร์ดีสคัฟเวอรี จำกัด.
- ทิชากร พ่วงพรหม. (2551). *ผลของกิจกรรมเกมฝึกคิดที่มีต่อความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่มีการรับรู้ความสามารถของตนเองด้านคณิตศาสตร์ต่างกัน*. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. (การวิจัยและสถิติทางการศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- ทิสนา แคมมณี และคณะ. (2544). *วิทยาการด้านการคิด*. กรุงเทพฯ: เดอะมาสเตอร์กรุ๊ป แมเนจเม้นท์ จำกัด.
- ประภาพร อุไร. (2549). *การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่เน้นความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่2*. วิทยานิพนธ์ ศษ.ม. (การประถมศึกษา). ขอนแก่น: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- ปานจิต รัตนพล. (2547). *ผลการใช้ปัญหาปลายเปิดที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น*. วิทยานิพนธ์ คม. (การศึกษาคณิตศาสตร์). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. ถ่ายเอกสาร.
- ปรีชา เนาวีเย็นผล. (2537, พฤศจิกายน-ธันวาคม). *การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์, วารสารคณิตศาสตร์*. 38(434-435): 62-74.
- พงษ์เทพ บุญศรีโรจน์. (2546). *สอนให้คิด*. พิมพ์ครั้งที่3. กรุงเทพฯ: คอมมา ดีไซน์แอนด์พริ้น จำกัด.

- พัชนี ตระกูลแก้ว. (2541). การพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. วิทยานิพนธ์ ศษ.ม. (คณิตศาสตร์ศึกษา). เชียงใหม่: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. ถ่ายเอกสาร.
- ยุพิน สันติดำรงพันธ์. (2549). การศึกษาความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยใช้รูปแบบโครงการคณิตศาสตร์. วิทยานิพนธ์ ศษ.ม. (หลักสูตรและการสอน). ขอนแก่น: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น. ถ่ายเอกสาร.
- รุจิอาภา รุจิยาพนนท์. (2550). กิจกรรมการเรียนการสอนคณิตศาสตร์โดยใช้การแก้ปัญหาปลายเปิด เพื่อศึกษาความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. (คณิตศาสตร์). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- วิชัย วงษ์ใหญ่. (2523). กิจกรรมสร้างสรรค์สำหรับเด็กวัยก่อนเรียน. กรุงเทพฯ: ภาควิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- วีเรีองรอง ขันทะ. (2547). การใช้ชุดกิจกรรมคณิตศาสตร์เพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ในกิจกรรมชุมนุมคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น โรงเรียนบ้านภูเหล็ก จังหวัดขอนแก่น. วิทยานิพนธ์ ศษ.ม. (หลักสูตรและการสอน). ขอนแก่น: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น. ถ่ายเอกสาร.
- ศุภวรรณ โคตรท่าน. (2551). การสร้างปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนในสถานการณ์การแก้ปัญหาปลายเปิดโดยอาศัยกระบวนการกลุ่มย่อย. วิทยานิพนธ์ ศษ.ม. (คณิตศาสตร์ศึกษา). ขอนแก่น: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น. ถ่ายเอกสาร.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2551). ทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ: ส.เจริญการพิมพ์.
- สวลี ปัญญา. (2548). ความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่ผ่านการเรียนเรื่องทศนิยม โดยใช้เรื่องราวและแผนภาพ : กรณีศึกษาโรงเรียนบ้านหนองนกเขียน จังหวัดหนองบัวลำภู. วิทยานิพนธ์ ศษ.ม. (หลักสูตรและการสอน). ขอนแก่น: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น. ถ่ายเอกสาร.
- สมเดช บุญประจักษ์. (2543). การแก้ปัญหา. กรุงเทพฯ: สถาบันราชภัฏพระนคร.
- สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ. (2542). พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พุทธศักราช 2542. กรุงเทพฯ : Seven Printing Group.
- (2545). สร้างสรรค์นักคิด : คู่มือการจัดการศึกษาสำหรับผู้มีความสามารถพิเศษด้านทักษะความคิดระดับสูง. กรุงเทพฯ: วัฒนาพานิชสารานุกรม.
- สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา. (2550). รายงานการสังเคราะห์สภาวะการณ์และปัจจัยที่ส่งผลต่อคุณภาพการศึกษาไทย. กรุงเทพฯ : วี.ที.ซี. คอมมิวนิเคชั่น.

- สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา. (2552). *ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช ๒๕๕๑*. กรุงเทพฯ: ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด.
- สุภาวดี ตั้งบุบผา. (2533). *การสร้างแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 กรุงเทพมหานคร*. ปรินูญานิพนธ์ กศ.ม. (การวัดผลการศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- สุรชัน อินทสังข์. (2547). *การประเมินความสามารถทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนในการคิดแบบอเนกนัยและการเอาชนะความไม่ยืดหยุ่นของการคิด*. วิทยานิพนธ์ ศษ.ม. (คณิตศาสตร์ศึกษา). เชียงใหม่: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. ถ่ายเอกสาร.
- เอนก จันทจรุญ. (2545). *การพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โดยใช้ชุดการเรียนรู้การสอน*. ปรินูญานิพนธ์ กศ.ม. (คณิตศาสตร์). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- อารี พันธุ์ณี. (2547). *ฝึกให้คิดเป็นคิดให้สร้างสรรค์*. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ: ไยใหม่.
- Abu-Elwan, Reda. (1999). The development of mathematical problem posing skills for prospective middle school teachers. In A. Rogerson (ed). *Proceeding of the International Conference on Mathematical Education in to the 21st Century: Social challenge, Issue and approaches*. 1-8. Cairo: Egypt. Retrieved October 17, 2009, from math.unipa.it/~grim/AAbuElwan1-6.PDF.
- Ahmad, S.; & Zanzali, Noor Azlan Ahmad. (Oktober 2006). Problem posing abilities in mathematics of Malaysian primary year 5 children: an exploratory study, *Jiurnal l'endidikan l'niversiii 1'ehwlogi Malaysia*, 1-9. Retrieved October 17, 2009, from eprints.utm.my/.../SharifahAhmad2006_ProblemPosingAbilities_in_Mathematics.PDF.
- Balka, D.S. (1974). Creative ability in mathematics. *Arithmetic teacher*. 21(7): pp.633-636.
- Bitter, Gary G.; Hatfield, Mary M.; & Edwards, Noney Tanner. (1989). *Mathematics Method of the Elementary and Middle Schools. A Comprehensive Approach*. Boston: Allyn and Bacon, Inc.
- Boyatzis, Richard E. (1998). *Transforming Qualitative Imformation: Theometic Analysis and Code Development*. Thousand Oaks, CA: Sage.

- Cai, J.; & Hwang, S. (2002). Generalized and generative thinking in US and Chinese students' mathematical Problem solving and problem posing, *Journal of Mathematical Behavior*, 21(4): pp.401- 421. Retrieved October 17, 2009, from http://www.sciencedirect.com/science?_ob=ArticleURL&_udi=B6W5B-4772SKN-2&_user=1750333&_rdoc=1&_fmt=&_orig=search&_sort=d&_docanchor=&view=c&_searchStrId=1145583843&_rerunOrigin=google&_acct=C000054432&_version=1&_urlVersion=0&_userid=1750333&md5=6d01ab082746ef4ea61f2206f83717f4.
- English, Lyn D. (1997A, November). Promoting a problem-posing classroom. *Teaching children mathematics*. 4(3): pp.172-179.
- (December 1997B). The development of fifth grade children's problem posing abilities. *Educational studies in mathematics*. 34(3): pp.183-217. Retrieved October 17, 2009, from <http://www.springerlink.com/content/q60m214638u46471/>.
- Gallagher, Jame J.; & Gallagher, Shelagh A. (1994). *Teaching the Gifted Child*. 4th Ed. Boston: Allyn and Bacon.
- Guilford, J.P. (1967). *The Nature of Human Intelligence*. New York : McGraw-Hill.
- Haylock, D.W. (1985). Conflicts in the assessment and encouragement of mathematical creativity in schoolchildren. *International journal of mathematical education in science and technology*. 16(4): pp.547-553.
- (1987). Mathematical creativity in schoolchildren. *The journal of creative behavior*. 21(1): pp.48-59.
- Kim, Boo Yoon; & Lee, Ji Sung. (May 2001). A study on the development of creativity in the secondary mathematics in Korea. *Journal of the Korea Society of Mathematical Education Series D: research in Mathematical Education*. 5(1): pp.45-58. Retrieved March 26, 2009, from http://scholar.google.co.th/scholar?hl=th&q=A+study+on+the+development+of+creativity+in+the+secondary+mathematics+in+Korea&as_ylo=&as_vis=0.
- Krulik, S. (1980). *Problem Solving in School Mathematics : Yearbook of the National Council of Teachers of Mathematics*. Reston, Virginia : National Council of Teachers of Mathematics
- Krulik, Stephen; & Rudnick, Jesse A. (1987). *Problem Solving. A Handbook for Teachers*. 2nd ed. Boston: Allyn and Bacon, Inc.
- (1993). *Reasoning and Problem Solving : A Handbook for Elementary School Teachers*. Needham Heights, Massachusetts : Allyn and Bacon.

- Krulik, Stephen; & Rudnick, Jesse A. (1999). Innovative tasks to improve critical and creative thinking skill. In Lee V. Stiff & Frances R. Curcio (Eds.) *Development Mathematics Reasoning in Grade K–12 : 1999 Yearbook*. Reston, Virginia : National Council of Teachers of Mathematics.
- Kwek Meek Lin; & Lye Wai Leng. (2007). *Using problem-posing as an assessment tool*. Retrieved October 17, 2009, from www.hkage.org.hk/.../2.14%20Kwek%20%20Lye_Using%20Problem-Posing%20as%20an%20Assessment%20Tool.pdf.
- Lester, F. (1978). Mathematical Problem Solving in the Elementary School : Some Educational and Psychological Considerations. In L. L. Hatfield; & D. A. Bradbard (Eds.), *Mathematical Problem Solving : Papers from a Research Workshop*. Columbus, Ohio : ERIC / SMEAC.
- (2001). Problem solving, overview. In L. S. Grinstein; & S. I. Lipsey (Eds.), *Encyclopedia of Mathematics Education*. pp.570-574. New York, New York : Routledge Falmer.
- Leung, Shuk-kwan S. (1997). On the role of creative thinking in problem posing. *ZDM*. 29(3): pp.81-85. Retrieved October 17, 2009, from <http://www.springerlink.com/content/8t443101561804jj/>.
- Lowrie, Tom. (2002). Designing a Framework for Problem Posing: young children generating open-ended tasks. *Contemporary Issues in Early Childhood*. 3(3): pp.354-364. Retrieved October 17, 2009, from http://www.worldwords.co.uk/pdf/freetoview.asp?j=ciec&vol=3&issue=3&year=2002&article=4_Lowrie_CIEC_3_3.
- Mayer, R. E.; & Hegarty, M. (1996). The Process of Understanding Mathematical Problems. In R. J. Sternberg; & T. Ben-Zeev (Eds.), *The Nature of Mathematical Thinking*. pp.29-53. Mahwah, New Jersey : Lawrence Erlbaum Associates.
- Miles, Matthew B.; & Huberman, A. Michael. (1994). *Qualitative Data Analysis*. Thousand Oaks, CA: Sage.
- National Council of Teachers of Mathematics. (1991). *Professional Standards for Teaching Mathematics*. Reston, Va.: National Council of Teachers of Mathematics.
- (2000). *Principles and Standards for School Mathematics*. Reston, Virginia: National Council of Teachers of Mathematics.
- Polya, G. (1957). *How to Solve It*. Princeton, New Jersey : Princeton University Press.
- (1981). *Mathematical Discovery : On Understand, Learning, and Teaching Problem Solving*. New York : John Wiley & Son.

- Posamentier, A.; & Krulik, S. (1998). *Problem-Solving Strategies for Efficient and Elegant Solutions*. Thousand Oaks, California : Corwin Press.
- Reys, R. E.; Suydam, M. N.; & Lindquist, M. M. (2004). *Helping Children Learn Mathematics*. 7th Ed. New Jersey : John Wiley & Sons.
- Rungfa Janjaruporn. (2005). *The Development of a Problem-Solving Instructional Program to Develop Preservice Teachers' Competence in Solving Mathematical Problems and Their Beliefs Related to Problem Solving*. Bangkok: Graduate School, Srinakharinwirot University.
- Selter, Christoph. (2002). On the Arithmetical Flexibility of Primary School Children - Analyses Based on the Example Task 701-698. Retrieved October 17, 2009, from webdoc.sub.gwdg.de/ebook/e/gdm/2001/Selter.pdf.
- Silver, E. A.; & Cai Jinfa. (1996). An analysis of arithmetic problem posing by middle school student. *Journal for Research in Mathematics Education*. 27(5): pp.521-539.
- Silver, E. A. (June 1997). Fostering creativity through instruction rich in mathematical problem solving and problem posing. *ZDM*. 29(3): pp.75-80. Retrieved March 26, 2009, from <http://www.emis.de/journals/ZDM/zdm973a3.pdf>.
- Warner, L. B.; et al. (2003). How does flexible mathematical thinking contribute to the growth of understanding?. In *Proceeding of the 27th Conference of the International Group for the Psychology of Mathematics Education held jointly with the 25th Conference of PME-NA*, (4): pp.371-378. HI: International Group for the Psychology of Mathematics Education. Retrieved October 17, 2009, from <http://www.eric.ed.gov/ERICWebPortal/contentdelivery/servlet/ERICServlet?accno=ED501150>.
- Wilson, J. W.; Fernandez, M. L.; & Hadaway, N. (1993). Mathematical Problem Solving. In *Research Ideas for the Classroom: High School Mathematics*. Wilsom P.S.: pp.57-78. New York : Macmillan Publish Company.





ภาคผนวก ก
การหาคุณภาพของเครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

การหาคุณภาพของกิจกรรมการเรียนรู้

เครื่องมือที่ใช้วิจัยนี้ประกอบด้วย กิจกรรมการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง จำนวน แบบสังเกตพฤติกรรมด้านความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่น แบบสัมภาษณ์ กระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และแบบสัมภาษณ์กระบวนการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยผู้วิจัยดำเนินการหาคุณภาพของเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ดังนี้

วิเคราะห์ความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา ความเหมาะสมของภาษาที่ใช้ และความชัดเจนของข้อความ โดยใช้ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของกิจกรรมการเรียนรู้ ซึ่งผู้วิจัยดำเนินการดังนี้

1. นำเครื่องมือที่สร้างขึ้นเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน เพื่อตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา ความเหมาะสมของภาษาที่ใช้ และความชัดเจนของข้อความ โดยใช้เกณฑ์ในการพิจารณาดังนี้

คะแนน +1 หมายถึง ใช้ได้

คะแนน 0 หมายถึง ไม่แน่ใจว่าใช้ได้หรือไม่

คะแนน -1 หมายถึง ใช้ไม่ได้

2. คำนวณค่า IOC ของแต่ละกิจกรรมการเรียนรู้ แล้วเลือกกิจกรรมการเรียนรู้ที่มีค่า IOC ตั้งแต่ .50 ขึ้นไป โดยใช้สูตรการคำนวณ IOC คือ (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2539: 249)

$$IOC = \frac{\sum R}{N}$$

เมื่อ IOC คือ ค่าดัชนีความสอดคล้อง

$\sum R$ คือ ผลรวมของคะแนนที่ได้จากการพิจารณาของผู้เชี่ยวชาญ

N คือ จำนวนผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด

ตาราง 7 ค่าดัชนีความสอดคล้องของกิจกรรมการเรียนรู้การแก้ปัญหาและการตั้งปัญหา
ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง จำนวน

แผนที่	ผลการพิจารณาของผู้เชี่ยวชาญ			รวม	ค่า IOC	แปลผล
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3			
1	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
2	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
3	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
4	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
5	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
6	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
7	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
8	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
9	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
10	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
11	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
12	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
13	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
14	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
15	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้



ภาคผนวก ข
ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1

กิจกรรมการเรียนรู้: การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 5

เรื่อง “ไขปริศนาเงินออม”

เวลา 90 นาที

กิจกรรมการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง “ไขปริศนาเงินออม” เป็นกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์คาบเรียนแรกที่มีจุดประสงค์การเรียนรู้หลัก คือ เพื่อให้นักเรียนเข้าใจและเริ่มลงมือแก้ปัญหาตามกระบวนการแก้ปัญหาตามแนวคิดของโพลยา (Polya's problem-solving process) และกระบวนการแก้ปัญหาที่เป็นพลวัต (dynamic problem-solving process) ได้เสริมสร้างความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่นผ่านการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ตลอดจนได้มีประสบการณ์ในการแก้ปัญหาที่ไม่คุ้นเคย (non-routine problem) ซึ่งเป็นปัญหาที่สามารถหาผลเฉลยได้มากกว่าหนึ่งผลเฉลย และใช้ความรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง จำนวนและการดำเนินการ ในการแก้ปัญหา

ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่ใช้ในคาบเรียนนี้ คือ ปัญหา “ไขปริศนาเงินออม” ซึ่งเป็นปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่ต้องการให้นักเรียนหา จำนวนเงินทั้งหมด และจำนวนของเหรียญชนิดต่างๆ ที่พี่โตเติ้ลเก็บออมได้ (สิ่งที่ต้องการหา) โดยกำหนด จำนวนของเหรียญและเงินไขของจำนวนเงินทั้งหมดที่เก็บออมได้ (สิ่งที่กำหนดมาให้) ซึ่งนักเรียนจะต้องหาความสัมพันธ์ของค่าของเงินเหรียญแต่ละชนิด จำนวนของเหรียญแต่ละชนิดที่สอดคล้องกับเงินไขที่กำหนด

1. จุดประสงค์การเรียนรู้

1.1 ด้านความรู้ทางคณิตศาสตร์ : เพื่อให้นักเรียน

1.1.1 หาผลบวก ผลคูณ ผลหารของจำนวนนับและทศนิยมได้

1.1.2 บอกความสัมพันธ์ของค่าของเงินเหรียญแต่ละชนิด จำนวนของเหรียญแต่ละชนิดสอดคล้องกับเงินไขที่กำหนดได้

1.2 ด้านทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ : เพื่อให้นักเรียน

1.2.1 เข้าใจกระบวนการแก้ปัญหาตามแนวคิดของโพลยา และกระบวนการแก้ปัญหาที่เป็นพลวัต

1.2.2 เริ่มลงมือและมีประสบการณ์ในการแก้ปัญหาที่ไม่คุ้นเคย ซึ่งเป็นปัญหาที่สามารถหาผลเฉลยได้มากกว่าหนึ่งผลเฉลย และใช้ความรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง จำนวนและการดำเนินการ ในการแก้ปัญหา

1.2.3 มีโอกาสได้เสริมสร้างความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่นผ่านการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

1.2.4 มีโอกาสได้นำเสนอกระบวนการแก้ปัญหาและผลเฉลยที่ได้ของตน

1.2.5 มีโอกาสได้อธิบายเหตุผลในการจัดกลุ่มของผลเฉลยที่ได้

1.2.6 มีโอกาสได้เชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างเรื่องจำนวน มาตรฐานไทย และสถานการณ์ในชีวิตจริง

1.3 **ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์** : เพื่อให้นักเรียน

1.3.1 มีความรับผิดชอบในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เป็นรายบุคคล

1.3.2 มีส่วนร่วมในการอภิปรายผลการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ในชั้นเรียน

2. สารการเรียนรู้

2.1 แนวคิดเกี่ยวกับจำนวนและการดำเนินการ ซึ่งได้แก่ จำนวนนับ ทศนิยม การบวก ลบ คูณ และหารจำนวนนับหรือทศนิยม

2.2 แนวคิดเกี่ยวกับการวัด ซึ่งได้แก่ ค่าของเหรียญชนิดต่างๆ ในมาตรฐานไทย

2.3 แนวคิดเกี่ยวกับกระบวนการแก้ปัญหาตามแนวคิดของโพลยา ประกอบด้วย การทำความเข้าใจปัญหา การวางแผนแก้ปัญหา การดำเนินการตามแผน และการตรวจสอบผล

3. สื่อการเรียนรู้/ แหล่งการเรียนรู้

3.1 ใบกิจกรรม : ไขปริศนาเงินออม (สำหรับนักเรียนคนละหนึ่งชุด)

3.2 ผลเฉลย : ไขปริศนาเงินออม (สำหรับครูผู้สอน)

3.3 กล่องสื่อรูปเรขาคณิต ซึ่งประกอบด้วย โปมยางรูปหกเหลี่ยม รูปสี่เหลี่ยมคางหมู รูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส รูปสี่เหลี่ยมรูปว่าว และรูปสามเหลี่ยมด้านเท่า ในที่นี้รูปเรขาคณิตแต่ละชนิดจะใช้แทนเงินเหรียญแต่ละชนิด (สำหรับนักเรียนคนละหนึ่งกล่อง)

3.4 กล่องกระดาษผลเฉลย ซึ่งประกอบด้วย ปากกาเคมีจำนวน 1 ด้าม แผ่นกระดาษจำนวน 20 แผ่น สำหรับเขียนผลเฉลย และกระดาษสำหรับติดผลเฉลยจำนวน 1 แผ่น (สำหรับนักเรียนคนละหนึ่งกล่อง)

3.5 แบบสังเกตพฤติกรรมด้านความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่น ซึ่งได้แก่ แบบตรวจสอบรายการและแบบบันทึกภาคสนาม (สำหรับครูผู้สอนและผู้ช่วยวิจัยคนละหนึ่งชุด)

3.6 แบบสัมภาษณ์กระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ (สำหรับครูผู้สอน)

4. กิจกรรมการเรียนรู้

กิจกรรมการเรียนรู้แบ่งออกเป็น 4 ช่วง ได้แก่ การชี้แจงแนวปฏิบัติในชั้นเรียน การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เพื่อพัฒนาความคิดคล่อง การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เพื่อพัฒนาความคิดยืดหยุ่น และการนำเสนอและอภิปรายผลการแก้ปัญหาของนักเรียน

4.1 **การชี้แจงแนวปฏิบัติในชั้นเรียน** ใช้เวลาประมาณ 5 นาที มีรายละเอียดดังนี้

4.1.1 ครูชี้แจงแนวปฏิบัติในชั้นเรียนให้นักเรียนทุกคน ซึ่งได้แก่ การลงมือแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่กำหนดตามขั้นตอนหรือกระบวนการแก้ปัญหา การค้นหาผลเฉลยของ

ปัญหาให้ได้มากกว่าหนึ่งผลเฉลย การนำเสนอแนวคิดและผลเฉลยของนักเรียนหน้าชั้นเรียน และการอภิปรายกระบวนการแก้ปัญหาและผลเฉลยของปัญหาของนักเรียน

4.1.2 ครูให้นักเรียนซักถามข้อสงสัย (ถ้ามี)

4.2 การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เพื่อพัฒนาความคิดคล่อง ใช้เวลาประมาณ 30 นาที มีรายละเอียดดังนี้

4.2.1 ครูแจกใบกิจกรรม : ใบปริศนาเงินออม (เฉพาะคำถามที่ 1) กล่องสี่รูปเรขาคณิต และกล่องกระดาษผลเฉลย ให้นักเรียนคนละหนึ่งชุด

4.2.2 เพื่อดำเนินการตามกระบวนการแก้ปัญหาขั้นที่ 1 คือ ขั้นทำความเข้าใจปัญหา ครูนำเสนอสถานการณ์ปัญหา ตลอดจนสร้างแรงจูงใจให้นักเรียนอยากแก้ปัญหา แล้วให้นักเรียนอ่านและทำความเข้าใจสถานการณ์ปัญหาในใบกิจกรรมด้วยตนเองอีกครั้ง โดยเน้นย้ำว่าขณะอ่านและทำความเข้าใจปัญหานักเรียนสามารถขีดเขียนในใบกิจกรรมได้ตามความต้องการ

4.2.3 เพื่อตรวจสอบความเข้าใจปัญหาของนักเรียน ครูตั้งประเด็นคำถามให้นักเรียนแสดงความคิดเห็น เช่น

- ☞ ปัญหานี้เกี่ยวกับอะไร
- ☞ ลองเล่าให้ฟังซิว่า ปัญหานี้มีว่าอย่างไร
- ☞ จากสิ่งที่กำหนดมาให้ ลองบอกซิว่ามีข้อมูลที่สำคัญอะไรบ้าง
- ☞ สิ่งสถานการณ์ปัญหาคือต้องการให้หาคืออะไร
- ☞ มาตรฐานเงินไทย มีอะไรบ้าง
- ☞ คำว่า “มีเงินเป็นจำนวนเต็ม ไม่มีเศษสตางค์” หมายความว่าอย่างไร
- ☞ หน่วยเงินบาทและสตางค์ มีความสัมพันธ์กันอย่างไร
- ☞ เหรียญ 2 บาท กับเหรียญ 25 สตางค์ มีความสัมพันธ์กันอย่างไร
- ☞ เหรียญ 2 บาท กับเหรียญ 50 สตางค์ มีความสัมพันธ์กันอย่างไร
- ☞ ถ้ามีเหรียญ 25 สตางค์ 10 เหรียญ คิดเป็นเงินเท่าไร
- ☞ ถ้ามีเงิน 5 บาท นักเรียนคิดว่าจะมีเหรียญชนิดใดได้บ้าง
- ☞ นักเรียนคิดว่าปัญหานี้สามารถหาผลเฉลยได้มากกว่า 1 ผลเฉลยหรือไม่ เพราะเหตุใด

เป็นต้น

4.2.4 ครูแนะนำให้นักเรียนแต่ละคนคิดวางแผนแก้ปัญหาด้วยตนเอง โดยไม่ปรึกษาคณอื่น และใช้บริเวณที่ว่างในใบกิจกรรมเป็นกระดาษทดของตน

4.2.5 ครูตั้งประเด็นคำถามให้นักเรียนตรวจสอบการวางแผนแก้ปัญหาของตนเอง เช่น

- ☞ ความรู้คณิตศาสตร์ ที่นำมาช่วยแก้ปัญหานี้มีอะไรบ้าง
- ☞ นักเรียนมีความรู้คณิตศาสตร์ ที่นำมาช่วยแก้ปัญหานี้มากน้อยเพียงใด

- ☞ วิธีการ / ยุทธวิธี ที่นำมาช่วยแก้ปัญหาที่มีอะไรบ้าง
 - ☞ วิธีการ / ยุทธวิธี ที่นักเรียนจะเลือกมาใช้แก้ปัญหาที่คืออะไร
- เป็นต้น

4.2.6 ครูแนะนำให้นักเรียนแต่ละคนลงมือแก้ปัญหาตามแผนที่วางไว้ โดยเน้นย้ำว่าปัญหานี้สามารถหาผลเฉลยได้มากกว่าหนึ่งผลเฉลย ดังนั้นให้นักเรียนแต่ละคนหาผลเฉลยที่เป็นไปได้ให้มากที่สุดภายในเวลาที่กำหนด

4.2.7 ครูแนะนำให้นักเรียนเขียนผลเฉลยที่หาได้ในแผ่นกระดาษที่กำหนด แผ่นละหนึ่งผลเฉลย พร้อมเขียนหมายเลขกำกับผลเฉลยเรียงตามลำดับ แล้วให้นักเรียนนำแผ่นกระดาษที่เขียนผลเฉลยติดบนกระดานของตน

4.2.8 ขณะที่นักเรียนคิดหาผลเฉลยอยู่นั้น ครู (และผู้ช่วยวิจัย) จะสังเกตพฤติกรรมด้านความคิดคล่องของนักเรียน (เฉพาะนักเรียนเป้าหมาย) แล้วบันทึกพฤติกรรมเหล่านั้นในแบบตรวจสอบรายการและแบบบันทึกภาคสนาม และเมื่อนักเรียนเสร็จสิ้นการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เพื่อพัฒนาความคิดคล่อง ครูต้องบันทึกจำนวนผลเฉลยของนักเรียนแต่ละคน พร้อมทั้งเก็บแผ่นกระดาษที่ยังไม่ได้เขียนของนักเรียนแต่ละคนคืน

4.2.9 ครูตั้งประเด็นคำถามให้นักเรียนตรวจสอบความถูกต้องของผลเฉลยของตนเอง เช่น

- ☞ ผลเฉลยแต่ละผลเฉลยนั้นถูกต้องแล้วหรือยัง
- ☞ มีผลเฉลยใดบ้างที่มีความซ้ำซ้อน
- ☞ ผลเฉลยใดบ้างที่ยังไม่มี

เป็นต้น

4.3 การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เพื่อพัฒนาความคิดยืดหยุ่น ใช้เวลาประมาณ 30 นาที ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

4.3.1 ครูแจกใบกิจกรรม : ไชปริศนาเงินออม (เฉพาะคำถามที่ 2) ให้นักเรียนคนละหนึ่งชุด แล้วให้นักเรียนอ่านและทำความเข้าใจคำถามที่ 2 ด้วยตนเอง

4.3.2 เพื่อตรวจสอบความเข้าใจคำถามที่ 2 ของนักเรียน ครูตั้งประเด็นคำถามให้นักเรียนแสดงความคิดเห็น เช่น

- ☞ คำถามที่ 2 ต้องการหาอะไร
- ☞ สิ่งที่ต้องการหา (ผลเฉลยที่สอดคล้องกับเงื่อนไขของคำถามที่ 2) นักเรียนมีหรือยังไม่มี
- ☞ ถ้าไม่มีผลเฉลยที่สอดคล้องกับเงื่อนไขของคำถามที่ 2 นักเรียนสามารถหาผลเฉลยนั้นได้หรือไม่ เพราะเหตุใด

เป็นต้น

4.3.3 ครูแนะนำให้นักเรียนพิจารณาผลเฉลยที่ได้จากคำถามที่ 1 แล้วเลือกผลเฉลยที่สอดคล้องกับเงื่อนไขของคำถามที่ 2 แล้วเขียนเฉพาะหมายเลขของผลเฉลยลงในใบกิจกรรมส่วนที่เป็นคำถามที่ 2

4.3.4 ถ้าไม่มีผลเฉลยที่ต้องการให้นักเรียนคิดหาผลเฉลยที่สอดคล้องกับเงื่อนไขของคำถามที่ 2 แล้วเขียนผลเฉลยที่ได้บนแผ่นกระดาษแผ่นใหม่ที่มีสีแตกต่างจากสีแผ่นกระดาษเดิม หลังจากนั้นนำแผ่นกระดาษแผ่นใหม่นั้นติดบนกระดาษของตนเองเพิ่มเติม

4.3.5 ขณะที่นักเรียนคิดหาผลเฉลยอยู่นั้น ครู (และผู้ช่วยวิจัย) จะสังเกตพฤติกรรมด้านความคิดยืดหยุ่นของนักเรียน (เฉพาะนักเรียนเป้าหมาย) แล้วบันทึกพฤติกรรมเหล่านั้นในแบบตรวจสอบรายการและแบบบันทึกภาคสนาม และเมื่อนักเรียนเสร็จสิ้นการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เพื่อพัฒนาความคิดยืดหยุ่น ครูจะบันทึกจำนวนผลเฉลยของนักเรียนแต่ละคน

4.3.6 หลังจากนักเรียนเสร็จสิ้นการแก้ปัญหาคำถามที่ 2 ครูแจกใบกิจกรรม : ไขปริศนาเงินออม (เฉพาะคำถามที่ 3) ให้นักเรียนคนละหนึ่งชุด แล้วให้นักเรียนอ่านและทำความเข้าใจคำถามที่ 3 ด้วยตนเอง

4.3.7 เพื่อตรวจสอบความเข้าใจคำถามที่ 3 ของนักเรียน ครูตั้งประเด็นคำถามให้นักเรียนแสดงความคิดเห็น เช่น

- ☞ คำถามที่ 3 ต้องการหาอะไร
- ☞ ผลเฉลยที่ 1 และ 2 ของนักเรียน มีลักษณะคล้ายกันหรือไม่ และมีลักษณะคล้ายกันอย่างไร
- ☞ ผลเฉลยที่ได้ในคำถามที่ 1 และ 2 มีผลเฉลยใดบ้างที่มีลักษณะคล้ายกัน และมีลักษณะคล้ายกันอย่างไร
- ☞ ถ้าต้องการจัดกลุ่มของผลเฉลยที่ได้ จะมีเกณฑ์ในการจัดกลุ่มได้อย่างไร
- ☞ นักเรียนคิดว่าผลเฉลยใดบ้างที่ไม่สามารถจัดกลุ่มได้ เพราะเหตุใด

เป็นต้น

4.3.8 ครูแนะนำให้นักเรียนนำผลเฉลยที่ได้ในคำถามที่ 1 และ 2 มาพิจารณาว่ามีผลเฉลยใดบ้างที่มีลักษณะคล้ายกัน และมีลักษณะคล้ายกันอย่างไร เพื่อนำลักษณะที่คล้ายกันนั้นมาเป็นเกณฑ์ในการจัดกลุ่มของผลเฉลย

4.3.9 หลังจากได้เกณฑ์ในการจัดกลุ่มของผลเฉลยแล้ว ให้นักเรียนเขียนเกณฑ์ในใบกิจกรรมส่วนที่เป็นคำถามที่ 3 แล้วจำแนกผลเฉลยออกเป็นกลุ่มๆ ตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้

4.3.10 ขณะที่นักเรียนจัดกลุ่มของผลเฉลยอยู่นั้น ครูและผู้ช่วยวิจัยจะสังเกตพฤติกรรมด้านความคิดยืดหยุ่นของนักเรียน (เฉพาะนักเรียนเป้าหมาย) แล้วบันทึกพฤติกรรมเหล่านั้นในแบบตรวจสอบรายการและแบบบันทึกภาคสนาม และเมื่อนักเรียนเสร็จสิ้นการจัดกลุ่มของผลเฉลย ครูจะบันทึกเกณฑ์ในการจัดกลุ่มของผลเฉลยของนักเรียนแต่ละคน

4.4 การนำเสนอและอภิปรายผลการแก้ปัญหาของนักเรียน ใช้เวลาประมาณ 25 นาที ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

4.4.1 ครูสุ่มนักเรียน 1 คน เพื่อให้นำเสนอแนวคิดและผลเฉลยที่ได้ในคำถามที่ 1 หน้าชั้นเรียน แล้วให้นักเรียนคนอื่นนำเสนอผลเฉลยที่แตกต่างกัน (ถ้ามี)

4.4.2 ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปผลเฉลยทั้งหมดที่ได้ในคำถามที่ 1

4.4.3 ครูสุ่มนักเรียนเพื่อให้นำเสนอแนวคิดและผลเฉลยที่ได้ในคำถามที่ 2 หน้าชั้นเรียน แล้วให้นักเรียนคนอื่นนำเสนอผลเฉลยที่แตกต่างกัน (ถ้ามี)

4.4.4 ครูเลือกนักเรียน 3 คน (นักเรียนเป้าหมาย) เพื่อให้นำเสนอแนวคิดและเกณฑ์ในการจัดกลุ่มของผลเฉลยของแต่ละคนหน้าชั้นเรียน แล้วให้นักเรียนคนอื่นนำเสนอผลเฉลยที่แตกต่างกัน (ถ้ามี)

4.4.5 ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปเกณฑ์ในการจัดกลุ่มของผลเฉลยที่ได้ในคำถามที่ 3

4.4.6 ครูให้นักเรียนทั้งชั้นร่วมกันอภิปรายผลการแก้ปัญหา ประเด็นที่ใช้ในการอภิปราย มีดังนี้

- ☞ ความรู้คณิตศาสตร์ที่จำเป็นต้องใช้ในการแก้ปัญหานี้ คืออะไร
 - ☞ นักเรียนมีวิธีการที่ใช้ในการแก้ปัญหานี้อย่างไรบ้าง
 - ☞ นักเรียนมีวิธีนำเสนอผลเฉลยในรูปแบบใดได้บ้าง
 - ☞ การนำเสนอผลเฉลยของนักเรียนคนใดที่เข้าใจง่ายที่สุด เพราะเหตุใด
 - ☞ นักเรียนคิดว่ามีผลเฉลยอื่นอีกหรือไม่ เพราะเหตุใด
 - ☞ เกณฑ์ในการจัดกลุ่มของผลเฉลย เกณฑ์ใดที่เห็นว่าดีที่สุด เพราะเหตุใด
 - ☞ นักเรียนคิดว่า มีเกณฑ์ในการจัดกลุ่มของผลเฉลยแบบอื่นอีกหรือไม่ อย่างไร
 - ☞ ถ้าเปลี่ยนเงื่อนไข คือ มีเหรียญอยู่ 20 เหรียญ นักเรียนจะสามารถบอกได้หรือไม่ว่า จะมีเงินมากที่สุดกี่บาท และน้อยที่สุดกี่บาท อย่างไร
- เป็นต้น

5. การวัดและประเมินผลการเรียนรู้

การวัดและประเมินผลการเรียนรู้ในคาบเรียนนี้ จะพิจารณาจากแหล่งข้อมูลต่อไปนี้

5.1 ผลจากการทำ “ใบกิจกรรม : ไขปริศนาเงินออม” ของนักเรียนแต่ละคน

5.2 ผลจากการตอบคำถามในชั้นเรียนของนักเรียนของนักเรียนแต่ละคน

5.3 ผลจากการสังเกตพฤติกรรมด้านความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่นของนักเรียน โดยใช้แบบสังเกตพฤติกรรมด้านความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่น ซึ่งได้แก่ แบบตรวจสอบรายการ และแบบบันทึกภาคสนาม และการสังเกตจากวีดิทัศน์

5.4 ผลจากการสัมภาษณ์นักเรียนกลุ่มเป้าหมาย ภายหลังเสร็จสิ้นกิจกรรม

ชื่อ.....

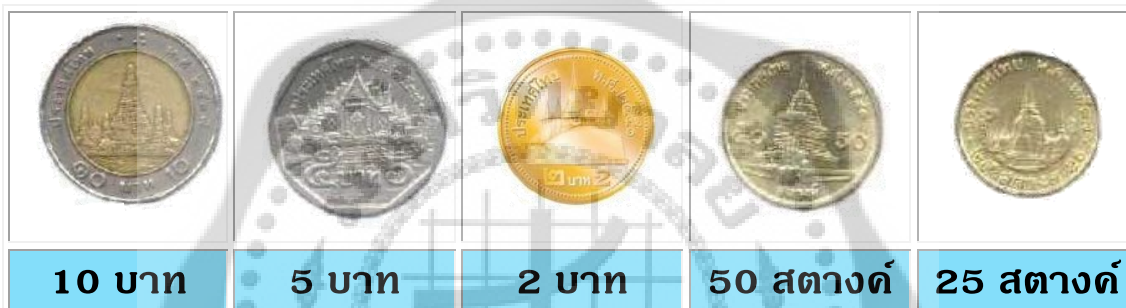


ใบกิจกรรม : ไขปริศนาเงินออม



ทุกวันเสาร์ พี่ไตเติ้ล กับ น้องเตเต้ จะแกะกระปุกออมสิน
ของคุณเพื่อนำไปฝากธนาคาร พี่ไตเติ้ลบอกน้องเตเต้ว่า...

พี่เก็บเงินได้ทั้งหมด 10 เหรียญ ซึ่งมีทั้งเหรียญ สิบบาท ห้าบาท
สองบาท ห้าสิบบาท และยี่สิบบาท



เมื่อรวมจำนวนเงินของเหรียญทั้งสิบบาทแล้ว
พี่มีเงินเป็นจำนวนเต็มบาท ไม่เป็นเศษสตางค์เลย

คำถามที่ 1: ให้ช่วยน้องเตเต้หาว่า...

พี่ไตเติ้ลมีเงินทั้งหมดก็บาท และมีเหรียญแต่ละชนิด
อย่างละกี่เหรียญบ้าง



ชื่อ.....

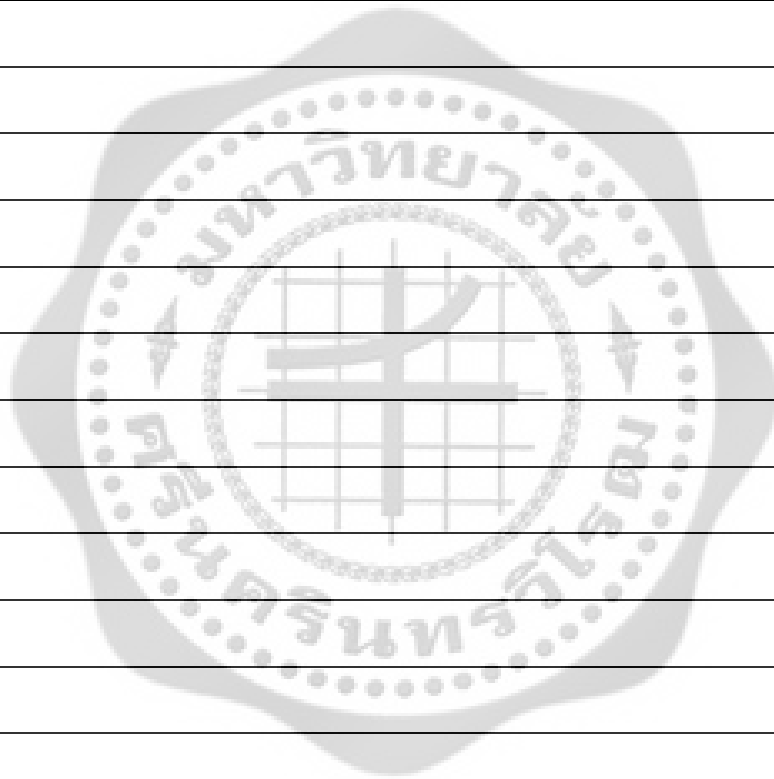


ใบกิจกรรม : ไขปริศนาเงินออม



คำถามที่ 2 :

พี่โตเต๋ลจะมี “เหรียญสี่สิบห้าสตางค์” ได้มากที่สุดกี่เหรียญ
และเหรียญแต่ละชนิดมีอย่างละกี่เหรียญและคิดเป็นเงินกี่บาท





เฉลยกิจกรรม : ไชปริศนาเงินออม



คำถามที่ 1: ไตเติ้ลมีเงินทั้งหมดกี่บาท และมีเหรียญแต่ละชนิดอย่างละกี่เหรียญบ้าง

เฉลย เนื่องจากเงินที่เก็บได้มี 10 เหรียญ ประกอบด้วย เหรียญสิบบาท ห้าบาท สองบาท ห้าสิบบาท และ ยี่สิบบาทห้าสตางค์ เมื่อนำมารวมกันแล้ว ได้เงินเป็นจำนวนเต็ม ไม่มีเศษสตางค์ ดังนั้น จำนวนเหรียญแต่ละชนิด และจำนวนเงินที่เป็นไปได้ คือ

วิธีที่	จำนวนเหรียญแต่ละชนิด					เป็นเงิน (บาท)
	10 บาท	5 บาท	2 บาท	50 สตางค์	25 สตางค์	
1	1	1	1	1	6	19
2	1	1	1	5	2	20
3	2	1	1	2	4	29
4	1	2	1	2	4	24
5	1	1	2	2	4	21
6	2	2	1	3	2	34
7	2	1	2	3	2	31
8	1	2	2	3	2	26
9	3	1	1	3	2	39
10	1	3	1	3	2	29
11	1	1	3	3	2	23
12	3	3	1	1	2	48
13	3	1	3	1	2	42
14	1	3	3	1	2	32
15	5	1	1	1	2	58
16	1	5	1	1	2	38
17	1	1	5	1	2	26



เฉลยกิจกรรม : ไชปริศนาเงินออม



วิธีที่	จำนวนเหรียญแต่ละชนิด					เป็นเงิน (บาท)
	10 บาท	5 บาท	2 บาท	50 สตางค์	25 สตางค์	
18	1	2	4	1	2	29
19	1	4	2	1	2	35
20	2	1	4	1	2	34
21	2	4	1	1	2	43
22	4	1	2	1	2	50
23	4	2	1	1	2	53
24	3	2	2	1	2	45
25	2	3	2	1	2	40
26	2	2	3	1	2	37



เฉลยกิจกรรม : ไชยปริศนาเงินออม



คำถามที่ 2 : พี่โตเต็ลจะมี "เหรียญสี่สิบห้าสตางค์" ได้มากที่สุดกี่เหรียญ
และเหรียญแต่ละชนิดมีอย่างละกี่เหรียญและคิดเป็นเงินกี่บาท

เฉลย พี่โตเต็ลจะมีเหรียญสี่สิบห้าสตางค์ได้มากที่สุด 6 เหรียญและเป็นเหรียญอื่นๆ อีก อย่างละ 1 เหรียญ คิดเป็นเงิน 19 บาท





เฉลยกิจกรรม : ไชยปริศนาเงินออม



คำถามที่ 3: น้องเตเต้หาผลเฉลยได้หลายผลเฉลย จึงคิดที่จะจัดผลเฉลยเป็นกลุ่มๆ
น้องเตเต้จะจัดกลุ่มได้อย่างไรบ้าง และเกณฑ์ในการจัดกลุ่มควรเป็นอย่างไร

เฉลยแนวคิด สามารถจัดเป็นกลุ่มได้โดย พิจารณาจากการกำหนดจำนวนของเหรียญ 50 สตางค์ และ 25 สตางค์ ดังนี้

รูปแบบที่ 1 มีเหรียญ 50 สตางค์ จำนวน 1 เหรียญ
และเหรียญ 25 สตางค์ จำนวน 2 เหรียญ

วิธีที่	จำนวนเหรียญแต่ละชนิด					เป็นเงิน (บาท)
	10 บาท	5 บาท	2 บาท	50 สตางค์	25 สตางค์	
1	3	3	1	1	2	48
2	3	1	3	1	2	42
3	1	3	3	1	2	32
4	5	1	1	1	2	58
5	1	5	1	1	2	38
6	1	1	5	1	2	26
7	1	2	4	1	2	29
8	1	4	2	1	2	35
9	2	1	4	1	2	34
10	2	4	1	1	2	43
11	4	1	2	1	2	50
12	4	2	1	1	2	53
13	3	2	2	1	2	45
14	2	3	2	1	2	40
15	2	2	3	1	2	37



เฉลยกิจกรรม : ไชปริศนาเงินออม



รูปแบบที่ 2 มีเหรียญ 50 สตางค์ จำนวน 1 เหรียญ
และเหรียญ 25 สตางค์ จำนวน 6 เหรียญ

วิธีที่	จำนวนเหรียญแต่ละชนิด					เป็นเงิน (บาท)
	10 บาท	5 บาท	2 บาท	50 สตางค์	25 สตางค์	
1	1	1	1	1	6	19

รูปแบบที่ 3 มีเหรียญ 50 สตางค์ จำนวน 2 เหรียญ
และเหรียญ 25 สตางค์ จำนวน 4 เหรียญ

วิธีที่	จำนวนเหรียญแต่ละชนิด					เป็นเงิน (บาท)
	10 บาท	5 บาท	2 บาท	50 สตางค์	25 สตางค์	
1	2	1	1	2	4	29
2	1	2	1	2	4	24
3	1	1	2	2	4	21

รูปแบบที่ 4 มีเหรียญ 50 สตางค์ จำนวน 3 เหรียญ
และเหรียญ 25 สตางค์ จำนวน 2 เหรียญ

วิธีที่	จำนวนเหรียญแต่ละชนิด					เป็นเงิน (บาท)
	10 บาท	5 บาท	2 บาท	50 สตางค์	25 สตางค์	
1	2	2	1	3	2	34
2	2	1	2	3	2	31
3	1	2	2	3	2	26
4	3	1	1	3	2	39
5	1	3	1	3	2	29
6	1	1	3	3	2	23



เฉลยกิจกรรม : ไชปริศนาเงินออม



รูปแบบที่ 5 มีเหรียญ 50 สตางค์ จำนวน 5 เหรียญ
และเหรียญ 25 สตางค์ จำนวน 2 เหรียญ

วิธีที่	จำนวนเหรียญแต่ละชนิด					เป็นเงิน (บาท)
	10 บาท	5 บาท	2 บาท	50 สตางค์	25 สตางค์	
1	1	1	1	5	2	20





เฉลยกิจกรรม : ไชปริศนาเงินออม



ตัวอย่างแนวความคิดการจัดกลุ่มผลเฉลยของนักเรียน

เกณฑ์ที่ 1 การพิจารณาผลรวมของจำนวนเงิน โดยพิจารณาจากผลรวมของจำนวนเงิน เป็นจำนวนเฉพาะและไม่เป็นจำนวนเฉพาะ ดังนี้

รูปแบบที่ 1 ผลรวมของจำนวนเงินไม่เป็นจำนวนเฉพาะ

วิธีที่	จำนวนเหรียญแต่ละชนิด					เป็นเงิน (บาท)
	10 บาท	5 บาท	2 บาท	50 สตางค์	25 สตางค์	
1	1	1	1	5	2	20
2	1	2	1	2	4	24
3	1	1	2	2	4	21
4	2	2	1	3	2	34
5	1	2	2	3	2	26
6	3	1	1	3	2	39
7	3	3	1	1	2	48
8	3	1	3	1	2	42
9	1	3	3	1	2	32
10	5	1	1	1	2	58
11	1	5	1	1	2	38
12	1	1	5	1	2	26
13	1	4	2	1	2	35
14	2	1	4	1	2	34
15	4	1	2	1	2	50
16	3	2	2	1	2	45
17	2	3	2	1	2	40



เฉลยกิจกรรม : ไชปริศนาเงินออม



รูปแบบที่ 2 ผลรวมของจำนวนเงินเป็นจำนวนเฉพาะ

วิธีที่	จำนวนเหรียญแต่ละชนิด					เป็นเงิน (บาท)
	10 บาท	5 บาท	2 บาท	50 สตางค์	25 สตางค์	
1	1	1	1	1	6	19
2	1	1	3	3	2	23
3	2	1	1	2	4	29
4	1	2	4	1	2	29
5	1	3	1	3	2	29
6	2	1	2	3	2	31
7	2	2	3	1	2	37
8	2	4	1	1	2	43
9	4	2	1	1	2	53



เฉลยกิจกรรม : ไชปริศนาเงินออม



เกณฑ์ที่ 2 การพิจารณาชนิดของเหรียญ โดยพิจารณาจากการกำหนดผลรวมของจำนวนเหรียญ 25 สตางค์ ดังนี้

รูปแบบที่ 1 ผลรวมของจำนวนเหรียญ 25 สตางค์เป็น 2 เหรียญ

วิธีที่	จำนวนเหรียญแต่ละชนิด					เป็นเงิน (บาท)
	10 บาท	5 บาท	2 บาท	50 สตางค์	25 สตางค์	
1	1	1	1	5	2	20
2	2	2	1	3	2	34
3	2	1	2	3	2	31
4	1	2	2	3	2	26
5	3	1	1	3	2	39
6	1	3	1	3	2	29
7	1	1	3	3	2	23
8	3	3	1	1	2	48
9	3	1	3	1	2	42
10	1	3	3	1	2	32
11	5	1	1	1	2	58
12	1	5	1	1	2	38
13	1	1	5	1	2	26
14	1	2	4	1	2	29
15	1	4	2	1	2	35
16	2	1	4	1	2	34
17	2	4	1	1	2	43
18	4	1	2	1	2	50



เฉลยกิจกรรม : ไชปริศนาเงินออม



วิธีที่	จำนวนเหรียญแต่ละชนิด					เป็นเงิน (บาท)
	10 บาท	5 บาท	2 บาท	50 สตางค์	25 สตางค์	
19	4	2	1	1	2	53
20	3	2	2	1	2	45
21	2	3	2	1	2	40
22	2	2	3	1	2	37

รูปแบบที่ 2 ผลรวมของจำนวนเหรียญ 25 สตางค์เป็น 4 เหรียญ

วิธีที่	จำนวนเหรียญแต่ละชนิด					เป็นเงิน (บาท)
	10 บาท	5 บาท	2 บาท	50 สตางค์	25 สตางค์	
1	2	1	1	2	4	29
2	1	2	1	2	4	24
3	1	1	2	2	4	21

รูปแบบที่ 3 ผลรวมของจำนวนเหรียญ 25 สตางค์เป็น 6 เหรียญ

วิธีที่	จำนวนเหรียญแต่ละชนิด					เป็นเงิน (บาท)
	10 บาท	5 บาท	2 บาท	50 สตางค์	25 สตางค์	
1	1	1	1	1	6	19



เฉลยกิจกรรม : ไชปริศนาเงินออม



เกณฑ์ที่ 3 การพิจารณาแบบรูปของจำนวนเหรียญ โดยพิจารณาจากการกำหนดให้จำนวนของเหรียญเป็นตัวเลขชุดเดียวกัน ดังนี้

รูปแบบที่ 1 จำนวนของเหรียญเป็นตัวเลข 1, 1, 1, 1, 6

วิธีที่	จำนวนเหรียญแต่ละชนิด					เป็นเงิน (บาท)
	10 บาท	5 บาท	2 บาท	50 สตางค์	25 สตางค์	
1	1	1	1	1	6	19

รูปแบบที่ 2 จำนวนของเหรียญเป็นตัวเลข 1, 1, 1, 2, 5

วิธีที่	จำนวนเหรียญแต่ละชนิด					เป็นเงิน (บาท)
	10 บาท	5 บาท	2 บาท	50 สตางค์	25 สตางค์	
1	1	1	1	5	2	20

รูปแบบที่ 3 จำนวนของเหรียญเป็นตัวเลข 1, 1, 2, 2, 4

วิธีที่	จำนวนเหรียญแต่ละชนิด					เป็นเงิน (บาท)
	10 บาท	5 บาท	2 บาท	50 สตางค์	25 สตางค์	
1	2	1	1	2	4	29
2	1	2	1	2	4	24
3	1	1	2	2	4	21
4	1	2	4	1	2	29
5	1	4	2	1	2	35
6	2	1	4	1	2	34
7	2	4	1	1	2	43
8	4	1	2	1	2	50
9	4	2	1	1	2	53



เฉลยกิจกรรม : ไชยปริศนาเงินออม



รูปแบบที่ 4 จำนวนของเหรียญเป็นตัวเลข 1, 2, 2, 2, 3

วิธีที่	จำนวนเหรียญแต่ละชนิด					เป็นเงิน (บาท)
	10 บาท	5 บาท	2 บาท	50 สตางค์	25 สตางค์	
1	2	2	1	3	2	34
2	2	1	2	3	2	31
3	1	2	2	3	2	26
4	3	2	2	1	2	45
5	2	3	2	1	2	40
6	2	2	3	1	2	37

รูปแบบที่ 5 จำนวนของเหรียญเป็นตัวเลข 1, 1, 2, 3, 3

วิธีที่	จำนวนเหรียญแต่ละชนิด					เป็นเงิน (บาท)
	10 บาท	5 บาท	2 บาท	50 สตางค์	25 สตางค์	
1	3	1	1	3	2	39
2	1	3	1	3	2	29
3	1	1	3	3	2	23
4	3	3	1	1	2	48
5	3	1	3	1	2	42
6	1	3	3	1	2	32

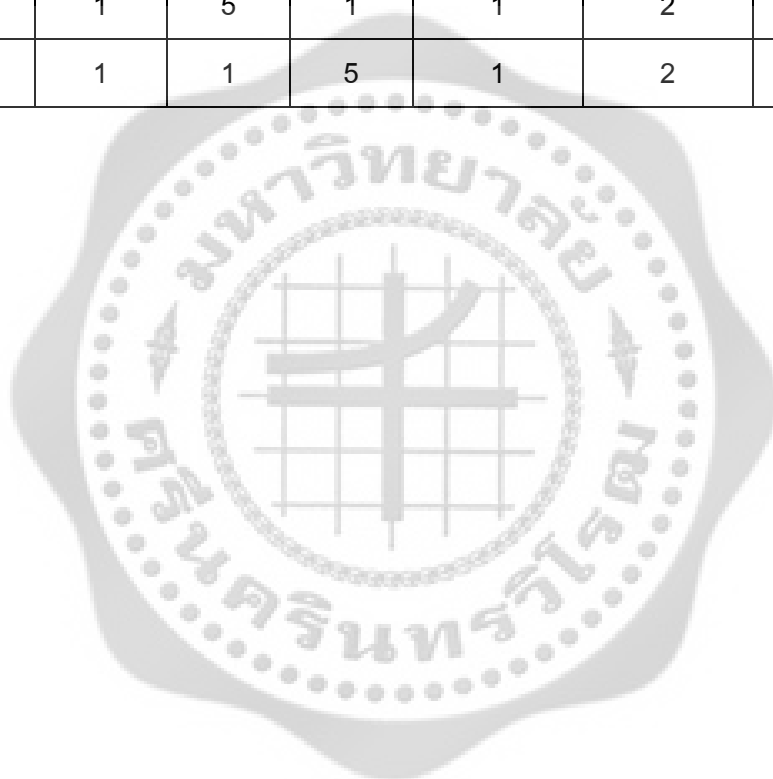


เฉลยกิจกรรม : ไชปริศนาเงินออม



รูปแบบที่ 6 จำนวนเหรียญเป็นตัวเลข 1, 1, 1, 2, 5

วิธีที่	จำนวนเหรียญแต่ละชนิด					เป็นเงิน (บาท)
	10 บาท	5 บาท	2 บาท	50 สตางค์	25 สตางค์	
1	5	1	1	1	2	58
2	1	5	1	1	2	38
3	1	1	5	1	2	26



แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3

กิจกรรมการเรียนรู้: การตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์

ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 5

เรื่อง “นมกล่องทดลองปัญหา”

เวลา 90 นาที

กิจกรรมการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง “นมกล่องทดลองปัญหา” เป็นกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่มีจุดประสงค์การเรียนรู้หลัก คือ เพื่อให้ให้นักเรียนเริ่มลงมือและมีประสบการณ์ในการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ (posing a mathematics problem) เมื่อกำหนดข้อมูลหรือเงื่อนไขให้ อีกทั้งได้เสริมสร้างความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่นผ่านการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ ตลอดจนมีส่วนร่วมในการอภิปรายผลการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ในชั้นเรียน

ข้อมูลสำหรับการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ในคาบเรียนนี้ เป็นข้อมูลหรือเงื่อนไขเกี่ยวกับนมกล่องที่มีรสเดียวกัน แต่มีความจุของกล่อง จำนวนกล่องในการบรรจุเป็นห่อ และราคาต่อห่อแตกต่างกัน (สิ่งที่กำหนดมาให้) ซึ่งนักเรียนจะต้องนำข้อมูลหรือเงื่อนไขเหล่านั้นมาตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ (สิ่งที่ต้องการหา) โดยคำนึงถึง ประเภทของปัญหาทางคณิตศาสตร์และความซับซ้อนของปัญหาทางคณิตศาสตร์

1. จุดประสงค์การเรียนรู้

1.1 ด้านความรู้ทางคณิตศาสตร์ : เพื่อให้นักเรียน

1.1.1 หาผลบวก ผลลบ ผลคูณ และผลหารของจำนวนนับและทศนิยมได้

1.1.2 บอกความสัมพันธ์ของความจุของกล่องสี่เหลี่ยมมุมฉาก ราคาต่อกล่อง

จำนวนกล่องในการบรรจุเป็นห่อและราคาต่อห่อ

1.2 ด้านทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ : เพื่อให้นักเรียน

1.2.1 เริ่มลงมือและมีประสบการณ์ในการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ เมื่อกำหนดข้อมูลหรือเงื่อนไขให้

1.2.2 มีโอกาสได้เสริมสร้างความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่นผ่านการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์

1.2.3 มีโอกาสได้นำเสนอปัญหาที่ตั้งของตนเองหน้าชั้นเรียน

1.2.4 มีโอกาสได้อธิบายเหตุผลในการตั้งปัญหาของตนเอง และวิธีการแก้ปัญหาพอสงเชิง

1.2.5 มีโอกาสได้เชื่อมโยงความรู้ระหว่างเรื่องจำนวน ปริมาตรของกล่องสี่เหลี่ยมมุมฉาก และสถานการณ์ในชีวิตจริง

1.3 ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์: เพื่อให้นักเรียน

1.3.1 มีความรับผิดชอบในการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์เป็นรายบุคคล

1.3.2 มีส่วนร่วมในการอภิปรายผลการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ในชั้นเรียน

2. สารการเรียन्हู้

2.1 แนวคิดเกี่ยวกับจำนวนและการดำเนินการ ซึ่งได้แก่ จำนวนนับ ทศนิยม การบวก ลบ คูณ และหารจำนวนนับหรือทศนิยม

2.2 แนวคิดเกี่ยวกับการวัด ซึ่งได้แก่ ความจุของกล่องสี่เหลี่ยม หน่วยการวัดในระบบ เมตริก (ลูกบาศก์เซนติเมตร)

2.3 แนวคิดเกี่ยวกับการตั้งปัญหา ซึ่งได้แก่ ประเภทของปัญหาทางคณิตศาสตร์ และความซับซ้อนของปัญหาทางคณิตศาสตร์

3. สื่อการเรียन्हู้ / แหล่งการเรียन्हู้

3.3 ใบกิจกรรม : นมกล่องประลองปัญญา (สำหรับนักเรียนคนละหนึ่งชุด)

3.4 ผลเฉลย : นมกล่องประลองปัญญา (สำหรับครูผู้สอน)

3.3 กล่องกระดาษผลเฉลย ซึ่งประกอบด้วย ปากกาเคมีจำนวน 1 ด้าม แผ่นกระดาษ จำนวน 20 แผ่น สำหรับเขียนผลเฉลย และกระดาษสำหรับติดผลเฉลยจำนวน 1 แผ่น (สำหรับนักเรียนคนละหนึ่งกล่อง)

3.4 แบบสังเกตพฤติกรรมด้านความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่น ซึ่งได้แก่ แบบตรวจสอบรายการและแบบบันทึกภาคสนาม (สำหรับครูผู้สอนและผู้ช่วยวิจัยคนละหนึ่งชุด)

3.5 แบบสัมภาษณ์กระบวนการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ (สำหรับครูผู้สอน)

4. กิจกรรมการเรียन्हู้

กิจกรรมการเรียन्हู้แบ่งออกเป็น 4 ช่วง ได้แก่ การชี้แจงแนวปฏิบัติในชั้นเรียน การตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์เพื่อพัฒนาความคิดคล่อง การตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์เพื่อพัฒนาความคิดยืดหยุ่น และการนำเสนอและอภิปรายผลการแก้ปัญหาของนักเรียน

4.1 การชี้แจงแนวปฏิบัติในชั้นเรียน ใช้เวลาประมาณ 5 นาที มีรายละเอียดดังนี้

4.1.1 ครูชี้แจงแนวปฏิบัติในชั้นเรียนให้นักเรียนทุกคน ซึ่งได้แก่ การลงมือตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์เมื่อกำหนดข้อมูลหรือเงื่อนไขมาให้ การตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ให้ได้มากกว่าหนึ่งปัญหา การนำเสนอแนวคิดและปัญหาที่ตั้งของนักเรียนหน้าชั้นเรียน และการอภิปรายประเภทของปัญหาทางคณิตศาสตร์และความซับซ้อนของปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่ตั้งขึ้น

4.1.2 ครูให้นักเรียนซักถามข้อสงสัย (ถ้ามี)

4.2 การตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์เพื่อพัฒนาความคิดคล่อง ใช้เวลาประมาณ 30 นาที มีรายละเอียดดังนี้

4.2.1 ครูแจกใบกิจกรรม : นมกล่องประลองปัญญา (เฉพาะคำถามที่ 1) และกล่องกระดาษผลเฉลย ให้นักเรียนคนละหนึ่งชุด

4.2.2 ครูนำเสนอข้อมูลหรือเงื่อนไข ตลอดจนสร้างแรงจูงใจให้นักเรียนตั้งปัญหา แล้วให้นักเรียนอ่านและทำความเข้าใจข้อมูลหรือเงื่อนไขในใบกิจกรรมด้วยตนเองอีกครั้ง โดยเน้นย้ำว่า ขณะอ่านและทำความเข้าใจปัญหานักเรียนสามารถขีดเขียนในใบกิจกรรมได้ตามความต้องการ

4.2.3 เพื่อตรวจสอบความเข้าใจข้อมูลหรือเงื่อนไขของนักเรียน ครูตั้งประเด็นคำถามให้นักเรียนแสดงความคิดเห็น เช่น

- ☞ ข้อมูลหรือเงื่อนไขนี้เกี่ยวกับอะไร
- ☞ ลองเล่าให้ฟังซิว่า ข้อมูลหรือเงื่อนไขนี้มีว่าอย่างไร
- ☞ จากสิ่งที่กำหนดมาให้ ลองบอกซิว่ามีข้อมูลหรือเงื่อนไขที่สำคัญอะไรบ้าง
- ☞ สิ่งที่ต้องการให้หาหรือทำคืออะไร
- ☞ ความจุของกล่อง ราคาต่อกล่อง จำนวนกล่องในการบรรจุเป็นห่อ และราคาต่อห่อ มีความสัมพันธ์กันหรือไม่ อย่างไร

เป็นต้น

4.2.4 ครูแนะนำให้นักเรียนแต่ละคนคิดวางแผนการตั้งปัญหาด้วยตนเอง โดยไม่ปรึกษาคนอื่น และใช้บริเวณที่ว่างในใบกิจกรรมเป็นกระดาษทศของตน

4.2.5 ครูตั้งประเด็นคำถามให้นักเรียนตรวจสอบการวางแผนการตั้งปัญหาของตนเอง เช่น

- ☞ นักเรียนจะนำเงื่อนไขใดมาใช้ตั้งปัญหาได้บ้าง
- ☞ นักเรียนสามารถนำเงื่อนไขที่กำหนดทุกเงื่อนไขมาตั้งปัญหาได้หรือไม่
- ☞ นักเรียนสามารถตั้งปัญหาคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับวิชาอื่นๆ ได้หรือไม่ ถ้าได้มีวิชาอะไรบ้าง
- ☞ ความรู้คณิตศาสตร์ที่นักเรียนจะนำมาช่วยในการตั้งปัญหามีอะไรบ้าง
- ☞ นักเรียนมีความรู้คณิตศาสตร์ที่จะนำมาช่วยในการตั้งปัญหานี้มากน้อยเพียงใด
- ☞ วิธีการ / ยุทธวิธี ที่นำมาช่วยในการตั้งปัญหานี้มีอะไรบ้าง

เป็นต้น

4.2.6 ครูแนะนำให้นักเรียนแต่ละคนลงมือตั้งปัญหาตามแผนที่วางไว้ โดยเน้นย้ำว่า ข้อมูลหรือเงื่อนไขที่กำหนดให้ นั้นสามารถตั้งปัญหาได้มากกว่าหนึ่งปัญหา ดังนั้นให้นักเรียนแต่ละคนตั้งปัญหาที่เป็นไปได้ให้มากที่สุดในช่วงเวลาที่กำหนด

4.2.7 ครูแนะนำให้นักเรียนเขียนปัญหาที่ตั้งได้ในแผ่นกระดาษที่กำหนด แผ่นละหนึ่งปัญหา พร้อมเขียนหมายเลขกำกับปัญหาเรียงตามลำดับ แล้วให้นักเรียนนำแผ่นกระดาษที่เขียนปัญหาติดบนกระดาษของตน

4.2.8 ขณะที่นักเรียนคิดตั้งปัญหาอยู่นั้น ครู (และผู้ช่วยวิจัย) จะสังเกตพฤติกรรมด้านความคิดคล่องของนักเรียน (เฉพาะนักเรียนเป้าหมาย) แล้วบันทึกพฤติกรรมเหล่านั้นใน

แบบตรวจสอบรายการและแบบบันทึกภาคสนาม และเมื่อนักเรียนเสร็จสิ้นการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์เพื่อพัฒนาความคิดคล่อง ครูต้องบันทึกจำนวนปัญหาที่ตั้งของนักเรียนแต่ละคน พร้อมทั้งเก็บแผ่นกระดาษที่ยังไม่ได้เขียนของนักเรียนแต่ละคนคืน

- 4.2.9 ครูตั้งประเด็นคำถามให้นักเรียนตรวจสอบความถูกต้องของปัญหาของตนเอง เช่น
- ☞ ปัญหาที่ตั้ง แต่ละปัญหามีข้อมูลหรือเงื่อนไขที่กำหนดอยู่หรือไม่
 - ☞ มีปัญหาที่ตั้ง ใดบ้างที่มีลักษณะคล้ายกันหรือซ้ำซ้อนกัน
 - ☞ ปัญหาที่ตั้ง แต่ละปัญหาจัดอยู่ในปัญหาประเภทใด
 - ☞ ปัญหาที่ตั้ง แต่ละปัญหามีความซับซ้อนมากน้อยเพียงใด

เป็นต้น

4.3 การตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์เพื่อพัฒนาความคิดยืดหยุ่น ใช้เวลาประมาณ 30 นาที ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

4.3.1 ครูแจกใบกิจกรรม : นมกล่องประลองปัญญา (เฉพาะคำถามที่ 2) ให้นักเรียนคนละหนึ่งชุด แล้วให้นักเรียนอ่านและทำความเข้าใจคำถามที่ 2 ด้วยตนเอง

4.3.2 เพื่อตรวจสอบความเข้าใจคำถามที่ 2 ของนักเรียน ครูตั้งประเด็นคำถามให้นักเรียนแสดงความคิดเห็น เช่น

- ☞ คำถามที่ 2 ต้องการหาอะไร
- ☞ สิ่งที่ต้องการหา (ปัญหาที่สอดคล้องกับเงื่อนไขของคำถามที่ 2) นักเรียนมีหรือยังไม่มี
- ☞ ถ้าไม่มีปัญหาที่สอดคล้องกับเงื่อนไขของคำถามที่ 2 นักเรียนสามารถตั้งปัญหานั้นได้หรือไม่ เพราะเหตุใด

เป็นต้น

4.3.3 ครูแนะนำให้นักเรียนพิจารณาปัญหาที่ได้จากคำถามที่ 1 แล้วเลือกปัญหาที่สอดคล้องกับเงื่อนไขของคำถามที่ 2 แล้วเขียนเฉพาะหมายเลขของปัญหาลงในใบกิจกรรมส่วนที่เป็นคำถามที่ 2

4.3.4 ถ้าไม่มีปัญหาที่ต้องการให้นักเรียนคิดตั้งปัญหาที่สอดคล้องกับเงื่อนไขของคำถามที่ 2 แล้วเขียนปัญหาที่ได้บนแผ่นกระดาษแผ่นใหม่ที่มีสีแตกต่างจากสีแผ่นกระดาษเดิม หลังจากนั้นนำแผ่นกระดาษแผ่นใหม่นั้นติดบนกระดาษของตนเองเพิ่มเติม

4.3.5 ขณะที่นักเรียนเลือกหรือคิดตั้งปัญหาใหม่อยู่นั้น ครู (และผู้ช่วยวิจัย) จะสังเกตพฤติกรรมด้านความคิดยืดหยุ่นของนักเรียน (เฉพาะนักเรียนเป้าหมาย) แล้วบันทึกพฤติกรรมเหล่านั้นในแบบตรวจสอบรายการและแบบบันทึกภาคสนาม และเมื่อนักเรียนเสร็จสิ้นการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์เพื่อพัฒนาความคิดยืดหยุ่น ครูจะบันทึกจำนวนปัญหาที่ตั้งของนักเรียนแต่ละคน

4.3.6 ครูแจกใบกิจกรรม : นมกล่องประลองปัญญา (เฉพาะคำถามที่ 3) ให้นักเรียนคนละหนึ่งชุด แล้วให้นักเรียนอ่านและทำความเข้าใจคำถามที่ 3 ด้วยตนเอง

4.3.6 ปฏิบัติเช่นเดียวกันกับข้อ 4.3.2 - 4.3.3

4.4 การนำเสนอและอภิปรายผลการตั้งปัญหาของนักเรียน ใช้เวลาประมาณ 25 นาที ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

4.4.1 ครูสุ่มนักเรียน 1 คน เพื่อให้นำเสนอแนวคิดและปัญหาที่ตั้งได้ในคำถามที่ 1 หน้าชั้นเรียน แล้วให้นักเรียนคนอื่นๆ ผลัดกันนำเสนอปัญหาที่ตั้งของตน ทีละคน

4.4.2 ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปปัญหาที่ตั้งทั้งหมดที่ได้ในคำถามที่ 1

4.4.3 ครูสุ่มนักเรียน 2 คน เพื่อให้นำเสนอแนวคิดและปัญหาที่ตั้งได้ในคำถามที่ 2 และ 3 ตามลำดับ หน้าชั้นเรียน แล้วให้นักเรียนคนอื่นๆ ผลัดกันนำเสนอปัญหาที่ตั้งของตนทีละคน

4.4.4 ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปปัญหาที่ตั้งทั้งหมดที่ได้ในคำถามที่ 2 และ 3

4.4.5 ครูแนะนำให้นักเรียนทั้งชั้นร่วมกันอภิปรายผลการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ ประเด็นที่ใช้ในการอภิปรายมีดังนี้

- ☞ มีปัญหาที่ตั้ง ปัญหาใดบ้างที่มีลักษณะคล้ายกันหรือซ้ำซ้อนกัน
- ☞ ปัญหาที่ตั้งมีปัญหาใดบ้างที่ไม่เป็นปัญหาทางคณิตศาสตร์
- ☞ ปัญหาที่ตั้งแต่ละปัญหามีความซับซ้อนมากน้อยเพียงใด
- ☞ ปัญหาที่ตั้งของใครมีความซับซ้อนน้อยที่สุด เพราะเหตุใด
- ☞ ปัญหาที่ตั้งของใครมีความซับซ้อนมากที่สุด เพราะเหตุใด

เป็นต้น

5. การวัดและประเมินผลการเรียนรู้

การวัดและประเมินผลการเรียนรู้ในคาบเรียนนี้ จะพิจารณาจากแหล่งข้อมูลต่อไปนี้

5.1 ผลจากการทำ “ใบกิจกรรม : นมกล่องประลองปัญญา” ของนักเรียนแต่ละคน

5.2 ผลจากการตอบคำถามในชั้นเรียนของนักเรียนของนักเรียนแต่ละคน

5.3 ผลจากการสังเกตพฤติกรรมด้านความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่นของนักเรียน โดยใช้แบบสังเกตพฤติกรรมด้านความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่น ซึ่งได้แก่ แบบตรวจสอบรายการ และแบบบันทึกภาคสนาม และการสังเกตจากวีดิทัศน์

5.4 ผลจากการสัมภาษณ์นักเรียนกลุ่มเป้าหมาย ภายหลังเสร็จสิ้นกิจกรรม

ชื่อ.....



ใบกิจกรรม : หมากล่องประลองปัญญา



คุณครูยกหูฯไปซื้อของในห้างสรรพสินค้าแห่งหนึ่ง
เมื่อเดินผ่านแผนกนมกล่อง พบว่า นมกล่องรสเดียวกัน มีความจุ
ของกล่อง จำนวนกล่องในการบรรจุเป็นห่อ และราคาต่อห่อ
แตกต่างกันอยู่ 3 แบบ ดังนี้



ความจุกล่องละ 250 ลบ.ซม.

ห่อละ 6 กล่อง ราคาห่อละ 52 บาท



ความจุกล่องละ 230 ลบ.ซม.

ห่อละ 3 กล่อง ราคาห่อละ 25 บาท



ความจุกล่องละ 125 ลบ.ซม.

ห่อละ 6 กล่อง ราคาห่อละ 27 บาท

คำถามที่ 1 :

ถ้าคุณครูยกหูฯต้องการให้นำข้อมูลเกี่ยวกับนมกล่องข้างต้น
มาตั้งปัญหา นักเรียนจะตั้งปัญหาได้อย่างไรบ้าง



เฉลยกิจกรรม : นมกล่องประลองปัญญา



คำถามที่ 1 : ถ้าคุณครูขอให้คุณนำข้อมูลเกี่ยวกับนมกล่องข้างต้นมาตั้งปัญหา นักเรียนจะตั้งปัญหาได้อย่างไรบ้าง

เฉลยแนวความคิดการตั้งปัญหาของนักเรียน

สถานการณ์หรือเงื่อนไขที่กำหนดให้ คือ นมกล่องชนิดเดียวกัน 3 ชนิด ดังนี้

ความจุกล่องละ 125 ลบ.ซม. ห่อละ 6 กล่อง ราคาห่อละ 27 บาท

ความจุกล่องละ 230 ลบ.ซม. ห่อละ 3 กล่อง ราคาห่อละ 25 บาท

ความจุกล่องละ 250 ลบ.ซม. ห่อละ 6 กล่อง ราคาห่อละ 52 บาท

สามารถตั้งปัญหาจากสถานการณ์หรือเงื่อนไขที่กำหนดได้ ดังนี้

โครงสร้าง	ตัวอย่างสถานการณ์ของนักเรียน
1	มานะซื้อนมห่อแรกจำนวน 20 ห่อ เพื่อไปแจกเพื่อน มานะต้องจ่ายเงินเท่าไร
	ถ้าซื้อนมที่มีความจุกล่องละ 250 ลบ.ซม. จำนวน 2 ห่อ คิดเป็นเงินเท่าไร
	ถ้าซื้อนมที่มีความจุกล่องละ 250 ลบ.ซม. จำนวน 10 กล่อง นมจะมีปริมาตรรวมกันเท่าไร
2	ถ้านมชนิดที่ 3 มี 9 กล่อง จะมีราคาเท่าไร
	ไววิทย์ซื้อนมห่อแรกจำนวน 30 ห่อ แบ่งให้เพื่อน 10 คน จะได้คนละกี่กล่อง และไววิทย์ต้องจ่ายเงินซื้อนมเท่าไร
	ปุ๊กกินนมห่อแรกที่ซื้อมาราคา 260 บาท ปุ๊กกินนมไป 500 ลบ.ซม. จะเหลือนมอีกกี่กล่อง
3	ถ้านำนมทั้ง 3 ชนิด (แต่ละกล่อง) มารวมกัน แล้วแบ่งให้เด็ก 10 คน จะได้คนละกี่ลบ.ซม.
4	นมชนิดใดมีราคาต่อกล่องสูงที่สุด
	ถ้าครูให้นักเรียนมาซื้อนมกล่อง 10 กล่อง อยากทราบว่านักเรียนจะซื้อนมชนิดไหนมากที่สุดถึงจะถูกที่สุด (ต้องมีครบทุกชนิด)
	ถ้าความจุกล่องละ 250 ลบ.ซม. ห่อละ 6 กล่อง ราคาห่อละ 52 บาท ถ้าซื้อจำนวน 1 กล่อง จะถูกกว่าหรือแพงกว่าถ้าซื้อกล่องที่มีความจุ 125 ลบ.ซม. ห่อละ 6 กล่อง ราคาห่อละ 27 บาท เป็นจำนวน 1 กล่องเช่นกัน



เฉลยกิจกรรม : นมกล่องประลองปัญญา



คำถามที่ 2 : ถ้าต้องการให้ มีนมกล่องที่มีความจุ 125 ลบ.ซม. และ 250 ลบ.ซม. เป็นข้อมูลอยู่ในปัญหา นักเรียนจะตั้งปัญหาได้อย่างไรบ้าง

เฉลยแนวความคิดการตั้งปัญหาของนักเรียน

สถานการณ์หรือเงื่อนไขที่กำหนดให้ คือ นมกล่องชนิดเดียวกัน 3 ขนาด ดังนี้

ความจุกล่องละ 125 ลบ.ซม. แพ็คละ 6 กล่อง ราคาแพ็คละ 27 บาท

ความจุกล่องละ 230 ลบ.ซม. แพ็คละ 3 กล่อง ราคาแพ็คละ 25 บาท

ความจุกล่องละ 250 ลบ.ซม. แพ็คละ 6 กล่อง ราคาแพ็คละ 52 บาท

ต้องการให้มีนมกล่องที่มีความจุ 125 ลบ.ซม. และ 250 ลบ.ซม.

สามารถตั้งปัญหาจากสถานการณ์หรือเงื่อนไขที่กำหนดได้ ดังนี้

	ตัวอย่างสถานการณ์ของนักเรียน
1	1.) จงหา Palindrome ของนมที่มีความจุ 250 ลบ.ซม. 2.) จงหา Palindrome ของนมที่มีความจุ 125 ลบ.ซม. 3.) จงหาผลรวมของข้อ 1-2 และทำให้เป็น Palindrome
2	ถ้าต้องการซื้อนมที่มีความจุ 125 ลบ.ซม และ 250 ลบ.ซม จะต้องจ่ายเงินเท่าไร
3	ถ้าโรงเรียนมีนม 2 ความจุ คือ 125 ลบ.ซม และ 250 ลบ.ซม จงหาว่าถ้าจะตั้งราคานม 2 ความจุนี้ ความจุใดจะแพงกว่ากัน โดยที่นม 6 กล่อง 250 ลบ.ซม และ 12 กล่อง 125 ลบ.ซม
4	นมสองชนิดนี้ราคาต่อกล่องมากกว่ากันอยู่เท่าไร



เฉลยกิจกรรม : นมกล่องประลองปัญญา



คำถามที่ 3 : ถ้าต้องการให้มีเงื่อนไขเพิ่มอีก 1 ข้อ คือ มีเงินอยู่ 250 บาท นักเรียนจะตั้งปัญหาได้อย่างไรบ้าง

เฉลยแนวความคิดการตั้งปัญหาของนักเรียน

สถานการณ์หรือเงื่อนไขที่กำหนดให้ คือ นมกล่องชนิดเดียวกัน 3 ขนาด ดังนี้

ความจุกล่องละ 125 ลบ.ซม. แพ้คละ 6 กล่อง ราคาแพ้คละ 27 บาท

ความจุกล่องละ 230 ลบ.ซม. แพ้คละ 3 กล่อง ราคาแพ้คละ 25 บาท

ความจุกล่องละ 250 ลบ.ซม. แพ้คละ 6 กล่อง ราคาแพ้คละ 52 บาท

มีเงิน 250 บาท

สามารถตั้งปัญหาจากสถานการณ์หรือเงื่อนไขที่กำหนดได้ ดังนี้

ตัวอย่างสถานการณ์ของนักเรียน	
1	ถ้าต้องการซื้อนมทั้งหมด แล้วจ่ายเงินไป 250 บาท จะได้รับเงินทอนทั้งหมดกี่บาท
2	เงิน 250 บาท สามารถซื้อนมทั้งสามชนิดได้มากที่สุดกี่ห่อ และจะเหลือเงินหรือไม่
3	คุณครูกอหญ้ามีเงิน 250 บาท มีนมกล่องที่มีความจุ 125 ลบ.ซม. เป็นเงิน 162 บาท จะมีนมกล่องที่มีความจุ 125 ลบ.ซม. กี่กล่อง
4	ถ้าหญามีเงินอยู่ 250 บาท หญ้าสามารถซื้อนมที่มีความจุ 125 ลบ.ซม. และ 250 ลบ.ซม. ได้อย่างละกี่กล่อง และเหลือเงินหรือไม่ ถ้าเหลืออยู่เท่าไร



ภาคผนวก ค

ตัวอย่างสถานการณ์ปัญหา สำหรับกิจกรรมการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
ตัวอย่างสถานการณ์หรือเงื่อนไขที่กำหนด สำหรับกิจกรรมการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์

ตัวอย่างสถานการณ์ปัญหา สำหรับกิจกรรมการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

คาบเรียน 5

คำถามที่ 1 : ถ้าเรานำเลขโดดจากบัตรหมายเลข 1932 มาใส่เครื่องหมาย $+$, $-$, \times , \div และ $()$ เพื่อให้ได้ผลลัพธ์เป็นจำนวน 1-10 จะสร้างได้อย่างไรบ้าง โดยใช้เลขโดดทุกตัวเพียง 1 ครั้งเท่านั้น

คำถามที่ 2 : ถ้าต้องการใช้เลขโดดจากจำนวน 1932 โดยไม่สลับที่เลขโดด จะสามารถสร้างได้อย่างไรบ้าง

คำถามที่ 3 : ถ้าต้องการจัดผลเฉลยที่ได้เป็นกลุ่ม จะสามารถจัดกลุ่มได้อย่างไรบ้าง และเกณฑ์ในการจัดกลุ่มควรเป็นอย่างไร

คาบเรียน 10

คุณกะละแมกลับมาร่วมรายการ “ถ้าคุณแน่ ! อย่าแพ้เด็กประถม” อีกครั้ง เมื่อเปิดแผ่นป้ายคณิตศาสตร์ ชั้น ป.5 ก็พบกับคำถามว่า

จงสร้างจำนวนที่มีเฉพาะเลขโดด 2 อย่างเดียว หรือมีเฉพาะ เลขโดด 5 อย่างเดียว แล้วเลือกจำนวนเหล่านั้นมาเขียนผลบวกให้มีผลลัพธ์เป็น 100 ให้ได้มากที่สุด

$$\begin{aligned} \text{เช่น} \quad & 2 + 2 + 2 + \dots + 2 = 100 \\ & 5 + 5 + 5 + \dots + 5 = 100 \\ & 5 + 5 + 2 + 2 + 2 + \dots + 2 = 100 \end{aligned}$$

คุณกะละแมร์ต้องการขอความช่วยเหลือจากเพื่อน

คำถามที่ 1 : ให้นักเรียนเป็นตัวช่วยของคุณกะละแม โดยนำจำนวนที่มีเฉพาะเลขโดด 2 อย่างเดียว หรือมีเฉพาะเลขโดด 5 อย่างเดียว มาเขียนผลบวกให้มีผลลัพธ์เป็น 100

คำถามที่ 2 : ถ้าต้องการใช้จำนวนที่แตกต่างกันมากที่สุด จะสามารถใช้จำนวนใดได้บ้าง และเขียนได้อย่างไร

คำถามที่ 3 : ถ้านำคำตอบที่หาได้ทั้งหมดมาจัดเป็นกลุ่มๆ จะสามารถจัดได้อย่างไร และเกณฑ์ที่ใช้ในการจัดกลุ่มควรเป็นอย่างไร

คาบเรียน 14

คำถามที่ 1 : ให้นักเรียน สังเกต และ คัดเลือก กลุ่มของจำนวนตั้งแต่ 5 จำนวนขึ้นไป ในปฏิทินที่มีความสัมพันธ์กัน พร้อมทั้งอธิบายว่า จำนวนดังกล่าวมีความสัมพันธ์กันอย่างไร

คำถามที่ 2 : ความสัมพันธ์ใดบ้างที่ประกอบด้วยจำนวนเพียง 5 จำนวนเท่านั้น

คำถามที่ 3 : ถ้านำคำตอบที่หาได้ทั้งหมดมาจัดกลุ่มจะจัดได้อย่างไรบ้าง และเกณฑ์ในการจัดกลุ่มควรเป็นอย่างไร

ตัวอย่างสถานการณ์หรือเงื่อนไขที่กำหนด สำหรับกิจกรรมการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์

คาบเรียน 9

ต้นข้าวอ่านหนังสือจดหมายข่าวชุมชนคนรักสุขภาพ ฉบับเดือนตุลาคม 2549 พบตาราง “แสดงกิจกรรมการเคลื่อนไหวที่ทำให้ร่างกายมีการเผาผลาญพลังงาน 150 แคลอรีต่อครั้ง ต้องใช้เวลาในการออกกำลังกายเท่าไร” ซึ่งมีกิจวัตรประจำวันของต้นข้าว ดังนี้

กิจกรรมการเคลื่อนไหว	ระยะเวลาที่ใช้ (นาที)	กิจกรรมการเคลื่อนไหว	ระยะเวลาที่ใช้ (นาที)
ล้างและเช็ดชัตรถยนต์	45–60	โกยหญ้า กวาดหญ้า	30
เช็ดถูบ้าน หน้าต่าง	45	เดินขึ้นบันได	15
ทำสวน ขุดดิน	30–45	เดิน 2.8 กิโลเมตร	35

ต้นข้าวเกิดความคิดที่จะนำกิจวัตรประจำวันของตนเองมาตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์

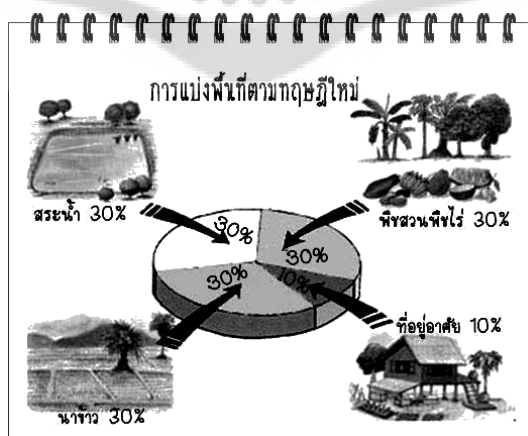
คำถามที่ 1 : ให้เพื่อนๆ นำข้อมูลข้างต้นมาใช้ตั้งปัญหา

คำถามที่ 2 : ถ้าต้องการให้ปัญหามีเงื่อนไขว่า “ร่างกายเผาผลาญพลังงานได้มากกว่า 500 แคลอรี” จะตั้งปัญหาได้อย่างไรบ้าง

คำถามที่ 3 : ถ้าต้องการให้ปัญหาเพิ่มเงื่อนไขอีก 1 ข้อ คือ “ภายในเวลา 2 ชั่วโมง” จะตั้งปัญหาได้อย่างไรบ้าง

คาบเรียน 15

คุณลุงพากระต่ายกับการ์ตูนเดินชมบ้านสวนของคุณตาที่นำ “ทฤษฎีใหม่” ซึ่งเป็นพระราชดำริของในหลวงมาเป็นแนวทางในการบริหารจัดการที่ดินและน้ำ



การ์ตูน : คุณลุงครับ คุณตายังเลี้ยง สุนัข 2 ตัว กระท่าย 6 ตัว นก 7 ตัว ไก่ 20 ตัว และวัว 4 ตัว
อยู่ไหมครับ

คุณลุง : ยังเลี้ยงอยู่ครับ

คำถามที่ 1 : ถ้าคุณลุงต้องการให้หลานๆ นำข้อมูลจากบ้านสวนของคุณตามาตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ จะตั้งปัญหาได้อย่างไรบ้าง

คำถามที่ 2 : คุณลุงต้องการให้ “นำสัตว์ที่คุณตาเลี้ยงไว้มาตั้งปัญหา” จะตั้งปัญหาได้อย่างไรบ้าง

คำถามที่ 3 : ถ้าต้องการให้ “คำตอบของปัญหาที่ตั้งขึ้น อยู่ในเงื่อนไขที่กำหนด” จะสามารถตั้งปัญหาได้หรือไม่ อย่างไร





ภาคผนวก ก

แบบสัมภาษณ์กระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
และแบบสัมภาษณ์กระบวนการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์

แบบสัมภาษณ์กระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

ชื่อกิจกรรม ไขปริศนาเงินออม วันที่ _____ เวลา _____

ชื่อนักเรียน _____

ประเด็นที่สัมภาษณ์

บันทึกคำตอบของนักเรียน

1. ปัญหาที่ต้องการให้หาคะไรบ้าง _____

2. ปัญหากำหนดข้อมูลอะไรให้บ้าง _____

3. เงื่อนไขสำคัญของปัญหานี้ คืออะไร _____

4. ความรู้คณิตศาสตร์ที่นำมาใช้ในการปัญหามีอะไรบ้าง _____

5. ต้องนำความรู้วิชาอื่นมาใช้ในการปัญหาหรือไม่ วิชา _____
อะไร (ถ้ามี) _____
6. คำว่า “มีเงินเป็นจำนวนเต็มบาท ไม่มีเศษสตางค์” _____
หมายความว่าอย่างไร _____
7. หน่วยเงินบาทและสตางค์ มีความสัมพันธ์กันอย่างไร _____

8. ถ้ามีเหรียญ 25 สตางค์ 10 เหรียญ คิดเป็นเงินเท่าไร _____

9. ถ้ามีเงิน 5 บาท นักเรียนคิดว่าจะมีเหรียญชนิดใดได้บ้าง _____

10. นักเรียนเริ่มต้นการคิดแก้ปัญหาอย่างไร _____

11. นักเรียนมีหลักการคิดหาคำตอบอื่นๆอย่างไร _____

12. นักเรียนคิดว่ามีคำตอบอื่นที่แตกต่างจากของตนเองอีก _____
หรือไม่ เพราะเหตุใด _____
13. นักเรียนคิดว่าเกณฑ์การจัดกลุ่มของตนเองดีหรือไม่ _____
เพราะเหตุใด ถ้าไม่ดีจะแก้ไขอย่างไร _____
14. นักเรียนทราบได้อย่างไรว่าคำตอบของตนเองถูกต้อง _____

15. ถ้าเพิ่มเงื่อนไขข้ออีก 1 ข้อ คือ เหรียญแต่ละชนิดจะมีได้ _____
ไม่เกิน 4 เหรียญ นักเรียนคิดว่าจะได้คำตอบมากขึ้น หรือ _____
น้อยลง เพราะเหตุใด _____
16. ถ้านักเรียนต้องตั้งปัญหาที่มีลักษณะคล้ายปัญหานี้ จะ _____
สามารถตั้งปัญหาได้หรือไม่ อย่างไร _____

แบบสัมภาษณ์กระบวนการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์

ชื่อกิจกรรม _____ นมกล่องทดลองปัญหา วันที่ _____ เวลา _____

ชื่อนักเรียน _____

ประเด็นที่สัมภาษณ์

บันทึกคำตอบของนักเรียน

1. ปัญหาที่ต้องการให้ทำอะไร _____

2. ข้อมูลหรือเงื่อนไขนี้เกี่ยวกับอะไร _____

3. เงื่อนไขสำคัญของปัญหานี้ คืออะไร _____

4. นักเรียนนำความรู้คณิตศาสตร์เรื่องใดมาใช้ในการ _____
ตั้งปัญหาบ้าง _____
5. ต้องนำความรู้วิชาอื่นมาใช้ในการตั้งปัญหาหรือไม่ _____
วิชาใด (ถ้ามี) _____
6. ความจุของกล่อง ราคาต่อกล่อง จำนวนกล่องใน _____
การบรรจุเป็นห่อ และราคาต่อห่อ มีความสัมพันธ์กัน _____
หรือไม่ อย่างไร _____
7. นักเรียนเริ่มต้นการคิดตั้งปัญหาอย่างไร _____

8. นักเรียนคิดว่าปัญหาที่ซับซ้อนควรเป็นอย่างไร _____

9. นักเรียนคิดว่าปัญหาใดที่นักเรียนตั้งขึ้นมีความ _____
ซับซ้อนมากที่สุด เพราะเหตุใด _____
10. นักเรียนมีปัญหที่ตั้งขึ้นโดยใช้เงื่อนไขครบทุก _____
เงื่อนไขได้หรือไม่ และนักเรียนคิดว่าปัญหานี้มีความ _____
ซับซ้อนหรือไม่ _____
11. นักเรียนคิดว่าสามารถตั้งปัญหาที่มีมากกว่า 1 _____
คำตอบได้หรือไม่ อย่างไร _____



ภาคผนวก จ
แบบสังเกตพฤติกรรมด้านความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่น

แบบสังเกตพฤติกรรมด้านความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่น

ชื่อกิจกรรม _____ วันที่ _____ เวลา _____

ชื่อนักเรียน _____

	พฤติกรรม	คะแนน	ข้อสังเกตเพิ่มเติม (ถ้ามี)
1	ระบุสิ่งที่กำหนดมาให้ได้อย่างถูกต้อง		
2	ระบุสิ่งที่ต้องการหาได้อย่างถูกต้อง		
3	ระบุเงื่อนไขของปัญหาได้ถูกต้อง		
4	มีการขีดเขียน/วาดรูปประกอบในการค้นหาผลเฉลย		
5	ตั้งใจฟังคำถามของครูหรือผู้อื่น		
6	ขอซักถามครูหรือผู้อื่น		
7	มีความกระตือรือร้นในการค้นหาผลเฉลย		
8	สามารถนำความรู้พื้นฐานที่เกี่ยวข้องมาใช้ได้ทันที		
9	มีการคิดอย่างเป็นระบบ		
10	สามารถหาผลเฉลยได้จำนวนมาก		
11	สามารถหาผลเฉลยได้หลายลักษณะที่แตกต่างกัน		
12	เลือกใช้เกณฑ์ในการจัดกลุ่มผลเฉลยได้อย่างเหมาะสม		
13	เลือกใช้เกณฑ์ในการจัดกลุ่มผลเฉลยที่แตกต่างจากผู้อื่น		
14	มีการเปลี่ยนวิธีการคิดใหม่ เมื่อวิธีการเดิมไม่ได้ผล		
15	เลือกผลเฉลยได้สอดคล้องกับสถานการณ์เงื่อนไขที่กำหนด		
16	อยากรู้ผลเฉลยของผู้อื่น		
18	มีส่วนร่วมในการนำเสนอผลเฉลยของตนเอง		
19	มีส่วนร่วมในการอภิปรายในชั้นเรียน		

การให้คะแนน 0: ไม่มี 1: ระบุไม่ได้ 2: มี



ภาคผนวก จ
รายนามผู้เชี่ยวชาญ

รายนามผู้เชี่ยวชาญ

รายนามผู้เชี่ยวชาญที่ให้ความอนุเคราะห์ตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ซึ่งได้แก่ กิจกรรมการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง จำนวน แบบสังเกตพฤติกรรมด้าน ความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่น และแบบสัมภาษณ์กระบวนการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ มีดังนี้

1. รองศาสตราจารย์ประพนธ์ จำยเจริญ
โรงเรียนสาริตมมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร (ฝ่ายประถม)
2. อาจารย์ ดร.ทรงชัย อักษรคิด
ภาควิชาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
3. อาจารย์สุรพันธ์ อินทสังข์
ภาควิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยรามคำแหง





ประวัติย่อผู้วิจัย

ชื่อ ชื่อสกุล	วรรณพร เลิศอวาาส
วันเดือนปีเกิด	2 ธันวาคม 2526
สถานที่เกิด	อำเภอบ้านลาด จังหวัดเพชรบุรี
สถานที่อยู่ปัจจุบัน	74 หมู่ 9 ตำบลหนองกะปูล อำเภอบ้านลาด จังหวัดเพชรบุรี 76150
ตำแหน่งหน้าที่การงานปัจจุบัน	ครูผู้ช่วย
สถานที่ทำงานปัจจุบัน	โรงเรียนหอวัง กรุงเทพมหานคร

ประวัติการศึกษา

พ.ศ. 2545	มัธยมศึกษาตอนปลาย จาก โรงเรียนพรหมานุสรณ์จังหวัดเพชรบุรี
พ.ศ. 2549	การศึกษาระดับบัณฑิต สาขาวิชาคณิตศาสตร์ จาก มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
พ.ศ. 2554	การศึกษาระดับบัณฑิต สาขาวิชาคณิตศาสตร์ จาก มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

