

การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ และ
ความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผล ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2
ที่ได้รับการสอนโดยเน้นกระบวนการคณิตศาสตร์ กับการสอนตามคู่มือครู

ปริญญานิพนธ์
ของ
พัชรินทร์ เปรมประเสริฐ

เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต วิชาเอกการมัธยมศึกษา
มีนาคม 2542
ลิขสิทธิ์เป็นของ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ และ
ความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผล ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2
ที่ได้รับการสอนโดยเน้นกระบวนการคณิตศาสตร์ กับการสอนตามคู่มือครู

บทคัดย่อ
ของ
พัชรินทร์ เปรมประเสริฐ

เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต วิชาเอกการมัธยมศึกษา
มีนาคม 2542

พัชรินทร์ เปรมประเสริฐ. (2542). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์และความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผลของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการสอนโดยเน้นกระบวนการการคณิตศาสตร์ กับการสอนตามคู่มือครู. ปรินญาณิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. คณะกรรมการควบคุม: ดร.ณัฐวรรณ เศวตมัลย์, รองศาสตราจารย์ ดร.ชาญวิทย์ เทียมบุญประเสริฐ.

การศึกษาครั้งนี้ มีจุดมุ่งหมายเพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ และความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผลของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการสอนโดยเน้นกระบวนการการคณิตศาสตร์กับการสอนตามคู่มือครู

กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2540 โรงเรียนพุทธรังสีพิบูล อำเภอบ้านโพธิ์ จังหวัดฉะเชิงเทรา จำนวน 82 คน แบ่งเป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมกลุ่มละ 41 คน กลุ่มทดลองได้รับการสอนโดยเน้นกระบวนการการคณิตศาสตร์ กลุ่มควบคุมได้รับการสอนตามคู่มือครู โดยใช้แบบแผนการวิจัยแบบ Randomized Control - Group Pretest - Posttest Design สถิติที่ใช้วิเคราะห์ข้อมูลคือ “ t-test for Independent Samples” ในรูปของ “ Different Score”

ผลการศึกษาพบว่า

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียน ที่ได้รับการสอนโดยเน้นกระบวนการการคณิตศาสตร์ กับการสอนตามคู่มือครูแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01
2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียน ที่มีระดับความสามารถทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์สูง ที่ได้รับการสอนโดยเน้นกระบวนการการคณิตศาสตร์ กับการสอนตามคู่มือครูแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05
3. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียน ที่มีระดับความสามารถทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ปานกลาง ที่ได้รับการสอนโดยเน้นกระบวนการการคณิตศาสตร์ กับการสอนตามคู่มือครูแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ
4. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียน ที่มีระดับความสามารถทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ต่ำ ที่ได้รับการสอนโดยเน้นกระบวนการการคณิตศาสตร์ กับการสอนตามคู่มือครูแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05
5. ความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผลของนักเรียน ที่ได้รับการสอนโดยเน้นกระบวนการการคณิตศาสตร์ กับการสอนตามคู่มือครูแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01
6. ความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผลของนักเรียน ที่มีระดับความสามารถทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์สูง ที่ได้รับการสอนโดยเน้นกระบวนการการคณิตศาสตร์ กับการสอนตามคู่มือครูแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

7. ความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผลของนักเรียน ที่มีระดับความสามารถทางการเรียน วิชาคณิตศาสตร์ปานกลาง ที่ได้รับการสอนโดยเน้นกระบวนการคณิตศาสตร์ กับการสอนตามคู่มือครู แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

8. ความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผลของนักเรียน ที่มีระดับความสามารถทางการเรียน วิชาคณิตศาสตร์ต่ำ ที่ได้รับการสอนโดยเน้นกระบวนการคณิตศาสตร์ การสอนตามคู่มือครูแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

A STUDY OF MATHAYOM SUKSA II STUDENTS' ACADEMIC ACHIEVEMENT AND
LOGICAL THINKING ABILITY IN MATHEMATICS THROUGH THE INSTRUCTION BASED
ON MATHEMATICAL PROCESSES AND THE TEACHER'S MANUAL

AN ABSTRACT
BY
PATCHARIN PREMPRASERT

Presented in partial fulfillment of the requirement for the
Master of Education degree in Secondary Education
at Srinakharinwirot University
March 1999

Patcharin Premprasert. (1999). A Study of Mathayom Suksa II Students' Academic Achievement and Logical Thinking Ability in Mathematics Through The Instruction Based on A Mathematical Process and The teacher's Manual. Master thesis, M.A. (Secondary Education). Bangkok : Graduate School, Srinakharinwirot University. Advisor Committee: Dr. Chaweewan Sawetamalya, Assoc. Prof. Dr. Chanwit Tiamboonprasert.

The purpose of this research was to study the academic achievement and logical thinking ability in mathematics through the instruction based on mathematical processes and the teacher's manual

The subjects were mathayom suksa II students in the first semester of the 1998 academic year at Putthirungsripiboon School, Chachoengsao Province. They were assigned into the experimental group and control group with 41 students in each. The experimental group was taught through the instruction based on mathematical processes ; whereas the control group was taught through the teacher's manual. The randomized control group pretest - posttest design was used in this study. The t-test for Independent samples (t - different score) was used for data analysis.

The results of this study revealed that :

1. The students' academic achievement through the instruction based on mathematical processes and the teacher's manual was significantly different at the .01 level.
2. The academic achievement of the high ability students in learning mathematics through the instruction based on mathematical processes and the teacher's manual was significantly different at the .05 level.
3. The academic achievement of the medium ability students in learning mathematics through the instruction based on mathematical processes and the teacher's manual was not significantly different.
4. The academic achievement of the low ability students in learning mathematics through the instruction based on mathematical processes and the teacher's manual was significantly different at the .05 level.
5. The students' logical thinking ability through the instruction based on mathematical processes and the teacher's manual was significantly different at the .01 level.

6. The logical thinking ability of the high ability students in learning mathematics through the instruction based on mathematical processes and the teacher's manual was significantly different at the .05 level.

7. The logical thinking ability of the medium ability students in learning mathematics through the instruction based on mathematical processes and the teacher's manual was not significantly different.

8. The logical thinking ability of the low ability students in learning mathematics through the instruction based on mathematical processes and the teacher's manual was significantly different at the .05 level.

ปริญญานิพนธ์
เรื่อง

การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์และ
ความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผล ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2
ที่ได้รับการสอนโดยเน้นกระบวนการคณิตศาสตร์ กับการสอนตามคู่มือครู

ของ
นางพัชรินทร์ เปรมประเสริฐ

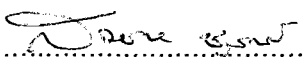
ได้รับอนุมัติจากบัณฑิตวิทยาลัยให้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต วิชาเอกการมัธยมศึกษา
ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

..... คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
(ศาสตราจารย์ ดร.เสริมศักดิ์ วิศาลาภรณ์)
วันที่ เดือน พ.ศ.

คณะกรรมการสอบปริญญานิพนธ์

..... ประธาน
(ดร.ณวีวรรณ เสวตมาลย์)

..... กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร.ชาญวิทย์ เทียมบุญประเสริฐ)

 กรรมการที่แต่งตั้งเพิ่มเติม
(รองศาสตราจารย์ ดร.สมชาย ชูชาติ)

..... กรรมการที่แต่งตั้งเพิ่มเติม
(อาจารย์ชัยศักดิ์ ลีลาจรัสกุล)

ประกาศคุณูปการ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จได้ด้วยดี ด้วยความกรุณาของ ดร.ณวิวรรณ เศวตมัลย์ รองศาสตราจารย์ ดร.ชาญวิทย์ เทียมบุญประเสริฐ รองศาสตราจารย์ ดร.สมชาย ชูชาติ และอาจารย์ ชัยศักดิ์ ลีลาจรัสกุล ที่ได้กรุณาให้คำปรึกษา แนะนำ แก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ ทำให้ผู้วิจัยสามารถ ดำเนินการทดลองตามแนวความคิดที่วางไว้ได้เสร็จสมบูรณ์ ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งในความกรุณา และ ขอกราบขอบพระคุณไว้เป็นอย่างสูง

ขอกราบขอบพระคุณ ดร.ณวิวรรณ เศวตมัลย์ รองศาสตราจารย์ ดร.ชาญวิทย์ เทียมบุญ ประเสริฐ อาจารย์ชัยศักดิ์ ลีลาจรัสกุล อาจารย์สนาน คุณประเสริฐ และอาจารย์รุจิเรข ปราชญากุล ที่กรุณาให้คำปรึกษา แนะนำและแก้ไขข้อบกพร่องในการสร้างแผนการสอน แบบฝึกทักษะและแบบ ทดสอบที่ใช้ในการทดลองครั้งนี้

ขอขอบพระคุณ ผู้อำนวยการโรงเรียนพุทธรังสีพิบูล คณะครู โดยเฉพาะอย่างยิ่งคณะครูใน หมวดคณิตศาสตร์ทุกท่าน และขอขอบใจนักเรียนโรงเรียนพุทธรังสีพิบูล อ.บ้านโพธิ์ จ.ฉะเชิงเทราทุกคน ที่ได้ให้ความร่วมมือและมีส่วนช่วยเหลือ ทำให้การทดลองครั้งนี้สำเร็จลุล่วงได้ ด้วยดี

ขอขอบคุณ อาจารย์ชำนาญ เปรมประเสริฐ และขอขอบใจ นางสาวภัทราพร เปรมประเสริฐ เด็กหญิงอรรณี เปรมประเสริฐและเพื่อนๆ วิชาเอกการมัธยมศึกษาทุกคน ที่ได้เป็น กำลังใจ ให้ความช่วยเหลือด้วยความปรารถนาดีตลอดมา

คุณค่าและประโยชน์อันพึงมีของปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ ขอมอบเป็นเครื่องบูชาพระคุณของ บิดา มารดา ครูอาจารย์ และผู้มีพระคุณทุกท่าน ที่ได้อบรม สั่งสอนให้การศึกษาแก่ผู้วิจัย ด้วยความ กตัญญูและความเคารพอย่างสูงสุดตลอดไป

พัชรินทร์ เปรมประเสริฐ

สารบัญ

บทที่		หน้า
1	บทนำ.....	1
	ภูมิหลัง.....	1
	จุดมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า.....	4
	ความสำคัญของการศึกษาค้นคว้า.....	4
	ขอบเขตของการศึกษาค้นคว้า.....	4
	ประชากรและกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า.....	4
	เนื้อหาที่ใช้ในการทดลอง.....	5
	ตัวแปรที่จะศึกษา.....	5
	นิยามศัพท์เฉพาะ.....	6
	สมมติฐานในการศึกษาค้นคว้า.....	9
2	เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	11
	เอกสารที่เกี่ยวกับการสอนโดยเน้นกระบวนการคณิตศาสตร์.....	12
	ความหมายของกระบวนการ และทักษะกระบวนการ.....	12
	กระบวนการที่สอดคล้องกับวิชาคณิตศาสตร์.....	15
	หลักการที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการที่สอดคล้องกับวิชาคณิตศาสตร์.....	18
	กระบวนการสร้างความคิดรวบยอด.....	18
	เอกสารที่เกี่ยวกับการฝึกทักษะ.....	27
	กระบวนการสร้างทักษะการคิดคำนวณ.....	32
	กระบวนการสร้างทักษะการแก้โจทย์ปัญหา.....	35
	งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสอนโดยเน้นกระบวนการคณิตศาสตร์.....	51
	งานวิจัยต่างประเทศ.....	51
	งานวิจัยในประเทศ.....	52
	เอกสารที่เกี่ยวข้องกับการคิดและการคิดอย่างมีเหตุผล.....	55
	ทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญา.....	55
	ความหมายของการคิดและการคิดอย่างมีเหตุผล.....	55
	ความหมายของการคิด.....	55
	ความหมายของการคิดอย่างมีเหตุผล.....	57
	แนวทางพัฒนาความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผล.....	62
	งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการคิดและการคิดอย่างมีเหตุผล.....	62

สารบัญ (ต่อ)

บทที่		หน้า
2(ต่อ)	งานวิจัยต่างประเทศ.....	62
	งานวิจัยในประเทศ.....	63
3	วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า.....	65
	การกำหนดกลุ่มประชากร และการเลือกกลุ่มตัวอย่าง.....	65
	เนื้อหาที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า.....	66
	ระยะเวลาที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า.....	66
	ตัวแปรที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า.....	66
	แบบแผนที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า.....	67
	เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า.....	67
	วิธีดำเนินการรวบรวมข้อมูล.....	72
	สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล.....	72
4	ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	76
	สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล.....	76
	การวิเคราะห์ข้อมูล.....	76
5	สรุปอภิปรายผลและข้อเสนอแนะ.....	83
	ความมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า.....	83
	สมมติฐานในการศึกษาค้นคว้า.....	83
	วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า.....	83
	กลุ่มตัวอย่าง.....	83
	เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า.....	84
	วิธีดำเนินการทดลอง.....	84
	ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	85
	การอภิปรายผล.....	86
	ข้อสังเกตจากการทดลอง.....	92
	ข้อเสนอแนะ.....	93
	บรรณานุกรม.....	95

สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
ภาคผนวก.....	106
ประวัติย่อผู้วิจัย.....	229

บัญชีตาราง

ตาราง	หน้า
1 กระบวนการ และขั้นตอนของกระบวนการ.....	12
2 ขั้นตอนของกระบวนการ และพฤติกรรมที่ระบุ.....	16
3 การเปรียบเทียบการคิดอย่างมีเหตุผลของเด็กในชั้นปฏิบัติการด้วยรูปธรรม และชั้นปฏิบัติการด้วยนามธรรม.....	58
4 การแบ่งกลุ่มตัวอย่างทั้งสองกลุ่มตามระดับความสามารถ ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์.....	66
5 แบบแผนการทดลองแบบ Randomized Control Group Pretest- Posttest Design.....	67
6 ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม.....	77
7 ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ของนักเรียน ที่มีระดับความสามารถทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์สูง กลุ่มทดลองและกลุ่ม ควบคุม.....	78
8 ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ของนักเรียน ที่มีระดับความสามารถทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ปานกลาง กลุ่มทดลองและ กลุ่มควบคุม.....	78
9 ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ของนักเรียน ที่มีระดับความสามารถทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ต่ำ กลุ่มทดลองและกลุ่ม ควบคุม.....	79
10 ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบ ความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผลของนักเรียน กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม.....	80
11 ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบ ความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผล ของนักเรียน ที่มีระดับความสามารถทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์สูง กลุ่มทดลองและกลุ่ม ควบคุม.....	80
12 ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบ ความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผล ของนักเรียน ที่มีระดับความสามารถทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ปานกลาง กลุ่มทดลองและ กลุ่มควบคุม.....	81
13 ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบ ความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผล ของนักเรียน ที่มีระดับความสามารถทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ต่ำ กลุ่มทดลองและ กลุ่มควบคุม.....	82

บัญชีตาราง (ต่อ)

ตาราง		หน้า
14	ค่าความยาก (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์.....	108
15	ค่าความยาก (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผล (ชุดที่1 จำแนกประเภท)	108
16	ค่าความยาก (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผล (ชุดที่2 อุปมา-อุปมัย)	109
17	ค่าความยาก (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผล (ชุดที่3 อนุกรมสัมพันธ์)	109
18	ค่าความยาก (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผล (ชุดที่4 สรุปอ้างอิง)	110
19	ค่า p ค่า q และค่า pq ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์.....	111
20	ค่า p ค่า q และค่า pq ของแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผล ชุดที่ 1 จำแนกประเภท.....	112
21	ค่า p ค่า q และค่า pq ของแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผล ชุดที่ 2 อุปมา - อุปมัย.....	113
22	ค่า p ค่า q และค่า pq ของแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผลชุดที่ 3 อนุกรมสัมพันธ์.....	114
23	ค่า p ค่า q และค่า pq ของแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผลชุดที่ 4 สรุปอ้างอิง.....	115
24	คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ Pretest และ Posttest ของกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุม	116
25	คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ Pretest และ Posttest ของนักเรียนที่มีระดับความสามารถทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์สูง กลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุม	118
26	คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ Pretest และ Posttest ของนักเรียนที่มีระดับความสามารถทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ปานกลาง กลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุม.....	120

บัญชีตาราง (ต่อ)

ตาราง		หน้า
27	คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ Pretest และ Posttest ของนักเรียนที่มีระดับความสามารถทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ต่ำ กลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุม.....	122
28	คะแนนความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผล Pretest และ Posttest ของกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุม.....	124
29	คะแนนความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผล Pretest และ Posttest ของนักเรียนที่มีระดับความสามารถทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์สูง กลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุม.....	126
30	คะแนนความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผล Pretest และ Posttest ของนักเรียนที่มีระดับความสามารถทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ปานกลาง กลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุม.....	128
31	คะแนนความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผล Pretest และ Posttest ของนักเรียนที่มีระดับความสามารถทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ต่ำ กลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุม.....	130

บัญชีภาพประกอบ

ภาพประกอบ	หน้า
1 ลำดับชั้นการสอนเพื่อให้เกิดความคิดรวบยอด.....	23
2 กระบวนการสร้างความคิดรวบยอด	25
3 องค์ประกอบที่สัมพันธ์กันของการสอนคณิตศาสตร์.....	26
4 ขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้การสอนตามกระบวนการสร้างทักษะ การคิดคำนวณ.....	34
5 แนวการจัดกิจกรรมการเรียนรู้การสอน ตามกระบวนการสร้างทักษะ การแก้โจทย์ปัญหา.....	46
6 ขั้นตอนการสอนแบบกระบวนการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์.....	50
7 ลำดับชั้นของการคิด.....	56
8 ขั้นตอนการเขียนแผนการสอน โดยเน้นกระบวนการคณิตศาสตร์.....	69

บทที่ 1

บทนำ

ภูมิหลัง

การศึกษาในระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นเป็นการศึกษาที่มุ่งให้ผู้เรียนพัฒนาคุณภาพชีวิตและการศึกษาต่อ ให้สามารถเลือกแนวทางที่จะทำประโยชน์ให้กับสังคมตามบทบาทและหน้าที่ของตน โดยให้ผู้เรียนมีความรู้และทักษะเพียงพอที่จะเลือกและตัดสินใจประกอบอาชีพ ซึ่งคณิตศาสตร์เป็นวิชาที่มีความสำคัญวิชาหนึ่งในหลักสูตรการศึกษาของไทย ดังจะเห็นได้จาก หลักสูตรมัธยมศึกษาตอนต้น พุทธศักราช 2521 (ฉบับปรับปรุง. พ.ศ. 2533) ได้จัดรายวิชาคณิตศาสตร์เป็นวิชาแกนบังคับที่นักเรียนในระดับมัธยมศึกษาตอนต้นทุกคน ยกเว้น ม.3 ต้องเรียน (หลักสูตรมัธยมศึกษาตอนต้น. 2535 : 4) นอกจากนี้ การศึกษาวิชาคณิตศาสตร์ยังเป็นกระบวนการพัฒนาความคิดของผู้เรียนช่วยฝึกให้ผู้เรียนคิดเป็นขั้นตอนอย่างละเอียดถี่ถ้วน ฝึกการใช้เหตุผลเพื่อประกอบการตัดสินใจ ส่งผลให้กระบวนการคิด และปฏิบัติ เป็นไปอย่างรวดเร็วถูกต้องแม่นยำ อีกทั้งยังเป็นกระบวนการที่สามารถตรวจสอบได้ ตามวิธีการทางวิทยาศาสตร์ เพราะมีระเบียบวิธีและหลักเกณฑ์ที่แน่นอนในการแก้ปัญหา (กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ. 2534 : 8) และเป็นเครื่องมือที่นำไปสู่ความเจริญก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี เศรษฐกิจและสังคม จนอาจกล่าวได้ว่า ความเจริญในวิทยาการทุกแขนงจำเป็นต้องอาศัยหลักการทางคณิตศาสตร์เป็นพื้นฐาน และคณิตศาสตร์ยังเป็นปัจจัยที่สำคัญในการพัฒนาคุณภาพมนุษย์ ซึ่งจะเป็นกำลังในการพัฒนาประเทศชาติให้เจริญก้าวหน้า ให้ทัดเทียมกับนานาอารยประเทศ ตามทิศทางและกระบวนการพัฒนาใหม่ของแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติฉบับที่ 8 ที่กำหนดให้คนเป็นศูนย์กลางหรือจุดมุ่งหมายหลักของการพัฒนา (บุญทัน อยู่ชมบุญ. 2529 : 1 ; กองโครงการสังคม 2540 : 1)

การจัดการศึกษาในอดีตที่ผ่านมาครูจะทำหน้าที่เป็นผู้ถ่ายทอดความรู้ นักเรียนทำหน้าที่เป็นผู้รับ (กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ. 2539 : บทนำ) การสอนของครูยังยึดหลักการแบบเก่าอยู่ คือเน้นการสอนแบบบรรยายและอภิปราย เข้มงวดกวัดขั้นจนผู้เรียนไม่กล้าแสดงความคิดเห็น (ประภาส มากมีทรัพย์. 2530 : 2 ; กรมวิชาการ 2534 : 31) ยึดเนื้อหาและหลักสูตรเป็นเกณฑ์ มุ่งเน้นการได้มาซึ่งคำตอบที่ถูกต้อง มากกว่าวิธีการคิดให้ได้มาซึ่งคำตอบนั้น ทำให้นักเรียนไม่มีโอกาสได้พัฒนากระบวนการคิด และศักยภาพทางสมองเท่าที่ควร (ประทีป โกมลมาศ. 2536 : 13 - 14) ดังจะเห็นได้จากการประเมินคุณภาพการศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ปีการศึกษา 2538 ผลการประเมินในด้านความเข้าใจในหลักการทางคณิตศาสตร์ และการคิดคำนวณระดับประเทศ เฉลี่ยร้อยละ 33.65 และผลการประเมินนักเรียนระดับคุณภาพพบว่ายังมีนักเรียนอยู่ในระดับที่ควรปรับปรุงสูงถึงร้อยละ 47.33 (กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ. 2540 : 9 , 41) ซึ่งนับว่าเป็นปัญหาและมีผลกระทบต่อการพัฒนาประเทศเป็นอย่างยิ่ง

จากการปรับปรุงหลักสูตรใหม่ เป็นหลักสูตรที่เน้นกระบวนการมากกว่าเนื้อหา เพื่อให้สอดคล้องกับความเจริญก้าวหน้าทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ซึ่งจะทำให้เด็กรุ่นใหม่รับรู้ความเจริญก้าวหน้าได้ทันการณ์ การที่เด็กจะรับรู้จากตำราที่ผู้สอนจัดเตรียมให้เพียงอย่างเดียวไม่เพียงพอ เด็กจำเป็นต้องไขว่คว้าหาความรู้จากสังคมภายนอกด้วยตนเองเป็นอันมาก และวิธีหนึ่งที่จะช่วยให้เด็กเรียนรู้จากสังคมภายนอกด้วยตนเองได้ นั่นคือการฝึกเด็กให้รู้จักใช้กระบวนการต่างๆในการเรียนรู้ ซึ่งนับเป็นยุทธวิธีการสอนที่แตกต่างไปจากเดิม (ศรีจันทร์ พันธุ์พานิช. 2538 : 74) แต่การจัดการเรียนรู้การสอนที่เป็นจุดเน้นของหลักสูตร คือการสอนที่เน้นกระบวนการ การสอนที่เน้นนักเรียนเป็นศูนย์กลาง และการใช้กระบวนการกลุ่มนั้น ผลการประเมินคุณภาพการศึกษา 2536 ระบุว่า มีโรงเรียนจัดกิจกรรมการเรียนการสอนในเรื่องดังกล่าวได้ดี เพียงร้อยละ 40 เท่านั้น (กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ 2536 : 92) และจากการศึกษารายงานการดำเนินงานโครงการอบรมครูของกรมสามัญศึกษา (2535) ระบุว่าครูส่วนใหญ่ยังมีความรู้ ความเข้าใจไม่ชัดเจน เกี่ยวกับความคิดรวบยอดของกระบวนการ และวิธีจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่เน้นกระบวนการ ซึ่งรัชนี ตั้งบริบูรณ์ (2536 : 56) ได้ศึกษาพฤติกรรมที่สอนเน้นกระบวนการตามที่คาดหวังและปฏิบัติจริงของครู ที่สอนระดับมัธยมศึกษาในโรงเรียนนาร่องขยายโอกาสทางการศึกษาภาคบังคับ ในเขตการศึกษา 9 พบว่า ครูผู้สอนมีปัญหาในการจัดการเรียนการสอนที่เน้นกระบวนการดังนี้คือ ครูไม่เข้าใจในการจัดการเรียนการสอนที่เน้นกระบวนการ ไม่เคยผ่านการอบรมในการจัดการเรียนการสอนที่เน้นกระบวนการ มีการสอนมาก ทำให้ไม่มีเวลาและสับสนในการเตรียมการสอนแบบเน้นกระบวนการ ไม่สามารถจัดกิจกรรมการเรียนการสอน ที่เน้นกระบวนการได้ทุกขั้นตอน และได้รับการนิเทศน้อย

อย่างไรก็ตามหน่วยศึกษานิเทศก์ กรมสามัญศึกษา กระทรวงศึกษาธิการได้พิจารณาแล้วเห็นว่า การสอนโดยเน้นกระบวนการจะสามารถพัฒนาผู้เรียนให้เป็นผู้มีทักษะกระบวนการดังกล่าวข้างต้นได้ สำหรับกระบวนการที่นำมาใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน วิชาคณิตศาสตร์อย่างเด่นชัดได้แก่ กระบวนการสร้างความคิดรวบยอด กระบวนการสร้างทักษะการคิดคำนวณ และกระบวนการสร้างทักษะการแก้โจทย์ปัญหา ส่วนกระบวนการอื่นๆจะเป็นส่วนช่วยในการจัดกิจกรรมให้นักเรียนเกิดคุณลักษณะตามเป้าหมายของหลักสูตร (หน่วยศึกษานิเทศก์ กระทรวงศึกษาธิการ. ม.ป.ป. : 35 - 36)

นอกจากนี้จุดประสงค์ของหลักสูตรวิชาคณิตศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น พุทธศักราช 2521 (ฉบับปรับปรุง. พ.ศ. 2533) ได้กำหนดให้ผู้เรียนมีความรู้ความเข้าใจในวิชาคณิตศาสตร์ สามารถคิดอย่างมีเหตุผลและใช้เหตุผลในการแสดงความคิดเห็น อย่างมีระเบียบชัดเจนและรัดกุม มีทักษะในการคิดคำนวณ สามารถนำความรู้ ความเข้าใจ และทักษะทางคณิตศาสตร์ไปใช้ในชีวิตประจำวันและเป็นพื้นฐานในการศึกษาวิชาอื่นๆที่อาศัยคณิตศาสตร์ (กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ. 2535 : 3) ซึ่งแต่เดิมการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนก็เป็นไปในลักษณะที่ครูเป็นผู้ป้อนความรู้ให้แก่นักเรียนโดยตรง ไม่ได้สอนให้คิดอย่างมีเหตุผล ทำให้นักเรียนขาดความสามารถในการใช้เหตุผล เมื่อสำเร็จการศึกษาไปจากโรงเรียนแล้วทำให้ไม่ประสบความสำเร็จในชีวิตเท่าที่ควร ทั้งในด้านการงานหรือการดำรงชีวิตประจำวัน ทั้งนี้เพราะการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วและเทคโนโลยีนั้น ต่างก็ต้องการความสามารถในด้านการใช้เหตุผลเป็นพื้นฐาน ของการแสวงหาความรู้

ใหม่ๆที่สอดคล้องกับการเปลี่ยนแปลงดังกล่าว (สมเจตน์ ไวยากรณ์. 2530 : 6) กระทรวงศึกษาธิการ ได้เล็งเห็นความสำคัญ ของการพัฒนาความสามารถในด้านการคิด จึงเสนอให้ใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ มาใช้เป็นวิธีสอนการคิดควบคู่ไปกับการสอนเนื้อหาวิชา โดยเชื่อว่าวิธีสอนตามรูปแบบนี้จะ ส่งเสริมให้นักเรียนรู้จักคิดโดยใช้เหตุผลประกอบกิจกรรมต่างๆ ซึ่งจะช่วยให้นักเรียนคิดเป็น ทำเป็น และแก้ปัญหาเป็น อันเป็นจุดมุ่งหมายของหลักสูตรทุกระดับ (กรมวิชาการ. 2525 : 265 - 268) ซึ่งเป็นสิ่งที่สามารถทำได้ในเชิงปฏิบัติ ดังที่เลวิน (Levin. 1980 : 211 - 213) ได้ทำการสรุปเกี่ยวกับข้อค้นพบในการวิจัยว่า ถ้ามีการวางแผนและกำหนดงานสำหรับการฝึกที่ดี หรือเหมาะสมเพียงพอ จะช่วยพัฒนาความสามารถผู้เรียน เกี่ยวกับการนำความรู้ที่ได้รับไปประยุกต์ใช้ ในการแก้ปัญหาในสถานการณ์ใหม่ๆ และยังได้เน้นอีกว่า นักเรียนทุกคนสามารถบรรลุเป้าหมายการพัฒนากระบวนการทางสมองในระดับสูง คือความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผลได้ ถ้าหากว่ามีเงื่อนไขการเรียนรู้ที่ดีพอ หรือถ้ากระบวนการเรียนการสอนเหมาะสม และมีประสิทธิภาพสำหรับพฤติกรรมในแต่ละจุดมุ่งหมายนั้นๆ ไม่ว่าจะมียุทธวิธีปัญหาหรือความถนัดอยู่ในระดับใดก็ตาม

สรุปได้ว่า การจัดการกระบวนการเรียนการสอนเป็นปัจจัยที่มีความสำคัญอย่างยิ่ง สามารถส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผลของนักเรียนได้ ครูซึ่งนับว่าเป็นตัวแปรที่สำคัญในการสอนนั้นจะต้องมีความรู้ ความเข้าใจเกี่ยวกับหลักการและวิธีสอนที่ดีสอดคล้องจิตวิทยา เทคโนโลยีและนวัตกรรมทางการเรียนการสอน เพื่อนำมาจัดการเรียนการสอนให้ดำเนินไปอย่างมีประสิทธิภาพ และบรรลุผลสมดังเจตนารมณ์ของการจัดการศึกษา การสอนที่จะนำไปสู่ผลสำเร็จตามจุดมุ่งหมายที่วางไว้นั้น ครูผู้สอนควรใช้วิธีการสอนหลายรูปแบบ เพราะการสอนแต่ละครั้งย่อมมีปัจจัยหรือสภาพการณ์ที่ต่างกัน เพื่อให้การสอนเหมาะสมกับสถานการณ์แต่ละครั้ง ครูผู้สอนจะต้องเตรียมการสอนมาล่วงหน้าอย่างดี และพร้อมเสมอที่จะปรับหรือยืดหยุ่นได้ตามเหตุการณ์ในห้องเรียนขณะนั้น (ศรีจันทร์ พันธุ์พานิช 2538 : 72) รวมทั้งความสามารถในการใช้เหตุผล หรือรู้จักคิดอย่างมีเหตุผล ต้องพยายามสอน หรือปลูกฝังควบคู่ไปกับการให้ความรู้ตามเนื้อหาวิชา จึงจะช่วยให้ผู้เรียนมีพัฒนาการตามเป้าหมายการจัดการศึกษาที่กำหนดให้ (สมเจตน์ ไวยากรณ์. 2530 : 3) เนื่องจากการสอนโดยเน้นกระบวนการคณิตศาสตร์มีกระบวนการและ ขั้นตอนในแต่ละกระบวนการ เป็นแนวทางในการจัดการเรียนการสอน ที่สามารถยืดหยุ่นได้อย่างเหมาะสมกับจุดประสงค์เนื้อหาและสถานการณ์ ตามหัวข้อเรื่องที่จะดำเนินกิจกรรมการเรียนการสอน ซึ่งผู้วิจัยเชื่อว่าจะทำให้การเรียนรู้ด้านผลสัมฤทธิ์ของนักเรียนดีขึ้น อีกทั้งยังมีแนวทางส่งเสริมการคิดอย่างมีเหตุผลของผู้เรียนด้วย จึงทำให้ผู้วิจัยสนใจที่จะศึกษาการสอนโดยเน้นกระบวนการคณิตศาสตร์ กับการสอนตามคู่มือครูของ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท). ว่าจะทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ และการคิดอย่างมีเหตุผลของนักเรียนแตกต่างกันหรือไม่ เพื่อเป็นแนวทางในการจัดการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์ ให้บรรลุจุดมุ่งหมายของหลักสูตรอย่างมีประสิทธิภาพต่อไป

จุดมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า

1. เพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยเน้นกระบวนการคณิตศาสตร์ กับการสอนตามคู่มือครู
2. เพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยเน้นกระบวนการคณิตศาสตร์ กับการสอนตามคู่มือครูจำแนกตามระดับความสามารถ
3. เพื่อศึกษาความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผล ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยเน้นกระบวนการคณิตศาสตร์ กับการสอนตามคู่มือครู
4. เพื่อศึกษาความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผล ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยเน้นกระบวนการคณิตศาสตร์ กับการสอนตามคู่มือครูจำแนกตามระดับความสามารถ

ความสำคัญของการศึกษาค้นคว้า

ผลของการศึกษานี้ จะเป็นแนวทางในการพัฒนาการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์ ด้วยวิธีสอนโดยเน้นกระบวนการคณิตศาสตร์ ทำให้ได้ตัวอย่างและแนวทางในการจัดทำแบบฝึกทักษะที่เน้นขั้นตอนตามกระบวนการ รวมทั้งการจัดกิจกรรมที่สอดคล้องกับขั้นตอนของกระบวนการคณิตศาสตร์ อันจะเป็นประโยชน์ต่อครูผู้สอน ได้มีแนวทางในการส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ และพัฒนาความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผลของนักเรียน ให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น

ขอบเขตของการศึกษาค้นคว้า

ประชากรและกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า

ประชากร

ประชากรเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2541 ของโรงเรียนพุทธิรังสីพินุล ต.ลาดขวาง อ.บ้านโพธิ์ จ.ฉะเชิงเทรา ซึ่งจัดแบ่งนักเรียนแบบละความสามารถทางการเรียนด้วยคะแนนรวมของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ภาษาอังกฤษ และภาษาไทยจำนวน 9 ห้องเรียน รวมทั้งสิ้น 369 คน

กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่าง เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2541 ของโรงเรียนพุทธิรังสီพินุล ต.ลาดขวาง อ.บ้านโพธิ์ จ.ฉะเชิงเทรา ซึ่งได้มาจากการสุ่มอย่างง่าย (Simple Random Sampling) โดยใช้ห้องเรียนเป็นหน่วยในการคัดเลือก จำนวน 2 ห้องเรียน นักเรียน 82 คน แบ่งเป็น 2 กลุ่มคือ

กลุ่มทดลอง 41 คน ได้รับการสอนโดยเน้นกระบวนการคณิตศาสตร์

กลุ่มควบคุม 41 คน ได้รับการสอนตามคู่มือครู

ผู้วิจัยดำเนินการสอนเองทั้ง 2 กลุ่ม

แบ่งกลุ่มตัวอย่างทั้ง 2 กลุ่มตามระดับความสามารถทางการเรียนวิชา

คณิตศาสตร์ ค 102 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2540 เป็น 3 กลุ่ม คือ กลุ่มที่มีระดับความสามารถสูง ปานกลาง และต่ำ ด้วยตำแหน่งเปอร์เซ็นต์ไทล์ดังนี้

ระดับความสามารถสูง หมายถึง นักเรียนที่ได้คะแนนตั้งแต่เปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 75 ขึ้นไป

ระดับความสามารถปานกลาง หมายถึง นักเรียนที่ได้คะแนนระหว่างเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 25 กับ 75

ระดับความสามารถต่ำ หมายถึง นักเรียนที่ได้คะแนนตั้งแต่เปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 25 ลงมา

เนื้อหาที่ใช้ในการทดลอง

เนื้อหาที่ใช้ในการทดลอง เป็นเนื้อหาในวิชาคณิตศาสตร์ รายวิชา ค 203 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ตามหลักสูตรมัธยมศึกษาตอนต้น พุทธศักราช 2521 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2533)

ของกระทรวงศึกษาธิการ ที่จัดทำโดยสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.)

เรื่องเศษส่วนและทศนิยม จำนวน 16 คาบ มีรายละเอียดดังนี้

1. เศษส่วน 1 คาบ
2. การเปรียบเทียบเศษส่วน 1 คาบ
3. การบวกและการลบเศษส่วน 4 คาบ
4. การคูณและการหารเศษส่วน 4 คาบ
5. เศษส่วนกับทศนิยม 1 คาบ
6. การเปรียบเทียบทศนิยม 1 คาบ
7. การบวกลบคูณหารทศนิยม 4 คาบ

ระยะเวลาที่ใช้ในการทดลอง

ดำเนินการทดลองในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2541 ทำการทดลองกลุ่มละ 18 คาบ คาบเรียนละ 50 นาที โดยทดสอบก่อนเรียน 1 คาบ ดำเนินการสอนเนื้อหาวิชา 16 คาบ และทดสอบหลังเรียน 1 คาบ

ตัวแปรที่จะศึกษา

1. ตัวแปรอิสระ ได้แก่การสอน 2 แบบคือ
 - 1.1 การสอนโดยเน้นกระบวนการคณิตศาสตร์มี 3 กระบวนการ คือ
 - 1.1.1 กระบวนการสร้างความคิดรวบยอด
 - 1.1.2 กระบวนการสร้างทักษะการคิดคำนวณ
 - 1.1.3 กระบวนการสร้างทักษะการแก้โจทย์ปัญหา
 - 1.2 การสอนตามคู่มือครู

2. ตัวแปรตาม ได้แก่

2.1 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์

2.2 ความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผล

นิยามศัพท์เฉพาะ

กระบวนการคณิตศาสตร์

หมายถึง กระบวนการที่นำมาใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ ซึ่งประกอบด้วย 3 กระบวนการ คือ กระบวนการสร้างความคิดรวบยอด กระบวนการสร้างทักษะการคิดคำนวณ และกระบวนการสร้างทักษะการแก้โจทย์ปัญหา แต่ละกระบวนการ มีขั้นตอนดังนี้

1. กระบวนการสร้างความคิดรวบยอด

1.1 สังเกต

1.2 จำแนกความแตกต่าง

1.3 หาลักษณะร่วม

1.4 สรุปลักษณะร่วมเป็นความคิดรวบยอด

1.5 ทดสอบและฝึกฝนการนำไปใช้

2. กระบวนการสร้างทักษะการคิดคำนวณ

2.1 ตรวจสอบความคิดรวบยอด

2.2 สรุปเป็นกฎ

2.3 ฝึกการใช้กฎใหม่

2.4 ปรับปรุงแก้ไข

3. กระบวนการสร้างทักษะการแก้โจทย์ปัญหา

3.1 แปลงโจทย์เชิงภาษา เป็นประโยคสัญลักษณ์คณิตศาสตร์

3.2 วางแผนขั้นตอน

3.3 ปฏิบัติขั้นตอน

3.4 ตรวจสอบคำตอบ

การสอนโดยเน้นกระบวนการคณิตศาสตร์

หมายถึง การสอนที่ครูเป็นผู้ดำเนินการตามแผนการสอนที่ครูสร้างขึ้น ด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนในแต่ละขั้นตอนให้เน้นกระบวนการที่สอดคล้องกับวิชาคณิตศาสตร์ โดยพิจารณาให้เหมาะสมกับจุดประสงค์การเรียนรู้ในแต่ละเรื่อง มีขั้นตอนดังนี้

1. ขั้นแจ้งจุดประสงค์การเรียนรู้ แจ้งจุดประสงค์การเรียนรู้ และกระบวนการที่สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ ที่จะใช้ดำเนินกิจกรรมในแต่ละเรื่อง

2. ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน ใช้เทคนิคดำเนินกิจกรรมนำเข้าสู่บทเรียน โดยพิจารณาวิธีการที่เหมาะสมกับจุดประสงค์การเรียนรู้และกระบวนการตามข้อ 1 เพื่อสร้างความสนใจ ในการวิจัยครั้งนี้ ใช้วิธีการนำไปสู่บทเรียนดังนี้

2.1 สนทนาซักถาม

2.2 ทบทวนบทเรียนให้สัมพันธ์กับบทเรียนใหม่

2.3 ใช้สื่อนำเข้าสู่บทเรียน ประกอบด้วย

2.3.1 แผ่นโปสเตอร์

2.3.2 สื่อที่เป็นวัสดุของจริงที่เหมาะสม

2.3.3 สื่อที่ประดิษฐ์ขึ้น

2.4 การทนายปัญหา

2.5 ปริศนาคณิตศาสตร์

2.6 เกมคณิตศาสตร์

2.7 ภาพการ์ตูน

3. ขั้นตอนกิจกรรมการเรียนการสอน ดำเนินกิจกรรมการเรียนการสอนโดยเน้นกระบวนการคณิตศาสตร์ เพื่อให้นักเรียนแสดงพฤติกรรม(ตัวบ่งชี้)ที่พึงประสงค์ เรียงตามลำดับจนครบขั้นตอนของกระบวนการที่เลือกใช้ ตามที่ได้วิเคราะห์แล้วว่าเหมาะสมกับจุดประสงค์ในแต่ละเรื่องตามข้อ 1 ทั้งนี้อยู่บนพื้นฐานของการเรียนการสอนที่ยึดผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง กิจกรรมที่ใช้ดำเนินการในครั้งนี้ นอกจากการสอนเป็นกลุ่มใหญ่ (Large Group Instruction) เพื่อให้ผู้เรียนรู้เรื่องเดียวกันแล้ว ยังใช้กิจกรรมดังนี้คือ

3.1 การฝึกทักษะ โดยใช้ชุดฝึกทักษะที่เน้นกระบวนการคณิตศาสตร์ ทั้งการฝึกทักษะเป็นรายบุคคล และการฝึกทักษะเป็นกลุ่มย่อย

3.2. การปฏิบัติกิจกรรมภายในห้องเรียน

3.3 การปฏิบัติกิจกรรมภายนอกห้องเรียน

ชุดฝึกทักษะและกิจกรรมทุกกิจกรรมดำเนินการตามขั้นตอน ของกระบวนการคณิตศาสตร์

4. ขั้นสรุป นักเรียนช่วยกันสรุปตามความเข้าใจของตนเองอย่างอิสระ โดยครูเป็นผู้ช่วยแนะแนวทาง เพื่อให้นักเรียนเกิดมโนคติ และหลักการที่ถูกต้องชัดเจน

5. ขั้นการประเมินผล

5.1 สังเกตจากพฤติกรรมของนักเรียนขณะร่วมปฏิบัติกิจกรรม

5.2 จากการทำแบบฝึกหัด

5.3 จากการทำแบบฝึกทักษะ

การสอนตามคู่มือครู

หมายถึง การสอนที่ผู้วิจัยทำการสอนโดยยึดแนวการสอนตามคู่มือครู มีขั้นตอนดังนี้

1. ขั้นแจ้งจุดประสงค์ของการเรียนรู้ ครูเป็นผู้แจ้งจุดประสงค์การเรียนรู้

2. ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน โดยการอภิปรายซักถาม เพื่อสร้างความสนใจ และทบทวนความรู้เดิมเป็นพื้นฐานแก่นักเรียน

3. ขั้นดำเนินกิจกรรมการเรียน ครูสอนเนื้อหาด้วยวิธีต่างๆ มีการอภิปรายซักถาม การเลือกวิธีสอนและการใช้สื่อที่สอดคล้องเหมาะสม

4. ขั้นสรุป โดยให้นักเรียนสรุป ครูสรุปให้ หรือทั้งครูและนักเรียนช่วยกันสรุป

5. ขั้นการวัดและการประเมินผล วัดและประเมินผล จากการสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนขณะปฏิบัติกิจกรรม การตอบคำถาม การทำแบบฝึกหัด

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์

หมายถึง ความสามารถของนักเรียนในการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ ซึ่งวัดได้จากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องเศษส่วนและทศนิยม ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นตามตารางวิเคราะห์หลักสูตรซึ่งสอดคล้องกับ จุดประสงค์การเรียนรู้และพฤติกรรมที่พึงประสงค์ด้านสติปัญญา (Cognitive Domain) ในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ตามที่ วิลสัน (Wilson. 1971 : 643 - 685) จำแนกไว้ 4 ระดับ คือ

1. ความรู้ ความจำด้านการคิดคำนวณ (Computation) ซึ่งประกอบด้วยความรู้ความจำเกี่ยวกับข้อเท็จจริง ความรู้ความจำเกี่ยวกับศัพท์เฉพาะ นิยาม และความสามารถในการใช้กระบวนการคิดคำนวณตามลำดับขั้นตอนที่เคยเรียนรู้มาแล้ว
2. ความเข้าใจ (Comprehension) ประกอบด้วยความเข้าใจเกี่ยวกับมโนคติ ความเข้าใจเกี่ยวกับโครงสร้างทางคณิตศาสตร์ ความสามารถในการเปลี่ยนโจทย์ปัญหาจากแบบหนึ่งไปเป็นอีกแบบหนึ่ง ความสามารถในการติดตามแนวของเหตุผล และความสามารถในการอ่าน และตีความโจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์
3. การนำไปใช้ (Application) ประกอบด้วยความสามารถในการแก้ปัญหาที่คล้ายกับปัญหาที่ประสมอยู่ในระหว่างเรียน ความสามารถในการเปรียบเทียบ ความสามารถในการวิเคราะห์ข้อมูล และความสามารถในการมองเห็นแบบลักษณะโครงสร้างที่เหมือนกัน
4. การวิเคราะห์ (Analysis) ประกอบด้วยความสามารถในการแก้ปัญหาที่ไม่เคยประสมมาก่อน ซึ่งเป็นปัญหาที่ซับซ้อนไม่มีในแบบฝึกหัดหรือตัวอย่าง แต่อยู่ในขอบข่ายของเนื้อหาวิชาที่เรียน และความสามารถในการค้นหาความสัมพันธ์ โดยการจัดส่วนต่างๆที่โจทย์กำหนดให้ใหม่เพื่อใช้ในการแก้ปัญหา

การคิดอย่างมีเหตุผล

หมายถึง การกระทำที่เป็นกระบวนการทางสมองในอันที่จะลงความเห็นเกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างข้อเท็จจริงหรือปรากฏการณ์ และสามารถสรุปผลจากเหตุได้ การคิดอย่างมีเหตุผลสามารถแยกออกได้ดังนี้ (สมเจตน์ ไวยากรณ์ 2530 : 20 ; อ้างอิงมาจาก Nickerson. 1984)

1. การคิดอย่างมีเหตุผลในการจำแนกรายละเอียดและกำหนดสิ่งที่เป็นปัญหาได้เป็นอย่างดี เช่นเดียวกับความสามารถในการกำหนดเป้าหมาย และประเมินวิธีการในการแก้ปัญหา
2. การคิดอย่างมีเหตุผลในการรู้จักและเลือกใช้เหตุผลแบบอนุมาน และอุปมาน และรู้จักความไม่ถูกต้องของเหตุผล
3. การคิดอย่างมีเหตุผลในการลงข้อสรุปอย่างมีเหตุผล จากข้อมูลที่ได้จากแหล่งต่างๆ เช่น จากข้อเขียน คำพูด ตาราง หรือรูปภาพและสามารถโต้ตอบผู้อื่นได้อย่างมีเหตุผล
4. การคิดอย่างมีเหตุผลในการเข้าใจ การสร้าง และการใช้ความคิดรวบยอดตลอดจนการขยายความคิดอย่างกว้างขวาง
5. การคิดอย่างมีเหตุผลในการจำแนกความจริง และความคิดเห็น

การวัดความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผลในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยวัดโดยใช้แบบทดสอบที่ผู้วิจัยดำเนินการปรับปรุง จากแบบทดสอบที่ สุกนันท์ เสถียรศรี (2536 : 180 - 201) สร้างขึ้นสำหรับวัดความถนัดทางการคิดอย่างมีเหตุผลตามทฤษฎีองค์ประกอบพื้นฐานทางสมอง (Primary Mental Ability) ของเทอร์สโตน (LL.Thurstone) 4 ลักษณะ คือ ทักษะพื้นฐานด้านการจำแนกประเภท (Classification) การอุปมา-อุปมัย (Analogy) อนุกรมสัมพันธ์ (Matrices) และการสรุปอ้างอิง (Inference) ซึ่งความถนัดทางการเรียนทั้ง 4 ลักษณะดังกล่าวนี้ เป็นการวัดความสามารถด้านการคิดอย่างมีเหตุผลทั่วไป ตามทัศนะของนักจิตวิทยาส่วนใหญ่เช่น มาร์ซาโน และ อาร์เรดอนโด (Marzano and Arredondo.1986) สเตอร์นเบิร์ก (Sternberg.1984) นิคเคอร์สัน (Nickerson.1984) มอแรนเต้ และยูเรสกี (Morante and Uresky. 1984) ซึ่งมีความเห็นสอดคล้องว่าผู้ที่มีความสามารถด้านการคิดอย่างมีเหตุผลนั้น จะต้องเป็นผู้ที่มีความสามารถในการทำงาน หรือแก้ปัญหาที่ต้องใช้ทักษะการคิด ในด้านการจำแนกประเภท การอุปมา-อุปมัย อนุกรมสัมพันธ์ และการสรุปอ้างอิง

ระดับความสามารถ

ระดับความสามารถ หมายถึง ระดับความสามารถทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียน โดยวัดจากผลการสอบวิชาคณิตศาสตร์ ค 102 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2540 เป็นเกณฑ์ แบ่งเป็น 3 ระดับคือ

1. ระดับความสามารถทางการเรียนสูง หมายถึง นักเรียนที่ได้คะแนนตั้งแต่เปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 75 ขึ้นไป
2. ระดับความสามารถทางการเรียนปานกลาง หมายถึง นักเรียนที่ได้คะแนนระหว่างเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 25 กับ 75
3. ระดับความสามารถทางการเรียนต่ำ หมายถึง นักเรียนที่ได้คะแนนตั้งแต่เปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 25 ลงมา

สมมติฐานในการศึกษาค้นคว้า

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยเน้นกระบวนการคณิตศาสตร์ กับการสอนตามคู่มือครูแตกต่างกัน
2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยเน้น กระบวนการคณิตศาสตร์ กับการสอนตามคู่มือครูจำแนกตามระดับความสามารถแตกต่างกัน
3. ความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผลของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยเน้นกระบวนการคณิตศาสตร์ กับการสอนตามคู่มือครูแตกต่างกัน
4. ความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผลของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยเน้นกระบวนการคณิตศาสตร์ กับการสอนตามคู่มือครูจำแนกตามระดับความสามารถแตกต่างกัน

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ดังต่อไปนี้

1. เอกสารเกี่ยวกับการสอนโดยเน้นกระบวนการคณิตศาสตร์
 - 1.1 ความหมายของกระบวนการ และทักษะกระบวนการ
 - 1.2 กระบวนการที่สอดคล้องกับวิชาคณิตศาสตร์
 - 1.3 หลักการที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการที่สอดคล้องกับวิชาคณิตศาสตร์
 - 1.3.1 กระบวนการสร้างความคิดรวบยอด
 - 1.3.2 เอกสารเกี่ยวกับการฝึกทักษะ
 - 1.3.3 กระบวนการสร้างทักษะการคิดคำนวณ
 - 1.3.4 กระบวนการสร้างทักษะการแก้โจทย์ปัญหา
2. งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสอนโดยเน้นกระบวนการคณิตศาสตร์
 - 2.1 งานวิจัยต่างประเทศ
 - 2.2 งานวิจัยในประเทศ
3. เอกสารที่เกี่ยวข้องกับการคิดและการคิดอย่างมีเหตุผล
 - 3.1 ทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญา
 - 3.2 ความหมายของการคิดและการคิดอย่างมีเหตุผล
 - 3.2.1 ความหมายของการคิด
 - 3.2.2 ความหมายของการคิดอย่างมีเหตุผล
 - 3.3 แนวทางพัฒนาความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผล
4. งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการคิดและการคิดอย่างมีเหตุผล
 - 4.1 งานวิจัยต่างประเทศ
 - 4.2 งานวิจัยในประเทศ

1. เอกสารที่เกี่ยวข้องกับการสอนโดยเน้นกระบวนการคณิตศาสตร์

1.1 ความหมายของกระบวนการและทักษะกระบวนการ

นักการศึกษาให้ความหมายของกระบวนการไว้ดังนี้

พจนานุกรม เวบสเตอร์ เล่ม 2 (Webster's II New Riverside University Dictionary. 1988 : 938) กล่าวว่า กระบวนการ หมายถึง ลำดับขั้นของการแสดงการเปลี่ยนแปลง หรือลำดับขั้นของงานที่บรรลุเป้าหมาย หรือบังเกิดผลสำเร็จ และพจนานุกรม เวบสเตอร์ (Webster's New Word Large Print Dictionary. 1989 : 780) กล่าวว่า กระบวนการ หมายถึงแบบแผนของการปฏิบัติงานบางอย่างด้วยขั้นตอนที่เกี่ยวข้องทั้งหมด

สำหรับกระบวนการที่เกี่ยวข้องกับการเรียนการสอน นักการศึกษาให้ความหมายไว้ดังนี้

กู๊ด (Good. 1959 : 33 , 439) กล่าวว่า กระบวนการเรียนรู้ คือการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมที่เกี่ยวข้องกับความรู้ที่ได้เรียนมาจากยุทธศาสตร์ หรือวิธีสอนใหม่ๆ เป็นส่วนใหญ่ และยังได้ให้ความหมายการสอนแบบกระบวนการว่าเป็นวิธีการที่ใช้ในการสอนวิทยาศาสตร์ ซึ่งเด็กเรียนรู้ทักษะกระบวนการไปสู่การสรุปความคิดเห็นที่เป็นข้อความในรูปของพฤติกรรม ซึ่งสามารถถ่ายทอดโอนนำไปใช้กับวิชาอื่นๆ ได้ ความคิดนี้สามารถนำมาใช้ให้เกิดความคิดที่แปลกใหม่ สนับสนุนความสัมพันธ์แต่ละกระบวนการของวิทยาศาสตร์ เช่น การสังเกต การอุปมา-อุปมัย การสื่อสาร การวัดผล เป็นต้น

ราวน์ทรี (Rowntree. 1981 : 229) กล่าวว่า การศึกษาแบบกระบวนการ หมายถึงการศึกษาซึ่งให้ความสำคัญในการเรียนรู้ทักษะหรือกระบวนการทางสติปัญญา (เช่น การตั้งสมมติฐาน การสังเกต การวิเคราะห์ การแก้ปัญหา การแปลความ เป็นต้น) มากกว่าด้านเนื้อหา

พจนานุกรม ฉบับราชบัณฑิตยสถาน (2525 : 36) ให้ความหมายว่า กระบวนการ เป็นปรากฏการณ์ธรรมชาติที่ค่อยๆ เปลี่ยนแปลงอย่างมีระเบียบไปสู่ผลอย่างหนึ่ง เช่น กระบวนการเจริญเติบโตของเด็ก หรือหมายถึง กรรมวิธี หรือลำดับการกระทำซึ่งดำเนินต่อเนื่องกันไปจนสำเร็จลง ณ ระดับหนึ่ง เช่น กระบวนการเคมีเพื่อผลิตสิ่งใดสิ่งหนึ่ง

หน่วยศึกษานิเทศก์ กรมสามัญศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ (ม.ป.ป. : 27) ได้ให้ความหมายว่า กระบวนการ คือ แนวทางในการดำเนินการเรื่องใดเรื่องหนึ่งที่มีขั้นตอน ซึ่งวางไว้อย่างเป็นลำดับขั้น ตั้งแต่ต้นจนจบ แล้วเสร็จตามจุดประสงค์ที่กำหนดไว้ ขั้นตอนดังกล่าวเป็นขั้นตอนที่มีผู้เสนอไว้ได้มีการทดลองใช้แล้ว และแสดงว่าเป็นขั้นตอนที่ช่วยให้การดำเนินการมีประสิทธิภาพ นำไปสู่ความสำเร็จตามจุดประสงค์และเป้าหมายได้ โดยใช้เวลาและทรัพยากรน้อยที่สุด

ทักษะกระบวนการ ไม่ใช่วิธีสอน ไม่ใช่ขั้นตอนการสอน แต่เป็นขั้นตอนการดำเนินการตามความหมายของคำว่า กระบวนการ และเป็นสิ่งที่เราคาดหวังว่าจะติดอยู่ในตัวผู้เรียน อันเป็นผลจากการได้ทำบ่อยๆ ใช้บ่อยๆ จนเกิดเป็นนิสัยของผู้เรียนตลอดไป

หลักของการพัฒนาผู้เรียนที่พึงประสงค์ คือ การฝึกให้ผู้เรียนมีนิสัยในการใช้ทักษะกระบวนการในการแสดงออกทุกด้าน ทักษะกระบวนการดังกล่าวมี 9 ขั้นตอนดังนี้

ทักษะกระบวนการ 9 ขั้นตอน

1. ตระหนักในปัญหาและความจำเป็น

2. คัดวิเคราะห์ วิจัย
3. สร้างทางเลือกอย่างหลากหลาย
4. การประเมินและเลือกทางเลือก
5. กำหนด และลำดับขั้นตอนการปฏิบัติ
6. ปฏิบัติด้วยความชื่นชม
7. ประเมินระหว่างปฏิบัติ
8. ปรับปรุงให้ดีขึ้นอยู่เสมอ
9. ประเมินผลรวมเพื่อให้เกิดความภูมิใจ

ในการสอนแต่ละคาบ อาจจะไม่เกิดกระบวนการครบทุกขั้น แต่เมื่อสอนจบรายวิชาแล้วจะครบ 9 ขั้นแน่นอน ในระหว่างดำเนินการสอนนอกจากจะทำให้เกิดกระบวนการตามขั้นตอนของทักษะกระบวนการ 9 ขั้นแล้วก็ยังมีกระบวนการในการสอนอื่นๆแทรกเข้ามาได้อีก (กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ. 2534 : 4 - 5)

สรุปได้ว่า กระบวนการ หมายถึงการดำเนินงานเรื่องใดเรื่องหนึ่งที่เป็นไปตามลำดับขั้นตอนที่ได้มีผู้กำหนดไว้ อันจะทำให้งานนั้นสำเร็จลุล่วงไปด้วยดี และการเรียนการสอนที่เป็นกระบวนการนอกจากจะสามารถบรรลุวัตถุประสงค์ทางการศึกษาในเรื่องนั้นๆแล้ว ยังส่งผลให้ผู้เรียน มีนิสัยการปฏิบัติงานที่เป็นขั้นตอนจากการที่ได้ฝึกปฏิบัติบ่อยๆ ซึ่งจะเป็นผลดีในการดำเนินชีวิตต่อไป

หน่วยศึกษานิเทศก์ กรมสามัญศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ (ม.ป.ป. : 28 - 30) ได้กำหนดกระบวนการต่างๆและขั้นตอนของกระบวนการ แสดงไว้ในตารางที่1 ดังนี้คือ

ตาราง 1 กระบวนการ และขั้นตอนของกระบวนการ

กระบวนการ	ขั้นตอนของกระบวนการ
1. กระบวนการสร้างความตระหนัก	1. ขั้นสังเกต 2. ขั้นวิจารณ์ 3. ขั้นสรุป
2. กระบวนการสร้างความคิดรวบยอด	1. ขั้นการสังเกต 2. ขั้นจำแนกความแตกต่าง 3. ขั้นหาลักษณะร่วม 4. ขั้นระบุชื่อความคิดรวบยอด 5. ขั้นทดสอบและนำไปใช้

ตาราง 1 (ต่อ)

กระบวนการ	ขั้นตอนของกระบวนการ
3. กระบวนการแก้ปัญหา	1. ขั้นทำความเข้าใจปัญหา 2. ขั้นวางแผนแก้ปัญหา 3. ขั้นดำเนินการตามแผน 4. ขั้นตรวจสอบกระบวนการและคำตอบ
4. กระบวนการคิดอย่างมีวิจารณญาณ	1. ขั้นการสังเกต 2. ขั้นการอธิบาย 3. ขั้นการโยงความสัมพันธ์ 4. ขั้นวิจารณ์ สรุป
5. กระบวนการปฏิบัติ	1. ขั้นสังเกตรับรู้ 2. ขั้นทำตามแผน 3. ขั้นทำเองโดยไม่มีแบบ 4. ขั้นฝึกให้ชำนาญ
6. กระบวนการกลุ่ม	1. ขั้นจัดผู้นำกลุ่มผลัดเปลี่ยนกัน 2. ขั้นวางแผนการทำงาน 3. ขั้นเสนอและรับฟังความคิดเห็น 4. ขั้นแบ่งงานให้รับผิดชอบ 5. ขั้นติดตามผลการปฏิบัติงาน 6. ขั้นประเมินผลและชื่นชม
7. กระบวนการเรียนภาษา	1. ขั้นศึกษาให้เข้าใจในสิ่งที่พบเห็น 2. ขั้นรายงานตามความเข้าใจ 3. ขั้นร่วมกันปฏิบัติงาน 4. ขั้นสรุปเป็นความคิดรวบยอด

ตาราง 1 (ต่อ)

กระบวนการ	ขั้นตอนของกระบวนการ
8. กระบวนการสร้างเจตคติ	1. ขั้นสังเกต 2. ขั้นวิเคราะห์ 3. ขั้นสรุป
9. กระบวนการสร้างทักษะการคิดคำนวณ	1. ขั้นตรวจสอบความคิดรวบยอด 2. ขั้นสรุปเป็นกฎ 3. ขั้นฝึกการใช้กฎใหม่ 4. ขั้นปรับปรุงแก้ไข
10. กระบวนการสร้างทักษะการแก้โจทย์ปัญหา	1. ขั้นแปลงโจทย์เชิงภาษา เป็นประโยคสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ 2. ขั้นวางแผนขั้นตอน 3. ขั้นปฏิบัติตามขั้นตอน 4. ขั้นตรวจสอบคำตอบ
11. กระบวนการวิทยาศาสตร์	1. ขั้นกำหนดปัญหา 2. ขั้นตั้งสมมุติฐาน 3. ขั้นรวบรวมรวบรวมข้อมูล 4. ขั้นวิเคราะห์ข้อมูล 5. ขั้นสรุปผล
12. กระบวนการสร้างค่านิยม	1. ขั้นสังเกต 2. ขั้นประเมินเชิงเหตุผล 3. ขั้นกำหนดค่านิยม 4. ขั้นวางแผนปฏิบัติ 5. ขั้นปฏิบัติด้วยความชื่นชม

ตาราง 1 (ต่อ)

กระบวนการ	ขั้นตอนของกระบวนการ
13. กระบวนการเรียนรู้ความเข้าใจ	1. ขั้นสังเกต 2. ขั้นวางแผนปฏิบัติ 3. ขั้นลงมือปฏิบัติ 4. ขั้นพัฒนาความรู้ความเข้าใจ 5. ขั้นสรุป

ที่มา : ศึกษาในเทศก์กรรมสามัญศึกษา, หน่วย. คู่มือการจัดกิจกรรมการเรียนรู้การสอนที่เน้น
กระบวนการคิดตามหลักสูตรมัธยมศึกษาตอนต้น พุทธศักราช 2521
(ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2533). กรุงเทพฯ : ม.ป.ป. 28 - 30

กระบวนการต่าง ๆ เป็นข้อเสนอแนวคิด ที่ให้ครูผู้สอนนำไปจัดกิจกรรมการเรียนรู้การสอน
เพื่อให้บรรลุจุดประสงค์การเรียนรู้และเกิดคุณลักษณะตามเจตนารมณ์ของหลักสูตรต่อไป

1.2 กระบวนการที่สอดคล้องกับวิชาคณิตศาสตร์

การจัดการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์ เพื่อให้ผู้เรียนเกิดทักษะกระบวนการนั้น หน่วย
ศึกษาในเทศก์ กรรมสามัญศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ (ม.ป.ป. : 35 - 37) ได้ศึกษาและระบุว่า
กระบวนการที่นำมาใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้สอนคณิตศาสตร์ อย่างเด่นชัดมี 3 กระบวนการ
ได้แก่

1. กระบวนการสร้างความคิดรวบยอด
2. กระบวนการคณิตศาสตร์
3. กระบวนการแก้ปัญหา

สำหรับกระบวนการคณิตศาสตร์นั้น มีกระบวนการแยกย่อยออกเป็น 2 ลักษณะคือ

1. กระบวนการสร้างทักษะการคิดคำนวณ
2. กระบวนการสร้างทักษะการแก้โจทย์ปัญหา

การฝึกให้ผู้เรียนเกิดทักษะกระบวนการต่าง ๆ จากการปฏิบัติกิจกรรมในแต่ละขั้นตอน
ของกระบวนการ พิจารณาได้จากพฤติกรรมที่นักเรียนแสดงออก

ดังนั้นในแต่ละขั้นตอนของกระบวนการสามารถนำมาระบุพฤติกรรม (ตัวบ่งชี้) ของผู้เรียน
ได้ ดังที่แสดงไว้ใน ตาราง 2 ดังนี้

ตาราง 2 ขั้นตอนของกระบวนการและพฤติกรรมที่ระบุ

กระบวนการ/ขั้นตอน	พฤติกรรม
กระบวนการสร้างความคิดรวบยอด	
1. สังเกต	1. บอกผลที่ได้จากการสังเกต
2. จำแนกความแตกต่าง	2. บอกความแตกต่างของข้อมูลที่เปรียบเทียบ
3. หาลักษณะร่วม	3. บอกลักษณะร่วมของข้อมูล
4. สรุปลักษณะร่วมเป็นความคิดรวบยอด	4. สรุปลักษณะร่วมเป็นความคิดรวบยอด
5. ทดสอบและฝึกฝนการนำไปใช้	5. บอกได้ว่าอะไรเป็น/ไม่เป็นตามความหมายของความคิดรวบยอด
กระบวนการคณิตศาสตร์	
กระบวนการสร้างทักษะการคิดคำนวณ	
1. ตรวจสอบความคิดรวบยอด	1. บอกสัญลักษณ์ นิยาม ศัพท์ สัจพจน์
2. สรุปเป็นกฎ	2. บอกประเด็นสำคัญ, สรุปกฎเกณฑ์จากตัวอย่าง
3. ฝึกการใช้กฎใหม่	3. นำกฎไปแก้ปัญหาสถานการณ์
4. ปรับปรุงแก้ไข	4. หาคำตอบและตรวจสอบคำตอบได้ถูกต้อง ระบุขั้นตอนที่ผิดพลาดและแก้ไขให้ถูกต้อง
กระบวนการสร้างทักษะการแก้โจทย์ปัญหา	
1. แปลงโจทย์เชิงภาษา เป็นประโยคสัญลักษณ์ ทางคณิตศาสตร์	1. บอกความหมายของคำ หรือศัพท์ที่ปรากฏในโจทย์, เขียนภาพประกอบ
2. วางแผนขั้นตอน	2. บอกสิ่งที่โจทย์กำหนดให้, บอกสิ่งที่โจทย์ต้องการ, ระบุข้อมูล/ความรู้ที่เกี่ยวข้องในการแก้ปัญหา, บอกวิธีการในการแก้โจทย์ปัญหา, เลือกวิธีคิดคำนวณในแต่ละขั้นตอน, กำหนดขั้นตอนของวิธีการที่เลือก
3. ปฏิบัติตามขั้นตอน	3. ปฏิบัติตามวิธีการแก้โจทย์ปัญหาที่เลือกไว้, บอกเหตุผลในการเลือกวิธีการแก้โจทย์ปัญหาที่เหมาะสม, คำนวณหาคำตอบ
4. ตรวจสอบคำตอบ	4. แสดงวิธีการเพื่อตรวจสอบคำตอบ, ระบุชนิดอันที่ผิดพลาด และแก้ไขให้ถูกต้อง เหมาะสม

ตาราง 2 (ต่อ)

กระบวนการ/ขั้นตอน	พฤติกรรม
กระบวนการแก้ปัญหา	
1. ทำความเข้าใจปัญหา	1. ระบุสิ่งที่ต้องการ, ระบุข้อมูลที่กำหนด, ระบุเงื่อนไขเชื่อมโยงสิ่งที่ต้องการกับข้อมูลที่กำหนด
2. วางแผนแก้ปัญหา	2. ระบุข้อมูลที่จำเป็นและไม่จำเป็นสำหรับการได้มาซึ่งสิ่งที่ต้องการ, ระบุปัญหาย่อย, เลือกใช้ยุทธศาสตร์ที่เหมาะสมคือสังเกตกระบวนการหรือรูปแบบ, คิดจากปลายเหตุย้อนสู่ต้นเหตุ, เค้าและทดสอบ, ทดลองและสร้างสถานการณ์จำลอง, ลดความซับซ้อนของปัญหา, แบ่งปัญหาวางออกเป็นส่วนย่อยๆ, ใช้วิธีอนุมานทางตรรกวิทยา, รายงานแจกแจงสมาชิกทั้งหมดพฤติกรรม
3. ดำเนินการตามแผน	3. ดำเนินการตามยุทธวิธีที่เลือก, คำนวณหาคำตอบ, ให้เหตุผล
4. ตรวจสอบกระบวนการและคำตอบ	4. ระบุว่าคำตอบสมเหตุสมผลหรือไม่, ตรวจสอบว่าคำตอบถูกต้องหรือไม่, หาวิธีการแก้ปัญหาที่ดีกว่า สั้นกว่า, ดัดแปลงเพิ่มเติมเงื่อนไขหรือข้อมูลเพื่อสร้างปัญหาใหม่, วางนัยทั่วไป

ที่มา: ศึกษาในเทศกกรมสามัญศึกษา, หน่วย. คู่มือการจัดกิจกรรมการเรียนรู้การสอนที่เน้นกระบวนการคิดตามหลักสูตรมัธยมศึกษาตอนต้น พุทธศักราช 2521 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2533). กรุงเทพฯ : ม.ป.ป. 37 - 39

สรุปจากแนวคิดดังกล่าวได้ว่า กระบวนการที่สอดคล้องกับวิชาคณิตศาสตร์ เป็นกระบวนการที่ประกอบไปด้วยขั้นตอนที่สามารถนำมาใช้ในการเรียนการสอน โดยผู้เรียนสามารถแสดงพฤติกรรมในแต่ละขั้นตอน ได้อย่างเหมาะสมตามลักษณะของจุดประสงค์การเรียนรู้ ของแต่ละเรื่องในวิชาคณิตศาสตร์

1.3 หลักการที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการที่สอดคล้องกับวิชาคณิตศาสตร์

1.3.1 กระบวนการสร้างความคิดรวบยอด

1.3.1.1 ความหมายของความคิดรวบยอด

นักการศึกษาต่างประเทศได้ให้ความหมายของความคิดรวบยอดไว้ดังนี้

บรูเนอร์ (Bruner.1957 : 244 - 245) สรุปว่า ความคิดรวบยอด คือประเภทของสิ่งของ การกระทำ ความคิด หรือ ความรู้สึก ซึ่งเกิดจากการเรียนรู้

ลินด์สมิท และสเตร้าส (Lindsmith and Strauss. 1957 : 65 - 68) ได้ให้ความเห็นว่า ความคิดรวบยอดนั้นมีความหมายกว้างกว่าการจัดประเภท เพราะได้รวมการจัดประเภทเข้าไว้ด้วย

แมคโดนัลด์ (McDonald. 1959 : 323) กล่าวว่า ความคิดรวบยอดเป็นความคิดเป็นกลุ่มของสิ่งเร้า หรือเหตุการณ์ที่มีลักษณะเฉพาะร่วมกัน ไม่ใช่เหตุการณ์ในตัวเอง เป็นเหตุการณ์ หรือลักษณะเฉพาะอย่างใดอย่างหนึ่งที่แน่นอนร่วมกัน เป็นความเข้าใจและความคิดขั้นสุดท้ายของคนคนหนึ่งที่มีต่อสิ่งหนึ่ง ความเข้าใจและความคิดนั้นเป็นนามธรรม เป็นข้อสรุปเกี่ยวกับเรื่องนั้นในระยะหนึ่งหรือตลอดไป

เด เซคโก และครอฟอร์ด (De Cecco and Crawford. 1974 : 288) ได้ให้ความหมายของความคิดรวบยอดว่า หมายถึง ประเภทของสิ่งเร้าที่มีลักษณะต่างๆ ร่วมกันอยู่ และสิ่งเร้าเหล่านี้ได้แก่ วัตถุ เหตุการณ์ หรือผู้คน

กู๊ดวิน และคลอสไมเออร์ (Goodwin and Klausmier.1975 : 96) ได้ให้ความหมายไว้ว่า ความคิดรวบยอดจะบอกให้เราทราบถึงคุณลักษณะของสิ่งต่างๆ ไม่ว่าจะเป็นวัตถุ เหตุการณ์ หรือกระบวนการ ซึ่งทำให้เราแยกสิ่งต่างๆ นั้นออกจากสิ่งอื่นๆ ได้ และในขณะเดียวกันก็สามารถเชื่อมโยงเข้ากับกลุ่มสิ่งของประเภทเดียวกันได้

หทัย ดันหยง (2529 : 99) ให้ความหมายของความคิดรวบยอดว่า หมายถึง ความรู้สึกนึกคิด ความเข้าใจของมนุษย์ เกี่ยวกับสิ่งใดสิ่งหนึ่งที่เกิดขึ้นเป็นภาพในใจ หรือ ความคิดรวบยอดก็คือความรู้สึกอันเป็นมโนภาพที่ประทับอยู่ในใจ

เสวก สุระประเสริฐ (2529 : 9) กล่าวว่า ความคิดรวบยอดคือ แก่นร่วมของเนื้อหา เป็นการสรุปรวบยอดของเรื่องต่างๆ ของเนื้อหา แต่การสรุปเนื้อหาไม่จำเป็นต้องเป็นความคิดรวบยอดเสมอไป

นวลเพ็ญ วิเชียรโชติ (2530 : 15) ได้ให้ความหมายของความคิดรวบยอดว่า หมายถึง ความคิดที่เกิดจากการรับรู้ลักษณะร่วมจากตัวอย่างหลายๆ ตัวอย่าง ของวัตถุ เหตุการณ์ บุคคล ความคิดที่เป็นประเภทเดียวกัน

วรยา กาญจนโชติ (2533 : 66) กล่าวว่า ความคิดรวบยอดคือ ความคิดความเข้าใจที่สรุปรวมลักษณะของสิ่งหนึ่งสิ่งใดแล้วเกิดเป็นมโนภาพของสิ่งนั้น ไม่ว่าสิ่งนั้นจะเป็นสิ่งมีชีวิตหรือสิ่งไม่มีชีวิต ซึ่งเมื่อมีความคิดรวบยอดของสิ่งหนึ่งสิ่งใดแล้ว ไม่ว่าจะมีของสิ่งนั้นอยู่ในขณะนั้นหรือไม่ก็ตาม ก็สามารถนึกถึงภาพรวมหรือลักษณะโดยรวมของสิ่งนั้นได้

ศรีทอง มีทาทอง (2534 : 34) ระบุว่า ความคิดรวบยอด หมายถึง ความคิด ความเข้าใจ ซึ่งเป็นความสามารถทางสมองอย่างหนึ่ง ที่จะทำให้บุคคลสามารถชั่งบอกรู้และจัดเข้าเป็นพวกโดยอาศัยลักษณะร่วมบางประการ สิ่งเร้านั้นอาจจะเป็นวัตถุ เหตุการณ์ หรือบุคคลก็ได้

วีระเกียรติ ภูศิริ (2535 : 10) กล่าวว่า ความคิดรวบยอด หมายถึง การสรุปความเข้าใจในการรับรู้ต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่งเข้าเป็นความคิดขั้นสุดท้าย

จากแนวคิดข้างต้นสรุปได้ว่า ความคิดรวบยอด คือความสามารถทางสมองด้านความคิด ความเข้าใจที่สามารถระบุลักษณะร่วม หรือลักษณะเฉพาะของสิ่งใดสิ่งหนึ่ง เรื่องใดเรื่องหนึ่ง หรือเหตุการณ์ใดเหตุการณ์หนึ่ง ส่งผลให้สามารถแยกประเภท และในขณะเดียวกัน ก็สามารถเชื่อมโยงเข้ากลุ่มประเภทเดียวกันได้ด้วย

1.3.1.2 ความสำคัญของความคิดรวบยอด

นักจิตวิทยาและนักการศึกษาต่างประเทศได้กล่าวถึงความสำคัญของความคิดรวบยอดไว้ดังนี้

รัสเซลล์ (Russell.1956 : 69) เห็นว่า ความคิดรวบยอดที่สะสมเพิ่มพูนขึ้นเรื่อยๆ จากประสบการณ์จะช่วยให้ความคิดค่อยๆ แตกฉานยิ่งขึ้น การแก้ปัญหาของผู้ใหญ่จึงดีกว่าเด็ก เพราะผู้ใหญ่มีความคิดรวบยอดกว้างขวางกว่า

เด เซคโค (De Cecco. 1968 : 390) ได้ให้ความสำคัญของความคิดรวบยอดไว้ว่า

1. ช่วยลดความซับซ้อนของธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม หรือเหตุการณ์ต่างๆ ที่มีอยู่มากมาย โดยการแบ่งสิ่งเร้า หรือสิ่งแวดล้อมออกเป็นกลุ่ม เพื่อทำให้การตอบสนองง่ายขึ้น
2. ช่วยให้อำนาจการรับรู้ การรู้จักจัดสิ่งเร้าให้อยู่ในกลุ่มใดกลุ่มหนึ่งทำให้บุคคลต้องใช้ความสามารถน้อยอยู่เสมอ
3. ช่วยลดความจำเป็นในการเรียนรู้ซ้ำลงมาก เมื่อเรียนครั้งหนึ่งแล้ว ก็สามารถนำไปใช้ได้อีกโดยไม่ต้องเรียนรู้ซ้ำ
4. ช่วยในการแก้ปัญหา ทำให้อำนาจการรับรู้จัดว่าวัตถุนั้นควรอยู่ในกลุ่มใด เหตุการณ์ใหม่อยู่ในกลุ่มใด ทำให้ตัดสินใจในขั้นต่อไปได้
5. ช่วยในการเรียนการสอน เพราะในการเรียนการสอนผู้เรียนต้องใช้สื่อหลายชนิดและหลายด้าน เช่นการฟัง พูด อ่าน เขียนซึ่งเป็นพื้นฐาน ความคิดรวบยอดเหล่านั้น จะช่วยให้การพัฒนาความคิดรวบยอดในขั้นที่สูงขึ้นไป เช่นความคิดรวบยอดทางนามธรรม
6. ความคิดรวบยอดอาจเป็นความเชื่อที่เกิดจากการเข้าใจผิด ประสบการณ์ของคนเป็นเหตุให้เกิดความเชื่อมั่น ที่เป็นผลมาจากการเข้าใจผิด เช่น แยกไม่กินหมู ฝรั่งผแดง ซึ่งเป็นสิ่งกีดกันไม่ให้คนยอมรับความเชื่อเช่นนั้น

ชม ภูมิภาค (2528 : 30) ได้ให้ความสำคัญของความคิดรวบยอดต่อการศึกษาไว้ดังนี้

1. ช่วยลดความซับซ้อนของสิ่งแวดล้อม
2. ทำให้อำนาจการรับรู้ของรอบๆ ตัว
3. ทำให้ไม่ต้องเรียนรู้ซ้ำอีก

4. ช่วยให้ทิศทางในการปฏิบัติการเพื่อแก้ปัญหา

5. ทำให้การสอนเป็นไปได้อีก เพราะการสอนในระดับสูงขึ้นไป จำเป็นจะต้องมีความคิดรวบยอด เพื่อให้สามารถพูดและเข้าใจกันได้

สรวงศ์ โค้วตระกูล (2533 : 206) กล่าวว่า นักจิตวิทยาทุกท่านที่สนใจเรื่องการเรียนรู้ การสอน ถือว่าการสอนความคิดรวบยอดเป็นงานที่สำคัญยิ่งของครูทุกระดับการศึกษา เพราะความคิดรวบยอดจะช่วยให้การตั้งกฎเกณฑ์ หลักการต่างๆ และสามารถที่จะแก้ปัญหาที่เผชิญอยู่ได้ นอกจากนี้ความคิดรวบยอดยังเป็นเครื่องมือที่จะช่วยในการสื่อความหมาย ที่จะทำให้คนเรามีปฏิสัมพันธ์ซึ่งกันและกัน

ศรีทอง มีทาทอง (2534 : 36) กล่าวว่า ความคิดรวบยอดเป็นพื้นฐานสำคัญในการเรียนรู้ และการดำรงชีวิตของคน ซึ่งจะต้องสร้างความคิดรวบยอดอยู่เสมอ ตราบเท่าที่มีสิ่งเร้ามาปะทะประสาทสัมผัสทำให้เกิดการรับรู้

สรุปได้ว่า ความคิดรวบยอดเป็นพื้นฐานที่สำคัญในการเรียนรู้ การดำรงชีวิต การประกอบอาชีพ การสื่อสารติดต่อและการมีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อมรอบๆตัว นอกจากนี้ยังมีความสำคัญต่อการตัดสินใจแก้ปัญหาต่างๆ ซึ่งต้องอาศัยความคิดรวบยอดจากประสบการณ์ที่ผ่านมาในการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นใหม่

1.3.1.3 ทฤษฎีการเรียนรู้ความคิดรวบยอด

นักการศึกษาหลายท่านได้กล่าวถึงทฤษฎีการเรียนรู้ความคิดรวบยอดไว้ ดังต่อไปนี้

ทฤษฎีการเรียนรู้ความคิดรวบยอดของ เพียเจต์ (Piaget)

พรณี ช.เจนจิต (2528 : 87 - 89 ; อ้างอิงมาจาก Piaget:n.d.) กล่าวถึงทฤษฎีการเรียนรู้ที่เกี่ยวข้องกับความคิดรวบยอดของ เพียเจต์ (Piaget) ไว้ดังนี้

1. ระยะการใช้วัยรับรู้ (Sensory Motor Stage) 0-2 ปี เป็นระยะตอบสนองโดยอัตโนมัติ ทำไปโดยอาจไม่ได้เกี่ยวกับความคิดรวบยอดในสมอง
2. ระยะเริ่มต้นกระบวนการคิด (Pre-Operation Stage) 2-7 ปี เป็นระยะการรับรู้แล้วจดจำได้ แต่เป็นแบบง่าย
3. ระยะกระบวนการคิดในเรื่องรูปธรรม (Concrete Operation Stage) 7-12 ปี เป็นระยะความสามารถทางสมอง คือสามารถคิดเป็น แต่จะเป็นเรื่องที่เกี่ยวข้องกับสิ่งที่เป็นรูปธรรมเป็นส่วนใหญ่
4. ระยะกระบวนการคิดเป็นแบบแผน (Formal Operation Stage) 12-15 ปี เป็นกระบวนการคิดที่เป็นรูปธรรมมากขึ้น

จุดสำคัญของความคิดของเพียเจต์ (Piaget) ก็คือเด็กที่มีวัยอยู่ในระยะที่ 3 นั้นคือนักเรียนในระดับชั้นประถมศึกษา การให้เด็กบรรลุความคิดรวบยอดนั้นเป็นสิ่งที่สามารถทำได้ แต่ควรจะให้เกี่ยวข้องกับสิ่งที่เป็นรูปธรรม

ทฤษฎีการเรียนรู้ความคิดรวบยอดของ กาเย่ (Gagne)

วิชัย วงษ์ใหญ่ (2527 : 298 - 300) กล่าวถึงหลักการสอนความคิดรวบยอดของ กาเย่(Gagne) ว่า เกิดจากการแบ่งประเภทของการเรียนรู้โดย แบ่งตามลำดับขั้นของการเรียนรู้ ทางสมองตามธรรมชาติของมนุษย์ ดังนี้

1. การเรียนรู้จากสัญญาณ (Signal Learning) คือการใช้สัญญาณการเรียนเป็น เงื่อนไขของการเรียนรู้
2. การเรียนรู้จากความสัมพันธ์ของสิ่งเร้ากับการตอบสนอง (Stimulus Response Learning) คือการเรียนรู้ที่เกิดจากการตอบสนองอย่างถูกต้อง ต่อการกระตุ้นแต่ละอย่าง
3. การเรียนรู้จากปฏิริยาตอบสนองต่อเนื่องแบบลูกโซ่ (Motor Chaining) คือการเรียนรู้ที่มีความสัมพันธ์ต่อเนื่องกันเป็นลูกโซ่กับสิ่งเร้า และปฏิริยาตอบสนองคือสามารถทำอะไรเป็น ลำดับขั้นต่อเนื่องได้
4. การเรียนรู้จากความสัมพันธ์ทางภาษา (Verbal Association) เป็นการเรียนรู้ที่ ประกอบด้วย ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งเร้าและปฏิริยาตอบสนอง ซึ่งเกิดได้ด้วยถ้อยคำ
5. การเรียนรู้โดยสามารถจำแนกแยกแยะสิ่งต่างๆ (Multiple Discrimination) คือ การเรียนรู้ที่มีความเข้าใจอย่างกว้างขวางลึกซึ้ง สามารถแยกแยะประเภทของสิ่งต่างๆได้
6. การเรียนรู้ความคิดรวบยอด (Concept Learning) คือการเรียนรู้เกี่ยวกับ ลักษณะหรือคุณสมบัติร่วมของข้อเท็จจริงต่างๆ โดยดูความเหมือนกัน และจัดพวกเข้าได้และเรียนรู้ ลักษณะของพวกที่จัดไว้นั้น
7. การเรียนรู้หลักการ (Principle Learning) คือการเรียนรู้ความสัมพันธ์ระหว่าง ความคิดรวบยอด ตั้งแต่ 2 ความคิดรวบยอดขึ้นไป เป็นลักษณะของกฎเกณฑ์ต่างๆ
8. การเรียนรู้การแก้ปัญหา (Problem Solving) เป็นการให้หลักการหรือกฎเกณฑ์ ในการแก้ปัญหาในสถานการณ์อื่น

จากลำดับขั้นของการเรียนรู้ จะมีความสัมพันธ์กัน ก่อนที่จะถึงขั้นการเรียนรู้ความคิดรวบยอดนั้นต้องผ่านขั้นต่างๆที่เป็นพื้นฐานมาก่อน ซึ่งในขั้นต้นๆอาจผ่านกระบวนการคิดในสมอง ไม่มากนัก

ทฤษฎีการเรียนรู้ที่มีความหมายของ ออซูเบล (Ausubel)

สรวงศ์ โค้วตระกูล (2533 :155 - 56) กล่าวว่า ทฤษฎีของ ออซูเบล (Ausubel) เน้นความสำคัญของการเรียนรู้ที่มีความเข้าใจ และมีความหมาย การเรียนรู้เกิดขึ้นเมื่อผู้เรียนได้ รวมหรือเชื่อมโยง(Subsume) สิ่งที่เราเรียนรู้ใหม่ ซึ่งอาจจะเป็นความคิดรวบยอด (Concept) หรือความรู้ ที่ได้รับใหม่เข้าไปในโครงสร้างของสติปัญญา (Cognitive Structure) หรือความรู้เดิมที่มีอยู่ในสมอง ของผู้เรียน ทฤษฎีของ ออซูเบล (Ausubel) บางครั้งเรียกว่า "Subsumption Theory"

ออซูเบล (Ausubel) แบ่งการเรียนรู้โดยการรับอย่างมีความหมายออกเป็น 3 ประเภท คือ

1. Subordinate Learning เป็นการเรียนรู้โดยการรับอย่างมีความหมาย โดยใช้ Derivative หรือ Correlative Subsumption กระบวนการ Derivative Subsumption เป็นการเชื่อมโยง

สิ่งที่เรียนรู้ใหม่กับหลักการ หรือกฎเกณฑ์ที่เคยเรียนรู้แล้ว เช่น ผู้เรียนเรียนรู้ว่าสัตว์มีปีกบินได้ ถ้ามีคนบอกว่ามันบินได้ ก็ไม่ต้องเรียนรู้อย่างท่องจำว่ามันเป็นสัตว์ปีก สำหรับกระบวนการ Correlative Subsumption หมายถึงการเรียนรู้ที่มีความหมาย เกิดจากการขยายความ หรือปรับความรู้เดิมให้ มีสัมพันธ์กับความรู้ใหม่ เช่น ผู้เรียนมีความรู้เดิมว่า รูปสามเหลี่ยมมีด้านสามด้าน หนึ่งราบและ หนึ่งปิด และเมื่อผู้เรียนต้องเรียนความคิดรวบยอดใหม่ เช่น สามเหลี่ยมด้านเท่า ผู้เรียนจะเข้าใจด้วยการ ขยายความจากความรู้เดิม เกี่ยวกับลักษณะของสามเหลี่ยม จึงเชื่อมโยงความคิดรวบยอด สามเหลี่ยม ด้านเท่าให้เข้ากับโครงสร้างปัญญาที่มีอยู่

2. Superordinate Learning เป็นการเรียนรู้โดยใช้วิธีอนุมาน ผู้เรียนอาจจะจัด กลุ่มสิ่งที่เรียนรู้ใหม่ ให้เข้ากับความคิดรวบยอดที่กว้างและคลุมความคิดรวบยอดที่เรียนใหม่ เป็นต้น ว่า เด็กที่เริ่มเรียนสีต่างๆ เช่น สีฟ้า สีเหลือง สีแดง สีเขียว ว่าเป็นสีต่างๆ แต่รวมสีต่างๆ เหล่านี้ให้อยู่ ใต้ความคิดรวบยอดว่าเป็น “สี” หรืออาจจะรวมสัตว์ต่างๆ เช่น หนู สุนัข หมี ว่าเป็นสัตว์ที่เลี้ยงลูกด้วย นม

3. Combinatorial Learning การเรียนรู้ประเภทนี้หมายถึง การเรียนรู้หลักการ กฎเกณฑ์ต่างๆ เชิงผสม ในวิชาคณิตศาสตร์ หรือวิทยาศาสตร์ โดยให้เหตุผล หรือจากการสังเกต เช่น การเข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักและระยะทางในการทำให้ไม้กระดานหก กระดกลง

1.3.1.4 วิธีสอนให้เกิดความคิดรวบยอด

พรณี ข.เจนจิต (2528 : 214) เสนอลำดับขั้นในการสอนเพื่อให้เกิดความคิดรวบ ยอดไว้ดังนี้

1. กำหนดวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม
2. วิเคราะห์ความคิดรวบยอดที่จะให้เรียน
3. ใช้สื่อทางภาษาในการสอน
4. ตัวอย่างที่นำมาให้ดูควรมีทั้งตัวอย่างที่ถูกและตัวอย่างที่ผิดควบคู่กันไป
5. ให้ดูตัวอย่างทั้งทางบวกและทางลบต่อเนื่องกัน
6. เปิดโอกาสให้นักเรียนได้ซักถาม โต้ตอบ และให้กำลังใจ
7. พยายามให้นักเรียนอธิบายความเข้าใจเกี่ยวกับความคิดรวบยอดด้วยตนเอง

ชม ภูมิภาค (2528 : 77) ให้ความเห็นในการสอนความคิดรวบยอด ซึ่งอาจจะ ดำเนินการได้ดังนี้

1. บรรยายให้ทราบก่อนว่า การเรียนความคิดรวบยอดนั้น นักเรียนจะต้องกระทำ อะไรได้บ้าง

2. ครูต้องวิเคราะห์ลักษณะของความคิดรวบยอดนั้นว่า มีลักษณะในด้านใด ประการใด อะไรที่เป็นลักษณะสำคัญหรือลักษณะเด่น อะไรเป็นลักษณะที่ไม่สำคัญ

3. ให้นักเรียนรู้ลักษณะที่เด่นชัดนั้น ซึ่งเป็นลักษณะที่แสดงถึงความคิดรวบยอด นั้น

4. เสนอตัวอย่างความคิดรวบยอดนั้นหลายๆตัวอย่าง
5. เสนอตัวอย่างใกล้เคียงกัน และจะต้องคงอยู่ด้วยกัน

6. เสนอตัวอย่างใหม่ที่เกี่ยวข้องให้นักเรียนบอกว่าใช่ ไม่ใช่

7. ตรวจสอบความเข้าใจของนักเรียนด้วยการเสนอตัวอย่างพร้อมกันทั้งทางบวก และทางลบ แล้วให้นักเรียนเลือกเอาตัวอย่างออกมา

8. ให้นักเรียนให้คำจำกัดความของความคิดรวบยอด

9. ให้นักเรียนได้มีการตอบสนองการเสริมแรง

ศรีทอง มีทาทอง (2534 : 50) กล่าวว่า วิธีสอนให้บรรลุความคิดรวบยอดประกอบด้วยขั้นตอนใหญ่ๆคือ

1. กำหนดจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรมให้นักเรียนทราบ และเตรียมความคิดรวบยอด

2. เสนอตัวอย่างทางบวก ทางลบ

3. สรุปรวบยอด

4. ทดสอบความคิดรวบยอด

หน่วยศึกษานิเทศก์ กรมสามัญศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ (ม.ป.ป. : 42 - 44) ได้เสนอแนวการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนตามกระบวนการสร้างความคิดรวบยอดไว้ดังนี้

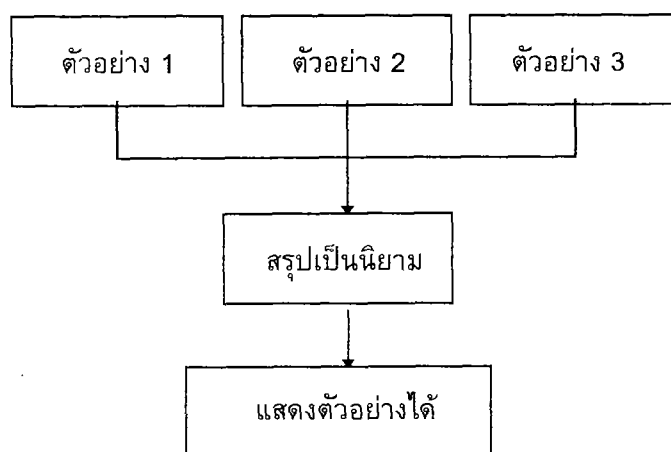
การจัดกิจกรรมเพื่อให้นักเรียนเกิดกระบวนการสร้างความคิดรวบยอด ในวิชาคณิตศาสตร์ ในเรื่อง คำนิยาม นิยมใช้วิธีอุปนัย(Induction) คือการให้เห็น หรือศึกษาจากตัวอย่างหลายๆ แล้วสรุปเป็นนิยาม ซึ่งมีลำดับขั้นตอนการสอนดังนี้

ขั้นที่ 1 ให้นักเรียนสังเกตจากตัวอย่างหลายๆตัวอย่างเพื่อจำแนกความแตกต่าง และหาลักษณะร่วม

ขั้นที่ 2 สรุปลักษณะร่วม

ขั้นที่ 3 ทดสอบนำไปใช้

สามารถเขียนแสดงเป็นขั้นตอน ดังภาพประกอบ 1 ดังนี้



ภาพประกอบ 1 ลำดับขั้นตอนการสอนเพื่อให้เกิดความคิดรวบยอด

จากแนวคิดของนักการศึกษาข้างต้น สรุปได้ว่าแนวการสอนเพื่อให้เกิดความคิดรวบยอด มีดังนี้

1. กำหนดวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม
2. วิเคราะห์ความคิดรวบยอดที่ต้องการให้ผู้เรียน เรียนรู้ให้เด่นชัด
3. นำเสนอตัวอย่างที่หลากหลาย ทั้งตัวอย่างทางบวก และทางลบ
4. ให้นักเรียนได้มีโอกาสนอภิปราย ซักถาม แสดงความคิดเห็น และสรุปความเข้าใจ

ใจเกี่ยวกับความคิดรวบยอดนั้นๆด้วยตัวเอง

1.3.1.5 กระบวนการสร้างความคิดรวบยอด

เฮอร์ล็อก (Hurlock. 1964 : 491 - 492) ได้ให้ความเห็นในกระบวนการสร้างความคิดรวบยอดไว้ ดังนี้

1. ต้องมีความสามารถในการมองเห็นความสัมพันธ์ (Relationship) ของการรับรู้
2. ต้องมองเห็นความหมายสำคัญ (Underline Meaning) ของการรับรู้
3. สามารถให้เหตุผลว่า การรับรู้ที่ได้รับการตีความแล้ว มีลักษณะเช่นใด เหมือน

กันหรือต่างกันอย่างไร

4. มีความสามารถในการจัดกลุ่มของสิ่งเร้าได้

โลเวลล์ (Lovell. 1966 : 12 - 13) มีความเห็นว่า กระบวนการสร้างความคิดรวบ

ยอมนั้นมีดังนี้

1. การรับรู้ (Perception)
2. การสรุปเชิงนามธรรม (Abstraction)
3. การสรุปครอบคลุม (Generalization)

ออซูเบล (Ausubel and Sullivan. 1970 : 611 - 612 ; citing Ausubel. 1968 :

517) ได้กล่าวถึง กระบวนการสร้างความคิดรวบยอดไว้ดังนี้

1. วิเคราะห์ความแตกต่างของสิ่งเร้าได้
2. ตั้งสมมติฐานโดยพิจารณาถึงลักษณะร่วมของส่วนย่อย (Element) ในการย่อ

ได้

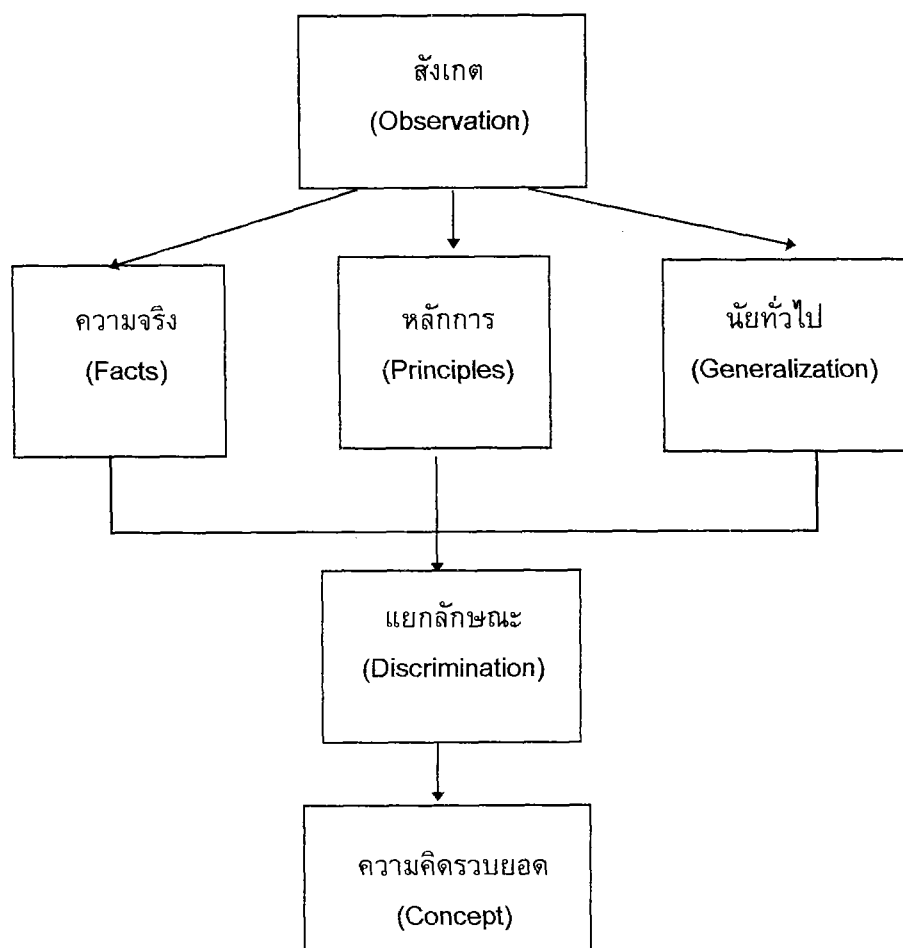
3. ทดสอบสมมติฐานที่สร้างขึ้นในกรณีหนึ่ง
4. เลือกสมมติฐานที่สามารถครอบคลุมสิ่งเร้าที่มีลักษณะบางประการร่วมกันได้
5. จัดลักษณะของสิ่งเร้าให้มาสัมพันธ์กับแนวคิดของตน
6. แยกความแตกต่างระหว่างความคิดรวบยอดใหม่ กับความคิดรวบยอดเดิมได้

เพื่อที่จะหาความสัมพันธ์กัน

7. สรุปครอบคลุมลักษณะเฉพาะของสมาชิกทั้งหมดให้เป็นความคิดรวบยอด
8. หาสัญลักษณ์ทางภาษามาเป็นสื่อความหมายของความคิดรวบยอดนั้น

จำนง พรายแย้มแบ (2526 : 51) ได้กล่าวว่าการที่จะสร้างความคิดรวบยอดให้เกิดขึ้นในตัวบุคคลในเรื่องใดได้นั้นจะทำได้ ก็ต่อเมื่อบุคคลต้องเคยมีประสบการณ์ในการเรียนรู้ความ

จริง(Facts) หลักการ(Principles) และนัยทั่วไป (Generalization) ของเรื่องนั้นๆ มาก่อน รวมทั้งต้องสามารถระลึกได้ (Recognize) ว่าสิ่งนั้นมีลักษณะเฉพาะอย่างไรบ้าง โดยการแยกแยะลักษณะเฉพาะของสิ่งนั้นออกจากสิ่งอื่นได้อย่างชัดเจน (Multiple Discrimination) ซึ่งคุณลักษณะต่างๆ ดังกล่าวนี้อาจเกิดขึ้นได้ ต้องอาศัยคุณลักษณะในการใช้ความสังเกต (Observation) เป็นอย่างดี ดังภาพประกอบ 2 (จำนง พรายแย้มแซ. 2526 : 52)



ภาพประกอบ 2 กระบวนการสร้างความคิดรวบยอด

วรยา กาญจนชาติ (2533 : 32) กล่าวว่า การสร้างความคิดรวบยอด ต้องอาศัยกระบวนการทางสมองที่จะต้องประกอบด้วย การรับรู้ ความจำ ความเข้าใจ การคิดหาเหตุผล และการจัดระเบียบของความคิด หลังจากบุคคลได้ปะทะกับสิ่งเร้า แล้วจึงจะเกิดความคิดรวบยอด และความคิดรวบยอดของบุคคลจะเกิดมีมากขึ้นตามประสบการณ์ของบุคคลนั้นด้วย

ศรีทอง มีทาทอง (2534 : 43) แสดงความคิดเห็นว่า กระบวนการสร้างความคิดรวบยอดควรประกอบด้วยองค์ประกอบต่างๆ ดังนี้

1. ต้องมีความรู้ความจำเกี่ยวกับประเภทของความคิดรวบยอดต่างๆ ไว้ให้ได้

2. ต้องมีความเข้าใจในเหตุการณ์หรือสิ่งเร้าที่เข้ามาใหม่นั้น
3. ต้องมีการวิเคราะห์แยกแยะ ว่าสิ่งเร้านั้น ประกอบด้วยสมาชิกย่อยอะไรบ้าง มีลักษณะเด่น ลักษณะร่วมอย่างไร
4. ต้องมีการสังเคราะห์ สรุปลักษณะเหล่านั้นให้เป็นความคิดรวบยอด
5. ต้องมีการประเมินดูว่า ความคิดรวบยอดนั้นเป็นความคิดรวบยอดใหม่ หรือเป็นสมาชิกของความคิดรวบยอดใด

หน่วยศึกษานิเทศก์ กรมสามัญศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ (ม.ป.ป. : 37) ได้กล่าวถึงขั้นตอนของกระบวนการสร้างความคิดรวบยอด และพฤติกรรม(ตัวบ่งชี้)ที่ผู้เรียนควรแสดงออกในแต่ละขั้นตอนของกระบวนการไว้ดังนี้

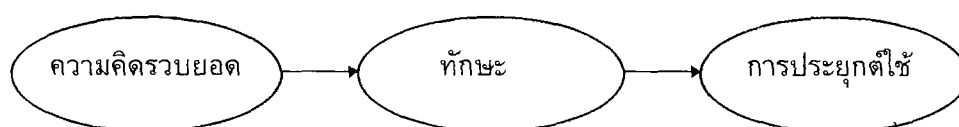
1. ขั้นสังเกต คือสามารถบอกผลที่ได้จากการสังเกตได้
2. ขั้นจำแนกความแตกต่าง คือสามารถบอกความแตกต่างของข้อมูลที่เปรียบเทียบได้
3. ขั้นหาลักษณะร่วม คือสามารถบอกลักษณะร่วมของข้อมูลได้
4. ขั้นสรุปลักษณะร่วมเป็นความคิดรวบยอด คือสามารถสรุปลักษณะร่วมของสิ่งที่ศึกษาเป็นความคิดรวบยอดได้

5. ทดสอบและนำไปใช้ คือสามารถบอกได้ว่าอะไรเป็น หรือไม่เป็น ใช่หรือไม่ใช่ ตามความหมายของความคิดรวบยอดที่สรุปไว้แล้ว

สำหรับการวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยมีความสนใจที่จะนำกระบวนการสร้างทักษะความคิดรวบยอดของหน่วยศึกษานิเทศก์ กรมสามัญศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ มาจัดการเรียนการสอนโดยเน้นแต่ละขั้นตอนของกระบวนการ เพื่อพัฒนาผู้เรียนในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ให้บรรลุวัตถุประสงค์ของหลักสูตรอย่างมีประสิทธิภาพต่อไป

1.3.1.6 ความสำคัญของความคิดรวบยอดกับการเรียนคณิตศาสตร์

เสริมศักดิ์ สุรवलลภ (ม.ป.ป. : 122) ได้กล่าวถึงความสำคัญของความคิดรวบยอดกับการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ไว้ว่า หลักสูตรคณิตศาสตร์แผนใหม่หลายเรื่อง ได้ให้ความสำคัญของการฝึกทักษะทางการคิดคำนวณและถือว่า ทักษะทางการคิดคำนวณมีความจำเป็นในการเรียนคณิตศาสตร์ แต่ทั้งนี้หมายความว่า การฝึกทักษะจะต้องมีความเข้าใจเป็นพื้นฐาน กล่าวคือจะต้องสอนให้ผู้เรียนเข้าใจความคิดรวบยอดเสียก่อนแล้วจึงฝึกทักษะ เพื่อให้ผู้เรียนคิดคำนวณได้ง่ายและรวดเร็ว การสอนคณิตศาสตร์ต้องพิจารณากระบวนการหรือหลักการทางคณิตศาสตร์ ซึ่งมีองค์ประกอบสำคัญที่สัมพันธ์กัน 3 ประการดังภาพประกอบ 3 นี้



ภาพประกอบ 3 องค์ประกอบที่สัมพันธ์กัน ของการสอนคณิตศาสตร์

แผนภาพนี้แสดงให้เห็นว่า การเรียนรู้ควรเริ่มต้นจากความเข้าใจในโมเดลเป็นอันดับแรก การฝึกทักษะให้เกิดความชำนาญเป็นอันดับต่อมา แล้วจึงถึงขั้นประยุกต์ คือการนำความรู้ไปใช้ในสถานการณ์ต่างๆในชีวิต เป็นขั้นสุดท้าย ซึ่งสอดคล้องกับ ระวีวรรณ ชุมชัย (ม.ป.ป. : 77) ที่กล่าวว่า การสอนคณิตศาสตร์ หรือการสอนวิชาใดๆ ในปัจจุบันใช้วิธีสอนคละกันซึ่งเรียกว่าการสอนแบบผสม โดยมุ่งเน้นให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจและเกิดความคิดรวบยอด (concept) ที่ถูกต้องเป็นสำคัญ ถ้าครูได้เข้าใจกระบวนการต่างๆ ได้ศึกษาการคิดทางด้านคณิตศาสตร์เป็นอย่างดี ก็จะสามารถวางแผนการจัดประสบการณ์ในการเรียนรู้ให้นักเรียนได้อย่างเหมาะสม เพราะความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์ คือโครงสร้างทางปัญญาและความคิดที่เป็นสิ่งร่วมอันเกิดจากประสบการณ์หรือปรากฏการณ์ใดๆนั้นเอง

จากแนวความคิดดังกล่าวข้างต้น สรุปได้ว่า ความคิดรวบยอดมีความสำคัญต่อการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เป็นจุดเริ่มต้นของการเรียนรู้ ที่จะนำไปสู่การฝึกทักษะทางด้านคณิตศาสตร์ เพื่อให้เกิดความชำนาญอันจะนำไปสู่การพัฒนาความคิด และโครงสร้างทางปัญญาของนักเรียนต่อไป

1.3.2 เอกสารที่เกี่ยวกับการฝึกทักษะ

การฝึกทักษะ เป็นส่วนสำคัญในกระบวนการสร้างทักษะการคิดคำนวณ และกระบวนการสร้างทักษะการแก้โจทย์ปัญหา ซึ่งมีเอกสารที่เกี่ยวข้องดังนี้

1.3.2.1 ความหมายของการฝึกทักษะ

คลอสไมเออร์ และริปเปิล (Klausmeier and Ripple. 1971 : 71 - 80) กล่าวว่า ทักษะ (Skill) หมายถึง ระดับของความคล่องแคล่วในการประกอบกิจกรรมอย่างใดอย่างหนึ่งให้ดำเนินไปอย่างต่อเนื่องตามลำดับ

พจนานุกรมฉบับราชบัณฑิตยสถาน (2525 : 386) ให้ความหมาย “ทักษะ” ว่า หมายถึง ความชำนาญ

ประสาธ อิศรปรีดา (2523 : 165) ให้ความหมาย “ทักษะ” ว่า หมายถึงความสามารถทางกลไก (Motor) ในการประกอบกิจกรรมอย่างใดอย่างหนึ่งได้อย่างถูกต้อง รวดเร็วและมีประสิทธิภาพ

มาลินี จุฑะรพ (2537 : 127) กล่าวว่า ทักษะ หมายถึง ลักษณะของพฤติกรรม การเคลื่อนไหวของบุคคลที่ประสานสัมพันธ์กันเป็นลูกโซ่

ยุพิน พิพิธกุล (2536 : 70) กล่าวว่าในการสอนคณิตศาสตร์นั้นเมื่อผู้เรียนฝึกทำแบบฝึกหัดทำแบบเรียน ถ้าเป็นเรื่องง่ายและผู้เรียนสามารถทำได้ ก็จะฝึกต่อไป จนเกิดความชำนาญ (Skill) เราจึงมักเรียกว่าให้ผู้เรียนฝึกทักษะ

จากแนวความคิดข้างต้น สรุปได้ว่า ทักษะ หมายถึงความสามารถในการปฏิบัติกิจกรรมอย่างใดอย่างหนึ่ง ได้อย่างถูกต้องและเป็นความสามารถที่ปฏิบัติกิจกรรมนั้นให้ดำเนินไปอย่างต่อเนื่องรวดเร็ว

ลักษณะของทักษะ

เด เซคโค (De Cecco.1968 : 277 - 281) ได้กล่าวถึงลักษณะของทักษะไว้ดังนี้

1. มีการตอบสนองต่อสิ่งเร้านั้นในลักษณะที่ต่อเนื่องกันเป็นลูกโซ่ (Response Chain) เมื่อมีสิ่งเร้าเกิดขึ้น บุคคลจะตอบสนองต่อสิ่งเร้านั้นในลักษณะที่ต่อเนื่องกันเป็นลูกโซ่ และเป็นไปโดยอัตโนมัติ เช่น นักกีฬาฟุตบอล ซึ่งมีทักษะในการเล่นฟุตบอล ขณะที่อยู่ในสนาม เขาจะเตรียมตอบสนองต่อลูกฟุตบอล ด้วยการหยุดลูกฟุตบอล หรือส่งลูกฟุตบอลต่อไปให้คนอื่นที่ต่อเนื่องกันเป็นลูกโซ่ ด้วยทักษะ ความชำนาญหรือความเชี่ยวชาญนั่นเอง

2. มีการเคลื่อนไหวที่ผสมผสานกัน (Movement-Coordination) เมื่อบุคคลได้ตอบสนองต่อสิ่งเร้า ในลักษณะที่ต่อเนื่องกันเป็นลูกโซ่นั้น จะเห็นได้ว่าอวัยวะส่วนต่างๆ ของร่างกายจะเคลื่อนไหวในลักษณะผสมผสานกัน เช่น ผู้ที่มีทักษะในการพิมพ์ดีดจะเห็นได้ว่าการประสานกันระหว่างตาและนิ้วมือ ตาของผู้พิมพ์ดีดจะดูที่ต้นฉบับ ส่วนมือก็กดตัวอักษรที่เป็นพิมพ์ดีด

3. รูปแบบของการตอบสนองที่มีลักษณะเฉพาะ (Response Patterns) ทักษะในเรื่องใดจะมีรูปแบบของการตอบสนองเป็นลักษณะเฉพาะของเรื่องนั้น เช่น ผู้ที่มีทักษะในการพิมพ์ดีดจะมีรูปแบบของการตอบสนองต่อเครื่องพิมพ์ดีดเป็นการเฉพาะ ซึ่งแตกต่างไปจากผู้ที่มีทักษะในการเล่นดนตรี เป็นต้น

1.3.2.2 ประเภทของทักษะ

เบอร์นาร์ด (Bernard, 1972 : 64) ได้แบ่งทักษะไว้ 2 ประเภท ดังนี้คือ

1. ทักษะทางกลไกสัมผัส (Sensorimotor Skill) เป็นทักษะที่เกี่ยวข้องกับการใช้กลไกกล้ามเนื้อและข้อต่อ เป็นการเคลื่อนไหวทางกายโดยอัตโนมัติ เช่น การเดิน การขี่รถจักรยาน การใช้เครื่องมือของแม่ครัว การเดินร่าย

2. ทักษะทางกลไกรับรู้ (Perceptual-motor Skill) เป็นทักษะในระดับที่ซับซ้อนขึ้น ต้องอาศัยทั้งการรับรู้และการเคลื่อนไหวทางกลไก มักจะเป็นการเรียนรู้ความสัมพันธ์ (Associative Learning) ของสิ่งต่างๆ และเกี่ยวข้องกับการจำและคิด ตัวอย่างเช่น ในขณะที่เราใช้นิ้วมือเขียนหนังสือ เราจะต้องใช้การเคลื่อนไหวของนิ้วและมือ การจำ การคิด และสายตาเป็นต้น

1.3.2.3 วัตถุประสงค์ในการฝึกทักษะ

ลาวัลย์ พลกล้า และคณะ (2534 : 5 - 1) กล่าวถึงวัตถุประสงค์ในการฝึกทักษะทางคณิตศาสตร์ไว้ดังนี้ ในการเรียนคณิตศาสตร์นั้น เป็นที่คาดหวังว่าเมื่อเรียนแล้ว นักเรียนต้องจำได้ เมื่อถึงคราวจะต้องใช้สิ่งที่เรียนไปแล้วจะสามารถนำมาใช้ได้ ทั้งนี้เพราะวิชาคณิตศาสตร์เป็นวิชาที่ต้องสะสมความรู้ และมีความต่อเนื่องเกี่ยวพันกัน เนื้อหาใหม่ๆ จะเกี่ยวข้องกับเรื่องที่ได้ศึกษามาแล้ว และยังคงจะเกี่ยวข้องสัมพันธ์กับเนื้อหาใหม่ที่ต้องเรียนในภายหน้าด้วย ดังนั้นในการเรียนคณิตศาสตร์ผู้เรียนจะต้องมีความรู้อย่างดีในเรื่องที่เป็นพื้นฐานสำหรับที่จะต้องใช้ในการศึกษาเนื้อหาใหม่ และในการศึกษาเนื้อหาใหม่ ผู้สอนต้องพยายามให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจในเรื่องนั้นๆ อย่างถ่องแท้ด้วยวิธีการต่างๆ เท่านั้นยังไม่พอ ยังจำเป็นที่จะต้องให้ผู้เรียนได้ลงมือทำ และฝึกด้วยตนเองจนเข้าใจอย่างลึกซึ้ง และสามารถนำสิ่งที่เรียนรู้ ไปใช้ได้อย่างคล่องแคล่วและถูกต้อง ได้ฝึกจนรู้สึกมั่นใจในความรู้ และคุ้นเคยในเรื่องนั้นๆ จนสามารถใช้เป็นความรู้พื้นฐานทางคณิตศาสตร์ เพื่อใช้ในการศึกษาเรื่องต่อไปได้ ผู้เรียนจะต้องมีโอกาสนำความรู้นี้ไปใช้เป็นครั้งคราวจนไม่รู้สึกว่าเป็นเรื่องเหล่านั้นเป็นเรื่องใหม่สำหรับเขาอีกต่อไป

ดังนั้นในการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ เมื่อผู้เรียนเกิดความเข้าใจแล้ว ขั้นต่อไปที่จำเป็นอีกอย่าง ก็คือ “การฝึกทักษะ” ทั้งนี้จุดประสงค์ของการฝึกทักษะมีดังนี้

1. ส่งเสริมให้ผู้เรียนมีความเข้าใจลึกซึ้งขึ้น
2. ช่วยในการจำ และให้ความคงทนในการจำ ในสิ่งที่เรียนรู้ไปแล้ว เช่น

กฎเกณฑ์หรือสูตร หลักการ กระบวนการ เป็นต้น

3. ให้ความถูกต้องและแม่นยำ
4. ให้ความมั่นใจ และคล่องแคล่วในการทำ
5. เพื่อให้นำไปใช้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ กล่าวคือ นำไปใช้ได้ถูกต้อง เหมาะสม และรวดเร็ว

สม และรวดเร็ว

เสริมศักดิ์ สุวาลลภ(ม.ป.ป. : 125) กล่าวว่า กิจกรรมสำหรับการฝึกทักษะมีจุดประสงค์ ดังนี้

1. ให้ความคงทนในการจำ กฎเกณฑ์ หลักการ กระบวนการ เพื่อใช้ในการแก้โจทย์ปัญหาต่างๆ และฝึกการถ่ายโยงการเรียนรู้
2. ให้ความถูกต้องแม่นยำในการใช้กฎเกณฑ์ หลักการ วิธีการคิดคำนวณ
3. ให้ความมั่นใจ ในการคิดแก้ปัญหาโจทย์
4. เพื่อให้มีประสิทธิภาพในการใช้กฎเกณฑ์ หลักการในการแก้ปัญหาได้อย่างรวดเร็วและ เหมาะสม

สรุปได้ว่า การฝึกทักษะมีวัตถุประสงค์ ดังนี้คือ ต้องการให้ผู้ฝึกทักษะได้ลงมือทำ และฝึกปฏิบัติกิจกรรมต่างๆที่กำหนด ด้วยตนเอง จนสามารถทำให้บรรลุจุดหมายดังต่อไปนี้

1. เกิดความชำนาญ สามารถปฏิบัติกิจกรรมนั้นๆได้อย่างคล่องแคล่ว ถูกต้อง แม่นยำ และรวดเร็ว

2. เกิดความรู้ ความเข้าใจในเนื้อหา หรือในกิจกรรมที่ได้ฝึกทักษะ
3. มีความคงทนในการจำในส่วนที่ได้ฝึกทักษะ เช่น ส่วนสำคัญของเนื้อหา

กระบวนการ ตลอดจนวิธีการปฏิบัติในการฝึกทักษะ

4. สามารถนำความรู้ความชำนาญที่ได้รับจากการฝึกทักษะ ไปประยุกต์ใช้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

1.3.2.4 หลักการในการจัดกิจกรรมเพื่อฝึกทักษะ

มีผู้ให้แนวคิดไว้ดังนี้

เสริมศักดิ์ สุวาลลภ(ม.ป.ป. : 122 - 124)ได้อ้างถึง จอห์นสันและไรซิง (Johnson and Rising) ว่าได้เสนอแนะหลักการเบื้องต้นในการฝึกทักษะไว้ดังนี้

1. การฝึกทักษะจะต้องกระทำเมื่อผู้เรียนมีความต้องการที่จะปรับปรุงตนเองให้มีความชำนาญ ในขณะที่เดียวกันผู้เรียนจะต้องตระหนักถึงคุณค่า และประโยชน์ของการฝึกทักษะในการคิดคำนวณ และรู้ด้วยว่าถ้าผู้เรียนขาดการฝึกทักษะ และขาดความชำนาญในการคิดคำนวณแล้วผลเสียย่อมเกิดแก่ผู้เรียนเอง

2. ควรให้ผู้เรียนฝึกทักษะโดยใช้ความคิดอย่างพินิจพิจารณาควบคู่ไปด้วย เพื่อป้องกันมิให้เกิดการกระทำซ้ำ ๆ อย่างเครื่องจักรกล ดังนั้นผู้สอนควรจะให้แบบฝึกหัดที่เป็นปัญหา ซึ่งต้องใช้ความคิดมากกว่า ที่จะให้ทำแบบฝึกหัดที่มีแบบการแก้ปัญหาซ้ำ ๆ กัน ซึ่งผู้เรียนสามารถหาคำตอบได้โดยอัตโนมัติ

3. ควรให้ผู้เรียนฝึกทักษะภายหลังที่ผู้เรียนเข้าใจโมเดลแล้ว เพราะความเข้าใจโมเดลประกอบกับการฝึกทักษะโดยผู้เรียนได้ใช้ความคิดควบคู่ไปด้วยเป็นองค์ประกอบสำคัญในอันที่จะทำให้การเรียนรู้

4. ควรให้ผู้เรียนมีโอกาสฝึกทักษะในการทำแบบฝึกหัดที่ผู้เรียนสามารถหาคำตอบหรือแก้ปัญหาได้ถูกต้อง โดยเล็งไม่ให้ผู้เรียนต้องฝึกทักษะในการคิดคำนวณ หรือแก้ปัญหาอย่างผิด ๆ ดังนั้นเมื่อผู้สอนมอบหมายแบบฝึกหัดให้ผู้เรียนอย่างอิสระแล้ว ผู้สอนจะต้องเตรียมคำตอบที่ถูกต้องให้ผู้เรียน เพื่อเขาจะได้ตรวจคำตอบของเขาเองได้

5. การฝึกทักษะควรทำตามความต้องการหรือความสามารถของผู้เรียนเป็นรายบุคคล การให้ผู้เรียนทำแบบฝึกหัดเหมือนกันหมดทุกคนในชั้นเรียน หรือการให้แบบฝึกหัดเพิ่มเติมแก่ผู้เรียนที่ทำเสร็จแล้ว ไม่ใช่การฝึกทักษะที่ถูกต้อง ผู้สอนที่ชำนาญควรตระหนักว่า ผู้ที่เรียนเก่งต้องการการทำแบบฝึกหัดที่ยากเพียงบางแบบฝึกหัดเท่านั้น ในขณะที่เดียวกันผู้ที่เรียนอ่อนก็ต้องการแบบฝึกหัดที่ง่ายกว่า

6. การทำแบบฝึกหัดเพื่อฝึกทักษะ ควรใช้ระยะเวลาพอสมควร ถ้าฝึกนานเกินไป จะทำให้ผู้เรียนเหนื่อยหรือเบื่อ นอกจากนี้ผู้สอนจะต้องเลือกให้ผู้เรียนฝึกทักษะเฉพาะเรื่องที่เป็นประโยชน์จริง ๆ เรื่องใดที่ผู้เรียนเข้าใจ และมีความชำนาญดีแล้วไม่ควรให้ฝึกต่อไป

7. แบบฝึกหัดที่ให้ผู้เรียนฝึกควรเป็นแบบฝึกหัดที่มีความหมาย เพื่อประโยชน์แก่ผู้เรียนในการถ่ายโอนและการนำไปใช้ ถ้าจะเน้นการฝึกเฉพาะเรื่อง ก็ควรจะให้ผู้เรียนเข้าใจโครงสร้างทั้งหมดของเรื่องที่ฝึกด้วย ทั้งนี้เพื่อให้สถานการณ์ในการฝึกมีลักษณะสอดคล้องกับสถานการณ์ ที่ผู้เรียนจะต้องนำทักษะนั้นไปใช้ได้จริง ๆ

8. การฝึกทักษะควรเน้นหลักการหรือกฎเกณฑ์ทั่วไป มากกว่าจะเน้นกลเม็ดหรือวิธีลัด ทั้งนี้เพื่อหลีกเลี่ยงการจำวิธีการกระทำแบบเครื่องจักรกล หรือการจำแต่กลเม็ดของการแก้ปัญหาหรือการคิดคำนวณ

9. ผู้เรียนควรได้รับความรู้เกี่ยวกับการฝึกทักษะ เช่น ควรรู้วิธีการใช้คำตอบในการเรียนด้วยตัวเอง ควรรู้ว่าต้องการฝึกทักษะอะไร ผู้ที่เรียนอ่อนอาจจะต้องมีเครื่องช่วยในการฝึกทักษะ

10. กิจกรรมในการฝึกทักษะควรมีหลายรูปแบบ เช่น เกม การแข่งขันตอบปัญหาปริศนา การทำแบบฝึกหัดแบบปากเปล่า แม้กระทั่งแบบฝึกหัดสั้น ๆ ที่มีการถามตอบอย่างรวดเร็ว ก็เป็นวิธีการที่ช่วยให้ผู้เรียนระลึกถึงข้อเท็จจริง และวิธีการต่างๆ ในการคิดคำนวณ หรือแก้ปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพวิธีหนึ่ง

11. การฝึกทักษะจะมีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น ถ้าผู้เรียนรู้ความก้าวหน้าของตนเอง รู้เกณฑ์ในการฝึก เกณฑ์ในชั้นเรียน หรือเกณฑ์ระดับชาติ

12. ไม่ควรใช้การฝึกทักษะเป็นการทำโทษผู้เรียน เช่นถ้าผู้เรียนทำแบบฝึกหัดข้อใดผิด ก็ให้ทำข้อนั้นซ้ำอีกหลายครั้ง จะทำให้ผู้เรียนได้ประสบการณ์ที่ไม่ดีเกี่ยวกับการฝึกทักษะ ในทางตรงข้ามผู้สอนควรทำให้ผู้เรียนรู้สึกว่าการเรียนคณิตศาสตร์เป็นประสบการณ์ที่ให้ความพอใจแก่ผู้เรียน

ลาวัลย์ พลกล้า และคณะ(2534 : 5 - 2) กล่าวว่า การจัดกิจกรรมเพื่อฝึกทักษะที่จะให้นักเรียนสนใจ ตั้งใจทำงานบรรลุวัตถุประสงค์นั้นจะต้องมีองค์ประกอบหลายประการดังนี้

1. นักเรียนเห็นคุณค่าของการฝึกทักษะ ตระหนักในความสำคัญและจำเป็นในการฝึกทักษะเพื่อให้เกิดความเข้าใจในเนื้อหาต่างๆ อย่างถ่องแท้ จะได้นำความรู้นั้นไปใช้เป็นพื้นฐานในการเรียนต่อไป

2. นักเรียนต้องมีความมั่นใจว่าตัวเองทำได้ เข้าใจวิธีการ หลักการ มีกำลังใจในการทำ ดังนั้นแบบฝึกหัดควรเริ่มจากโจทย์ที่ง่าย ตรงตามหลักสูตรหรือวิธีการ แล้วค่อยๆ ยากขึ้นตามลำดับ

3. นักเรียนมีเวลาพอที่จะทำ การสั่งงานให้นักเรียนทำควรควรคำนึงถึงเวลาที่ใช้ในการทำ อย่าให้มากจนนักเรียนไม่มีเวลาสำหรับพักผ่อน ทั้งนี้เพื่อไม่ให้นักเรียนเกิดความเครียด ครูอาจจะจัดทำเอกสารฝึกหัดที่ช่วยให้นักเรียนใช้เวลาฝึกคิด ฝึกทำ ในสิ่งที่ครูต้องการจะฝึกจริงๆ โดยไม่ต้องเสียเวลากับการทำในสิ่งที่ไม่จำเป็น นอกจากนี้การสั่งการบ้านครูควรจะคำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคล ความสามารถที่แตกต่างกัน สภาพแวดล้อมทางสังคมที่แตกต่างกันด้วย

4. นักเรียนเกิดความสนุกสนานภูมิใจในความสามารถของตน นักเรียนเก่งจะสนุกและภูมิใจเมื่อสามารถแก้ปัญหาใดๆ ได้ นักเรียนที่มีความสามารถปานกลางและต่ำ อาจเกิดความสนุกกับการทำเอกสารฝึกหัดต่างๆ ที่มีรูปแบบแตกต่างไปจากการทำแบบฝึกหัดในแบบเรียนอย่างที่เคยทำ หรืออาจจะสนุกกับการเล่นเกมต่างๆ ซึ่งจะเป็นการฝึกทักษะและช่วยให้นักเรียนมีทัศนคติที่ดีต่อการเรียนคณิตศาสตร์

จากแนวคิดของนักการศึกษา สรุปหลักในการฝึกทักษะได้ดังนี้

1. ผู้เรียนควรมีความพร้อมที่จะฝึกด้วยความเต็มใจ
2. การฝึกทักษะควรทำเมื่อผู้เรียนเข้าใจแนวคิดแล้ว เพื่อที่ผู้เรียนจะได้ฝึกทักษะได้อย่างราบรื่น ไม่มีความกังวล และยังเป็นการพัฒนาความคิดไปพร้อมกันด้วย
3. การฝึกทักษะควรเริ่มจากขั้นที่ง่ายไปสู่ขั้นที่ยาก และผู้ฝึกได้รับทราบผลการฝึกเป็นระยะ นอกจากนี้ยังควรยืดหยุ่นให้เหมาะสมกับระดับความสามารถของผู้เรียนแต่ละกลุ่ม แต่ละบุคคลด้วย
4. การฝึกทักษะที่ตึงนอกจากจะทำให้ผู้เรียนเกิดความชำนาญในเรื่องที่ต้องการฝึกแล้ว ควรที่จะทำให้ผู้เรียนเกิดความสุขสนุกสนาน มีความภาคภูมิใจในประสบการณ์แห่งความสำเร็จที่ได้รับจากการฝึกด้วย

1.3.3 กระบวนการสร้างทักษะการคิดคำนวณ

1.3.3.1 ความหมายของทักษะการคิดคำนวณ

เสริมศักดิ์ สุรวัฒน (ม.ป.ป. : 121) กล่าวว่า การฝึกให้ผู้เรียนมีทักษะในการคิดคำนวณ เป็นปัญหาที่ถกเถียงกันมากในปัจจุบันว่า ทักษะด้านนี้ยังมีความจำเป็นในการเรียนคณิตศาสตร์อยู่หรือไม่ เพราะการใช้เครื่องคิดเลขและคอมพิวเตอร์ในการคำนวณได้เข้ามามีบทบาทและแพร่หลายในกิจกรรมต่างๆ ทั้งยังสามารถคิดคำนวณได้อย่างถูกต้องแม่นยำและรวดเร็ว แต่อย่างไรก็ตาม ทักษะในการคิดคำนวณยังมีความจำเป็นอยู่มาก

ภพ เลหาไพบูลย์ (2537 : 125) กล่าวว่า การคำนวณ (Using numbers) หมายถึง การนำจำนวนที่ได้จากการสังเกตเชิงปริมาณ การวัด การทดลอง และจากแหล่งอื่นๆ มาจัดกระทำให้เกิดค่าใหม่ เช่น การนับ การบวก ลบ คูณ หาร หาค่าเฉลี่ย ยกกำลังสอง เป็นต้น

ทักษะการคำนวณ หมายถึง ความสามารถในการ บวก ลบ คูณ หาร หรือจัดกระทำกับตัวเลข

สรุปได้จากแนวคิดของนักการศึกษา เกี่ยวกับ “ทักษะ” และ “การคิดคำนวณ” ได้ว่า “ทักษะในการคิดคำนวณ” หมายถึง ความสามารถในการจัดกระทำจำนวนต่างๆ ในลักษณะของการ บวก ลบ คูณ หาร หรืออื่นๆ ตามที่โจทย์กำหนดได้อย่างคล่องแคล่ว แม่นยำ รวดเร็ว และถูกต้อง

1.3.3.2 ความสำคัญของทักษะการคิดคำนวณ

เสริมศักดิ์ สุรวัฒน (ม.ป.ป. : 121) กล่าวว่า นักการศึกษาให้เหตุผลเกี่ยวกับความสำคัญของทักษะการคิดคำนวณไว้ดังนี้

1. ช่วยในการเรียนคณิตศาสตร์ใหม่ทางคณิตศาสตร์ง่ายขึ้น กล่าวคือ ถ้าผู้เรียนมีทักษะในการคิดคำนวณอย่างดีแล้ว เขาสามารถที่จะอุทิศพลังทางสติปัญญาทั้งหมดเพื่อการศึกษาปัญหาใหม่ หรือเพื่อสำรวจความคิดใหม่ๆ โดยไม่ต้องพะวงกับปัญหาด้านการคิดคำนวณ

2. ช่วยในการกระทำหรือในกิจกรรมต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับผู้เรียนดังจะเห็นได้ว่า กิจกรรมต่างๆ ที่บ้าน ที่ทำงาน และแม้กระทั่งในเรื่องนันทนาการ เช่น การซื้อของ การทำอาหาร การจัดการเกี่ยวกับธุรกิจการงาน หรือการเล่นเกมส์ต่างๆ ล้วนต้องอาศัยทักษะในการคิดคำนวณเสมอ

3. ส่งเสริมให้ผู้เรียนมีความคิดสร้างสรรค์ในการแก้ปัญหา และในการทำกิจกรรมต่างๆ

4. ทำให้ผู้เรียนเกิดความรู้ความเข้าใจในโครงสร้างของระบบจำนวน และเป็นสื่อในการเข้าใจคณิตศาสตร์ต่างๆ เช่น เรื่องค่าประจำหลัก คุณสมบัติและวิธีการต่างๆ ในระบบจำนวน

1.3.3.3 หลักในการฝึกทักษะการคิดคำนวณ

ยุพิน พิพิธกุล (2536 : 94) ได้ให้หลักในการฝึกทักษะการคิดคำนวณไว้ดังนี้

1. ให้นักเรียนเข้าใจความรู้พื้นฐานอย่างมีเหตุผล
2. การใช้รูปธรรมอธิบายนามธรรม จะช่วยให้นักเรียนเข้าใจยิ่งขึ้น
3. เมื่อนักเรียนเข้าใจแล้ว ก็สามารถเขียนเป็นสัญลักษณ์ขึ้น ครูจะต้องเน้นข้อผิดพลาดที่ควรระวังก่อนที่ทำการฝึกต่อไป

4. ขั้นต่อไปครูจะต้องทำการฝึก อาจจะใช้คำถามให้เขียนตอบ ขณะที่ฝึกนั้นครูจะต้องทบทวนอยู่เสมอในเรื่องที่มีความสำคัญและควรเน้น ในการฝึกจะต้องคำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคลด้วย

5. เมื่อฝึกบ่อยๆนักเรียนก็จะสามารถจำได้ ควรจะฝึกให้นักเรียนจำแต่เรื่องสำคัญๆและสามารถพลิกแพลงใช้ การฝึกนั้นจะฝึกในระยะสั้นๆ หรือฝึกทุกวัน ทั้งนี้แล้วแต่ความสำคัญของเนื้อหา

6. เมื่อนักเรียนจำสูตร กฎเกณฑ์ได้แล้วก็ต้องนำไปใช้ นักเรียนควรจะได้คิดได้อย่างถูกต้องรวดเร็ว คิดหลายแบบ กระทบตามถูก นอกจากนี้ยังควรที่จะพัฒนาทักษะในการคิดคำนวณด้วยวิธีลัดด้วย

7. ฝึกให้เกิดทักษะในการคำนวณ โดยการนำไปใช้กับเรื่องอื่นได้

1.3.3.4 การสอนเพื่อให้เกิดทักษะการคิดคำนวณ

ยุพิน พิศกุล (2536 : 249 - 250) ได้ให้แนวคิดในการสอน เพื่อให้เกิดทักษะการคิดคำนวณไว้ 2 แนวคิดดังนี้

แนวคิดที่ 1

การที่จะสอนให้นักเรียนเกิดทักษะในการคิดคำนวณนั้น จะต้องสอนให้มีลำดับขั้นตอนดังนี้

1. ขั้นนำ นำด้วยวิธีการต่างๆ และใช้สื่อรูปธรรม
2. ขั้นสอน ยกเนื้อหาตามลำดับขั้นตอน ใช้สื่อรูปธรรม ใช้ตัวอย่างง่ายไปสู่ข้อสรุป ใช้วิธีการต่างๆ ให้นักเรียนสรุป
3. สรุปความคิดรวบยอดพื้นฐาน ที่จะนำไปใช้ในการคิดคำนวณ
4. ครูยกตัวอย่างแสดงวิธีทำที่ถูกต้อง แสดงวิธีทำ เขียนให้ถูกต้อง
5. ครูยกโจทย์ให้นักเรียนฝึก ให้นักเรียนช่วยยกโจทย์บ้างก็ได้
6. สรุปรวมคำสอน หลายๆเรื่อง (หลาย Concept) ใช้วิธีการต่างๆ ในการสรุป ไม่ควรใช้วิธีการที่สรุปในตอนแรก

7. ทำโจทย์พิเศษท้ายชั่วโมง

8. ทำแบบฝึกหัด การบ้าน

แนวคิดที่ 2

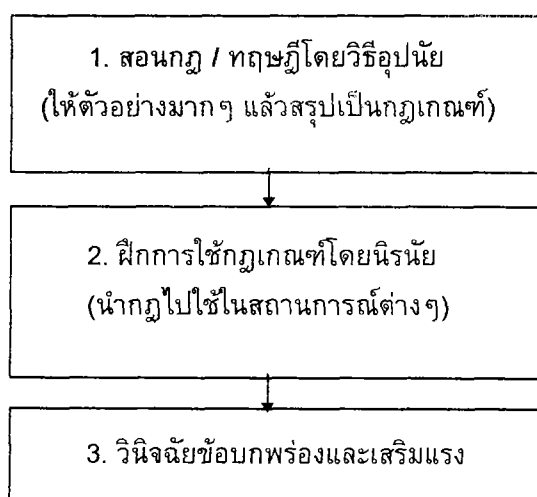
1. ยกตัวอย่างที่เป็นรูปธรรม เพื่อให้ความรู้พื้นฐาน หรือสอนเนื้อหา
2. นักเรียนเกิดความเข้าใจจากการศึกษาสิ่งที่ เป็นรูปธรรม
3. นำเข้าสู่การใช้สัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ และเรียนรู้สิ่งที่ เป็นนามธรรม
4. เน้นข้อผิดพลาด ป้องกันการผิดพลาด
5. ฝึก การฝึกดูความสามารถ
6. การจำ จำแต่เรื่องสำคัญ
7. การนำไปใช้ สามารถนำกฎ และสูตรต่างๆไปใช้ ทำได้ถูกต้อง รวดเร็ว
8. ใช้ได้กับเรื่องอื่นก็ได้ รู้จักพลิกแพลงใช้กับเรื่องอื่น

หน่วยศึกษานิเทศก์ กรมสามัญศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ (ม.ป.ป. : 44) ได้กำหนดแนวการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน ตามกระบวนการสร้างทักษะการคิดคำนวณไว้ดังนี้

ทักษะการคิดคำนวณ เป็นการนำสูตร กฎทฤษฎีบทต่างๆ ไปใช้ในการคิดคำนวณให้เกิดความคล่องแคล่ว แม่นยำและรวดเร็ว ซึ่งมีลำดับขั้นตอนการเรียนรู้ดังต่อไปนี้

1. บอกนิยามของกฎ / ทฤษฎีบทได้
- ↓
2. ยกตัวอย่างเฉพาะตามกฎ / ทฤษฎีบทได้
- ↓
3. คำนวณโดยใช้กฎ / ทฤษฎีได้
- ↓
4. นำไปประยุกต์ในสถานการณ์ใหม่ได้

เพื่อให้บรรลุตามลำดับขั้นตอนดังกล่าวนี้ ควรจัดกิจกรรมการเรียนการสอนตามขั้นตอนดังแสดงไว้ในภาพประกอบ 4 ดังนี้



ภาพประกอบ 4 ขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน
ตามกระบวนการสร้างทักษะการคิดคำนวณ

จากแนวคิดดังกล่าว การดำเนินการสอนเพื่อให้เกิดทักษะการคิดคำนวณสรุปได้ดังนี้

1. ใช้สื่อ อุปกรณ์ที่เป็นรูปธรรมเพื่อให้นักเรียนเข้าใจง่าย
2. ยกตัวอย่างที่ถูกต้อง และเน้นกรณีผิดพลาดที่เกิดขึ้นเสมอเพื่อป้องกันไม่ให้เกิด

นี้

ขึ้นอีก

3. ให้นักเรียนได้ฝึกคำนวณ ตามความสามารถ ในเวลาที่เหมาะสมด้วยตัวอย่างที่

หลากหลาย

4. ให้นักเรียนได้มีโอกาสวางแนวทาง และสรุปกฎเกณฑ์ต่างๆด้วยตนเอง

5. ให้นักเรียนรู้จักประยุกต์ และนำไปใช้กับสถานการณ์เรื่องอื่นๆได้

1.3.3.5 กระบวนการสร้างทักษะการคิดคำนวณ

หน่วยศึกษานิเทศก์ กรมสามัญศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ (ม.ป.ป. : 37) ได้กำหนดขั้นตอนของกระบวนการสร้างทักษะการคิดคำนวณ และพฤติกรรม(ตัวบ่งชี้)ที่ผู้เรียนแสดงออกในแต่ละขั้นตอนของกระบวนการไว้ดังนี้

1. ขั้นตรวจสอบความคิดรวบยอด พฤติกรรมของผู้เรียนคือ บอกสัญลักษณ์ นิยาม ศัพท์ สัจพจน์

2. ขั้นสรุปเป็นกฎ คือ บอกประเด็นสำคัญและสรุปกฎเกณฑ์จากตัวอย่าง

3. ขั้นฝึกการใช้กฎใหม่ คือ นำกฎไปแก้ปัญหาสถานการณ์

4. ปรับปรุงแก้ไข คือ หาคำตอบและตรวจสอบคำตอบได้ถูกต้อง รวมทั้งสามารถระบุขั้นตอนที่ผิดพลาดและแก้ไขให้ถูกต้องได้

1.3.4 กระบวนการสร้างทักษะการแก้โจทย์ปัญหา

1.3.4.1 ความหมายของโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์

ได้มีผู้ให้ความหมายเกี่ยวกับโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ไว้ พอสรุปได้ดังนี้

แอนเดอร์สัน และพิงกรี (Anderson and Pingry. 1973 : 228) ได้ให้ความหมายของโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ว่า เป็นสถานการณ์ที่เหมาะสมซึ่งใช้ความรู้ ประสบการณ์ การวางแผน และการตัดสินใจประกอบกัน

อาดัมส์ (Adams.1977 : 176) ให้ความหมายว่า โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์เป็นสถานการณ์ที่เกี่ยวกับปริมาณและต้องมีการตัดสินใจลงมือกระทำหรือหาคำตอบ โดยปัญหานั้นจะเป็นปัญหาที่ใช้ภาษา เรื่องราว หรือคำพูดก็ได้

อาดัมส์ และคนอื่นๆ (Adams Eills and Beeson.1977 : 173) กล่าวว่า โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ คือ โจทย์ปัญหา (Word Problem) หรือโจทย์เชิงเรื่องราว (Verbal Problem) อันหมายถึง ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่บรรยายสภาพการณ์ ด้วยถ้อยคำหรือข้อความและตัวเลข โดยต้องการคำตอบในเชิงปริมาณหรือตัวเลข ผู้แก้ปัญหามust ค้นหาว่าจะใช้วิธีการใดแก้โจทย์

มัญญ อรุณไพโรจน์ (2517 : 17) ให้ความหมายว่า โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ หมายถึง สภาพปัญหาทางคณิตศาสตร์ ซึ่งประกอบไปด้วยจำนวนและตัวเลข ตลอดจนคำห้อมล้อมที่ก่อให้เกิดปัญหา ซึ่งนักเรียนจะต้องคิดและตัดสินใจว่าจะใช้วิธีการอะไรทางคณิตศาสตร์มาแก้ปัญหา นั้น

สุดสวาท ชันธมูล (2530 : 10) กล่าวว่า โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ หมายถึง สถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับปริมาณ ที่เป็นภาษา เรื่องราว คำพูด และพบได้ในชีวิตประจำวันซึ่งผู้แก้ปัญหามust ใช้ความรู้ ประสบการณ์ การวางแผนและการตัดสินใจ โดยมีกระบวนการที่เหมาะสม

ศรีทอง มีทาทอง (2534 : 23) กล่าวว่า โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์หมายถึง สถานการณ์ที่ประกอบไปด้วยภาษา และตัวเลขที่ต้องการคำตอบ โดยที่ผู้แก้ปัญหานั้นต้องหาวิธีการทางคณิตศาสตร์ที่เหมาะสม เลือกตัดสินใจและลงมือแก้ปัญหานั้น

จากแนวคิดของนักการศึกษาข้างต้น สรุปได้ว่า โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ หมายถึง สภาพปัญหา หรือสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับปริมาณและคำตอบที่ต้องการ มีทั้งโจทย์ที่ประกอบด้วย โจทย์ปัญหาที่เป็นภาษา เรื่องราว หรือคำพูดก็ได้ ซึ่งผู้ที่จะแก้ปัญหานั้นต้องมีเหตุผลในการตัดสินใจ และใช้กระบวนการที่เหมาะสมในการดำเนินการแก้โจทย์ปัญหานั้น

1.3.4.2 ลักษณะและรูปแบบของโจทย์ปัญหา

ฟรานซิส (Francis. 1978 : 6 - 11) ให้ความเห็นว่าโจทย์ปัญหาจะมีส่วนประกอบ ดังนี้

1. ข้อมูลที่โจทย์ให้ และสามารถแก้ปัญหานั้นได้
 2. ข้อมูลที่ไม่เกี่ยวข้อง(Extraneous) ข้อมูลที่ไม่จำเป็นต้องใช้แก้ปัญหานั้น
 3. ข้อมูลที่มากเกินไป (Redundant) ข้อมูลที่ไม่จำเป็นจริง ๆ สำหรับแก้ปัญหานั้น
- ครูลีค และเรย์ (Krulik and Reys. 1980 : 24) ได้แบ่งชนิดของโจทย์ปัญหาไว้ดังนี้

1. ปัญหาที่เป็นความรู้ความจำ
2. ปัญหาทางด้านพีชคณิต
3. ปัญหาที่เป็นการประยุกต์นำไปใช้
4. ปัญหาที่ไม่สมบูรณ์หรือให้ค้นหาส่วนที่หายไป
5. ปัญหาเกี่ยวกับสถานการณ์

บาร์ดีย์ (Baroody. 1987 : 260 -261) ได้แบ่งปัญหาคณิตศาสตร์ออกเป็น 2 ประเภทโดยให้ผู้แก้ปัญหานั้นและโครงสร้างของปัญหาเป็นเกณฑ์ในการแบ่งดังนี้

1. ปัญหาธรรมดา (routine problems) เป็นปัญหาที่ผู้แก้ปัญหาค้นเคยในวิธีการในโครงสร้างของปัญหา เช่น อาจเคยพบในตัวอย่าง เมื่อพบปัญหานั้นจะทราบได้เกือบจะทันทีว่าจะแก้ปัญหานั้นด้วยวิธีใด ข้อมูลที่กำหนดให้ในปัญหานั้นมักมีแต่เฉพาะข้อมูลที่จำเป็นและเพียงพอ ในการหาคำตอบมุ่งเน้นการฝึกทักษะใดทักษะหนึ่ง ปัญหาประเภทนี้มักพบในหนังสือเรียนทั่วไป

2. ปัญหาที่ไม่ธรรมดา (nonroutine problems) เป็นปัญหาที่ผู้แก้ปัญหานั้นจะต้องประมวลความรู้ความสามารถหลายอย่างเข้าด้วยกัน เพื่อนำมาใช้ในการแก้ปัญหานั้น เป็นปัญหาที่มีลักษณะสอดคล้องกับ สภาพความเป็นจริงของชีวิตมากกว่าประเภทแรก ข้อมูลที่ปัญหานั้นกำหนดให้ มีทั้งที่จำเป็นและไม่จำเป็น หรือกำหนดข้อมูลให้ไม่เพียงพอ วิธีการหาคำตอบอาจมีได้หลายวิธีการ คำตอบก็อาจมีมากกว่า 1 คำตอบ

ยูพิน พิพิธกุล (2530 : 133) ได้กล่าวถึงปัญหาที่จะนำมาให้นักเรียนฝึกการแก้ปัญหานั้น แบ่งได้เป็น 4 ลักษณะ ดังนี้

1. ปัญหาที่นักเรียนจะต้องค้นหาความจริงหรือข้อสรุปใหม่สำหรับผู้เรียนไม่เคยเรียนมาก่อน
2. ปัญหาเกี่ยวกับวิธีการ การพิสูจน์ทฤษฎีบท

3. ปัญหาที่เกี่ยวกับเนื้อหาคณิตศาสตร์ที่อาศัยนิยาม ทฤษฎีต่างๆมาใช้ในการแก้ปัญหา

4. ปัญหาอื่นๆที่ต้องอาศัยกระบวนการทางคณิตศาสตร์มาแก้ปัญหา

มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาราช (2537 : 8) กล่าวถึงปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่ดีว่าควรมีลักษณะดังนี้

1. ทำลายความสามารถของนักเรียน ต้องเป็นปัญหาที่ไม่ง่ายหรือยากเกินไป ถ้าง่ายเกินไปอาจไม่ดึงดูดความสนใจไม่ท้าทาย แต่ถ้ายากเกินไปนักเรียนอาจท้อถอยก่อนที่จะแก้ได้สำเร็จ
 2. สภาพการณ์ของปัญหาเหมาะกับวัยของนักเรียน ไม่ห่างไกลเกินไปกว่าที่นักเรียนจะทำความเข้าใจปัญหาและรับรู้ได้ และนอกจากนี้ถ้าเป็นสถานการณ์ที่สามารถเชื่อมโยงกับชีวิตประจำวันได้จะเป็นสิ่งที่ดี
 3. แปลกใหม่ ควรเป็นปัญหาที่ไม่ธรรมดาและนักเรียนไม่เคยมีประสบการณ์ในการแก้ปัญหา นั้นมาก่อน
 4. มีวิธีการหาคำตอบได้มากกว่า 1 วิธี เป็นการเปิดโอกาสให้นักเรียนได้คิดหาทางเลือกในการหาคำตอบได้หลายวิธี และได้พิจารณาเปรียบเทียบเลือกใช้วิธีที่เหมาะสมที่สุด
 5. ใช้ภาษาที่กระชับรัดกุมถูกต้อง ปัญหาที่ดีไม่ควรทำให้นักเรียนต้องมีปัญหาเกี่ยวกับภาษาที่ใช้ ควรเน้นอยู่ที่ความเป็นปัญหาที่ต้องการหาคำตอบของตัวปัญหามากกว่า
- จากแนวคิดของนักการศึกษาสรุปได้ว่าโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์มีรูปแบบและลักษณะดังนี้

1. โจทย์ปัญหาที่มีส่วนประกอบของโจทย์ไม่ซับซ้อน ข้อมูลที่มีมาในโจทย์เพียงพอและชัดเจน สำหรับผู้เรียนที่เคยมีประสบการณ์ ในการฝึกแก้โจทย์ปัญหาลักษณะเดียวกันมาก่อนสามารถใช้ทักษะการคิดคำนวณ และกระบวนการทางคณิตศาสตร์มาแก้ปัญหาได้อย่างไม่ยุ่งยากนัก
2. โจทย์ปัญหาที่มีความซับซ้อนมากขึ้น ต้องวิเคราะห์ความสัมพันธ์เกี่ยวข้องกับระหว่างสิ่งที่โจทย์กำหนดให้กับสิ่งอื่นๆที่อาจจะไม่ปรากฏในโจทย์ ต้องใช้ประสบการณ์ในการแก้โจทย์ปัญหา และกระบวนการทางคณิตศาสตร์หลายรูปแบบ มาประยุกต์เพื่อให้ได้แนวทางในการแก้โจทย์ปัญหานั้น เช่น โจทย์ปัญหาที่ต้องประสบในชีวิตประจำวัน

1.3.4.3 อุปสรรคในการแก้โจทย์ปัญหา

ในการเรียนการสอนโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ปัญหาที่ประสบกันมากคือนักเรียนไม่สามารถแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ได้ ซึ่งอาจเนื่องมาจากสาเหตุต่างๆดังนี้

คาร์เมอร์ (Karmer.1970 : 249 - 251) กล่าวว่า ปัญหาในการเรียนการสอนโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ควรพิจารณาสาเหตุที่เป็นไปได้บางประการ เช่น

1. ครูเน้นทักษะการคิดคำนวณในการคิดคำนวณมากกว่าวิธีการแก้ปัญหา ในการสอนโจทย์ปัญหา ครูควรชี้แจงแนวทาง และช่วยให้นักเรียนเข้าใจปัญหา วิธีการแก้ปัญหา และใช้ทักษะการคิดคำนวณหาคำตอบมากกว่าที่จะเน้นการคิดคำนวณหาคำตอบอย่างเดียว
2. นักเรียนขาดทักษะในการอ่าน การแปลความของปัญหา

3. เวลาในการเรียนการสอนโจทย์ปัญหาไม่เพียงพอ หรือไม่เหมาะสม
4. ภาษาและคำที่ใช้ในโจทย์ปัญหา ไม่กระตุ้นหรือส่งเสริมให้เกิดความคิดเชิง

วิเคราะห์

5. นักเรียนไม่เข้าใจคำศัพท์ทางคณิตศาสตร์
6. นักเรียนไม่รู้จักคะแนน หรือประมาณค่าคำตอบ
7. นักเรียนด้อยสมรรถภาพในการคิดในใจ
8. นักเรียนขาดความสามารถในการคิดคำนวณ โดยเฉพาะวิธีคำนวณสำหรับ

โจทย์ปัญหาแต่ละเรื่อง

9. คำที่ใช้ในโจทย์ปัญหา ไม่เหมาะสมกับวัยและระดับสติปัญญาของเด็ก
10. บรรยากาศในห้องเรียน ไม่ส่งเสริมการเรียนรู้ เด็กไม่กล้าแสดงออก กลัวทำผิด

เป็นต้น

บรูคเนอร์ และกรอสนิคเกิล (Brueckner and Grossnickle, 1974 : 452 - 453)

ได้กล่าวถึงอุปสรรคในการทำโจทย์ปัญหาของนักเรียนไว้ ดังนี้

1. ไม่สามารถเข้าใจโจทย์ปัญหาทั้งหมดหรือบางส่วน เนื่องจากขาดประสบการณ์ และขาดความคิดรวบยอดในสภาพของโจทย์ปัญหา
2. มีความบกพร่องในการอ่านและทำความเข้าใจ เช่น ไม่เข้าใจว่าโจทย์กำหนดอะไรให้ ไม่สามารถจดจำ และจัดระบบสิ่งซึ่งได้อ่านมา และไม่สามารถจะอ่านเพื่อหารายละเอียดของเนื้อหา
3. ไม่สามารถคิดคำนวณได้ ซึ่งอาจมีสาเหตุมาจากการที่นักเรียนลืมวิธีทำ หรือไม่เคยเรียนมาก่อน
4. ขาดความเข้าใจในกระบวนการและวิธีการ เป็นผลทำให้นักเรียนหาคำตอบโดยวิธีเดาสุ่ม
5. ขาดความรู้เรื่องความสำคัญ กฎเกณฑ์ สูตร เช่น ไม่ทราบว่าหนึ่งหลามีกี่นิ้ว หรือไม่ทราบกฎการหาเส้นรอบรูปของสี่เหลี่ยมผืนผ้า เป็นต้น
6. มีความสะเพร่า ทำให้นำตัวเลขมาใช้อย่างผิดๆ นักเรียนตีปัญหาโจทย์ผิดพลาดจนการคำนวณผิด
7. ไม่ทราบความสัมพันธ์เชิงปริมาณวิเคราะห์ ทั้งนี้มีสาเหตุมาจากการเรียนรู้ศัพท์เพียงจำกัด หรือขาดความเข้าใจในหลักเกณฑ์ต่างๆ เช่น ความสัมพันธ์ระหว่างราคาขาย ต้นทุน กำไร ขาดทุน เป็นต้น
8. ขาดความสนใจ เนื่องจากขาดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา ซึ่งมีความยากหรือโจทย์ปัญหาไม่สนใจ และไม่ได้รับประโยชน์อะไรเป็นการตอบสนอง
9. ระดับสติปัญญาของนักเรียนต่ำเกินไปที่จะเข้าใจถึงความสัมพันธ์ต่างๆ ซึ่งปรากฏอยู่ในโจทย์ปัญหา
10. นักเรียนขาดการฝึกฝนในการทำโจทย์ปัญหา

ศรีทอง มีทาทอง (2534 : 28) กล่าวว่า การที่นักเรียนต้องประสบปัญหาไม่สามารถทำโจทย์คณิตศาสตร์ได้ เนื่องมาจากขาดประสบการณ์ ในการแก้ปัญหาโจทย์คณิตศาสตร์อย่างถูกต้องและเพียงพอ จึงเป็นหน้าที่ของครูที่จะต้องหาวิธีการเพิ่มพูนประสบการณ์ให้กับนักเรียน

สรุปได้ว่าสาเหตุและอุปสรรคในการเรียนการสอนแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ ที่ทำให้ไม่บรรลุจุดประสงค์ตามต้องการ มีดังนี้

1. สาเหตุจากตัวนักเรียน

1.1 ระดับสติปัญญาของผู้เรียนต่ำ

1.2 นักเรียนขาดทักษะในการอ่าน ทำให้ขาดความเข้าใจความหมายของโจทย์ ไม่สามารถตีความ และไม่เกิดความคิดรวบยอดในสถานการณ์ที่โจทย์กำหนดให้ หรือสิ่งที่โจทย์ต้องการ

1.3 มีความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับคณิตศาสตร์ต่ำ ขาดทักษะในการคิดคำนวณ

1.4 ขาดการฝึกฝนในการแก้โจทย์ปัญหา ไม่มีประสบการณ์ในการแก้โจทย์ปัญหาที่หลากหลาย และถูกต้องเพียงพอ

2. สาเหตุจากการสอนของครู

2.1 ครูสอนเน้นการคำนวณมากกว่าการสอนวิเคราะห์ ตีความโจทย์ หรือกระบวนการในการแก้โจทย์ปัญหา

2.2 คาดคะเนความสามารถของนักเรียนผิดจากความเป็นจริงเช่นความสามารถในการเข้าใจในสถานการณ์โจทย์ การวิเคราะห์ตีความโจทย์ และวิธีการแก้ปัญหาด้วยวิธีการต่างๆ ซึ่งย่อมแตกต่างกันไปตามวุฒิภาวะและประสบการณ์ของแต่ละบุคคล

3. สาเหตุอื่นๆ

3.1 เวลาในการเรียนรู้เพื่อแก้โจทย์ปัญหาไม่เหมาะสม

3.2 วิธีการ และกระบวนการที่ใช้เพื่อแก้โจทย์ปัญหาไม่เหมาะสม

3.3 สภาพแวดล้อม บรรยากาศในการเรียนรู้ไม่เอื้ออำนวย

1.3.4.4 องค์ประกอบในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์

โพลยา (Polya. 1957 : 4 - 5) ได้ให้นิยามของการแก้ปัญหาไว้ว่า การแก้ปัญหาคือความสามารถพิเศษของสมอง และความสามารถพิเศษของสมองก็เป็นพรสวรรค์ของบุคคล ทำให้บุคคลนั้นมีความสามารถพิเศษเหนือผู้อื่น

จอห์นสัน และไรซิง (Johnson and Rising. 1969 : 108) กล่าวถึงการแก้ปัญหาคือเป็นกระบวนการทางสมองที่ซับซ้อน ซึ่งประกอบด้วย

1. การมองเห็นภาพ (visualizing)
2. การจินตนาการ (imagining)
3. การจัดกระทำอย่างมีทักษะ (manipulating)
4. การวิเคราะห์ (analyzing)
5. การสรุปในเชิงนามธรรม (abstracting)
6. การเชื่อมโยงความคิด (associating idea)

ไฮเมอร์ และทรูบลัด (Heimer and Trueblood.1977 : 52) ได้อธิบายเกี่ยวกับองค์ประกอบที่มีอิทธิพลต่อความสามารถในการแก้ปัญหา ดังนี้

1. เทคนิคการรู้คำศัพท์ในโจทย์คำถาม จะช่วยให้มองเห็นแนวทางในการแก้ปัญหา
2. ทักษะการคำนวณ ครูควรช่วยให้นักเรียนได้ฝึกฝนด้านนี้ เช่น อาจใช้วิธีการให้ฝึกคิดคำนวณในใจ

3. การแยกแยะข้อมูลที่ไม่เกี่ยวข้อง
4. การหาความสัมพันธ์ของข้อมูล
5. การคาดคะเนคำตอบ
6. การเลือกใช้วิธีจัดการกระทำกับข้อมูลอย่างถูกต้อง
7. ความสามารถในการหาข้อมูลเพิ่มเติม
8. การแปลความหมายของโจทย์

อาดัมส์ (Adams.1977 : 174 - 175) ได้กล่าวถึงความสามารถที่จำเป็นในการแก้ปัญหา ดังนี้

1. ความสามารถด้านสติปัญญา เนื่องจากการแก้ปัญหามักต้องใช้กระบวนการคิดในระดับสูง ดังนั้นสติปัญญาจึงมีความสำคัญมาก

2. ความสามารถในการอ่าน ส่วนมากโจทย์ปัญหามักเป็นประเภทโจทย์ภาษาดังนั้นผู้แก้ปัญหามักมีความรู้ในศัพท์ทางคณิตศาสตร์เป็นอย่างดี ก่อนลงมือแก้ปัญหามักควรทำความเข้าใจโจทย์โดยการอ่านด้วยความระมัดระวัง วิเคราะห์สิ่งที่อ่าน หาเงื่อนไขของปัญหาจากโจทย์เพื่อช่วยในการตัดสินใจ

3. ความสามารถด้านทักษะพื้นฐาน หลังจากทบทวนปัญหาและตัดสินใจว่าจะลงมือแก้ปัญหอย่างไรแล้ว ยังต้องมีความสามารถด้านทักษะพื้นฐานด้วย

ซาลิวสกี (Zalewski.1978 : 2804 - 2809) ได้ศึกษาพบว่าองค์ประกอบในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์มีดังนี้

1. ความสามารถในการเข้าใจสัญลักษณ์
2. ความสามารถในการจัดกระทำ
3. ความสามารถในการอ่าน
4. มโนคติทางคณิตศาสตร์
5. ทักษะในการคำนวณ

คณะอนุกรรมการพัฒนาการสอน และผลิตวัสดุอุปกรณ์การสอนคณิตศาสตร์ (2524 : 141) กล่าวถึงความรู้ความสามารถพื้นฐาน และองค์ประกอบด้านเจตคติที่ควรฝึกฝนให้กับนักเรียน อันเป็นประโยชน์ต่อการแก้ปัญหา มีดังนี้

1. ความรู้เกี่ยวกับเนื้อหา มโนคติ ความเข้าใจและทักษะที่เกี่ยวข้อง
2. ความสามารถในการอ่าน การแปลความ การตีความ การขยายความ
3. ความสามารถในการแปลงข้อความเป็นสัญลักษณ์ หรือแผนภาพ
4. ความสามารถในการวิเคราะห์ ความเกี่ยวข้องระหว่างข้อมูลที่มีอยู่

5. ความสามารถในการจัดระบบข้อมูล จัดลำดับขั้นตอน การวิเคราะห์หารูปแบบ และหาข้อสรุป

6. ความเข้าใจ ใคร่รู้ มีความกระตือรือร้น อยากรู้ อยากเห็น

7. มีศรัทธา มีกำลังใจ มีความอดทนในการแก้ปัญหา

กมลรัตน์ หล้าสูงษ์ (2528 : 259 - 260) กล่าวว่าองค์ประกอบของการแก้ปัญหา ประกอบด้วย

1. ระดับความสามารถของเชาวน์ปัญญา คือ ผู้ที่มีเชาวน์ปัญญาสูงย่อมแก้ปัญหาได้ดีกว่าผู้ที่มีเชาวน์ปัญญาดำ

2. การเรียนรู้ ถ้าเด็กเกิดการเรียนรู้และเข้าใจหลักการแก้ปัญหาอย่างแท้จริงแล้ว เมื่อประสบปัญหาที่คล้ายคลึงกันก็จะสามารถแก้ปัญหาได้ถูกต้องและรวดเร็วขึ้น

3. การรู้จักคิดแบบเป็นเหตุเป็นผล โดยอาศัย

3.1 ข้อเท็จจริงและความรู้จากประสบการณ์เดิม

3.2 จุดมุ่งหมายในการคิดและการแก้ปัญหา

3.3 ระยะเวลาในการไตร่ตรองหาเหตุผลที่ดีที่สุดในการแก้ปัญหา

กรองทิพย์ พงษ์ลัมศรี (2535 : 12) กล่าวว่า องค์ประกอบที่มีอิทธิพลต่อการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์คือ ความสามารถทางสติปัญญา ซึ่งได้แก่การอ่าน การวิเคราะห์ การคำนวณ การมองเห็นภาพ ฯลฯ แล้วจึงต้องอาศัยประสบการณ์ในการแก้ปัญหา ซึ่งจะมีส่วนช่วยให้สามารถแก้ปัญหาได้รวดเร็ว ถูกต้อง และมีประสิทธิภาพมากขึ้น

มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช (2537 : 81) กล่าวถึงองค์ประกอบในการแก้ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับตัวนักเรียนไว้ดังนี้

1. ความสามารถในการทำความเข้าใจปัญหา การทำความเข้าใจปัญหา

คณิตศาสตร์ต้องอาศัยความรู้เกี่ยวกับศัพท์ นิยาม มโนมติ และข้อเท็จจริงต่างๆทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับปัญหา ซึ่งแสดงถึงศักยภาพทางสมองของนักเรียนในการระลึกถึง และความสามารถในการนำมาเชื่อมโยงกับปัญหาที่กำลังเผชิญอยู่

ปัจจัยที่สำคัญอีกประการหนึ่งซึ่งช่วยให้การทำความเข้าใจปัญหาเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ คือ การรู้จักเลือกใช้กลวิธีมาช่วยในการทำความเข้าใจปัญหา เช่น การขีดเส้นใต้ข้อความสำคัญ การแบ่งวรรคตอน การจดบันทึกเพื่อแยกแยะประเด็นสำคัญ การเขียนภาพหรือแผนภูมิ การสร้างแบบจำลอง การยกตัวอย่างที่สอดคล้องกับปัญหา การเขียนปัญหาใหม่ด้วยคำพูดของตนเอง

2. ทักษะในการแก้ปัญหา เมื่อนักเรียนได้ฝึกคิดแก้ปัญหาอยู่เสมอก็จะมีโอกาสได้พบปัญหาต่างๆหลายรูปแบบซึ่งอาจจะมีโครงสร้างของปัญหาที่คล้ายคลึงกัน หรือแตกต่างกัน ได้มีประสบการณ์ในการเลือกยุทธวิธีต่างๆ เพื่อนำไปใช้ได้เหมาะสมกับปัญหา

สรุปองค์ประกอบในการแก้โจทย์ปัญหา มีดังต่อไปนี้คือ

1. ความสามารถด้านสติปัญญา และการเรียนรู้ขั้นพื้นฐานของนักเรียน อันได้แก่ ทักษะในการอ่าน การทำความเข้าใจโจทย์ปัญหา การวิเคราะห์แปลความหมายโจทย์และทักษะในการคิดคำนวณ

2. ความรู้และประสบการณ์เกี่ยวกับกระบวนการแก้โจทย์ปัญหา ซึ่งครูจำเป็นต้องถ่ายทอดและปลูกฝังให้เกิดขึ้นกับตัวผู้เรียน

3. การเลือกยุทธศาสตร์ หรือเทคนิควิธีการที่จะใช้แก้โจทย์ปัญหาที่เหมาะสมตามความแตกต่างในแต่ละสถานการณ์

1.3.4.5 ความมุ่งหมายของโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์

ความสามารถในการคิดแก้ปัญหา เป็นผลผลิตจากการฝึกฝน โดยอาศัยวิชาการแขนงใด ๆ ก็ได้ เช่น วิทยาศาสตร์ สังคมศาสตร์ คณิตศาสตร์ ฯลฯ เป็นต้น และนักเรียนสามารถถ่ายโยง (Transfer) ความสามารถในการคิดแก้ปัญหาหนึ่ง ๆ ไปสู่การแก้ปัญหาอื่น ๆ ต่อไป คณิตศาสตร์จึงเป็นเครื่องมือ ในการฝึกให้นักเรียนเกิดความสามารถ ในการคิดแก้ปัญหาคณิตศาสตร์เสียก่อน ความสามารถที่เกิดขึ้นนี้ สามารถถ่ายโยงไปสู่ความสามารถในทางคิดแก้ปัญหาอื่น ๆ ที่มีใช้คณิตศาสตร์ได้เช่นกัน (ทพวงมหาวิทยาลัย. 2524 : 140)

วรรณิ โสมประยูร (2520 : 53) ได้กล่าวถึงความมุ่งหมายของโจทย์ปัญหา เพื่อให้ผู้เรียนมีทักษะในการแก้ปัญหา และถือว่าเป็นเรื่องที่สำคัญที่สุดในการเรียนคณิตศาสตร์ไว้สอดคล้องกับ โสภณ บำรุงสงฆ์ และสมหวัง ไตรตันวงศ์ (2520 : 113) ดังนี้

1. อธิบายความหมายหรือกระบวนการใหม่
2. แสดงให้เห็นประโยชน์ของกระบวนการทางคณิตศาสตร์
3. ทบทวนความรู้และทดสอบนักเรียน
4. ให้เด็กทำงานเป็นหมู่หรือทั้งชั้นเป็นครั้งคราว
5. ให้นำไปใช้ประกอบการเรียนที่เกี่ยวกับกระบวนการทางบวก ลบ คูณ หาร
6. ให้รู้จักแก้ปัญหาเกี่ยวกับชีวิตประจำวัน

จากแนวความคิดดังกล่าวจึงสรุปได้ว่า การสอนแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์นั้น มีความมุ่งหมายดังนี้ คือ จะช่วยให้นักเรียนเห็นประโยชน์ของการเรียน และกระบวนการคณิตศาสตร์ ซึ่งสามารถนำมาประยุกต์ใช้กับสถานการณ์ต่าง ๆ ที่ถูกกำหนดขึ้นในโจทย์ปัญหาได้ ทำให้นักเรียนรู้จักคิดวิเคราะห์ ใช้เหตุผลในการแก้ปัญหา เป็นการส่งเสริมและพัฒนาความสามารถในการคิดแก้ปัญหาของนักเรียน เพื่อเป็นพื้นฐาน และถ่ายโยงไปใช้ในชีวิตประจำวันได้

1.3.4.6 วิธีสอนแก้โจทย์ปัญหา

สำหรับนักการศึกษาต่างประเทศ ได้เสนอแนะวิธีสอนการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ไว้ดังนี้

เอิล (Earle.1976 : 51 - 57) ได้เสนอรูปแบบการฝึกแก้โจทย์ปัญหาที่มุ่งเสริมความเข้าใจในการอ่านโจทย์ปัญหา ช่วยในการวิเคราะห์โจทย์คำถาม โดยครูเป็นผู้เตรียมตัวเลือกเป็นประโยคทั่วไปและประโยคสัญลักษณ์จากโจทย์คำถามข้อนั้นๆซึ่งมุ่งตอบคำถามดังนี้

1. โจทย์กำหนดอะไรให้บ้าง
2. โจทย์ถามหาอะไร
3. จากโจทย์เขียนเป็นประโยคสัญลักษณ์ตรงกับข้อใด
4. คำตอบที่ถูกต้องคือข้อใด

ในแต่ละชั้นจะมีประโยคที่อธิบายโจทย์หรือสถานการณ์ของปัญหาให้นักเรียนเลือกตอบว่าประโยคนั้นถูกหรือผิด สอดคล้องกับปัญหาหรือไม่ ซึ่งประโยคที่ใช้ในการอธิบายต้องเพียงพอที่จะให้นักเรียนสามารถสรุปตอบปัญหาได้ที่ละขั้นตอนจนครบทั้ง 4 ขั้นตอน โจทย์ที่ให้นักเรียนแก้ปัญหาไม่ควรซ้ำซ้อน ควรมีลักษณะที่แตกต่างกัน ให้นักเรียนมีโอกาสได้คิดวิเคราะห์ แยกแยะปัญหาที่แตกต่างกัน ช่วยให้นักเรียนได้พัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหา จะทำให้ประสบความสำเร็จมากกว่าการคิดแบบลองผิดลองถูก

การแก้โจทย์ปัญหาโดยครูใช้วิธีการต่างๆ เช่น อธิบายจากตัวอย่าง ให้นักเรียนวิเคราะห์ตามโจทย์ โดยครูใช้คำถามชักถาม มีนักเรียนเพียงบางส่วนเท่านั้นที่สามารถเข้าใจ หรือการนำเอาขั้นตอนการแก้ปัญหาทั่วไปมาใช้แก้ปัญหากับโจทย์ โดยให้นักเรียนคิดด้วยตนเอง ซึ่งจะมีนักเรียนเพียงบางส่วนเท่านั้นที่สามารถถ่ายโยงขั้นตอนนั้นได้ การจัดให้นักเรียนค้นพบด้วยตนเอง ครูจะต้องเน้นที่กระบวนการในการอ่าน การคิดวิเคราะห์เฉพาะโจทย์หรือสถานการณ์อย่างมีลำดับขั้นและต่อเนื่อง

สิ่งที่สำคัญ 2 ประการ ต่อความสำเร็จของนักเรียนในการใช้รูปแบบนี้คือ

1. ครูช่วยชี้แนะ โดยใช้คำถามตามลำดับเหตุการณ์ของโจทย์นั้นๆอย่างต่อเนื่อง โดยเฉพาะที่มีข้อความคล้ายกับโจทย์

2. นักเรียนแต่ละคนจะต้องมีความรับผิดชอบในการตัดสินใจ แต่ละขั้นตอนของกระบวนการอย่างกระตือรือร้น

ครูลิค (Krulik.1980 : 251) ได้ให้ข้อเสนอแนะว่า การจัดกิจกรรมหลายๆแบบเพื่อช่วยให้นักเรียนมีความเข้าใจและแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ได้ อาจจัดในรูปของกลุ่มย่อย ปล่อยให้นักเรียนช่วยกันแก้ปัญหา ครูควรอธิบายเสริมด้วย เพื่อช่วยให้นักเรียนเข้าใจวิธีการแก้ปัญหาลดเจี้ยนยิ่งขึ้น กิจกรรมนี้ช่วยให้นักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหามีความแม่นยำ และมีความรู้พิเศษเพิ่มขึ้น ขณะเดียวกันก็ช่วยพัฒนาความเข้าใจในการอ่านมากยิ่งขึ้น

สติฟ (Stiff.1986 : 163 - 165) ได้พิจารณาแก้ไขปรับปรุงหารูปแบบที่ช่วยให้นักเรียนเข้าใจโจทย์ปัญหา โดยร่วมมือกับครูคณิตศาสตร์ในรัฐนอร์ท คาโรไลนา ประเทศสหรัฐอเมริกา ในการทดสอบภาคสนาม ซึ่งพัฒนาจากรูปแบบของเฮล ช่วยเพิ่มประสบการณ์ ลดความคลุมเครือและความวิตกกังวลในการตัดสินใจปัญหา เรียงรูปแบบที่ช่วยวิเคราะห์โจทย์คำถามนี้ว่า Comprehension Guide โดยครูเป็นผู้เตรียมประโยคภาษา (Literal Statement) และประโยคสัญลักษณ์ (Operation Statement) ที่เกี่ยวข้องกับโจทย์ปัญหาข้อนั้น ให้นักเรียนเลือกตัดสินใจด้วยตนเอง มีรายละเอียดดังนี้

การสอนโดยใช้ขั้นตอนชี้แนะความเข้าใจโจทย์ปัญหา (Comprehension Guide) การใช้ขั้นตอนชี้แนะความเข้าใจโจทย์ปัญหา ช่วยส่งเสริมให้นักเรียนพัฒนาสติปัญญา ทักษะการแก้ปัญหา ช่วยกระตุ้นให้เกิดผลสะท้อนหลายรูปแบบทางคณิตศาสตร์ ส่งผลให้เป็นนักแก้ปัญหาที่ดี ขึ้นตอนในการสอนมีดังนี้

1. แบ่งนักเรียนที่มีความสามารถแตกต่างกันกลุ่มละ 3 - 4 คน
2. ให้นักเรียนแก้ปัญหาด้วยตนเอง ตัดสินเลือกประโยคที่ถูกต้องด้วยตนเอง โดยศึกษาจากเอกสารชี้แนะความเข้าใจโจทย์ปัญหาที่ครูสร้างขึ้น

3. ทุกกลุ่มศึกษาปัญหาเดียวกัน
 4. ให้นักเรียนบอกเหตุผล และอภิปรายยอมรับ หรือปฏิเสธในการเลือกตัดสิน
ประโยชน์ๆ กิจกรรมการให้เหตุผลและการยอมรับ ทำให้เกิดชีวิตชีวา
 5. เวลาที่ใช้ในการอภิปราย ควรกำหนดก่อนการอภิปรายจะเริ่ม
 6. ครูสังเกตความก้าวหน้าในขณะที่นักเรียนอภิปราย
 7. ครูช่วยเป็นพี่เลี้ยง และควบคุมไม่ให้เกิดการให้เหตุผล การตัดสินใจที่ผิด ครู
ต้องเดินไปดูแลทุกกลุ่ม
 8. การหาคำตอบที่สมบูรณ์ ให้นักเรียนหาด้วยตนเอง
- น้อมศรี เทพ (2526 : 65 - 72) ได้ให้ข้อเสนอเกี่ยวกับการสอนการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ที่ทำให้ได้ผลดี ครูควรคำนึงถึงหลักสำคัญ 8 ประการดังนี้
1. การวิเคราะห์ปัญหา ครูควรสอนให้นักเรียนสามารถวิเคราะห์ปัญหาได้ว่า โจทย์ปัญหาแต่ละข้อนั้น กำหนดสิ่งใดให้บ้าง และโจทย์ต้องการทราบอะไร
 2. การเขียนประโยคสัญลักษณ์ เมื่อนักเรียนสามารถวิเคราะห์โจทย์ปัญหาได้แล้ว
ขั้นต่อไปนักเรียนควรมีความสามารถในการเขียนประโยคสัญลักษณ์
 3. การใช้สื่อการสอน สื่อการสอนเป็นสิ่งจำเป็นที่ครูควรใช้ประกอบในการสอนการ
แก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ การใช้สื่อจะช่วยให้นักเรียนเข้าใจสิ่งที่เป็นามธรรมในโจทย์ปัญหามาก
ขึ้น สื่อการสอนอาจเป็นของจริง รูปภาพ หรือแผนภูมิก็ได้
 4. ความสามารถในการอ่าน สาเหตุหนึ่งที่นักเรียนไม่สามารถทำโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ได้
คือนักเรียนขาดทักษะในการอ่าน ดังนั้น การสอนโจทย์ปัญหาจะต้องสอนการอ่าน
โจทย์ปัญหา โดยให้นักเรียนรู้จักสังเกตคำศัพท์สำคัญ ที่จะบอกให้ทราบว่าแก้โจทย์ปัญหา
ข้อนั้นได้อย่างไร
 5. ทักษะในการคำนวณ ในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์นักเรียนจะต้องมีทักษะ
ในการคำนวณ คือสามารถบวก ลบ คูณ และหารได้ถูกต้องแม่นยำ และรวดเร็ว
 6. การประมาณคำตอบ ครูควรสอนให้นักเรียนรู้จักประมาณคำตอบในเรื่องโจทย์
ปัญหาคณิตศาสตร์ เช่นเดียวกับการสอนคณิตศาสตร์ทั่วไป
 7. การใช้วิธีแก้ปัญหาลายวิธีในการแก้ปัญหาแต่ละปัญหาคนบางคนอาจใช้วิธีแก้
ปัญหาต่าง ๆ กันไปแม้ว่าปัญหาจะเหมือนกัน และวิธีการต่าง ๆ นั้น จะนำไปสู่คำตอบเดียวกัน
 8. การเลือกโจทย์ปัญหา ครูควรพิจารณาสิ่งต่อไปนี้
 - 8.1 โจทย์ปัญหามีความสำคัญทางคณิตศาสตร์ เพื่อนักเรียนจะได้พัฒนาความสามารถทางคณิตศาสตร์
 - 8.2 สถานการณ์ในโจทย์ปัญหา เป็นเรื่องที่สามารใช้สื่อเป็นของจริง หรือของจำลองประกอบการสอนได้
 - 8.3 เนื้อเรื่องในโจทย์ปัญหาควรเป็นเรื่องที่นักเรียนสนใจ และเกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวัน

8.4 ภาษาที่ใช้ควรเหมาะสมกับวัยของนักเรียน และไม่ควรใช้ถ้อยคำฟุ่มเฟือย นอกจากนี้ สมศักดิ์ กลั่นกลิ่น (2531 : 29 - 31) ได้อธิบายการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนแก้โจทย์ปัญหาโดยใช้ชื่อว่า การสอนแบบวิเคราะห์ ซึ่งอาศัยแบบฝึกเป็นหลักในการจัดกิจกรรม มี 5 ขั้นตอนดังนี้

ขั้นที่ 1 เป็นขั้นที่ครูกับนักเรียนร่วมกันอภิปรายเพื่อสรุปให้ได้ว่า มีข้อมูลเบื้องต้นที่ทราบจากโจทย์ที่ประการอะไรบ้าง

ขั้นที่ 2 ครูกับนักเรียนร่วมกันพิจารณาข้อมูลที่ได้ว่า มีความเกี่ยวข้องและสัมพันธ์กันอย่างไร ความสัมพันธ์นั้นสามารถใช้ข้อมูลอะไรเพิ่มเติมอีกบ้าง

ขั้นที่ 3 ครูกับนักเรียนร่วมกันวิเคราะห์โจทย์ปัญหานั้นว่า โจทย์ถามอะไร คำถามที่สมบูรณ์คืออะไร โจทย์ถามเพียงหนึ่งคำถามหรือมากกว่านั้น

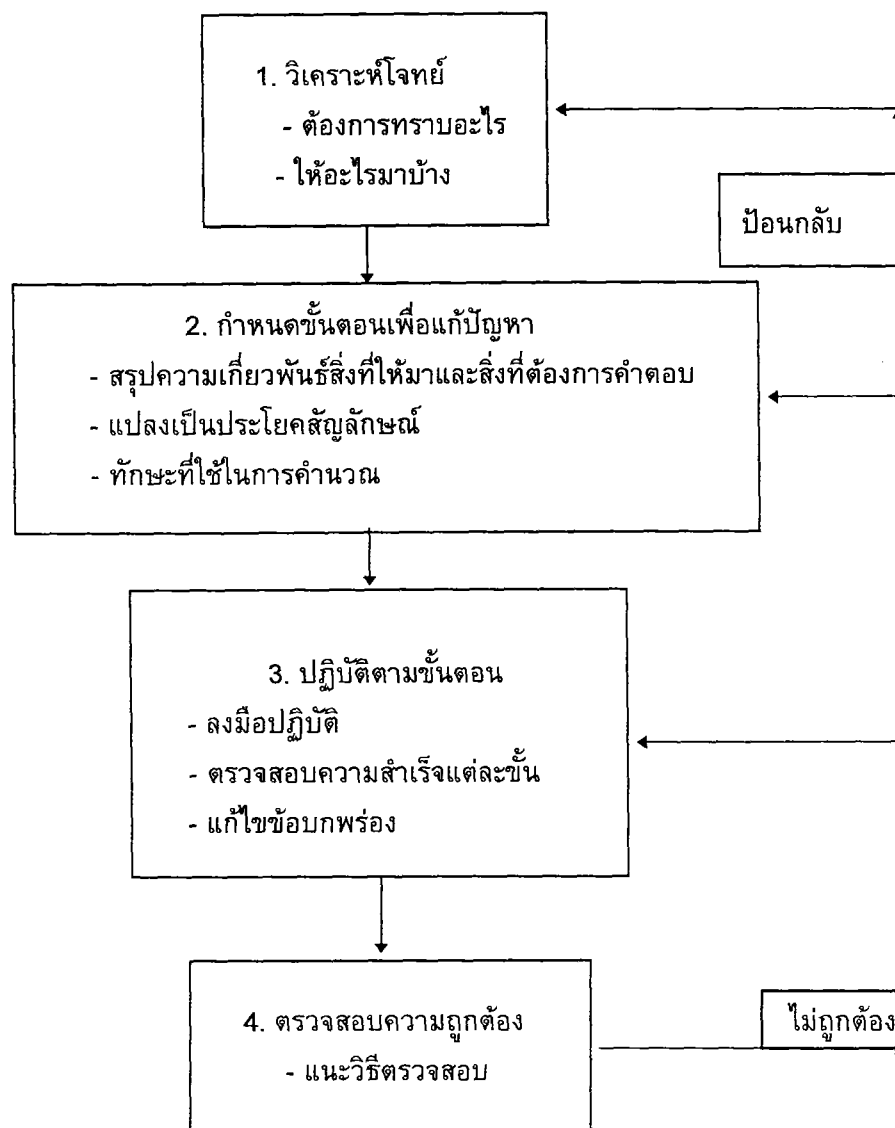
ขั้นที่ 4 ขั้นนี้เป็นขั้นที่สมบูรณ์ที่สุด ครูและนักเรียนร่วมกันวิเคราะห์คำถามที่ได้จากขั้นที่ 3 ว่าคำถามนั้นจะแก้ปัญหาได้ จะต้องมีส่วนประกอบบ้าง และมีองค์ประกอบโดยสมมติค่าของคำตอบนั้นเป็นสัญลักษณ์หรือรูปภาพ (ตามความเหมาะสมของระดับชั้นเรียน) แล้วร่วมกันอภิปราย เพื่อพิจารณาความเป็นไปได้ของสัญลักษณ์หรือภาพนั้นว่าเกิดขึ้นได้อย่างไร มีอะไรเป็นองค์ประกอบ

ขั้นที่ 5 เป็นขั้นที่นักเรียนนำองค์ประกอบจากขั้นที่ 4 มาเป็นจุดเริ่มต้นของการแก้ปัญหา

คนธรรส รสหวาน (2539 : 43) กล่าวว่า ในการสอนแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ จะต้องสอนให้นักเรียนกระทำสิ่งต่อไปนี้

1. ค้นหาว่าโจทย์ให้ข้อมูลอะไรมาบ้าง และให้หาอะไร
2. ค้นหาความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลที่ให้มาเพื่อจะไปสู่สิ่งที่ต้องการให้หา
3. วิเคราะห์ข้อมูลและความสัมพันธ์เพื่อหาผลลัพธ์
4. ตรวจสอบเพื่อความมั่นใจว่าถูกต้อง

หน่วยศึกษานิเทศก์ กรมสามัญศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ (ม.ป.ป. : 49) ได้เสนอแนวการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนตามกระบวนการสร้างทักษะการแก้โจทย์ปัญหามีขั้นตอนดังแสดงไว้ดังภาพประกอบที่ 5 นี้



ภาพประกอบ 5 แนวการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน
ตามกระบวนการสร้างทักษะการแก้โจทย์ปัญหา

สรุปการสอนเพื่อเป็นแนวทางในการแก้โจทย์ปัญหา จากแนวคิดข้างต้นของ
นักการศึกษา ได้ดังนี้คือ

1. สอนให้นักเรียนอ่านและทำความเข้าใจกับโจทย์ปัญหาให้ถ่องแท้
2. วิเคราะห์ว่าโจทย์ปัญหาที่กำหนดให้ มีกี่ส่วน ประกอบด้วยอะไรบ้าง เช่น สิ่งที่กำหนดให้ สิ่งที่โจทย์ต้องการถาม และข้อมูลบางอย่างที่โจทย์ให้มาทั้งหมดที่ไม่มีความจำเป็น และข้อมูล
ที่ขาดหายไป

3. ให้นักเรียนฝึกเปลี่ยนประโยคภาษาที่โจทย์กำหนดให้ เป็นรูปของประโยคสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์

4. ใช้สื่อการสอนที่ช่วยให้นักเรียนเข้าใจ เป็นรูปธรรมมากยิ่งขึ้น

5. เสนอแนะ ให้อตัวอย่างการแก้ปัญหาด้วยวิธีการที่แตกต่างหลายวิธี และเปิดโอกาสให้นักเรียนคิด หรือใช้วิธีการของตนเองในการแก้ปัญหาโจทย์ในข้อเดียวกันอย่างหลากหลาย

6. ให้นักเรียนตรวจสอบคำตอบที่ได้ด้วยตนเอง

1.3.4.7 กระบวนการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์

โพลยา (Polya. 1957 : 5 - 22) ผู้เป็นต้นแบบในเรื่องการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ได้เสนอวิธีการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ ซึ่งประกอบด้วย 4 ขั้นตอนดังนี้

1. ขั้นทำความเข้าใจปัญหา สามารถแยกแยะและระบุส่วนสำคัญของปัญหาแต่ละส่วน

2. ขั้นวางแผนการแก้ปัญหา หลังจากแยกแยะและระบุสิ่งต่างๆ ในปัญหาได้แล้ว ต้องพิจารณาความสัมพันธ์ของข้อมูล ว่ามีข้อมูลใดที่นำไปสู่สิ่งที่ต้องการหา หรือสรุป วางแผนแก้ปัญหาอย่างเป็นขั้นตอน ในขั้นนี้ผู้แก้ปัญหามustได้รับการฝึกสมองให้คิดและให้เหตุผลมาเป็นอย่างดี ขั้นนี้ถือว่าเป็นขั้นที่สำคัญ และยากที่สุดในการแก้ปัญหา

3. ขั้นดำเนินการตามแผน เป็นการรวบรวมและเรียบเรียงแนวคิดให้ชัดเจน ลงมือคิดคำนวณหาคำตอบของปัญหา สิ่งที่ต้องใช้ในขั้นนี้คือทักษะการคิดคำนวณ ขั้นนี้เป็นขั้นที่แสดงให้เห็นวิธีแก้ปัญหา

4. ขั้นตรวจสอบกระบวนการแก้ปัญหา เป็นขั้นที่จะช่วยพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหา ช่วยให้เกิดแนวทางตัดแปลงวิธีการแก้ปัญหาให้ง่าย สั้น หรือชัดเจนยิ่งขึ้น

เฮลตัน (Helton. 1958 : 203) ได้แบ่งขั้นตอนการแก้โจทย์ปัญหาออกเป็น 7 ขั้นตอนได้แก่

1. อ่านโจทย์ให้เข้าใจว่า โจทย์ต้องการทราบอะไร ต้องการให้หาตัวไม่ทราบค่าตัวเดียวหรือมากกว่านั้น

2. กำหนดสัญลักษณ์เป็นตัวแทนของตัวไม่ทราบค่า

3. หาความสัมพันธ์ของจำนวนต่างๆ ที่สอดคล้องกันในโจทย์

4. เขียนสมการ

5. แก้สมการ

6. ให้ความหมายของคำตอบ เช่น บอกหน่วย บอกคุณภาพ

7. ตรวจสอบคำตอบ

ครูลิก (Krulik.1977 : 650 - 651) กล่าวว่าขั้นตอนในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์มี 4 ขั้นตอน คือ

1. แปลความปัญหาว่าถามเกี่ยวกับอะไร ต้องการค้นหาอะไร มีข้อมูลอะไรบ้าง แล้ววาดรูป หรือเขียนภาพประกอบ โดยกำหนดสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์เข้าไปให้เหมาะสม

2. เชื่อมโยงข้อมูลที่มีอยู่ก่อนแล้วกับข้อมูลที่เกี่ยวข้อง เลือกวิธีการแก้ปัญหา
3. ดำเนินการแก้ปัญหาตามที่เลือกไว้
4. ตรวจสอบผลว่ามีความเชื่อถือได้

ชาร์ลส์ (Charles. 1985 : 50) ได้ให้ความเห็นว่า กระบวนการแก้โจทย์ปัญหา คณิตศาสตร์มี 5 ขั้นตอน คือ

1. ทำความเข้าใจปัญหา
2. การเลือกและเก็บข้อมูลที่ต้องใช้ในการแก้ปัญหา
3. การเลือกวิธีการหาคำตอบ
4. การตอบปัญหา
5. การประเมินความสมเหตุสมผลของคำตอบ

ทอลตัน (Talton.1988 : 40) ได้ศึกษาและรวบรวมขั้นตอนในการแก้โจทย์ปัญหา จากตำราคณิตศาสตร์ที่ผลิตในช่วง ค.ศ.1960 - 1979 พบว่าผู้เขียนตำราหลายท่านในสมัยนั้นแนะนำให้นักเรียนแก้โจทย์ปัญหา โดยใช้ขั้นตอนดังนี้

1. อ่านโจทย์
2. กำหนดว่าโจทย์ถามอะไรบ้าง
3. กำหนดว่าโจทย์ให้อะไรบ้าง
4. เลือกวิธีการ
5. ลงมือแก้ปัญหา

ดไวท์ (Dwight. 1996 : 471) ได้กล่าวถึงขั้นตอนการสอนโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ 7 ขั้นตอน ดังนี้

1. ให้นักเรียนอ่านคำถามทั้งหมดของโจทย์ เพื่อทำความเข้าใจอย่างคร่าวๆ ก่อน
2. ให้อ่านทวนอีกครั้ง และระบุให้ได้ว่า
 - 2.1 โจทย์ต้องการให้หาอะไร
 - 2.2 อะไรเป็นข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับปัญหาที่โจทย์ต้องการให้หาคำตอบ
3. แสดงหรือระบุให้เห็นอย่างชัดเจนถึง ความสัมพันธ์เกี่ยวข้องกับจำนวนที่รู้ค่า และจำนวนที่ไม่รู้ค่า ซึ่งระบุไว้ในตัวโจทย์ปัญหา โดยแสดงออกเป็นคำพูด หรือประโยคที่ชัดเจน
4. เขียนประโยคสัญลักษณ์ในการหาคำตอบ
5. คำนวณ หรือหาตัวเลขที่ทำให้ประโยคสัญลักษณ์เป็นจริง
6. ตรวจสอบคำตอบที่ได้จากการคำนวณ
7. ใช้คำหรือประโยค แสดงวิธีทำในการแก้ปัญหา

สำหรับขั้นตอนในการสอนการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักการศึกษาไทย โสภณ บำรุงสงฆ์ และสมหวัง ไตรตันวงศ์ (2520 : 15) กล่าวว่า การสอนโจทย์ปัญหาจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องสอนให้เป็นไปตามลำดับขั้นดังนี้

1. สอนจากปัญหาจริงที่เด็กประสบอยู่ในชีวิตประจำวัน เพื่อให้สอดคล้องกัน
ระหว่างบทเรียนกับปัญหารอบตัวเด็ก

2. ให้เด็กได้อภิปราย แสดงความคิดเห็นในโจทย์ปัญหาต่างๆ แล้วแปลงเป็น
ประโยคคณิตศาสตร์

3. ไม่จำกัดวิธีคำนวณของเด็กแต่ครูแนะวิธีรวดเร็วและดีที่สุด

4. ให้เด็กแสดงเหตุผลต่างๆก่อน แล้วจึงสรุปเป็นหลักเกณฑ์ที่เรียกว่า วิธีอุปมาน

(Inductive)

5. ให้เด็กรู้จักตรวจสอบด้วยตนเอง ไม่ว่าคำตอบที่คิดออกมาได้นั้นเป็นอย่างไร ให้
เด็กรู้จักทำกลับมาจากคำตอบ เพื่อพิสูจน์ว่าคำตอบนั้นถูกต้อง

6. หลังจากเด็กเข้าใจดีแล้ว จึงให้เด็กฝึกหัดเพื่อความแม่นยำ

7. จากความรู้ต่างๆที่เด็กได้เรียนแล้ว หาทางส่งเสริมให้เด็กนำความรู้และหลัก
เกณฑ์ไปใช้ ที่เรียกว่า วิธีอนุมาน(Deductive)

ชุดข้อ นิพนธ์พิทยา (2535 : 9) ได้ทดลองสอนวิธีการแก้โจทย์ปัญหา 7 ขั้นตอน
ซึ่งดำเนินการดังนี้

1. อ่านโจทย์ซ้ำ 2 ครั้ง เพื่อให้เกิดความเข้าใจในความหมายของโจทย์

2. ฝึกให้นักเรียนค้นหาว่าโจทย์ถามอะไร ต้องการคำตอบเป็นหน่วยใด

3. อ่านโจทย์ใหม่อีกครั้ง เพื่อสรุปว่าโจทย์ให้อะไรมาบ้าง แล้วนำมาวิเคราะห์สร้าง
เป็นประโยคสัญลักษณ์

4. เลือกกระบวนการคิดเพื่อหาคำตอบ

4.1 ใช้ของจริงหรือแผนภูมิ

4.2 ใช้สัญลักษณ์แทนประโยค

5. คิดวิเคราะห์ปัญหาที่โจทย์ต้องการคำตอบ ควรเป็นจำนวนเลขมากขึ้นหรือน้อย
ลง ถ้ามากขึ้นเป็นบวก มากขึ้นหลายๆเท่าเป็นคูณ ถ้าน้อยลงเป็นลบ น้อยลงหลายๆเท่าเป็นหาร

นอกจากนี้ คนธรส รสหวาน(2539 : 27)ได้พัฒนารูปแบบการสอนแบบกระบวนการ
การแก้ปัญหของโพลยา (Polya.1957 : 5 - 22) ดไวท์ (Dwight.1966 : 471) และชุดข้อ นิพนธ์
พิทยา (2535 : 9 - 121) ได้รูปแบบและขั้นตอนดังนี้

ขั้นที่ 1 การนำเข้าสู่ปัญหา

ขั้นที่ 2 การศึกษาปัญหาและศึกษาข้อมูลของปัญหา

2.1 ทำความเข้าใจความหมายของคำแต่ละคำในโจทย์ จนกระทั่งอ่านโจทย์ได้
เข้าใจ

2.2 โจทย์กำหนดอะไร

2.3 โจทย์ถามอะไร

2.4 โจทย์ต้องการคำตอบเป็นหน่วยใด

ขั้นที่ 3 การวิเคราะห์ปัญหา โดยวิเคราะห์ว่าจะต้องใช้การดำเนินการใด การบวก
หรือการลบ

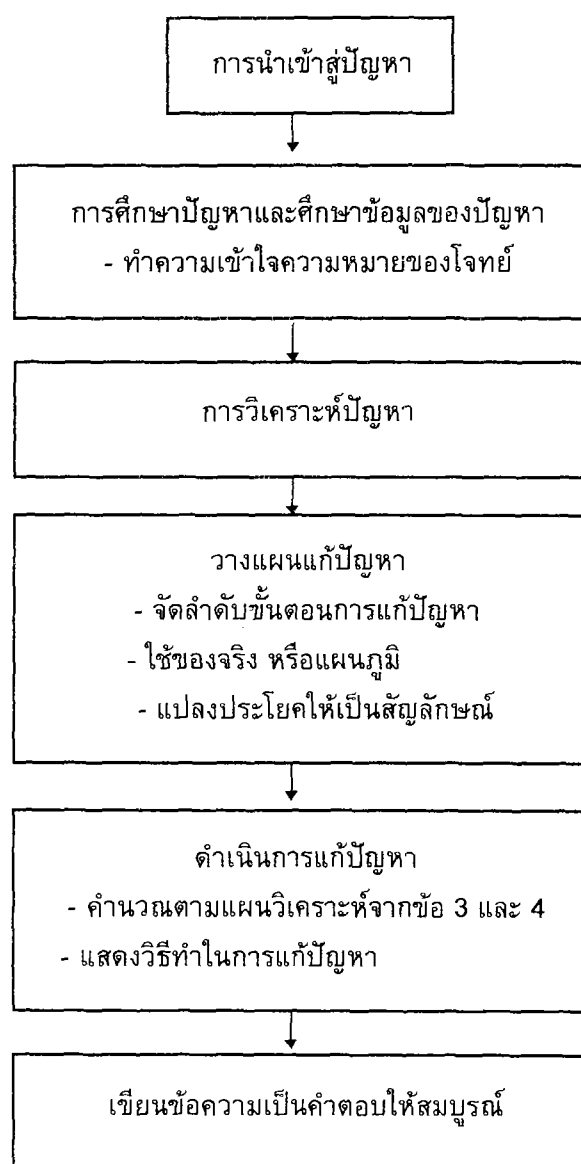
ขั้นที่ 4 วางแผนแก้ปัญหา

- 4.1 จัดลำดับขั้นตอนการแก้ปัญหา
- 4.2 ใช้ของจริง หรือแผนภูมิเพื่อแก้ปัญหา
- 4.3 แปลงประโยคให้เป็นสัญลักษณ์

ขั้นที่ 5 ดำเนินการแก้ปัญหา คำนวณตามแผนวิเคราะห์จากข้อ 3 และ 4 และแสดงวิธีทำในการแก้ปัญหา

ขั้นที่ 6 เขียนข้อความเป็นคำตอบให้สมบูรณ์

สรุปขั้นตอนการสอนแบบกระบวนการแก้ปัญหาโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ ข้างต้น
ดังภาพประกอบ 6



ภาพประกอบ 6 ขั้นตอนการสอนแบบกระบวนการแก้ปัญหาโจทย์คณิตศาสตร์

1.3.4.8 กระบวนการสร้างทักษะการแก้โจทย์ปัญหา

หน่วยศึกษานิเทศก์ กรมสามัญศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ (ม.ป.ป. : 38) ได้กล่าวถึงขั้นตอนของกระบวนการสร้างทักษะการแก้โจทย์ปัญหา และพฤติกรรม(ตัวบ่งชี้)ที่ผู้เรียนควรแสดงออกในแต่ละขั้นตอนของกระบวนการไว้ดังนี้

1. แปลงโจทย์เชิงภาษา เป็นประโยคสัญลักษณ์ ทางคณิตศาสตร์ คือ บอกความหมายของคำ หรือศัพท์ที่ปรากฏในโจทย์ เขียนภาพประกอบได้

2. วางแผนขั้นตอน คือ บอกสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ บอกสิ่งที่โจทย์ต้องการ ระบุข้อมูลหรือความรู้ที่เกี่ยวข้องในการแก้ปัญหา บอกวิธีการในการแก้โจทย์ปัญหา เลือกวิธีคิดคำนวณในแต่ละขั้นตอน กำหนดขั้นตอนของวิธีการที่เลือก

3. ปฏิบัติขั้นตอน คือ ปฏิบัติตามวิธีการแก้โจทย์ปัญหาที่เลือกไว้ บอกเหตุผลในการเลือกวิธีการแก้ปัญหาที่เหมาะสม คำนวณหาคำตอบ

4. ตรวจสอบคำตอบ คือ แสดงวิธีการเพื่อตรวจสอบคำตอบ ในบางขั้นตอนที่ผิดพลาด และแก้ไขให้ถูกต้อง เหมาะสม

ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ ผู้วิจัยได้นำกระบวนการสร้างทักษะการแก้โจทย์ปัญหาของหน่วยศึกษานิเทศก์ กรมสามัญศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ มาดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน โดยเน้นขั้นตอนของกระบวนการ เพื่อพัฒนาการแก้โจทย์ปัญหาของผู้เรียน ให้บังเกิดผลตามวัตถุประสงค์ของหลักสูตรต่อไป

2. งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสอนโดยเน้นกระบวนการคณิตศาสตร์

มีนักการศึกษาหลายท่านทั้งนักการศึกษาต่างประเทศ และของไทยได้ทำการวิจัยการสอนโดยใช้กระบวนการต่างๆในวิชาคณิตศาสตร์แยกย่อยออกไปแต่ละกระบวนการ มีผลการวิจัยที่น่าสนใจดังต่อไปนี้

2.1 งานวิจัยต่างประเทศ

มอร์ตัน (Morton. 1938:455-458) ได้ศึกษาถึงสิ่งที่มีอิทธิพลต่อความสำเร็จในการแก้ปัญหา โดยมีองค์ประกอบที่นำมาศึกษาได้แก่ ทักษะการบวก ลบ คูณ หาร ปรากฏว่า ค่าสหสัมพันธ์มีค่าถึง .70 แสดงว่า ทักษะการบวก ลบ คูณ หาร มีความสัมพันธ์กับความสามารถในการแก้ปัญหา

โฮห์น (Hoehn.1974:4870-A) ได้ศึกษาผลการเรียนรู้ความคิดรวบยอดโดยแบ่งกลุ่มทดลองออกเป็น 4 กลุ่ม

กลุ่มที่ 1 ได้รับเฉพาะตัวอย่างทางบวก

กลุ่มที่ 2 ได้รับเฉพาะตัวอย่างทางลบ

กลุ่มที่ 3 ได้รับตัวอย่างทางทั้งทางบวกและทางลบ

กลุ่มที่ 4 ไม่ได้รับตัวอย่างเลย แต่บอกลักษณะที่เกี่ยวข้องกับความคิดรวบยอดที่เรียนเท่านั้น

ผลการศึกษาปรากฏว่า กลุ่มทดลองทั้ง 4 กลุ่ม เรียนรู้ความคิดรวบยอดได้แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 กลุ่มที่ 1 และกลุ่มที่ 3 เรียนรู้ความคิดรวบยอดได้แตกต่างดีกว่ากลุ่มที่ 2 และกลุ่มที่ 4 นั้นย่อมแสดงให้เห็นว่าการให้ตัวอย่างทางบวกหรือให้ทั้งตัวอย่างทางบวกและทางลบ ย่อมให้ผลการเรียนรู้ความคิดรวบยอดได้ดีกว่าการให้เฉพาะตัวอย่างทางลบ หรือไม่ให้ตัวอย่างเลย

นอกจากนี้ผลงานของเกจ (Gage.1977 : 4929 - A) ยังสนับสนุนผลงานวิจัยดังกล่าวข้างต้น โดยเขาได้ทดลองให้ตัวอย่างทางบวกกลุ่มหนึ่ง และอีกกลุ่มหนึ่งให้ทั้งตัวอย่างลบและทางบวก พบว่ากลุ่มที่ให้ตัวอย่างทั้งทางบวกและทางลบ มีผลสัมฤทธิ์ทางด้านความคิดรวบยอดสูงกว่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

มูราสกี (Muraski. 1979 : 4104 - A) ศึกษาผลของการสอนอ่านเกี่ยวกับโครงสร้างหรือการกระทำทางคณิตศาสตร์ กับความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 แบ่งเป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมกลุ่มละ 13 คน กลุ่มทดลองได้รับการสอนอ่านเกี่ยวกับโครงสร้างหรือการกระทำทางคณิตศาสตร์ 3 บทเรียนๆละ 30 นาที แต่ละบทเรียนมีทักษะย่อยที่สอนอ่าน 5 ทักษะคือ การรู้จักใช้สัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์และอ่านได้ถูกต้อง การวิเคราะห์โครงสร้าง การคาดคะเนเนื้อเรื่อง การใช้เหตุผลวินิจฉัย และสรุป ซึ่งทั้ง 5 ทักษะนี้ช่วยให้รู้และเข้าใจข้อความต่างๆได้ดีขึ้น เวลาใช้ในการสอนอ่าน 5 สัปดาห์ เมื่อสอนเสร็จให้นักเรียนทั้ง 2 กลุ่มทำแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ ผลการวิจัยปรากฏว่า นักเรียนที่ได้เรียนการอ่านเกี่ยวกับโครงสร้างหรือการกระทำทางคณิตศาสตร์ มีความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์มากกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ซานดร้า พรายเออร์ และคลากสัน (Sandra, Pryor, and Clarkson. 1979 : 4101 - A1) ศึกษาถึงความสัมพันธ์ระหว่างทักษะการแปลความหมายโจทย์คณิตศาสตร์ และความสามารถในการแก้ปัญหา กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นปีที่ 1 ทำการทดสอบความสามารถในการแปลโจทย์สามแบบ คือ สัญลักษณ์ที่เป็นภาษา (Verbal - Symbolic) สัญลักษณ์ที่เป็นสัญลักษณ์ (Symbolic - Symbolic) และสัญลักษณ์ที่เป็นรูปภาพ (Pictural - Symbolic) พบว่า การแปลความหมายโจทย์คณิตศาสตร์ทั้งสามแบบ มีความสัมพันธ์กับการแก้ปัญหา และคนที่มีความสามารถในการแปลความหมายต่างกัน จะมีความสามารถในการแก้ปัญหาลำบากต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และยังพบว่าทักษะการแปลความหมายโจทย์ เป็นองค์ประกอบที่สำคัญอย่างหนึ่งในการแก้ปัญหา

2.2 งานวิจัยในประเทศ

สุนนมาศ สันโดษ (2520:53 - 56) ได้ศึกษาเกี่ยวกับความเข้าใจโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนในระดับประถมศึกษาปีที่ 4 โดยผู้วิจัยได้สร้างแบบทดสอบชุดหนึ่งแล้วนำไปใช้กับนักเรียน 280 คน จากโรงเรียนกลุ่มหนึ่ง กรมสามัญศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ จำนวน 7 โรงเรียน ซึ่งผลการวิจัยปรากฏว่า นักเรียนมีความเข้าใจโจทย์ปัญหาเกี่ยวกับวิธีลบและวิธีบวก มากกว่าโจทย์

ปัญหาที่ต้องใช้วิธีคูณหรือหาร เพื่อหาคำตอบ และศัพท์คณิตศาสตร์ที่ใช้ในการแต่งโจทย์ปัญหา หลายๆแบบ ความบกพร่องในการอ่านของนักเรียน ซึ่งทำให้นักเรียนไม่สามารถตีความในโจทย์ ปัญหาได้ถูกต้องและสาเหตุที่สำคัญคือ ครูยังไม่เข้าใจจุดมุ่งหมายของการสอนคณิตศาสตร์อย่างแท้จริง

สมศักดิ์ สินธุระเวชญ์ (2521:1 - 57) ได้ศึกษาการเลือกใช้วิธีแก้ปัญหามathematics ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนตามหลักสูตร สสวท. โดยใช้แบบทดสอบวัดแนวทางการคิดแก้ปัญหา ซึ่งแยกเป็น 3 พฤติกรรม คือ ความรู้ความจำเกี่ยวกับการคิดคำนวณ ความเข้าใจ และการนำไปใช้จำนวน 30 ข้อ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนอยู่ในโรงเรียนโครงการทดลองหลักสูตรคณิตศาสตร์ของ สสวท. จำนวน 371 คน ผลการวิจัยพบว่า

1. นักเรียนที่เรียนตามหลักสูตรคณิตศาสตร์ของ สสวท. เลือกใช้วิธีการแก้ปัญหาทางด้านความรู้ความจำ เกี่ยวกับการคิดคำนวณ ความเข้าใจ และการนำไปใช้แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ .01 โดยเลือกใช้วิธีการแก้ปัญหาด้านความรู้ ความจำเกี่ยวกับการคิดคำนวณสูงสุด รองลงมาคือด้านความเข้าใจ และด้านการนำไปใช้ตามลำดับ
2. นักเรียนที่มีความถนัดทางด้านคณิตศาสตร์สูงและต่ำ เลือกใช้พฤติกรรมในการแก้ปัญหาต่างกัน
3. นักเรียนที่มีทัศนคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ต่างกัน เลือกใช้พฤติกรรมในการแก้ปัญหาต่างกัน

ปัทมา ทองรุ่ง (2529 : 81) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องบทประยุกต์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ด้วยวิธีสอนของวรณี กับวิธีสอนของ สสวท. ผลการวิจัยพบว่าคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องบทประยุกต์ฉบับความรู้ความเข้าใจและทักษะการคิดคำนวณระหว่างนักเรียนที่ได้รับการสอนของ วรณี ที่ผู้วิจัยเป็นผู้สอนกับนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยวิธีสอนของ สสวท. ที่สอนโดยครูประจำชั้น ไม่แตกต่างกัน และคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์เรื่องบทประยุกต์ฉบับการนำไปใช้ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ศิริพร ประดับแก้ว (2531 : 130 - 131) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกลุ่มสร้างเสริมประสบการณ์ชีวิตของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่เรียนตาม “วิธีสอนด้วยแบบฝึกสร้างความคิดรวบยอด” กับวิธีสอนในแผนการสอนของกระทรวงศึกษาธิการ ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางด้านความจำ ความเข้าใจ และการนำไปใช้ของกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุมในตอนหลังสอน แตกต่างกัน อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ แต่ผลสัมฤทธิ์ในด้านวิเคราะห์และสังเคราะห์ในตอนหลังสอน แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

สุชาติ สมสุข (2531 : 95 - 96) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกลุ่มสร้างเสริมประสบการณ์ชีวิต ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนตาม “วิธีสอนด้วยแบบฝึกสร้างความคิดรวบยอด” กับวิธีสอนในแผนการสอนของกระทรวงศึกษาธิการ ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางด้านความจำ ความเข้าใจ และการนำไปใช้ของกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุมในตอนหลังสอน แตกต่างกัน

อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ แต่ผลสัมฤทธิ์ในด้านวิเคราะห์และสังเคราะห์ในตอนหลังสอน แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

สุชีรา เกียรติกังวาน (2531 : 105 - 106) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกลุ่มสร้างเสริมประสบการณ์ชีวิต ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนตาม “วิธีสอนด้วยแบบฝึกสร้างความคิดรวบยอด” กับวิธีสอนในแผนการสอนของกระทรวงศึกษาธิการ ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางด้านความจำ ความเข้าใจ และการนำไปใช้ของกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุมในตอนหลังสอน แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่ผลสัมฤทธิ์ในด้านวิเคราะห์และสังเคราะห์ในตอนหลังสอน แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

สุพิศา แก้วสุวรรณ (2535 : 149) ได้เปรียบเทียบกระบวนการคิดแก้ปัญหาโจทย์คณิตศาสตร์ของนักเรียนช่วงอุตสาหกรรม ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์แตกต่างกัน ผลการศึกษาพบว่า นักเรียนกลุ่มเก่ง กลุ่มปานกลาง และกลุ่มอ่อนมีกระบวนการคิดแก้ปัญหาโจทย์คณิตศาสตร์ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับปานกลางทุกขั้นตอน สำหรับนักเรียนกลุ่มปานกลาง มีคะแนนกระบวนการคิดแก้ปัญหาโจทย์คณิตศาสตร์ สูงกว่ากลุ่มอ่อน

สำหรับงานวิจัยที่เกี่ยวกับการสอนโดยเน้นกระบวนการต่าง ๆ ในวิชาคณิตศาสตร์โดยตรง นั้น มีผู้ทำการศึกษาค้นคว้าอยู่น้อยมาก ที่พบคือ งานวิจัยของ คำสา สุโพธิ์ (2538 : 58) ทำการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องสมการและอสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ด้วยวิธีสอนที่เน้นกระบวนการ วิชาคณิตศาสตร์กับการสอนปกติ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนกุดตุ้มพิทยาคม อำเภอโนนสัง จังหวัดหนองบัวลำภู โดยกลุ่มทดลองได้รับการสอนที่เน้นกระบวนการ และกลุ่มควบคุมได้รับการสอนตามปกติโดยตัวผู้วิจัยทำการสอนเองทั้งสองกลุ่ม ผลการวิจัยพบว่า กลุ่มที่ได้รับการสอนที่เน้นกระบวนการ มีผลสัมฤทธิ์สูงกว่ากลุ่มที่ได้รับการสอนตามปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากผลการศึกษาค้นคว้าสรุปได้ว่า การสอนโดยยึดแนวการสร้างความคิดรวบยอด จะส่งผลให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ดีขึ้นนั้น วิธีสอนมีส่วนที่สำคัญโดยเฉพาะอย่างยิ่งการยกตัวอย่างทางบวกหรือตัวอย่างทั้งทางบวกและทางลบ รวมทั้งวิธีสอนที่เน้นการสร้างความคิดรวบยอด ด้วย “วิธีสอนด้วยแบบฝึกสร้างความคิดรวบยอด” นอกจากนี้พบว่าการสอนความคิดรวบยอดยังส่งผลให้ผู้เรียนมีการพัฒนาความสามารถในด้านการคิดวิเคราะห์ สังเคราะห์และการคิดอย่างมีเหตุผลด้วย สำหรับทักษะการคิดคำนวณเป็นพื้นฐานสำคัญในการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์ และมีความสัมพันธ์กับวิธีการแก้ปัญหาของนักเรียน การที่จะให้ผู้เรียนมีทักษะการคิดคำนวณที่ดีได้ ขึ้นอยู่กับวิธีสอนของครูเป็นสำคัญ และกระบวนการสร้างทักษะการแก้โจทย์ปัญหาแก่ผู้เรียน จะบรรลุผลได้ขึ้นอยู่กับพื้นฐานของทักษะในการอ่านโจทย์ การตีความโจทย์ ความเข้าใจ และเมโนมิติในวิชาคณิตศาสตร์ นอกจากนี้ยังมีความสัมพันธ์กับระดับสติปัญญา และความคิดอย่างมีเหตุผลด้วยเช่นกัน

3. เอกสารที่เกี่ยวข้องกับการคิดและการคิดอย่างมีเหตุผล

3.1 ทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญา

เพียเจท์ (Piaget. 1970 : 470 - 475) ได้แบ่งลำดับขั้นของพัฒนาการทางสติปัญญาของเด็ก ซึ่งเกี่ยวข้องกับการคิดหาเหตุผลไว้ 4 ลำดับขั้นดังนี้

ขั้นที่ 1 เรียกว่า The Period of Pre - Conceptual Thought (อายุ 2 - 4 ปี) ในขั้นนี้เด็กจะเรียนรู้โดยการกระทำที่ซ้ำ ๆ กันโดยประสาทสัมผัส แต่ยังไม่สามารถสร้างสิ่งกับได้ เด็กในขั้นนี้จึงยังไม่รู้จักสัญลักษณ์ แต่จะสร้างแบบแผนของการรับรู้ขึ้นเอง

ขั้นที่ 2 เรียกว่า The Period of Intuitive Operations (อายุ 4 - 7 ปี) ในขั้นนี้เด็กเริ่มมีการคิดหาเหตุผล แต่มีอย่างจำกัดและยึดถือเฉพาะสิ่งที่ตนเห็นชัด เด็กเริ่มมีความเข้าใจเกี่ยวกับสัญลักษณ์ และสามารถสร้างสิ่งกับได้บ้าง

ขั้นที่ 3 เรียกว่า The Period of Concrete Operations (อายุ 7 - 11 ปี) ในขั้นนี้เด็กสามารถคิดในสิ่งที่ป็นรูปธรรม เริ่มมีการคิดหาเหตุผล ที่สอดคล้องตามหลักตรรกศาสตร์ สามารถสรุปรวมความคิดรวบยอดและนำมาใช้ได้ สามารถจำแนกวัตถุสิ่งของออกเป็นหมวดหมู่ และคิดหาความสัมพันธ์ของวัตถุสิ่งของได้ นอกจากนั้นเด็กยังสามารถเข้าใจเกี่ยวกับเรื่องจำนวนด้วย

ขั้นที่ 4 เรียกว่า The Period of Formal Operations (อายุ 11 - 15 ปี) ในขั้นนี้เด็กจะสามารถนำความคิดที่ถูกต้องตามหลักตรรกศาสตร์ไปใช้แก้ปัญหาในสถานการณ์ที่เป็นรูปธรรม มีความคิดที่อิสระขึ้น และสามารถคิดในสิ่งที่ป็นนามธรรมได้ สามารถสรุปและอนุมานจากสมมติฐานได้ จึงสรุปได้ว่า เด็กในขั้นนี้ มีความสามารถในการคิดหาเหตุผลตามหลักตรรกศาสตร์

พรณี ชูทัย (2522 : 53) กล่าวถึง ทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาและความคิดของเพียเจท์ ว่าเป็นทฤษฎีที่ได้ศึกษาถึงกระบวนการคิดทางสติปัญญาของเด็กแรกเกิดจนถึงวัยรุ่น ความคิดของเขามีอิทธิพลต่อจิตวิทยาพัฒนาการอย่างมาก เขาได้กระตุ้นให้คนสนใจกับขั้นตอนของพัฒนาการ โดยเฉพาะในส่วนที่เกี่ยวกับความรู้ความเข้าใจ (Cognition) เพียเจท์ มีความเชื่อว่าเป้าหมายของพัฒนาการนั้นคือ

1. ความสามารถที่จะคิดอย่างมีเหตุผลกับสิ่งที่ป็นนามธรรม
2. ความสามารถที่จะคิดตั้งสมมติฐานอย่างสมเหตุสมผล
3. ความสามารถที่จะตั้งกฎเกณฑ์ และการแก้ปัญหา

3.2 ความหมายของการคิดและการคิดอย่างมีเหตุผล

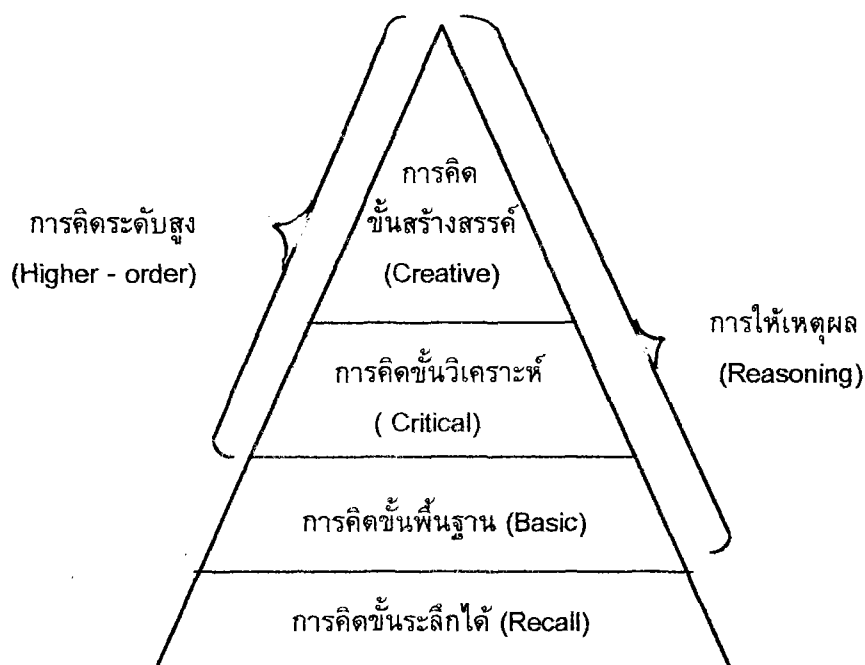
3.2.1 ความหมายของการคิด

นักจิตวิทยาหลายท่านได้ให้ความหมายของการคิดไว้ ดังนี้

ฮิลการ์ด (Hilgard. 1962 : 336) กล่าวว่า iver การคิดป็นพฤติกรรมที่เกิดขึ้นในสมอง เนื่องจากกระบวนการใช้สัญลักษณ์แทนสิ่งของหรือสถานการณ์ต่าง ๆ มาปรากฏในแนวความคิดรวบยอด

เพียเจท์ (Piaget, 1969 : 58) ให้พรศนะเกี่ยวกับการคิดไว้ว่า การคิดหมายถึงการกระทำสิ่งต่าง ๆ ด้วยปัญญา การคิดของบุคคลเป็นกระบวนการใน 2 ลักษณะ คือ เป็นกระบวนการปรับโครงสร้าง (Assimilation) โดยการจัดสิ่งเร้าหรือข้อความจริงที่ได้รับให้เข้ากับประสบการณ์เดิม ที่มีอยู่กับการบวนการปรับเปลี่ยนโครงสร้าง(Accomodation) โดยการปรับประสบการณ์เดิมให้เข้ากับข้อความจริงที่รับรู้ใหม่ บุคคลจะใช้การคิดทั้งสองลักษณะนี้ร่วมกันหรือสลับกัน เพื่อปรับความคิดของตนให้เข้าใจสิ่งเร้ามากที่สุด ผลของการปรับเปลี่ยนการคิดดังกล่าวจะช่วยพัฒนาวิธีการคิดของบุคคลจากระดับหนึ่งไปสู่การคิดอีกระดับหนึ่งที่สูงกว่า

ครูลิก และรูดนิก (Krulik and Rudnick, 1993 : 3) ได้แบ่งการคิดออกเป็น 4 ชั้น คือ การคิดชั้นระลึกได้ (Recall) การคิดชั้นพื้นฐาน (Basic) การคิดชั้นวิเคราะห์ (Critical) และการคิดชั้นสร้างสรรค์ (Creative) ส่วนการให้เหตุผล ครูลิกและรูดนิก มองว่าเป็นส่วนสำคัญของการคิดที่เหนือไปจากการคิดชั้นระลึกได้ ดังแสดงให้เห็นในภาพประกอบ 7 ต่อไปนี้



ภาพประกอบ 7 ลำดับชั้นของการคิด

ครูลิกและรูดนิก อธิบายว่า การคิดเป็นกระบวนการที่ซับซ้อน แต่ละขั้นตอนที่แสดงในแผนภาพมิได้แยกจากกันทีเดียว จะเห็นว่า “การให้เหตุผล” เป็นส่วนที่รวมขั้นตอนตั้งแต่ความคิดชั้นพื้นฐาน การคิดชั้นวิเคราะห์ และการคิดชั้นสร้างสรรค์ และสำหรับการคิดในระดับสูง (Higher-order thinking) เป็นการคิดที่อยู่ในขั้นวิเคราะห์และการคิดสร้างสรรค์

สุกานันท์ เสถียรศรี (2536 : 14) กล่าวว่า การคิดมีลักษณะเป็นทั้งกระบวนการและผลผลิต ซึ่งมีลักษณะที่ต่อเนื่องกัน แยกออกจากกันโดยเด็ดขาดไม่ได้ แต่อาจนำมาอธิบายต่างกัน

คือในกรณีที่กล่าวถึงกระบวนการก็จะใช้วิธีการคิดหรือทักษะการคิดมาอธิบาย ส่วนในกรณีของผลผลิต ก็จะกล่าวถึงคุณภาพการคิด ซึ่งเป็นผลที่เกิดจากการใช้วิธีการคิดมาแก้ปัญหาหรือทำงาน ในการจัดการศึกษานั้นมุ่งให้ผู้เรียนเกิดการคิด ทั้งในลักษณะของกระบวนการหรือวิธีการคิดที่ดี เพื่อให้ได้ผลผลิตของการคิดที่มีคุณภาพ สามารถนำไปใช้ในการแก้ปัญหาทั้งในเชิงวิชาการและไม่ใช่วิชาการ ตลอดจนสร้างคุณลักษณะประจำตัวให้เป็นไปตามจุดมุ่งหมายของหลักสูตร

3.2.2 ความหมายของการคิดอย่างมีเหตุผล

กู๊ด (Good. 1945 : 332) ได้ให้ความหมายคำว่า การคิดอย่างมีเหตุผล ว่าหมายถึง การกระทำหรือกระบวนการทางสมอง ในอันที่จะลงความเห็นเกี่ยวกับความสัมพันธ์ ระหว่างข้อเท็จจริงและปรากฏการณ์ สามารถสรุปผลจากเหตุ หรือข้อสมมติได้

ส่วนโอดาฟเฟอร์ (O'Daffer. 1990 : 378) ได้ให้ทรรศนะเกี่ยวกับการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ทำนองเดียวกับ ครูลิคและรูตินิค คือ การให้เหตุผลเป็นส่วนหนึ่งของการคิดทางคณิตศาสตร์เช่นกัน และเป็นการคิดที่เกี่ยวกับการสร้างหลักการ การสรุปแนวคิดที่สมเหตุสมผล และการหาความสัมพันธ์ของแนวคิด

คาร์พลัส (Karplus. 1977 : 170 - 177) ได้อธิบายการคิดอย่างมีเหตุผลของเด็กในสองลักษณะคือ ขั้นปฏิบัติการด้วยรูปธรรม และขั้นปฏิบัติการด้วยนามธรรม ไว้ดังนี้

การคิดอย่างมีเหตุผลแบบรูปธรรม (Concrete reasoning patterns : c)

C_1 (Classification) สามารถจำแนกและรวมกลุ่มสิ่งของโดยอาศัยเกณฑ์การสังเกตคุณสมบัติของสิ่งเหล่านั้น เช่น บอกความแตกต่างของกรดและเบสได้ โดยการสังเกตสีของกระดาษลิตมัสที่เปลี่ยนแปลง และมีความเข้าใจลักษณะที่เป็นตรรกศาสตร์ เช่น สุนัขเป็นสัตว์ แต่สัตว์ทุกตัวไม่ใช่สุนัขทั้งหมด

C_2 (Conservation) สามารถคิดอย่างมีเหตุผลเรื่องการอนุรักษ์ โดยปริมาตรของสารคงที่เมื่อไม่มีการนำมาเพิ่ม หรือเอาออกไป เช่น เมื่อเทน้ำออกจากถ้วยลงในกระบอกตวง ปริมาณของน้ำจากถ้วยในครั้งแรกจะเท่ากับปริมาตรของน้ำในกระบอกตวง

C_3 (Serial ordering) สามารถจัดอันดับแสดงความสัมพันธ์ของสิ่งของต่างๆ จากการสังเกตคุณสมบัติและเริ่มใช้วิธีจับคู่ (One-to-one Correspondence) ระหว่างสิ่งของสองกลุ่ม เช่น สัตว์ขนาดเล็กจะมีจังหวะการเต้นของหัวใจ เร็วกว่าสัตว์ที่มีขนาดใหญ่ ซึ่งการเต้นของหัวใจช้า

การคิดอย่างมีเหตุผลแบบนามธรรม (Formal reasoning patterns : F)

F_1 (Theoretical reasoning) สามารถจัดแบ่งกลุ่มที่ซับซ้อนมากขึ้น ใช้หลักตรรก ช่วยในการจัดอันดับและการคิดอย่างมีเหตุผล ไม่จำเป็นต้องอาศัยคุณสมบัติที่สังเกตได้ด้วยประสาททั้งห้า เช่น สามารถแยกปฏิกิริยาเคมีระหว่าง oxidation และ reduction โดยใช้หลักการอนุรักษ์พลังงาน นอกจากนี้ยังยอมรับข้อสมมติฐานใดๆ ที่ขัดแย้งกับตนเองได้

F_2 (Combinatorial reasoning) สามารถใช้กฎเกณฑ์พิจารณาลักษณะผสมของความคิดในปัญหาต่างๆ เช่น สามารถเข้าใจลักษณะทางพันธุกรรมที่แสดงลักษณะปรากฏ และลักษณะแฝงตั้งแต่สองจำนวนขึ้นไป

F_3 (Functionally and proportional reasoning) อธิบายและตีความของลักษณะหน้าที่ในลักษณะความสัมพันธ์เชิงคณิตศาสตร์ เช่นอธิบายถึงอัตราเร็วของการแพร่กระจายของโมเลกุลของสารผ่านเยื่อบางๆ จะเป็นสัดส่วนผกผันกับรากที่สองของน้ำหนักโมเลกุลของสารนั้น

F_4 (Control of variables) มีความเข้าใจในความจำเป็นที่จะออกแบบการทดลอง โดยการควบคุมตัวแปรอื่น ๆ นอกจากตัวแปรที่ต้องการทดสอบเท่านั้น เช่น การออกแบบการทดลองเพื่อทดสอบข้อเท็จจริงใน F_3

F_5 (Probability and correlation reasoning) สามารถตีความจากการสังเกตตัวแปรอื่นๆ ซึ่งแสดงผลที่ไม่ได้คาดหวังไว้ แต่จะตีความเฉพาะตัวแปรที่มีความสัมพันธ์กันเท่านั้น

ตาราง 3 การเปรียบเทียบการคิดอย่างมีเหตุผลของเด็กในชั้นปฏิบัติการด้วยรูปธรรม และ ชั้นปฏิบัติการด้วยนามธรรม

ชั้นปฏิบัติการด้วยรูปธรรม	ชั้นปฏิบัติการด้วยนามธรรม
1. ต้องใช้การอ้างอิงจากการกระทำที่คล้ายคลึงกัน จากวัตถุและจากคุณสมบัติที่สังเกตได้	1. สามารถให้เหตุผลเกี่ยวกับความคิดรวบยอด ความสัมพันธ์ คุณสมบัติทางนามธรรม ข้อเท็จจริงและทฤษฎี โดยใช้สัญลักษณ์แทนความคิดได้
2. สามารถให้เหตุผลตาม $C_1 - C_3$ แต่ไม่สามารถให้เหตุผลตาม $F_1 - F_5$	2. สามารถให้เหตุผลตาม $F_1 - F_5$ ได้ดีพอๆ กับ $C_1 - C_3$
3. ในการปฏิบัติการที่ยุ่งยาก ต้องการคำแนะนำที่เป็นลำดับขั้น	3. สามารถวางแผนเพื่อปฏิบัติการ โดยครอบคลุมถึงวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้
4. มักไม่ใช้ความคิดของตนเอง ให้ความคิดเห็นที่ไม่แน่นอน ใช้ข้อสรุปหลายประเด็นหรือบางครั้งขัดแย้งกับข้อเท็จจริง	4. มีความรู้ ความเข้าใจและใช้ความคิดพิจารณาด้วยตนเอง ตรวจสอบทบทวนเพื่อให้เกิดความเชื่อมั่นในผลสรุป ซึ่งใช้ข้อมูลต่างๆเป็นรากฐาน

ที่มา : Karplus, Robert "Science Teaching and the Development of Reasoning," *Journal of Research in Science Teaching*. 14(2) : 169 - 175. 1977

นอกจากนี้ ซันด์ (Sund.1976 : 48 - 58) ได้แสดงความคิดเห็นไว้ดังนี้ว่า เด็กที่เริ่มมีอายุย่างเข้าวัยรุ่น ความรู้สึกนึกคิด ความรู้สึกความเข้าใจของเด็กวัยนี้จะมีวิวัฒนาการเข้าสู่ความเป็นผู้ใหญ่มากขึ้น เพียเจท์เรียกลักษณะขั้นการพัฒนาทางสติปัญญาการเรียนรู้ของเด็กวัยนี้ว่า ขั้นที่มี

แนวคิดปฏิบัติการแบบนามธรรม (Formal Operation) ตรงกับช่วงอายุประมาณ 11 - 15 ปี จากการศึกษาค้นคว้าวิจัยของเพียเจต์ พบว่า รูปแบบการกระทำที่เป็นเหตุเป็นผลของเด็กเมื่อเข้าวัยนี้จะเป็นระบบและใช้กระบวนการคิดอย่างสลับซับซ้อน เริ่มขยายวงจากสิ่งที่เป็นรูปธรรม (Concrete Objects) ออกไป โดยนำความคิดที่เป็นประสบการณ์เดิม ความคิดที่เป็นนามธรรม มาเป็นข้อมูลประกอบความคิดมากขึ้น จากพัฒนาการด้านความคิดดังกล่าว ทำให้เด็กในวัยนี้สามารถเผชิญกับปัญหาในรูปแบบต่างๆ โดยใช้การกระทำที่เป็นเหตุผล (Logical Operation) ซึ่งมีลักษณะต่างๆ อธิบายคร่าวๆ ได้ดังนี้

1. เหตุผลเชิงนามธรรม (Abstract Reasoning) กระบวนการคิดเริ่มมีหลักการ แบบผู้ใหญ่ มีความซับซ้อนในการใช้เหตุผล เช่น การลำดับเหตุผลเป็นขั้นตอน สามารถรวบรวมข้อมูลเข้าด้วยกัน ใช้ความคิดใคร่ครวญแล้วจึงแสดงออกมาเป็นการกระทำอย่างถูกต้องตามกาลเทศะ รู้จักใช้การคิดคาดการณ์เชิงคณิตศาสตร์ และสามารถใช้อารมณ์วิจารณ์ได้อย่างมีหลักการ

2. สามารถตั้งสมมติฐานเชิงใช้เหตุผลแบบอนุมานได้ (Hypothetical - Deductive Reasoning) เช่นเมื่อคนเราพบปัญหาอย่างหนึ่ง เราเริ่มต้นกระบวนการแก้ปัญหาโดยคาดการณ์ไว้อย่างหนึ่งแล้วพยายามสรุปโดยใช้เหตุผลเชิงอนุมาน เช่น เด็กคนหนึ่งคิดว่า “วิธีที่จะได้เป็นเจ้าของรถยนต์คันหนึ่ง คือการขอเงินพ่อแม่มาซื้อ” แต่ในขณะที่เดียวกันเกิดอีกความคิดหนึ่ง แยกกับความคิดเดิม “ไม่มีทางเป็นไปได้ พ่อแม่คงไม่ให้เงินแน่” และคิดต่อไปว่า “ต้องหาเงินมาซื้อด้วยตนเอง” ความคิดเป็นหนทางชี้นำไปสู่การแก้ปัญหา คือ “ต้องหางานทำ และเก็บเงินสะสมไว้เพื่อซื้อรถที่ต้องการ” ข้อสรุปสุดท้ายนี้เป็นความคิดเชิงเหตุผลแบบอนุมานที่เด็กคนนี้นำมาใช้ในการแก้ปัญหาของตนเอง

3. การอ้างเหตุผลเชิงตรรกวิทยา (Syllogistic Reasoning) เป็นลักษณะการตั้งสมมติฐานเชิงใช้เหตุผลแบบอนุมานชนิดหนึ่ง เช่น

- ก. สัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมให้นมลูกกิน
- ข. สัตว์นี้ให้นมลูกกิน
- ค. เพราะฉะนั้นสัตว์นี้ เป็นสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม

ในการใช้เหตุผลเชิงตรรกศาสตร์นี้ คนที่ใช้ความคิดขั้นนามธรรมจะประเมินเหตุผลนี้ว่าเป็นจริงเสมอไปหรือไม่ เช่น

- ก. สุนัขเห่า
- ข. สัตว์นี้เห่า
- ค. เพราะฉะนั้นสัตว์ตัวนี้เป็นสุนัข

คำตอบในข้อ ค. อาจเป็นปัญหาสำหรับผู้ที่ใช้ความคิดขั้นนามธรรม เพราะการสรุปว่าสัตว์ทุกตัวที่ “เห่า” จะต้องเป็นสุนัขเสมอไปนั้นไม่จริง เพราะสัตว์ชนิดอื่นอาจ “เห่า” เหมือนสุนัข การคิดเหตุผลแบบอนุมาน แบบ Syllogism จึงเป็นขั้นก้าวหน้าไปอีกขั้นหนึ่ง การประเมินก่อนลงความคิดเห็นเป็นลักษณะที่คนเราใช้สติปัญญาขั้นสูง

4. การสันนิษฐานความเป็นเหตุเป็นผล (Propositional Thinking) เด็กในวัยนี้บางคนเริ่มมีความคิดคาดการณ์เป็นขั้นๆ โดยใช้เหตุผลต่างๆ

- 4.1 มันอาจเป็นเช่นนั้น หรือเป็นเช่นนั้นได้
- 4.2 มันอาจเป็นเช่นนั้น และเป็นเช่นนั้นได้ด้วย
- 4.3 มันอาจเป็นเช่นนั้น แต่ไม่เป็นเช่นนั้น
- 4.4 มันอาจไม่เป็นทั้งเช่นนั้น และเช่นนั้นได้

ในกระบวนการใช้เหตุผลทำนองนี้ ทำให้เกิดการควบคุมตัวแปร (Factor) ตัวหนึ่งตัวใดไว้ แล้วใช้ตัวแปรอื่นๆเป็นตัวทดลองไปเรื่อยๆ จนสามารถหาคำตอบหรือวิธีแก้ปัญหาได้

5. เข้าใจเรื่องการสัมพันธ์ข้อมูล (Comprehension of Allegory) เด็กสามารถเข้าใจเรื่องหรือปรากฏการณ์อย่างใดอย่างหนึ่งแล้วสามารถแปลความหมาย และมีความคิดลึกซึ้ง เช่น สามารถนำเรื่องที่มีประสบการณ์มาก่อนไปเปรียบเทียบกับสิ่งอื่นได้ โดยอธิบายความสัมพันธ์ของประเด็นต่างๆที่เกิดขึ้นได้

6. การคิดย้อนกลับ (Reflexive Thinking) เด็กสามารถใช้เหตุผลโดยการย้อนกลับความคิดที่ตนได้มีประสบการณ์มาก่อนได้ เช่น การลงความเห็นจากข้อมูลที่ได้รับมาแล้ว

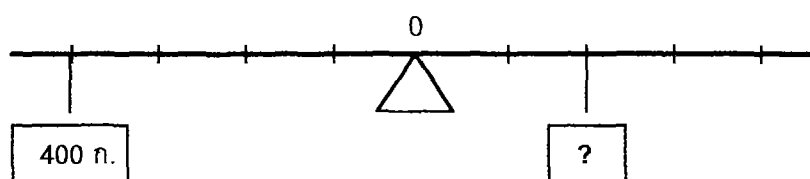
ลำดับขั้นของการคิดทำนองนี้เริ่มจาก

1. ตั้งประเด็นของปัญหาที่ได้รับ
2. พิจารณาข้อมูลที่มีในปัญหา และข้อมูลที่ยังขาดหายไป
3. ร่างขึ้นการดำเนินการค้นหาข้อมูลที่ยังขาดหายไป
4. ลงมือตอบ โดยใช้เครื่องมือช่วย เช่นการเขียน

7. หลักการใช้เหตุผลแบบผสมตัวแปรอย่างมีระบบ (Combinatorial Logic) เป็นความคิดที่ใช้ในการแก้ปัญหาโดยเกี่ยวข้องกับองค์ประกอบหลายๆตัวแปรอย่างมีระบบ ตัวอย่างเช่น

นักเรียนได้รับขวดบรรจุของเหลวไม่มีสี และไม่มีกลิ่นจำนวน 4 ใบ กับขวดแก้วทรงชมพูบรรจุของเหลวชนิดเดียวกัน เมื่อหยดของเหลวชนิดหนึ่งซึ่งมีป้ายชื่อ (ก) ลงในขวดทรงชมพู ของเหลวในขวดจะเปลี่ยนเป็นสีเหลือง ให้นักเรียนทำการทดลองผสมของเหลวในขวดทั้ง 4 ใบ ให้ได้ของเหลวสีเหลือง ในการแก้ปัญหานี้ เด็กที่สติปัญญาถึงขั้นนามธรรมจะสามารถใช้วิธีการผสมของเหลวในขวดเหล่านั้นอย่างมีระเบียบ ความยากของปัญหานี้อยู่ที่ว่า ของเหลวเพียงขวดเดียวเท่านั้นที่จะผสมกับของเหลว (ก) จึงจะได้สีเหลือง ของเหลวในขวดอื่นๆจะไม่ทำปฏิกิริยากัน

8. เข้าใจเรื่องสัดส่วน (Proportional Thinking) การใช้ความคิดตามหลักการสัดส่วนสามารถนำมาเป็นเหตุผลในการแก้ปัญหาได้ ตัวอย่างเช่น ปัญหาตาชั่งแบบสองแขน เด็กสามารถหาคำตอบได้เองจากการใช้เหตุผลตามหลักสัดส่วน



ถามว่า จะต้องเอาน้ำหนักเท่าใดมาแขวนจึงจะทำให้คานอยู่ในลักษณะสมดุลย์

9. การควบคุมตัวแปร (Controls Variable) เมื่อทำการทดลองหรือคิดแก้ปัญหาใดๆ ที่สลับซับซ้อน จะสามารถแยกแยะตัวแปรต่างๆที่เป็นปัญหาเสียก่อน และใช้วิธีควบคุมตัวแปรหนึ่งไว้ในขณะที่ตัวแปรอื่นๆเปลี่ยนไป เพื่อเก็บข้อมูลจากตัวแปรที่เปลี่ยนเท่านั้น

10. จำแนก จัดลำดับหมวดหมู่ เช่น สัตว์ พืช สิ่งของ ตามลำดับของการจำแนก โดยถือชนิดเป็นเกณฑ์ตามที่เกิดตามระบบอวัยวะ หรือตามวัตถุประสงค์ที่กำหนดให้

11. สามารถตั้งคำถาม และยอมรับการตัดสินใจอย่างมีเหตุผล สามารถวิพากษ์วิจารณ์เรื่องสิทธิเสรีภาพ มีเหตุผลเป็นของตนเองในด้านการคิด

12. สามารถคิดแบบความน่าจะเป็น (Probability)

13. สามารถเข้าใจความคิดเชิงอุดมคติ และมีอุดมคติเป็นของตนเอง

สำหรับนักการศึกษาของไทย ที่แสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับการคิดอย่างมีเหตุผลไว้มีดังนี้

วินัย เทียมเมือง (2529 : 36) กล่าวว่า การคิดอย่างมีเหตุผล (logical reasoning) หมายถึง การกระทำหรือกระบวนการทางสมองในการแสดงความคิดเห็น เกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างข้อเท็จจริง และปรากฏการณ์จากสิ่งที่รู้แล้วไปยังสิ่งที่ยังไม่รู้ เป็นกระบวนการคิดในขั้นการคิดแบบนามธรรม (Formal Thinking) และการใช้เหตุผลเชิงตรรกศาสตร์

สิริพร ทิพย์คง (ม.ป.ป. : 14) กล่าวถึง ตรรกวิทยาว่า เป็นศาสตร์ของการให้เหตุผล การคิดเชิงตรรก จะต้องเป็นการคิดที่ถูกต้อง ชัดเจน และต้องช่วยในการตัดสินใจแก้ปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพและสมเหตุสมผลยิ่งขึ้น ดังนั้นการคิดทางตรรกวิทยา จึงหมายถึงหลักการคิดหาเหตุผลแบบนิรนัย (Deductive reasoning) ซึ่งเป็นความสามารถในการสรุปผลจากสมมติฐานที่กำหนดให้ หรือที่ตั้งขึ้นโดยมีความสมเหตุสมผล

จากแนวความคิดของนักการศึกษาที่กล่าวมาข้างต้น ในเรื่องของความหมายของการคิด และการคิดอย่างมีเหตุผลนั้น สรุปได้ว่า การคิดเป็นกระบวนการทางสมองที่เกิดขึ้นในตัวบุคคลตั้งแต่เยาว์วัย มีการพัฒนาเป็นลำดับขั้นตอนตามภาวะการเจริญวัยของแต่ละบุคคล โดยเริ่มจากการคิดที่เป็นรูปธรรมไปสู่การคิดที่เป็นนามธรรม และการคิดอย่างมีเหตุผลนั้นเป็นขั้นตอนหนึ่งที่อยู่ในกระบวนการคิดของคน ไม่แยกออกมาให้เห็นได้อย่างเด่นชัด แต่จะเริ่มปรากฏชัดในเด็กวัย 11 - 15 ปี ซึ่งเป็นวัยที่เด็กมีการแสดงความคิดเห็นขั้นพื้นฐาน สามารถคิดวิเคราะห์ และมีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ สามารถคิดหาเหตุผลตามหลักตรรกศาสตร์ได้

จาก ทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาและความคิดของเพียเจท์ และแนวคิดของนักการศึกษาข้างต้น สรุปได้ว่าพัฒนาการของกระบวนการคิดทางสติปัญญาของเด็กในชั้นที่ 4 อยู่ในวัย 11 - 15 ปีซึ่งมีความสามารถในการคิดหาเหตุผลตามหลักตรรกศาสตร์ ถือได้ว่าเป็นเป้าหมายของพัฒนาการ ทางด้านสติปัญญา ซึ่งเป็นชั้นที่เด็กกำลังศึกษาอยู่ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 - 3 ในโรงเรียนของไทย ผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่ใช้นักเรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เป็นกลุ่มตัวอย่างในการศึกษาครั้งนี้

3.3 แนวทางพัฒนาความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผล

สำหรับการพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผล กิลฟอร์ด และฮอฟเนอร์ (Guilford and Hoepfner. 1971 : 28 -32) ได้ให้ความเห็นว่าการพัฒนาบุคคลให้มีความสามารถในการให้เหตุผลนั้น ต้องเริ่มจากการส่งเสริมให้บุคคลได้คิดอย่างมีเหตุผล ความสามารถในการให้เหตุผลดังกล่าวนี้เป็นสิ่งจำเป็นที่โรงเรียนควรจัดทำ และเป็นสิ่งที่สามารถฝึกได้โดยสอนควบคู่กับเนื้อหาวิชาปกติ หรือ สถานการณ์ต่างๆที่เหมาะสม

เนื่องจากความสามารถในการคิดและการให้เหตุผลเป็นทักษะที่ต้องใช้การฝึกและฝึกจากประสบการณ์ที่หลากหลาย และควรได้รับการฝึกอย่างต่อเนื่อง จากบรรยากาศของชั้นเรียนที่สนับสนุนให้มีการอภิปราย แลกเปลี่ยนความคิด ชี้แจงเหตุผลและแก้ปัญหาาร่วมกัน ดังนั้นในการพัฒนาความสามารถในการคิดและการให้เหตุผล ควรจัดกิจกรรมให้นักเรียนได้มีส่วนร่วมและแสดงพฤติกรรมในการสืบค้น คัดการณ์ ค้นหาวิธีการพิสูจน์ สังเกตรูปแบบชี้แจงเหตุผลของแนวคิด โดยการอธิบายรูปแบบ แสดงด้วยภาพหรือจำลองแบบและตอบคำถามต่างๆ เช่น “ทำไม” “อะไรจะเกิดขึ้นถ้า...” “จงให้ตัวอย่างของ...” “สามารถจะใช้วิธีการอื่นได้หรือไม่ ถ้าการดำเนินการไม่บรรลุผล” ส่วนเป็นคำถามที่ก่อให้เกิดการคิด การสร้างข้อคาดเดา การกำหนดรูปแบบ (Modelling) และการอธิบายซึ่งเป็นลักษณะของการให้เหตุผลเกี่ยวกับสถานการณ์ (Lappan and Schram. 1989 : 18 - 19)

นอกจากนี้ โรเวนและมอร์โรว์ (Rowan and Morrow. 1993 : 16 - 18) ยังได้ให้ข้อคิดเกี่ยวกับบรรยากาศในชั้นเรียนว่า เป็นสิ่งสำคัญมาก ครูต้องจัดบรรยากาศที่แสดงให้นักเรียนเห็นว่า การให้เหตุผลเป็นสิ่งที่สำคัญกว่าการได้เพียงคำตอบที่ถูกต้อง บรรยากาศในชั้นเรียนต้องไม่ทำให้นักเรียนรู้สึกหวาดกลัว เป็นบรรยากาศที่สนับสนุนและส่งเสริมให้นักเรียนได้พูด อธิบายและแสดงเหตุผลของแนวคิด ได้กระทำและสรุปพร้อมทั้งแสดงการยืนยันข้อสรุปของแนวคิดนั้นๆ

ในการจัดการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์ จากคำกล่าวที่ว่า “คณิตศาสตร์ คือการให้เหตุผล” (NCTM.1989 : 29) และการให้เหตุผลเป็นเครื่องมือที่สำคัญสำหรับคณิตศาสตร์และการดำเนินชีวิตประจำวันของมนุษย์ (Baroody. 1993 : 2 - 25) เพื่อให้ให้นักเรียนเห็นว่าคณิตศาสตร์เป็นวิถีทางที่ดีที่จะทำให้เข้าใจโลกที่เป็นจริง จำเป็นต้องจัดการให้ การให้เหตุผลแทรกอยู่ในทุกกิจกรรมทางคณิตศาสตร์ นักเรียนต้องใช้เวลาและประสบการณ์ที่หลากหลาย ในการพัฒนาความสามารถในการสร้างข้อสรุปที่สมเหตุสมผลในสถานการณ์ ที่กำหนดและประเมินข้อสรุปของบุคคลอื่น (NCTM.1989 : 81)

4. งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการคิดและการคิดอย่างมีเหตุผล

4.1 งานวิจัยต่างประเทศ

เลชเชอร์ (Lesh. 1971 : 2487 - A) ได้ศึกษาการคิดหาเหตุผลเชิงตรรกศาสตร์กับนักเรียนเกรด 4 - 7 พบว่าความสามารถในการคิดหาเหตุผลเชิงตรรกศาสตร์ในระหว่างชั้นมีความแตกต่างกัน

นั่นคือนักเรียนที่เรียนชั้นสูงกว่าจะมีความสามารถในการคิดหาเหตุผลเชิงตรรกศาสตร์ สูงกว่านักเรียนที่เรียนชั้นต่ำกว่า

เรย์ (Ray, 1979 : 3220 - A) ได้ทดลองการสอนเปรียบเทียบอิทธิพลของการใช้คำถามในระดับต่ำ กับคำถามในระดับสูง ที่มีต่อความมีเหตุผลในเรื่องที่เป็นนามธรรมและการคิดอย่างมีเหตุผลของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายในวิชาเคมี โดยแบ่งนักเรียนออกเป็น 2 กลุ่มกลุ่มละ 54 คน จัดการเรียนการสอนเหมือนกัน แต่ระดับคำถามต่างกัน เป็นคำถามระดับสูงกับคำถามระดับต่ำ(ความจำ) ใช้เวลาสอน 24 สัปดาห์ พบว่า นักเรียนกลุ่มที่ใช้คำถามในระดับสูงสามารถทำข้อสอบ ในเรื่องของความมีเหตุผลเชิงนามธรรมและการคิดอย่างมีเหตุผล ได้คะแนนสูงกว่าอีกกลุ่มหนึ่งอย่างมีนัยสำคัญ

วิท (Writt, 1988 : 72 - A) ได้สำรวจผลของการใช้ยุทธวิธีแก้ปัญหาเกี่ยวกับกระบวนการให้เหตุผล โดยเฉพาะยุทธวิธีแก้ปัญหาทั้ง 4 ขั้นตอนของโพลยา ซึ่งได้แก่ ขั้นทำความเข้าใจปัญหา ขั้นวางแผนการแก้ปัญหา ขั้นดำเนินการตามแผน และขั้นตรวจสอบกระบวนการแก้ปัญหา โดยใช้ปัญหาเกี่ยวกับรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส เป็นเครื่องมือที่ใช้วัดทั้งยุทธวิธีแก้ปัญหา และกระบวนการให้เหตุผล กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น และตอนปลาย จากโรงเรียนในนิวยอร์ก 75 โรงเรียน ผลการศึกษาพบว่า การใช้ยุทธวิธีแก้ปัญหาและกระบวนการให้เหตุผล มีความเกี่ยวข้องโดยตรงกับวิธีการแก้ปัญหา ซึ่งบางส่วนของกระบวนการให้เหตุผล มีความสัมพันธ์กับตัวปัญหาเป็นอย่างมากขณะที่อีกส่วนหนึ่ง ของกระบวนการให้เหตุผลมีความเกี่ยวข้องกับยุทธวิธีการแก้ปัญหา เมื่อพิจารณาถึงสัดส่วนของยุทธวิธีการแก้ปัญหาทั้ง 4 ขั้นตอนของโพลยา พบว่า ในกลุ่มนักเรียนที่ใช้ยุทธวิธีแก้ปัญหา ได้สำเร็จมีขั้นตอนการตามแผนแตกต่างกัน ส่วนใหญ่นักเรียนที่แก้ปัญหาไม่สำเร็จพบความแตกต่างกันในขั้นตอนการตามแผน และใช้เวลาส่วนมากในขั้นทำความเข้าใจปัญหาและขั้นวางแผนแก้ปัญหา ทั้งนี้ นักเรียนในกลุ่มที่ใช้ยุทธวิธีการแก้ปัญหาไม่มีใครใช้ขั้นตอนตรวจสอบกระบวนการแก้ปัญหา

4.2 งานวิจัยในประเทศ

สุริยา โพธิผล (2528 : 60) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถในการคิดหาเหตุผลเชิงตรรกศาสตร์ และความคิดสร้างสรรค์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ในเขตกรุงเทพมหานคร พบว่าค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์พหุคูณระหว่างความสามารถในการคิดหาเหตุผลเชิงตรรกศาสตร์ มีความสัมพันธ์กันทางบวกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

สมเจตน์ ไวยากรณ์ (2530 : 93) ได้ศึกษารูปแบบการสอนเพื่อส่งเสริมความสามารถด้านการให้เหตุผลของนักเรียนที่พัฒนาสำหรับการวิจัยครั้งนี้ โดยอาศัยแนวคิดของบลูมและคนอื่นๆเป็นพื้นฐาน โดยเน้นกระบวนการสอนที่ใช้เนื้อหาวิชาเป็นสื่อ สามารถนำไปใช้สอนเนื้อหาใดก็ได้ ประกอบด้วยกระบวนการสอน 4 ขั้นตอนคือ การวางแผน การสร้างแนวคิดรวบยอด การนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ และการประเมินผล จากการตรวจสอบของผู้เชี่ยวชาญด้านการพัฒนาหลักสูตรสรุปได้ว่า เมื่อสอนตามกระบวนการดังกล่าวแล้วนักเรียนจะมีพัฒนาการเกี่ยวกับการใช้พฤติกรรมความคิดด้านการวิเคราะห์ สังเคราะห์ และประเมินค่า ซึ่งส่งผลให้นักเรียนมีความสามารถด้านการให้เหตุผลสูงขึ้น

การทดลองจัดกระทำกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนราชินีบูรณะ จังหวัดนครปฐม โดยเลือกนักเรียนที่มีความสามารถด้านคณิตศาสตร์ไม่แตกต่างกัน 2 กลุ่ม จัดเป็นกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุม กลุ่มทดลองได้รับการสอนโดยใช้รูปแบบการสอนที่สร้างขึ้นเป็นเวลา 6 สัปดาห์ กลุ่มควบคุมได้รับการสอนตามวิธีการที่ครูใช้ตามปกติ

ผลการทดลองพบว่า รูปแบบการสอนที่สร้างขึ้นสามารถสอนให้ผู้เรียนเกิดพฤติกรรมการคิดตามทัศนะของบลูมและคนอื่นๆ ได้ทุกระดับพฤติกรรม เมื่อเปรียบเทียบกับการสอนปกติแล้วพบว่ารูปแบบการสอนที่สร้างขึ้นช่วยให้ผู้เรียนทุกระดับการเรียนรู้ มีความสามารถในการใช้เหตุผลในทุกๆ ด้านสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ ส่วนการสอนตามปกติช่วยส่งเสริมความสามารถในการใช้เหตุผลของผู้เรียนเฉพาะผู้ที่มีผลการเรียนระดับปานกลางเท่านั้น

นอกจากนี้ยังมีงานวิจัยอีกหลายงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการคิดอย่างมีเหตุผล ความคิดรวบยอด การคิดคำนวณและการแก้ปัญหาซึ่งได้อ้างไว้ใน งานวิจัยที่เกี่ยวกับการสอนโดยเน้นกระบวนการวิชาคณิตศาสตร์การแล้ว

จากงานวิจัยทั้งหมดที่มีผู้ทำการศึกษาไว้ สรุปได้ว่า การสอนที่ใช้กระบวนการต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับวิชาคณิตศาสตร์ แสดงให้เห็นถึงความเป็นไปได้ที่จะพัฒนาสติปัญญาของนักเรียนในด้านของการเรียนรู้ ผลสัมฤทธิ์ และความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผลซึ่งผู้วิจัยเชื่อว่า เมื่อใช้วิธีการสอนที่เน้นกระบวนการคณิตศาสตร์ โดยมีการใช้สื่อการสอน กิจกรรมการเรียนการสอน ตลอดจนได้วิเคราะห์ความสอดคล้อง ระหว่างจุดประสงค์การเรียนรู้กับกระบวนการที่จะใช้อย่างเหมาะสมแล้ว จะทำให้สามารถลดปัญหาเกี่ยวกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ที่อยู่ในเกณฑ์ต้องปรับปรุงของนักเรียนได้ และยังสามารถพัฒนาความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผลไปพร้อมกันด้วย เนื่องจากการสอนโดยเน้นกระบวนการ มีการฝึกให้นักเรียนรู้จักสังเกต เปรียบเทียบ แยกแยะลักษณะของปัญหาในขณะที่ดำเนินการตามขั้นตอนของแต่ละกระบวนการ

บทที่ 3

วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า

ผู้วิจัยได้ดำเนินการศึกษาค้นคว้าตามลำดับขั้นดังนี้

1. การกำหนดกลุ่มประชากร และการเลือกกลุ่มตัวอย่าง
2. เนื้อหาที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า
3. ระยะเวลาที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า
4. ตัวแปรที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า
5. แบบแผนที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า
6. เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า
7. วิธีดำเนินการรวบรวมข้อมูล
8. สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

การกำหนดกลุ่มประชากร และการเลือกกลุ่มตัวอย่าง

ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2541 ของโรงเรียนพุทธรังสิทิบูล ต.ลาดขวาง อ.บ้านโพธิ์ จ.ฉะเชิงเทรา จำนวน 9 ห้องเรียน รวมทั้งสิ้น 369 คน

กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่าง เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2541 ของโรงเรียนพุทธรังสิทิบูล ต.ลาดขวาง อ.บ้านโพธิ์ จ.ฉะเชิงเทรา ซึ่งได้มาจากการสุ่มอย่างง่าย (Simple Random Sampling) โดยใช้ห้องเรียนเป็นหน่วยในการคัดเลือก จำนวน 2 ห้องเรียน นักเรียน 82 คน แบ่งเป็น 2 กลุ่มคือ

กลุ่มทดลอง 41 คน ได้รับการสอนโดยเน้นกระบวนการคณิตศาสตร์

กลุ่มควบคุม 41 คน ได้รับการสอนตามคู่มือครูของ สสวท.

ผู้วิจัยดำเนินการสอนเองทั้ง 2 กลุ่ม

แบ่งกลุ่มตัวอย่างทั้ง 2 กลุ่มตามระดับความสามารถทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ค 102 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2540 เป็น 3 กลุ่ม คือ กลุ่มที่มีระดับความสามารถสูง ปานกลาง และต่ำ ด้วยตำแหน่งเปอร์เซ็นต์ไทล์ดังนี้

ระดับความสามารถสูง หมายถึง นักเรียนที่ได้คะแนนตั้งแต่เปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 75 ขึ้นไป

ระดับความสามารถปานกลาง หมายถึง นักเรียนที่ได้คะแนนระหว่างเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่

ระดับความสามารถต่ำ หมายถึง นักเรียนที่ได้คะแนนตั้งแต่เปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 25 ลงมา

ตาราง 4 การแบ่งกลุ่มตัวอย่างทั้ง 2 กลุ่มตามระดับความสามารถทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์

กลุ่มตัวอย่าง	ระดับความสามารถทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์			
	สูง	ปานกลาง	ต่ำ	รวม
กลุ่มทดลอง	13	15	13	41
กลุ่มควบคุม	13	15	13	41

เนื้อหาที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า

เนื้อหาที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ เป็นเนื้อหาในวิชาคณิตศาสตร์ ค 203 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ตามหลักสูตรมัธยมศึกษาตอนต้น พุทธศักราช 2521(ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2533) ของกระทรวงศึกษาธิการ ที่จัดทำโดยสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) เรื่อง เศษส่วนและทศนิยม จำนวน 16 คาบ มีรายละเอียดดังนี้

1. เศษส่วน 1 คาบ
2. การเปรียบเทียบเศษส่วน 1 คาบ
3. การบวกและการลบเศษส่วน 4 คาบ
4. การคูณและการหารเศษส่วน 4 คาบ
5. เศษส่วนกับทศนิยม 1 คาบ
6. การเปรียบเทียบทศนิยม 1 คาบ
7. การบวกกลบคูณหารทศนิยม 4 คาบ

ระยะเวลาที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า

ระยะเวลาที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าอยู่ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2541 ทำการทดลองกลุ่มละ 18 คาบ คาบเรียนละ 50 นาที โดยทดสอบก่อนเรียน 1 คาบ ดำเนินการสอนเนื้อหา 16คาบ และทดสอบหลังเรียน 1 คาบ

ตัวแปรที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า

ตัวแปรที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า มีดังนี้

1. ตัวแปรอิสระ ได้แก่ การสอน 2 แบบคือ
 - 1.1 การสอนโดยเน้นกระบวนการคณิตศาสตร์ 3 กระบวนการ คือ
 - 1.1.1 กระบวนการสร้างความคิดรวบยอด

1.1.2 กระบวนการสร้างทักษะการคิดคำนวณ

1.1.3 กระบวนการสร้างทักษะการแก้โจทย์ปัญหา

1.2 การสอนตามคู่มือครู

2. ตัวแปรตาม ได้แก่

2.1 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์

2.2 ความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผล

แบบแผนที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า

แบบแผนที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า เป็นการวิจัยเชิงทดลอง (Experimental Research) โดยใช้แบบแผนการทดลองแบบ Randomized Control Group Pretest- Posttest Design ตามรูปแบบของ ชูศรี วงศ์รัตน์ (ชูศรี วงศ์รัตน์, 2534 : 359) ตามที่กำหนดไว้ในตาราง 5

ตาราง 5 แบบแผนการทดลองแบบ Randomized Control Group Pretest- Posttest Design

กลุ่ม	สอบก่อน	ทดลอง	สอบหลัง
ER	T_1	X_1	T_2
CR	T_1	X_2	T_2

สัญลักษณ์ที่ใช้ในแบบแผนการวิจัย

X_1 คือ การสอนโดยเน้นกระบวนการคณิตศาสตร์

X_2 คือ การสอนตามคู่มือครู

T_1 คือ การสอบก่อนที่จะจัดกระทำการสอน

T_2 คือ การสอบหลังจัดกระทำการสอน

R คือ การกำหนดกลุ่มตัวอย่างแบบสุ่ม

C คือ กลุ่มควบคุม

E คือ กลุ่มทดลอง

เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า

เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า มีดังนี้

1. แผนการสอนวิชาคณิตศาสตร์ ค 203 เรื่องเศษส่วนและทศนิยม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 แยกเป็นแผนการสอนโดยเน้นกระบวนการคณิตศาสตร์ และแผนการสอนตามคู่มือครู มีขั้นตอนดำเนินการดังต่อไปนี้

1.1 แผนการสอนโดยเน้นกระบวนการคิดศาสตร์

1.1.1 ศึกษาหลักสูตรมัธยมศึกษาตอนต้น พุทธศักราช 2521 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2533) คู่มือครู รายวิชา ค 203 คณิตศาสตร์ 3 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ของสถาบันส่งเสริมวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) กระทรวงศึกษาธิการ คู่มือการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนโดยเน้นกระบวนการคิดศาสตร์ตามหลักสูตรมัธยมศึกษาตอนต้น พุทธศักราช 2521 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2533) และตามหลักสูตรมัธยมศึกษาตอนปลาย พุทธศักราช 2524 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2533) แนวการจัดการเรียนการสอนโดยเน้นกระบวนการ ของหน่วยศึกษานิเทศก์ กรมสามัญศึกษา

1.1.2 วิเคราะห์เนื้อหาและจุดประสงค์การเรียนรู้ วิชาคณิตศาสตร์ ค 203 เรื่องเศษส่วนและทศนิยม วิเคราะห์ความสอดคล้องระหว่างจุดประสงค์การเรียนรู้ กับกระบวนการคิดศาสตร์ ทั้ง 3 กระบวนการ

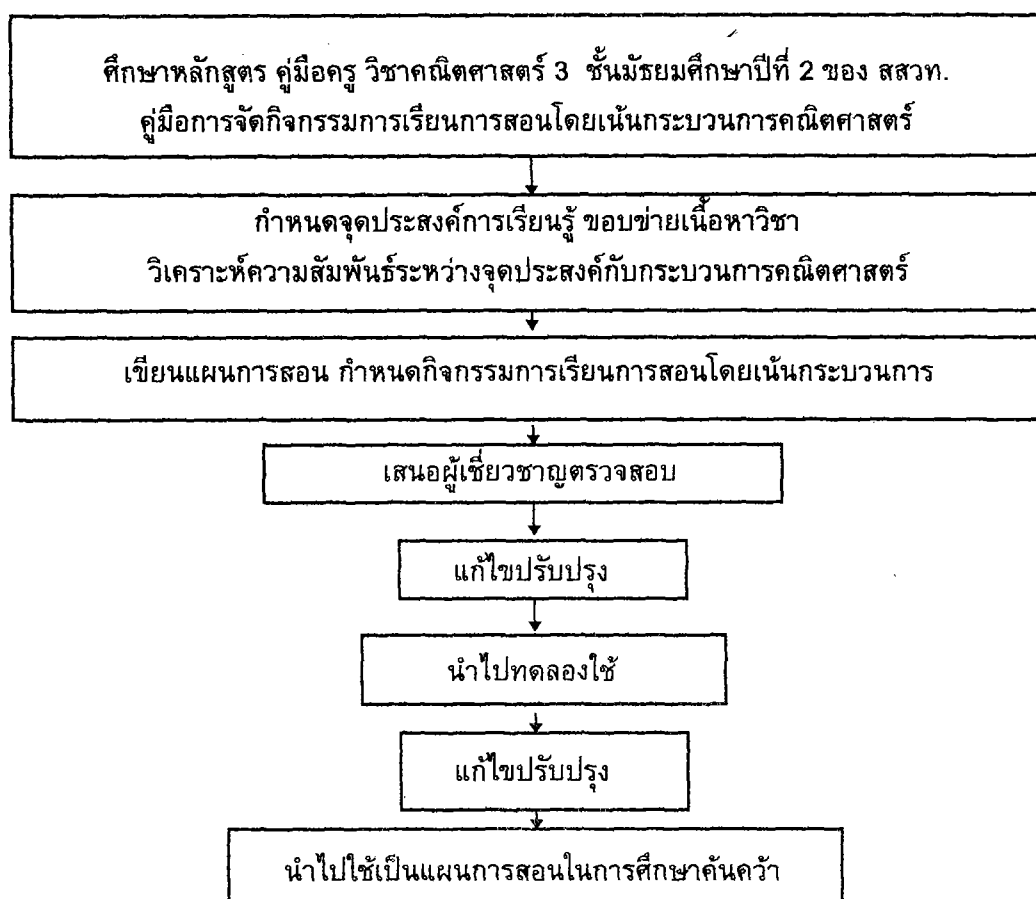
1.1.3 กำหนดรูปแบบแผนการสอน และจัดทำแผนการสอนโดยเน้นกระบวนการคิดศาสตร์ กำหนดกิจกรรมการเรียนการสอนตามขั้นตอนของกระบวนการที่ใช้

1.1.4 นำแผนการสอนที่สร้างเรียบร้อยแล้วไปให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่านตรวจสอบความถูกต้องของเนื้อหา รูปแบบและกิจกรรมการเรียนการสอนโดยเน้นกระบวนการ เพื่อนำมาแก้ไขปรับปรุง

1.1.5 นำแผนการสอนที่แก้ไขปรับปรุงแล้วไปทดลองกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนพุทธรังษีพิบูล ต.ลาดขวาง อ.บ้านโพธิ์ จ.ฉะเชิงเทรา ที่มีใช้กลุ่มตัวอย่างในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ เพื่อหาข้อบกพร่อง

1.1.6 นำแผนการสอนมาแก้ไข ปรับปรุงอีกครั้งหนึ่งก่อนจะนำไปใช้กับกลุ่มตัวอย่าง

ขั้นตอนการเขียนแผนการสอนโดยเน้นกระบวนการคิดศาสตร์ แสดงไว้ดัง ภาพประกอบ



ภาพประกอบ 8 ขั้นตอนการเขียนแผนการสอนโดยเน้นกระบวนการคณิตศาสตร์

1.2 แผนการสอนตามคู่มือครู

1.2.1 ศึกษาหลักสูตรมัธยมศึกษาตอนต้น พุทธศักราช 2521 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2533) คู่มือครู รายวิชา ค 203 คณิตศาสตร์ 3 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 วิชาคณิตศาสตร์ของสถาบันส่งเสริมวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) กระทรวงศึกษาธิการ

1.2.2 วิเคราะห์เนื้อหาและจุดประสงค์การเรียนรู้ วิชาคณิตศาสตร์ ค 203 เรื่องเศษส่วนและทศนิยม นำมากำหนดจุดประสงค์ปลายทาง จุดประสงค์นำทาง และกำหนดหัวข้อ เนื้อหาย่อยๆ ให้สอดคล้องตามจุดประสงค์

1.2.3 จัดทำแผนการสอน กำหนดกิจกรรมในแต่ละแผนการสอนให้สอดคล้องกับเนื้อหาและจุดประสงค์

1.2.4 นำแผนการสอนที่สร้างเรียบร้อยแล้วไปให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 คน ตรวจสอบความถูกต้องของเนื้อหา เพื่อนำมาแก้ไขปรับปรุง

1.2.5 นำแผนการสอนที่แก้ไขปรับปรุงแล้วไปทดลองกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนพุทธรังสิทิบูล ต.ลาดขวาง อ.บ้านโพธิ์ จ.ฉะเชิงเทรา เพื่อหาข้อบกพร่อง

1.2.6 นำแผนการสอนมาแก้ไข ปรับปรุงอีกครั้งหนึ่งก่อนจะนำไปใช้กับกลุ่มตัวอย่าง

2. แบบฝึกทักษะที่เน้นกระบวนการคิดวิเคราะห์ ดำเนินการสร้างดังนี้

2.1 ศึกษารายละเอียด ขั้นตอน และพฤติกรรมที่เป็นตัวบ่งชี้ในขั้นตอนของกระบวนการคิดวิเคราะห์ ที่นำมาใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนทั้ง 3 กระบวนการ คือ กระบวนการสร้างความคิดรวบยอด กระบวนการสร้างทักษะการคิดคำนวณ และกระบวนการสร้างทักษะการแก้โจทย์ปัญหา

2.2 ศึกษาเนื้อหาและจุดประสงค์การเรียนรู้ เรื่องเศษส่วนและทศนิยม จากหนังสือแบบเรียน และคู่มือครูคณิตศาสตร์ ค 203 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ของ สสวท. เพื่อนำมากำหนดหัวข้อ และเนื้หาย่อยๆ ให้สอดคล้องตามจุดประสงค์

2.3 ศึกษาเอกสาร หลักการ หลักจิตวิทยา และการสร้างแบบฝึกทักษะเพื่อเป็นแนวทางในการสร้างแบบฝึกทักษะ

2.4 สร้างแบบฝึกทักษะที่เน้นกระบวนการคิดวิเคราะห์ ให้สอดคล้องกับข้อมูลที่ได้ศึกษาในชั้นตอนที่ 1 - 3

2.5 นำแบบฝึกทักษะที่เน้นกระบวนการคิดวิเคราะห์ ที่สร้างเสร็จแล้วไปให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่านตรวจพิจารณา ความสอดคล้องของเนื้อหา กิจกรรม และทักษะกระบวนการคิดวิเคราะห์ แล้วนำมาแก้ไข

2.6 นำแบบฝึกทักษะที่ปรับปรุงแก้ไขแล้ว ไปทดลองกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนพุทธรังสิขิพลที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง เพื่อตรวจสอบความเหมาะสมเกี่ยวกับเวลา ภาษาที่ใช้และกิจกรรม

2.7 นำแบบฝึกทักษะ มาปรับปรุงแก้ไขเพื่อนำไปใช้ในการทดลองกับกลุ่มตัวอย่างต่อไป

3. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ค 203 เรื่องเศษส่วนและทศนิยม เป็นแบบทดสอบแบบปรนัย ชนิด 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ ซึ่งผู้วิจัยดำเนินการสร้างดังนี้

3.1 ศึกษาวิธีสร้างและเทคนิคการสร้างข้อสอบที่ดี จากหนังสือเทคนิคการเขียนข้อสอบของชวาล แพรัตกุล (2520:1-161) และการประเมินผลการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของสุรศักดิ์ อมรรัตนศักดิ์ และอนุสรณ์ สกุลคุ (2526 : 86 - 105)

3.2 ศึกษาเนื้อหา และจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม จากหนังสือคู่มือครูวิชาคณิตศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ค 203 เรื่องเศษส่วนและทศนิยม

3.3 วิเคราะห์จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม และสร้างตารางวิเคราะห์เนื้อหา และจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมที่สอดคล้องกับจุดมุ่งหมายของหลักสูตรวิชาคณิตศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่องเศษส่วนและทศนิยม โดยยึดแนวการประเมินผลคณิตศาสตร์ของวิลสัน (Wilson.1971 : 643 - 696)

3.4 สร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ แบบปรนัย ชนิด 4 ตัวเลือก ตามตารางวิเคราะห์หลักสูตร จำนวน 60 ข้อ

3.5 นำแบบทดสอบไปให้ผู้เชี่ยวชาญทางด้านคณิตศาสตร์จำนวน 2 ท่าน และผู้เชี่ยวชาญทางด้านวัดผลจำนวน 1 ท่าน ตรวจสอบความสอดคล้องของเนื้อหา จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม และความครอบคลุมของคำถาม

3.6 นำแบบทดสอบที่สร้างแล้ว ไปทดสอบกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนพุทธรังษีพิบูล จำนวน 123 คน ที่เรียนเรื่อง เศษส่วนและทศนิยมมาแล้ว โดยให้คะแนน 1 คะแนน สำหรับข้อที่ตอบถูก และให้ 0 คะแนนสำหรับข้อที่ตอบผิด

3.7 นำผลการทดสอบมาวิเคราะห์ข้อสอบเป็นรายข้อ เพื่อหาอำนาจจำแนก และค่าความยากของคำถาม โดยใช้เทคนิค 27% ของ จุง เทห์ แฟน (Chung - The Fan) (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2538 : 217 - 219) เพื่อคัดเลือกและปรับปรุง โดยกำหนดเกณฑ์ในการคัดเลือก ข้อที่มีความยากง่ายระหว่าง 0.37 - 0.80 และค่าอำนาจจำแนก 0.26 ขึ้นไป จำนวน 30 ข้อ

3.8 นำแบบทดสอบที่คัดเลือกแล้วไปทดสอบกับนักเรียนชั้น ม. 2 โรงเรียนพุทธรังษีพิบูลที่เรียนวิชาคณิตศาสตร์ ค 203 เรื่องเศษส่วนและทศนิยมแล้ว จำนวน 123 คนเพื่อหาความเชื่อมั่นโดยใช้สูตร KR-20 (Kuder Richardson - 20 ; ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2538 : 197 - 198) ได้ค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.72

4. แบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผล

เป็นแบบทดสอบแบบปรนัย ชนิด 5 ตัวเลือก จำนวน 60 ข้อ ซึ่งผู้วิจัยปรับปรุงมาจาก แบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผล ที่สุภานันท์ เสถียรศรี สร้างขึ้น (2536 :180 - 201)โดยมีขั้นตอนการดำเนินการดังนี้

4.1 ผู้วิจัยศึกษาแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผล ที่สุภานันท์ เสถียรศรี สร้างขึ้น ศึกษาทฤษฎีและวิธีการสร้างแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผล ตามทฤษฎีองค์ประกอบพื้นฐานทางสมอง (Primary Mental Ability) ของ เทอร์สโตน (L.L.Thurstone) 4 ลักษณะ คือ ทักษะพื้นฐานด้านการจำแนกประเภท การอุปมา - อุปมัย อนุกรมสัมพันธ์ และการสรุปอ้างอิง

4.2 พิจารณาปรับปรุงแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผลจำนวน 4 ฉบับ บางส่วน ฉบับละ 20 ข้อรวมทั้งสิ้น 80 ข้อ

4.3 นำแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผล ไปให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบความถูกต้องของภาษา และความครอบคลุมของคำถาม แล้วปรับปรุง

4.4 นำแบบทดสอบที่ปรับปรุงแล้ว ไปทดลองกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนพุทธรังษีพิบูล จำนวน 123 คน โดยให้คะแนน 1 คะแนนสำหรับข้อที่ตอบถูก และให้ 0 คะแนนสำหรับข้อที่ตอบผิด เพื่อนำมาวิเคราะห์หาค่าความยากง่าย (P) และค่าอำนาจจำแนก (R) โดยกำหนดเกณฑ์ในการคัดเลือกแบบทดสอบข้อที่มีความยากง่ายระหว่าง 0.20 - 0.80 ฉบับละ 15 ข้อ

4.5 นำแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผล ทั้ง 4 ฉบับ จำนวน 60 ข้อ ไปทดสอบกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนพุทธรังษีพิบูลอีกกลุ่มหนึ่ง จำนวน 123 คน เพื่อหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบจากสูตร KR - 20 ได้ค่าความเชื่อมั่นดังนี้

4.5.1 แบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผล ชุดจำแนกประเภท
จำนวน 15 ข้อ มีค่าความเชื่อมั่น .57

4.5.2 แบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผล ชุดอุปมา - อุปมัย
จำนวน 15 ข้อ มีค่าความเชื่อมั่น .63

4.5.3 แบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผล ชุดอนุกรมสัมพันธ์
จำนวน 15 ข้อ มีค่าความเชื่อมั่น .76

4.5.4 แบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผล ชุดสรุปอ้างอิง
จำนวน 15 ข้อ มีค่าความเชื่อมั่น .60

วิธีดำเนินการรวบรวมข้อมูล

ในการทดลองครั้งนี้ผู้วิจัยวางแผนดำเนินการทดลองดังนี้

1. ทดสอบก่อนเรียน (Pretest) นักเรียนทั้งกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ด้วยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่อง เศษส่วนและทศนิยม และแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผล
2. กลุ่มควบคุมสอนตามคู่มือครูของ สสวท. โดยตัวผู้วิจัยสอนเอง ใช้เวลาในการสอน 16 คาบๆละ 50 นาที
3. กลุ่มทดลองสอนโดยใช้กิจกรรมที่เน้นกระบวนการคณิตศาสตร์ โดยตัวผู้วิจัยสอนเอง ใช้เวลาในการสอน 16 คาบๆละ 50 นาที
4. เมื่อเสร็จสิ้นการสอนแล้วทดสอบนักเรียนทั้งกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง (Posttest) โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เวลาในการสอบ 60 นาที และแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผล ใช้เวลาในการสอบ 50 นาที การตรวจคำตอบ ที่ตอบถูกให้ 1 คะแนน ข้อที่ตอบผิด หรือไม่ตอบ หรือตอบมากกว่า 1 ข้อให้ 0 คะแนน

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

สถิติพื้นฐานในการวิเคราะห์ข้อมูลได้แก่

1. คะแนนเฉลี่ย คำนวณจากสูตร

$$\bar{X} = \frac{\sum X}{N}$$

เมื่อ $\bar{X}$ แทน คะแนนเฉลี่ย

$\sum X$ แทน ผลรวมของคะแนนทั้งหมด

N แทน จำนวนนักเรียนในกลุ่ม

(ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2538 : 73)

2. ความแปรปรวนของคะแนน คำนวณจากสูตร

$$S^2 = \frac{N\sum X^2 - (\sum X)^2}{N(N-1)}$$

เมื่อ S^2 แทน ความแปรปรวนของคะแนน
 $\sum X$ แทน ผลรวมของคะแนนทั้งหมด
 $\sum X^2$ แทน ผลรวมของคะแนนแต่ละตัวยกกำลังสอง
 N แทน จำนวนนักเรียนในกลุ่ม

(ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2538 : 73)

2. สถิติที่ใช้ในการหาคุณภาพของแบบทดสอบ

2.1 ค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผล คำนวณจากสูตร

$$D = \frac{R_u - R_L}{\frac{N}{2}}$$

เมื่อ D แทน ค่าอำนาจจำแนก
 R_u แทน จำนวนนักเรียนที่ตอบถูกในกลุ่มเก่ง
 R_L แทน จำนวนนักเรียนที่ตอบถูกในกลุ่มอ่อน
 N แทน จำนวนนักเรียนในกลุ่มเก่งและกลุ่มอ่อน

(ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2538:211)

2.2 ค่าความยากของแบบทดสอบแต่ละข้อ โดยใช้สูตร

$$P = \frac{R}{N}$$

เมื่อ P แทน ค่าความยากของข้อสอบ
 R แทน จำนวนนักเรียนที่ทำข้อนั้นถูก
 N แทน จำนวนนักเรียนที่ทำข้อนั้นทั้งหมด

(ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2538 : 210)

2.3 หาค่าความยาก (P) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ โดยใช้วิเคราะห์ข้อสอบเป็นรายข้อ (Item Analysis) โดยใช้หลักการจัดกลุ่ม 27% แล้วเปิดตารางสำเร็จรูปของ จุง เทห์ เฟน (Chung - Teh Fan) (ฉ้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2538 : 217 - 219)

2.4 ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผล คำนวณจากสูตร ของคูเดอร์-ริชาร์ดสัน (KR-20)

$$r_{tt} = \frac{n}{n-1} \left[1 - \frac{\sum pq}{S_t^2} \right]$$

เมื่อ r_{tt} แทน ค่าความเชื่อมั่น

n แทน จำนวนข้อของเครื่องมือ

p แทน สัดส่วนของผู้ทำได้ในข้อหนึ่งๆ = $\frac{\text{จำนวนคนที่ตอบถูก}}{\text{จำนวนคนทั้งหมด}}$

q แทน สัดส่วนของผู้ทำผิดในข้อหนึ่งๆ หรือ $1 - p$

S_t^2 แทน คะแนนความแปรปรวนของเครื่องมือฉบับนั้น

(ฉ้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2538 : 197 - 198)

3. สถิติที่ใช้ในการตรวจสอบสมมติฐาน

ตรวจสอบสมมติฐานข้อ 1, ข้อ 2, ข้อ 3 และข้อ 4 โดยใช้สูตร t- Different Scores (Scott and Wertheimer. 1967 : 264)

$$t = \frac{MD_1 - MD_2}{\sqrt{\frac{S_D^2}{n_1} + \frac{S_D^2}{n_2}}}$$

$$df = n_1 + n_2 - 2$$

เมื่อ t แทน ค่าที่ใช้พิจารณา t-distribution

MD_1 แทน คะแนนเฉลี่ยของความแตกต่างระหว่างคะแนนก่อนและหลังการทดลองของกลุ่มทดลอง

MD_2 แทน คะแนนเฉลี่ยของความแตกต่างระหว่างคะแนนก่อนและหลังการทดลองของกลุ่มควบคุม

S_D^2 แทน ความแปรปรวนของความแตกต่างระหว่างคะแนนก่อนและหลังการทดลองของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม คำนวณได้จากสูตร

$$S_D^2 = \frac{\sum (D_1 - MD_1)^2 + \sum (D_2 - MD_2)^2}{n_1 + n_2 - 2}$$

D_1 แทน ความแตกต่างระหว่างคะแนนก่อนและหลังการทดลอง
แต่ละคู่ในกลุ่มทดลอง

D_2 แทน ความแตกต่างระหว่างคะแนนก่อนและหลังการทดลอง
แต่ละคู่ในกลุ่มควบคุม

n_1 แทน จำนวนนักเรียนในกลุ่มทดลอง

n_2 แทน จำนวนนักเรียนในกลุ่มควบคุม

df แทน ชั้นของความเป็นอิสระ

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

ในการเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลและแปลความหมาย ผู้วิจัยใช้สัญลักษณ์ในการวิเคราะห์ข้อมูลดังนี้

N	แทน	จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง
$\bar{X}$	แทน	คะแนนเฉลี่ยรวมทั้งชั้นก่อนทดลองของ กลุ่มตัวอย่าง
$\bar{X}_1$	แทน	คะแนนเฉลี่ยก่อนทดลองของกลุ่มตัวอย่าง
$\bar{X}_2$	แทน	คะแนนเฉลี่ยหลังทดลองของกลุ่มตัวอย่าง
MD	แทน	คะแนนเฉลี่ยของความแตกต่างระหว่างคะแนนก่อนและหลังการทดลองของกลุ่มตัวอย่าง
S_D^2	แทน	ความแปรปรวนของความแตกต่างระหว่างคะแนนก่อนและหลังการทดลองของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม
t	แทน	ค่าที่ใช้พิจารณา t-different Score

การวิเคราะห์ข้อมูล

การเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลและแปลผลการวิเคราะห์ข้อมูลในการทดลองครั้งนี้ มีลำดับขั้นดังนี้

1. ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยเน้นกระบวนการคณิตศาสตร์ กับการสอนตามคู่มือครู
2. ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนที่มีระดับความสามารถทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์สูง ที่ได้รับการสอนโดยเน้นกระบวนการคณิตศาสตร์ กับการสอนตามคู่มือครู
3. ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนที่มีระดับความสามารถทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ปานกลาง ที่ได้รับการสอนโดยเน้นกระบวนการคณิตศาสตร์ กับการสอนตามคู่มือครู
4. ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนที่มีระดับความสามารถทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ต่ำ ที่ได้รับการสอนโดยเน้นกระบวนการคณิตศาสตร์ กับการสอนตามคู่มือครู

5. ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผล ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยเน้นกระบวนการคณิตศาสตร์ กับการสอนตามคู่มือครู

6. ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผล ของนักเรียนที่มีระดับความสามารถทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์สูง ที่ได้รับการสอนโดยเน้นกระบวนการคณิตศาสตร์ กับการสอนตามคู่มือครู

7. ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผล ของนักเรียนที่มีระดับความสามารถทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ปานกลาง ที่ได้รับการสอนโดยเน้นกระบวนการคณิตศาสตร์ กับการสอนตามคู่มือครู

8. ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผล ของนักเรียนที่มีระดับความสามารถทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ต่ำ ที่ได้รับการสอนโดยเน้นกระบวนการคณิตศาสตร์ กับการสอนตามคู่มือครู

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

1. ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยเน้นกระบวนการคณิตศาสตร์ กับการสอนตามคู่มือครู ปรากฏผลในตาราง 6 ดังนี้

ตาราง 6 ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุม

กลุ่มตัวอย่าง	N	$\bar{X}_1$	$\bar{X}_2$	MD	S_D^2	t
กลุ่มทดลอง	41	12.61	16.66	4.05	14.51	2.697 **
กลุ่มควบคุม	41	12.51	14.29	1.78		

** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

$$t_{.01} = 2.646 \quad df = 80$$

จากตาราง 6 แสดงว่าการเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ย ของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ก่อนทดลองและหลังทดลอง ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยเน้นกระบวนการคณิตศาสตร์ กับการสอนตามคู่มือครูแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 หมายความว่า การสอนโดยเน้นกระบวนการคณิตศาสตร์ ส่งผลให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์สูงกว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครูอย่างเชื่อถือได้ ที่ความเชื่อมั่น 99% ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ในข้อ 1

2. ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนที่มีระดับความสามารถทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์สูง ที่ได้รับการสอนโดยเน้นกระบวนการคณิตศาสตร์ กับการสอนตามคู่มือครูปรากฏผลในตาราง 7 ดังนี้

ตาราง 7 ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนที่มีระดับความสามารถทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์สูง กลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุม

กลุ่มตัวอย่าง	N	$\bar{X}$	$\bar{X}_1$	$\bar{X}_2$	MD	S_D^2	t
กลุ่มทดลอง	13	12.61	15.39	19.69	4.31	9.78	2.07 *
กลุ่มควบคุม	13	12.51	13.08	14.85	1.77		

* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

$$t_{.05} = 2.064 \quad df = 24$$

จากตาราง 7 แสดงว่าการเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ย ของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ก่อนทดลองและหลังทดลอง ของนักเรียนที่มีระดับความสามารถทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์สูง ที่ได้รับการสอนโดยเน้นกระบวนการคณิตศาสตร์ กับการสอนตามคู่มือครูแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 หมายความว่า การสอนโดยเน้นกระบวนการคณิตศาสตร์ ส่งผลให้นักเรียนที่มีระดับความสามารถทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์สูง มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครูอย่างเชื่อถือได้ที่มีความเชื่อมั่น 95% ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ในข้อ 2

3. ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนที่มีระดับความสามารถทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ปานกลาง ที่ได้รับการสอนโดยเน้นกระบวนการคณิตศาสตร์ กับการสอนตามคู่มือครูปรากฏผลในตาราง 8 ดังนี้

ตาราง 8 ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนที่มีระดับความสามารถทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ปานกลาง กลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุม

กลุ่มตัวอย่าง	N	$\bar{X}$	$\bar{X}_1$	$\bar{X}_2$	MD	S_D^2	t
กลุ่มทดลอง	15	12.61	11.87	15.67	3.80	16.03	0.36
กลุ่มควบคุม	15	12.51	12.80	16.07	3.27		

$$t_{.05} = 2.048 \quad df = 28$$

จากตาราง 8 แสดงว่าการเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ย ของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ก่อนทดลองและหลังทดลอง ของนักเรียนที่มีระดับความสามารถทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ปานกลาง ที่ได้รับการสอนโดยเน้นกระบวนการคณิตศาสตร์ กับการสอนตามคู่มือครูแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ หมายความว่า การสอนโดยเน้นกระบวนการคณิตศาสตร์ ส่งผลให้นักเรียนที่มีระดับความสามารถทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ปานกลาง มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ใกล้เคียงกับ นักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครู ซึ่งไม่เป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ในข้อ 2

4. ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนที่มีระดับความสามารถทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ต่ำ ที่ได้รับการสอนโดยเน้นกระบวนการคณิตศาสตร์ กับการสอนตามคู่มือครูปรากฏผลในตาราง 9 ดังนี้

ตาราง 9 ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนที่มีระดับความสามารถทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ต่ำ กลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุม

กลุ่มตัวอย่าง	N	$\bar{X}$	$\bar{X}_1$	$\bar{X}_2$	MD	S_D^2	t
กลุ่มทดลอง	13	12.61	10.69	14.77	4.08	15.41	2.60 *
กลุ่มควบคุม	13	12.51	11.62	11.69	0.08		

* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

$$t_{.05} = 2.064 \quad df = 24$$

จากตาราง 9 แสดงว่าการเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ย ของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนที่มีระดับความสามารถทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ต่ำก่อนทดลองและหลังทดลอง ที่ได้รับการสอนโดยเน้นกระบวนการคณิตศาสตร์ กับการสอนตามคู่มือครูแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 หมายความว่า การสอนโดยเน้นกระบวนการคณิตศาสตร์ ส่งผลให้นักเรียนที่มีระดับความสามารถทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ต่ำ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครูอย่างเชื่อถือได้ที่มีความเชื่อมั่น 95% ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ในข้อ 2

5. ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผล ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยเน้นกระบวนการคณิตศาสตร์ กับการสอนตามคู่มือครู ปรากฏผลในตาราง 10 ดังนี้

ตาราง 10 ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผล ของนักเรียน
กลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุม

กลุ่มตัวอย่าง	N	$\bar{X}_1$	$\bar{X}_2$	MD	S_D^2	t
กลุ่มทดลอง	41	37.59	41.29	3.71	10.93	3.01 **
กลุ่มควบคุม	41	37.90	39.41	1.51		

** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

$$t_{.01} = 2.646 \quad df = 80$$

จากตาราง 10 แสดงว่าการเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ย ของคะแนนความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผลก่อนทดลองและหลังทดลอง ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยเน้นกระบวนการคณิตศาสตร์ กับการสอนตามคู่มือครูแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 หมายความว่า การสอนโดยเน้นกระบวนการคณิตศาสตร์ ส่งผลให้นักเรียนมีความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผล สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครูอย่างเชื่อถือได้ ที่ความเชื่อมั่น 99% ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ในข้อ 3

6. ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผล ของนักเรียนที่มีระดับความสามารถทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์สูง ที่ได้รับการสอนโดยเน้นกระบวนการคณิตศาสตร์ กับการสอนตามคู่มือครูปรากฏผลในตาราง 11 ดังนี้

ตาราง 11 ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผลของนักเรียน ที่มีระดับความสามารถทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์สูง กลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุม

กลุ่มตัวอย่าง	N	$\bar{X}$	$\bar{X}_1$	$\bar{X}_2$	MD	S_D^2	t
กลุ่มทดลอง	13	37.59	39.54	43.15	3.62	8.308	2.12 *
กลุ่มควบคุม	13	37.90	39.46	40.69	1.23		

* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

$$t_{.05} = 2.064 \quad df = 24$$

จากตาราง 11 แสดงว่าการเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ย ของคะแนนความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผลก่อนทดลองและหลังทดลอง ของนักเรียนที่มีระดับความสามารถทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์สูง ที่ได้รับการสอนโดยเน้นกระบวนการคณิตศาสตร์ กับการสอนตามคู่มือครู แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 หมายความว่า การสอนโดยเน้นกระบวนการ

คณิตศาสตร์ ส่งผลให้นักเรียนที่มีระดับความสามารถทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์สูง มีความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผล สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครูอย่างเชื่อถือได้ ที่ความเชื่อมั่น 95% ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ในข้อ 4

7. ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผล ของนักเรียนที่มีระดับความสามารถทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ปานกลาง ที่ได้รับการสอนโดยเน้นกระบวนการคณิตศาสตร์ กับการสอนตามคู่มือครูปรากฏผลในตาราง 12 ดังนี้

ตาราง 12 ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผลของนักเรียน ที่มีระดับความสามารถทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ปานกลาง กลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุม

กลุ่มตัวอย่าง	N	$\bar{X}$	$\bar{X}_1$	$\bar{X}_2$	MD	S_D^2	t
กลุ่มทดลอง	15	37.59	38.67	41.60	2.93	11.80	1.064
กลุ่มควบคุม	15	37.90	38.73	40.33	1.60		

$$t_{.05} = 2.048 \quad df = 28$$

จากตาราง 12 แสดงว่าการเปรียบเทียบความแตกต่าง ระหว่างค่าเฉลี่ย ของคะแนนความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผลก่อนทดลองและหลังทดลอง ของนักเรียนที่มีระดับความสามารถทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ปานกลาง ที่ได้รับการสอนโดยเน้นกระบวนการคณิตศาสตร์ กับการสอนตามคู่มือครูแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ หมายความว่า การสอนโดยเน้นกระบวนการคณิตศาสตร์ ส่งผลให้นักเรียนที่มีระดับความสามารถทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ปานกลาง มีความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผล ใกล้เคียงกับนักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครู ซึ่งไม่เป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ในข้อ 4

8. ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผล ของนักเรียนที่มีระดับความสามารถทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ต่ำ ที่ได้รับการสอนโดยเน้นกระบวนการคณิตศาสตร์ กับการสอนตามคู่มือครูปรากฏผลในตาราง 13 ดังนี้

ตาราง 13 ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผล ของนักเรียนที่มีระดับความสามารถทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ต่ำ กลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุม

กลุ่มตัวอย่าง	N	$\bar{X}$	$\bar{X}_1$	$\bar{X}_2$	MD	S_D^2	t
กลุ่มทดลอง	13	37.59	34.38	39.08	4.69	13.397	2.091 *
กลุ่มควบคุม	13	37.90	35.38	37.08	1.69		

* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

$$t_{.05} = 2.064 \quad df = 24$$

จากตาราง 13 แสดงว่าการเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ย ของคะแนนความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผลก่อนทดลองและหลังทดลอง ของนักเรียนที่มีระดับความสามารถทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ต่ำ ที่ได้รับการสอนโดยเน้นกระบวนการคณิตศาสตร์ และการสอนตามคู่มือครูแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 หมายความว่า การสอนโดยเน้นกระบวนการคณิตศาสตร์ ส่งผลให้นักเรียนที่มีระดับความสามารถทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ต่ำ มีความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผล สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครูอย่างเชื่อถือว่ามีความเชื่อมั่น 95% ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ในข้อ 4

บทที่ 5

สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

ความมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า

1. เพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยเน้นกระบวนการคณิตศาสตร์กับการสอนตามคู่มือครู
2. เพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยเน้นกระบวนการคณิตศาสตร์กับการสอนตามคู่มือครู จำแนกตามระดับความสามารถ
3. เพื่อศึกษาความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผล ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยเน้นกระบวนการคณิตศาสตร์กับการสอนตามคู่มือครู
4. เพื่อศึกษาความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผล ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยเน้นกระบวนการคณิตศาสตร์กับการสอนตามคู่มือครู จำแนกตามระดับความสามารถ

สมมติฐานในการศึกษาค้นคว้า

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยเน้นกระบวนการคณิตศาสตร์ กับการสอนตามคู่มือครูแตกต่างกัน
2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียน ที่ได้รับการสอนโดยเน้นกระบวนการคณิตศาสตร์ กับการสอนตามคู่มือครูจำแนกตามระดับความสามารถแตกต่างกัน
3. ความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผลของนักเรียน ที่ได้รับการสอนโดยเน้นกระบวนการคณิตศาสตร์ กับการสอนตามคู่มือครูแตกต่างกัน
4. ความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผลของนักเรียน ที่ได้รับการสอนโดยเน้นกระบวนการคณิตศาสตร์ กับการสอนตามคู่มือครูจำแนกตามระดับความสามารถแตกต่างกัน

วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า

1. กลุ่มตัวอย่าง

ได้แก่นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2541 โรงเรียนพุทธรังสีพิบูล อำเภอบ้านโพธิ์ จังหวัดฉะเชิงเทรา จำนวน 2 ห้องเรียน จากการสุ่มตัวอย่างอย่างง่าย(Simple Random Sampling) เป็นกลุ่มทดลอง 1 กลุ่ม และกลุ่มควบคุม 1 กลุ่ม กลุ่มละ 41 คน กลุ่มทดลอง หมายถึงกลุ่มที่ได้รับการสอนโดยเน้นกระบวนการคณิตศาสตร์ กลุ่มควบคุม หมายถึงกลุ่มที่ได้รับการสอนตามคู่มือครู

2. เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า ประกอบด้วย

2.1 แผนการสอนโดยเน้นกระบวนการคณิตศาสตร์ รายวิชา ค 203

คณิตศาสตร์ 3

2.2 แผนการสอนตามคู่มือครู รายวิชา ค 203 คณิตศาสตร์ 3

2.3 แบบฝึกทักษะที่เน้นกระบวนการคณิตศาสตร์

2.4 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน รายวิชา ค 203 คณิตศาสตร์ 3 เรื่องเศษส่วนและทศนิยม ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเป็นแบบทดสอบปรนัยชนิด 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ มีความยากง่ายตั้งแต่ 0.34 ถึง 0.80 และมีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.23 ถึง 0.80 ค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.72

2.5 แบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผล ที่ผู้วิจัยปรับปรุงมาจากแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผล ที่สุภานันท์ เสถียรศรี สร้างขึ้น (2536: 180-201) เป็นแบบทดสอบปรนัยชนิด 5 ตัวเลือก จำนวน 4 ฉบับ ฉบับละ 15 ข้อ ดังนี้

2.5.1 แบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผล ชุดจำแนกประเภทมีความยากง่ายตั้งแต่ 0.36 ถึง 0.79 และมีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.26 ถึง 0.63 มีค่าความเชื่อมั่น 0.57

2.5.2 แบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผล ชุดอุปมา-อุปมย มีความยากง่ายตั้งแต่ 0.22 ถึง 0.80 และมีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.26 ถึง 0.68 มีค่าความเชื่อมั่น 0.63

2.5.3 แบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผล ชุดอนุกรมสัมพันธ์มีความยากง่ายตั้งแต่ 0.57 ถึง 0.80 และมีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.24 ถึง 0.72 มีค่าความเชื่อมั่น 0.76

2.5.4 แบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผล ชุดสรุปอ้างอิงมีความยากง่ายตั้งแต่ 0.31 ถึง 0.80 และมีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.20 ถึง 0.52 มีค่าความเชื่อมั่น 0.60

3. วิธีดำเนินการทดลอง

3.1 กลุ่มตัวอย่าง ได้จากการสุ่มอย่างง่าย โดยการจับฉลากห้องเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2541 โรงเรียนพุทธรังสีพิบูล อ.บ้านโพธิ์ จ.ฉะเชิงเทรา มา 2 ห้องเรียน จากจำนวน 9 ห้องเรียน แล้วจับฉลากอีกครั้ง แยกเป็นกลุ่มทดลองได้รับการสอนโดยเน้นกระบวนการคณิตศาสตร์ และกลุ่มควบคุมได้รับการสอนตามคู่มือครู มีจำนวนนักเรียนกลุ่มละ 41 คน

3.2 ทดสอบกลุ่มตัวอย่างก่อนทดลอง ด้วยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ และแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผล

3.3 ดำเนินการสอนโดยผู้วิจัยเป็นผู้สอนเองทั้งสองกลุ่ม ในเนื้อหาเดียวกัน ระยะเวลาในการสอนกลุ่มละ 16 คาบ คาบเรียนละ 50 นาทีเท่ากัน

3.3.1 กลุ่มทดลองสอนโดยใช้แผนการสอนโดยเน้นกระบวนการคณิตศาสตร์

3.3.2 กลุ่มควบคุมสอนโดยใช้แผนการสอนตามคู่มือครู

3.4 เมื่อเสร็จสิ้นการทดลองทั้งสองกลุ่ม จึงทำการทดสอบหลังการเรียนรู้อีกครั้งหนึ่ง โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ และแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผล

3.5 ตรวจให้คะแนนแบบทดสอบทุกชุด นำคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์โดยวิธีการทางสถิติ เพื่อตรวจสอบสมมติฐาน

การวิเคราะห์ข้อมูล

1. เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมโดยใช้วิธีการทางสถิติแบบ t - Different Score
2. เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ จำแนกตามระดับความสามารถ ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมโดยใช้วิธีการทางสถิติแบบ t - Different Score
3. เปรียบเทียบความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผล ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมโดยใช้วิธีการทางสถิติแบบ t - Different Score
4. เปรียบเทียบความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผล จำแนกตามระดับความสามารถ ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมโดยใช้วิธีการทางสถิติแบบ t - Different Score

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยเน้นกระบวนการคณิตศาสตร์ กับการสอนตามคู่มือครูแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01
2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยเน้นกระบวนการคณิตศาสตร์ กับการสอนตามคู่มือครูจำแนกตามระดับความสามารถ ปรากฏผลดังนี้
 - 2.1 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนที่มีระดับความสามารถทางคณิตศาสตร์สูง ที่ได้รับการสอนโดยเน้นกระบวนการคณิตศาสตร์ กับการสอนตามคู่มือครูแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05
 - 2.2 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนที่มีระดับความสามารถทางคณิตศาสตร์ปานกลาง ที่ได้รับการสอนโดยเน้นกระบวนการคณิตศาสตร์ กับการสอนตามคู่มือครูแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

2.3 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนที่มีระดับความสามารถทางคณิตศาสตร์ต่ำ ที่ได้รับการสอนโดยเน้นกระบวนการคณิตศาสตร์ กับการสอนตามคู่มือครูแตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

3. ความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผลของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยเน้นกระบวนการคณิตศาสตร์ กับการสอนตามคู่มือครูแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

4. ความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผลของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยเน้นกระบวนการคณิตศาสตร์ กับการสอนตามคู่มือครูจำแนกตามระดับความสามารถปรากฏผลดังนี้

4.1 ความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผลของนักเรียน ที่มีระดับความสามารถทางคณิตศาสตร์สูง ที่ได้รับการสอนโดยเน้นกระบวนการคณิตศาสตร์ กับการสอนตามคู่มือครูแตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

4.2 ความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผลของนักเรียน ที่มีระดับความสามารถทางคณิตศาสตร์ปานกลาง ที่ได้รับการสอนโดยเน้นกระบวนการคณิตศาสตร์ กับการสอนตามคู่มือครูแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

4.3 ความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผลของนักเรียน ที่มีระดับความสามารถทางคณิตศาสตร์ต่ำ ที่ได้รับการสอนโดยเน้นกระบวนการคณิตศาสตร์ กับการสอนตามคู่มือครูแตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

การอภิปรายผล

1. จากสมมติฐานข้อที่ 1 ที่ว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยเน้นกระบวนการคณิตศาสตร์กับการสอนตามคู่มือครู มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์แตกต่างกัน จากการทดสอบสมมติฐานโดยทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ย โดยใช้ค่า t -Different Score จากตาราง 6 พบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยเน้นกระบวนการคณิตศาสตร์ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์สูงกว่า นักเรียนกลุ่มที่ได้รับการสอนตามคู่มือครู อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ ทั้งนี้เนื่องมาจากสาเหตุดังต่อไปนี้

1.1 การสอนโดยเน้นกระบวนการคณิตศาสตร์ มีแนวทางที่ผู้สอนสามารถจัดการเรียนการสอน ให้สอดคล้อง เหมาะสมกับจุดประสงค์ เนื้อหา และสถานการณ์ ตามหัวข้อเรื่องในวิชาคณิตศาสตร์ ซึ่งประกอบด้วยกระบวนการสร้างความคิดรวบยอด กระบวนการสร้างทักษะการคิดคำนวณ และกระบวนการสร้างทักษะการแก้โจทย์ปัญหา ซึ่งสอดคล้องกับแนวความคิดของ เสริมศักดิ์ สุรวัลลภ (ม.ป.ป. : 122) ที่กล่าวว่า การเรียนรู้ในวิชาคณิตศาสตร์ เริ่มต้นจาก ความเข้าใจ มโนมติเป็นอันดับแรก การฝึกทักษะให้เกิดความชำนาญเป็นอันดับต่อมา แล้วจึงถึงขั้นประยุกต์นำความรู้ ไปใช้ในสถานการณ์ต่างๆในชีวิตประจำวัน

1.2 ในการดำเนินกิจกรรมการเรียนการสอน อยู่บนพื้นฐานที่ยึดผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง นักเรียนได้รับประสบการณ์ในการเรียน และฝึกฝนตามลำดับที่ละขั้นตอนในแต่ละกระบวนการ โดยใช้ชุดฝึกทักษะที่เน้นกระบวนการคณิตศาสตร์ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น เป็นชุดฝึกที่ได้รับการวิเคราะห์

ความสอดคล้องของกระบวนการที่ใช้ กับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมและเนื้อหาไว้อย่างถูกต้องเหมาะสม มีขั้นตอนให้ผู้เรียนได้ฝึกทักษะ และเรียนรู้ จากง่ายไปส่ายาก ประกอบด้วยกิจกรรมและสถานการณ์ที่จัดไว้ให้นักเรียนได้มีโอกาสร่วมมือกันทำงาน แลกเปลี่ยนความคิดเห็นซึ่งกันและกัน เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ซักถาม อภิปรายข้อสงสัยร่วมกับครู อภิปรายร่วมกับเพื่อนทั้งกลุ่มใหญ่และกลุ่มย่อย และทำแบบฝึกทักษะเป็นรายบุคคลเพื่อสรุปคำตอบด้วยความเห็นของตนเอง มีการตรวจสอบคำตอบในแต่ละขั้นตอนก่อนที่จะทำแบบฝึกทักษะในขั้นต่อไป เป็นการให้ข้อมูลย้อนกลับ ทำให้นักเรียนมีโอกาสแก้ไขข้อบกพร่อง และได้รับประสบการณ์แห่งความสำเร็จ ทำให้มีกำลังใจและเกิดความเชื่อมั่นในการที่จะเรียนต่อไป ซึ่งสอดคล้องกับจิตวิทยาการเรียนรู้ของซันด์ (สวัณน์ นิยมคำ. 2517 : 15 ; อ้างอิงจาก Sund. 1967) ที่ว่า นักเรียนจะเรียนรู้ได้ดีที่สุด ก็ต่อเมื่อ นักเรียนได้เกี่ยวข้องโดยตรงกับการค้นคว้าหาความรู้ โดยการจัดกิจกรรมที่นำไปสู่ความสำเร็จในการค้นคว้า และเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ใช้ความคิดเห็นของตนเองให้มากที่สุด อย่างสมเหตุสมผล และยุติ พินิจกุล. (2524 : 88) กล่าวว่ากิจกรรมที่ผู้เรียนมีโอกาสทราบผลได้อย่างชัดเจนในทันทีทันใดนั้น เป็นการเสริมแรงให้ผู้เรียนเกิดความรู้สึกกระตือรือร้นในการเรียนรู้ เป็นอย่างดี สอดคล้องกับแนวคิดของ ฮาร์เรส (Hareess. n.d. : 93 - 94) ที่กล่าวว่า แบบฝึกเปิดโอกาสให้นักเรียนตอบสนองต่อสิ่งเร้าด้วยการแสดงความสามารถและความเข้าใจ ของสิ่งที่เรียนรู้ ลงในแบบฝึก และสอดคล้องกับทฤษฎีการเรียนรู้ของ ธอร์นไคต์ ในเรื่อง กฎแห่งการฝึกหัด (จำเนียร ช่างโชติ และคนอื่น ๆ. 2521 : 61) ที่กล่าวไว้ว่า สิ่งใดก็ตามที่มีการฝึกหัด หรือกระทำบ่อย ๆ ย่อมทำให้ผู้ฝึกมีความคล่องแคล่ว และสามารถทำได้ดี ผลการวิจัยนี้สอดคล้องกับงานวิจัยของ คำสา สุโพธิ (2538 : 58) ที่ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่เรียนจากการสอนที่เน้นกระบวนการคณิตศาสตร์ กับการสอนตามคู่มือครู พบว่านักเรียนที่เรียนจากการสอนที่เน้นกระบวนการคณิตศาสตร์ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ สูงกว่านักเรียนที่เรียนจากการสอนตามคู่มือครูอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และสอดคล้องกับงานวิจัยของ ศรีทอง มีทาทอง (2534 : 91) ที่ทำการวิจัยพบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง โจทย์ปัญหาการคูณ และการหาร ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับ การสอนโดยวิธีสอนคณิตศาสตร์ที่มีกระบวนการสร้างความคิดรวบยอด กับการสอนแบบปกติ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และสอดคล้องกับงานวิจัยของ กรองทิพย์ พงษ์ลิ้มศรี (2535 : 43) ที่พบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับ การสอนโดยเน้นกระบวนการแก้ปัญหา กับการสอนตามปกติ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

2. จากสมมติฐานข้อที่ 2 ที่ว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยเน้นกระบวนการคณิตศาสตร์กับการสอนตามคู่มือครู จำแนกตามระดับความสามารถ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์แตกต่างกัน จากการทดสอบสมมติฐานโดยทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ย โดยใช้ค่า t- Different Score จากตาราง 7, 8 และ 9 ปรากฏผลดังนี้

2.1 จากตาราง 7 พบว่า ว่า นักเรียนในกลุ่มที่มีระดับความสามารถทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์สูง ที่ได้รับการสอนโดยเน้นกระบวนการคณิตศาสตร์ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์สูงกว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครู อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ ทั้งนี้เนื่องมาจากนักเรียนที่เก่งคณิตศาสตร์ที่ได้รับการประสบการณ์การเรียนรู้ และได้ปฏิบัติกิจกรรมฝึกทักษะที่จัดไว้ในแต่ละกระบวนการเป็นลำดับขั้นตอน ซึ่งสามารถกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ สรุปความคิดเห็นต่าง ๆ ด้วยตนเอง จึงทำให้มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์สูงกว่า นักเรียนที่เรียนเก่งคณิตศาสตร์แต่ได้รับการสอนตามคู่มือครูซึ่งเป็นการสอนในลักษณะเดิม จึงขาดแรงจูงใจ ไม่กระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความสนใจในการเรียน ดังที่ ยุพิน พิพิธกุล (2536 : 223) กล่าวว่า นักเรียนที่เรียนคณิตศาสตร์เก่งมักจะเรียนได้เร็ว เมื่อเขาได้รับแรงกระตุ้นครูอธิบายเพียงเล็กน้อยเขาก็เกิดความเข้าใจ มีความอยากรู้ อยากเห็นและกระตือรือร้น สามารถมองเห็นความสัมพันธ์ระหว่างความรู้ใหม่กับความรู้ที่มีอยู่เดิมได้

2.2 จากตาราง 8 พบว่า นักเรียนในกลุ่มที่มีระดับความสามารถทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ปานกลาง ที่ได้รับการสอนโดยเน้นกระบวนการคณิตศาสตร์ กับนักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครู มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ หมายความว่าผลที่นักเรียนได้รับจากการสอนทั้งสองแบบใกล้เคียงกัน ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากลักษณะเฉพาะบุคคล ของนักเรียนในแต่ละระดับความสามารถ ซึ่งยุพิน พิพิธกุล (2536 : 232) กล่าวว่านักเรียนที่มีระดับความสามารถปานกลาง มักจะเรียนไปเรื่อย ๆ ไม่เล็งผลสูงเกินไป เป็นพวกที่เรียนตามสบาย มักจะพึงพอใจ เมื่อได้คะแนนสอบเกินครึ่ง ไม่ชอบซักถามหรือตอบปัญหา ไม่ค่อยแสดงความกระตือรือร้น และเมื่อพิจารณาจากคะแนนเฉลี่ย ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของ นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยเน้นกระบวนการคณิตศาสตร์ พบว่าคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ก่อนการทดลอง มีค่า 11.87 และคะแนนเฉลี่ยหลังการทดลองมีค่า 15.67 และกลุ่มที่ได้รับการสอนตามคู่มือครู พบว่าคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ก่อนการทดลอง มีค่า 12.80 และคะแนนเฉลี่ยหลังการทดลองมีค่า 16.07 ซึ่งสูงขึ้นตามระดับความสามารถของต้นทั้งสองกลุ่ม ทำให้ผลการวิเคราะห์ข้อมูลพบว่า คะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ของนักเรียน กลุ่มที่มีระดับความสามารถทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ปานกลาง ที่ได้รับการสอนโดยเน้นกระบวนการคณิตศาสตร์ กับนักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครู แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

2.3 จากตาราง 9 พบว่า นักเรียนในกลุ่มที่มีระดับความสามารถทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ต่ำ ที่ได้รับการสอนโดยเน้นกระบวนการคณิตศาสตร์ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์สูงกว่า นักเรียนกลุ่มที่ได้รับการสอนตามคู่มือครู อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ ทั้งนี้แม้ว่านักเรียนที่เรียนอ่อนจะมีเจตคติในทางลบ ต่อวิชาคณิตศาสตร์ ไม่เข้าใจและไม่สามารถทำแบบฝึกหัดคณิตศาสตร์ได้ มักจะคิดว่าตนเองเป็นผู้ที่ล้มเหลวเสมอ ไม่เกิดมโนคติขณะที่เรียน มองไม่ออกในเรื่องที่เป็นนามธรรม ไม่รู้จักสรุป ตลอดจนไม่รู้จักเรียงลำดับความคิดวิเคราะห์ (ยุพิน พิพิธกุล. 2536 : 227) แต่นักเรียนที่เรียนอ่อนในวิชาคณิตศาสตร์ เมื่อได้รับการสอนโดยเน้นกระบวนการคณิตศาสตร์ ซึ่งมีกิจกรรมที่สอดคล้องเหมาะสมกับเนื้อหา และสถานการณ์ตามหัวข้อเรื่องที่เรียนในวิชาคณิตศาสตร์ นักเรียนได้ทำชุดฝึกทักษะที่เน้นกระบวนการคณิตศาสตร์ ซึ่งมีขั้นตอนที่นำนักเรียนไปสู่การสรุปความคิดเห็นของตนเอง ทำให้มีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนรู้มากขึ้น และจากการสังเกตการให้ความร่วมมือในกิจกรรม การตรวจแบบฝึกทักษะ และแบบฝึกหัด

ทำให้ผู้สอนทราบผลการเรียน ด้านความเข้าใจ ความก้าวหน้าของการเรียนรู้ รวมทั้งขั้นตอนที่นักเรียน ที่เรียนอ่อนมีข้อผิดพลาดในบทเรียน ผู้สอนจึงสามารถให้ความช่วยเหลือ แก้ไขได้ตรงจุดใน ขั้นตอนนั้น ๆ อย่างเหมาะสม เป็นรายบุคคล โดยใช้เวลาพักกลางวันและหลังเลิกเรียน แม้ว่าผู้สอนจะ ได้ให้ความช่วยเหลือแก่นักเรียนที่เรียนอ่อน ทั้งกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม แต่การสอนโดยเน้น เน้นกระบวนการคณิตศาสตร์มีขั้นตอนที่ชัดเจน เหมาะสม เป็นแนวทางที่สามารถส่งเสริมนักเรียนที่ อ่อนวิชาคณิตศาสตร์ได้มากกว่าการสอนตามคู่มือครู ดังที่ ยุพิน พิศิษฐ์(2536 : 231) กล่าวว่า การ ส่งเสริมนักเรียนที่เรียนอ่อนในวิชาคณิตศาสตร์ ครูควรจะเปลี่ยนวิธีสอนและจัดกิจกรรมให้เหมาะสม กับเนื้อหาในแต่ละบทเรียน อาจจะมีการฝึกทักษะในการคิดคำนวณเป็นช่วงสั้น ๆ ให้นักเรียนได้มี โอกาสปฏิบัติ และค้นพบข้อสรุปด้วยตนเอง ทำการซ่อมเสริมเป็นรายบุคคลหรือเป็นกลุ่ม ด้วยเหตุดัง กล่าว จึงทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนที่ระดับความสามารถทางการ เรียนวิชาคณิตศาสตร์ต่ำ ในกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่ง สอดคล้องกับแนวความคิดของ ทราเวอร์ส (Travers. 1967 : 142) ที่ว่า วิธีสอนเป็นตัวแปรหนึ่งในการ เรียนการสอนที่มีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน นักเรียนบางกลุ่มสามารถบรรลุ ความสำเร็จได้ดีโดยการนำเสนอเนื้อหาด้วยวิธีสอนแบบหนึ่ง ในขณะที่เดียวกันนักเรียนอีกกลุ่มหนึ่งก็ อาจประสบความสำเร็จอย่างมาก เมื่อได้รับการเสนอเนื้อหาด้วยวิธีสอนอีกแบบหนึ่ง

3. จากสมมติฐานข้อ 3 ที่ว่า ความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผลของนักเรียน ที่ได้รับการ สอนโดยเน้นกระบวนการคณิตศาสตร์ กับการสอนตามคู่มือครูแตกต่างกัน ได้ทำการตรวจสอบ สมมติฐานโดยทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ย โดยใช้ค่า t-Different Score จากตาราง 10 พบว่า นักเรียนกลุ่มที่ได้รับการสอนโดยเน้นกระบวนการคณิตศาสตร์ มีความสามารถในการคิดอย่างมี เหตุผลสูงกว่า กลุ่มที่ได้รับการสอนตามคู่มือครูอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ซึ่งเป็นไปตาม สมมติฐานที่ตั้งไว้ หมายความว่านักเรียนที่ได้รับการสอนโดยเน้นกระบวนการคณิตศาสตร์ มีความ สามารถในการคิดอย่างมีเหตุผล สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครู อย่างเชื่อถือได้ที่ระดับ ความเชื่อมั่น 99 % ทั้งนี้เนื่องจากเหตุผลดังต่อไปนี้

3.1 การสอนโดยเน้นกระบวนการคณิตศาสตร์ มีขั้นตอนย่อยให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ไปตาม ลำดับที่ละขั้น ตั้งแต่ขั้นแรกจนถึงขั้นสุดท้ายของกระบวนการอันเป็นแนวทางให้บรรลุจุดประสงค์การ เรียนรู้ ที่มีลักษณะมุ่งเน้นให้ผู้เรียนได้ใช้ความคิดของตนเอง เพื่อปฏิบัติและผ่านกิจกรรมในแต่ละขั้น ตอน เช่นการพิจารณาสำรวจและจำแนกข้อมูล การจัดลำดับความสำคัญและเลือกหรือไม่เลือกใช้ ข้อมูล แล้วนำมาเชื่อมโยงกันเพื่อสรุปอ้างอิงหาความสัมพันธ์ของข้อมูล จนสามารถระบุได้ด้วยตนเอง ว่า อะไรคือความคิดรวบยอด สามารถคิดคำนวณได้อย่างคล่องแคล่ว ต้องการใช้วิธีคิดคำนวณใดใน การแก้ปัญหา จะพบว่าในขณะที่ฝึกทักษะกระบวนการ นักเรียนได้พัฒนาความคิดของตนเองอยู่ตลอด เวลาทุกครั้ง สอดคล้องกับแนวความคิดที่ว่า ในขณะที่ทำการสอนเนื้อหาวิชานั้น ถ้าให้ผู้เรียนได้รู้จัก ใช้การคิดอย่างใคร่ครวญ มีการวางแผน ตลอดจนกำหนดแนวทางปฏิบัติเพื่อนำไปสู่เป้าหมาย โดยมี การแบ่งงานออกเป็นส่วนๆ หรือเป็นขั้นตอนที่ต่อเนื่อง และมีการประเมินตรวจสอบการคิดของตนเอง ก็จะเป็นการปลูกฝังทักษะการคิดอย่างมีเหตุผล ซึ่งความสามารถด้านการคิดอย่างมีเหตุผลสามารถส่ง เสริมได้ ดังที่ เลวิน (Levin. 1980) ได้ทำการทดลองสอนนักเรียนในระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย

เมื่อปี 1979 ที่ประเทศอิสราเอล พบว่าความสามารถด้านการคิดอย่างมีเหตุผลสามารถสอนได้ ถ้าจัดประสบการณ์การเรียนรู้ หรือวิธีสอนอย่างเหมาะสม การจัดโปรแกรมการสอน โดยใช้เนื้อหาวิชาในหลักสูตรปกติ เป็นสื่อในการพัฒนาทักษะการคิด จัดว่าเป็นโปรแกรมที่เสริมสร้างทักษะการคิด (สมเจตน์ ไวยากรณ. 2530 : 10-24)

3.2 นักเรียนที่ใช้เป็นกลุ่มตัวอย่างในการทดลองครั้งนี้ เป็นนักเรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษา ซึ่งเป็นวัยที่อยู่ในระยะพัฒนาการขั้นที่ 4 ขั้นปฏิบัติการนามธรรม (The Period of Formal Operation) มีอายุอยู่ระหว่าง 11 - 15 ปี ตามทฤษฎีของเพียเจท์ (Piaget) กล่าวว่า เด็กในวัยนี้จะมีพัฒนาการทางด้านความรู้ ความเข้าใจ ถึงระดับสูงสุดและมีความสามารถที่จะคิดอย่างมีเหตุผลกับปัญหาทุกชนิด สามารถแก้ปัญหาได้อย่างมีระบบ ระเบียบ สามารถใช้กระบวนการคิดอย่างสลับซับซ้อน จากสิ่งที่เป็นรูปธรรมออกไป โดยนำความคิดที่เป็นประสบการณ์เดิม ความคิดที่เป็นนามธรรมมาใช้เป็นข้อมูลประกอบความคิดมากขึ้น นักเรียนสามารถปฏิบัติกิจกรรมต่างๆโดยใช้ความคิดที่เป็นเหตุเป็นผล (Logical Operation) (Sund. 1976 : 48 - 58) สอดคล้องกับงานวิจัยของพอลแลนด์ (Pallrand. 1979 : 445 - 451) ที่พบว่า นักเรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษา ช่วงอายุ 11 - 15 ปี มีพัฒนาการขั้นการคิดแบบกึ่งนามธรรมเปลี่ยนแปลงไปสู่ขั้นการคิดแบบนามธรรม สามารถคิดหาเหตุผลได้

3.3 ในการดำเนินกิจกรรมการเรียนการสอนโดยเน้นกระบวนการคณิตศาสตร์ ผู้วิจัยได้ใช้วิธีการและกิจกรรมที่หลากหลาย แต่มีความสอดคล้อง เหมาะสมกับแนวทางของแต่ละกระบวนการ เพื่อส่งเสริมความคิดของผู้เรียนจนสามารถบรรลุจุดประสงค์การเรียนรู้ในที่สุด ทั้งนี้เป็นกิจกรรมที่สร้างความเพลิดเพลิน หลากหลาย ทำให้ผู้เรียนไม่เบื่อหน่าย ทุกคนได้ใช้ความคิดของตนเองอย่างอิสระ แต่มีระบบและขั้นตอน มีประสบการณ์แห่งความสำเร็จในแต่ละขั้นตอนย่อยนั้น จึงเกิดแรงจูงใจกระตุ้นให้มีความต้องการที่จะเรียนรู้ในขั้นต่อไป ทำให้นักเรียนได้พัฒนาความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผลของตนไปพร้อมกับการเรียนรู้ด้วย สอดคล้องกับผลการศึกษาวิจัยของ ยูเซฟ (พเยาว์ ทักษิณ. 2523 ; อ้างอิงมาจาก Yoosef. n.d.) ที่พบว่า การให้การจูงใจหรือเหตุผลแก่ผู้เรียน จะทำให้ผู้เรียนพัฒนาความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผลได้ดีกว่าวิธีอื่นๆ และจากการศึกษาของ นอร์วอล (Norval. 1970 : 95 - 102) ที่พบว่า วิธีสอนที่ปรับปรุงมาจากวิธีการของ ซัทแมน (Suchman) ที่เน้นการคิดวิเคราะห์แบบต่างๆ ก่อให้เกิดการคิดวิเคราะห์แบบจำแนกประเภท แบบโยงความสัมพันธ์ และแบบสรุปอ้างอิงนั้น แตกต่างกับวิธีสอนแบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และสอดคล้องกับงานวิจัยของ สุภันธ์ เสถียรศรี (2536 : 125) ที่พบว่า ความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผลของนักเรียนที่เรียนโดยใช้แบบฝึกกิจกรรมการคิด กับที่เรียนตามคู่มือครูแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

4. จากสมมติฐานข้อที่ 4 ที่ว่า ความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผลของนักเรียน ที่ได้รับการสอนโดยเน้นกระบวนการคณิตศาสตร์ กับการสอนตามคู่มือครูจำแนกตามระดับความสามารถ แตกต่างกัน จากการตรวจสอบสมมติฐาน โดยใช้ค่า t - Different Score จากตาราง 11, 12 และ 13 ปรากฏผลดังนี้

4.1 จากตารางที่ 11 พบว่าความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผล ของนักเรียนที่มีระดับความสามารถทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์สูง ที่ได้รับการสอนโดยเน้นกระบวนการคณิตศาสตร์ กับการสอนตามคู่มือครูแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ตรงกับสมมติฐานที่ตั้งไว้ หมายความว่าความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผล ของนักเรียนที่มีระดับความสามารถทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์สูง ที่ได้รับการสอนโดยเน้นกระบวนการคณิตศาสตร์ สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครูที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ทั้งนี้เพราะ นักเรียนที่เรียนเก่งวิชาคณิตศาสตร์ที่ได้รับการสอนโดยเน้นกระบวนการคณิตศาสตร์ ได้รับการพัฒนาความสามารถทางการเรียนเป็นขั้นตอนที่ถูกต้อง เหมาะสมกับเนื้อหาที่เรียนด้วยกระบวนการที่ไม่ซ้ำกัน เป็นการสอนที่มุ่งส่งเสริมให้ผู้เรียนได้ใช้ความคิดอย่างมีระบบ และใช้เหตุผลในการปฏิบัติกิจกรรมการเรียนรู้ เช่นการพิจารณาตัวอย่างหลายๆตัวอย่างจนเกิดความคิดรวบยอด ผูกวางแผนการเรียนรู้ที่จะขั้นตอน นำความรู้ที่เป็นทฤษฎี และข้อเท็จจริงที่ได้รับจากการเรียนรู้และการฝึกทักษะมาเป็นข้อมูล เพื่อพิจารณาหาเหตุผลประกอบการตัดสินใจในการแก้ปัญหาจนได้คำตอบที่ถูกต้อง ซึ่งเป็นการพัฒนาวิธีการคิดของนักเรียนไปพร้อมๆกันด้วย ประกอบกับผู้เรียนเป็นกลุ่มที่มีระดับความสามารถทางการเรียนคณิตศาสตร์สูง เมื่อได้รับการสอนในลักษณะที่กระตุ้นให้ใช้ความคิดของตนเองอย่างอิสระ เช่น กิจกรรมและคำถามที่ใช้ประกอบในแบบฝึกทักษะ จะมีลักษณะที่มีคำตอบได้หลากหลาย นักเรียนเป็นผู้ให้เหตุผลแสดงที่มาของคำตอบตามแนวคิดของตนเองได้ โดยมีครูเป็นผู้ช่วยให้คำปรึกษา ทำให้ผู้เรียนได้พัฒนาความคิดอย่างมีเหตุผลของตนเองได้ดีกว่า นักเรียนกลุ่มที่มีระดับความสามารถทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์สูง ที่ได้รับการสอนตามคู่มือครู สอดคล้องกับแนวคิดของ โรเจอร์ (Roger. 1970 : 146) ที่กล่าวว่า ภาวะที่ส่งเสริมให้บุคคลกล้าคิด ได้แก่ภาวะที่บุคคลนั้นมีอิสระในการคิด โดยไม่ถูกวิพากษ์วิจารณ์ เพราะเป็นการคิดที่ยึดหลักเกณฑ์การคิด จากเหตุใหญ่ไปสู่เหตุย่อย มีรูปแบบที่แน่นอน มีระเบียบแบบแผน เป็นการคิดจากข้อมูลต่างๆ ที่มีลักษณะร่วมกัน แตกต่างกันหรือคล้ายคลึงกัน เปิดโอกาสให้ผู้เรียนวิเคราะห์จากข้อเท็จจริงและจากปัญหาต่างๆที่เกิดขึ้น มีการเปรียบเทียบความแตกต่างในลักษณะต่างๆ โดยผู้เรียนต้องใช้เหตุผลในการคิด และการคิดของผู้เรียนจะสูงขึ้น เมื่อได้รับการกระตุ้นให้คิด (Carter. 1968 : 688)

4.2 จากตาราง 12 พบว่าความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผล ของนักเรียนที่มีระดับความสามารถทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ปานกลาง ที่ได้รับการสอนโดยเน้นกระบวนการคณิตศาสตร์ กับการสอนตามคู่มือครูแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งไม่ตรงกับสมมติฐานที่ตั้งไว้ หมายความว่าความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผล ของนักเรียนที่มีระดับความสามารถทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ปานกลาง ที่ได้รับการสอนโดยเน้นกระบวนการคณิตศาสตร์ กับนักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครูใกล้เคียงกัน ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากลักษณะเฉพาะบุคคลในแต่ละระดับความสามารถ ที่ผู้วิจัยได้อภิปรายไว้ในข้อ 2.2 และเมื่อพิจารณาจากคะแนนเฉลี่ยของความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผล ของนักเรียนที่มีระดับความสามารถทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ปานกลาง พบว่านักเรียนที่ได้รับการสอนโดยเน้นกระบวนการคณิตศาสตร์ มีคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผล ก่อนการทดลอง 38.67 และคะแนนเฉลี่ยหลังการทดลองมีค่า 41.60 และกลุ่มที่ได้รับการสอนตามคู่มือครู พบว่าคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผล ก่อนการทดลอง

มีค่า 38.73 และคะแนนเฉลี่ยหลังการทดลองมีค่า 40.33 ซึ่งสูงขึ้นตามระดับความสามารถของต้นทั้งสองกลุ่ม ทำให้ผลการวิเคราะห์ข้อมูลพบว่า คะแนนเฉลี่ยความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผลของนักเรียน กลุ่มที่มีระดับความสามารถทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ปานกลาง ที่ได้รับการสอนโดยเน้นกระบวนการคณิตศาสตร์ กับนักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครู แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

4.3 จากตาราง 13 พบว่าความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผล ของนักเรียนที่มีระดับความสามารถทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ต่ำ ที่ได้รับการสอนโดยเน้นกระบวนการคณิตศาสตร์ กับการสอนตามคู่มือครูแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ตรงกับสมมติฐานที่ตั้งไว้ หมายความว่าความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผล ของนักเรียนที่มีระดับความสามารถทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ต่ำ ที่ได้รับการสอนโดยเน้นกระบวนการคณิตศาสตร์ สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครูที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ทั้งนี้เนื่องจากนักเรียนที่มีระดับความสามารถทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ต่ำ ที่ได้รับการสอนโดยเน้นกระบวนการคณิตศาสตร์ ได้รับการสอนที่มีแนวทางพัฒนาความคิด และได้รับความช่วยเหลือสอนซ่อมเสริมและแก้ไขในแต่ละขั้นตอนที่ผิดพลาด มากกว่านักเรียนในระดับความสามารถสูงและปานกลาง ดังที่ผู้วิจัยได้อภิปรายไว้ในข้อ 2.3 และข้อ 4 จึงส่งผลให้ความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผล ของนักเรียนที่ระดับความสามารถทางคณิตศาสตร์ต่ำในกลุ่มทดลอง สูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ข้อสังเกตจากการทดลอง

1. ในกลุ่มทดลอง คาบแรกๆของการสอนโดยเน้นกระบวนการคณิตศาสตร์ นักเรียนมีข้อสงสัยและสับสนในแต่ละขั้นตอนของกระบวนการต่างๆ แต่หลังจากผู้สอนทำความเข้าใจกับนักเรียนแล้ว ก็ทำให้การเรียนการสอนดำเนินไปได้อย่างราบรื่น
2. นักเรียนในกลุ่มทดลองมีความพึงพอใจที่ได้ทำแบบฝึกทักษะกระบวนการต่างๆ ในขณะที่เดียวกัน นักเรียนในกลุ่มควบคุมก็มีความต้องการที่จะได้ทำแบบฝึกทักษะกระบวนการต่างๆ เช่นกัน ผู้สอนต้องอธิบายถึงวิธีการ และจุดมุ่งหมายในการทดลอง รวมทั้งความเท่าเทียมกันในการดำเนินการสอน จึงทำให้กลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่ทั้งสองกลุ่มเข้าใจ ให้ความร่วมมือและพยายามแข่งขันกันในการปฏิบัติกิจกรรมต่างๆเป็นอย่างดี
3. กิจกรรมของโรงเรียน ในบางครั้งทำให้เวลาของการดำเนินการทดลองไม่ต่อเนื่อง ไม่ครบ 1 คาบการเรียน ซึ่งผู้วิจัยต้องแก้ปัญหาโดยหาเวลาสอนเพิ่มเติมในคาบการเรียนอื่นๆ เช่น คาบกิจกรรม คาบแนะแนว ถ้าฝ่ายวิชาวิชาการ หรือครูผู้สอนท่านอื่นๆไม่ให้ความร่วมมือ จะทำให้มีผลกระทบต่อการทดลองเป็นอย่างยิ่ง
4. กลุ่มตัวอย่างในการทดลองครั้งนี้มีจำนวนน้อย คือกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมกลุ่มละ 41 คน และในการวิเคราะห์ข้อมูลจำแนกตามระดับความสามารถ ยังแบ่งกลุ่มย่อยด้วยตำแหน่งเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่มีสัดส่วนต่างกัน คือกลุ่มที่มีระดับความสามารถทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์สูงอยู่ในตำแหน่งเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 75 ขึ้นไป กลุ่มที่มีระดับความสามารถทางการเรียนคณิตศาสตร์

ปานกลางอยู่ระหว่างเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 25 กับ 75 และกลุ่มที่มีระดับความสามารถทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ต่ำ อยู่ในตำแหน่งเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 25 ลงมา นอกจากนั้นนักเรียนในกลุ่มตัวอย่างยังมีความสามารถไม่แตกต่างกัน ซึ่งทำให้กลุ่มตัวอย่าง ที่มีระดับความสามารถทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ปานกลางมีจำนวนมาก อาจเป็นสาเหตุที่ทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์และความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผล ของกลุ่มตัวอย่างที่มีระดับความสามารถทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ปานกลางไม่แตกต่างกัน

ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะที่ได้จากการศึกษาค้นคว้า

1.1 การสอนโดยเน้นกระบวนการคณิตศาสตร์ ในการวิจัยครั้งนี้ใช้กระบวนการ 3 กระบวนการ คือ กระบวนการสร้างความคิดรวบยอด กระบวนการสร้างทักษะการคิดคำนวณ และกระบวนการสร้างทักษะการแก้โจทย์ปัญหา ซึ่งมีขั้นตอนในการดำเนินกิจกรรมและลักษณะการเรียนรู้แตกต่างกัน แม้ว่าแบบฝึกทักษะที่เน้นกระบวนการ จะระบุกิจกรรมและขั้นตอนของแต่ละกระบวนการไว้อย่างชัดเจน แต่ผู้สอนควรทำความเข้าใจกับผู้เรียนก่อนในเบื้องต้น เกี่ยวกับกระบวนการและขั้นตอนต่างๆ เหล่านี้ เพื่อลดความวิตกกังวล และความสับสนของนักเรียน ซึ่งจะช่วยลดความคลาดเคลื่อนที่อาจจะเกิดกับผลการทดลองได้

1.2 ควรพิจารณาใช้เวลาในการเรียนรู้ให้เหมาะสมกับกิจกรรมที่จัดประกอบการสอนที่เน้นกระบวนการ เนื่องจากการสอนโดยเน้นกระบวนการคณิตศาสตร์ เพื่อให้บรรลุจุดประสงค์บางจุดประสงค์ พบว่าต้องใช้เวลามากกว่าที่หลักสูตรกำหนดไว้ แต่เนื่องจากการทดลองครั้งนี้ มีชุดฝึกทักษะที่เน้นกระบวนการเป็นเครื่องมือประกอบ ในลักษณะที่ผู้สอนเป็นผู้แนะแนวทาง ให้ผู้เรียนได้ทำกิจกรรมในแต่ละขั้นตอน ในกรณีที่เวลาไม่พอเพียง ผู้เรียนจึงสามารถนำไปทบทวนขั้นตอนการเรียนรู้ด้วยตัวเองได้

1.3 นอกจากวิธีสอนจะเป็นตัวแปรสำคัญในการเรียนรู้ของผู้เรียนแล้ว ทักษะของผู้เรียนที่มีต่อครูและต่อวิชา ก็นับว่ามีความสำคัญอย่างยิ่งในปัจจุบัน ซึ่งผู้วิจัยพบว่าเคยมีนักเรียนที่เข้าเรียนบ้าง ไม่เข้าเรียนบ้างในชั่วโมงคณิตศาสตร์ในกลุ่มตัวอย่าง ก่อนสอนจึงได้ทำความเข้าใจและสร้างบรรยากาศที่ดี ในการเรียนทั้งกับผู้เรียนในห้องเรียน และกับผู้เรียนเป็นรายบุคคลซึ่งสามารถแก้ปัญหาดังกล่าวได้เป็นอย่างดี

1.4 ควรส่งเสริมให้มีการสอนโดยเน้นกระบวนการคณิตศาสตร์ ในโรงเรียน เนื่องจากมีกระบวนการที่สอดคล้องกับวิชาคณิตศาสตร์โดยตรง และมีแนวทางในการปฏิบัติกิจกรรมเป็นขั้นตอน ซึ่งถ้านักเรียนได้รับการฝึกฝนอยู่เสมอ ผู้วิจัยเชื่อว่าจะทำให้ผู้เรียนได้พัฒนาความคิด มีเหตุผลและมีนิสัยการทำงานอย่างเป็นขั้นตอนในชีวิตประจำวันได้

2. ข้อเสนอแนะสำหรับการศึกษาค้นคว้าครั้งต่อไป

2.1 ควรมีการศึกษากาการใช้การสอนโดยเน้นกระบวนการคณิตศาสตร์ กับนักเรียนในระดับอื่นๆอีก พร้อมทั้งหาวิธีการส่งเสริมนักเรียน ในกลุ่มที่มีระดับความสามารถทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ปานกลางเพิ่มขึ้น

2.2 ควรมีการศึกษากาการใช้การสอนโดยเน้นกระบวนการคณิตศาสตร์ กับบทเรียนคณิตศาสตร์ในเรื่องอื่นๆอีก

2.3 ควรมีการศึกษากาการใช้การสอนโดยเน้นกระบวนการคณิตศาสตร์ กับตัวแปรอื่นๆ เช่น ความคงทนในการเรียนรู้อวิชาคณิตศาสตร์ ทักษะคิดต่อวิชาคณิตศาสตร์ และความวิตกกังวลเป็นต้น

บรรณานุกรม

บรรณานุกรม

- กมลรัตน์ หล้าสูงษ์. (2528). จิตวิทยาการศึกษา. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ : ภาควิชาการแนะแนว และจิตวิทยาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร.
- กรมวิชาการ. (2534). จากหลักสูตรสู่แผนการสอน. กรุงเทพฯ : กรมฯ.
- _____. (2539). คู่มือการพัฒนาโรงเรียนเข้าสู่มาตรฐานการศึกษา การนำกระบวนการต่างๆไปใช้ในการเรียนรู้ กระบวนการทักษะการเรียนรู้. กรุงเทพฯ : สำนักงานทดสอบทางการศึกษา กรมฯ.
- _____. (2536). รายงานผลการประเมินคุณภาพการศึกษา ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น. สำนักงานทดสอบทางการศึกษา กรมฯ.
- _____. (2540). รายงานผลการประเมินคุณภาพการศึกษา ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น. สำนักงานทดสอบทางการศึกษา กรมฯ.
- _____. (2535). หลักสูตรมัธยมศึกษาตอนต้น พุทธศักราช 2521(ฉบับปรับปรุง พ.ศ.2533). กรุงเทพฯ : กรมฯ.
- _____. (2525). แนวทางการใช้หลักสูตรมัธยมศึกษาตอนต้น พุทธศักราช 2521. กรุงเทพฯ : กรมฯ.
- กรองทิพย์ พงษ์ลิ้มศรี. (2535). การสอนการพิสูจน์เรื่องความเท่ากันทุกประการของรูปสามเหลี่ยมในชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยเน้นกระบวนการแก้ปัญหา. ปรินูญานิพนธ์ กศ.ม.(วิชาเอกคณิตศาสตร์). กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร. อุดลำนเา.
- กองโครงการสังคม. (2540). คู่มือกระบวนการแปลงแผนพัฒนาคนและสังคมในช่วงแผนพัฒนาฯ ฉบับที่ 8 ไปสู่การปฏิบัติ. ม.ป.ท.
- คณะกรรมการพัฒนาการสอน และผลิตวัสดุอุปกรณ์การสอนคณิตศาสตร์. (2524). ชุดเสริมประสบการณ์สำหรับครูคณิตศาสตร์. กรุงเทพฯ : ทบวงมหาวิทยาลัย.
- คนธรรส รสหวาน. (2539). การพัฒนารูปแบบการสอนแบบกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่องโจทย์ปัญหาการบวก ลบ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 ในโรงเรียนโครงการนำร่องศูนย์พัฒนาอัจฉริยภาพเด็กและเยาวชน. ปรินูญานิพนธ์ กศ.ม.(วิชาเอกการศึกษาพิเศษ). กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร. อุดลำนเา.
- คำสา สุโพธิ์. (2538). การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องสมการและอสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวของนักเรียนชั้น ม.3 ที่เรียนโดยการสอนที่เน้นกระบวนการกับการสอนตามปกติ. ปรินูญานิพนธ์ ศศ.ม.(หลักสูตรและการสอน). ขอนแก่น : มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- จำนง พรายแย้มแซ. (2526). "การประเมินผลการสอนกลุ่มสร้างเสริมประสบการณ์ชีวิต," เอกสารการสอนชุดวิชา การสอนกลุ่มสร้างเสริมประสบการณ์ชีวิต หน่วยที่ 1 - 7. กรุงเทพฯ : สารมวลชนจำกัด มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.

- จำเนียร ช่างโชติ และ คนอื่นๆ. (2525). จิตวิทยาการเรียนรู้. กรุงเทพฯ : รามินทร์.
- ชดช้อย นิพนธ์พิทยา. (2535). รายงานผลการทดลอง วิธีการแก้โจทย์ปัญหา 7 ขั้นตอน ประกอบแบบฝึกกลุ่มทักษะคณิตศาสตร์ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4. นครปฐม : ม.ป.ท.
- ชม ภูมิภาค. (2528). เทคโนโลยีทางการสอนและการศึกษา. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร.
- ชวาล แพร่ตฤณ. (2520). เทคนิคการเขียนข้อสอบ. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์คุรุสภา.
- ชูศรี วงศ์รัตนะ. (2534). สถิติเพื่อการวิจัย. ม.ป.ท.
- ทบวงมหาวิทยาลัย. (2524). คณะอนุกรรมการพัฒนาการสอนและผลิตอุปกรณ์การสอนคณิตศาสตร์ ชุดเสริมประสบการณ์สำหรับครูคณิตศาสตร์. ม.ป.ท.
- นวลเพ็ญ วิเชียรโชติ. (2530). เอกสารประกอบการประชุม ปฏิบัติการสร้างเสริมเบญจลักษณ์เพื่อคุณภาพชีวิต วิธีสอน “แบบฝึกสร้างความคิดรวบยอดและวิธีสอนแบบสืบสวน-สอบสวน” เรื่องระบบการผสมพันธุ์ของพืช. ม.ป.ท.
- น้อมศรี เทท. (2526). “การสอนแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์,” ใน หลักและแนวปฏิบัติในโรงเรียนประถมศึกษา. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- บุญทัน อยู่ชมบุญ. (2529). พฤติกรรมการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ระดับประถมศึกษา. กรุงเทพฯ: โอเดียนสโตร์.
- ประทีป โกมลมาศ. (2536). “สัมภาษณ์,” การศึกษาแห่งชาติ. 28(1) : 13 - 14 ; ตุลาคม - พฤศจิกายน.
- ประภาส มากมีทรัพย์. (2530). ปัญหาและความต้องการในการสอนซ่อมเสริมวิชาคณิตศาสตร์ของครูชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ในจังหวัดกาญจนบุรี. วิทยานิพนธ์ ศศ.ม.(หลักสูตรและการสอน). กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. ถ่ายเอกสาร.
- ประสาธ อิศรปริดา. (2523). จิตวิทยาการเรียนรู้กับการสอน. มหาสารคาม : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ มหาสารคาม.
- ปรียาพร วงศ์อนุตรโรจน์. (2524). จิตวิทยาการศึกษา. กรุงเทพมหานคร : สหมิตรออฟเซต.
- ปัทมา ทองรุ่ง. (2529). การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความคงทนในการเรียนรู้ทางคณิตศาสตร์ เรื่องบทประยุกต์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ด้วยวิธีสอนของวอร์เรย์กับการสอนของ สสวท. ปริญญาานิพนธ์ ศศ.ม.(วิชาเอกการประถมศึกษา). กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒประสานมิตร. อัดสำเนา.
- พรรณี ช.เจนจิต. (2528).จิตวิทยาการเรียนการสอน (จิตวิทยาการศึกษาสำหรับครูในชั้นเรียน). พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ : คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- พรรณี ชูทัย. (2522). จิตวิทยาการเรียนการสอน : จิตวิทยาการศึกษาสำหรับครูในชั้นเรียน. กรุงเทพฯ : ภาควิชาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- พเยาว์ ทักษิณ. (2523). การเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางภาษา ของนักเรียนชั้นประถมปีที่ 4 โดยใช้แบบฝึกหัดการเขียนอย่างสร้างสรรค์ที่นักเรียนเขียนได้อย่างอิสระ กับครูเป็นผู้กำหนดเนื้อเรื่อง. ปริญญาานิพนธ์ ศศ.ม. (วิชาเอกการประถมศึกษา) กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร. อัดสำเนา.

- ภาพ เลหาไฟบูลย์. (2537). แนวการสอนวิทยาศาสตร์. กรุงเทพฯ:ไทยวัฒนาพานิช.
- มนูญ อรุณไพโรจน์. (2517). แบบโจทย์ปัญหาเลขคณิตที่ยาก สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4. วิทยานิพนธ์ ค.ม.(วิชาเอกการประถมศึกษา). กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- มาลินี จุฑะรพ. (2537). จิตวิทยาการเรียนการสอน. กรุงเทพฯ : อักษราพิพัฒน์.
- ยุพิน พิพิธกุล. (2524). การสอนคณิตศาสตร์. กรุงเทพมหานคร : โรงพิมพ์ปพิชการพิมพ์.
- _____. (2530). การสอนคณิตศาสตร์. กรุงเทพฯ:ภาควิชามัธยมศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- _____. (2536). การเรียนการสอนคณิตศาสตร์. ม.ป.ท. อัดสำเนา
- ระวีวรรณ ทุมชัย. (ม.ป.ป.). วิธีสอนคณิตศาสตร์ระดับมัธยมศึกษา. กรุงเทพฯ : ภาควิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร.
- รัชนี้ ตั้งบริบูรณ์. (2536). การศึกษาพฤติกรรมการสอนเชิงกระบวนการตามที่คาดหวัง และที่ปฏิบัติจริงของครูผู้สอนระดับมัธยมศึกษา ในโรงเรียนนาร่องขยายการศึกษาภาคบังคับในเขตการศึกษา 9. วิทยานิพนธ์ ปริญญาโท. ศศ.ม.(หลักสูตรและกสรสอน). ขอนแก่น : มหาวิทยาลัยขอนแก่น. อัดสำเนา
- ราชบัณฑิตยสถาน. (2525). พจนานุกรมราชบัณฑิตยสถาน. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์อักษรเจริญทัศน์.
- ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. (2538). เทคนิควิจัยทางการศึกษา. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- ลาวัลย์ พลกล้า, ปิยวดี วงษ์ใหญ่, พรรณทิพย์ ม้ามณี และพัชรพรรณ เหล่าวานิชย์. (2534). "การจัดกิจกรรมเพื่อฝึกทักษะ," เอกสารประกอบการอบรมครูคณิตศาสตร์. ภาควิชาคณิตศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร.
- วรายา กาญจนชาติ. (2533).การศึกษาผลของการให้การศึกษาแก่ผู้ปกครองในการสอนความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์ให้กับเด็กปฐมวัย. ปริญญาโท ศศ.ม.(วิชาเอกการศึกษาปฐมวัย) กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร.
- วรรณิ์ โสมประยูร. (2520). "วิธีสอนคณิตศาสตร์ระดับประถมศึกษา," เอกสารการอบรมครูคณิตศาสตร์. ภาควิชาคณิตศาสตร์. คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร. ม.ป.ท.
- วรลภา แสงวัฒนชัย. (2532). "การจัดการเรียนการสอนแบบ Individualized Learning," วารสารส่งเสริมประสิทธิภาพการเรียนการสอน. 1(2) : 11 - 14.
- วิชัย วงษ์ใหญ่. (2527). กระบวนการพัฒนาหลักสูตรและการสอนภาคปฏิบัติ. กรุงเทพฯ: ภาควิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร.
- วินัย เทียมเมือง. (2529). ผลการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยเน้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ขั้นบูรณาการที่มีต่อการคิดอย่างมีเหตุผล และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์. ปริญญาโท ศศ.ม.(วิชาเอกการมัธยมศึกษา). มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร. อัดสำเนา.

- วีระเกียรติ ภูศิริ. (2535). การเปรียบเทียบผลการเรียนรู้ด้านความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์เรื่อง รูปทรงและปริมาตรจากภาพแบบสมบูรณกับแบบต่อเนื่อง โดยใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอน ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 .ปริญญาณิพนธ์ กศ.ม.(วิชาเอกเทคโนโลยีทางการ ศึกษา). กรุงเทพฯ :มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร. อัดสำเนา.
- ศรีจันทร์ พันธุ์พานิช. (2538). การมัธยมศึกษา มย 311 . ภาควิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ปทุมวัน. อัดสำเนา.
- ศรีทอง มีทาทอง. (2534). การทดลองวิธีสอนคณิตศาสตร์ที่มีกระบวนการสร้างความคิดรวบยอดในเรื่อง โจทย์ปัญหา การคูณ การหาร ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2. ปริญญาณิพนธ์ กศ.ม.(วิชาเอกการประถมศึกษา). กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร. อัดสำเนา
- ศิริพร ประดับแก้ว. (2531). การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความสามารถในการสร้าง ความคิดรวบยอดด้านถ้อยคำ และความคงทนในการเรียนรู้ กลุ่มสร้างเสริมประสบการณ์ชีวิต ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่เรียนตาม "วิธีสอนด้วยแบบแบบฝึกสร้างความ คิดรวบยอด" และวิธีสอนในแผนการสอนของกระทรวงศึกษาธิการ. ปริญญาณิพนธ์ กศ.ม. (วิชาเอกการประถมศึกษา). กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร. อัดสำเนา.
- หน่วยศึกษานิเทศก์. กรมสามัญศึกษา. คู่มือการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่เน้นกระบวนการ วิชาคณิตศาสตร์ตามหลักสูตรมัธยมศึกษาตอนต้น พุทธศักราช 2521 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2533). กรุงเทพฯ : หน่วยฯ.
- _____. (ม.ป.ป.). แนวการจัดการเรียนการสอนที่เน้นกระบวนการ. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์ศาสนา.
- สมเจตน์ ไวยากรณ์. (2530). รูปแบบการสอนเพื่อพัฒนาความสามารถด้านการใช้เหตุผล. ปริญญาณิพนธ์ กศ.ด. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร. อัดสำเนา.
- สมศักดิ์ กลั่นกลิ่น. " การสอนคณิตศาสตร์เพื่อพัฒนาคุณภาพสังคม," สารพัฒนาหลักสูตร. 7 สิงหาคม 2531.
- สมศักดิ์ สินธุระเวชญ์. (2521). การเลือกใช้วิธีแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนตามหลักสูตร สสวท. ปริญญาณิพนธ์ กศ.ม.(วิชาเอกการประถมศึกษา) กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร. อัดสำเนา.
- สิริพร ทิพย์คง. (ม.ป.ป). งานวิจัยการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ 2521-2538 รวมวิทยานิพนธ์ของ นิสิตปริญญาโท สาขาการสอนคณิตศาสตร์ ศิลปศาสตรมหาบัณฑิต. ภาควิชาการศึกษาคณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ .
- สุโขทัยธรรมาธิราช,มหาวิทยาลัย. (2537). สาขาศึกษาศาสตร์, ประมวลสาระชุดวิชาสารัตถะและวิทยวิธีทางวิชาคณิตศาสตร์. หน่วยที่ 12-15. กรุงเทพฯ.

- สุชาติ สมสุข. (2531). การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความสามารถในการสร้างความคิดรวบยอด ด้านถ้อยคำ ความคงทนในการเรียนรู้ กลุ่มสร้างเสริมประสบการณ์ชีวิตของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนตาม “วิธีสอนด้วยแบบแบบฝึกสร้างความคิดรวบยอด” และวิธีสอนในแผนการสอนของกระทรวงศึกษาธิการ. ปรินูญานิพนธ์ กศ.ม. (วิชาเอกการประถมศึกษา). กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร. อัดสำเนา.
- สุริรา เกียรติกังวาน. (2531). การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความสามารถในการสร้างความคิดรวบยอด ด้านถ้อยคำ ความคงทนในการเรียนรู้ กลุ่มสร้างเสริมประสบการณ์ชีวิตของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนตาม “วิธีสอนด้วยแบบแบบฝึกสร้างความคิดรวบยอด” และวิธีสอนในแผนการสอนของกระทรวงศึกษาธิการ. ปรินูญานิพนธ์ กศ.ม. (วิชาเอกการประถมศึกษา). กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร. อัดสำเนา.
- สุดสวาท ขันธมูล. (2530). ผลการสอนโจทย์ปัญหา 2 วิธีที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์และความสามารถในการคิดหาเหตุผลเชิงตรรกศาสตร์ ของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่องอัตราส่วนและร้อยละ. ปรินูญานิพนธ์ กศ.ม. (วิชาเอกการมัธยมศึกษา). มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร. อัดสำเนา.
- สุพิศา แก้วสุวรรณ. (2535). “การเปรียบเทียบกระบวนการคิดแก้โจทย์คณิตศาสตร์ของนักเรียนช่วงอุตสาหกรรมระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ แตกต่างกัน,” รวมบทความวิจัยวิทยานิพนธ์ ปีการศึกษา 2535. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- สุภนันท์ เสถียรศรี. (2536). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ การคิดอย่างมีเหตุผลของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่เรียนโดยใช้ แบบฝึกกิจกรรมการคิดกับการสอนตามคู่มือครู. ปรินูญานิพนธ์ กศ.ม. (วิชาเอกการมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร. อัดสำเนา.
- สุนนมาศ สันโฆษ. (2520). ความเข้าใจโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2. ปรินูญานิพนธ์ กศ.ม. (วิชาเอกการประถมศึกษา). กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร. อัดสำเนา.
- สุรศักดิ์ อมรรัตนศักดิ์ และอนุสรณ์ สกุลคู. (2526). การประเมินผลการเรียนการสอนคณิตศาสตร์. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยรามคำแหง.
- สุรางค์ โค้วตระกูล. (2533). จิตวิทยาการศึกษา. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- สุริยา โพธิผล. (2528). ความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถในการคิดหาเหตุผลเชิงตรรกศาสตร์และความคิดสร้างสรรค์. วิทยานิพนธ์ ค.ม. (หลักสูตรและการสอน). จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. อัดสำเนา.
- สุวัฒน์ นิยมคำ. (2517). การสอนวิทยาศาสตร์แบบพัฒนาความคิด. กรุงเทพฯ : วัฒนาพานิช.
- เสริมศักดิ์ สุรวิมลภ. (ม.ป.ป.). คณิตศาสตร์ในโรงเรียนมัธยมศึกษา. ม.ป.ท.

- เสวก สุระประเสริฐ. (2529). *ความสัมพันธ์ระหว่างความคิดรวบยอดทางจริยธรรมกับพฤติกรรมทางจริยธรรมของนักเรียนชั้น ม.5 ในเขตจังหวัดชลบุรี*. ปรินญาณินพนธ์ กศ.ม. (วิชาเอกการมัธยมศึกษา). กรุงเทพมหานคร: มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร.
- โสภณ บำรุงสงฆ์ และสมหวัง ไตรตันวงศ์. (2520). *เทคนิคและวิธีการสอนคณิตศาสตร์แนวใหม่*. กรุงเทพฯ : ไทยวัฒนาพานิช.
- หทัย ดันหยง. (2529). *การสร้างสรรคั้วรรณกรรมและหนังสือสำหรับเด็ก*. กรุงเทพฯ:สำนักพิมพ์อักษรเจริญทัศน์.
- Adams, Sam, Leslie C. Ellis and B.F. Beeson. (1977). *Teaching Mathematics : with Emphasis on the Diagnostic Approach*. New York : Harper & Row Publishers.
- Adams, Sam. *Teaching Mathematics*. (1977). New York : Harper & Row Publics.
- Anderson., K.B. and R.E.Pingry. (1973). "Problem-Solving in Mathematics," in *The Learning of Mathematics : The Theory and Practices*. Washington D.C. The National Council of Teachers of Mathematics.
- Anne H. Sankhanov. (1988). *Webster's II New Riverside University Dictionary*. Houghton Mifflin Company.
- Ausubel, David P. and Edmund V. Sullivan. (1970). *Theory of Problem of Children Development*. New York , London : Grune Strathon, Inc.
- Baroody, Arthur J. (1993). *Problem Solving, Reasoning and Communicating, K-8 Helping Children Think Mathematically*. New York : Macmillan Publishing Company.
- Bernard, H. Russell. (1972). *Technology and Social Change*. New York : Macmillan Publishing Company.
- Brueckner, Leo T. and Forster E. Grossnickle. (1974). *How to Make Arithmetic Meaningful*. The John C. Winston Co. , Philadelphia.
- Bruner, J.S. ,Jacqueine J. Goodnow and George A. Austin. (1957). *A Study of Thinking*. New York : John Wiley & Sons.
- Carter, Jack L.(1986)" Authoritarian v.s. Inquiry Approach," *School Science and Mathematics*. LXVIII (8) : 686 - 688 ; November.
- Charles, Randall I. (1985). " The Role of Problem Solving," *Arithmetic Teacher*. 22 : 48 - 51 ; February.
- Compact School & Office Edition. (1989). *Webster's New Word Large Print Dictionary*. New York : Prentice-Hall.
- De Cecco, John P. and William R. Crawford. (1974). *The Psychology of Learning and Instruction : Educational Psychology*. 2nd ed. New Jersey : Prentice-Hall, Inc.
- De Cecco, John P. (1968). *The Psychology of Learning and Instruction : Educational Psychology*. New Jersey : Prentice - Hall, Inc.

- Dwight, Leslie A. (1996). *Modern Mathematics for the Elementary Teacher*. New York : Holt, Rinehart and Winston.
- Earle, Richard A. (1976). *Teaching Reading and Mathematics*. p. 49 - 57, New York : International Reading Association.
- Ebel, Robert L. (1969). *Encyclopedia of Educational Research*. London : Macmillan.
- Francis, Richard L. (1978). "Word Problems : Abundant and Deficient Data," *Mathematics Teacher*. 1 : 6 - 11, January.
- Gage, Rita L. (1977). "A Study of Effects of Positive and Negative Instances on the Acquisition of Selected Algebra Concepts as a Function of Cognitive Style," *Dissertation Abstracts International*. 37(8) : 4929 - A ; February.
- Good, Carter V. (1945). *Dictionary of Education*. New York : Mc Graw - Hill Book, Inc.
- (1959). *Dictionary of Education*. New York : Mc Graw - Hill Book. Company.
- Goodwin, William L. and Herbert L. Klausmier. (1975). *An Introduction to Educational Psychology*. New York : Harper & Row Publishers.
- Guilford, J. P. and Hoepfner. (1971). *The Analysis of Intelligence*. New York : McGraw-Hill.
- Gunderson, A.G. (1955). "Thought Patterns of Young Children in Learning Multiplication and Division," *Elementary School Journal*. 55 : 453 - 461 ; April.
- Haress, J.H. "The Two meanings of Mathematics." *A Hand of Programmed Learning*. P. 93 - 94. India, Anad Press, no date.
- Helton, Floyd F. (1958). *Introduction Mathematics*, John Wiley & Sons. Inc.
- Heimer, Ralph T. and Trueblood, Cecil R. (1977). *Strategies for Teaching Children Mathematics*. Addison Wesley Publishing Company, 320 p.
- Hillgard, Ernest R. (1962). *Introduction to Psychology*. New York : Harcourt, Brace and World Inc.
- Hoehn, Lorry Paul. (1974). "An Experimental Study of Teaching A Mathematical Concept Via Positive and Negative Instances," *Dissertation Abstracts International*. 34(8) : 4870 - A ; February.
- Hoosain, Emamuddin. (1994). "Teacher Conception and Beliefs about Mathematics Problem Solving Relative to High - Ability and Low - Ability Students," *Dissertation Abstracts International*. 55(6) : 1461 ; December.
- Hurlock, Elizabeth B.(1964). *Child Development*. 4th ed. New York : McGraw-Hill Book Co.
- Johnson, Donovan A. and Gerald R, Rising. (1969). *Guidelines for Teacher Mathematics*. Wadsworth Publishing Co. , Inc' .
- Johnson, H.C. (1944). "The Effect of instruction in Mathematical Vocabulary Upon Problem Solving in Arithmetic," *Journal of Education on Research*. 97 - 110 ; October.

- Karplus, Robert. (1977). "Science Teaching and the Development of Reasoning," *Journal of Research in Science Teaching*. 14(2) : 169-175.
- Klausmeier, Herbert J. and Ripple, Richard E. (1971). *Learning and Human Abilities*. Harper & Row, Publishers, Inc. , New York : 810 p.
- Karmer, Klass. (1970). *The Teaching of Elementary School Mathematics*. Boston : Allyn and Bacon. Inc.
- Krulik, Stephen and Jesse A. Rudnick. (1993). *Reasoning and Problem Solving. A Handbook for Elementary School Teachers*. Boston : Allyn and Bacon, Inc.
- Krulik, Stephen. (1980). "To Read or Not to Read, That is the Question ," *Mathematics Teacher*. 4 : 248 - 252, April.
- Krulik, Stephen. (1977). "Problems Problem Solving, and Strategy games," *The Mathematics Teacher*. 70 : 649 - 652 ; November.
- Lappan, Glenda and Pamela W. Schram. (1989). "Communication and Reasoning : Critical Dimensions of Sense Making in Mathematics," in *New Directions for Elementary School Mathematics. 1989 yearbook*. p. 14 - 30 Reston, Virginia : The National Council of Teachers of Mathematics, Inc.
- Leshner, Ronald E. (1971). " A Study of Logical Thinking in Grade Four Through Seven," *Dissertation Abstracts International*. 32 : 2487-A, November.
- Levin, Tamer. (1980). "Instruction Which Enable Students to Develop Higher Mental Process," in *Evaluation in Education*. Vol.3 : 174-220 ; Choppin in B.H. and Postletwaite (e.d.) Pergamon Press Ltd.
- Lindsmith, A.R. and Strauss. (1957). *Social Psychology*. New York : The Dryden Press Inc.
- Lovell, R. (1966). *The Growth of Basic Mathematical and Scientific Concepts in Children*. London : University of London Press.
- McDonald, Frederic J. (1959). *Education Psychology*. San Francisco. Wadsworth Publishing Co. Inc.
- ✓ Marzano, Robert J. and Arredondo, Daisy E. (1986). " A Framework for Teaching," *Educational Leadership*. 43(8) : 20 - 26. May.
- ✓ Morante, Edward A. and Uiesky, Anita. (1984). " Assessment of Reasoning Abilities" *Educational Leadership*. 42(1) : 71 - 74. September.
- Morton, Robert Lee. (1938). *Teaching Arithmetic in the Elementary School*. Intermediate Grades. New York : Silver Burdett Co.
- Muraski, S.V. (1979). "A Study of Effects of Explicit Reading Instruction on Reading Performance in Mathematics and on Problem Solving Ability of Sixth grade," *Dissertation Abstracts International*. 39 : 4104 - A .

- National Council of Teachers of Mathematics. (1989). *Curriculum and Evaluation Standard for School Mathematics*. Reston, Virginia : The National Council of Teachers of Mathematics, Inc.
- Nickerson, Raymond S. (1984). "Kinds of Thinking Taught in Current Programs," *Educational Leadership*. 42(1) : 26 - 36. September.
- Norval, Scott. (1970). "Strategy of Inquiry and Styles of Categorization A Three years Exploratory Study," *Journal of Research in Science Teaching*. Vol 7 : 95 - 102. April.
- O'Daffer, Phares G. (1990). "Inductive and Deductive Reasoning," *The Mathematics Teacher*. 93(6) : 379 - 380. May.
- Pallrand, G.J. (1979) "Transition to Formal Thought," *Journal of Research in Science Teaching*. Research in Science Teaching. 16(5) : 445 - 451.
- Piaget, J and B, Inhelder. (1969). *The Psychology of the Child*. Translated by Helen Weaver. New York : Basic Book.
- Piaget, J. (1970). "Piaget's Theory" In P.H. Mussen (Ed.) *Carmichael's Manual of Child Psychology*. (Vol.1, 3 rd ed). New York : Wiley.
- Polya, Gerge. (1957). *How to Solve It*. New York : Double day & Company, Inc.
- Ray, Charles Lear. (1979). "A Comparative Laboratory Study of the Effects of Lower Level and Higher Level Question on Students' Abstract Reasoning and Critical Thinking in two Non-Directive High School Chemistry Classrooms," *Dissertation Abstracts International*. 40 : 3220-A. December.
- Roger, G.P. (1970) "Towards a theory of Creative," in *Creativity*. Harmondsworth, Penguin Book, Ltd., 5 : 146 - 149.
- Rowan, Thomas E. and Lorna J Morrow. (1993). *Implementing K - 8 Curriculum and Evaluation Standards Reading From the Arithmetic Teacher*. Reston Virginia : The National Council of Teachers of Mathematics, Inc.
- Rowntree Derek . (1981). *A Dictionary of Education*. Harper & Row, Publishers London.
- Russell, David H. (1956). *Children's Thinking*. Boston : Ginn and Company.
- Scott. William A. and Michael Wertheimer. (1967). *Introduction to Psychological Research*. London.
- Sternberg, Robert J. (1984). "How Can We Teach Intelligent ?" *Educational Leadership*. 42(1) : 38 - 48. September.
- Stiff, Lee. V. (1986). "Understanding Word Problems," *Mathematics Teacher*. 3 : 163 - 165. March.

- Sund, Robert B. (1976). *Piaget For Education : A Multimedia Program*. Ohio Charles E. Merrill Publishing Company, A Bell & Howell Company, 184 p.
- Talton, Carolyn Flancegan. (1988). "Let's Solve the Problem Before We Find the Answer," *The Arithmetic Teacher*. 36 (1) : 40 - 45. September.
- Travers, Robert M.W. (1967). *Essential of Learning : An Overview for Student of Education*. New York : Macmillan Co.
- Wilson, Jame W. (1971). "Evaluation of Learning in Secondary School Mathematics," in *Handbook an Formative Evaluation of Student Learning*. Edit by Benjamin S. Bloom. U.S.A. : McGraw-Hill.
- Winer, B.J. (1971). *Statistical Principles in Experimental Design*. 2 md. cd. Tokyo : McGraw-Hill Kogakusha.
- Writt, Patrich James. (1988). "Mathematical Problem - Solving : An Exploration of the Relation of the Relationship between Strategies and Heuristics," *Dissertation Abstracts International*. 48(1) : 72 - A. July.
- Zalewski, Jean Claire. (1978). "An Investigation of Selected Factors Contributing to Success in Solving Mathematics Word Problem," *Dissertation Abstracts International*. 5 : 2804 - A. November.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

- ค่าความยาก p (difficulty index) และค่าอำนาจจำแนก r (discriminate index) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
- ค่าความยาก p (difficulty index) และค่าอำนาจจำแนก r (discriminate index) ของแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผล
- ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
- ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผล
- ค่าสถิติที่ใช้ในการตรวจสอบสมมติฐาน

ตาราง 14 ค่าความยาก (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์
ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์

ข้อที่	p	r	ข้อที่	p	r
1	0.61	0.45	16	0.53	0.52
2	0.80	0.26	17	0.38	0.65
3	0.42	0.38	18	0.45	0.55
4	0.74	0.38	19	0.38	0.30
5	0.37	0.80	20	0.52	0.43
6	0.52	0.71	21	0.72	0.51
7	0.41	0.35	22	0.80	0.26
8	0.47	0.52	23	0.77	0.65
9	0.66	0.23	24	0.34	0.68
10	0.73	0.40	25	0.47	0.52
11	0.61	0.60	26	0.39	0.60
12	0.58	0.50	27	0.55	0.79
13	0.65	0.61	28	0.50	0.46
14	0.65	0.53	29	0.55	0.44
15	0.50	0.63	30	0.69	0.55

ตาราง 15 ค่าความยาก (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดความสามารถ
ในการคิดอย่างมีเหตุผล (ชุดที่ 1 จำแนกประเภท)

ข้อที่	p	r	ข้อที่	p	r
1	0.76	0.54	9	0.64	0.55
2	0.36	0.55	10	0.58	0.38
3	0.58	0.26	11	0.63	0.63
4	0.61	0.45	12	0.52	0.37
5	0.79	0.38	13	0.68	0.57
6	0.43	0.52	14	0.79	0.38
7	0.55	0.49	15	0.64	0.40
8	0.38	0.30			

ตาราง 16 ค่าความยาก (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดความสามารถ
ในการคิดอย่างมีเหตุผล (ชุดที่2 อุปมา-อุปมัย)

ข้อที่	p	r	ข้อที่	p	r
1	0.73	0.70	9	0.79	0.38
2	0.54	0.63	10	0.59	0.45
3	0.27	0.59	11	0.22	0.50
4	0.74	0.38	12	0.20	0.35
5	0.43	0.58	13	0.40	0.68
6	0.77	0.65	14	0.63	0.43
7	0.78	0.50	15	0.77	0.53
8	0.80	0.26			

ตาราง 17 ค่าความยาก (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดความสามารถ
ในการคิดอย่างมีเหตุผล (ชุดที่3 อนุกรมสัมพันธ์)

ข้อที่	p	r	ข้อที่	p	r
1	0.76	0.24	9	0.72	0.71
2	0.76	0.43	10	0.63	0.72
3	0.79	0.38	11	0.76	0.66
4	0.78	0.29	12	0.57	0.47
5	0.78	0.50	13	0.80	0.61
6	0.67	0.51	14	0.77	0.32
7	0.80	0.61	15	0.75	0.27
8	0.77	0.65			

ตาราง 18 ค่าความยาก (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดความสามารถ
ในการคิดอย่างมีเหตุผล (ชุดที่4 สรุปอ้างอิง)

ข้อที่	p	r	ข้อที่	p	r
1	0.77	0.32	9	0.78	0.39
2	0.48	0.25	10	0.74	0.48
3	0.33	0.51	11	0.36	0.26
4	0.68	0.34	12	0.41	0.23
5	0.61	0.45	13	0.43	0.52
6	0.47	0.40	14	0.31	0.31
7	0.68	0.48	15	0.80	0.26
8	0.42	0.20			

ตาราง 19 ค่า p ค่า q และค่า pq ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์

ข้อ	p	q	pq	ข้อ	p	q	pq
1	0.67	0.33	0.22	16	0.43	0.57	0.25
2	0.71	0.29	0.21	17	0.37	0.63	0.23
3	0.28	0.72	0.20	18	0.38	0.62	0.24
4	0.60	0.40	0.24	19	0.32	0.68	0.22
5	0.32	0.68	0.22	20	0.22	0.78	0.17
6	0.58	0.42	0.24	21	0.32	0.68	0.22
7	0.38	0.62	0.24	22	0.54	0.46	0.25
8	0.29	0.71	0.21	23	0.61	0.39	0.24
9	0.20	0.80	0.16	24	0.27	0.73	0.20
10	0.46	0.54	0.25	25	0.31	0.69	0.21
11	0.33	0.67	0.22	26	0.26	0.74	0.19
12	0.50	0.50	0.25	27	0.32	0.68	0.22
13	0.37	0.63	0.23	28	0.12	0.88	0.11
14	0.37	0.63	0.23	29	0.62	0.38	0.24
15	0.43	0.60	0.25	30	0.36	0.64	0.23

$$\sum pq = 6.56$$

ค่าความเชื่อมั่น ของ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์

$$r_{tt} = \frac{n}{n-1} \left[1 - \frac{\sum pq}{S_t^2} \right]$$

$$n = 30$$

$$\sum pq = 6.56$$

$$S_t^2 = 21.76$$

$$r_{tt} = 0.72$$

ตาราง 20 ค่า p ค่า q และค่า pq ของแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผล
ชุดที่ 1 จำแนกประเภท

ข้อ	p	q	pq	ข้อ	p	q	pq
1	0.93	0.07	0.07	9	0.91	0.09	0.08
2	0.18	0.82	0.15	10	0.83	0.17	0.14
3	0.86	0.14	0.12	11	0.70	0.30	0.21
4	0.89	0.11	0.10	12	0.74	0.26	0.19
5	0.94	0.07	0.06	13	0.85	0.15	0.13
6	0.45	0.55	0.25	14	0.94	0.06	0.05
7	0.87	0.13	0.11	15	0.90	0.10	0.08
8	0.20	0.81	0.16				

$$\Sigma pq = 1.91$$

ค่าความเชื่อมั่น ของ แบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผล
ชุดที่ 1 จำแนกประเภท

$$r_{tt} = \frac{n}{n-1} \left[1 - \frac{\Sigma pq}{S_t^2} \right]$$

$$n = 15$$

$$\Sigma pq = 1.91$$

$$S_t^2 = 4.10$$

$$r_{tt} = 0.57$$

ตาราง 21 ค่า p ค่า q และค่า pq ของแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผล
ชุดที่ 2 อุปมา - อุปมัย

ข้อ	p	q	pq	ข้อ	p	q	pq
1	0.77	0.23	0.18	9	0.91	0.09	0.08
2	0.70	0.30	0.21	10	0.83	0.17	0.14
3	0.36	0.64	0.23	11	0.19	0.81	0.15
4	0.88	0.12	0.11	12	0.15	0.85	0.12
5	0.60	0.40	0.24	13	0.85	0.15	0.13
6	0.86	0.14	0.12	14	0.75	0.25	0.19
7	0.86	0.14	0.12	15	0.90	0.11	0.09
8	0.94	0.06	0.05				

$$\Sigma pq = 2.17$$

ค่าความเชื่อมั่น ของ แบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผล
ชุดที่ 2 อุปมา - อุปมัย

$$r_{tt} = \frac{n}{n-1} \left[1 - \frac{\Sigma pq}{S_t^2} \right]$$

$$n = 15$$

$$\Sigma pq = 2.17$$

$$S_t^2 = 5.22$$

$$r_{tt} = 0.63$$

ตาราง 22 ค่า p ค่า q และค่า pq ของแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผล
ชุดที่ 3 อนุกรมสัมพันธ์

ข้อ	p	q	pq	ข้อ	p	q	pq
1	0.85	0.15	0.13	9	0.75	0.25	0.18
2	0.67	0.33	0.22	10	0.75	0.25	0.19
3	0.89	0.11	0.10	11	0.75	0.25	0.19
4	0.78	0.22	0.17	12	0.20	0.80	0.16
5	0.80	0.20	0.16	13	0.92	0.08	0.08
6	0.72	0.28	0.20	14	0.89	0.11	0.10
7	0.89	0.11	0.10	15	0.88	0.12	0.11
8	0.93	0.07	0.07				

$$\Sigma pq = 2.14$$

ค่าความเชื่อมั่น ของ แบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผล
ชุดที่ 3 อนุกรมสัมพันธ์

$$r_{tt} = \frac{n}{n-1} \left[1 - \frac{\Sigma pq}{S_t^2} \right]$$

$$n = 15$$

$$\Sigma pq = 2.14$$

$$S_t^2 = 7.35$$

$$r_{tt} = 0.75$$

ตาราง 23 ค่า p ค่า q และค่า pq ของแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผล
ชุดที่ 4 สรุปอ้างอิง

ข้อ	p	q	pq	ข้อ	p	q	pq
1	0.90	0.10	0.09	9	0.92	0.08	0.08
2	0.84	0.16	0.14	10	0.89	0.11	0.10
3	0.44	0.56	0.25	11	0.15	0.85	0.13
4	0.88	0.12	0.11	12	0.61	0.39	0.24
5	0.85	0.15	0.13	13	0.76	0.24	0.18
6	0.78	0.22	0.17	14	0.20	0.81	0.16
7	0.87	0.13	0.11	15	0.94	0.06	0.05
8	0.70	0.30	0.21				

$$\Sigma pq = 2.14$$

ค่าความเชื่อมั่น ของ แบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผล
ชุดที่ 4 สรุปอ้างอิง

$$r_{tt} = \frac{n}{n-1} \left[1 - \frac{\Sigma pq}{S_t^2} \right]$$

$$n = 15$$

$$\Sigma pq = 2.14$$

$$S_t^2 = 4.86$$

$$r_{tt} = 0.60$$

ตาราง 24 คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ Pretest และ Posttest ของ
กลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุม (41 คน / 30 คะแนน)

กลุ่มทดลอง			กลุ่มควบคุม		
นักเรียนคนที่	Pretest	Posttest	นักเรียนคนที่	Pretest	Posttest
1	12	11	1	12	12
2	7	18	2	8	4
3	10	15	3	13	26
4	14	19	4	13	13
5	9	13	5	15	16
6	18	22	6	10	12
7	18	23	7	10	12
8	8	13	8	14	15
9	14	23	9	14	17
10	24	30	10	16	22
11	15	16	11	10	8
12	21	27	12	19	24
13	8	13	13	10	13
14	15	12	14	15	20
15	14	25	15	14	19
16	10	17	16	12	9
17	13	20	17	14	15
18	10	13	18	12	10
19	10	17	19	10	10
20	11	17	20	15	19
21	10	6	21	12	17
22	9	13	22	19	27
23	13	14	23	14	16
24	16	24	24	8	2
25	14	13	25	10	13
26	15	15	26	8	9
27	9	10	27	11	14
28	14	15	28	11	10
29	7	16	29	13	17
30	16	26	30	12	13

ตาราง 24 (ต่อ)

กลุ่มทดลอง			กลุ่มควบคุม		
นักเรียนคนที่	Pretest	Posttest	นักเรียนคนที่	Pretest	Posttest
31	12	15	31	10	12
32	10	13	32	11	14
33	11	17	33	14	17
34	4	10	34	13	17
35	14	19	35	11	6
36	19	20	36	10	12
37	16	12	37	17	20
38	14	15	38	13	15
39	14	20	39	18	26
40	13	13	40	12	8
41	6	13	41	10	5
รวม	517	683	รวม	513	586

การวิเคราะห์ข้อมูลวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

สถิติที่ใช้ทดสอบสมมติฐาน ใช้ t- Difference Score

$$t = \frac{MD_1 - MD_2}{\sqrt{\frac{S_D^2}{n_1} + \frac{S_D^2}{n_2}}}$$

$$\begin{aligned} \text{เมื่อ } S_D^2 &= \frac{\Sigma(D_1 - MD_1)^2 + \Sigma(D_2 - MD_2)^2}{n_1 + n_2 - 2} \\ &= \frac{581.902 + 579.02}{41 + 41 - 2} \\ &= 14.51 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} t &= \frac{4.05 - 1.78}{\sqrt{\frac{14.51}{41} + \frac{14.51}{41}}} \\ &= 2.697^{**} \end{aligned}$$

$$t_{.01} = 2.646 \quad (df = 80)$$

ตาราง 25 คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ Pretest และ Posttest ของนักเรียน
ที่มีระดับความสามารถทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์สูง กลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุม
(13 คน / 30 คะแนน)

กลุ่มทดลอง			กลุ่มควบคุม		
นักเรียนคนที่	Pretest	Posttest	นักเรียนคนที่	Pretest	Posttest
1	21	27	1	19	27
2	13	20	2	11	14
3	14	20	3	14	17
4	15	16	4	15	19
5	16	24	5	10	12
6	12	11	6	10	12
7	18	22	7	8	2
8	24	30	8	15	16
9	7	16	9	10	10
10	14	15	10	13	15
11	14	13	11	12	9
12	14	19	12	19	24
13	18	23	13	14	16
รวม	200	256	รวม	170	193

การวิเคราะห์ข้อมูลวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ของนักเรียน
ที่มีระดับความสามารถทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์สูง กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม
สถิติที่ใช้ทดสอบสมมติฐาน ใช้ t- Difference Score

$$\text{สูตร } t = \frac{MD_1 - MD_2}{\sqrt{\frac{S_D^2}{n_1} + \frac{S_D^2}{n_2}}}$$

$$\begin{aligned} \text{เมื่อ } S_D^2 &= \frac{\Sigma(D_1 - MD_1)^2 + \Sigma(D_2 - MD_2)^2}{n_1 + n_2 - 2} \\ &= \frac{130.769 + 103.982}{13 + 13 - 2} \\ &= 9.781 \end{aligned}$$

$$t = \frac{4.31 - 1.77}{\sqrt{\frac{9.781}{13} + \frac{9.781}{13}}}$$

$$t = 2.070 *$$

$$t_{.05} = 2.064 \quad (df = 24)$$

ตาราง 26 คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ Pretest และ Posttest ของนักเรียน
ที่มีระดับความสามารถทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ปานกลาง กลุ่มทดลอง และ กลุ่มควบคุม
(15 คน / 30 คะแนน)

กลุ่มทดลอง			กลุ่มควบคุม		
นักเรียนคนที่	Pretest	Posttest	นักเรียนคนที่	Pretest	Posttest
1	11	17	1	13	26
2	14	23	2	15	20
3	13	13	3	14	15
4	9	13	4	12	17
5	8	13	5	13	13
6	14	15	6	11	14
7	8	13	7	13	17
8	15	15	8	12	13
9	14	25	9	18	26
10	19	20	10	16	22
11	7	18	11	10	8
12	15	12	12	10	13
13	12	15	13	14	15
14	10	13	14	11	10
15	9	10	15	10	12
รวม	178	235	รวม	192	241

การวิเคราะห์ข้อมูลวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ของนักเรียน
ที่มีระดับความสามารถทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ปานกลาง กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม
สถิติที่ใช้ทดสอบสมมติฐาน ใช้ t- Difference Score

$$\text{สูตร } t = \frac{MD_1 - MD_2}{\sqrt{\frac{S_D^2}{n_1} + \frac{S_D^2}{n_2}}}$$

$$\text{เมื่อ } S_D^2 = \frac{\Sigma(D_1 - MD_1)^2 + \Sigma(D_2 - MD_2)^2}{n_1 + n_2 - 2}$$

$$= \frac{243.80 + 204.93}{13 + 13 - 2}$$

$$= 16.03$$

$$t = \frac{3.80 - 3.27}{\sqrt{\frac{16.03}{13} + \frac{16.03}{13}}}$$

$$t = 0.36$$

$$t_{.05} = 2.048 \quad (df = 28)$$

ตาราง 27 คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ Pretest และ Posttest ของนักเรียน
ที่มีระดับความสามารถทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ต่ำ กลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุม
(13 คน / 30 คะแนน)

กลุ่มทดลอง			กลุ่มควบคุม		
นักเรียนคนที่	Pretest	Posttest	นักเรียนคนที่	Pretest	Posttest
1	16	26	1	12	8
2	10	17	2	10	5
3	10	17	3	11	6
4	10	6	4	14	19
5	10	13	5	10	13
6	4	10	6	8	9
7	11	17	7	14	17
8	6	13	8	10	12
9	14	19	9	17	10
10	16	12	10	12	12
11	13	14	11	8	4
12	10	15	12	12	10
13	9	13	13	13	17
รวม	139	192	รวม	151	152

การวิเคราะห์ข้อมูลวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ของนักเรียน
ที่มีระดับความสามารถทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ต่ำกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม
สถิติที่ใช้ทดสอบสมมติฐาน ใช้ t- Difference Score

$$\text{สูตร } t = \frac{MD_1 - MD_2}{\sqrt{\frac{S_D^2}{n_1} + \frac{S_D^2}{n_2}}}$$

$$\text{เมื่อ } S_D^2 = \frac{\Sigma(D_1 - MD_1)^2 + \Sigma(D_2 - MD_2)^2}{n_1 + n_2 - 2}$$

$$= \frac{210.92 + 158.99}{13 + 13 - 2}$$

$$= 15.41$$

$$t = \frac{4.08 - 0.08}{\sqrt{\frac{15.41}{13} + \frac{15.41}{13}}}$$

$$t = 2.597^*$$

$$t_{.05} = 2.064 \quad (df = 24)$$

ตาราง 28 คะแนนความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผล Pretest และ Posttest ของ กลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุม (41 คน / 60 ข้อ)

กลุ่มทดลอง			กลุ่มควบคุม		
นักเรียนคนที่	Pretest	Posttest	นักเรียนคนที่	Pretest	Posttest
1	42	43	1	39	36
2	42	42	2	42	48
3	36	40	3	40	45
4	38	36	4	43	44
5	33	34	5	38	41
6	39	43	6	32	35
7	42	44	7	38	43
8	44	43	8	45	45
9	44	51	9	45	46
10	33	43	10	38	40
11	49	48	11	44	38
12	39	40	12	41	42
13	37	45	13	41	46
14	36	43	14	39	43
15	42	40	15	33	38
16	33	39	16	35	36
17	37	43	17	40	41
18	41	44	18	40	45
19	40	41	19	43	44
20	45	46	20	40	43
21	36	35	21	36	30
22	31	37	22	44	45
23	41	46	23	42	45
24	31	36	24	37	35
25	38	43	25	41	40
26	32	34	26	18	16
27	43	44	27	34	34
28	42	45	28	40	42
29	39	43	29	32	35
30	36	43	30	30	35

ตาราง 28 (ต่อ)

กลุ่มทดลอง			กลุ่มควบคุม		
นักเรียนคนที่	Pretest	Posttest	นักเรียนคนที่	Pretest	Posttest
31	38	43	31	37	35
32	39	42	32	37	32
33	32	31	33	36	38
34	30	39	34	42	43
35	41	41	35	33	35
36	35	42	36	39	42
37	23	33	37	36	40
38	44	46	38	41	42
39	40	48	39	40	45
40	39	43	40	28	30
41	19	31	41	35	38
รวม	1541	1693	รวม	1554	1616

การวิเคราะห์ข้อมูลวัดความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผล
 ของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม สถิติที่ใช้ทดสอบสมมติฐาน ใช้ t- Difference Score

$$\begin{aligned}
 \text{สูตร } t &= \frac{MD_1 - MD_2}{\sqrt{\frac{S_D^2}{n_1} + \frac{S_D^2}{n_2}}} \\
 \text{เมื่อ } S_D^2 &= \frac{\Sigma(D_1 - MD_1)^2 + \Sigma(D_2 - MD_2)^2}{n_1 + n_2 - 2} \\
 &= \frac{514.488 + 360.244}{41 + 41 - 2} \\
 &= 10.934 \\
 t &= \frac{3.707 - 1.512}{\sqrt{\frac{10.934}{41} + \frac{10.934}{41}}} \\
 t &= 3.006^{**} \\
 t_{.01} &= 2.646 \quad (df = 80)
 \end{aligned}$$

ตาราง 29 คะแนนความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผล Pretest และ Posttest ของนักเรียน
ที่มีระดับความสามารถทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์สูง กลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุม
(13 คน / 60 คะแนน)

กลุ่มทดลอง			กลุ่มควบคุม		
นักเรียนคนที่	Pretest	Posttest	นักเรียนคนที่	Pretest	Posttest
1	39	40	1	44	45
2	37	43	2	37	32
3	40	48	3	45	46
4	49	48	4	40	43
5	31	36	5	32	35
6	42	43	6	38	43
7	39	43	7	37	35
8	33	43	8	38	41
9	39	43	9	43	44
10	44	46	10	41	42
11	38	43	11	35	36
12	41	41	12	41	42
13	42	44	13	42	45
รวม	514	561	รวม	513	529

การวิเคราะห์ข้อมูลวัดความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผล ของนักเรียน
ที่มีระดับความสามารถทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์สูง กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม
สถิติที่ใช้ทดสอบสมมติฐาน ใช้ t- Difference Score

$$\text{สูตร } t = \frac{MD_1 - MD_2}{\sqrt{\frac{S_D^2}{n_1} + \frac{S_D^2}{n_2}}}$$

$$\text{เมื่อ } S_D^2 = \frac{\Sigma(D_1 - MD_1)^2 + \Sigma(D_2 - MD_2)^2}{n_1 + n_2 - 2}$$

$$= \frac{123.077 + 76.308}{13 + 13 - 2}$$

$$= 8.308$$

$$t = \frac{3.6154 - 1.231}{\sqrt{\frac{8.308}{13} + \frac{8.308}{13}}}$$

$$t = 2.120 *$$

$$t_{.05} = 2.064 \quad (df = 24)$$

ตาราง 30 คะแนนความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผล Pretest และ Posttest ของนักเรียน
ที่มีระดับความสามารถทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ปานกลาง กลุ่มทดลอง และ กลุ่มควบคุม
(15 คน / 60 คะแนน)

กลุ่มทดลอง			กลุ่มควบคุม		
นักเรียนคนที่	Pretest	Posttest	นักเรียนคนที่	Pretest	Posttest
1	32	31	1	40	45
2	44	51	2	39	43
3	39	43	3	40	41
4	33	34	4	36	30
5	37	45	5	43	44
6	42	45	6	34	34
7	44	43	7	32	35
8	32	34	8	30	35
9	42	40	9	40	45
10	35	42	10	38	40
11	42	42	11	44	38
12	36	43	12	41	46
13	38	43	13	45	45
14	41	44	14	40	42
15	43	44	15	39	42
รวม	580	624	รวม	581	605

การวิเคราะห์ข้อมูลวัดความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผล ของนักเรียน
ที่มีระดับความสามารถทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ปานกลาง กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม
สถิติที่ใช้ทดสอบสมมติฐาน ใช้ t- Difference Score

$$\text{สูตร } t = \frac{MD_1 - MD_2}{\sqrt{\frac{S_D^2}{n_1} + \frac{S_D^2}{n_2}}}$$

$$\text{เมื่อ } S_D^2 = \frac{\Sigma(D_1 - MD_1)^2 + \Sigma(D_2 - MD_2)^2}{n_1 + n_2 - 2}$$

$$= \frac{152.93 + 177.6}{15 + 15 - 2}$$

$$= 11.80$$

$$\text{สูตร } t = \frac{2.93 - 1.60}{\sqrt{\frac{11.80}{15} + \frac{11.80}{15}}}$$

$$t = 1.064$$

$$\text{จากตารางค่า } t_{.05} = 2.048 \quad (df = 28)$$

ตาราง 31 คะแนนความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผล Pretest และ Posttest ของนักเรียน
ที่มีระดับความสามารถทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ต่ำ กลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุม
(13 คน / 60 คะแนน)

กลุ่มทดลอง			กลุ่มควบคุม		
นักเรียนคนที่	Pretest	Posttest	นักเรียนคนที่	Pretest	Posttest
1	36	43	1	28	30
2	33	39	2	35	38
3	40	41	3	33	35
4	36	35	4	33	38
5	39	42	5	41	40
6	30	39	6	18	16
7	45	46	7	36	38
8	19	31	8	37	35
9	38	36	9	36	40
10	23	33	10	39	36
11	41	46	11	42	48
12	36	40	12	40	45
13	31	37	13	42	43
รวม	139	192	รวม	151	152

การวิเคราะห์ข้อมูลวัดความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผล ของนักเรียน
ที่มีระดับความสามารถทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ต่ำ กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม
สถิติที่ใช้ทดสอบสมมติฐาน ใช้ t- Difference Score

$$\text{สูตร } t = \frac{MD_1 - MD_2}{\sqrt{\frac{S_D^2}{n_1} + \frac{S_D^2}{n_2}}}$$

$$\text{เมื่อ } S_D^2 = \frac{\Sigma(D_1 - MD_1)^2 + \Sigma(D_2 - MD_2)^2}{n_1 + n_2 - 2}$$

$$= \frac{216.769 + 104.769}{13 + 13 - 2}$$

$$= 13.397$$

$$t = \frac{MD_1 - MD_2}{\sqrt{\frac{S_D^2}{n_1} + \frac{S_D^2}{n_2}}}$$

$$= \frac{4.692 - 1.692}{\sqrt{\frac{13.397}{13} + \frac{13.397}{13}}}$$

$$t = 2.091 *$$

$$t_{.05} = 2.064 \quad (df = 24)$$

ภาคผนวก ข

- แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
- แบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผล
 - ชุดที่ 1 จำแนกประเภท
 - ชุดที่ 2 อุปมา อุปมัย
 - ชุดที่ 3 อนุกรมสัมพันธ์
 - ชุดที่ 4 สรุปอ้างอิง

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์

วิชา ค 203 คณิตศาสตร์ 3

เรื่อง เศษส่วนและทศนิยม

ระดับชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 2

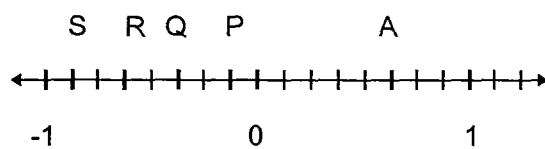
จำนวน 30 ข้อ เวลา 50 นาที

คำชี้แจง ในข้อสอบแต่ละข้อให้เลือกคำตอบจาก ก. ถึง ง. ที่ถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียว

แล้วทำเครื่องหมาย X ในกระดาษคำตอบของแต่ละข้อให้ตรงกับตัวเลือกที่ท่านเลือก

จุดประสงค์ที่ 1 บอกจำนวนตรงข้ามของเศษส่วนใดๆได้

1. จำนวนตรงข้ามของจำนวนที่เขียนแทนด้วยจุด A คือจุดที่กำหนดด้วยอักษรใดบนเส้นจำนวน



- ก. P
ข. Q
ค. R
ง. S

2. จำนวนตรงข้ามของจำนวนต่อไปนี้ $\frac{1}{2}, -\frac{3}{4}, -2\frac{1}{5}, \frac{7}{6}$ คือจำนวนใด

- ก. $2, -\frac{4}{3}, -2\frac{5}{1}, \frac{6}{7}$
ข. $-2, \frac{4}{3}, -2\frac{1}{5}, \frac{7}{6}$
ค. $\frac{1}{2}, -\frac{4}{3}, -2\frac{5}{1}, \frac{7}{6}$
ง. $-\frac{1}{2}, \frac{3}{4}, 2\frac{1}{5}, -\frac{7}{6}$

จุดประสงค์ที่ 2 เปรียบเทียบเศษส่วนตั้งแต่สองจำนวนขึ้นไปได้ว่า เท่ากัน ไม่เท่ากัน มากกว่า น้อยกว่ากัน

3. เศษส่วนคู่ใดเท่ากันจริง

- ก. $\frac{25}{45} = \frac{45}{81}$
ข. $\frac{12}{18} = \frac{10}{16}$
ค. $\frac{9}{21} = \frac{21}{48}$
ง. $\frac{21}{35} = \frac{28}{46}$

4. เศษส่วนคู่ใดมีค่าไม่เท่ากัน

- ก. $-\frac{3}{2}$ กับ $-\frac{9}{6}$
ข. $\frac{5}{6}$ กับ $\frac{4}{5}$
ค. $\frac{12}{18}$ กับ $-\left(-\frac{2}{3}\right)$
ง. $-\frac{7}{9}$ กับ $-\frac{35}{45}$

จุดประสงค์ที่ 3 หาผลบวกและผลลบของเศษส่วนใดๆได้

5. $\frac{5}{6} + \left(-\frac{7}{12}\right)$ มีค่าเท่าใด

- ก. $-\frac{1}{4}$
ข. $\frac{1}{4}$
ค. $-\frac{1}{9}$
ง. $-\frac{1}{6}$

6. $\left(-2\frac{1}{4}\right) + \left(-\frac{5}{6}\right)$ มีค่าเท่าใด

ก. $-\frac{3}{12}$

ข. $-\frac{7}{12}$

ค. $-3\frac{1}{12}$

ง. $-\frac{1}{12}$

7. $\left\{\left(-\frac{5}{9}\right) + 4\right\} - 2\frac{2}{3}$ มีค่าเท่าใด

ก. $\frac{7}{9}$

ข. $\frac{11}{13}$

ค. $\frac{23}{6}$

ง. $\frac{17}{9}$

8. $\left(-\frac{7}{3}\right) - 8\frac{1}{2}$ มีค่าเท่าใด

ก. $-10\frac{5}{6}$

ข. $-10\frac{1}{6}$

ค. $-9\frac{7}{12}$

ง. $-9\frac{5}{6}$

9. $3\frac{2}{5} - \left(-\frac{2}{3}\right)$ มีค่าเท่าใด

ก. $2\frac{3}{8}$

ข. $2\frac{11}{15}$

ค. $4\frac{1}{15}$

ง. $7\frac{1}{2}$

จุดประสงค์ที่ 4 หาผลคูณและผลหารของเศษ

ส่วนใดๆได้

10. $-\frac{2}{5} \times \frac{3}{9}$ มีค่าเท่าใด

ก. $\frac{2}{15}$

ข. $-\frac{2}{15}$

ค. $\frac{8}{15}$

ง. $\frac{4}{15}$

11. $\frac{16}{3} \times \left(-\frac{7}{4}\right) \times \left(-\frac{1}{7}\right)$ มีค่าเท่าใด

ก. $1\frac{1}{3}$

ข. $-1\frac{1}{3}$

ค. $\frac{1}{3}$

ง. $-\frac{1}{3}$

12. $\left\{\frac{3}{5} \times \left(-\frac{1}{4}\right)\right\} \times \left\{\frac{2}{8} \times \left(-\frac{1}{4}\right)\right\}$ มีค่าเท่าใด

ก. $-\frac{3}{20}$

ข. $-\frac{1}{16}$

ค. $\frac{3}{320}$

ง. $-\frac{3}{203}$

13. $\left(-\frac{5}{7}\right) \div \frac{15}{19}$ มีค่าเท่าใด

- ก. $-\frac{19}{3}$
 ข. $-\frac{30}{133}$
 ค. $-\frac{19}{21}$
 ง. $-\frac{5}{19}$

- ก. 100 ตัน
 ข. 200 ตัน
 ค. 300 ตัน
 ง. 400 ตัน

14. $\left(-\frac{9}{2}\right) \div \left(-\frac{14}{3}\right)$ มีค่าเท่าใด

- ก. -21
 ข. 21
 ค. $-\frac{27}{28}$
 ง. $\frac{27}{28}$

17. มีข้าวสารอยู่ $37\frac{1}{2}$ กิโลกรัม แบ่งขาย

เป็นถุงๆละ $2\frac{1}{2}$ กิโลกรัม ถ้าขายไป

11ถุง จะเหลือข้าวสารอยู่ที่กิโลกรัม

- ก. 7 กิโลกรัม
 ข. 8 กิโลกรัม
 ค. 9 กิโลกรัม
 ง. 10 กิโลกรัม

18. น้อยมีเงิน 150 บาท ใช้จ่ายครั้งแรก $\frac{1}{3}$

ของเงินทั้งหมด ครั้งที่สองใช้ไป $\frac{3}{5}$ ของที่

เหลือน้อยเหลือเงินอยู่เท่าไร

- ก. 30 บาท
 ข. 40 บาท
 ค. 50 บาท
 ง. 60 บาท

15. $\frac{3}{4} \times \left(\frac{1}{2} - \frac{1}{9}\right) \div 3\frac{1}{2}$ มีค่าเท่าใด

- ก. $\frac{1}{2}$
 ข. $\frac{1}{6}$
 ค. $\frac{1}{3}$
 ง. $\frac{1}{12}$

19. บ้านจัดสรรหลังหนึ่งราคา 3,000,000

บาท ผ่อนชำระเงินเป็นงวด งวดแรกชำระ

$\frac{1}{10}$ ของราคาบ้าน งวดที่สองชำระ $\frac{1}{9}$

ของที่เหลือ งวดที่สามชำระ $\frac{1}{8}$ ของที่

เหลือ หลังจากนั้นผ่อนเป็นเดือนเป็นเวลา

140 เดือน จะต้องผ่อนเดือนละเท่าไร

- ก. 12,000 บาท
 ข. 15,000 บาท
 ค. 18,000 บาท
 ง. 24,000 บาท

จุดประสงค์ที่ 5 แก่โจทย์ปัญหาเศษส่วนได้ถูกต้อง

16. ในสวนแห่งหนึ่งมีต้นไม้ 800 ต้น เป็น

มะม่วง $\frac{3}{8}$ ของผลไม้ทั้งหมด เป็นส้ม $1\frac{1}{3}$

ของจำนวนมะม่วง ที่เหลือเป็นต้นชมพู

อยากทราบว่าสวนนี้มีมะม่วงและชมพู

รวมกันกี่ต้น

จุดประสงค์ที่ 6 เขียนเศษส่วนให้อยู่ในรูป
ทศนิยมและเขียนทศนิยมซ้ำด้วยศูนย์ให้อยู่ใน
รูปเศษส่วนได้ถูกต้อง

20. $-\frac{5}{16}$ มีค่าเท่ากับจำนวนใด

- ก. - 0.3125
- ข. - 0.3135
- ค. 0.3125
- ง. 0.3235

21. - 15.375 มีค่าเท่ากับจำนวนใด

- ก. $-\frac{123}{4}$
- ข. $-\frac{123}{6}$
- ค. $-\frac{123}{8}$
- ง. $-\frac{123}{16}$

จุดประสงค์ที่ 7 เปรียบเทียบทศนิยมตั้งแต่
สองจำนวนขึ้นไปได้ว่า เท่ากัน ไม่เท่ากัน
มากกว่า หรือน้อยกว่ากันได้

22. กรณีใดต่อไปนี้ถูกต้อง

- ก. $0.75 > 0.76$
- ข. $0.057 > 0.59$
- ค. $0.607 > 0.670$
- ง. $0.890 > 0.809$

23. จำนวนใดต่อไปนี้ไม่เท่ากันทุกจำนวน

- ก. -20.0, -20.00, -20.000, -20.0000
- ข. 0.024, 0.0240, 0.02400, 0.024000
- ค. 7.45, 7.450, 7.4500, 7.45000
- ง. 0.2, 0.20, 0.02, 0.200

จุดประสงค์ที่ 8 หาผลบวก ผลลบ ผลคูณ และ
ผลหารของทศนิยมใดๆได้ถูกต้อง

24. $4.021 - (-0.1031) - 3.21$ มีค่าเท่าไร

- ก. 0.7079
- ข. 0.9141
- ค. 7.1279
- ง. 7.3341

25. $(-1.01) + \{5 + (-2.003)\} \div 0.004$ มี
ค่าเท่าใด

- ก. 1.987
- ข. 4.007
- ค. 5.993
- ง. 8.016

26. $\{9.17 + (-9.7)\} \times 10.1$ มีค่าเท่าใด

- ก. -5.353
- ข. -53.53
- ค. -8.181
- ง. -81.81

27. $(-2.3) \times (340) \times (-0.008)$ มีค่าเท่าใด

- ก. 6.256
- ข. -6.256
- ค. 6.156
- ง. -6.556

28. $43.782 \div 0.6$ มีค่ามากกว่า 5.25×13.6
อยู่เท่าไร

- ก. 1.53
- ข. 1.57
- ค. 1.75
- ง. 15.70

จุดประสงค์ที่ 9 แก้อาชีพปัญหาที่นิยมได้ถูก
ต้อง

29. ซื้อผ้ามา 4.25 เมตรราคาเมตรละ 120 บาท และซื้อลูกไม้ตัดเสื้ออีก 1.5 เมตร ราคาเมตรละ 10.50 บาท จะต้องจ่ายเงินทั้งหมดเท่าไร

- ก. 519.25 บาท
- ข. 521.50 บาท
- ค. 525.75 บาท
- ง. 530.25 บาท

30. ซื้อไข่ไก่มา 230 ฟอง ราคาฟองละ 2.45 บาท ถ้าขายไข่ไปราคาฟองละ 2.80 บาท จะได้กำไรทั้งสิ้นเท่าไร

- ก. 76.80 บาท
- ข. 78.40 บาท
- ค. 80.50 บาท
- ง. 82.30 บาท

แบบทดสอบชุดจำแนกประเภท

- คำชี้แจง 1. แบบทดสอบฉบับนี้มีจำนวน 15 ข้อ ให้เวลาทำเพียง 10 นาทีนักเรียนควรรีบทำ
ให้ครบทุกข้อ จึงจะได้คะแนนดี
2. ให้นักเรียนอ่านคำถามแล้วพิจารณาเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุด ดีที่สุด หรือ
เหมาะสมที่สุดเพียงคำตอบเดียวจากข้อ ก ข ค ง หรือ จ ที่ให้ไว้โดยทำ
เครื่องหมายกากบาท (X) ลงในช่องว่างที่ตรงกับคำตอบนั้นในกระดาษคำตอบ
3. แบบทดสอบชุดนี้แบ่งออกเป็นชุดย่อย 2 ชุดคือ
- ชุดที่ 1 เป็นแบบทดสอบชุดจำแนกประเภทแบบเข้าพวกแบ่งเป็นสองตอน
- ตอนแรก เป็นแบบทดสอบชุดจำแนกประเภทแบบเข้าพวกทางคำ
หรือข้อความทางภาษา จำนวน 4 ข้อ
- ตอนที่สอง เป็นแบบทดสอบชุดจำแนกประเภทแบบเข้าพวกทาง
ภาพรูปทรงเรขาคณิต จำนวน 4 ข้อ
- ชุดที่ 2 เป็นแบบทดสอบชุดจำแนกประเภทแบบไม่เข้าพวก แบ่งเป็นสองตอน
- ตอนแรก เป็นแบบทดสอบชุดจำแนกประเภทแบบไม่เข้าพวกทางคำ
หรือข้อความทางภาษา จำนวน 3 ข้อ
- ตอนที่สอง เป็นแบบทดสอบชุดจำแนกประเภทแบบเข้าพวกทางภาพ
รูปทรงเรขาคณิต จำนวน 4 ข้อ



ลองศึกษาตัวอย่าง
แบบทดสอบทั้ง 4 แบบ
ให้เข้าใจเสียก่อน จะช่วยให้ทำ
แบบทดสอบได้ถูกต้องมากขึ้น

ตัวอย่าง

ชุดที่ 1 แบบทดสอบชุดจำแนกประเภท
แบบเข้าพวก

- (00) วิสาขบูชา มาฆบูชา เข้าพรรษา
ก. ฉัตรมงคล
ข. สงกรานต์
ค. ปิยมหาราช
ง. พิษมงคล
จ. อาสาฬหบูชา

คำตอบที่ถูกต้องคือ ข้อ จ.

ชุดที่ 2 แบบทดสอบชุดจำแนกประเภท
แบบไม่เข้าพวก

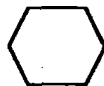
- (000) ข้อใดไม่เข้าพวก
ก. จดหมาย
ข. ไปรษณียบัตร
ค. โทรศัพท์
ง. โทรศัพท์
จ. ธนบัตร

คำตอบที่ถูกต้องคือ ข้อ ง.

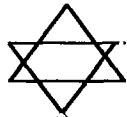
(01)



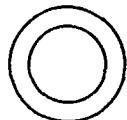
ก.



ข.



ค.



ง.



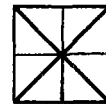
จ.



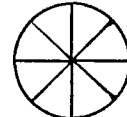
คำตอบที่ถูกต้องคือ ข้อ ค.

(001) รูปใดแตกต่างจากรูปอื่นๆ

ก.



ข.



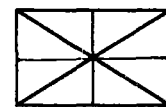
ค.



ง.



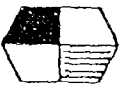
จ.



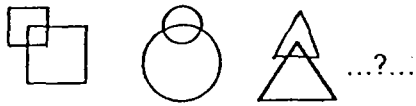
คำตอบที่ถูกต้องคือ ข้อ ง.

แบบทดสอบชุดที่ 1 ชุดจำแนกประเภทแบบเข้าพวก

คำชี้แจง ให้นักเรียนพิจารณาเลือกคำหรือรูปภาพที่มีลักษณะหรือมีความหมายบางอย่าง
ร่วมกัน,เป็นพวกเดียวกัน โดยทำเครื่องหมายกากบาท (X) ลงในกระดานคำ
ตอบที่ตรงกับข้อ ก ข ค ง หรือ จ ที่อยู่หน้าคำตอบที่ถูกต้อง

1. จอบ เสียม พลั่ว ก. ข้อน ข. เลื่อย ค. ชะแลง ง. ดาบ จ. มีด	5. ปอนด์ ดอลลาร์ เพนนี ก. กรัม ข. ไมล์ ค. บาท ง. มิลลิกรัม จ. เซนติเมตร
2. เหน็ดเหนื่อย อ่อนเพลีย เมื่อยล้า ก. อ่อนแอ ข. อิดโรย ค. ห่อเหี่ยว ง. ลำเค็ญ จ. อ่อนใจ	6. สามเหลี่ยม สี่เหลี่ยมจัตุรัส สี่เหลี่ยมผืนผ้า ก. พีระมิด ข. ปริซึม ค. ทรงกระบอก ง. วงกลม จ. กรวยกลม
3. แก้ไข ดัดแปลง ปรับปรุง ...? ก. ผันแปร ข. ต่อเติม ค. ตัดมัส ง. เลียนแบบ จ. เปลี่ยนแปลง	7.  ...? ก.  ข.  ค.  ง.  จ. 
4. เย้ยหยัน เสียดสี เยาะเย้ย ...? ก. ตูแกลน ข. ว่ากล้าว ค. ตำหนิ ง. ถากถาง จ. ดิฉะยน	จ. 

8.



ก.



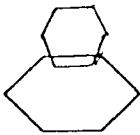
ข.



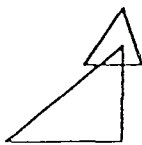
ค.



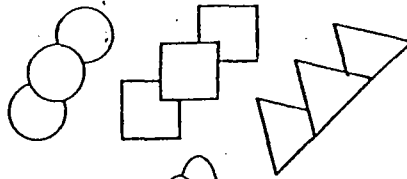
ง.



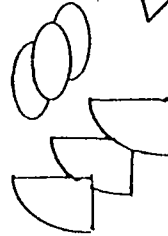
จ.



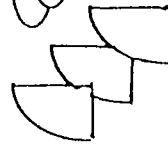
9.



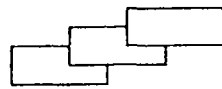
ก.



ข.



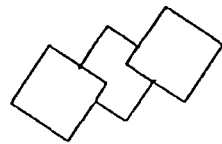
ค.



ง.



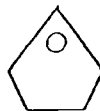
จ.



10.



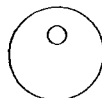
ก.



ข.



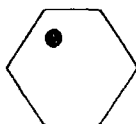
ค.



ง.



จ.



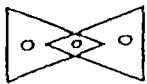
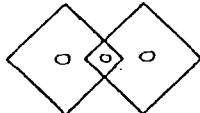
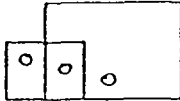
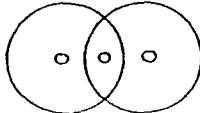
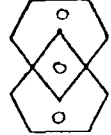
แบบทดสอบชุดที่ 2 ชุดจำแนกประเภทแบบไม่เข้าพวก

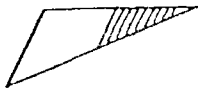
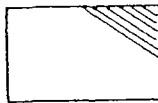
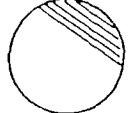
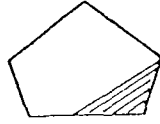
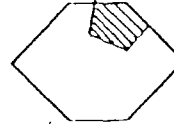
คำชี้แจง ให้นักเรียนพิจารณาเลือกคำหรือรูปภาพที่มีลักษณะหรือมีความหมายบางอย่างแตกต่างจากคำ หรือรูปภาพอื่นๆ โดยทำเครื่องหมายกากบาท (X) ลงในกระดาษคำตอบที่ตรงกับข้อ ก ข ค ง หรือ จ ที่อยู่หน้าคำตอบที่ถูกต้อง

11. ก. บวก
ข. เพิ่ม
ค. ลบ
ง. เดิม
จ. รวม

13. ก. จำนวนบวก
ข. 56
ค. -12
ง. $\frac{5}{7}$
จ. 0.124

12. ก. สีเหลี่ยมจัตุรัส
ข. สามเหลี่ยมด้านเท่า
ค. ห้าเหลี่ยมด้านเท่า
ง. สีเหลี่ยมคางหมู
จ. สีเหลี่ยมขนมเปียกปูน

14. ก. 
ข. 
ค. 
ง. 
จ. 

15. ก. 
ข. 
ค. 
ง. 
จ. 

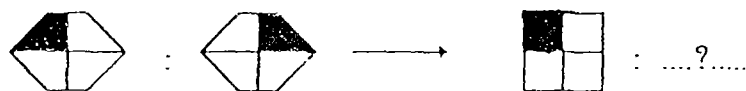
แบบทดสอบชุดอุปมาอุปไมย

คำชี้แจง

1. แบบทดสอบฉบับนี้มีจำนวน 15 ข้อ ให้เวลาทำเพียง 10 นาที
2. ให้นักเรียนพิจารณาภาพที่ 1 กับภาพที่ 2 ก่อน ว่ามีความสัมพันธ์กันอย่างไร แล้วจึงพิจารณาว่าภาพที่ 3 ควรมีความสัมพันธ์ในลักษณะเดียวกันนี้ กับภาพใดในข้อ ก ถึงข้อ จ แล้วทำเครื่องหมายกากบาท (x) ลงในกระดาษคำตอบ
3. ถ้าพบข้อยากให้ข้ามไปทำข้ออื่นก่อน เมื่อมีเวลาเหลือจึงย้อนกลับมาทำใหม่ ต้องพยายามทำให้ครบทุกข้อจึงจะได้คะแนนดี
4. ห้ามทำเครื่องหมายใดๆลงในตัวข้อสอบนี้

ตัวอย่าง

ข้อ (0)



ภาพที่ 1

ภาพที่ 2

ภาพที่ 3

ภาพที่ 4

ก.



ง.



ข.



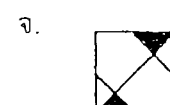
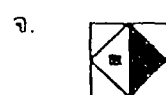
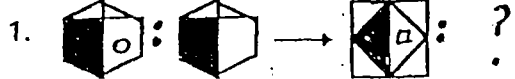
จ.

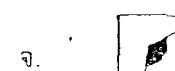
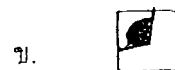
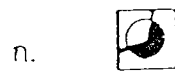
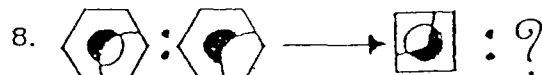
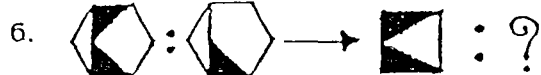
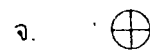
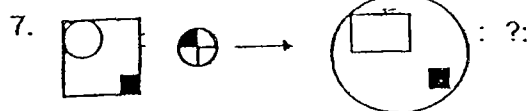
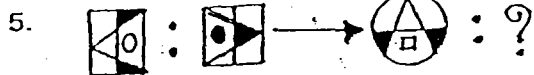


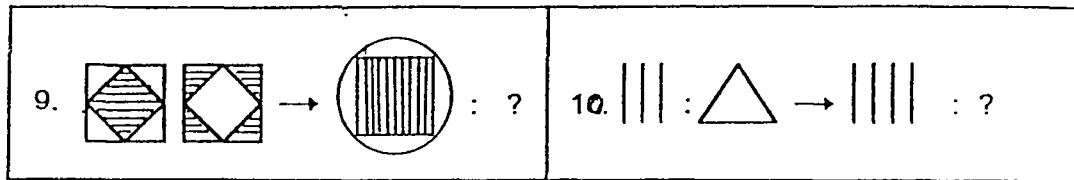
ค.



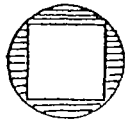
คำตอบที่ถูกต้องคือ ข้อ ค.



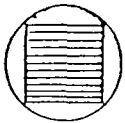




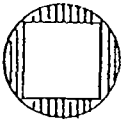
ก.



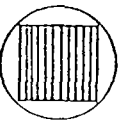
ข.



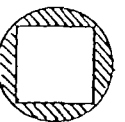
ค.



ง.



จ.



ก.



ข.



ค.

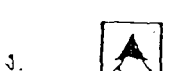
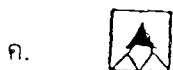
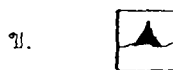
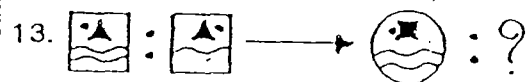
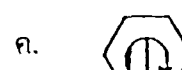
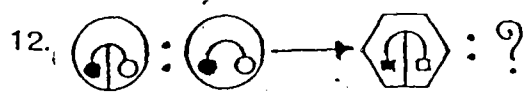
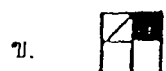
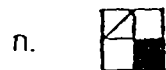


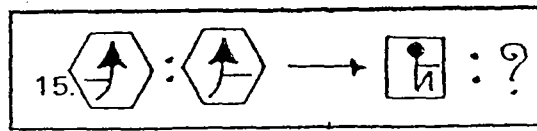
ง.



จ.







แบบทดสอบชุดอนุกรมสัมพันธ์

คำชี้แจง

1. แบบทดสอบฉบับนี้มีจำนวน 15 ข้อ ให้เวลาทำเพียง 10 นาที
2. การหาคำตอบที่ถูกต้องของข้อสอบชุดนี้ ให้นักเรียนพิจารณา ดังนี้
 พิจารณาที่
 ภาพที่ 1 กับภาพที่ 2 ในแนวนอนว่ามีความสัมพันธ์ทำให้เกิดภาพที่ 3 ได้
 อย่างไร ? และ
 ภาพที่ 1 กับภาพที่ 2 ในแนวตั้งว่ามีความสัมพันธ์ทำให้เกิดภาพที่ 3 ได้
 อย่างไร ?

ในแนวนอน →

↓
ในแนวตั้ง

ภาพที่ 1	ภาพที่ 2	ภาพที่ 3
ภาพที่ 2		
ภาพที่ 3		

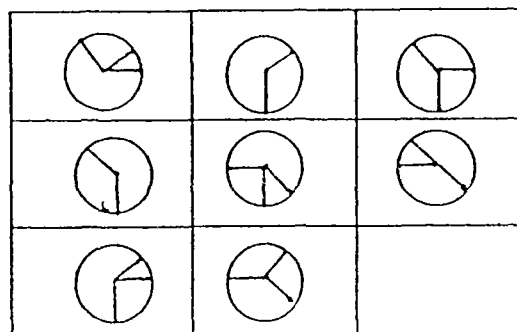
3. เมื่อนักเรียนพบความสัมพันธ์ดังกล่าวแล้ว ก็จะสามารถหาคำตอบใน
ช่องว่างที่เว้นไว้มุมขวาล่างสุดได้

ก่อนลงมือทำ
ลองพิจารณาตัวอย่างดูให้ดีๆ
แล้วจะพบว่าหาคำตอบได้
ไม่ยากเลยครับ



ตัวอย่าง จงพิจารณาเลือกภาพที่นักเรียนคิดว่าเป็นภาพที่ถูกต้องที่สุด ในช่องว่างมุมขวาล่างสุด จากข้อก. ข. ค. ง. หรือ จ. ที่ให้มา

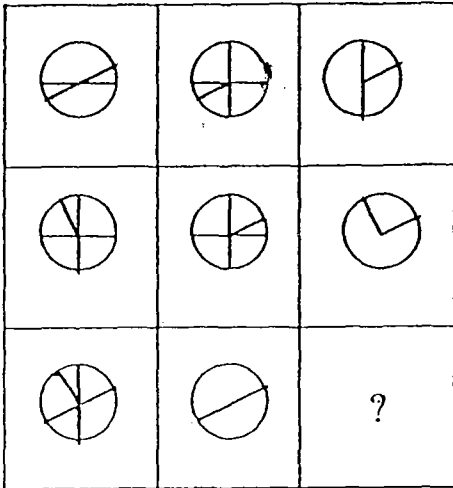
- วิธีพิจารณา
1. ถ้านำภาพที่1ซ้อนทับกับภาพที่2 ในแนวนอน จะพบว่ามีเส้นตรงภายในวงกลมบางเส้นที่ซ้อนทับกัน และมีบางเส้นที่ไม่ซ้อนทับกัน ซึ่งเป็นที่มาของภาพที่3 ในแนวนอน
 2. ภาพที่สามในแนวนอนเกิดจาก เส้นตรงภายในวงกลมของภาพที่1ที่ซ้อนทับกับเส้นตรงภายในวงกลมของภาพที่2 แล้วลบกันหมดไป คงเหลือเพียงวงกลมกับเส้นตรงภายในที่ไม่ซ้อนทับกัน
 3. การเกิดภาพที่3 ในแนวตั้งก็พิจารณานำภาพที่1ซ้อนทับกับภาพที่2 ในแนวตั้ง เช่นเดียวกับการพิจารณาในแนวนอน



จากตัวอย่าง นักเรียนจะพบว่าการพิจารณาความสัมพันธ์ของภาพทั้งสองทิศทาง จะช่วยให้ได้คำตอบที่ถูกต้องที่สุด และคำตอบที่ถูกต้องที่สุดของตัวอย่างนี้คือ ข้อ จ.

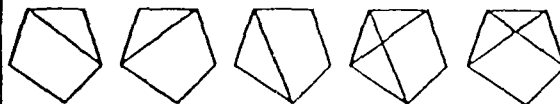
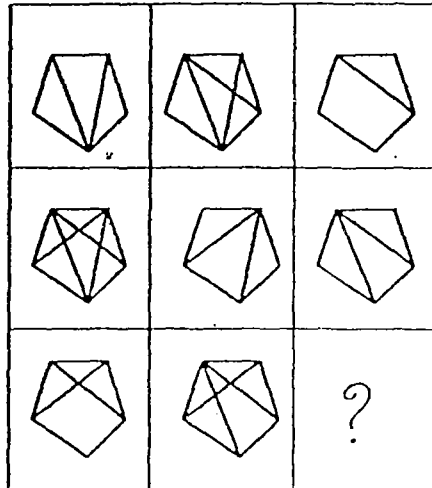
คำสั่ง จงพิจารณาเลือกภาพที่นักเรียนคิดว่าเป็นภาพที่ถูกต้องที่สุดของช่องว่างมุมขวาล่างสุด
จากคำตอบในข้อ ก. ข. ค. ง. หรือ จ. ที่ให้มา

1.



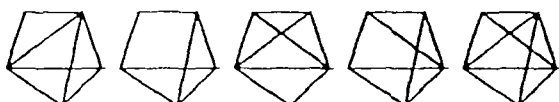
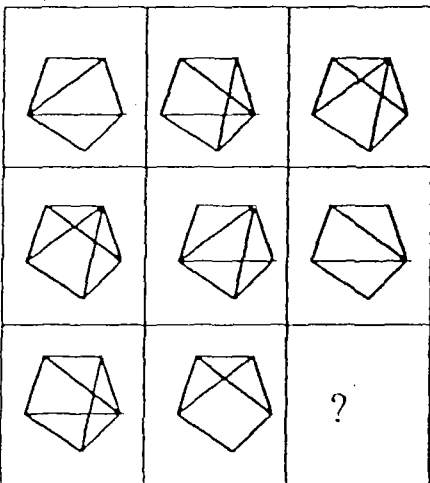
ก. ข. ค. ง. จ.

3.



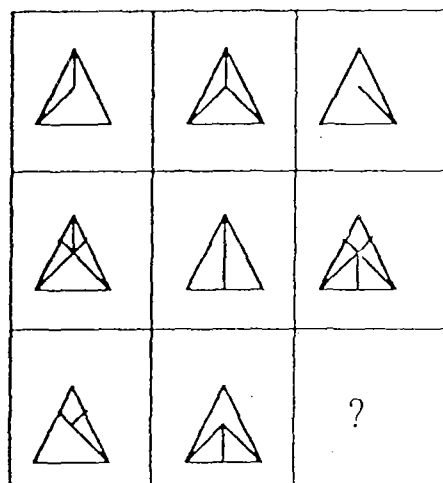
ก. ข. ค. ง. จ.

2.



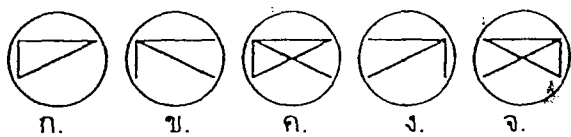
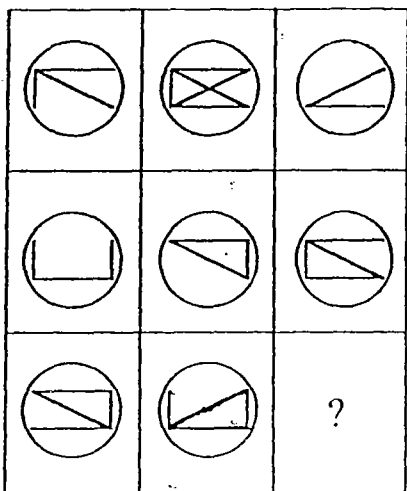
ก. ข. ค. ง. จ.

4.



ก. ข. ค. ง. จ.

5.



ก.

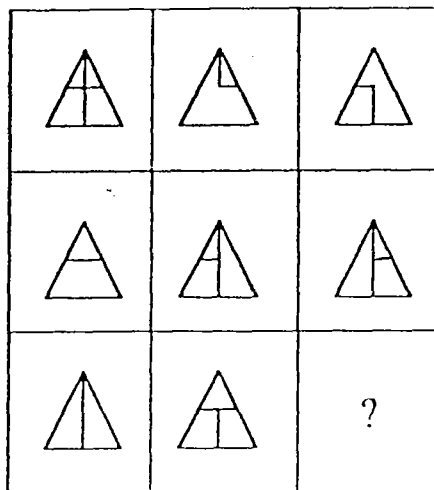
ข.

ค.

ง.

จ.

7.



ก.

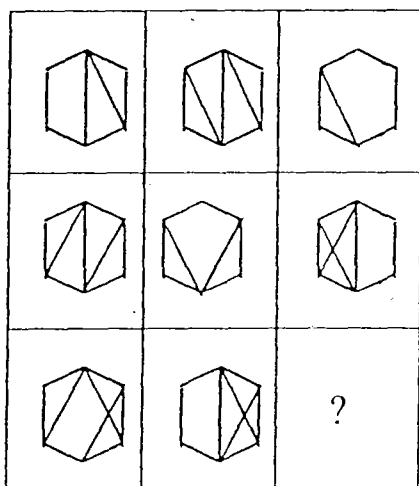
ข.

ค.

ง.

จ.

6.



ก.

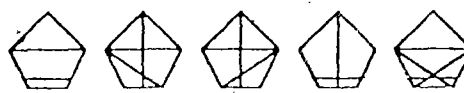
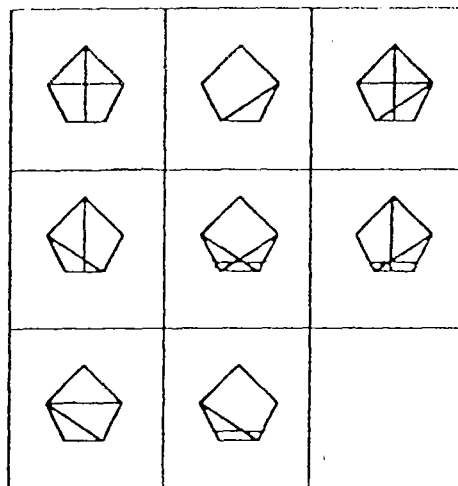
ข.

ค.

ง.

จ.

8.



ก.

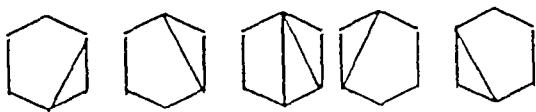
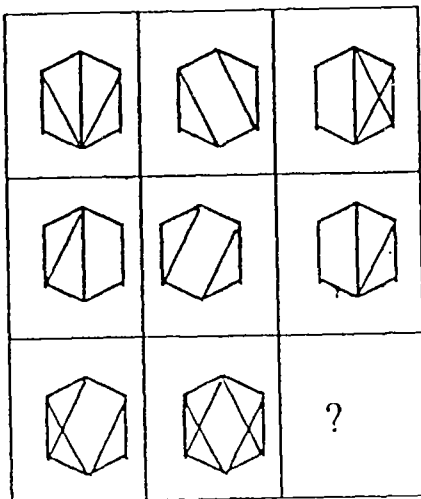
ข.

ค.

ง.

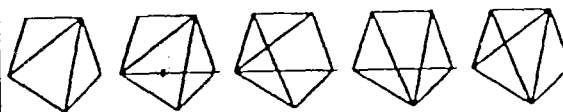
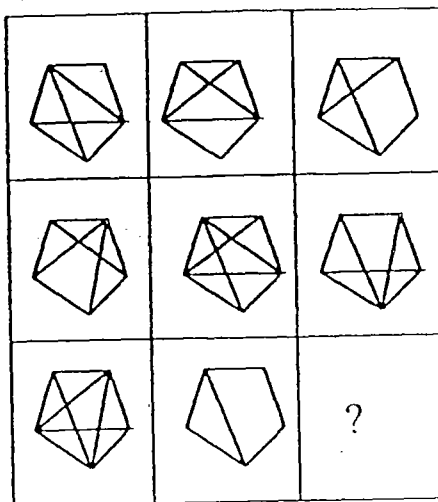
จ.

9.



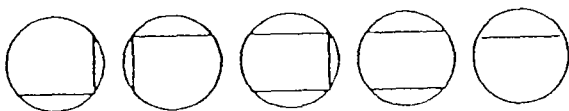
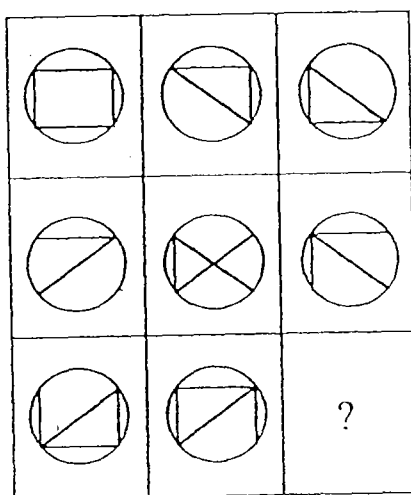
ก. ข. ค. ง. จ.

11.



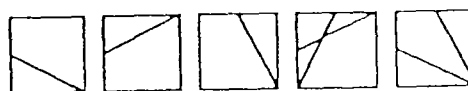
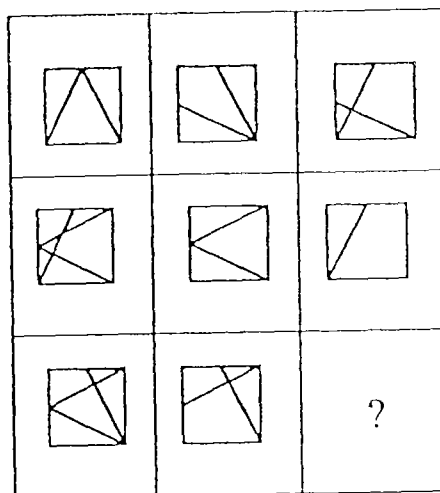
ก. ข. ค. ง. จ.

10.



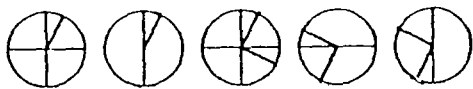
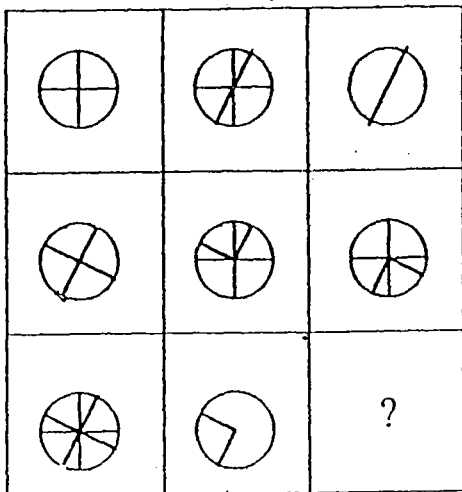
ก. ข. ค. ง. จ.

12.



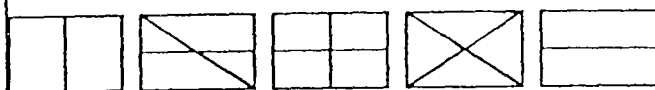
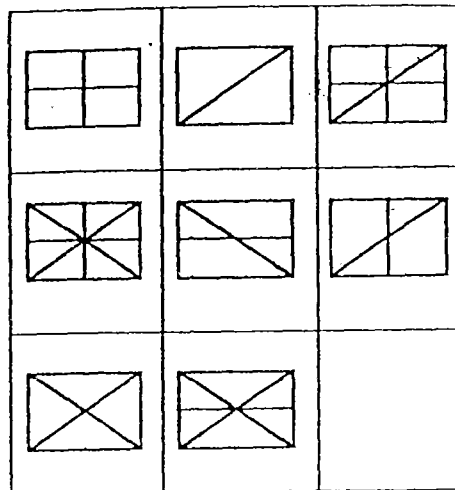
ก. ข. ค. ง. จ.

13.



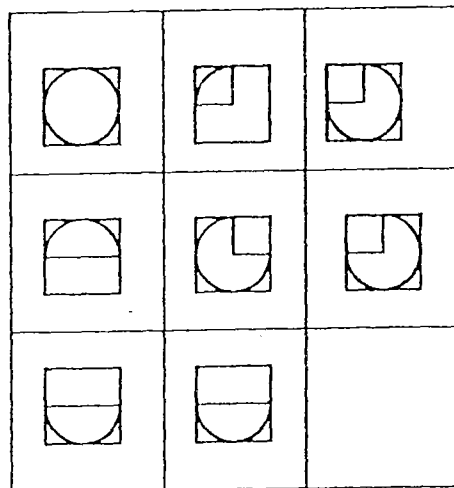
а. б. в. г. д.

14.



а. б. в. г. д.

15.

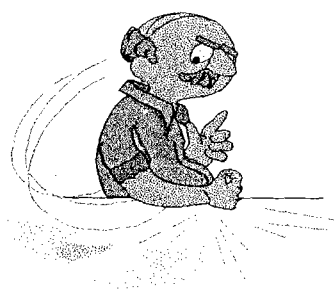


а. б. в. г. д.

แบบทดสอบชุดสรุปอ้างอิง

คำชี้แจง

1. แบบทดสอบฉบับนี้มีทั้งหมด 15 ข้อ ให้เวลาทำ 15 นาที นักเรียนควร
 รีบตอบโดยเร็วให้ครบทุกข้อ จึงจะได้คะแนนดี
2. โจทย์แต่ละข้อจะกำหนดเป็นสถานการณ์ หรือข้อความมาให้ ให้นักเรียน
 พิจารณารูปความจากสถานการณ์ หรือข้อความนั้นอย่างสมเหตุสมผล
 ถูกต้องที่สุดโดยเลือกจากข้อ ก ถึงข้อ จ แล้วทำเครื่องหมาย (x) ลงใน
 กระดาษคำตอบ



ศึกษาตัวอย่าง
ข้อหนึ่งก่อนก็ได้ครับ

ตัวอย่าง

ข้อ (0)

ถ้าฉันเกียจคร้าน ฉัน สอบไล่ตก

ฉัน เกียจคร้าน ฉะนั้น...

- ก. ฉัน สอบไล่ตก
- ข. ฉัน สอบไล่ได้
- ค. ฉัน ถูกพ้อดู
- ง. ฉัน ถูกลดค่าขนม
- จ. ยังสรุปแน่นอนไม่ได้

คำตอบที่ถูกต้อง คือ ข้อ ก.

1. สุดาสวยกว่าลาวัลย์ ลาวัลย์สวยกว่าอำภา ฉะนั้น ก. สุดาสวยกว่าลาวัลย์ ข. ลาวัลย์สวยกว่าอำภา ค. อำภาสวยกว่าสุดา ง. สุดาสวยกว่าอำภา จ. สรุปแน่นอนไม่ได้	ค. อรุณ ง. ลักษณา จ. สรุปแน่นอนไม่ได้
2. ถ้ารัฐบาลลดภาษี ฉันทจะซื้อรถยนต์ ฉันทซื้อรถยนต์ ฉะนั้น ก. รัฐบาลขึ้นภาษี ข. รัฐบาลลดภาษี ค. ฉันทเสียภาษีรถยนต์ ง. ฉันทเสียภาษีแพงขึ้น จ. สรุปแน่นอนไม่ได้	5. A นั่งอยู่ระหว่าง B กับ C และ A นั่งทางซ้ายมือของ B ส่วน D นั่งติดกับ E ซึ่งอยู่ทางซ้ายมือของ C ใครนั่งอยู่กลาง (ทุกคนนั่งอยู่ในแนวเส้นตรงเดียวกัน) ก. A ข. B ค. C ง. D จ. E
3. แนวต้นสนขนานกับตัวตึก แต่ตั้งฉากกับถนน ถนนทำมุม 45 องศา กับแนวสวนประตัยของโรงเรียน ฉะนั้น ก. ถนนกับตัวตึกขนานกัน ข. แนวสวนประตัยตั้งฉากกับแนวต้นสน ค. ถนนตั้งฉากกับตัวตึก ง. แนวตึกทำมุม 45 องศา กับถนน จ. สรุปแน่นอนไม่ได้	6. เส้นตรง A ขนานกับเส้นตรง B เส้นตรง C ขนานกับเส้นตรง D เส้นตรง B ตั้งฉากกับเส้นตรง D ฉะนั้น ก. เส้นตรง A ตั้งฉากกับเส้นตรง C ข. เส้นตรง A ขนานกับเส้นตรง C ค. เส้นตรง A ขนานกับเส้นตรง D ง. เส้นตรง C ขนานกับเส้นตรง B จ. สรุปแน่นอนไม่ได้
4. สูดามีเงินเป็น 2 เท่าของมาลี ลักษณะามีเงินเป็น 3 เท่าของอรุณ สูดาและอรุณมีเงินเท่ากัน ดังนั้นใครมีเงินน้อยที่สุด ก. สูดา ข. มาลี	7. ถ้าเลขที่หาร 30 ลงตัวเป็นเลขคู่ a หาร 30 ลงตัว ฉะนั้น ก. a เป็นเลขคี่ ข. a เป็นเลขคู่ ค. a เท่ากับ $3 + 0$ ง. a เป็นจำนวนเฉพาะ จ. สรุปแน่นอนไม่ได้

8. ถ้าไฟฟ้าไม่ขึ้นราคา จนจะติดเครื่องปรับอากาศ จนติดเครื่องปรับอากาศ ฉะนั้น ก. ไฟฟ้าขึ้นราคา ข. ไฟฟ้าไม่ขึ้นราคา ค. ไฟฟ้าราคาถูกลง ง. เครื่องปรับอากาศต้องใช้ไฟฟ้า จ. สรุปแน่นอนไม่ได้	ง. ถ้ามีป่าไม้มาก หรือเมฆมาก หรือ ใอน้ำมากแล้วทำให้ฝนตกชุก จ. สรุปแน่นอนไม่ได้
9. พ่อรักลูก แม่ก็รักลูก ฉะนั้น ก. ลูกรักพ่อและแม่ ข. พ่อรักทั้งแม่และลูก ค. ทั้งพ่อและแม่รักลูก ง. พ่อรักลูกเท่ากับแม่ จ. แม่รักลูกมากกว่าพ่อ	12. คนไทยที่ไปเรียนที่อเมริกาส่วนมากเป็น คนเก่ง อัญชลีไปเรียนที่อเมริกา ฉะนั้น ก. อัญชลีเป็นคนเก่ง ข. ในอเมริกามีแต่คนเก่ง ค. อัญชลีสำเร็จจากอเมริกา ง. คนเก่งต้องไปเรียนอเมริกา จ. อัญชลีเป็นนักเรียนคนหนึ่งในอเมริกา
10. คนแปดริ้วทุกคนเป็นคนที่มียศยาศดิ์ ภัยเป็นคนแปดริ้ว ฉะนั้น ก. ภัยเป็นผู้หญิง ข. ภัยเป็นคนภาคตะวันออก ค. ภัยเป็นคนสวย ง. ภัยเป็นคนที่มียศยาศดิ์ จ. สรุปแน่นอนไม่ได้	13. สัตว์เลื้อยคุด่อนเท่านั้นที่เลี้ยงลูกด้วยนม สุนัขไม่ใช่สัตว์เลื้อยคุด่อน ฉะนั้น ก. สุนัขเลี้ยงลูกด้วยนม ข. สุนัขไม่เลี้ยงลูกด้วยนม ค. สุนัขเป็นสัตว์ที่ฉลาดที่สุด ง. สุนัขสามารถนำมาฝึกใช้งานได้ จ. สรุปแน่นอนไม่ได้
11. ถ้ามีป่าไม้มากแล้ว ทำให้ฝนตกชุก ถ้ามี เมฆมากแล้ว ทำให้ฝนตกชุกถ้ามีไอน้ำ มากแล้ว ทำให้ฝนตกชุก ฉะนั้น... ก. ถ้ามีป่าไม้มาก และเมฆมากแล้ว ทำ ให้ฝนตกชุก ข. ถ้ามีป่าไม้มาก และเมฆมาก และ ไอน้ำมากแล้วทำให้ฝนตกชุก ค. ถ้ามีป่าไม้มาก หรือเมฆมากแล้ว ทำ ให้ฝนตกชุก	14. ถ้ามีเมฆมากแล้วทำให้ฝนตกชุก ถ้าไม่มี ป่าไม้แล้วทำให้ฝนไม่ตกชุก ฉะนั้น ก. ถ้ามีเมฆมากแล้วฝนตกชุก ข. ถ้ามีเมฆมากแล้วป่าไม้มีมาก ค. ถ้าฝนตกชุกแล้วป่าไม้มีมาก ง. ถ้าฝนไม่ตกชุกแล้วเมฆไม่มาก 15. แดงเป็นพี่ เขียวเป็นน้อง ฉะนั้น ก. แดงฉลาดกว่าเขียว ข. แดงอายุมากกว่าเขียว ค. แดงเรียนเก่งกว่าเขียว ง. แดงเรียนชั้นสูงกว่าเขียว จ. สรุปแน่นอนไม่ได้

ภาคผนวก ค

- แผนการสอนโดยเน้นกระบวนการคิดศาสตร์
รายวิชา ค 203 คณิตศาสตร์ 3
- แผนการสอนตามคู่มือครู รายวิชา ค 203 คณิตศาสตร์ 3

โครงการสอน วิชาคณิตศาสตร์

รายวิชา ค 203 คณิตศาสตร์ 3

เรื่อง เศษส่วนและทศนิยม

ระดับชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 2

หมวดวิชา คณิตศาสตร์

เนื้อหา เรื่อง เศษส่วนและทศนิยมบทเรียนนี้มี 7 หัวข้อ ดังนี้

- | | |
|----------------------------|---------|
| 1. เศษส่วน | (1 คาบ) |
| 2. การเปรียบเทียบเศษส่วน | (1 คาบ) |
| 3. การบวกและการลบเศษส่วน | (4 คาบ) |
| 4. การคูณและการหารเศษส่วน | (4 คาบ) |
| 5. เศษส่วนกับทศนิยม | (1 คาบ) |
| 6. การเปรียบเทียบทศนิยม | (1 คาบ) |
| 7. การบวก ลบ คูณ หารทศนิยม | (4 คาบ) |

จุดประสงค์ปลายทาง

เมื่อนักเรียน เรียนจบบทเรียนนี้แล้วนักเรียนสามารถ

1. บอกจำนวนตรงข้ามของเศษส่วนใดๆได้
2. เปรียบเทียบเศษส่วนตั้งแต่ 2 จำนวนขึ้นไปว่าเท่ากัน (=), ไม่เท่ากัน ($\neq$), มากกว่า (>) หรือ

หรือน้อยกว่า (<) กันได้

3. หาผลบวกของเศษส่วนที่มีเครื่องหมายเหมือนกันได้อย่างถูกต้อง แม่นยำและรวดเร็ว
4. หาผลบวกของเศษส่วนที่มีเครื่องหมายต่างกันได้อย่างถูกต้อง แม่นยำและรวดเร็ว
5. หาผลลบของเศษส่วนใดๆได้อย่างถูกต้อง แม่นยำและรวดเร็ว
6. หาผลคูณของเศษส่วนใดๆได้อย่างถูกต้อง แม่นยำและรวดเร็ว
7. หาผลหารของเศษส่วนใดๆได้อย่างถูกต้อง แม่นยำและรวดเร็ว
8. แก้โจทย์ปัญหาเศษส่วนได้ถูกต้อง
9. เขียนเศษส่วนให้อยู่ในรูปทศนิยม และเขียนทศนิยมซ้ำศูนย์ให้อยู่ในรูปเศษส่วนได้อย่าง

ถูกต้อง

10. เปรียบเทียบทศนิยมตั้งแต่ 2 จำนวนขึ้นไปว่าเท่ากัน (=), ไม่เท่ากัน ($\neq$), มากกว่า (>) หรือ

น้อยกว่า (<) กันได้

11. หาผลบวกและผลลบของทศนิยมใดๆได้อย่างถูกต้อง แม่นยำและรวดเร็ว
12. หาผลคูณของทศนิยมใดๆได้อย่างถูกต้อง แม่นยำและรวดเร็ว
13. หาผลหารของทศนิยมใดๆได้อย่างถูกต้อง แม่นยำและรวดเร็ว
14. แก้โจทย์ปัญหาทศนิยมได้ถูกต้อง

จุดประสงค์นำทาง

หัวข้อเรื่อง	จุดประสงค์นำทาง
1. เศษส่วน	1. บอกตำแหน่งของเศษส่วนที่เป็นลบบนเส้นจำนวนได้ถูกต้อง
2. การเปรียบเทียบเศษส่วน	2. บอกจำนวนตรงข้ามของเศษส่วนใดๆได้ 3. เปรียบเทียบเศษส่วนที่มีตัวส่วนเท่ากันตั้งแต่สองจำนวนขึ้นไปว่าเท่ากัน ($=$), ไม่เท่ากัน ($\neq$), มากกว่า ($>$) หรือน้อยกว่า ($<$) กันได้ 4. เปรียบเทียบเศษส่วนที่มีตัวส่วนไม่เท่ากันตั้งแต่สองจำนวนขึ้นไปว่าเท่ากัน ($=$), ไม่เท่ากัน ($\neq$), มากกว่า ($>$) หรือน้อยกว่า ($<$) กันได้
3. การบวกและการลบเศษส่วน	5. หาผลบวกของเศษส่วนบวกกับเศษส่วนบวกได้ 6. หาผลบวกของเศษส่วนลบกับเศษส่วนลบได้ 7. หาผลบวกของเศษส่วนบวกกับเศษส่วนลบได้ 8. หาผลลบของเศษส่วนที่มีเครื่องหมายเหมือนกันได้ 9. หาผลลบของเศษส่วนที่มีเครื่องหมายต่างกันได้
4. การคูณและการหารเศษส่วน	10. หาผลคูณของเศษส่วนบวกกับเศษส่วนบวกได้ถูกต้องแม่นยำและรวดเร็ว 11. หาผลคูณของเศษส่วนลบกับเศษส่วนลบได้ถูกต้องแม่นยำและรวดเร็ว 12. หาผลคูณของเศษส่วนบวกกับเศษส่วนลบได้ถูกต้องแม่นยำและรวดเร็ว 13. หาผลหารของเศษส่วนใดๆได้ 14. เขียนประโยคภาษาที่โจทย์กำหนด ให้อยู่ในรูปของประโยคสัญลักษณ์ที่ถูกต้อง 15. แก้โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับการบวกและการลบเศษส่วนได้ถูกต้อง 16. แก้โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับการคูณและการหารเศษส่วนได้ถูกต้อง
5. เศษส่วนกับทศนิยม	17. เปลี่ยนเศษส่วนใดๆที่มีตัวส่วนเป็น 10, 100, 1000... ให้อยู่ในรูปทศนิยมได้ 18. เปลี่ยนเศษส่วนที่มีตัวส่วนเป็นจำนวนใดๆให้อยู่ในรูปทศนิยมได้

หัวข้อเรื่อง	จุดประสงค์นำทาง
5. เศษส่วนกับทศนิยม (ต่อ)	19. เปลี่ยนเศษส่วนบางจำนวนให้อยู่ในรูปทศนิยมซ้ำได้ เขียนสัญลักษณ์ของทศนิยมซ้ำ และอ่านทศนิยมซ้ำได้ 20. เขียนทศนิยมซ้ำศูนย์ให้อยู่ในรูปเศษส่วนได้ 21. เปรียบเทียบทศนิยมบวกตั้งแต่ 2 จำนวนขึ้นไปว่า เท่ากัน(=), ไม่เท่ากัน($\neq$), มากกว่า(>) หรือน้อยกว่า(<) กัน ได้อย่างถูกต้อง
6. การเปรียบเทียบทศนิยม	22. เปรียบเทียบทศนิยมลบตั้งแต่ 2 จำนวนขึ้นไปว่าเท่ากัน(=), ไม่เท่ากัน($\neq$), มากกว่า(>) หรือน้อยกว่า(<) กัน ได้อย่างถูกต้อง 23. เปรียบเทียบทศนิยมบวกกับทศนิยมลบได้อย่างถูกต้อง 24. หาผลบวกและผลลบของทศนิยมที่เป็นบวกได้อย่างถูกต้อง แม่นยำ และรวดเร็ว
7. การบวก ลบ คูณ หารทศนิยม	25. หาผลบวกของทศนิยมใดๆได้อย่างถูกต้อง แม่นยำ และรวดเร็ว 26. หาผลลบของทศนิยมใดๆได้อย่างถูกต้อง แม่นยำ และรวดเร็ว 27. หาผลคูณของทศนิยมใดๆได้อย่างถูกต้อง แม่นยำ และรวดเร็ว 28. หาผลหารของทศนิยมบวกได้อย่างถูกต้อง แม่นยำ และรวดเร็ว 29. หาผลหารของทศนิยมใดๆได้อย่างถูกต้อง แม่นยำ และรวดเร็ว 30. เขียนประโยคภาษาที่โจทย์กำหนด ให้อยู่ในรูปของ ประโยคสัญลักษณ์ที่ถูกต้อง 31. แก่โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับการบวกและการลบทศนิยม ได้ถูกต้อง 32. แก่โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับการคูณและการหารทศนิยมได้ ถูกต้อง

- เนื้อหา
1. เศษส่วนที่เป็นลบ
 2. จำนวนตรงข้ามของเศษส่วน
 3. เศษเกินที่มีค่าเป็นลบสามารถเขียนให้อยู่ในรูปจำนวนคละที่เป็นลบได้
 4. การเปรียบเทียบเศษส่วนที่เป็นบวก
 5. การเปรียบเทียบเศษส่วนที่เป็นลบ
 6. การเปรียบเทียบเศษส่วนที่เป็นบวกกับเศษส่วนที่เป็นลบ
 7. การบวกเศษส่วนที่มีเครื่องหมายเหมือนกัน
 8. การบวกเศษส่วนที่มีเครื่องหมายต่างกัน
 9. การลบเศษส่วน
 10. การคูณเศษส่วน
 11. การหารเศษส่วน
 12. การแก้โจทย์ปัญหาเศษส่วนที่ต้องใช้การบวก การลบ การคูณและการหารเศษส่วน
 13. การเปลี่ยนเศษส่วนให้เป็นทศนิยม และการเปลี่ยนทศนิยมเป็นเศษส่วน
 - 13.1 เศษส่วนที่เป็นลบเมื่อเขียนให้อยู่ในรูปทศนิยมจะได้ทศนิยมที่เป็นลบ
 - 13.2 ทศนิยมที่เป็นลบเมื่อเขียนให้อยู่ในรูปเศษส่วน จะได้เศษส่วนที่เป็นลบเช่นกัน
 14. การเปลี่ยนเศษส่วนใดๆ ที่มีตัวส่วนเป็นจำนวนอื่นๆ ที่ไม่ใช่ 10, 100, 1000 ... ให้เป็นทศนิยม
 15. ทศนิยมซ้ำ มีเศษส่วนบางจำนวน เมื่อทำการตั้งหารเพื่อเปลี่ยนเป็นทศนิยมแล้ว จะหารไปได้เรื่อยๆ ไม่มีที่สิ้นสุด และผลของการหาร จะซ้ำกับผลลัพธ์ตัวเดิมเราเรียกว่าทศนิยมซ้ำ
 - 15.1 การเขียนทศนิยมซ้ำ
 - 15.2 การอ่านทศนิยมซ้ำ
 16. การเขียนทศนิยมซ้ำด้วยศูนย์ให้อยู่ในรูปเศษส่วน
 17. จำนวนตรงข้ามของทศนิยม
 18. การเปรียบเทียบทศนิยม
 - 18.1 ทศนิยมที่เป็นบวก และมีจำนวนเต็มอยู่หน้าจุดทศนิยมมีค่าไม่เท่ากัน
 - 18.2 ทศนิยมที่เป็นบวก และมีจำนวนเต็มที่อยู่หน้าจุดทศนิยมมีค่าเท่ากัน
 - 18.3 การเปรียบเทียบทศนิยมที่เป็นลบ
 - 18.4 ทศนิยมที่เป็นบวก มีค่ามากกว่าทศนิยมที่เป็นลบเสมอ
 19. การบวกทศนิยม
 20. การลบทศนิยม
 21. การคูณทศนิยม
 22. การหารทศนิยม
 23. การแก้โจทย์ปัญหาทศนิยมที่ต้องใช้การบวก การลบ การคูณและการหารทศนิยม
- หมายเหตุ ทำการทดสอบก่อนเรียน 1 คาบ และทดสอบหลังเรียน 1 คาบ รวมระยะเวลาทั้งสิ้น 18 คาบ

โครงการสอน รายวิชา ค 203 คณิตศาสตร์ 3

ลำดับที่	แผนการสอนที่	เนื้อหา	คาบ/นาที
1	-	ทดสอบก่อนเรียน	1/50
	1	1). เศษส่วนที่เป็นลบ 2). จำนวนตรงข้ามของเศษส่วน 3). เศษเกินที่มีค่าเป็นลบสามารถเขียนให้อยู่ในรูปจำนวนคละที่เป็นลบได้	1/50
	2	4). การเปรียบเทียบเศษส่วนบวกกับเศษส่วนบวก 5). การเปรียบเทียบเศษส่วนลบกับเศษส่วนลบ 6). การเปรียบเทียบเศษส่วนบวกกับเศษส่วนลบ 7). การบวกเศษส่วนที่มีเครื่องหมายเหมือนกัน	1/50
	3	8). การบวกเศษส่วนที่มีเครื่องหมายต่างกัน 9). การลบเศษส่วน	1/50
2	4	10). การคูณเศษส่วน	1/50
	5	11). การหารเศษส่วน	1/50
	6	12). การแก้โจทย์ปัญหาเศษส่วน	1/50
3	7	13). การเปลี่ยนเศษส่วนให้เป็นทศนิยม และการ	1/50
	8	เปลี่ยนทศนิยมเป็นเศษส่วน	2/100
4	9	14). ทศนิยมใดๆที่มีจำนวนเต็มอยู่ด้วย สามารถเขียนให้อยู่ในรูปของ จำนวนเต็ม บวก ทศนิยม ได้ 15). การเปลี่ยนเศษส่วนใดๆ ที่มีตัวส่วนเป็นจำนวนอื่นๆ ที่ไม่ใช่ 10, 100, 1000 . . . ให้เป็นทศนิยม 16). ทศนิยมซ้ำ 16.1 การเขียนทศนิยมซ้ำ 16.2 การอ่านทศนิยมซ้ำ 17). การเขียนทศนิยมซ้ำด้วยศูนย์ให้อยู่ในรูปเศษส่วน 18). จำนวนตรงข้ามของทศนิยม	1/50

ลำดับที่	แผนการสอนที่	เนื้อหา	คาบ/นาที
	10	19). การเปรียบเทียบทศนิยม 19.1). เปรียบเทียบทศนิยมบวกกับทศนิยมบวก 19.2). เปรียบเทียบทศนิยมลบกับทศนิยมลบ 19.4). เปรียบเทียบทศนิยมบวก กับทศนิยมลบ	1/50
	11	20). การบวกทศนิยม 21). การลบทศนิยม	1/50
5	12	22). การคูณทศนิยม	1/50
	13	23). การหารทศนิยม	1/50
5-6	14	24). การแก้โจทย์ปัญหาทศนิยม	2/100
6	-	ทดสอบหลังเรียน (Posttest)	1/50
รวม			18 คาบ

แผนการสอนที่ 1

วิชา คณิตศาสตร์ รหัส ศ 203

ชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 2

เรื่อง จำนวนตรงข้ามของเศษส่วน

จำนวน 1 คาบ เวลา 50 นาที

สาระสำคัญ

ถ้า a เป็นจำนวนใดๆ จำนวนตรงข้ามของ a จะมีเพียงจำนวนเดียวและเขียนแทนจำนวนตรงข้ามของ a ด้วย $-a$

เศษส่วนเป็นจำนวนชนิดหนึ่ง ดังนั้นถ้า a เป็นเศษส่วนใดๆ จำนวนตรงข้ามของ a จะมีเพียงจำนวนเดียวและเขียนแทนจำนวนตรงข้ามของ a ด้วย $-a$

จุดประสงค์ปลายทาง

เมื่อเรียนจบบทเรียนนี้แล้ว นักเรียนสามารถบอกจำนวนตรงข้ามของเศษส่วนใดๆได้

จุดประสงค์นำทาง

1. บอกตำแหน่งของเศษส่วนที่มีค่าเป็นลบเป็นลบบนเส้นจำนวนได้ถูกต้อง
2. บอกจำนวนตรงข้ามของเศษส่วนใดๆได้

เนื้อหา

1. เศษส่วนที่มีค่าเป็นลบ สามารถแทนด้วยจุดบนเส้นจำนวนที่อยู่ทางซ้ายของ 0 (ศูนย์)
2. ถ้า a เป็นจำนวนใดๆ จำนวนตรงข้ามของ a จะมีเพียงจำนวนเดียวและเขียนแทนจำนวนตรงข้ามของ a ด้วย $-a$

นั่นคือ	ถ้า	a	$=$	$\frac{7}{8}$
		จำนวนตรงข้ามของ a	$=$	$-\frac{7}{8}$

และ	ถ้า	a	$=$	$-\frac{7}{8}$
		จำนวนตรงข้ามของ a	$=$	$-(-\frac{7}{8})$ หรือ $\frac{7}{8}$

3. เศษเกินที่มีค่าเป็นลบสามารถเขียนให้อยู่ในรูปจำนวนคละที่เป็นลบได้

กิจกรรมการเรียนรู้การสอน

การสอนโดยเน้นกระบวนการคณิตศาสตร์

ขั้นที่ 1 แจ้างจุดประสงค์การเรียนรู้และกระบวนการที่ใช้

เมื่อนักเรียนเรียนจบบทเรียนนี้โดยใช้กระบวนการสร้างความคิดรวบยอดแล้ว นักเรียนสามารถบอกจำนวนตรงข้ามของเศษส่วนใดๆได้

ขั้นที่ 2 นำเข้าสู่บทเรียน โดยดำเนินการตามขั้นตอนดังนี้

1. แบ่งนักเรียนเป็นกลุ่มย่อย กลุ่มละ 4 - 5 คน ให้สมาชิกในกลุ่มแบ่งหน้าที่รับผิดชอบกันเอง (เลือกประธานและเลขานุการกลุ่ม)
2. ครูแจกบัตรรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสขนาด 4 นิ้ว x 4 นิ้ว กลุ่มละ 1 แผ่น
3. ให้นักเรียนในกลุ่มช่วยกันพิจารณาแบ่งบัตรที่ครูแจกให้ออกเป็นรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสเล็ก ๆ ที่มีขนาดเท่ากัน โดยจะกำหนดให้ด้านของรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสที่แบ่งใหม่มีขนาดเท่าใดก็ได้ แต่ต้องไม่ให้เหลือเศษ
4. ให้แต่ละกลุ่มส่งตัวแทนตอบคำถามว่า
 - 4.1 แบ่งบัตรรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสขนาด 4 นิ้ว x 4 นิ้วได้เป็นกี่ส่วน หรือแบ่งเป็นรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสเล็ก ๆ ได้กี่รูป (คำตอบที่น่าจะเป็นไปได้ คือ 4, 16, 32, ฯ ส่วน)
 - 4.2 แต่ละส่วนคิดเป็นเศษส่วนเท่าใดของทั้งหมด(ของรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสเดิม)
5. ครูใช้แผ่นใสที่ 1.1ก. แสดงเส้นจำนวน แล้วใช้คำถามว่า ถ้าต้องการนำคำตอบของนักเรียนในข้อ 4.2 ที่เป็นเศษส่วนทั้งหมดนั้น มาเขียนแสดงบนเส้นจำนวนได้หรือไม่ ถ้าได้ ขั้นแรกควรทำอะไรก่อน
(คำตอบที่น่าจะเป็นไปได้คือ “ทำใจ” และสิ่งที่ต้องทำก่อนที่จะเขียนแสดงเศษส่วนบนเส้นจำนวนคือ แบ่งเส้นจำนวนช่วง 0 - 1 ออกเป็น 4, 16, 32, ฯ ส่วน)
6. ครูใช้แผ่นใสที่ 1.2ก. แสดงการแบ่งเส้นจำนวนช่วง 0 - 1 ออกเป็น 4, 16, 32 ส่วน แสดงเป็นตัวอย่าง
 - 6.1 เลือกนักเรียนตัวแทนบางกลุ่ม มากำหนดจุดแทนจำนวนที่เป็นเศษส่วน (คำตอบในข้อ 2.4.2) โดยเขียนลงบนแผ่นใสที่ 1.2ก.
 - 6.2 ครูและนักเรียนช่วยกันสรุปว่า “สามารถเขียน หรือกำหนดจุดที่แสดงค่าของเศษส่วนบนเส้นจำนวนได้”

ขั้นที่ 3 ดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้การสอน

1. ครูแจกแบบฝึกทักษะตามกระบวนการสร้างความคิดรวบยอดชุดที่ 1 เรื่อง จำนวนตรงข้ามของเศษส่วนให้นักเรียนคนละ 1 ชุด พร้อมอุปกรณ์ที่ระบุไว้ในแบบฝึกทักษะ กลุ่มละ 1 ชุด

2. ให้นักเรียนปฏิบัติกิจกรรม ตามแบบฝึกทักษะกระบวนการสร้างความคิดรวบยอด โดยอภิปรายร่วมกันในกลุ่มย่อย ในขั้นสังเกต ขั้นจำแนกความแตกต่าง และขั้นหาลักษณะร่วม

3. ครูทบทวนคำถาม และกิจกรรมแต่ละขั้นในแบบฝึกทักษะ เพื่อเป็นแนวทางให้นักเรียนปฏิบัติ แล้วให้แต่ละคนเติมคำตอบที่ถูกต้อง (ตามความคิดของตนเอง) ลงในแบบฝึกทักษะ

4. ขั้นหาลักษณะร่วม ในข้อ 4 ให้นักเรียนพิจารณาร่วมกันในกลุ่มย่อยจากแบบฝึกทักษะ โดยครูใช้กระดานแม่เหล็กที่เขียนแสดงเส้นจำนวนไว้แล้ว ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มส่งตัวแทน นำบัตรจำนวนมาติดแสดงค่าของจุดบนเส้นจำนวนที่กระดานแม่เหล็ก (ปฏิบัติกิจกรรมร่วมกันเป็นกลุ่มใหญ่) แล้วช่วยกันเฉลยคำตอบที่ถูกต้อง

5. ในแต่ละขั้นของแบบฝึกทักษะ ครูและนักเรียนร่วมกันแสดงความคิดเห็น ช่วยกันเฉลยคำตอบที่ถูกต้องทุกครั้ง ก่อนที่จะเติมคำตอบและปฏิบัติกิจกรรมในขั้นต่อไปจนครบขั้นตอน

ขั้นที่ 4 ขั้นสรุป

ครูใช้คำถามเพื่อเป็นแนวทางให้นักเรียนช่วยกันสรุปประเด็นสำคัญของเรื่องที่เรียน จากแบบฝึกทักษะตามกระบวนการสร้างความคิดรวบยอดเรื่องจำนวนตรงข้ามของเศษส่วน ให้สอดคล้องกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมที่ระบุไว้

กิจกรรมการเรียนการสอน

การสอนตามคู่มือครู

ขั้นที่1 แจ้งจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

เมื่อเรียนจบบทเรียนนี้แล้ว นักเรียนสามารถบอกจำนวนตรงข้ามของเศษส่วนใดๆได้

ขั้นที่2 นำเข้าสู่บทเรียน

ครูทบทวนความรู้เดิมเรื่องเศษส่วน ด้วยการอภิปรายซักถามเป็นกลุ่มใหญ่ และรายบุคคล

ขั้นที่3 ดำเนินกิจกรรมการเรียนการสอน

1. ให้นักเรียนทั้งหมดดูแผ่นใสที่ 1.1ข.(ข้อ1) และ 1.2ข.(ข้อ2)แล้วตอบคำถามเป็นรายบุคคล โดยครูเลือกจากนักเรียนที่ยกมือ

คำถาม 1). จุด A, B, C, D และ E บนเส้นจำนวนในข้อ 1 แทนจำนวนอะไร

2). จุด F, G, H, I และ J บนเส้นจำนวนในข้อ 2 แทนจำนวนอะไร

2. ครูแจกใบงานที่ 1ข. ให้นักเรียนทุกคน คนละ 1 ชุด แล้วให้แต่ละคนเติมคำตอบที่คิดว่าถูกต้องลงในใบงานที่ 1 (ข้อ 1. และ ข้อ 2.) ครูเฉลยคำตอบโดยชี้แนะแนวทาง ร่วมกับนักเรียนหาคำตอบที่ถูกต้อง

3. ให้นักเรียนดูแผ่นใสที่ 1.3ข. ข้อ 3 แล้วให้แต่ละคนเติมคำตอบที่คิดว่าถูกต้องลงในใบงาน (ข้อ 3.) ครูกับนักเรียนช่วยกันเฉลยคำตอบที่ถูกต้อง

4. ให้นักเรียนดูแผ่นใสที่ 1.4ข. ข้อ 4 ครูชี้ให้นักเรียนเห็นว่า $-\frac{2}{3}$ และ $\frac{2}{3}$ อยู่คนละข้างของเลข 0 และห่างจาก 0 เป็นระยะทางเท่ากัน จึงกล่าวว่า $-\frac{2}{3}$ เป็นจำนวนตรงข้ามของ $\frac{2}{3}$ ให้นักเรียนทำแบบฝึกหัดข้อ 4 ในใบงานที่ 1 แล้วครูอธิบายเฉลยคำตอบที่ถูกต้อง

5. ครูอธิบายเรื่องจำนวนตรงข้ามของเศษส่วนเพิ่มเติมประกอบแผ่นใสที่ 1.5 ข. แล้วให้นักเรียนทำแบบฝึกหัดข้อ 5 และข้อ 6 ในใบงานที่ 1ข. แล้วครูอธิบายเฉลยคำตอบที่ถูกต้อง

6. ให้นักเรียนดูแผ่นใสที่ 1.6ข. โดยครูอธิบายให้นักเรียนเข้าใจถึงจุดที่แสดงจำนวนตรงข้ามของเศษส่วนที่เป็นเศษเกิน สามารถเขียนให้อยู่ในรูปจำนวนคละได้ ดังนี้

$$\begin{array}{llll}
 \text{เนื่องจาก} & \frac{3}{2} & = & 1\frac{1}{2} \\
 \text{ดังนั้นจำนวนตรงข้ามของ} & \frac{3}{2} & = & \text{จำนวนตรงข้ามของ } 1\frac{1}{2} \\
 \text{จำนวนตรงข้ามของ} & \frac{3}{2} & \text{คือ} & -\frac{3}{2} \\
 \text{จำนวนตรงข้ามของ} & 1\frac{1}{2} & \text{คือ} & -1\frac{1}{2} \\
 \text{ดังนั้น} & -\frac{3}{2} & = & -1\frac{1}{2} \\
 \text{นั่นคือ เศษเกิน} & -\frac{3}{2} & \text{เขียนให้อยู่ในรูปจำนวนคละ} & -1\frac{1}{2} \text{ ได้} \\
 \text{และ จำนวนคละ} & -1\frac{1}{2} & \text{เขียนให้อยู่ในรูป เศษเกิน} & -\frac{3}{2} \text{ ได้เช่นกัน}
 \end{array}$$

7. ให้นักเรียนทำแบบฝึกหัดข้อ 7 ในใบงาน

ขั้นที่ 4 ขั้นสรุป

ครูและนักเรียนช่วยกันสรุปจากที่เรียนมาว่ามีประเด็นสำคัญอะไรบ้าง แล้วให้ความหมายที่ชัดเจน เช่นจำนวนตรงข้ามของเศษส่วน การเขียนเศษส่วนที่เป็นลบในรูปของจำนวนคละและเศษเกิน เป็นต้น

สื่อการสอน

สื่อการสอนโดยเน้นกระบวนการคิดศาสตร์

1. บัตรสี่เหลี่ยมจัตุรัส ขนาด 4 นิ้ว x 4 นิ้ว จำนวน 10 บัตร สำหรับนักเรียนกลุ่มละ 1 บัตร
2. แผ่นใส ที่ 1.1ก. และ 1.2ก.
3. ชุดฝึกทักษะกระบวนการสร้างความคิดรวบยอดชุดที่ 1 เรื่องจำนวนตรงข้ามของเศษ

ส่วน

4. บัตรจำนวน จำนวน 10 บัตร สำหรับนักเรียนกลุ่มละ 1 ชุด
5. บัตรจำนวน จำนวน 10 บัตร เหมือนของนักเรียน แต่เป็นบัตรแม่เหล็ก สำหรับครู

ให้นักเรียนปฏิบัติกิจกรรมร่วมกันทั้งชั้นเรียน

สื่อการสอนตามคู่มือครู

1. แผ่นใสที่ 1.1ข. 1.2ข. 1.3ข. 1.4ข. 1.5ข. และ 1.6ข.
2. ใบงานที่ 1ข.

การประเมินผล

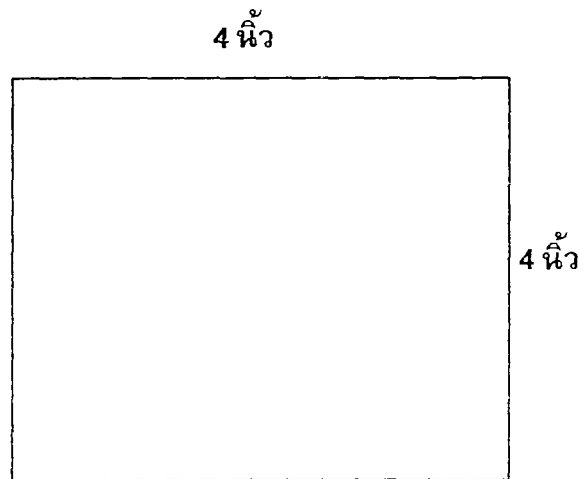
การประเมินผลการสอนโดยเน้นกระบวนการคิดศาสตร์

1. สังเกตจากความสนใจ การให้ความร่วมมือปฏิบัติกิจกรรมรายบุคคล และกิจกรรมกลุ่ม
ในระหว่างเรียน
2. ดูจากผลงาน การทำแบบฝึกทักษะชุดที่ 1

การประเมินผลการสอนตามคู่มือครู

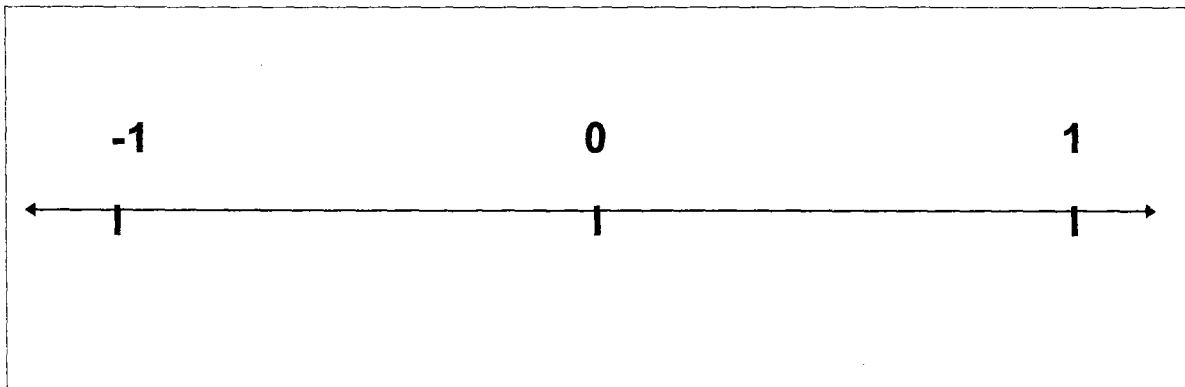
1. สังเกตจากการร่วมกิจกรรมในชั้นเรียน
2. ตรวจสอบจากแบบฝึกหัดในใบงานที่ 1ข.

1. บัตรรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส ขนาด 4 นิ้ว x 4 นิ้ว จำนวน 10 บัตร



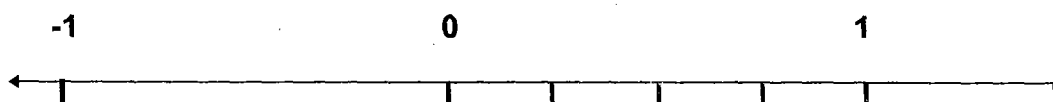
2. แผ่นใสที่ 1.1ก.และ 1.2ก.

1. แผ่นใสที่ 1.1ก



2. แผ่นใสที่ 1.2 ก

1. การแบ่งเส้นจำนวนช่วง 0- 1 ออกเป็น 4 ส่วน



2. การแบ่งเส้นจำนวนช่วง 0- 1 ออกเป็น 16 ส่วน



3. การแบ่งเส้นจำนวนช่วง 0- 1 ออกเป็น 32 ส่วน



ชื่อ.....

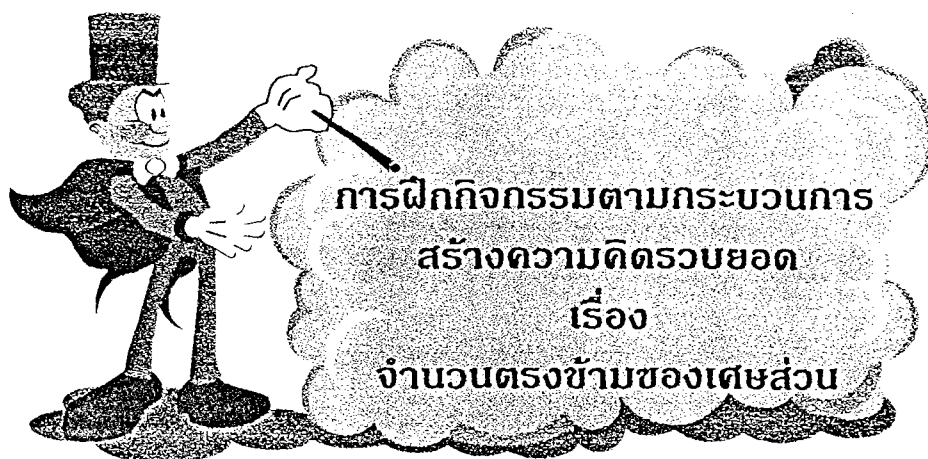
ชั้น..... เลขที่

แบบฝึกทักษะ ชุดที่ 1
ฝึกทักษะตามกระบวนการสร้างความคิดรวบยอด
เรื่อง จำนวนตรงข้ามของเศษส่วน

จุดประสงค์ เพื่อให้นักเรียนได้ฝึกทักษะการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ตามขั้นตอนของกระบวนการสร้างความคิดรวบยอด และสามารถบอกจำนวนตรงข้ามของเศษส่วนใดๆได้

- อุปกรณ์**
1. บัตรจำนวน 10 ใบ สำหรับนักเรียนกลุ่มละ 1 ชุด
 2. บัตรจำนวน 10 ใบเหมือนของนักเรียนแต่เป็นบัตรแม่เหล็ก สำหรับครู
 3. กระดานแม่เหล็ก

- วิธีใช้**
1. ครูดำเนินการสอน โดยใช้ขั้นตอนที่กำหนดไว้ในแบบฝึกทักษะกระบวนการสร้างความคิดรวบยอดเป็นแนวทางให้นักเรียนปฏิบัติกิจกรรม
 2. ให้นักเรียนปฏิบัติตามกิจกรรมที่กำหนดไว้ในแบบฝึกทักษะฯ พร้อมทั้งเดิมคำตอบที่ถูกต้องลงในช่องว่างที่เว้นไว้



ขั้นสังเกต

1. ให้สมาชิกในกลุ่มช่วยกันพิจารณาบัตรจำนวนที่ครูแจกให้ จำนวน 10 บัตรว่ามี
กี่ลักษณะ

ตอบ มี ลักษณะ

ขั้นจำแนกความแตกต่าง

2. จากข้อ 1 นักเรียนสามารถแยกบัตรจำนวนเหล่านี้ได้เป็นกี่กลุ่ม

ตอบ กลุ่ม คือ (ตอบได้หลายแบบตามความคิดของนักเรียน โดยระบุ
จำนวนที่มีในบัตรแต่ละใบ)

กลุ่มที่ 1 คือบัตรที่แสดงจำนวน

กลุ่มที่ 2 คือบัตรที่แสดงจำนวน.....

.....

.....

หรือ

กลุ่มที่ 1 คือบัตรที่แสดงจำนวน.....

กลุ่มที่ 2 คือบัตรที่แสดงจำนวน.....

.....

.....



ชั้นหาลักษณะร่วม

3. ให้สมาชิกในกลุ่มช่วยกันสรุปประเภท หรือชนิดของบัตรที่นักเรียนแยกได้ในแต่ละกลุ่ม
ว่าเป็นจำนวนชนิดใด

บัตรกลุ่มที่ 1 เป็นบัตรแสดงจำนวนที่เป็น.....

.....

บัตรกลุ่มที่ 2 เป็นบัตรแสดงจำนวนที่เป็น.....

.....

.....

หรือ

บัตรกลุ่มที่ 1 เป็นบัตรแสดงจำนวนที่เป็น.....

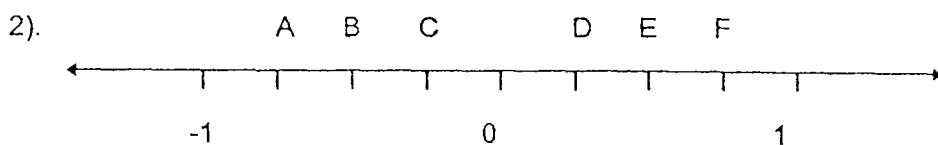
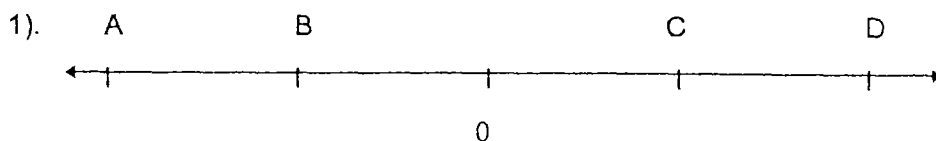
.....

บัตรกลุ่มที่ 2 เป็นบัตรแสดงจำนวนที่เป็น.....

.....

.....

4. ให้สมาชิกของแต่ละกลุ่มช่วยกันพิจารณาว่าควรจะนำบัตรจำนวนใดมาติดแสดงค่าของ
จุดบนเส้นจำนวนที่กระดานแม่เหล็กของครู แล้วส่งตัวแทนกลุ่มละ 1 คนมาติดแสดงให้
เพื่อนดู ห้ามใช้บัตรซ้ำกัน
(จุดบนเส้นจำนวนที่กระดานแม่เหล็กมีดังนี้)



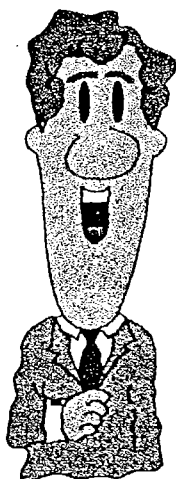
ชั้นหาลักษณะร่วม (ต่อ)



5. จากค่าของจุดที่แสดงจำนวนบนกระดานแม่เหล็ก
ทั้งข้อ 1 และข้อ 2 จงตอบคำถามต่อไปนี้

- 1). จำนวนที่อยู่ทางขวามือของเลข 0 บนเส้นจำนวน คือ (ตอบให้ครบทุกจำนวน)
ตอบ
- 2). จำนวนที่อยู่ทางซ้ายมือของเลข 0 บนเส้นจำนวน คือ (ตอบให้ครบทุกจำนวน)
ตอบ

6. จากเส้นจำนวน จำนวนที่อยู่ห่างจากศูนย์ไปทางซ้ายและทางขวาเป็นระยะเท่ากัน
เป็นคู่ๆ คือ

ตัวอย่าง	1	กับ	-1
	2	กับ	.....
	$\frac{1}{4}$	กับ	.....
	$-\frac{2}{4}$	กับ	.....
	$\frac{3}{4}$	กับ	.....

ขั้นสรุปลักษณะร่วมเป็นความคิดรวบยอด

7. จากข้อ 6 และเรื่องจำนวนเต็มที่กล่าวว่า “ ถ้า a เป็นจำนวนใด ๆ จำนวนตรงข้ามของ a จะอยู่ห่างจาก 0 ไปทางซ้ายและทางขวาบนเส้นจำนวนเป็นระยะทางเท่ากัน และมีเพียงจำนวนเดียว ซึ่งเขียนแทนจำนวนตรงข้ามของ a ด้วย $-a$ ”
ดังนั้น

จำนวนตรงข้ามของ 1 คือ

จำนวนตรงข้ามของ 2 คือ

ในทำนองเดียวกัน จะได้ว่า

จำนวนตรงข้ามของ $\frac{1}{4}$ คือ

จำนวนตรงข้ามของ $\frac{2}{4}$ คือ

จำนวนตรงข้ามของ $\frac{3}{4}$ คือ

8. สรุปได้ว่า

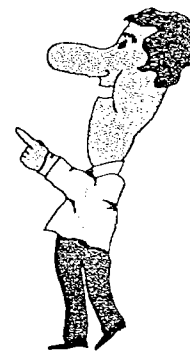
8.1 “เศษส่วน” มีจำนวน.....

เช่นเดียวกับจำนวนเต็ม

8.2 จำนวนตรงข้ามของเศษส่วนใด ๆ คือ เศษส่วนที่อยู่
ห่างจาก.....ไปทาง.....และทาง.....
บนเส้นจำนวนเป็นระยะทาง.....กัน

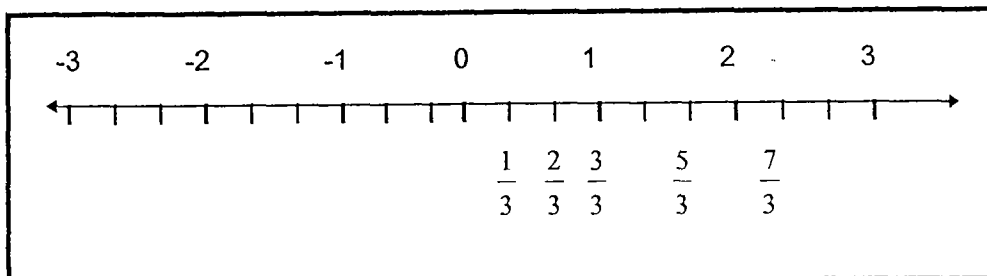
8.3 ถ้า a เป็นเศษส่วนใด ๆ จำนวนตรงข้ามของ a จะมี
เพียง.....จำนวน

และเขียนแทนจำนวนตรงข้ามของ a ด้วย.....



ขั้นตอนทดสอบและฝึกฝนการนำไปใช้ (ต่อ)

9.



9.1 จากเส้นจำนวนที่กำหนดให้ ให้นักเรียน เขียนจำนวนตรงข้าม ของ $\frac{1}{3}$, $\frac{2}{3}$, $\frac{3}{3}$, $\frac{5}{3}$ และ $\frac{7}{3}$ บนเส้นจำนวนในตำแหน่งที่นักเรียนคิดว่าถูกต้องที่สุด

9.2 จากข้อ 9.1 จงเติมคำตอบในช่องว่างให้ถูกต้อง

1. จำนวนตรงข้ามของ $\frac{1}{3}$ คือ
2. จำนวนตรงข้ามของ $\frac{2}{3}$ คือ
3. จำนวนตรงข้ามของ $\frac{3}{3}$ คือ
4. จำนวนตรงข้ามของ $\frac{5}{3}$ คือ
5. จำนวนตรงข้ามของ $\frac{7}{3}$ คือ

9.3

จากจำนวนตรงข้ามของ $\frac{1}{2}$ คือ $-\frac{1}{2}$
 และจำนวนตรงข้ามของ $-\frac{1}{2}$ คือ $-(-\frac{1}{2})$
 { จำนวนตรงข้ามของ a เขียนแทนด้วย $-a$ ในที่นี้ $a = (-\frac{1}{2})$ }

ขั้นตอนทดสอบและฝึกฝนการนำไปใช้ (ต่อ)

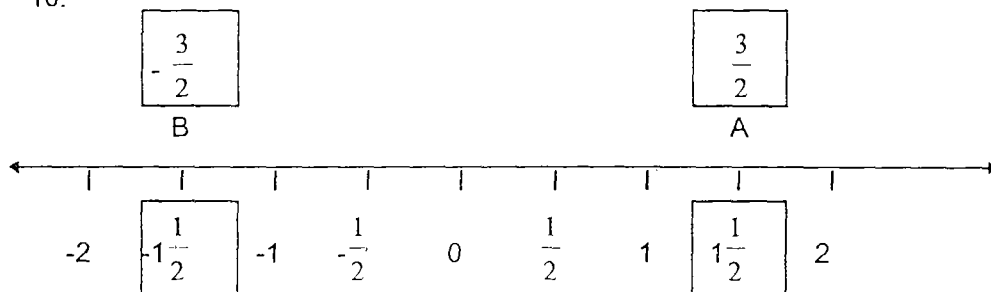
ให้นักเรียนศึกษาจากกรอบความรู้ข้างต้น แล้วเติมข้อความในข้อ 1, 2, และ 3 ให้สมบูรณ์

1. จำนวนตรงข้ามของ $-\frac{1}{2}$ เขียนแทนด้วย
2. เขียนแทนจำนวนตรงข้ามของ $-\frac{1}{2}$ อีกแบบหนึ่งด้วย
3. สรุปจากข้อ 1. และข้อ 2. ได้ว่า $\frac{1}{2} = \dots\dots\dots$
หรือ $\dots\dots\dots = \dots\dots\dots$

9.4 จากการสรุปในข้อ 3 ให้นักเรียนเติมคำตอบลงในช่องว่างที่เว้นไว้

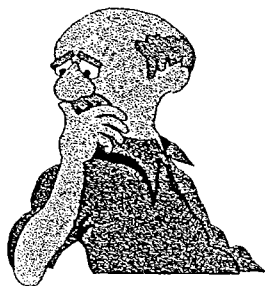
- 1). $-\left(-\frac{10}{11}\right) = \dots\dots\dots$
- 2). $-\left(-\frac{13}{4}\right) = \dots\dots\dots$
- 3). $-\left(-\frac{417}{113}\right) = \dots\dots\dots$

10.



จากเส้นจำนวน จุด A แทนจำนวน $1\frac{1}{2}$ และ $\frac{3}{2}$
 ซึ่ง $1\frac{1}{2} = \frac{3}{2}$
 จุด B แทนจำนวน $-1\frac{1}{2}$ และ $-\frac{3}{2}$
 ดังนั้น $-1\frac{1}{2} = -\frac{3}{2}$

สรุปได้ว่า จำนวนคละที่มีค่าเป็นลบสามารถเขียนให้อยู่ในรูป.....ที่มีค่าเป็นลบได้ และ เศษเกินที่มีค่าเป็น.....สามารถเขียนให้อยู่ในรูป.....ที่เป็นลบได้

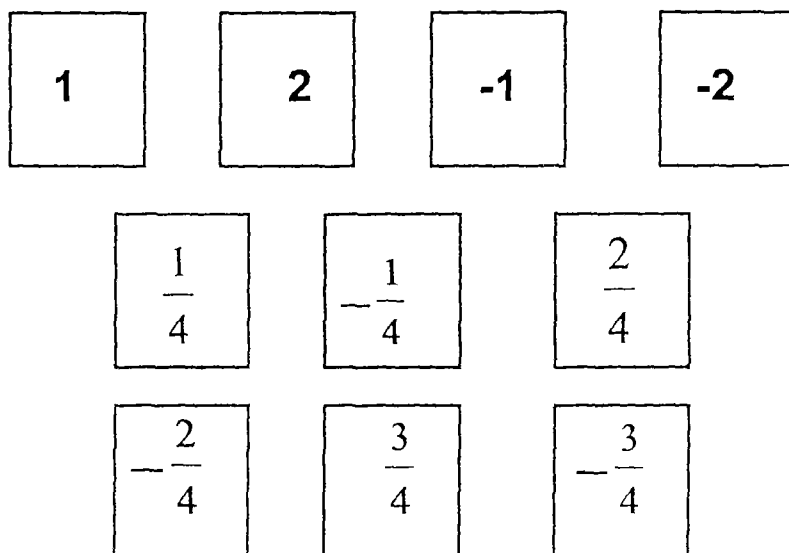


10.1 ให้นักเรียนเขียนเศษเกินให้อยู่ในรูปจำนวนคละ และเขียนจำนวนคละให้อยู่ในรูปของเศษเกิน

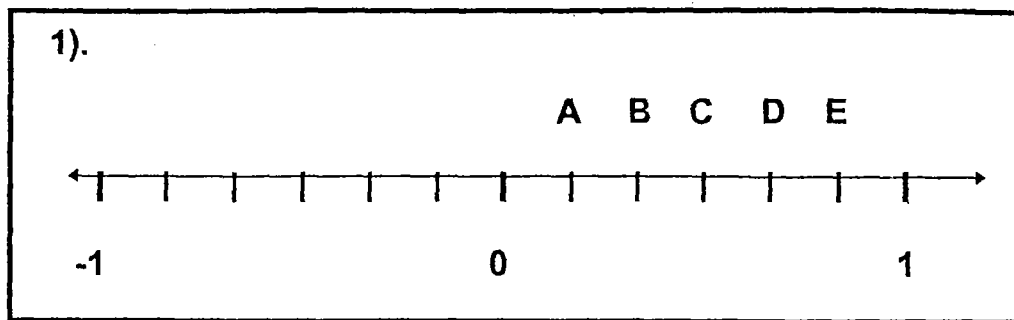
1. $\frac{11}{8}$ = ...
2. $-\frac{11}{8}$ = ...
3. $-\frac{80}{9}$ = ...
4. $-3\frac{3}{7}$ = ...
5. $-7\frac{5}{6}$ = ...



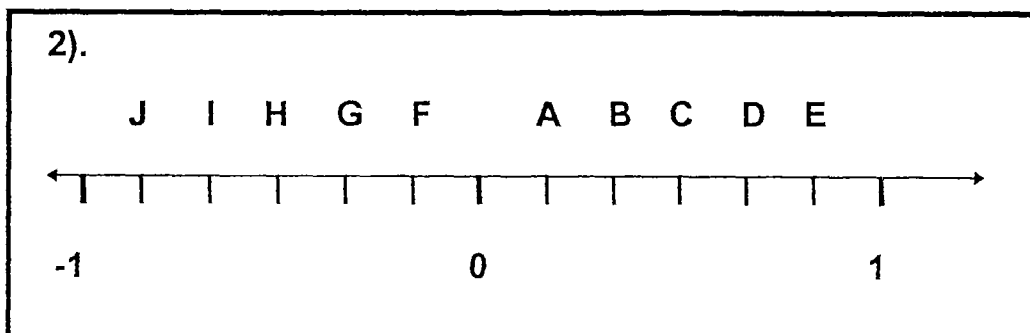
4. บัตรจำนวน จำนวน 10 บัตร (สำหรับนักเรียนกลุ่มละ 1 ชุด)
5. บัตรจำนวน จำนวน 10 บัตร (เหมือนกับของนักเรียน แต่เป็นบัตรแม่เหล็กสำหรับครู
ให้นักเรียนทำกิจกรรม 1 ชุด)



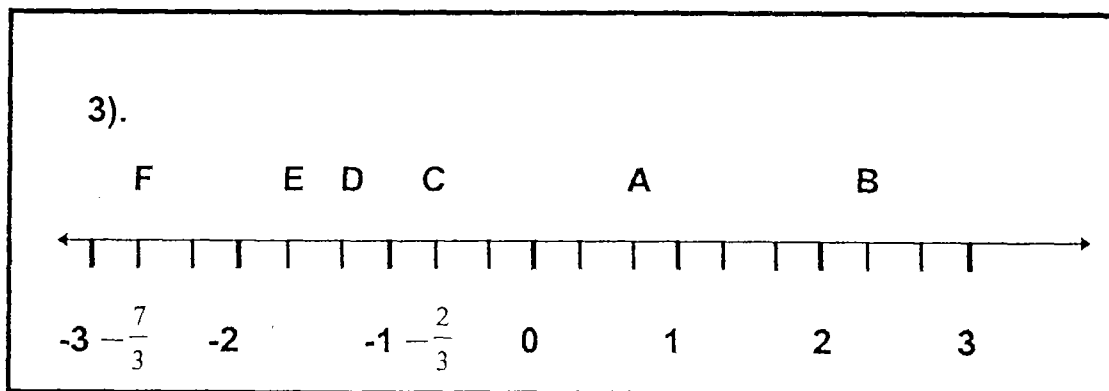
1. แผ่นใสที่ 1.1ข.



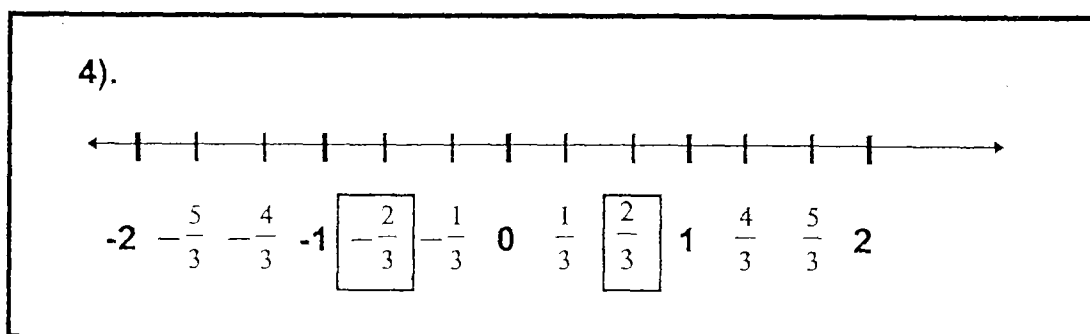
แผ่นใสที่ 1.2ข.



แผ่นใสที่ 1.3ข.



แผ่นใสที่ 1.4ข.



ใบงานที่ 1ข

ชื่อ.....

ชั้น.....เลขที่.....

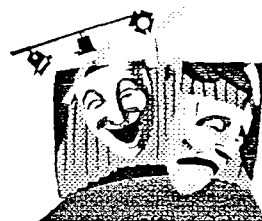
เรื่อง เศษส่วนและจำนวนตรงข้ามของเศษส่วน

จงเติมคำตอบที่ถูกต้องลงในช่องว่าง

- 1). 1.1 จุด A แทนจำนวน
 1.2 จุด B แทนจำนวน หรือ.....
 1.3 จุด C แทนจำนวน หรือ.....
 1.4 จุด D แทนจำนวน หรือ.....
 1.5 จุด E แทนจำนวน

- 2). 2.1 จุด F แทนจำนวน
 2.2 จุด G แทนจำนวน
 2.3 จุด H แทนจำนวน
 2.4 จุด I แทนจำนวน
 2.5 จุด J แทนจำนวน

- 3). 3.1 จุด A แทนจำนวน
 3.2 จุด B แทนจำนวน
 3.3 จุด C แทนจำนวน
 3.4 จุด D แทนจำนวน
 3.5 จุด E แทนจำนวน
 3.6 จุด F แทนจำนวน



- 4). 4.1 จำนวนตรงข้ามของ $\frac{4}{3}$ คือ
 4.2 จำนวนตรงข้ามของ $-\frac{5}{3}$ คือ
 4.3 จำนวนตรงข้ามของ $\frac{1}{3}$ คือ

5). จำนวนต่อไปนี้แทนจำนวนใด

5.1 $-\left(-\frac{10}{11}\right)$ = ...

5.2 $-\left(-\frac{13}{4}\right)$ = ...

5.3 $-\left(-\frac{417}{113}\right)$ = ...

6). จงหาจำนวนตรงข้ามของจำนวนต่อไปนี้

6.1 จำนวนตรงข้ามของ $\frac{7}{8}$ คือ

6.2 จำนวนตรงข้ามของ $\frac{11}{6}$ คือ

6.3 จำนวนตรงข้ามของ $13\frac{12}{13}$ คือ

6.4 จำนวนตรงข้ามของ $-\frac{20}{29}$ คือ

6.5 จำนวนตรงข้ามของ $-\frac{54}{31}$ คือ

6.6 จำนวนตรงข้ามของ $-9\frac{4}{7}$ คือ

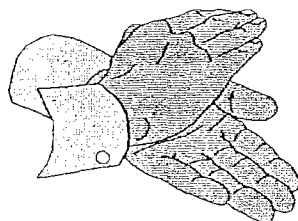
7). จงเขียนเศษเกินให้อยู่ในรูปจำนวนคละ และเขียนจำนวนคละให้อยู่ในรูปเศษเกิน

7.1 $\frac{11}{8}$ = ... 7.5 $3\frac{2}{7}$ = ...

7.2 $-\frac{11}{8}$ = ... 7.6 $-3\frac{2}{7}$ = ...

7.3 $-\frac{80}{9}$ = ... 7.7 $-7\frac{5}{6}$ = ...

7.4 $-\frac{125}{12}$ = ... 7.8 $-12\frac{1}{9}$ = ...



แผ่นใสที่ 1.5ข.

ถ้า a เป็นจำนวนใด ๆ

จำนวนตรงข้ามของ a จะมีเพียงจำนวนเดียว
และเขียนแทนจำนวนตรงข้ามของ a ด้วย $-a$

ตัวอย่าง

จำนวนตรงข้ามของ $\frac{7}{8}$ เขียนแทนด้วย $-\frac{7}{8}$

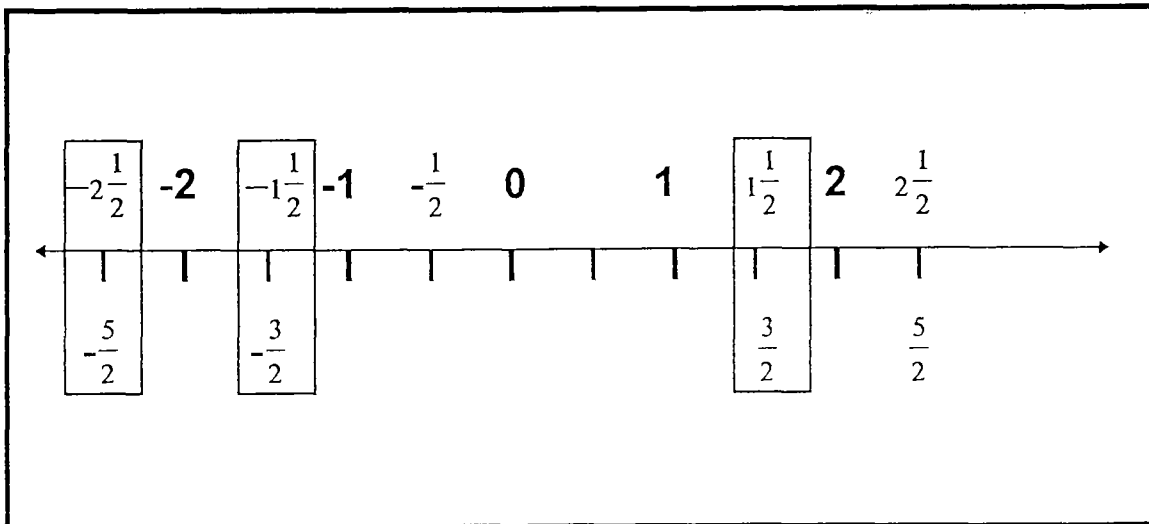
จำนวนตรงข้ามของ $-\frac{7}{8}$ เขียนแทนด้วย $-(-\frac{7}{8})$

และเนื่องจาก จำนวนตรงข้ามของ $-\frac{7}{8}$ คือ $\frac{7}{8}$

ดังนั้น

$$-(-\frac{7}{8}) = \frac{7}{8}$$

แผ่นใสที่ 1.6ข.



แผนการสอนที่ 3

วิชา คณิตศาสตร์ รหัส ค 203

ชั้น

มัธยมศึกษาปีที่ 2

เรื่อง การบวกเศษส่วนที่มีเครื่องหมายเหมือนกัน

จำนวนคาบ 1 คาบ เวลา 50 นาที

สาระสำคัญ

1. การบวกเศษส่วนที่มีเครื่องหมายเหมือนกัน และมีตัวส่วนเท่ากัน ทำได้โดยนำตัวเศษมาบวกกันตามหลักเกณฑ์ของการบวกจำนวนเต็ม โดยที่ตัวส่วนของผลลัพธ์จะมีค่าคงเดิม
2. การบวกเศษส่วนที่มีเครื่องหมายเหมือนกัน และมีตัวส่วนไม่เท่ากัน ต้องเปลี่ยนเศษส่วนเหล่านั้นให้เป็นเศษส่วนที่มีตัวส่วนเท่ากัน แล้วจึงนำตัวเศษมาบวกกันตามหลักเกณฑ์ของการบวกจำนวนเต็ม โดยที่ตัวส่วนของผลลัพธ์จะมีค่าคงเดิม

จุดประสงค์ปลายทาง

เมื่อเรียนจบบทเรียนนี้แล้ว นักเรียนสามารถหาผลบวกของเศษส่วนมีเครื่องหมายเหมือนกันได้อย่างถูกต้อง แม่นยำและรวดเร็ว

จุดประสงค์นำทาง

1. หาผลบวกของเศษส่วนบวกกับเศษส่วนบวกได้
2. หาผลบวกของเศษส่วนลบกับเศษส่วนลบได้

เนื้อหา

การบวกเศษส่วนที่มีเครื่องหมายเหมือนกัน

1. การบวกเศษส่วนบวกกับเศษส่วนบวกที่มีตัวส่วนเท่ากัน
หาผลลัพธ์ได้ โดยนำตัวเศษที่เป็นมาบวกกันตามหลักเกณฑ์ของการบวกจำนวนเต็ม โดยมีตัวส่วนเดิมเป็นผลลัพธ์เพียงตัวเดียวเท่านั้น
2. การบวกเศษส่วนบวกกับเศษส่วนบวกที่มีตัวส่วนไม่เท่ากัน
หาผลลัพธ์ได้ โดยเปลี่ยนเศษส่วนเหล่านั้นให้เป็นเศษส่วนที่มีตัวส่วนเท่ากันก่อน แล้วจึงดำเนินการตามขั้นตอนในข้อ 1

3. การบวกเศษส่วนลบกับเศษส่วนลบที่มีตัวส่วนเท่ากัน

ต้องทำให้อยู่ในรูปของเศษส่วนที่มีตัวเศษเป็นจำนวนเต็มลบและตัวส่วนเป็นจำนวนเต็มบวก แล้วจึงหาผลลัพธ์โดยนำตัวเศษที่เป็นจำนวนลบมาบวกกันตามหลักเกณฑ์ของการบวกจำนวนเต็มลบ ที่มีตัวส่วนเดิมเป็นผลลัพธ์เพียงตัวเดียวเท่านั้น

ตัวอย่าง จงหาผลลัพธ์ของ $\left(-\frac{1}{5}\right) + \left(-\frac{2}{5}\right)$

$$\begin{aligned}\text{วิธีทำ} \quad \left(-\frac{1}{5}\right) + \left(-\frac{2}{5}\right) &= \frac{(-1)}{5} + \frac{(-2)}{5} \\ &= \frac{(-1) + (-2)}{5} \\ &= \frac{(-3)}{5}\end{aligned}$$

ตอบ $\frac{(-3)}{5}$

4. การบวกเศษส่วนลบกับเศษส่วนลบที่มีตัวส่วนไม่เท่ากัน

สามารถทำได้ โดยเปลี่ยนเศษส่วนเหล่านั้น ให้เป็นเศษส่วนที่มีตัวส่วนเท่ากันก่อน แล้วจึงดำเนินการตามขั้นตอนใน ข้อ 3

ตัวอย่าง จงหาผลลัพธ์ของ $\left(-\frac{5}{8}\right) + \left(-\frac{1}{3}\right)$

$$\begin{aligned}\text{วิธีทำ} \quad \left(-\frac{5}{8}\right) + \left(-\frac{1}{3}\right) &= \frac{(-5)}{8} + \frac{(-1)}{3} \\ &\text{ค.ร.น. ของ 8 กับ 3 คือ 24} \\ &= \frac{(-5) \times 3}{8 \times 3} + \frac{(-1) \times 8}{3 \times 8} \\ &= \frac{(-15)}{24} + \frac{(-8)}{24} \\ &= \frac{(-23)}{24}\end{aligned}$$

ตอบ $-\frac{23}{24}$

กิจกรรมการเรียนรู้การสอน

การสอนโดยเน้นกระบวนการคณิตศาสตร์

ขั้นที่ 1 แจกจุดประสงค์การเรียนรู้และกระบวนการที่ใช้

เมื่อนักเรียนเรียนจบบทเรียนนี้ โดยใช้กระบวนการสร้างทักษะการคิดคำนวณแล้ว นักเรียนสามารถหาผลบวกของเศษที่มีเครื่องหมายเหมือนกันได้อย่างถูกต้อง แม่นยำและรวดเร็ว

ขั้นที่ 2 นำเข้าสู่บทเรียน

1. ครูทบทวนการบวกเศษส่วนบวกกับเศษส่วนบวก โดยให้นักเรียนดูแผ่นใสที่ 3.1ก แล้วครูใช้คำถามว่า ส่วนที่แรเงาคิดเป็นเศษส่วนเท่าไร (คำตอบ $\frac{1}{4}$)

2. ครูให้นักเรียนดูแผ่นใสที่ 3.2ก แล้วครูใช้คำถามว่า ส่วนที่แรเงาคิดเป็นเศษส่วนเท่าไร (คำตอบ $\frac{1}{4}$)

3. ครูใช้คำถามว่า ถ้านำส่วนที่แรเงาในแผ่นใสที่ 3.1ก บวกกับส่วนที่แรเงาในแผ่นใสที่ 3.2ก นักเรียนคิดว่าจะได้ผลลัพธ์เท่าไร

4. ให้นักเรียนคิด และอธิบายเหตุผลให้เพื่อนๆ ฟังได้ โดยครูเลือกนักเรียนที่มีคำตอบแตกต่างกันจากผู้ที่ยกมือ (ครูอย่าเพิ่งเฉลยคำตอบที่ถูกต้อง)

5. หลังจากนั้นครูเสริมความเข้าใจ โดยนำแผ่นใสที่ 3.1ก. วางซ้อนทับกับแผ่นใสที่ 3.2ก. แล้วถามคำตอบที่ถูกต้องจากนักเรียนอีกครั้ง จึงอธิบายประกอบ

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

6. เพื่อเสริมความเข้าใจ ครูให้นักเรียนดูแผ่นใสที่ 3.3ก. แล้วครูใช้คำถามว่า ส่วนที่แรเงาคิดเป็นเศษส่วนเท่าไร (คำตอบ $\frac{2}{6}$)

7. ครูให้นักเรียนดูแผ่นใสที่ 3.4ก. แล้วครูใช้คำถามว่า ส่วนที่แรเงาคิดเป็นเศษส่วนเท่าไร (คำตอบ $\frac{3}{6}$)

8. ครูใช้คำถามว่า ถ้านำส่วนที่แรเงาในแผ่นใสที่ 3.3ก บวกกับส่วนที่แรเงาในแผ่นใสที่ 3.4ก นักเรียนคิดว่าจะได้ผลลัพธ์เท่าไร

9. แล้วนำแผ่นใสที่ 3.3ก และแผ่นใสที่ 3.4ก มาซ้อนทับกันเพื่อให้มองเห็นได้ชัดเจน พร้อมอธิบายประกอบ

$$\text{จากรูปแสดงว่า } \frac{2}{6} + \frac{3}{6} = \frac{5}{6}$$

ขั้นที่ 3 ดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้การสอน

1. ครูแจกแบบฝึกทักษะตามกระบวนการสร้างทักษะการคิดคำนวณชุดที่ 3 เรื่องการบวกเศษส่วนที่มีเครื่องหมายเหมือนกัน ให้นักเรียนคนละ 1 ชุด
2. ครูใช้คำถามในแบบฝึกทักษะ อภิปรายร่วมกับนักเรียนทั้งชั้น แล้วเลือกนักเรียนให้ตอบคำถามเป็นรายบุคคล จากนักเรียนที่ยกมือ เพื่อเป็นแนวทางให้นักเรียนแต่ละคนเติมคำตอบที่ถูกต้อง (ตามความคิดของตนเอง) ลงในแบบฝึกทักษะ
3. ในแต่ละขั้นของแบบฝึกทักษะ ครูและนักเรียนร่วมกันแสดงความคิดเห็น ช่วยกันเฉลยคำตอบที่ถูกต้องทุกครั้ง ก่อนที่จะเติมคำตอบและปฏิบัติกิจกรรมในขั้นต่อไปจนครบขั้นตอน
4. ให้นักเรียนทำแบบฝึกหัด 4.3 เฉพาะข้อที่เป็นการบวกเศษส่วนที่มีเครื่องหมายเหมือนกันในหนังสือ คณิตศาสตร์ 3 ของสถาบันส่งเสริมการสอนคณิตศาสตร์และเทคโนโลยี กระทรวงศึกษาธิการ

ขั้นที่ 4 ขั้นสรุป

ครูใช้คำถามเพื่อเป็นแนวทางให้นักเรียนช่วยกัน สรุปกฎเกณฑ์ และข้อตกลงของการบวกเศษส่วนที่มีเครื่องหมายเหมือนกัน จากการปฏิบัติกิจกรรมตามแบบฝึกทักษะกระบวนการสร้างทักษะการคิดคำนวณ ให้สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้

กิจกรรมการเรียนรู้การสอน

การสอนตามคู่มือครู

ขั้นที่ 1 แฉ่งจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

เมื่อนักเรียน เรียนจบบทเรียนนี้แล้ว สามารถหาผลบวกของเศษส่วนที่มีเครื่องหมายเหมือนกันได้อย่างถูกต้อง แม่นยำและรวดเร็ว

ขั้นที่ 2 นำเข้าสู่บทเรียน

1. ครูทบทวนการบวกเศษส่วนบวกกับเศษส่วนบวกและมีตัวส่วนเท่ากันโดย

1.1 ยกตัวอย่างการบวกเศษส่วนให้นักเรียนช่วยกันทำ โดยเลือกจากนักเรียนที่ยกมือมาแสดงวิธีทำบนกระดานดำ

- 1.2 ครูอธิบายวิธีการและขั้นตอนวิธีการหาผลลัพธ์ เสริมวิธีการของนักเรียน

ตัวอย่างที่ 1 จงหาผลบวกของ $\frac{2}{7} + \frac{3}{7}$

วิธีทำ $\frac{2}{7} + \frac{3}{7} = \frac{2+3}{7} = \frac{5}{7}$

ตอบ $\frac{5}{7}$

ตัวอย่างที่ 2 จงหาผลบวกของ $\frac{7}{12} + \frac{5}{9}$

วิธีทำ ค.ร.น. ของ 12, 9 คือ 36

$$\begin{aligned}\frac{7}{12} + \frac{5}{9} &= \frac{(7 \times 3) + (5 \times 4)}{36} \\ &= \frac{21 + 20}{36} \\ &= \frac{41}{36} \text{ หรือ } 1\frac{5}{36}\end{aligned}$$

ตอบ $1\frac{5}{36}$

2. ครูทบทวนหลักเกณฑ์การบวกจำนวนเต็ม ดังนี้

2.1 จำนวนเต็มบวก บวก จำนวนเต็มบวก ผลลัพธ์จะเป็นจำนวนเต็มบวก

2.2 จำนวนเต็มลบ บวก จำนวนเต็มลบ ผลลัพธ์จะเป็นจำนวนเต็มลบ

ขั้นที่ 3 ดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้การสอน

1. ครูให้นักเรียนฝึกหาผลบวกของเศษส่วนลบกับเศษส่วนลบและมีตัวส่วนเท่ากัน โดยใช้หลักเกณฑ์ของการบวกเศษส่วนบวกกับเศษส่วนบวก และหลักเกณฑ์ของการบวกจำนวนเต็ม โดยอธิบายตัวอย่างที่ 1 ในหนังสือแบบเรียนคณิตศาสตร์ 3 ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กระทรวงศึกษาธิการ หน้า 103

2. ครูอธิบายการบวกเศษส่วนลบกับเศษส่วนลบที่มีตัวส่วนไม่เท่ากัน โดยยกตัวอย่างที่ 2 ในหนังสือแบบเรียนคณิตศาสตร์ 3 ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กระทรวงศึกษาธิการ หน้า 104 แสดงให้นักเรียนดูบนกระดานดำ

3. ให้นักเรียนทำแบบฝึกหัดในหนังสือแบบเรียนคณิตศาสตร์ 3 ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กระทรวงศึกษาธิการ หน้า 106 ข้อ 1-ข้อ 3 โดยตอบเป็นจำนวนคละ

4. จากการอธิบายตัวอย่าง(ตัวอย่างที่ 2) และการทำแบบฝึกหัดข้อ 1-ข้อ 3 ให้นักเรียนสังเกตว่า สามารถเขียนคำตอบของผลบวกของจำนวนเต็มลบกับเศษส่วนลบได้ทันที ดังนี้

(ครูยกตัวอย่างบนกระดานดำ)

ตัวอย่าง

$$\begin{aligned}1. (-5) + \left(-\frac{3}{4}\right) &= \left(-5\frac{3}{4}\right) \\ 2. (-3) + \left(-\frac{1}{2}\right) &= \\ 3. (-7) + \left(-\frac{5}{6}\right) &=\end{aligned}$$

5. ในทางกลับกัน ยกตัวอย่างและให้นักเรียนฝึกเขียนจำนวนคละที่เป็นลบ ให้อยู่ในรูปผลบวกของจำนวนเต็มลบกับเศษส่วนลบ

ตัวอย่าง 1. $\left(-8\frac{1}{9}\right) = (-8) + \left(-\frac{1}{9}\right)$

2. $\left(-3\frac{2}{5}\right) = \dots\dots\dots$

3. $\left(-2\frac{3}{4}\right) = \dots\dots\dots$

6. ให้นักเรียนทำแบบฝึกหัดข้อ 1, ข้อ 2 หน้า 107 ในหนังสือแบบเรียนคณิตศาสตร์ 3 ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กระทรวงศึกษาธิการ และฝึกหาผลบวกของ $\left(-57\frac{3}{11}\right) + \left(-25\frac{2}{5}\right)$ ในสมุดแบบฝึกหัด โดยครูสังเกตและคอยให้คำแนะนำ

ขั้นที่ 4 ขั้นสรุป

ครูและนักเรียนช่วยกันอภิปรายสรุป เพื่อกำหนดหลักเกณฑ์การบวกเศษส่วนจำนวนลบกับเศษส่วนจำนวนลบทั้งที่มีส่วนเท่ากันและไม่เท่ากัน

สื่อการสอน

สื่อการสอนโดยเน้นกระบวนการคณิตศาสตร์

1. แผ่นใสที่ 3.1ก. 3.2ก. 3.3ก. และ 3.4ก.
2. แบบฝึกทักษะชุดที่ 3 ฝึกทักษะตามกระบวนการสร้างทักษะการคิดคำนวณ เรื่องการบวกเศษส่วนที่มีเครื่องหมายเหมือนกัน

สื่อการสอนตามคู่มือครู

1. หนังสือแบบเรียนคณิตศาสตร์ 3 ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กระทรวงศึกษาธิการ

การประเมินผล

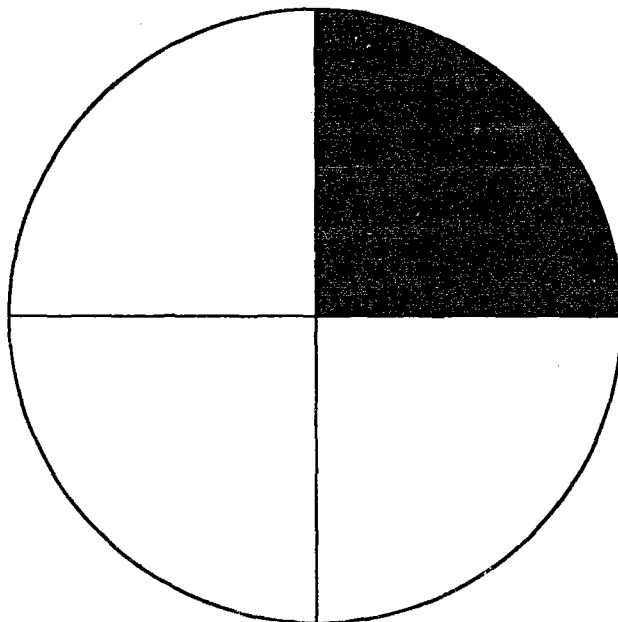
การประเมินผลการสอนโดยเน้นกระบวนการคณิตศาสตร์

1. สังเกตจากความสนใจ การตอบคำถามการให้ความร่วมมือปฏิบัติกิจกรรมระหว่างเรียน
2. ตรวจสอบผลงาน จากการทำแบบฝึกทักษะ

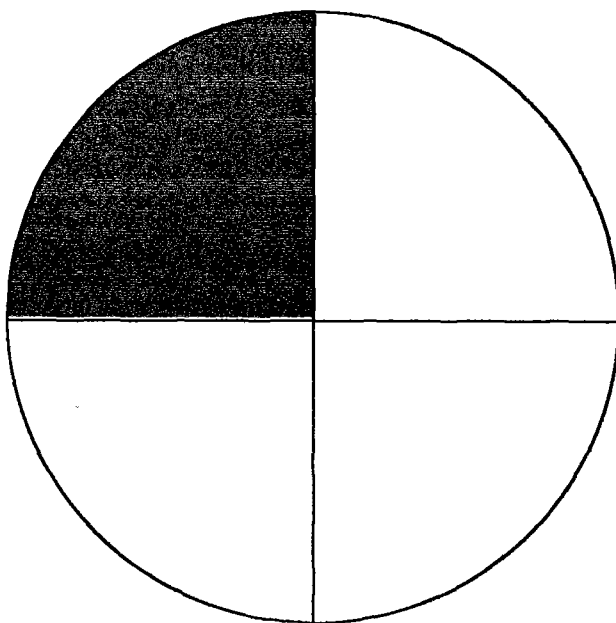
การประเมินผลการสอนตามคู่มือครู

1. สังเกตจากความสนใจ การตอบคำถาม การให้ความร่วมมือปฏิบัติกิจกรรมระหว่างเรียน
2. ตรวจสอบผลงาน จากการทำแบบฝึกหัด

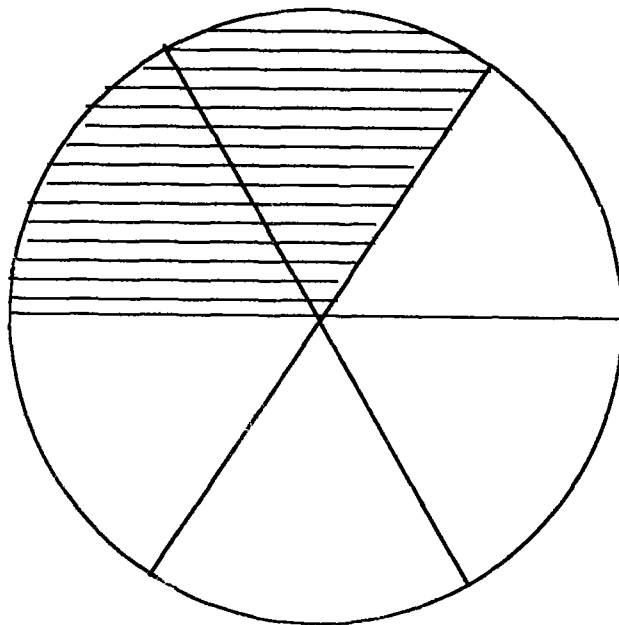
แผ่นใสที่ 3.1ก.



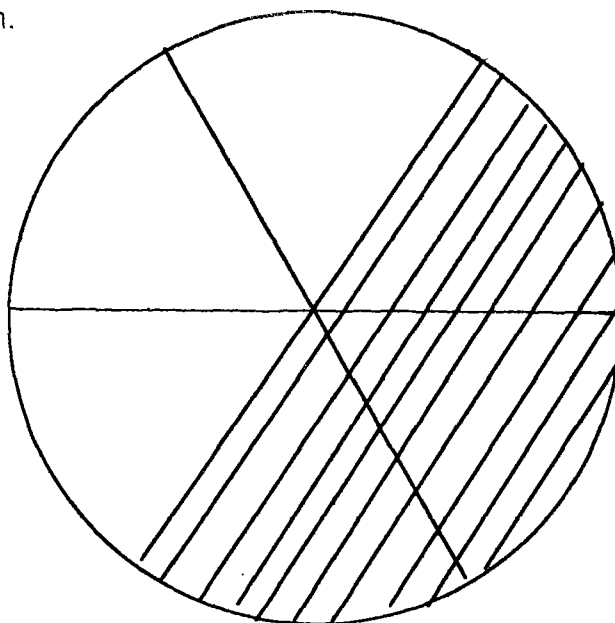
แผ่นใสที่ 3.2ก.



แผ่นใสที่ 3.3ก.



แผ่นใสที่ 3.4ก.



ชื่อ/นามสกุล.....

ชั้น..... เลขที่.....

แบบฝึกทักษะ ชุดที่ 3
ฝึกทักษะกระบวนการสร้างทักษะการคิดคำนวณ
เรื่อง การบวกเศษที่มีเครื่องหมายเหมือนกัน

จุดประสงค์ เพื่อให้นักเรียนได้ฝึกทักษะการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ตามขั้นตอนของกระบวนการสร้างทักษะการคิดคำนวณ และสามารถหาผลบวกของเศษส่วนลบกับเศษส่วนลบได้อย่างถูกต้อง แม่นยำและรวดเร็ว

วิธีใช้

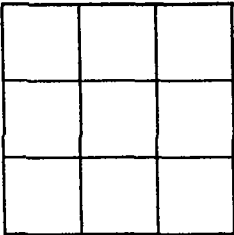
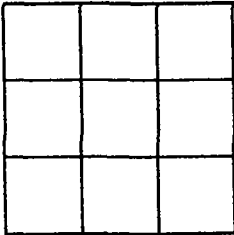
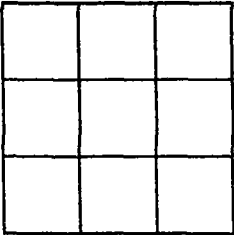
1. ครูดำเนินการสอน โดยใช้ขั้นตอนที่กำหนดไว้ในแบบฝึกทักษะกระบวนการสร้างทักษะการคิดคำนวณเป็นแนวทางให้นักเรียนปฏิบัติกิจกรรม
2. ให้นักเรียนปฏิบัติตามกิจกรรมที่กำหนดไว้ในแบบฝึกทักษะฯ พร้อมทั้งเติมคำตอบที่ถูกต้องลงในช่องว่างที่เว้นไว้



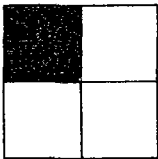
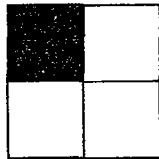
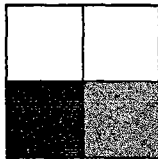
ขั้นตรวจสอบความคิดรวบยอด

1. ให้นักเรียนแรเงาช่องสี่เหลี่ยมเล็กๆ ให้มีค่าเท่ากับเศษส่วนที่กำหนดไว้ และเติมจำนวนที่ถูกต้องที่สุดลงในช่องว่างที่เว้นไว้

ข้อ 1

	+		=	
$\uparrow$		$\uparrow$		$\uparrow$
$\frac{4}{9}$	+	$\frac{1}{9}$	=	$\frac{\dots + \dots}{9} = \frac{5}{9}$

ข้อ 2.

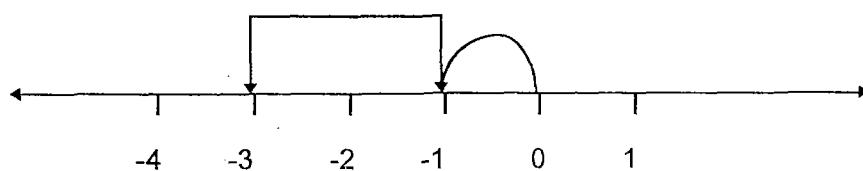
	+		=		+	
$\frac{1}{4}$	+	$\dots$	=	$\frac{1}{4}$	+	$\dots$
			=	$\frac{1 + \dots}{4}$		
			=	$\dots$		

ตอบ $\dots$

ขั้นตรวจสอบความคิดรวบยอด (ต่อ)

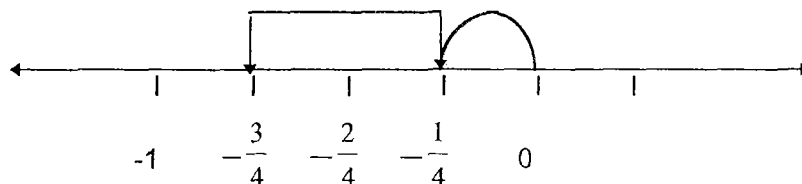
2. ให้นักเรียนพิจารณาการบวกจำนวนเต็มลบกับจำนวนเต็มลบ บนเส้นจำนวนต่อไปนี้ แล้วเติมจำนวนลงในช่องว่างที่เว้นไว้ให้ถูกต้อง

ข้อ 1



นั่นคือ $(-1) + (-2) = \dots\dots\dots$

ข้อ 2



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

3. สรุป จากข้อ1 และข้อ2 ได้ว่า

1. การบวกเศษส่วนที่มีตัวส่วนเท่ากัน

ให้นำตัว.....มาบวกกันโดยมีตัวส่วนคงเดิมเพียงตัวเดียว

2. การบวกเศษส่วนที่มีตัวส่วนไม่เท่ากัน

ต้องเปลี่ยนเศษส่วนเหล่านั้นให้เป็นเศษส่วนที่มีตัว.....เท่ากันก่อน
 แล้วจึงดำเนินการเช่นเดียวกับข้อ1

3. การบวกจำนวนลบ(จำนวนเต็มหรือเศษส่วน)ผลลัพธ์จะเป็นจำนวน.....

ขั้นสรุปเป็นกฎ

4. ให้นักเรียนเติมจำนวนที่ถูกต้องที่สุดลงในช่องว่างที่เว้นไว้

ข้อ1

$$\frac{(-5)}{7} + \frac{(-1)}{7} = \frac{(-5) + (-1)}{\boxed{?}}$$

$$= \frac{\boxed{?}}{7}$$

ตอบ

ข้อ2

$$\left(-\frac{1}{5}\right) + \left(-\frac{2}{5}\right) = \frac{(-1)}{5} + \frac{(-2)}{5}$$

$$= \frac{\boxed{(-1)} + \boxed{(-2)}}{5}$$

$$= \frac{\boxed{?}}{5}$$

ตอบ

ข้อ3

$$\left(-\frac{5}{8}\right) + \left(-\frac{1}{3}\right) = \frac{(\quad)}{8} + \frac{(\quad)}{3}$$

ค.ร.น. ของ 8 กับ 3 คือ 24

$$= \frac{(\quad) \times 3}{8 \times 3} + \frac{(\quad) \times \boxed{\quad}}{3 \times \boxed{\quad}}$$

$$= \frac{\boxed{\quad}}{24} + \frac{\boxed{\quad}}{24}$$

$$= \frac{\boxed{\quad}}{24}$$

ตอบ

ขั้นสรุปเป็นกฎ (ต่อ)

5. สรุป ได้ว่า การบวกเศษส่วนลบกับเศษส่วนลบ มีข้อตกลงดังนี้

1. เปลี่ยนเศษส่วนที่เป็นจำนวนลบนั้น ให้อยู่ในรูปที่มีตัวเศษเป็นจำนวนเต็มลบและตัวส่วนเป็นจำนวนเต็ม.....(บวกหรือลบ)
2. ถ้าตัวส่วนไม่เท่ากัน ต้องทำให้.....ก่อน เช่นเดียวกับ การบวกเศษส่วนบวกที่ตัวส่วนไม่เท่ากัน
3. หลังจากนั้น นำตัว.....มาบวกกัน โดยใช้หลักเกณฑ์เดียวกับ การบวกจำนวนเต็มลบ
4. แล้วนำตัว.....มาเป็นตัวส่วนของผลลัพธ์เพียงตัวเดียวเท่านั้น

ขั้นฝึกใช้กฎใหม่ (นำกฎ/สูตรไปใช้กับรูปแบบ สถานการณ์ใหม่)

6. ให้นักเรียนเติมจำนวนที่ถูกต้องที่สุดลงในช่องว่างที่เว้นไว้

1. จงหาผลลัพธ์ของ $\left(-2\frac{1}{4}\right) + \left(-\frac{1}{6}\right)$

วิธีทำ $\left(-2\frac{1}{4}\right) + \left(-\frac{1}{6}\right) = \left(-\frac{9}{4}\right) + \left(-\frac{1}{6}\right)$

$$= \frac{\boxed{}}{4} + \frac{(-1)}{6}$$

$$= \frac{\boxed{} \times 3}{4 \times 3} + \frac{(-1) \times \boxed{}}{6 \times \boxed{}}$$

$$= \frac{\boxed{}}{\boxed{}} + \frac{\boxed{}}{\boxed{}}$$

$$= \frac{\boxed{}}{\boxed{}} + \frac{\boxed{}}{\boxed{}}$$

ขั้นฝึกใช้กฎใหม่ (ต่อ)

$$\left(-2\frac{1}{4}\right) + \left(-\frac{1}{6}\right) = \frac{\boxed{}}{\boxed{}}$$

ตอบ

2. ให้นักเรียนพิจารณาการหาผลบวกของจำนวนเต็มลบกับเศษส่วนลบ ต่อไปนี้

$$\begin{aligned} \boxed{(-5) + \left(-\frac{3}{4}\right)} &= \frac{[(-5) \times 4] + (-3)}{4} \\ &= \frac{(-20) + (-3)}{4} \\ &= -\frac{23}{4} \\ &= \boxed{-5\frac{3}{4}} \end{aligned}$$

จะพบว่า ผลลัพธ์ที่ได้จากการบวกจำนวนเต็มลบกับเศษส่วนลบ สามารถเขียนให้อยู่ในรูปของจำนวนคละที่มีค่าเป็นจำนวนลบได้ทันที คือ

$$\boxed{(-5) + \left(-\frac{3}{4}\right)} = -5\frac{3}{4} \boxed{}$$

3. จากหลักเกณฑ์ดังกล่าว ให้นักเรียนหาผลบวกของจำนวนต่อไปนี้

$$1. (-3) + \left(-\frac{4}{5}\right) = \dots\dots\dots$$

$$2. (-5) + \left(-\frac{2}{3}\right) = \dots\dots\dots$$

$$3. \left(-\frac{3}{4}\right) + (-3) = \dots\dots\dots$$

$$\text{ดังนั้น} \quad \left(-7\frac{1}{9}\right) = (-7) + \left(-\frac{1}{9}\right) \quad \text{ใช่หรือไม่}$$

ตอบ

ขั้นฝึกใช้กฎใหม่ (ต่อ)

4. จากข้อ3 ให้นักเรียนเขียนจำนวนต่อไปนี้ให้อยู่ในรูปของผลบวกของจำนวนเต็ม กับเศษส่วน

1. $-5\frac{1}{7}$ = ...

2. $-11\frac{2}{9}$ = ...

3. $-3\frac{11}{13}$ = ...

4. $-1\frac{1}{3}$ = ...

5. ให้นักเรียนฝึกการหาผลบวกของเศษส่วนจำนวนลบกับเศษส่วนจำนวนลบต่อไปนี้

จงหาผลบวกของ $\left(-57\frac{3}{11}\right) + \left(-25\frac{2}{5}\right)$

$$\begin{aligned} \text{วิธีทำ } \left(-57\frac{3}{11}\right) + \left(-25\frac{2}{5}\right) &= \left[(-57) + \left(-\frac{3}{11}\right)\right] + \left[\left(\quad\right) + \frac{\quad}{\quad}\right] \\ &= \left[(-57) + \left(\quad\right)\right] + \left[\left(-\frac{3}{11}\right) + \frac{\quad}{\quad}\right] \\ &= (-82) + \left[\frac{\{(-3) \times \quad\} + \{\quad + \quad\}}{\quad}\right] \\ &= (-82) + \frac{(-15) + (-22)}{55} \\ &= (-82) + \left(-\frac{37}{55}\right) \\ &= \end{aligned}$$

ตอบ

ขั้นปรับปรุงแก้ไข

(สำหรับขั้นนี้เป็นขั้นทำแบบฝึกหัด วินิจฉัยข้อบกพร่องและปรับปรุงแก้ไข)

6. ให้นักเรียนทำแบบฝึกหัดต่อไปนี้

1. จงหาผลลัพธ์ของ $(-12) + \left(-5\frac{6}{7}\right) + \left(-1\frac{1}{4}\right)$

วิธีทำ $(-12) + \left(-5\frac{6}{7}\right) + \left(-1\frac{1}{4}\right) = \dots\dots\dots$

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

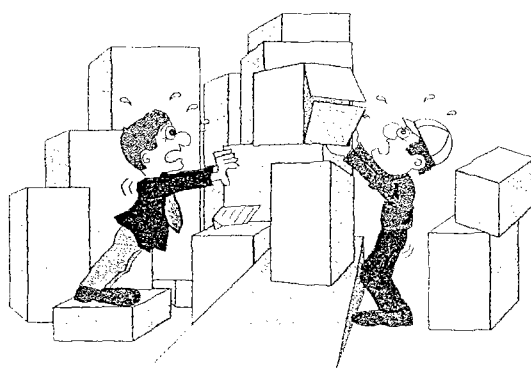
.....

.....

ตอบ

2. ให้นักเรียนทำแบบฝึกหัดที่ 4.3 หน้า 113 ข้อ 1 (ข้อย่อยที่ 1, 3, 9, 19, 22)

ในหนังสือคณิตศาสตร์ 3 ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
กระทรวงศึกษาธิการ



แผนการสอนที่ 8

วิชา คณิตศาสตร์ รหัส ศ 203

ชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 2

เรื่อง โจทย์ปัญหาเศษส่วน

จำนวน 2 คาบ เวลา 100 นาที

สาระสำคัญ

ในการหาผลลัพธ์ของโจทย์ปัญหาเศษส่วนใดๆ ต้องอ่านโจทย์เพื่อทำความเข้าใจโจทย์ให้ชัดเจนก่อน แล้วจึงวิเคราะห์โจทย์ว่ากำหนดอะไรมาให้บ้าง มีอะไรที่สัมพันธ์กันบ้าง และมีส่วนใดในโจทย์ที่กำหนดมาให้ ที่ต้องนำมาเขียนให้อยู่ในรูปของเศษส่วน เพื่อนำไปเป็นข้อมูลในการหาคำตอบ ถ้ามีต้องใช้วิธีการบวก การลบ การคูณ หรือการหารเศษส่วนในการคำนวณหาคำตอบที่โจทย์ต้องการ หรือในบางครั้งต้องใช้หลายวิธีเพื่อให้ได้คำตอบในข้อเดียวกัน

จุดประสงค์ปลายทาง

เมื่อเรียนจบบทเรียนนี้แล้วนักเรียนสามารถแก้โจทย์ปัญหาเศษส่วนได้ถูกต้อง

จุดประสงค์นำทาง

1. บวก ลบ คูณ และหารเศษส่วนได้ถูกต้อง
2. เขียนประโยคภาษาที่โจทย์กำหนดให้อยู่ในรูปของประโยคสัญลักษณ์ได้ถูกต้อง
 1. แก้อาชีพปัญหาเกี่ยวกับการบวกและการลบเศษส่วนได้ถูกต้อง
 2. แก้อาชีพปัญหาเกี่ยวกับการคูณและการหารเศษส่วนได้ถูกต้อง

เนื้อหา

การแก้โจทย์ปัญหาเศษส่วนที่ต้องใช้การบวก การลบ การคูณ หรือการหารเศษส่วนต้องดำเนินการดังนี้

1. อ่านทำความเข้าใจโจทย์ แล้ววิเคราะห์ว่าโจทย์ต้องการให้หาอะไร มีส่วนไหนในโจทย์ที่สัมพันธ์กัน มีส่วนใดในโจทย์ที่กำหนดมาให้ ที่ต้องนำมาเขียนให้อยู่ในรูปของเศษส่วน ต้องใช้วิธีการใดมาคำนวณหาคำตอบ
2. สามารถเขียนประโยคภาษาที่โจทย์กำหนดให้อยู่ในรูปของประโยคสัญลักษณ์ได้
3. เลือกใช้วิธีการบวก การลบ การคูณ และการหารเศษส่วนเพื่อหาคำตอบที่โจทย์ต้องการได้อย่างถูกต้อง

กิจกรรมการเรียนรู้การสอน (คาบเรียนที่1)

การสอนโดยเน้นกระบวนการคณิตศาสตร์

ขั้นที่1 แจกจุดประสงค์การเรียนรู้และกระบวนการที่ใช้

เมื่อนักเรียนเรียนจบบทเรียนนี้แล้วนักเรียนสามารถแก้โจทย์ปัญหาการบวกและการลบเศษส่วนใดๆได้

ขั้นที่2 นำเข้าสู่บทเรียน

1. แบ่งนักเรียนเป็นกลุ่มย่อยกลุ่มละ 4-5 คน จำนวน 10 กลุ่ม เลือกประธานและเลขานุการเพื่อดำเนินกิจกรรมในขั้นต่อไป
2. ครูแจกใบงานที่ 8.1ก. เพื่อทบทวนการบวก และการลบเศษส่วน ให้นักเรียนศึกษาและทำแบบฝึกหัดในใบงานด้วยความเข้าใจของตนเองเป็นรายบุคคล
3. ครูเฉลยแบบฝึกหัดในใบงานโดยใช้คำถามเป็นแนวทางให้นักเรียนตอบ จนได้คำตอบที่ถูกต้อง

ขั้นที่3 ดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้การสอน

1. ครูแจกแบบฝึกทักษะชุดที่8.1ตามกระบวนการสร้างทักษะการแก้โจทย์ปัญหา เรื่องการแก้โจทย์ปัญหาการบวกและการลบเศษส่วน ให้นักเรียนทุกคน คนละ 1 ชุด
2. ให้นักเรียนแต่ละคนอ่านโจทย์ฝึกหัดที่1 แล้วอภิปรายร่วมกันในกลุ่มย่อย ตามขั้นตอนต่างๆที่กำหนดไว้ในแบบฝึกทักษะ
3. ครูทบทวนคำถาม และกิจกรรมแต่ละขั้นในแบบฝึกทักษะ เพื่อเป็นแนวทางให้นักเรียนปฏิบัติ หลังจากอภิปรายร่วมกันในกลุ่มย่อยแล้ว ให้แต่ละคนเติมคำตอบที่ถูกต้อง (ตามความคิดของตนเอง) ลงในแบบฝึกทักษะ
4. ในแต่ละขั้นของแบบฝึกทักษะ ครูและนักเรียนร่วมกันแสดงความคิดเห็น ช่วยกันเฉลยคำตอบที่ถูกต้องทุกครั้ง ก่อนที่จะเติมคำตอบและปฏิบัติกิจกรรมตามกระบวนการสร้างทักษะการแก้โจทย์ปัญหา ในขั้นต่อไปจนครบขั้นตอน
5. ครูแจกแบบฝึกทักษะชุดที่8.2 ฝึกทักษะตามกระบวนการสร้างทักษะการแก้โจทย์ปัญหา เรื่องการแก้โจทย์ปัญหาการบวกและการลบเศษส่วน ให้นักเรียนทุกคน คนละ 1 ชุด
6. ครูดำเนินการสอนเช่นเดียวกันกับในข้อ 2 ถึงข้อ 4 แต่ต้องให้นักเรียนในการอภิปรายกลุ่มย่อย คิดและเติมคำตอบด้วยตนเองมากขึ้น (ครูลดบทบาทในการเป็นผู้แนะแนวทางให้น้อยลง)
7. ครูกำหนดโจทย์ให้นักเรียนทำแบบฝึกหัด การแก้โจทย์ปัญหาการบวกและการลบเศษส่วน โดยดำเนินการตามขั้นตอนของกระบวนการการแก้โจทย์ปัญหาที่เรียนไปแล้ว

ขั้นที่4 ขั้นสรุป

1. ครูใช้คำถามเพื่อเป็นแนวทางให้นักเรียนแต่ละกลุ่มสรุปหลักเกณฑ์ที่สำคัญ ในการแก้

โจทย์ปัญหาการบวกและการลบเศษส่วน จากการที่ได้ปฏิบัติกิจกรรมตามกระบวนการสร้างทักษะการแก้โจทย์ปัญหา ซึ่งจะทราบได้ในขั้นวางแผนขั้นต้น เพื่อเลือกวิธีการคำนวณว่าต้องใช้ทักษะในการคิดคำนวณเกี่ยวกับการบวก การลบเศษส่วนมาใช้ในการหาผลลัพธ์

2. ให้ตัวแทนแต่ละกลุ่มเสนอแนะหลักเกณฑ์ ในการแก้โจทย์ปัญหาการบวกและการลบเศษส่วน ที่ละขั้นเพื่อเป็นข้อตกลงร่วมกันของส่วนรวม

กิจกรรมการเรียนรู้การสอน

การสอนตามคู่มือครู

ขั้นที่1 แจ้งจุดประสงค์การเรียนรู้

เมื่อนักเรียนเรียนจบบทเรียนนี้แล้ว นักเรียนสามารถแก้โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับการบวกและการลบเศษส่วนใดๆได้

ขั้นที่2 นำเข้าสู่บทเรียน

ครูทบทวนการบวกและการลบเศษส่วน โดยยกตัวอย่างโจทย์ระคนให้นักเรียนหาคำตอบดังนี้

$$\begin{aligned} \text{ตัวอย่าง 1 จงหาผลลัพธ์ของ } & \left\{ \frac{3}{4} + \left(-\frac{1}{2} \right) \right\} - \left(-\frac{9}{16} \right) \\ \text{วิธีทำ } & \left\{ \frac{3}{4} + \left(-\frac{1}{2} \right) \right\} - \left(-\frac{9}{16} \right) = \left[\frac{(3 \times 1) + \{(-1) \times 2\}}{4} \right] - \frac{(-9)}{16} \\ & = \left\{ \frac{3 + (-2)}{4} \right\} - \frac{(-9)}{16} \\ & = \frac{1}{4} - \frac{(-9)}{16} \\ & = \frac{(1 \times 4) + 9}{16} \\ & = \frac{13}{16} \end{aligned}$$

$$\text{ตอบ } \frac{13}{16}$$

ขั้นที่3 ดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้การสอน

1. ครูยกตัวอย่างโจทย์ปัญหา แสดงให้นักเรียนดูเป็นตัวอย่างบนกระดานดำ

ตัวอย่าง 2 นักเรียนคนหนึ่งใช้เงินที่เขาถืออยู่เป็นเศษส่วนของเงินทั้งหมดดังนี้ ซื้อ

สมุด $\frac{1}{3}$ ซื้อเครื่องใช้ $\frac{5}{24}$ จ่ายค่าเช่าที่พัก $\frac{1}{8}$ เมื่อจ่ายเงินตามรายการดังกล่าวไปแล้วเขายังมีเงินเหลืออยู่อีก 400 บาท อยากทราบว่าเดิมนักเรียนคนนี้มีเงินอยู่ทั้งหมดเท่าไร

วิธีทำ	ซื้อสมุดเป็นเงิน	$\frac{1}{3}$	ของเงินทั้งหมด
	ซื้อเครื่องใช้เป็นเงิน	$\frac{5}{24}$	ของเงินทั้งหมด
	จ่ายค่าเช่าที่พักเป็นเงิน	$\frac{1}{8}$	ของเงินทั้งหมด
	รวมค่าใช้จ่าย	$\frac{1}{3} + \frac{5}{24} + \frac{1}{8}$	ของเงินทั้งหมด
		$= \frac{8}{24} + \frac{5}{24} + \frac{3}{24}$	ของเงินทั้งหมด
		$= \frac{16}{24}$	ของเงินทั้งหมด
		$= \frac{2}{3}$	ของเงินทั้งหมด

จ่ายเงินไป $\frac{2}{3}$ ของเงินทั้งหมด หมายความว่า มีเงินอยู่ 3 ส่วน จ่ายไป 2 ส่วน

ดังนั้น ยังมีเงินเหลืออยู่ $\frac{1}{3}$ ของเงินทั้งหมด

$\frac{1}{3}$ ของเงินทั้งหมดคิดเป็นเงิน 400 บาท

หมายความว่าถ้าแบ่งเงินเป็น 3 ส่วนเท่าๆกัน 1 ส่วนคิดเป็นเงิน 400 บาท

ดังนั้น เงิน 3 ส่วนคิดเป็นจำนวนเงิน $400 \times 3 = 1,200$ บาท

นั่นคือ เดิมนักเรียนคนนี้มีเงินอยู่ 1,200 บาท

ตอบ 1,200 บาท

2. ครูกำหนดโจทย์แบบฝึกหัด ให้นักเรียนช่วยกันวิเคราะห์ว่า โจทย์กำหนดอะไรให้บ้าง จะต้องหาอะไร ใช้วิธีการหาอย่างไร โดยครูคอยให้คำแนะนำเพิ่มเติม

โจทย์ฝึกหัด ในการรบครั้งหนึ่ง มีทหารตาย $\frac{1}{15}$ บาดเจ็บ $\frac{1}{5}$ และถูกจับเป็นเชลย $\frac{2}{43}$ นอกนั้น

ปลอดภัย ถ้าเหลือทหารที่ปลอดภัยจำนวน 443 คน อยากทราบว่ามียทหารร่วมรบครั้งนี้กี่คน

3. ครูใช้คำถามนำทางให้นักเรียนหาคำตอบ และแสดงวิธีทำบนกระดานดำจนได้ผลลัพธ์

4. ทบทวนขั้นตอนและวิธีการทั้งหมดอีกครั้ง แล้วให้นักเรียนทำลงสมุด

5. ให้นักเรียนทำแบบฝึกหัดที่ 4.4ข เกี่ยวกับการแก้โจทย์ปัญหาการบวกและการลบ
เศษส่วนข้อ3 ข้อ 4 และข้อ5 หน้า122 ในหนังสือแบบเรียนคณิตศาสตร์ 3 ของสถาบันส่งเสริม
การสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กระทรวงศึกษาธิการ เป็นการบ้าน

ขั้นที่4 ขั้นสรุป

ครูและนักเรียนช่วยกันสรุปหลักเกณฑ์ และขั้นตอนในการแก้โจทย์ปัญหา จากตัวอย่างและ
การทำแบบฝึกหัด

สื่อการสอน

สื่อการสอนโดยเน้นกระบวนการคณิตศาสตร์

1. ใบงานที่ 8.1 ก.
2. แบบฝึกทักษะชุดที่ 8.1 และ 8.2 ตามกระบวนการสร้างทักษะการแก้โจทย์ปัญหา เรื่อง
การแก้โจทย์ปัญหาการบวกและการลบเศษส่วน

สื่อการสอนตามคู่มือครู

1. หนังสือแบบเรียนวิชาคณิตศาสตร์ 3 ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และ
เทคโนโลยี กระทรวงศึกษาธิการ

การประเมินผล

การประเมินผลการสอนโดยเน้นกระบวนการคณิตศาสตร์

1. สังเกตจากความสนใจ การตอบคำถามการให้ความร่วมมือปฏิบัติกิจกรรมระหว่างเรียน
2. ตรวจสอบผลงาน จากการทำใบงาน แบบฝึกทักษะและการทำแบบฝึกหัด

การประเมินผลการสอนตามคู่มือครู

1. สังเกตจากความสนใจ การตอบคำถาม การให้ความร่วมมือปฏิบัติกิจกรรมระหว่างเรียน
2. ตรวจสอบผลงาน จากการทำแบบฝึกหัด

กิจกรรมการเรียนรู้การสอน (คาบเรียนที่ 2)

การสอนโดยเน้นกระบวนการคิดวิเคราะห์

ขั้นที่1 แจ้างจัดประสงค์การเรียนรู้และกระบวนการที่ใช้

เมื่อนักเรียนเรียนจบบทเรียนนี้ โดยใช้กระบวนการสร้างทักษะการแก้โจทย์ปัญหาแล้ว นักเรียนสามารถแก้โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับการคูณและการหารเศษส่วนได้ถูกต้อง

ขั้นที่ 2 นำเข้าสู่บทเรียน

1. แบ่งนักเรียนเป็นกลุ่มย่อยกลุ่มละ 4-5 คน จำนวน 10 กลุ่ม เลือกประธานและเลขาฯ เพื่อดำเนินกิจกรรมในขั้นต่อไป
2. ครูแจกใบงานที่ 8.2 ก. เพื่อทบทวนการคูณ และการหารเศษส่วน ให้นักเรียนศึกษาเป็นรายบุคคลและทำแบบฝึกหัดในใบงานด้วยความเข้าใจของตนเอง
3. ครูเฉลยแบบฝึกหัดในใบงานโดยใช้คำถามเป็นแนวทางให้นักเรียนตอบ จนได้คำตอบที่ถูกต้อง

ขั้นที่3 ดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้การสอน

1. ครูแจกแบบฝึกทักษะชุดที่8.3 ตามกระบวนการสร้างทักษะการแก้โจทย์ปัญหา เรื่องการแก้โจทย์ปัญหาการคูณและการหารเศษส่วนให้นักเรียนทุกคน คนละ 1 ชุด
2. ให้เวลานักเรียนแต่ละคนอ่านโจทย์ฝึกหัดที่1 แล้วอภิปรายร่วมกันในกลุ่มย่อย ตามขั้นตอนต่างๆที่กำหนดไว้ในแบบฝึกทักษะ
3. ครูทบทวนคำถาม และกิจกรรมแต่ละขั้นในแบบฝึกทักษะ เพื่อเป็นแนวทางให้นักเรียนปฏิบัติ หลังจากอภิปรายร่วมกันในกลุ่มย่อยแล้ว ให้แต่ละคนเติมคำตอบที่ถูกต้อง (ตามความคิดของตนเอง) ลงในแบบฝึกทักษะ
4. ในแต่ละขั้นของแบบฝึกทักษะ ครูและนักเรียนร่วมกันแสดงความคิดเห็น ช่วยกันเฉลยคำตอบที่ถูกต้องทุกครั้ง ก่อนที่จะเติมคำตอบและปฏิบัติกิจกรรมตามกระบวนการสร้างทักษะการแก้โจทย์ปัญหา ในขั้นต่อไปจนครบขั้นตอน
5. ครูแจกแบบฝึกทักษะชุดที่8.4 ฝึกทักษะตามกระบวนการสร้างทักษะการแก้โจทย์ปัญหา เรื่องการแก้โจทย์ปัญหาการคูณและการหารเศษส่วนให้นักเรียนทุกคน คนละ 1 ชุด
6. ครูดำเนินการสอนเช่นเดียวกันกับในข้อ 2 ถึงข้อ 4 แต่ต้องให้เวลานักเรียนในการอภิปรายกลุ่มย่อย คิดและเติมคำตอบด้วยตนเองมากขึ้น (ครูลดบทบาทในการเป็นผู้แนะแนวทางให้น้อยลง)
7. ให้นักเรียนทำแบบฝึกหัดที่4.4ก. 4.4ข. และแบบฝึกหัดระคนในเรื่อง การแก้โจทย์ปัญหาการเศษส่วน ในหนังสือแบบเรียนคณิตศาสตร์ 3 ของ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์

และเทคโนโลยี กระทรวงศึกษาธิการ โดยดำเนินการตามขั้นตอนของกระบวนการการแก้โจทย์ปัญหาที่เรียนไปแล้ว

8. ครูและนักเรียนช่วยกันเฉลยแบบฝึกหัดบางข้อที่น่าสนใจ หรือที่นักเรียนสงสัย โดยครูใช้คำถามเป็นแนวทางให้นักเรียนค้นพบวิธีการแก้ปัญหตามขั้นตอนของกระบวนการการแก้โจทย์ปัญหา

ขั้นที่ 4 ขั้นสรุป

1. ครูใช้คำถาม เพื่อเป็นแนวทางให้นักเรียนแต่ละกลุ่มสรุปหลักเกณฑ์ที่สำคัญ ในการแก้โจทย์ปัญหาการคูณและการหารเศษส่วน จากการที่ได้ปฏิบัติกิจกรรมตามกระบวนการสร้างทักษะการแก้โจทย์ปัญหา ซึ่งจะทราบได้ในขั้นวางแผนขั้นตอน เพื่อเลือกวิธีการคำนวณว่าต้องใช้ทักษะในการคิดคำนวณเกี่ยวกับการคูณ หรือการหารเศษส่วนมาใช้ในการหาผลลัพธ์

2. ให้ตัวแทนแต่ละกลุ่มเสนอแนะหลักเกณฑ์ ในการแก้โจทย์ปัญหาการคูณและการหารเศษส่วนที่ละกัน เพื่อเป็นข้อตกลงร่วมกันของส่วนรวม

การสอนตามคู่มือครู

ขั้นที่ 1 แฉ่งจุดประสงค์การเรียนรู้

เมื่อนักเรียนเรียนจบบทเรียนนี้แล้ว สามารถแก้โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับการคูณ และการหารเศษส่วนใดๆได้ถูกต้อง

ขั้นที่ 2 นำเข้าสู่บทเรียน

1. ครูทบทวนการคูณและการหารเศษส่วน โดยยกตัวอย่างจากแบบฝึกหัดโจทย์ระคน มาอธิบายให้นักเรียนศึกษาทบทวน และทำความเข้าใจ บนกระดานดำ

ตัวอย่างที่ 1 จงหาผลลัพธ์ของ $\left\{13\frac{1}{3} \times \left(-5\frac{2}{5}\right)\right\} \div \left(-\frac{6}{15}\right)$

$$\begin{aligned}\text{วิธีทำ } \left\{13\frac{1}{3} \times \left(-5\frac{2}{5}\right)\right\} \div \left(-\frac{6}{15}\right) &= \left\{\frac{40}{3} \times \left(-\frac{27}{5}\right)\right\} \div \left(-\frac{6}{15}\right) \\ &= (-72) \times \frac{15}{6} \\ &= 12 \times 15 \\ &= 180\end{aligned}$$

ตอบ 180

2. ครูให้โจทย์ตัวอย่างอื่นๆ ให้นักเรียนฝึกทบทวน และหาผลลัพธ์ด้วยตนเอง

$$\text{โจทย์ฝึกหัด จงหาผลลัพธ์ของ } 19\frac{2}{7} \div \left(3\frac{1}{8} \times \frac{3}{14}\right)$$

3. ครูและนักเรียนช่วยกันเฉลยโจทย์ฝึกหัด เพื่อทบทวนความเข้าใจ

ขั้นที่ 3 ดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้การสอน

1. แบ่งนักเรียนเป็นกลุ่มย่อยกลุ่มละ 4-5 คน จำนวน 10 กลุ่ม ให้นักเรียนเลือกประธาน และเลขาเพื่อดำเนินกิจกรรมในขั้นต่อไป

2. ครูยกตัวอย่างโจทย์ปัญหาเกี่ยวกับการคูณ และการหารเศษส่วนอธิบายให้นักเรียน ศึกษาทำความเข้าใจบนกระดานดำ

ตัวอย่าง มานะสูง $\frac{9}{8}$ ของความสูงของวิชัย ถ้าวิชัยสูง $147\frac{3}{4}$ เซนติเมตร อยากทราบ

ว่ามานะสูงเท่าไร

วิธีทำ	มานะสูง	$\frac{9}{8}$	ของความสูงของวิชัย
	วิชัยสูง $147\frac{3}{4}$ เซนติเมตร	$= \frac{591}{4}$	เซนติเมตร
	ดังนั้นมานะสูง	$\frac{9}{8} \times \frac{591}{4} = \frac{394}{3}$	เซนติเมตร
	มานะสูง	$= 131\frac{1}{3}$	เซนติเมตร

ตอบ $131\frac{1}{3}$ เซนติเมตร

3. ครูเลือกโจทย์แบบฝึกหัดคะแนนจากหนังสือแบบเรียนคณิตศาสตร์ 3 ของสถาบันส่งเสริม การสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กระทรวงศึกษาธิการ ให้นักเรียนฝึกปฏิบัติกลุ่มละ 1 ข้อ โดยใช้ ความรู้จากการศึกษาโจทย์ตัวอย่าง การบวก การลบ การคูณและการหารเศษส่วนเป็นแนวทาง

4. ครูเลือกตัวแทนของกลุ่มที่ยกมือมาแสดงวิธีทำบนกระดานดำ 2-3 ข้อ

5. ครูใช้คำถาม เพื่อให้นักเรียนทบทวนขั้นตอนทั้งหมดอีกครั้ง แล้วทำลงสมุด

6. ให้นักเรียนทำแบบฝึกหัดที่ 4.4ก. 4.4ข. และแบบฝึกหัดคะแนนในเรื่อง การแก้โจทย์ปัญหา การคูณและการหารเศษส่วน

7. ครูและนักเรียนช่วยกันเฉลยแบบฝึกหัดบางข้อที่น่าสนใจ หรือที่นักเรียนสงสัย โดยครู ใช้คำถามเป็นแนวทางให้นักเรียนช่วยกันตอบ โดยครูเขียนแบบฝึกหัดนั้นแสดงบนกระดานดำ

ขั้นที่ 4 ขั้นสรุป

ครูและนักเรียนช่วยกันสรุปหลักเกณฑ์ และขั้นตอนในการแก้โจทย์ปัญหา จากการปฏิบัติ กิจกรรมและการทำแบบฝึกหัด

สื่อการเรียนการสอน

สื่อการสอนโดยเน้นกระบวนการคณิตศาสตร์

1. ใบงานที่ 8.2ก.
2. แบบฝึกทักษะชุดที่ 8.3 และ 8.4 ตามกระบวนการสร้างทักษะการแก้โจทย์ปัญหา เรื่อง การแก้โจทย์ปัญหาการคูณและการหารเศษส่วน

3. หนังสือแบบเรียนคณิตศาสตร์ 3 ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กระทรวงศึกษาธิการ

สื่อการสอนตามคู่มือครู

1. หนังสือแบบเรียนคณิตศาสตร์ 3 ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กระทรวงศึกษาธิการ

การประเมินผล

การประเมินผลการสอนโดยเน้นกระบวนการคณิตศาสตร์

1. สังเกตจากความสนใจ การตอบคำถามการให้ความร่วมมือปฏิบัติกิจกรรมระหว่างเรียน
2. ตรวจสอบผลงาน จากการทำแบบฝึกทักษะและการทำแบบฝึกหัด

การประเมินผลการสอนตามคู่มือครู

1. สังเกตจากความสนใจ การตอบคำถาม การให้ความร่วมมือปฏิบัติกิจกรรมระหว่างเรียน
2. ตรวจสอบผลงาน จากการทำแบบฝึกหัด

ใบงานที่ 8.1ก.

ชื่อ/นามสกุล.....

ชั้น..... เลข

ที่.....

เรื่อง การบวกและการลบเศษส่วน

คำชี้แจง ให้นักเรียนเติมผลลัพธ์ที่ถูกต้องลงในช่องว่างที่เว้นไว้ในแต่ละข้อต่อไปนี้

1. $\frac{5}{9} + \left(-\frac{1}{6}\right)$ = ...
2. $\left(-\frac{7}{4}\right) - \left(-1\frac{3}{4}\right)$ = ...
3. $\left(-\frac{4}{7}\right) - \frac{5}{4}$ = ...
4. $\left(-\frac{7}{4}\right) + \left(-1\frac{3}{4}\right)$ = ...
5. $\left(-\frac{5}{8}\right) + \left(-\frac{7}{12}\right)$ = ...
6. $\frac{12}{13} + \left(-\frac{3}{26}\right)$ = ...
7. $3\frac{1}{4} - \left(-8\frac{3}{4}\right)$ = ...
8. $\left(-7\frac{5}{8}\right) + \left(-2\frac{1}{4}\right)$ = ...
9. $\left(-4\frac{1}{5}\right) + \frac{7}{10}$ = ...
10. $8 + \left(-3\frac{3}{5}\right) - \left(-2\frac{4}{5}\right)$ = ...



ชื่อ/นามสกุล.....

ชั้น..... เลขที่.....

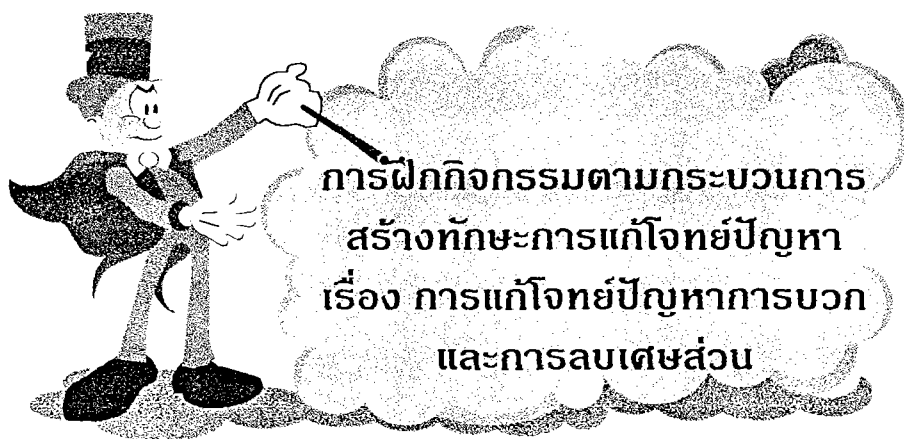
แบบฝึกทักษะ ชุดที่ 8.1

ฝึกทักษะกระบวนการสร้างทักษะการแก้โจทย์ปัญหา
เรื่อง การแก้โจทย์ปัญหาการบวกและการลบเศษส่วน

จุดประสงค์ เพื่อให้นักเรียนได้ฝึกทักษะการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ตามขั้นตอนของกระบวนการสร้างทักษะการแก้โจทย์ปัญหาและสามารถ แก้โจทย์ปัญหาการบวกและการลบเศษส่วนได้อย่างถูกต้อง

วิธีใช้

1. ครูดำเนินการสอน โดยใช้ขั้นตอนที่กำหนดไว้ในแบบฝึกทักษะกระบวนการสร้างทักษะการแก้โจทย์ปัญหาเป็นแนวทางให้นักเรียนปฏิบัติกิจกรรม
2. ให้นักเรียนปฏิบัติร่วมกันในกลุ่มของตนเอง ตามกิจกรรมที่กำหนดไว้ในแบบฝึกทักษะฯ พร้อมทั้งเติมคำตอบที่ถูกต้องลงในช่องว่างที่เว้นไว้



โจทย์ฝึกหัด นักเรียนคนหนึ่งใช้เงินที่เขาถืออยู่เป็นเศษส่วนของเงินทั้งหมดดังนี้ ซื้อสมุด $\frac{1}{3}$ ซื้อเครื่องใช้ $\frac{5}{24}$ จ่ายค่าเช่าที่พัก $\frac{1}{8}$ เมื่อจ่ายเงินตามรายการดังกล่าวไปแล้วเขายังมีเงินเหลืออยู่อีก 400 บาท อยากทราบว่าเดิมนักเรียนคนนี้มีเงินอยู่ทั้งหมดเท่าไร

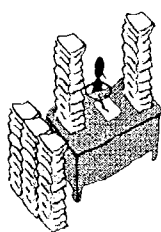
1. เขียนโจทย์เชิงภาษาเป็นประโยคสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์
(บอกความหมายของคำ หรือศัพท์ที่ปรากฏในโจทย์)

$$1. \text{ นักเรียนคนหนึ่งใช้เงินที่เขาถืออยู่เป็นเศษส่วนของเงินทั้งหมด} = \frac{1}{3} + \frac{5}{24} + \frac{1}{8}$$

$$\text{จ่ายเงินไปแล้วเขายังมีเงินเหลืออยู่} = 400 \text{ บาท}$$

$$\text{ดังนั้น เงินที่มีอยู่ทั้งหมด - เงินที่จ่ายไปทั้งหมด} = \text{เงินที่เหลืออยู่}$$

2. ขั้ววางแผนขั้นตอน



1. สิ่งที่โจทย์กำหนดให้

1. นักเรียนซื้อสมุดไป.....ของเงินทั้งหมด
2. ซื้อเครื่องใช้ไป.....ของเงินทั้งหมด
3. จ่ายค่าเช่าที่พักไป ของเงินทั้งหมด
4. เขายังมีเงินเหลืออยู่ บาท

2. สิ่งที่โจทย์ต้องการ คือ นักเรียนมีเงินอยู่ทั้งหมดเท่าไร

3. ระบุข้อมูล / ความรู้ที่เกี่ยวข้องในการแก้ปัญหา

$$1. \text{ สามารถหาเงินที่นักเรียนใช้ไปทั้งหมดจาก } + ... + ...$$

$$=$$

$$= \text{ของเงินทั้งหมด}$$

ขั้นวางแผนขั้นตอน (ต่อ)

2. ทำให้ทราบเงินที่เหลืออยู่ในรูปของเศษส่วนด้วยว่า

เหลืออยู่(คิดเป็นเศษส่วน) = ... ของเงินทั้งหมด

ซึ่งเป็นจำนวนเงิน = ... บาท

3. สามารถนำตัวเลข และตัวส่วนของเศษส่วนไปเทียบหาเงินที่มีทั้งหมดได้

ขั้นปฏิบัติตามขั้นตอน

1. นักเรียนใช้เงินไปทั้งหมด

= ค่าสมุด + ... + ...

= $\frac{1}{3} + \frac{5}{24} + \frac{1}{8}$ ของเงินทั้งหมด

= ของเงินทั้งหมด

= ของเงินทั้งหมด

= ของเงินทั้งหมด

ดังนั้นใช้เงินไปทั้งหมด

= $\frac{2}{3}$ ของเงินทั้งหมด

2. จากความหมายของเศษส่วน

นักเรียนใช้เงินไป

$\frac{2}{3}$

ของเงินทั้งหมด

หมายความว่า มีเงินทั้งหมด

.....

ส่วน

ใช้ไป

.....

ส่วน

ดังนั้นเหลือเงินอยู่

.....

ส่วน

3. จากโจทย์

นักเรียนเหลือเงินอยู่

400

บาท

ดังนั้น เงิน ส่วน คิดเป็นจำนวนเงิน บาท

เงินทั้งหมด ส่วน คิดเป็นจำนวนเงิน 1,200 บาท



ขั้นตรวจสอบคำตอบ

$$\text{ใช้เงินซื้อสมุดไป } \frac{1}{3} \text{ ของเงินทั้งหมด} = \frac{1}{3} \times 1,200 = \dots\dots\dots \text{บาท}$$

$$\text{ซื้อเครื่องใช้ไป } \frac{5}{24} \text{ ของเงินทั้งหมด} = \frac{5}{24} \times 1,200 = \dots\dots\dots \text{บาท}$$

$$\text{จ่ายค่าเช่าที่พัก } \frac{1}{8} \text{ ของเงินทั้งหมด} = \frac{1}{8} \times 1,200 = \dots\dots\dots \text{บาท}$$

$$\text{ดังนั้นใช้เงินไปทั้งหมด} = \dots\dots\dots \text{บาท}$$

เมื่อจ่ายเงินตามรายการดังกล่าวไปแล้วเขายังมีเงินเหลืออยู่อีก 400 บาท

$$\text{ดังนั้น เงินที่ใช้ไปทั้งหมด} + \text{เงินที่เหลืออยู่} = \dots\dots\dots + 400 \text{ บาท}$$

$$= \dots\dots\dots \text{บาท}$$

ซึ่งมีค่าเท่ากับเงินที่มีอยู่ทั้งหมดที่หาได้ คือ 1,200 บาท



ชื่อ/นามสกุล.....

ชั้น..... เลขที่.....

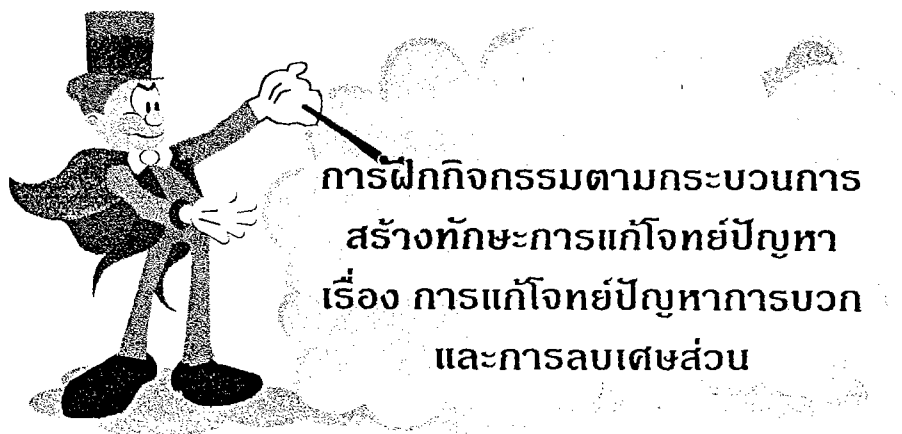
แบบฝึกทักษะ ชุดที่ 8.2

ฝึกทักษะกระบวนการสร้างทักษะการแก้โจทย์ปัญหา
เรื่อง การแก้โจทย์ปัญหาการบวกและการลบเศษส่วน

จุดประสงค์ เพื่อให้นักเรียนได้ฝึกทักษะการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ตามขั้นตอนของกระบวนการสร้างทักษะการแก้โจทย์ปัญหาและสามารถ แก้โจทย์ปัญหาการบวกและการลบเศษส่วนได้อย่างถูกต้อง

วิธีใช้

1. ครูดำเนินการสอน โดยใช้ขั้นตอนที่กำหนดไว้ในแบบฝึกทักษะกระบวนการสร้างทักษะการแก้โจทย์ปัญหาเป็นแนวทางให้นักเรียนปฏิบัติกิจกรรม
2. ให้นักเรียนปฏิบัติกิจกรรมร่วมกันในกลุ่มของตนเอง ตามที่กำหนดไว้ในแบบฝึกทักษะฯ พร้อมทั้งเติมคำตอบที่ถูกต้องลงในช่องว่างที่เว้นไว้



โจทย์ฝึกหัด 1. อาหารผสมสำหรับวัว แต่ละกิโลกรัมประกอบด้วย ข้าวโพดป่น $\frac{1}{2}$ กิโลกรัม รำละเอียด $\frac{3}{10}$ กิโลกรัม ที่เหลือเป็นเมล็ดฝ้าย ในวันหนึ่งๆ วัวตัวหนึ่งต้องกินอาหารผสม 3 กิโลกรัม ถ้ามีวัวอยู่ 10 ตัว จะต้องผสมอาหารโดยใช้ข้าวโพดป่น, รำละเอียดและเมล็ดฝ้าย อย่างละกี่กิโลกรัม

จากโจทย์ ให้นักเรียนช่วยกันพิจารณา ตามกระบวนการสร้างทักษะการแก้โจทย์ปัญหา แล้วเขียนผลที่ได้จากการพิจารณาลงในช่องว่างที่เว้นไว้

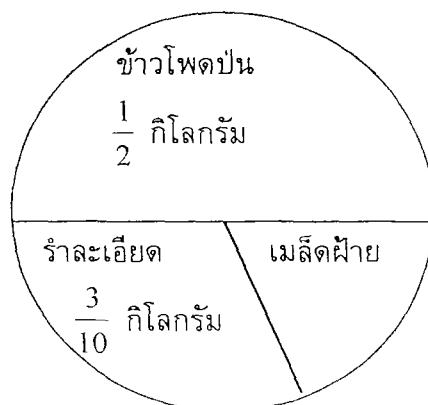
1. เขียนโจทย์เชิงภาษาเป็นประโยคสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์
(บอกความหมายของคำ หรือศัพท์ที่ปรากฏในโจทย์ เขียนภาพประกอบ)

1. อาหารผสมสำหรับวัว	1	กิโลกรัม
ประกอบด้วย ข้าวโพดป่น	$\frac{1}{2}$	กิโลกรัม
รำละเอียด	$\frac{3}{10}$	กิโลกรัม

ดังนั้นมีเมล็ดฝ้ายอยู่ = อาหารผสม 1 กิโลกรัม - (ข้าวโพดป่น+รำละเอียด)

$$= 1 - \left(\frac{1}{2} + \frac{3}{10}\right) \text{ กิโลกรัม}$$

2. แผนภาพอาหารผสมสำหรับวัว 1 กิโลกรัม ประกอบด้วย



2. ขั้นวางแผนขั้นตอน.

1. บอกสิ่งที่โจทย์กำหนดให้

1.1 อาหารผสมสำหรับวัว 1 กิโลกรัม ประกอบด้วย

1. ประกอบด้วย ข้าวโพดป่น	.....	กิโลกรัม
2. รำละเอียด	.....	กิโลกรัม
3. เมล็ดฝ้าย	?	กิโลกรัม

1.2 วัว 1 ตัว กินอาหารผสม กิโลกรัม

1.3 มีวัวอยู่ทั้งหมด ตัว

2. บอกสิ่งที่โจทย์ต้องการ

ถ้ามีวัว 10 ตัว ต้องผสมอาหาร โดยใช้ข้าวโพดป่น, รำละเอียด และเมล็ดฝ้าย อย่างละกี่กิโลกรัม

3. ระบุนข้อมูล ความรู้ที่เกี่ยวข้องในการแก้ปัญหา

1. ต้องหาส่วนผสมว่าใน 1 กิโลกรัม มีเมล็ดฝ้ายอยู่กี่กิโลกรัม
2. ต้องใช้ความรู้เกี่ยวกับการบวกเศษส่วน การลบเศษส่วน และการคูณเศษส่วน

4. บอกวิธีการในการแก้โจทย์ปัญหา

4.1 ขั้นแรกต้องหาว่าอาหารผสมสำหรับวัวใน 1 กิโลกรัม มีเมล็ดฝ้ายผสมอยู่เท่าไร

4.2 ขั้นที่สองหาว่าวัว 10 ตัวกินอาหารวันละกี่กิโลกรัม

4.3 เทียบหาส่วนผสมของอาหารแต่ละชนิด จากจำนวนอาหารทั้งหมด

จะได้คำตอบตามต้องการ

3. ขั้นปฏิบัติตามขั้นตอน

1. จากโจทย์ อาหารผสมสำหรับวัว 1 กิโลกรัม

ประกอบด้วย ข้าวโพดป่น $\frac{1}{2}$ กิโลกรัม

รำละเอียด $\frac{3}{10}$ กิโลกรัม

ดังนั้นมีเมล็ดฝ้ายอยู่ = อาหารผสม 1 กิโลกรัม - (ข้าวโพดป่น+รำละเอียด)

$$= 1 - \left(\frac{1}{2} + \frac{3}{10}\right) \quad \text{กิโลกรัม}$$

$$= 1 - \dots\dots\dots \quad \text{กิโลกรัม}$$

$$= \dots\dots\dots \quad \text{กิโลกรัม}$$

2. วัว 1 ตัว กินอาหารวันละ 3 กิโลกรัม
- ดังนั้น วัว 10 ตัว กินอาหารวันละ $3 \times 10 = 30$ กิโลกรัม
2. อาหารวัว 1 กิโลกรัม มีข้าวโพดผสมอยู่ $\frac{1}{2}$ กิโลกรัม
- อาหารวัว 30 กิโลกรัม มีข้าวโพดผสมอยู่ $\frac{1}{2} \times 30 = 15$ กิโลกรัม
3. อาหารวัว 1 กิโลกรัม มีรำละเอียดผสมอยู่ กิโลกรัม
- อาหารวัว 30 กิโลกรัม มีรำละเอียดผสมอยู่ = ... กิโลกรัม
4. อาหารวัว 1 กิโลกรัม มีเมล็ดฝ้ายผสมอยู่ กิโลกรัม
- อาหารวัว 30 กิโลกรัม มีเมล็ดฝ้ายผสมอยู่ = ... กิโลกรัม

3. ขั้นปฏิบัติตามขั้นตอน (ต่อ)

5. ตอบ ดังนั้นอาหารวัวผสมสำหรับวัว 10 ตัว กินใน 1 วันต้องใช้ส่วนผสมดังนี้

ข้าวโพด	.....	กิโลกรัม
รำละเอียด	.....	กิโลกรัม
เมล็ดฝ้าย	.....	กิโลกรัม

4. ขั้นตรวจสอบคำตอบ

1. ส่วนผสมของอาหารวัว 10 ตัว กินใน 1 วันประกอบด้วย

ข้าวโพด	.....	กิโลกรัม
รำละเอียด	.....	กิโลกรัม
เมล็ดฝ้าย	.....	กิโลกรัม
รวมน้ำหนักของอาหารผสม	.....	กิโลกรัม

2. อาหารสำหรับวัว 10 ตัว กินใน 1 วันหนัก 30 กิโลกรัม

3. ซึ่งน้ำหนักรวมของอาหารผสมในข้อ 1 มีค่า น้ำหนักรวมของอาหารผสมในข้อ 2

ใบงานที่ 8.2ก.

ชื่อ/นามสกุล.....

ชั้น.....เลขที่.....

เรื่อง การคูณและการหารเศษส่วน

คำชี้แจง ให้นักเรียนหาผลลัพธ์ต่อไปนี้ โดยเติมเฉพาะคำตอบที่ถูกต้องลงในช่องว่างที่เว้นไว้

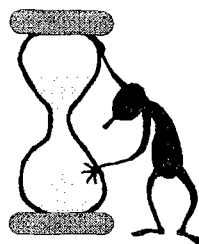
1. $\left(-6\frac{2}{7}\right) \times 1\frac{1}{4} = \dots\dots\dots$

2. $\left(-2\frac{4}{5}\right) \times \left(-6\frac{3}{7}\right) = \dots\dots\dots$

3. $\left(-1\frac{3}{4}\right) \div \left(-\frac{21}{20}\right) = \dots\dots\dots$

4. $7\frac{3}{5} \div \left(-3\frac{1}{7}\right) = \dots\dots\dots$

5. $\frac{2}{7} \div \left(\frac{1}{8} \times \frac{3}{14}\right) = \dots\dots\dots$



ชื่อ/นามสกุล.....

ชั้น..... เลขที่.....

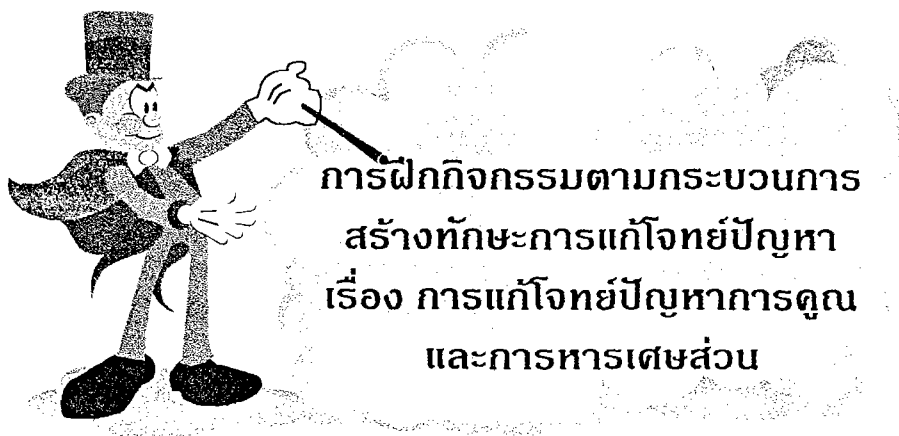
แบบฝึกทักษะ ชุดที่ 8.3

ฝึกทักษะกระบวนการสร้างทักษะการแก้โจทย์ปัญหา
เรื่อง การแก้โจทย์ปัญหาการคูณและการหารเศษส่วน

จุดประสงค์ เพื่อให้นักเรียนได้ฝึกทักษะการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ตามขั้นตอนของกระบวนการสร้างทักษะการแก้โจทย์ปัญหา และสามารถหาแก้โจทย์ปัญหาการคูณและการหารเศษส่วนได้อย่างถูกต้อง

วิธีใช้

1. ครูดำเนินการสอน โดยใช้ขั้นตอนที่กำหนดไว้ในแบบฝึกทักษะกระบวนการสร้างทักษะการแก้โจทย์ปัญหาเป็นแนวทางให้นักเรียนปฏิบัติกิจกรรม
2. ให้นักเรียนปฏิบัติกิจกรรมร่วมกันในกลุ่มของตนเอง ตามที่กำหนดไว้ในแบบฝึกทักษะฯ พร้อมทั้งเติมคำตอบที่ถูกต้องลงในช่องว่างที่เว้นไว้



โจทยี่ฝึกหัด ในการรบครั้งหนึ่งมีทหารเข้าร่วมรบจำนวนหนึ่ง มีทหารตาย

$\frac{1}{15}$ ของทหารที่เข้าร่วมรบ บาดเจ็บ $\frac{1}{5}$ ของทหารที่เข้าร่วมรบ และถูกจับเป็นเชลย

$\frac{2}{35}$ ของทหารที่เข้าร่วมรบ นอกนั้นปลอดภัย ถ้าเหลือทหารที่ปลอดภัยจำนวน

222 คน อยากทราบว่ามามีทหารร่วมรบครั้งนั้นกี่คน

1. ชั้นเขียนโจทยี่เชิงภาษาเป็นประโยคสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์

(บอกความหมายของคำ หรือศัพท์ที่ปรากฏในโจทยี่)

ผลที่นักเรียนได้จากการพิจารณา

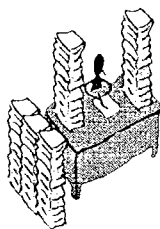
.....

.....

.....

.....

2. ชั้นวางแผนขั้นตอน



1. สิ่งที่โจทยี่กำหนดให้

1.
2.
3.
4.

2. สิ่งที่โจทยี่ต้องการ คือ

3. ระบุข้อมูล / ความรู้ที่เกี่ยวข้องในการแก้ปัญหา

1. สามารถหาจำนวนทหารที่ตาย, บาดเจ็บ และถูกจับได้จาก.....+.....+.....

=

=

= ของทหารที่ร่วมรบทั้งหมด

2. ขั้นวางแผนขั้นตอน (ต่อ)

2. ทำให้ทราบจำนวนทหารที่ปลอดภัยในรูปของเศษส่วนด้วยว่า

เหลืออยู่(คิดเป็นเศษส่วน) = ... ของทหารทั้งหมด

ซึ่งคิดเป็นจำนวน = ... คน

3. สามารถนำตัวเลข และตัวเลขของเศษส่วนไปเทียบหาจำนวนทหารทั้งหมดได้

3. ขั้นปฏิบัติตามขั้นตอน

1.

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....



2. จากความหมายของเศษส่วน

ทหารที่บาดเจ็บ, ตายและถูกจับเป็นเชลย = ... ของทหารทั้งหมด

หมายความว่า.....

.....

.....

.....

3. จากโจทย์

มีทหารปลอดภัย

222

คน

ดังนั้นทหารปลอดภัย..... ส่วน คิดเป็นทหาร.....คน

ทหารทั้งหมด..... ส่วน คิดเป็นทหารที่ไปร่วมรบทั้งหมด.....คน

4. ขั้นตรวจสอบคำตอบ

1. มีทหารตาย $\frac{1}{15}$ ของทหารที่เข้าร่วมรบ = $\frac{1}{15} \times \dots = \dots$ คน

2. มีทหารบาดเจ็บ $\frac{1}{5}$ ของทหารที่เข้าร่วมรบ = $\frac{1}{5} \times \dots = \dots$ คน

3. มีทหารถูกจับเป็นเชลย $\frac{2}{35}$ ของทหารที่เข้าร่วมรบ = $\frac{2}{35} \times \dots = \dots$ คน

4. ดังนั้นมีทหารตาย, บาดเจ็บและถูกจับเป็นเชลยทั้งหมด $\dots + \dots + \dots$
= $\dots$ คน

5. แต่ ยังมีทหารที่ปลอดภัยจำนวน 222 คน

6. ดังนั้นมีทหารตาย, บาดเจ็บและถูกจับเป็นเชลย + ทหารที่ปลอดภัย
= $\dots + 222$ คน

= $\dots$ คน

ซึ่งมีค่าเท่ากับทหารที่เข้าร่วมรบทั้งหมดที่หาได้ คือ $\dots$ คน



ชื่อ/นามสกุล.....

ชั้น..... เลขที่.....

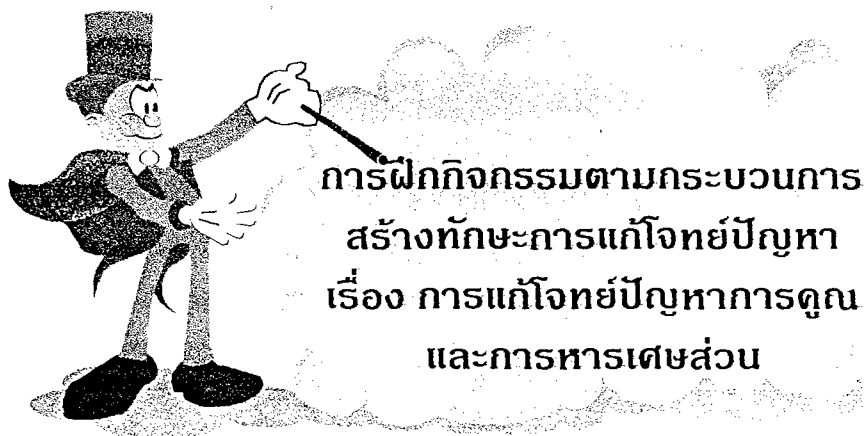
แบบฝึกทักษะ ชุดที่ 8.4

ฝึกทักษะกระบวนการสร้างทักษะการแก้โจทย์ปัญหา
เรื่อง การแก้โจทย์ปัญหาการคูณและการหารเศษส่วน

จุดประสงค์ เพื่อให้นักเรียนได้ฝึกทักษะการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ตามขั้นตอนของกระบวนการสร้างทักษะการแก้โจทย์ปัญหาและสามารถ แก้โจทย์ปัญหาการคูณและการหารเศษส่วนได้อย่างถูกต้อง

วิธีใช้

1. ครูดำเนินการสอน โดยใช้ขั้นตอนที่กำหนดไว้ในแบบฝึกทักษะกระบวนการสร้างทักษะการแก้โจทย์ปัญหาเป็นแนวทางให้นักเรียนปฏิบัติกิจกรรม
2. ให้นักเรียนปฏิบัติกิจกรรมร่วมกันในกลุ่มของตนเอง ตามที่กำหนดไว้ในแบบฝึกทักษะฯ พร้อมทั้งเติมคำตอบที่ถูกต้องลงในช่องว่างที่เว้นไว้



โจทย์ฝึกหัด น้ำตาลทรายกระสอบหนึ่งหนัก $60\frac{1}{2}$ กิโลกรัม แบ่งใส่ถุง
 ถุงละ $2\frac{3}{4}$ กิโลกรัม จะบรรจุได้กี่ถุง และถ้าขายไปได้ 15 ถุง จะเหลือ
 น้ำตาลทรายกี่กิโลกรัม

จากโจทย์ ให้นักเรียนช่วยกันพิจารณา ตามกระบวนการสร้างทักษะการแก้โจทย์ปัญหา
 แล้วเขียนผลที่ได้จากการพิจารณาลงในช่องว่างที่เว้นไว้

1. ขั้นเขียนโจทย์เชิงภาษาเป็นประโยคสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์
 (บอกความหมายของคำ หรือศัพท์ที่ปรากฏในโจทย์, เขียนภาพประกอบ)
 1. น้ำตาลทราย 1 กระสอบหนัก กิโลกรัม
 แบ่งใส่ถุงเล็กๆ หนักถุงละ กิโลกรัม
 2. แผนภาพของการแบ่งน้ำตาลกระสอบใหญ่ เป็นถุงเล็กๆ

2. ขั้นวางแผนขั้นตอน.

1. บอกสิ่งที่โจทย์กำหนดให้

.....

 ;

2. ขั้ววางแผนขั้นตอน. (ต่อ)

2. บอกสิ่งที่โจทย์ต้องการ

1.....

2.....

.....

3. ระบุมูล ความรู้ที่เกี่ยวข้องในการแก้ปัญหา

.....

.....

.....

4. บอกวิธีการในการแก้โจทย์ปัญหา

4.1 ขั้นแรกต้องหาว่า.....

4.2

.....

.....

3. ขั้วปฏิบัติตามขั้นตอน

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ตอบ ดังนั้น.....

.....

.....

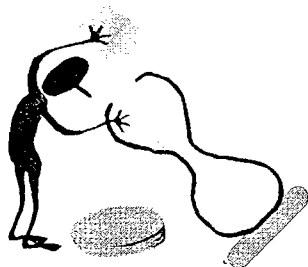
4. ขั้นตอนตรวจสอบคำตอบ

ตอนที่1

1. น้ำตาลทราย 1 กระสอบมีน้ำหนัก กิโลกรัม
2. แบ่งเป็นถุงเล็กๆ หนักถุงละ กิโลกรัม
3. แบ่งเป็นถุงเล็กๆ ได้จำนวนทั้งหมด ถุง
4. ดังนั้น น้ำตาลทราย จำนวน ถุง หนักถุงละ กิโลกรัม
มีน้ำหนักรวมกันทั้งสิ้น กิโลกรัม
ซึ่งเท่ากับน้ำหนักน้ำตาลทราย 1 กระสอบ กิโลกรัม
ที่โจทย์กำหนดมาให้

ตอนที่2

1. ขายน้ำตาลทรายไป ถุง
2. คิดเป็นน้ำหนักของน้ำตาลทรายที่ขายไป กิโลกรัม
3. เหลือน้ำตาลทรายอยู่ คิดเป็นน้ำหนัก กิโลกรัม
4. รวมน้ำหนักของน้ำตาลทรายที่ขายไปกับที่เหลืออยู่คือ + ...
= กิโลกรัม
5. ซึ่งน้ำหนักรวมของน้ำตาลทรายที่ขายไปกับที่เหลืออยู่มีค่า.....(เท่ากับ
หรือไม่เท่ากับ) น้ำหนักน้ำตาลทราย 1 กระสอบที่โจทย์กำหนดให้



ประวัติย่อผู้วิจัย

ชื่อ	นางพัชรินทร์ เปรมประเสริฐ
วันเดือนปีเกิด	19 กันยายน 2498
สถานที่เกิด	เขตพระนคร กรุงเทพมหานคร
สถานที่อยู่ปัจจุบัน	37/2 หมู่ 3 ตำบลลาดขวาง อำเภอบ้านโพธิ์ จังหวัดฉะเชิงเทรา 24140
ตำแหน่งหน้าที่การงาน	อาจารย์ 2 ระดับ 7
สถานที่ทำงานปัจจุบัน	โรงเรียนพุทธธีรรังสีพิบูล กรมสามัญศึกษา
ประวัติการศึกษา	พ.ศ. 2516 มัธยม 6 จากโรงเรียนเบญจมราชูทิศ พ.ศ. 2520 กศ.บ.(คณิตศาสตร์) จาก มหาวิทยาลัย ศรีนครินทรวิโรฒ บางแสน พ.ศ. 2542 กศ.ม.(การมัธยมศึกษา) จาก มหาวิทยาลัย ศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร