

ผลของการจัดการเรียนรู้ที่เน้นกระบวนการคิดเชิงเมตาคอกนิชัน ที่มีต่อความสามารถในการ
แก้ปัญหาคณิตศาสตร์ ความตระหนักในการรู้คิด และการกำกับตนเองในการเรียน
ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง วิธีเรียงสับเปลี่ยนและวิธีจัดหมู่



เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการศึกษา
พฤษภาคม 2554

ผลของการจัดการเรียนรู้ที่เน้นกระบวนการคิดเชิงเมตาคอกนิชัน ที่มีต่อความสามารถในการ
แก้ปัญหาคณิตศาสตร์ ความตระหนักในการรู้คิด และการกำกับตนเองในการเรียน
ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง วิธีเรียงสับเปลี่ยนและวิธีจัดหมู่



เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการมัธยมศึกษา

พฤษภาคม 2554

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

ผลของการจัดการเรียนรู้ที่เน้นกระบวนการคิดเชิงเมตาคอกนิชัน ที่มีต่อความสามารถในการ
แก้ปัญหาคณิตศาสตร์ ความตระหนักในการรู้คิด และการกำกับตนเองในการเรียน
ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง วิธีเรียงสับเปลี่ยนและวิธีจัดหมู่



บทคัดย่อ
ของ
จันทร์ขจร มะลิจันทร์

เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการศึกษา

พฤษภาคม 2554

จันทร์ขจร มะลิจันทร์. (2554). ผลของการจัดการเรียนรู้ที่เน้นกระบวนการคิดเชิงเมตาคอกนิชัน ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ ความตระหนักในการรู้คิด และการกำกับตนเองในการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง วิธีเรียงสับเปลี่ยนและวิธีจัดหมู่. ปรินูญานิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัยมหาวิทยาลัย ศรีนครินทรวิโรฒ. คณะกรรมการควบคุม: รองศาสตราจารย์ ดร.ฉวีวรรณ เศรษฐมาลัย, รองศาสตราจารย์นิภา ศรีไพโรจน์.

การวิจัยครั้งนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ที่เน้นกระบวนการคิดเชิงเมตาคอกนิชัน เรื่อง วิธีเรียงสับเปลี่ยนและวิธีจัดหมู่ กับเกณฑ์ (ร้อยละ 70) เปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้ที่เน้นกระบวนการคิดเชิงเมตาคอกนิชัน และเปรียบเทียบความตระหนักในการรู้คิดและการกำกับตนเองในการเรียนของนักเรียนก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้ที่เน้นกระบวนการคิดเชิงเมตาคอกนิชัน

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2553 โรงเรียนบึงสามพันวิทยาคม อำเภอบึงสามพัน จังหวัดเพชรบูรณ์ จำนวนนักเรียน 42 คน ซึ่งได้จากการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling) ระยะเวลาที่ใช้ในการทดลอง 19 ชั่วโมง เครื่องมือที่ใช้เก็บรวบรวมข้อมูล ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้ที่เน้นกระบวนการคิดเชิงเมตาคอกนิชัน เรื่องวิธีเรียงสับเปลี่ยนและวิธีจัดหมู่ แบบทดสอบความสามารถในการแก้ปัญหา คณิตศาสตร์ แบบวัดความตระหนักในการรู้คิด และแบบสอบถามการกำกับตนเองในการเรียน แบบแผนการวิจัยครั้งนี้เป็นแบบ One-group Pretest-Posttest Design วิเคราะห์ข้อมูล โดยใช้ ค่าสถิติ t-test One Sample และค่าสถิติ t - test for Dependent Samples

ผลการวิจัยพบว่า

1. ความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้ที่เน้นกระบวนการคิดเชิงเมตาคอกนิชัน เรื่อง วิธีเรียงสับเปลี่ยนและวิธีจัดหมู่ ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยมีคะแนนเฉลี่ยร้อยละ 75.67

2. ความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้ที่เน้นกระบวนการคิดเชิงเมตาคอกนิชัน เรื่อง วิธีเรียงสับเปลี่ยนและวิธีจัดหมู่ สูงกว่าก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้ที่เน้นกระบวนการคิดเชิงเมตาคอกนิชัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

3. ความตระหนักในการรู้คิด ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้ที่เน้นกระบวนการคิดเชิงเมตาคอกนิชัน เรื่อง วิธีเรียงสับเปลี่ยนและวิธีจัดหมู่ สูงกว่าก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้ที่เน้นกระบวนการคิดเชิงเมตาคอกนิชัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

4. ความสามารถในการกำกับตนเองในการเรียน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้ที่เน้นกระบวนการคิดเชิงเมตาคอกนิชัน เรื่อง วิธีเรียงสับเปลี่ยนและวิธีจัดหมู่ สูงกว่าก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้ที่เน้นกระบวนการคิดเชิงเมตาคอกนิชัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01



THE EFFECTS OF LEARNING ORGANIZATION FOCUSING ON METACOGNITION
THINKING PROCESS ON MATHEMATICAL PROBLEM SOLVING ABILITY,
METACOGNITION AWARENESS, AND SELF-REGULATED LEARNING
OF MATHAYOMSUKSA V STUDENTS ABOUT PERMUTATIONS AND COMBINATIONS



Presented in Partial Fulfillment of the Requirements for the
Master of Education Degree in Secondary Education
at Srinakharinwirot University

May 2011

Chankajorn Malichan. (2011). *The Effects of Learning Organization Focusing on Metacognition Thinking Process on Mathematical Problem Solving Ability, Metacognition Awareness, and Self-Regulated Learning of Mathayomsuksa V Students About Permutations and Combinations*. Master thesis, M.Ed. (Secondary Education). Bangkok: Graduate School, Srinakharinwirot University. Advisory Committee: Assoc. Prof. Dr. Chaweewan Sawetamalya, Assoc. Prof. Nipa Sripairot.

The purposes of this research were to compare mathematical problem solving ability of Mathayomsuksa v students after being organized learning focusing on metacognition thinking process about permutations and combinations with the criterion, to compare mathematical problem solving ability of students before and after being organized learning focusing on metacognition thinking process, and to compare metacognition awareness and self-regulated learning of students before and after being organized learning focusing on metacognition thinking process.

The subjects of this study were 42 Mathayomsuksa IV students in the second semester of the 2010 academic year at Bungsamphanwitayakom School, Bungsamphan, Phetchaboon. They were randomly selected by using cluster random sampling. The experiment lasted for 19 hours. The instruments used in data collection were lesson plans focusing on metacognition thinking process about permutations and combinations, the mathematical problem solving test, the metacognition awareness questionnaire, and the self-regulated learning questionnaire. The One-Group Pretest-Posttest Design was used for the study. The data were statistically analyzed by using t-test for dependent samples and t-test for one sample.

The findings were as follows:

1. The mathematical problem solving ability of Mathayomsuksa 5 students after being organized learning focusing on metacognition thinking process statistically passed the 70 percent criterion at the .01 level of significance.

2. The mathematical problem solving ability of Mathayomsuksa 5 students after being organized learning focusing on metacognition thinking process was statistically higher than before learning at the .01 level of significance.

3. The metacognition awareness of Mathayomsuksa 5 students after being organized learning focusing on metacognition thinking process was statistically higher than before learning at the .01 level of significance.

4. The self-regulated learning of Mathayomsuksa 5 students after being organized learning focusing on metacognition thinking process was statistically higher than before learning at the .01 level of significance.



ปริญญาบัตร

เรื่อง

ผลของการจัดการเรียนรู้ที่เน้นกระบวนการคิดเชิงเมตาคognition ที่มีต่อความสามารถ
ในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ ความตระหนักรู้ในการรู้คิด และการกำกับตนเองในการเรียน
ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง วิธีเรียงสับเปลี่ยนและวิธีจัดหมู่

ของ

จันทร์ขจร มะลิจันทร์

ได้รับอนุมัติจากบัณฑิตวิทยาลัยให้นับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร

ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการมัธยมศึกษา

ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

..... คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

(รองศาสตราจารย์ ดร.สมชาย สันติวัฒนกุล)

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.2554

คณะกรรมการควบคุมปริญญาบัตร

คณะกรรมการสอบปากเปล่า

.....ประธาน

.....ประธาน

(รองศาสตราจารย์ ดร.ฉวีวรรณ เศรษฐมาลย์)

(รองศาสตราจารย์ ดร. สมพร แผลงฤทธิ์)

.....กรรมการ

.....กรรมการ

(รองศาสตราจารย์นิภา ศรีไพโรจน์)

(รองศาสตราจารย์ ดร.ฉวีวรรณ เศรษฐมาลย์)

.....กรรมการ

(รองศาสตราจารย์นิภา ศรีไพโรจน์)

.....กรรมการ

(รองศาสตราจารย์ ดร.สมชาย ชูชาติ)



งานวิจัยนี้ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัย
จาก
สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.)

ประกาศคุณูปการ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดีด้วยความเมตตาและกรุณาอย่างสูงยิ่ง จากรองศาสตราจารย์ ดร.ฉวีวรรณ เศวตมาลย์ ประธานกรรมการควบคุมปริญญานิพนธ์ รองศาสตราจารย์ นิภา ศรีไพโรจน์ กรรมการควบคุมปริญญานิพนธ์ ที่เสียสละเวลาอันมีค่าในการให้คำปรึกษา แนะนำแนวทาง และตรวจแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆในการทำวิจัย ด้วยความเอาใจใส่อย่างดียิ่งตลอดมา ตลอดจนรองศาสตราจารย์ ดร.สมชาย ชูชาติ รองศาสตราจารย์ ดร.สมพร แมลงภู อาจารย์ ดร.สนอง ทองปาน ผู้ช่วยศาสตราจารย์ชัยศักดิ์ ลีลาจรัสกุล และผู้ช่วยศาสตราจารย์ชวลิต สูงใหญ่ คณะกรรมการสอบเค้าโครงปริญญานิพนธ์และสอบปากเปล่าทุกท่าน ที่ได้ให้ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม เพื่อให้ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้มีความสมบูรณ์มากยิ่งขึ้นผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งและขอกราบขอบพระคุณ เป็นอย่างสูง

ขอกราบขอบพระคุณ อาจารย์ดร. จรรยา ภูอุดม อาจารย์ทรงวิทย์ สุวรรณชาติ และผู้ช่วยศาสตราจารย์ชวลิต สูงใหญ่ ที่เสียสละเวลาอันมีค่าในการเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบคุณภาพ เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ โดยได้ให้คำปรึกษา แนะนำและแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ เป็นอย่างดี

ขอกราบขอบพระคุณผู้อำนวยการโรงเรียน รองผู้อำนวยการทุกฝ่าย และคณะครูอาจารย์ โรงเรียนบึงสามพันวิทยาคมทุกท่าน ที่ได้อำนวยความสะดวกและให้ความอนุเคราะห์ในการเก็บรวบรวมข้อมูลในการทำวิจัยครั้งนี้ และขอขอบใจนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 และนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ปีการศึกษา 2553 โรงเรียนบึงสามพันวิทยาคม จังหวัดเพชรบูรณ์ ที่ได้ให้ความร่วมมือในการหาคุณภาพของเครื่องมือ และการดำเนินการทดลองจนทำให้การวิจัยครั้งนี้สำเร็จลุล่วงด้วยดี

ขอขอบพระคุณสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) ที่สนับสนุนทุนการศึกษาตลอดหลักสูตร และทุนการศึกษาในการทำวิจัย แก่ข้าราชการในโครงการส่งเสริมการผลิตครูที่มีความสามารถพิเศษทางวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ (สควค.)

ขอขอบพระคุณบิดา-มารดา และสมาชิกในครอบครัวทุกท่าน ที่ให้ความอนุเคราะห์สนับสนุนด้านการศึกษาและเป็นกำลังใจตลอดมา และขอขอบคุณเพื่อนๆ ทุกคนที่คอยช่วยเหลือและให้กำลังใจแก่ผู้วิจัยเสมอมาจนสำเร็จการศึกษา

คุณค่าและประโยชน์ของปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ ขอมอบเป็นเครื่องบูชาพระคุณของบิดา มารดา และครูอาจารย์ทุกท่าน ที่ได้อบรมสั่งสอนประสิทธิ์ประสาทความรู้ทั้งปวงแก่ผู้วิจัย

จันทร์ขจร มะลิจันทร์

สารบัญ

บทที่	หน้า
1 บทนำ	1
ภูมิหลัง.....	1
ความมุ่งหมายของการวิจัย.....	4
ความสำคัญของการวิจัย.....	4
ขอบเขตของการวิจัย.....	5
นิยามศัพท์เฉพาะ.....	6
กรอบแนวคิดในการวิจัย.....	11
สมมติฐานในการวิจัย.....	11
2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	13
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับหลักการและทฤษฎีของกระบวนการคิด เชิงเมตาคอกนินซ์.....	14
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์.....	39
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความตระหนักในการรู้คิด.....	77
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการกำกับตนเองในการเรียน.....	94
3 วิธีดำเนินการวิจัย	114
การกำหนดประชากรและการเลือกกลุ่มตัวอย่าง.....	114
การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	115
เก็บรวบรวมข้อมูล.....	127
การจัดกระทำและการวิเคราะห์ข้อมูล.....	129
4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	134
สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล.....	134
การวิเคราะห์ข้อมูล.....	134
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	135

สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
5 สรุปผล อภิปราย และข้อเสนอแนะ	138
ความมุ่งหมายของการวิจัย.....	138
สมมติฐานในการวิจัย.....	138
วิธีดำเนินการวิจัย.....	139
การเก็บรวบรวมข้อมูล.....	140
การวิเคราะห์ข้อมูล.....	140
อภิปรายผล.....	141
ข้อสังเกตจากการวิจัย.....	147
ข้อเสนอแนะ.....	148
บรรณานุกรม	146
ภาคผนวก	166
ภาคผนวก ก.....	167
ภาคผนวก ข.....	174
ภาคผนวก ค.....	186
ภาคผนวก ง.....	224
ภาคผนวก จ.....	255
ประวัติย่อผู้วิจัย	257

บัญชีตาราง

ตาราง	หน้า
1 รูปแบบการวัดความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ตามแนวคิดขอโพลยา	69
2 รูปแบบการวัดความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ตามรูปแบบของชาร์ลส์ และคนอื่นๆ (Charles; et al. 1987)	70
3 เกณฑ์การประเมินผลแบบวิเคราะห์ของการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์.....	122
4 ตัวอย่างแบบวัดความตระหนักในการรู้คิด.....	124
5 ตัวอย่างแบบสอบถามการกำกับตนเองในการเรียน.....	127
6 แบบแผนการทดลอง.....	128
7 การเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ได้รับการจัดการเรียนรู้ที่เน้นกระบวนการคิดเชิงเมตาคอกนิชัน เรื่อง วิธีเรียงสับเปลี่ยนและวิธีจัดหมู่ กับเกณฑ์ (ร้อยละ 70).....	135
8 การเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้ที่เน้นกระบวนการคิดเชิงเมตาคอกนิชัน เรื่อง วิธีเรียงสับเปลี่ยนและวิธีจัดหมู่.....	136
9 การเปรียบเทียบความตระหนักในการรู้คิดของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้ที่เน้นกระบวนการคิดเชิงเมตาคอกนิชัน เรื่อง วิธีเรียงสับเปลี่ยนและวิธีจัดหมู่.....	136
10 การเปรียบเทียบการกำกับตนเองในการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ก่อนและหลังที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ที่เน้นกระบวนการคิดเชิงเมตาคอกนิชัน เรื่อง วิธีเรียงสับเปลี่ยนและวิธีจัดหมู่.....	137
11 ค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์การเรียนรู้ (IOC) ของแบบทดสอบความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ เรื่อง วิธีเรียงสับเปลี่ยนและวิธีจัดหมู่ จำนวน 12 ข้อ.....	168
12 ค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อความกับนิยามศัพท์เฉพาะ ของแบบวัดความตระหนักในการรู้คิด.....	169
13 ค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อความกับนิยามศัพท์เฉพาะของแบบสอบถามการกำกับตนเองในการเรียน.....	170

บัญชีตาราง (ต่อ)

ตาราง	หน้า
14 ผลการวิเคราะห์ค่าความง่าย (P_E) และค่าอำนาจจำแนก (D) ใช้สูตรของ วิทนีย์ และซาเบอร์ส (Whitney and Sabers) ของแบบทดสอบความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ เรื่อง วิธีเรียงสับเปลี่ยนและวิธีจัดหมู่ แบบอัตนัย จำนวน 12 ข้อ โดยใช้โปรแกรม B-Index & Non 0-1 Method.....	171
15 ค่าอำนาจจำแนกของแบบวัดความตระหนักในการรู้คิดเป็นรายข้อ ด้วยวิธีแจกแจงค่าที (t -Distribution) จำนวน 35 ข้อ โดยใช้โปรแกรม B-Index & Non 0-1 Method.....	172
16 ค่าอำนาจจำแนกของแบบสอบถามการกำกับตนเองในการเรียน ด้วยวิธีแจกแจงค่าที (t -Distribution) จำนวน 30 ข้อ โดยใช้โปรแกรม B-Index & Non 0-1 Method.....	173
17 คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ก่อนและหลังเรียนของกลุ่มทดลองจำนวน 42 คน (คะแนนเต็ม 90 คะแนน).....	175
18 คะแนนความตระหนักในการรู้คิดของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ก่อนและหลังเรียนของกลุ่มทดลองจำนวน 42 คน (คะแนนเต็ม 120 คะแนน).....	180
19 คะแนนการกำกับตนเองในการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ก่อนและหลังเรียนของกลุ่มทดลองจำนวน 42 คน (คะแนนเต็ม 100 คะแนน).....	183

บัญชีภาพประกอบ

ภาพประกอบ	หน้า
1 กรอบแนวคิดในการวิจัย.....	11
2 แผนผังของลำดับขั้นของการแก้ปัญหาตามแนวคิดของโพลยา.....	52
3 ลำดับขั้นของการแก้ปัญหา.....	54
4 ปฏิกริยาซึ่งกันและกันของกระบวนการกำกับตนเอง.....	96
5 กระบวนการย่อยในกระบวนการกำกับตนเอง.....	103



บทที่ 1

บทนำ

ภูมิหลัง

คณิตศาสตร์เป็นวิชาที่มีความสำคัญยิ่งสำหรับการพัฒนาคนเพื่อนำไปสู่การพัฒนาความเจริญในด้านต่างๆ โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ในด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ซึ่งต้องอาศัยความรู้ทางคณิตศาสตร์เป็นพื้นฐานในการคิด การสร้างองค์ความรู้ และการทำงาน การจัดการเพื่อให้ผู้เรียนมีความรู้ความสามารถทางคณิตศาสตร์ จึงเป็นจุดมุ่งหมายสำคัญประการหนึ่งของการจัดการศึกษาของชาติ ที่มุ่งเน้นการพัฒนาผู้เรียนให้มีความรู้และทักษะทางคณิตศาสตร์ และสามารถนำความรู้และทักษะดังกล่าวไปใช้แก้ปัญหาในชีวิตประจำวันได้อย่างมีประสิทธิภาพ นอกจากนี้คณิตศาสตร์ยังเป็นวิชาที่ช่วยพัฒนากระบวนการคิดของคน ให้คิดเป็น คิดอย่างมีเหตุผล มีระบบขั้นตอนในการคิดและยังช่วยสร้างเสริมคุณลักษณะสำคัญที่จำเป็นในการดำรงชีวิต (ชมนาด เชื้อสุวรรณทวิ. 2542: 1) เห็นได้ว่าการใช้ความคิดมีความจำเป็นต่อการดำเนินชีวิตของมนุษย์ ความคิดเป็นกลไก

ของสมองที่เกิดขึ้นเกือบตลอดเวลา ซึ่งเป็นไปตามธรรมชาติของมนุษย์ ความคิดเป็นผลที่เกิดขึ้นจากการที่สมองถูกรบกวนจากสิ่งแวดล้อม สังคมรอบตัวและประสบการณ์ดั้งเดิมของมนุษย์ การใช้ความคิดจึงเป็นสิ่งสำคัญในการพัฒนาสมอง ซึ่งคุณภาพของสมองมิได้อยู่ที่การมีสมองหรือการใช้สมองเท่านั้น หากแต่อยู่ที่วิธีการใช้สมองเป็นสำคัญ ปัจจุบันการศึกษาจึงหันมาให้ความสำคัญต่อการพัฒนาการคิด โดยเชื่อว่าการคิดเป็นคุณสมบัติเบื้องต้นที่สำคัญในการที่จะพัฒนาเด็กและเยาวชนให้เป็นผู้มีสติปัญญา (ประพันธ์ศิริ สุเสารัจ. 2541: 2)

ถึงแม้ว่าคณิตศาสตร์จะเป็นวิชาที่มีความสำคัญและมีความจำเป็นอย่างยิ่งต่อความเจริญก้าวหน้าของประเทศ แต่ความสามารถทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนยังอยู่ในระดับที่ต่ำ ดังจะเห็นได้จากการรายงานผลการทดสอบระดับชาติขั้นพื้นฐาน (O-NET) ปีการศึกษา 2552 ช่วงชั้นที่ 4 ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ของโรงเรียนบึงสามพันวิทยาคม จังหวัดเพชรบูรณ์ ในรายวิชาคณิตศาสตร์ ได้รายงานผลการทดสอบเปรียบเทียบระหว่างปีการศึกษา 2551 และปีการศึกษา 2552 ผลการรายงานปรากฏดังนี้ ปีการศึกษา 2551 มีคะแนนเฉลี่ยร้อยละ 30.86 และปีการศึกษา 2552 มีคะแนนเฉลี่ยร้อยละ 24.03 (สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ. 2553: ออนไลน์) ซึ่งพบว่าคะแนนเฉลี่ยในรายวิชาคณิตศาสตร์นั้น มีคะแนนเฉลี่ยที่ต่ำลง และที่สำคัญแต่ละปี มีคะแนนเฉลี่ยไม่ถึงร้อยละ 50 การที่ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนอยู่ในระดับต่ำนั้นอาจเกิดจากหลายสาเหตุ ซึ่งสาเหตุหนึ่งเกิดจากความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนยังอยู่ในระดับที่ไม่น่าพอใจค่อนข้างมาก นักเรียนส่วนใหญ่มีความสามารถแก้โจทย์ปัญหาได้ดีเฉพาะโจทย์ที่ง่าย และค่อนข้างง่ายเท่านั้น แต่เมื่อไปพบกับโจทย์ที่ซับซ้อน ต้องใช้ความคิด ความรู้ ความเข้าใจพื้นฐานในเรื่องต่างๆ มากขึ้น ก็จะประสบกับปัญหาทันที (วิชัย พาณิชยสวาย. 2546: 8) ดังนั้นการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนจึงเป็นสิ่งสำคัญที่ทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ของนักเรียนอยู่ในระดับที่สูงขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับคำกล่าวของเลสเตอร์ (Lester. 1977: 12) ที่กล่าวว่า การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์นั้นเป็นหัวใจของคณิตศาสตร์ และเป็นเป้าหมายสูงสุดของหลักสูตร และการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ หลายหน่วยงานที่รับผิดชอบและดูแลการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ ต่างก็ให้ความสำคัญของการแก้ปัญหาและยังสอดคล้องกับอัมพร ม้าคนอง. (2553: 39) ที่กล่าวว่า การแก้ปัญหาเป็นทักษะที่มีความสำคัญยิ่งและรวมทักษะอื่นๆ ที่สำคัญเข้าไว้ด้วย เช่น การให้เหตุผล การสื่อสารและการตัดสินใจ ผู้ที่มีทักษะการแก้ปัญหาที่ดีมักมีความรู้ประสบการณ์ ระบบการคิด และการตัดสินใจที่ดีพอ เนื่องจากการแก้ปัญหาเป็นกระบวนการที่ซับซ้อนและเกี่ยวข้องกับความรู้ ทักษะ และความสามารถหลายอย่าง เช่น ความรู้ในเนื้อหา ความรู้เกี่ยวกับขั้นตอนการทำงาน ความสามารถในการคิด และความสามารถในการประเมินการทำงานของตนเอง ซึ่งหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานจึงได้กำหนดสมรรถนะสำคัญ 5 ประการ คือ ความสามารถในการสื่อสาร ความสามารถในการคิด ความสามารถในการแก้ปัญหา ความสามารถในการใช้ทักษะชีวิต ความสามารถในการใช้เทคโนโลยี เห็นได้ว่าความสามารถในการแก้ปัญหาเป็นสมรรถนะหนึ่งที่คุณเรียนต้องมี และจะอย่างไรให้นักเรียนมีความสามารถในการคิดแก้ปัญหาเป็นอย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งในการจัดการเรียนการสอนเพื่อให้เด็กคิดเป็นนั้น ได้ริเริ่มและมีขึ้นในประเทศไทยมาเป็นเวลานานแล้ว แต่ก็ยังมีได้แพร่หลายและดูเหมือนว่ากระบวนการ พัฒนาดังกล่าว ยังมีได้บรรลุเป้าหมายอย่างแท้จริง ยังมีครูเป็นจำนวนมากที่ยังไม่สามารถสอนให้เด็กคิดเป็นทำเป็น และแก้ปัญหาเป็น กระบวนการเรียนการสอนตลอดจนรูปแบบและวิธีการสอนยังคงเป็นไปในรูปแบบเดิมที่มีครูเป็นศูนย์กลางของการเรียน การสร้างเสริมและพัฒนาการคิดให้แก่นักเรียนยังมิได้บรรลุผลอย่างแท้จริงในทางปฏิบัติ (ประพันธ์ศิริ สุเสารัจ. 2541: 2)

การจัดการศึกษาเพื่อพัฒนาศักยภาพผู้เรียนเพื่อเสริมสร้างพลังความสามารถที่มีอยู่ในตัวของผู้เรียนให้เจริญเติบโตเต็มศักยภาพ ผู้สอนเป็นผู้เอื้ออำนวยกระบวนการเรียนรู้ให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ตามความสนใจ ตามความถนัดและความต้องการ ซึ่งเป็นการเสริมสร้างศักยภาพของแต่ละบุคคลให้เจริญถึงขีดสุด ผู้เรียนสามารถคิดเป็น ฟังตนเองได้และรู้จักวิธีการแก้ปัญหาจะเป็นกระบวนการเรียนรู้ที่มีพลัง ซึ่งพลังการเรียนรู้ คือ ผู้เรียนสามารถคิดเป็นฟังตนเองได้ รู้วิธีการเรียนรู้ แก้ปัญหาได้ ตระหนักถึงความสำคัญว่า การเรียนรู้เป็นอริยทรัพย์ในตน (วิชัย วงษ์ใหญ่. 2542: 3) ในการพัฒนาความสามารถในการคิดของผู้เรียนเป็นเงื่อนไขการจัดการศึกษาที่กฎหมายกำหนด “ฝึกทักษะการคิด” “การคิดเป็น” ถูกกำหนดไว้ใน มาตรา 24 (2) (3) พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พุทธศักราช 2542 และความสามารถในการคิดของผู้เรียนเป็นจุดหมายของหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2544 เพื่อให้ผู้เรียนมีทักษะการคิด มีความคิดสร้างสรรค์ ซึ่งเป็นคุณลักษณะอันพึงประสงค์ และเป็นเงื่อนไขคุณภาพความสำเร็จของการจัดการศึกษา นอกจากนี้ความสามารถในการคิดของผู้เรียนยังเป็นเกณฑ์การผ่านช่วงชั้นและการจบหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐานอีกด้วย จากที่กล่าวชี้ให้เห็นว่าเหตุใดเราจึงให้ความสำคัญกับการจัดการเรียนการสอนที่เน้นเกี่ยวกับการคิด เพราะการคิดนั้นถือว่าเป็นเครื่องมือสำหรับการแสวงหาความรู้ ดังนั้นการสอนให้นักเรียนคิดเป็นจึงเป็นสิ่งสำคัญยิ่ง เมื่อนักเรียนคิดเป็นแล้ว การสอนให้รู้จักควบคุมและตรวจสอบความคิดของตนเอง

ให้ดำเนินไปอย่างถูกต้องครบถ้วนทุกขั้นกระบวนการ เป็นเรื่องที่จะต้องสอนควบคู่กันไปด้วย เพราะหากเด็กคิดเป็นเพียงอย่างเดียว แต่ไม่มีความสามารถในการควบคุม และตรวจสอบความคิดของตนเองแล้วก็ยากที่การทำงานนั้นให้ประสบความสำเร็จ ซึ่งสอดคล้องกับคำกล่าวของวิชัย พาณิชย์สวย (2546: 88) ที่กล่าวว่า การที่บุคคลระลึกว่าตนรู้อะไร ยังไม่รู้ในสิ่งใด และสามารถควบคุมและตรวจสอบความคิดทั้งหมดของตนเองได้ เป็นความสามารถที่เรียกว่า “เมตาคอกนิชัน” (Metacognition) นักเรียนที่มีเมตาคอกนิชันในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์จะระลึกไว้ คือมีสติอยู่เสมอว่าโจทย์กำหนดอะไรให้บ้าง และโจทย์ต้องการถามสิ่งใด เมื่อตัดสินใจเลือกวิธีหาคำตอบได้แล้ว ก็จะควบคุมและตรวจสอบตนเองให้ดำเนินการไปตามแผนที่ได้วางไว้ ทำที่สุดเมื่อได้คำตอบแล้ว ก็จะพิจารณาคำตอบอย่างรอบคอบว่าเป็นไปได้หรือไม่ สอดคล้องกับคำตอบที่ได้ประมาณไว้ก่อนหน้านั้นหรือไม่ มากน้อยเพียงไร นอกจากนี้ ทิศนา ขัมมณี (2552: 304) ยังได้กล่าวถึง เมตาคอกนิชัน ว่าเป็นมิติการคิดด้านการควบคุมและประเมินการคิดของตนเอง ซึ่งเป็นกระบวนการที่บุคคลใช้ในการควบคุมกำกับการรู้คิดของตนเองซึ่งครอบคลุมการวางแผน การควบคุมกำกับการทำงานของตนเอง การตรวจสอบความก้าวหน้าและการประเมินผล และยังสอดคล้องกับคำกล่าวของ ฟลาวเวลล์ (Flavell, 1979: 906-911) ที่กล่าวว่า “เมตาคอกนิชัน” เป็นความสามารถทางการคิดที่บุคคลสามารถรู้ถึงกระบวนการคิดและสิ่งต่างๆ ที่เกิดจากกระบวนการคิดของตน ซึ่งอาจปรากฏเป็นความรู้ หรือเป็นกิจกรรมทางการคิดที่มีเป้าหมายมีทิศทาง ดังนั้นหากผู้เรียนมีเมตาคอกนิชันในตัวเองแล้ว ก็สามารถที่จะใช้เมตาคอกนิชันนี้กับการเรียนรู้ การแก้ปัญหา ซึ่งถือว่าเป็นกระบวนการที่เกิดจากกระบวนการทางความคิดทั้งสิ้น ดังนั้นนักเรียนที่มีเมตาคอกนิชันในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์จะสามารถควบคุมและตรวจสอบความคิดของตนเองในขณะที่ดำเนินการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ได้ทุกขั้นตอน ซึ่งถือได้ว่าการมีเมตาคอกนิชันเป็นสิ่งสำคัญสำหรับผู้ใช้ทักษะการคิด เพื่อใช้ในการกำหนดปัญหาหาวิธีการแก้ปัญหาย่างหลากหลาย ดังนั้นผู้วิจัยจึงคิดว่าควรที่จะต้องพัฒนาเมตาคอกนิชันแก่ผู้เรียน การฝึกผู้เรียนให้รู้ถึงกระบวนการคิดของตนเองจนสามารถควบคุม ตรวจสอบการคิดของตนเองได้ในทิศทางที่ถูกต้องอาจนำมาใช้ในการพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ได้

นอกจากกระบวนการคิดเชิงเมตาคอกนิชันจะช่วยพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์แล้ว เบเกอร์ และบราวน์ (Baker; & Brown, 1984: 21-24) ยังกล่าวว่า เมตาคอกนิชันยังมีองค์ประกอบอีก 2 องค์ประกอบ องค์ประกอบที่ 1 คือ การตระหนักรู้ (awareness) เป็นการตระหนักรู้ถึงทักษะ กลวิธี และแหล่งข้อมูลที่เป็นต่อการทำงานอย่างมีประสิทธิภาพ และรู้ว่าจะต้องทำอะไร องค์ประกอบที่ 2 คือ ความสามารถในการกำกับตนเอง (self-regulation) เป็นความสามารถในการกำกับตนเองในขณะที่กำลังคิดแก้ปัญหา รวมไปถึงการพิจารณาว่ามีความเข้าใจในสิ่งนั้นหรือไม่ การประเมินความพยายามในการทำงาน การวางแผนในขั้นตอนการทำงาน การทดสอบวิธีการที่ใช้การตัดสินใจในการใช้เวลาและการใช้ความสามารถที่มีอยู่ และการเปลี่ยนไปใช้วิธีอื่นเพื่อให้แก้ปัญหา ชังก์ และซิมเมอร์แมน (Schunk; & Zimmerman, 1994: 3) ได้กล่าวถึงว่า ผู้เรียนที่มีการกำกับตนเองในการเรียน มีแนวโน้มที่จะทำพฤติกรรมได้สำเร็จตามเป้าหมายที่วางไว้ และบุคคลที่มีการกำกับตนเองสูง ย่อมกระทำพฤติกรรมได้บรรลุผลกว่าบุคคลที่มีการกำกับตนเอง

ต่ำ และการที่ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ด้วยตนเองไม่เพียงแต่จะช่วยให้ประสบความสำเร็จในการเรียน ในโรงเรียนเท่านั้น สิ่งสำคัญคือ ช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ไปตลอดชีวิต ดังนั้นถ้าผู้เรียนมีการ กำกับตนเองในการเรียน ก็จะทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น เนื่องจากการกำกับตนเองใน การเรียน เป็นปัจจัยที่ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และพฤติกรรมเป็นลักษณะที่สำคัญของการ เรียนรู้

จากแนวคิดข้างต้นนั้น ชี้ให้เห็นถึงความสำคัญของกระบวนการคิดเชิงเมตาคอกนิชัน หรือ การรู้คิด ที่ส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ ความตระหนักในการรู้คิด และการ กำกับตนเองในการเรียน ด้วยเหตุนี้ ผู้วิจัยจึงพัฒนาการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่เน้นกระบวนการ คิดเชิงเมตาคอกนิชัน เพื่อเป็นแนวทางในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้เกิดประสิทธิภาพ โดยฝึกให้ ผู้เรียนได้รู้เกี่ยวกับกระบวนการคิดของตนเองในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ ซึ่งจะช่วยให้การเรียนรู้ คณิตศาสตร์เกิดประสิทธิผล และมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ดีขึ้น ตลอดจนมีการพัฒนาความ สามารถในการแก้ปัญหา ความตระหนักในการรู้คิดของนักเรียน และการกำกับตนเองในการเรียน ด้วย

ความมุ่งหมายของการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ตั้งความมุ่งหมายไว้ดังนี้

1. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ที่เน้นกระบวนการคิดเชิงเมตาคอกนิชัน เรื่อง วิธีเรียง สับเปลี่ยนและวิธีจัดหมู่ กับเกณฑ์ (ร้อยละ 70)
2. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้ที่เน้นกระบวนการคิดเชิงเมตาคอกนิชัน เรื่อง วิธีเรียงสับเปลี่ยนและวิธีจัดหมู่
3. เพื่อเปรียบเทียบความตระหนักในการรู้คิดของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้ที่เน้นกระบวนการคิดเชิงเมตาคอกนิชัน เรื่อง วิธีเรียงสับเปลี่ยน และวิธีจัดหมู่
4. เพื่อเปรียบเทียบการกำกับตนเองในการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ก่อนและหลังที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ที่เน้นกระบวนการคิดเชิงเมตาคอกนิชัน เรื่อง วิธีเรียง สับเปลี่ยนและวิธีจัดหมู่

ความสำคัญของการวิจัย

ผลจากการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้เพื่อเป็นแนวทางในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียน เป็นสำคัญ ด้วยกระบวนการคิดเชิงเมตาคอกนิชัน เพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหา คณิตศาสตร์ ให้สามารถวางแผนแก้ปัญหา ควบคุมตรวจสอบ และประเมินความคิดของตนเอง

ในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ ตลอดจนมีความตระหนักในการรู้คิดเกี่ยวกับการกระบวนการ
แก้ปัญหาคณิตศาสตร์ และการกำกับตนเองในการเรียน

ขอบเขตของการวิจัย

ประชากรที่ใช้ในการวิจัย

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 แผนการเรียน
วิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2553 โรงเรียนบึงสามพันวิทยาคม อำเภอ
บึงสามพัน จังหวัดเพชรบูรณ์ จำนวน 3 ห้องเรียน รวม 126 คน

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียน
บึงสามพันวิทยาคม อำเภอบึงสามพัน จังหวัดเพชรบูรณ์ ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2553 ซึ่งได้จาก
การสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling) โดยมีห้องเรียนเป็นหน่วยการสุ่ม (Sampling unit)
จากการจับสลากมา 1 ห้องเรียน จากทั้งหมด 3 ห้องเรียน จำนวนนักเรียน 42 คน เนื่องจาก
โรงเรียนจัดห้องเรียนโดยความสะดวก

เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย

เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นเนื้อหาสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์เพิ่มเติม ช่วงชั้น
ที่ 4 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ตามหลักสูตรสถานศึกษาโรงเรียนบึงสามพันวิทยาคม พุทธศักราช 2551
เรื่อง วิธีเรียงสับเปลี่ยนและวิธีจัดหมู่ ซึ่งประกอบด้วยเนื้อหาย่อย ดังนี้

- | | |
|---|-----------------|
| 1. กฎเกณฑ์เบื้องต้นเกี่ยวกับการนับโดยใช้หลักการบวก | จำนวน 2 ชั่วโมง |
| 2. กฎเกณฑ์เบื้องต้นเกี่ยวกับการนับโดยใช้หลักการคูณ | จำนวน 2 ชั่วโมง |
| 3. แฟกทอเรียล | จำนวน 1 ชั่วโมง |
| 4. วิธีเรียงสับเปลี่ยนเชิงเส้นของสิ่งของที่แตกต่างกันทั้งหมด | จำนวน 2 ชั่วโมง |
| 5. วิธีเรียงสับเปลี่ยนเชิงตรงของสิ่งของทั้งหมด n สิ่ง
ที่แตกต่างกัน โดยจัดเรียงคราวละ r สิ่ง | จำนวน 2 ชั่วโมง |
| 6. วิธีเรียงสับเปลี่ยนเชิงเส้นของสิ่งของที่มีบางสิ่งซ้ำกัน | จำนวน 2 ชั่วโมง |
| 7. วิธีเรียงสับเปลี่ยนเชิงวงกลม | จำนวน 2 ชั่วโมง |
| 8. วิธีจัดหมู่ | จำนวน 2 ชั่วโมง |

ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย

การวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ดำเนินการทดลองสอนด้วยตนเองในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2553 จำนวน 19 ชั่วโมง แบ่งเป็น การทดสอบก่อนเรียน (Pre-test) 2 ชั่วโมง ดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้ 15 ชั่วโมง และทำการทดสอบหลังเรียน (Post-test) 2 ชั่วโมง

ตัวแปรที่ศึกษา

1. ตัวแปรอิสระ ได้แก่ การจัดการเรียนรู้ที่เน้นกระบวนการคิดเชิงเมตาคอกนิชัน
2. ตัวแปรตาม ได้แก่
 - 2.1 ความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์
 - 2.2 ความตระหนักในการรู้คิด
 - 2.3 การกำกับตนเองในการเรียน

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. **เมตาคอกนิชัน** หมายถึง ความสามารถของบุคคลในการรู้เกี่ยวกับกระบวนการคิดของตนเอง และสามารถควบคุมและตรวจสอบความคิดทั้งหมดของตนเองได้ ซึ่งจะเกี่ยวข้องกับกระบวนการในการวางแผน การควบคุมตรวจสอบ และการประเมินผล

2. **กระบวนการคิดเชิงเมตาคอกนิชัน** หมายถึง การคิดที่มีลำดับขั้นตอนของการคิด ซึ่งแต่ละขั้นตอนของการคิดต้องใช้ทักษะการคิดหรือลักษณะการคิดหลายๆ แบบมาประกอบกันในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ และเป็นกระบวนการที่บุคคลใช้ในการควบคุมกำกับการรู้คิดของตนเอง การคิดในลักษณะนี้เรียกว่า การคิดอย่างมียุทธศาสตร์ (Strategic Thinking) ซึ่งจะครอบคลุมการวางแผน การควบคุมกำกับการทำงานของตนเอง การตรวจสอบความก้าวหน้า และประเมินผลในการแก้ปัญหา ซึ่งในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยใช้กระบวนการคิดเชิงเมตาคอกนิชันในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ ซึ่งประกอบด้วย 5 ขั้นตอน ดังนี้

2.1 **ทำความเข้าใจปัญหา** หมายถึง ชั้นสร้างความเข้าใจเกี่ยวกับปัญหาโดยการอ่าน ซึ่งนักเรียนจะต้องระบุให้ได้ว่า สิ่งที่โจทย์ให้หา สิ่งที่โจทย์กำหนดมาให้ คืออะไร และเลือกข้อมูลที่จำเป็นในการแก้ปัญหาได้ โดยนักเรียนจะต้องทราบที่สิ่งใดรู้แล้ว สิ่งใดยังไม่รู้ และโจทย์ถามอะไร โดยจะมีการประเมินความรู้จากประสบการณ์เดิมที่มีในการจัดการกับปัญหาด้วย รวมถึงประเมินความความยาก-ง่าย การคาดคะเนความสำเร็จในการแก้ปัญหา และการคาดเดาถึงสิ่งที่จะทำให้เกิดอุปสรรคข้อผิดพลาดที่อาจเกิดขึ้นได้

2.2 **การสร้างตัวแทนปัญหา** หมายถึง ชั้นสร้างตัวแทนความคิดในรูปแบบต่างๆ เช่น การใช้สัญลักษณ์ การวาดรูป เขียนตาราง หรือการจัดระบบข้อมูลใหม่ เป็นต้น

2.3 **วางแผนในการแก้ปัญหา** หมายถึง การพิจารณาหาความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลที่โจทย์กำหนดให้กับสิ่งที่โจทย์ต้องการให้หา โดยผู้เรียนจะต้องตัดสินใจในการเลือกวิธีการหรือ

ขั้นตอนที่ใช้ในการแก้ปัญหาที่เหมาะสมที่สุด และมีการคาดคะเนคำตอบที่คาดว่าจะได้ โดยวิเคราะห์จากเงื่อนไขที่โจทย์กำหนดให้อย่างมีเหตุผล

2.4 ดำเนินการแก้ปัญหา หมายถึง ลงมือปฏิบัติตามแผนที่วางไว้ เพื่อให้ได้คำตอบของปัญหา สามารถบอกเหตุผลในการดำเนินการ และทดสอบขั้นตอนว่าถูกต้องหรือไม่ ซึ่งจะเป็นการกำกับให้ปฏิบัติตามวิธีการและขั้นตอนที่เลือกไว้ในขณะทำการแก้ปัญหา เพื่อเป็นการฝึกกำกับตนเองในการตรวจสอบความถูกต้องของการแก้ปัญหา ซึ่งผู้แก้ปัญหาคงต้องรู้ว่าข้อผิดพลาดและอุปสรรคใดเกิดขึ้น และรู้ว่าจะมีวิธีการแก้ไขข้อผิดพลาดและอุปสรรคที่เกิดขึ้นอย่างไร

2.5 ประเมินผลการแก้ปัญหา หมายถึง เป็นขั้นมองย้อนกลับไปขั้นตอนต่าง ๆ ในการแก้ปัญหาเพื่อพิจารณารายละเอียดในแต่ละขั้นตอนว่ามีความถูกต้องสมบูรณ์เพียงใด มีการประเมินว่าคำตอบที่ได้นั้นตอบคำถามของปัญหาหรือไม่ เพื่อช่วยให้พบข้อบกพร่องที่อาจเกิดขึ้นแล้วนำไปปรับปรุงแก้ไข รวมถึงการสะท้อนกระบวนการแก้ปัญหา โดยการประเมินผลการแก้ปัญหาเพื่อปรับใช้กับสถานการณ์อื่น และสะท้อนความเชื่อมั่นและความพึงพอใจในกระบวนการแก้ปัญหาและคำตอบของปัญหา

3. การจัดการเรียนรู้ที่เน้นกระบวนการคิดเชิงเมตาคอกนิชัน หมายถึง การจัดการเรียนรู้เพื่อฝึกการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ เรื่องวิธีเรียงสับเปลี่ยนและวิธีจัดหมู่ โดยใช้กระบวนการคิดเชิงเมตาคอกนิชันในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ เพื่อให้ผู้เรียนวางแผน กำกับควบคุม ตรวจสอบ และประเมินกระบวนการคิดของตนเองในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ ซึ่งมีขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ 5 ขั้นตอนดังนี้

3.1 ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน หมายถึง การเตรียมความพร้อมให้กับผู้เรียนก่อนเริ่มเรียน เพื่อเป็นการเตรียมให้นักเรียนรู้ว่ากำลังเรียนเรื่องอะไร โดยการจัดกิจกรรมจะกระตุ้นให้นักเรียนใช้ความคิด เพื่อนำความรู้เดิมมาสัมพันธ์กับเรื่องที่กำลังจะเรียน เพื่อเชื่อมโยงความรู้เดิมกับความรู้ใหม่เข้าด้วยกัน โดยเนื้อหาของบทเรียนนั้น ผู้วิจัยเลือกใช้ให้เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันของนักเรียน เพื่อกระตุ้นและสร้างความสนใจของนักเรียน และยังเป็นกระตุ้นให้นักเรียนได้ใช้ความคิดและเชื่อมโยงความรู้กับประสบการณ์เดิมของนักเรียนกับสิ่งที่เรียน ซึ่งจะทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ได้อย่างรวดเร็วและมีประสิทธิภาพ

3.2 ขั้นสอน หมายถึง ขั้นดำเนินการจัดการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นกระบวนการคิดเชิงเมตาคอกนิชันในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ โดยจะใช้แบบบันทึกกระบวนการคิดเชิงเมตาคอกนิชันเป็นขั้นตอนหลักในการดำเนินกิจกรรม เพื่อให้นักเรียนได้บันทึกและเห็นขั้นตอนการแก้ปัญหา โดยใช้กระบวนการคิดเชิงเมตาคอกนิชัน และเพื่อเป็นการฝึกให้นักเรียนมีการกำกับตนเองในการเรียน ซึ่งจะแสดงพฤติกรรมกำกับตนเองออกมาให้เห็นในระหว่างปฏิบัติกิจกรรมจากแบบบันทึกกระบวนการคิดเชิงเมตาคอกนิชันด้วย และในแต่ละขั้นตอนของกระบวนการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ ครูผู้วิจัยจะต้องพยายามให้นักเรียนใส่ใจกับสิ่งที่ทำไปแล้ว สิ่งที่กำลังทำ และสิ่งที่ควรจะทำต่อไปใน

แบบบันทึกกระบวนการคิดเชิงเมตาคอกนิชัน ซึ่งแบบบันทึกนั้นจะประกอบด้วยกระบวนการ 5 ขั้นตอน ดังนี้

3.2.1 ขั้นทำความเข้าใจปัญหา หมายถึง ขั้นที่ให้นักเรียนได้ทำความเข้าใจเกี่ยวกับปัญหาโดยการอ่าน โดยจะให้นักเรียนขีดเส้นใต้ในโจทย์ พร้อมกับบันทึกลงในแบบบันทึกว่าสิ่งที่โจทย์ให้หาสิ่งที่โจทย์กำหนดมาให้ คืออะไร นักเรียนบอกถึงเงื่อนไขของโจทย์ รวมถึงการพิจารณาข้อมูลที่จำเป็นในการแก้ปัญหา ซึ่งในขั้นนี้นักเรียนจะต้องมีการประเมินความคุ้นเคยกับงาน ซึ่งจะเป็นการที่นักเรียนประเมินความรู้และประสบการณ์เดิมที่มีในการจัดการกับปัญหา รวมถึงการประเมินความยากและโอกาสที่จะสำเร็จ ว่านักเรียนพิจารณาปัญหาแล้วสามารถประเมินตนเองว่าปัญหามีความยาก-ง่าย อย่างไร และนักเรียนคิดว่าจะแก้ปัญหาได้สำเร็จหรือไม่

3.2.2 ขั้นการสร้างตัวแทนปัญหา หมายถึง เป็นขั้นที่ให้นักเรียนได้แสดงความเข้าใจออกมาให้เห็นเป็นรูปธรรมมากยิ่งขึ้น ซึ่งในขั้นสร้างตัวแทนความคิดมีหลายรูปแบบ เช่น การใช้สัญลักษณ์ การวาดรูป เขียนตาราง หรือการจัดระบบข้อมูลใหม่ เป็นต้น ถ้านักเรียนไม่สามารถสร้างตัวแทนปัญหาได้ จะให้นักเรียนกลับไปทบทวนปัญหาอีกครั้ง เพื่อให้นักเรียนมีความเข้าใจกับปัญหามากยิ่งขึ้น จนสามารถสร้างตัวแทนปัญหาได้

3.2.3 ขั้นวางแผนในการแก้ปัญหา หมายถึง เป็นขั้นที่ให้นักเรียนพิจารณาหาความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลที่โจทย์กำหนดให้กับสิ่งที่โจทย์ต้องการให้หา โดยผู้เรียนจะต้องตัดสินใจในการเลือกวิธีการหรือขั้นตอนที่ใช้ในการแก้ปัญหาที่เหมาะสมที่สุด โดยในขั้นนี้จะฝึกให้นักเรียนรู้จักการคาดคะเนคำตอบที่คาดว่าจะได้ โดยวิเคราะห์จากเงื่อนไขที่โจทย์กำหนดให้อย่างมีเหตุผล

3.2.4 ขั้นดำเนินการแก้ปัญหา ลงมือปฏิบัติตามแผนที่วางไว้ เพื่อให้ได้คำตอบของปัญหา และสามารถบอกเหตุผลในการดำเนินการ การทดสอบขั้นตอนว่าถูกต้องหรือไม่ ซึ่งจะเป็นการกำกับให้ปฏิบัติตามวิธีการและขั้นตอนที่เลือกไว้ในขณะทำการแก้ปัญหา เพื่อเป็นการฝึกกำกับตนเองในการตรวจสอบความถูกต้องของการแก้ปัญหา ซึ่งผู้แก้ปัญหาจะต้องรู้ว่า มีข้อผิดพลาดและอุปสรรคใดเกิดขึ้น และรู้ว่าจะมีวิธีการแก้ไขข้อผิดพลาดและอุปสรรคที่เกิดขึ้นอย่างไร

3.2.5 ขั้นประเมินผลการแก้ปัญหา หมายถึง เป็นขั้นมองย้อนกลับไปทีขั้นตอนต่างๆ ในการแก้ปัญหาเพื่อพิจารณารายละเอียดในแต่ละขั้นตอนว่ามีความถูกต้องสมบูรณ์เพียงใด มีการประเมินว่าคำตอบที่ได้นั้นตอบคำถามของปัญหาหรือไม่ เพื่อช่วยให้พบข้อบกพร่องที่อาจเกิดขึ้นแล้วนำไปปรับปรุงแก้ไข รวมถึงการสะท้อนกระบวนการแก้ปัญหา โดยการประเมินผลการแก้ปัญหาเพื่อปรับใช้กับสถานการณ์อื่น และสะท้อนความเชื่อมั่นและความพึงพอใจในกระบวนการแก้ปัญหาและคำตอบของปัญหา

3.3 สรุปผล หมายถึง ขั้นที่นักเรียนร่วมกันอภิปรายและสรุปกระบวนการคิดเชิงเมตาคอกนิชันถึงปัญหาและอุปสรรคที่พบในขณะแก้ปัญหาและหาสาเหตุ พร้อมกับหาแนวทางในการปรับปรุง รวมถึงสรุปเกี่ยวกับกระบวนการแก้ปัญหา สาระสำคัญต่างๆ ในเรื่องที่เรียน ซึ่งในขั้นนี้ครูผู้วิจัยจะช่วยเสริมแนวคิด เพื่อให้การสรุปมีความสมบูรณ์ชัดเจนยิ่งขึ้น

3.4 **ขั้นฝึกทักษะ** หมายถึง ขั้นที่นักเรียนได้ฝึกทักษะการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ ซึ่งจะให้นักเรียนได้ปฏิบัติในแบบบันทึกกระบวนการคิดเชิงเมตาคอกนิชัน เพื่อให้นักเรียนมีความเข้าใจในกระบวนการคิดเชิงเมตาคอกนิชันในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ และสามารถนำความรู้ที่ได้ไปใช้ในการแก้ปัญหาที่ซับซ้อนยิ่งขึ้นต่อไป

3.5 **ขั้นประเมินผล** หมายถึง ขั้นที่ให้นักเรียนได้ประเมินตนเองว่ามีความรู้ ความเข้าใจในเรื่องหรือไม่ อย่างไร โดยผู้วิจัยตรวจจากแบบบันทึกกระบวนการคิดเชิงเมตาคอกนิชันในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ ร่วมกับการสังเกตการร่วมกิจกรรมในชั้นเรียน และการร่วมกิจกรรมภายในกลุ่ม

4. ความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถของผู้เรียนในการนำความรู้ทางคณิตศาสตร์ ในด้านความรู้ในเนื้อหา ความรู้เกี่ยวกับขั้นตอนการแก้ปัญหา ทักษะการคิด ทักษะการคำนวณ และความสามารถประเมินการทำงานของตนเองมาใช้ในกระบวนการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์เพื่อหาคำตอบของปัญหาจากโจทย์ที่กำหนดให้ ซึ่งสามารถวัดได้จากแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น เป็นแบบทดสอบอัตนัยที่ประกอบด้วยปัญหาให้นักเรียนเขียนแสดงขั้นตอนการแก้ปัญหา ซึ่งประกอบด้วย 5 ขั้นตอน ดังนี้ 1) ทำความเข้าใจปัญหา 2) การสร้างตัวแทนปัญหา 3) วางแผนในการแก้ปัญหา 4) ดำเนินการแก้ปัญหา 5) ประเมินผลการแก้ปัญหา ซึ่งครอบคลุมเนื้อหาเรื่องวิธีเรียงสับเปลี่ยนและวิธีจัดหมู่ในวิชาคณิตศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ซึ่งประเมินผลโดยใช้เกณฑ์การให้คะแนนแบบรูบรีค (Rubric scoring) เป็นเกณฑ์การประเมินผลแบบวิเคราะห์การแก้ปัญหาคณิตศาสตร์

5. ความตระหนักรู้ในการรู้คิด หมายถึง ความตระหนักรู้ในการรู้คิดหมายถึง ความตระหนักรู้ในการรู้คิดหมายถึง การที่บุคคลแสดงถึงความรู้ ความเข้าใจ รู้ถึงสิ่งที่ตนเองคิด ซึ่งรู้ว่าจะใช้ทักษะกลวิธี และแหล่งข้อมูลอะไรบ้างที่จำเป็นต่อการทำงานอย่างมีประสิทธิภาพ และรู้ว่าจะทำอย่างไร และควรจะต้องประกอบด้วยสิ่งใดบ้างจึงจะทำให้การทำงานเกิดประสิทธิภาพยิ่งขึ้น โดยสามารถแสดงออกในสิ่งที่รู้ออกมาด้วยการอธิบายให้ผู้อื่นฟังได้ สามารถประเมินได้จากแบบวัดความตระหนักรู้ในการรู้คิด ซึ่งเป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) 4 ระดับ โดยกำหนดระดับของการปฏิบัติเพื่อสะท้อนความตระหนักรู้ในการรู้คิดของผู้เรียน คือ ปฏิบัติเป็นประจำ ปฏิบัติบ่อยครั้ง ปฏิบัตินานๆ ครั้ง และไม่เคยปฏิบัติเลย

6. การกำกับตนเองในการเรียน หมายถึง การที่ผู้เรียนใช้กระบวนการเมตาคอกนิชันในการวางแผน ควบคุมการกระทำของตนเอง โดยอาศัยแรงจูงใจภายในที่จะปฏิบัติด้วยตนเอง โดยไม่มีใครบังคับ และมีวินัยในตนเอง เพื่อให้บรรลุเป้าหมายที่ตนเองตั้งไว้ได้ ซึ่งการกำกับตนเองในการเรียนนั้นก็เพื่อให้ตนเองมีความรู้และทักษะต่างๆ ตามเป้าหมายที่ตนเองตั้งไว้ โดยการกำกับตนเองมีกลวิธีย่อย ดังนี้

6.1 **ด้านการประเมินตนเอง** หมายถึง การกระทำที่แสดงถึงว่านักเรียนมีการเริ่มประเมินคุณภาพและความก้าวหน้าในงานของตนเอง

6.2 การตั้งเป้าหมายและการวางแผน หมายถึง การกระทำที่แสดงถึงการตั้งเป้าหมายในการเรียน หรือเป้าหมายระยะยาว และวางแผนเกี่ยวกับลำดับเหตุการณ์ ระยะเวลา และทำกิจกรรมนั้นให้สำเร็จตามเป้าหมายที่ตั้งไว้

6.3 จุดบันทึกการเตือนความจำ หมายถึง การกระทำที่แสดงถึงความพยายามที่จะบันทึกเหตุการณ์หรือผลลัพธ์ต่างๆ

6.4 การจัดรูปแบบและการเปลี่ยนแปลงรูปแบบสิ่งที่เรียนรู้ หมายถึง การกระทำที่แสดงถึงการจัดหรือเปลี่ยนแปลงเนื้อหาในการเรียน เพื่อพัฒนาการเรียนรู้

6.5 การฝึกหัดและการจดจำ หมายถึง การกระทำที่แสดงถึงความพยายามที่จะจดจำสิ่งต่างๆ โดยการฝึกหัดที่แสดงออกและไม่แสดงออกภายนอก

6.6 การทบทวนจากบันทึกต่างๆ หมายถึง การกระทำที่แสดงถึงความพยายามที่จะทบทวนสมุดจดข้อสอบ หรือตำราเรียน เพื่อเตรียมตัวสำหรับการเรียนหรือการสอบ

6.7 การให้รางวัลต่อความสำเร็จและลงโทษต่อความล้มเหลวของตนเอง หมายถึง การกระทำที่แสดงถึงการจัดการหรือการนึกถึงรางวัล หรือการลงโทษสำหรับความล้มเหลวที่เกิดขึ้น

6.8 การค้นหาข้อมูล หมายถึง การกระทำที่แสดงถึงความพยายามในการค้นหาข้อมูลหรือขอข้อมูลจากแหล่งข้อมูลต่างๆ เมื่อได้รับมอบหมายงาน

6.9 ด้านการจัดสิ่งแวดล้อม หมายถึง การกระทำที่แสดงถึงความพยายามที่จะเลือกหรือจัดสภาพแวดล้อมทางกายภาพที่จะทำให้เกิดการเรียนรู้ที่ง่ายขึ้น

6.10 การขอความช่วยเหลือทางสังคม หมายถึง การกระทำที่แสดงถึงการพยายามขอความช่วยเหลือจากเพื่อน จากครู และจากคนอื่นๆ

การกำกับตนเองในการเรียนสามารถวัดได้จากแบบสอบถามวัดการกำกับตนเองในการเรียนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ตามกรอบแนวคิดของ ซิมเมอร์แมน และมาร์ตีเนซ พอนส์ (Zimmerman; & Martinez-Pons. 1986: 614-628) เป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) 4 ระดับ โดยกำหนดระดับของการปฏิบัติเพื่อสะท้อนการกำกับตนเองในการเรียนของผู้เรียน คือ ปฏิบัติเป็นประจำ ปฏิบัติบ่อยครั้ง ปฏิบัตินานๆ ครั้ง และไม่เคยปฏิบัติเลย

7. เกณฑ์ หมายถึง เป้าหมายการประเมินการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหา คณิตศาสตร์ที่เน้นกระบวนการคิดเชิงเมตาคอกนิชัน เรื่องวิธีเรียงสับเปลี่ยนและวิธีจัดหมู่ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ ซึ่งกำหนดการผ่านเกณฑ์ ร้อยละ 70 ขึ้นไป (สำนักนิเทศและพัฒนามาตรฐานการศึกษา. 2545: 126)

คะแนนร้อยละ 80-100 หมายถึง ความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์อยู่ในระดับดีมาก

คะแนนร้อยละ 70-79 หมายถึง ความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์อยู่ในระดับดี

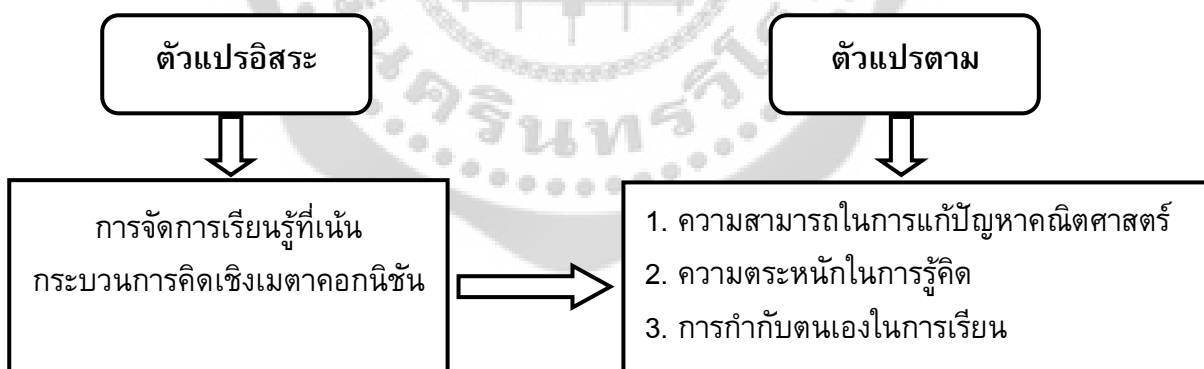
คะแนนร้อยละ 60-69 หมายถึง ความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์อยู่ในระดับพอใช้

คะแนนร้อยละ 50-59 หมายถึง ความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์อยู่ในระดับผ่านเกณฑ์

คะแนนต่ำกว่าร้อยละ 50 หมายถึง ความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์อยู่ในระดับต่ำกว่าเกณฑ์

กรอบแนวคิดในการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้สร้างกระบวนการคิดเชิงเมตาคอกนิชันในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์จากแนวคิดของบีเยอร์ (Beyer. 1987: 192-196) เดวิดสัน และสเตอร์นเบิร์ก (Davidson; & Sternberg. 1994: 207-226) ซึ่งสามารถสรุปขั้นของกระบวนการคิดเชิงเมตาคอกนิชัน ประกอบด้วย 5 ขั้นตอน ดังนี้ 1) ทำความเข้าใจปัญหา 2) การสร้างตัวแทนปัญหา 3) วางแผนในการแก้ปัญหา 4) ดำเนินการแก้ปัญหา 5) ประเมินผลการแก้ปัญหา นอกจากกระบวนการคิดเชิงเมตาคอกนิชัน จะมีผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์แล้ว ยังมีผลต่อความตระหนักในการรู้คิด และการกำกับตนเองในการเรียน ซึ่งการกำกับตนเองในการเรียนนั้น ผู้วิจัยใช้กรอบแนวคิดของซิมเมอร์แมน และมาร์ติเนซ พอนส์. (Zimmerman; & Martinez-Pons. 1986: 614-628) ดังภาพประกอบ 1



ภาพประกอบ 1 กรอบแนวคิดในการวิจัย

สมมติฐานในการวิจัย

1. ความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้ที่เน้นกระบวนการคิดเชิงเมตาคอกนิชัน เรื่อง วิธีเรียงสับเปลี่ยนและวิธีจัดหมู่ ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70

2. ความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้ที่เน้นกระบวนการคิดเชิงเมตาออกนิจัน เรื่อง วิธีเรียงสับเปลี่ยนและวิธีจัดหมู่ สูงกว่าก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้ที่เน้นกระบวนการคิดเชิงเมตาออกนิจัน

3. ความตระหนักในการรู้คิด ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้ที่เน้นกระบวนการคิดเชิงเมตาออกนิจัน เรื่อง วิธีเรียงสับเปลี่ยนและวิธีจัดหมู่ สูงกว่าก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้ที่เน้นกระบวนการคิดเชิงเมตาออกนิจัน

4. ความสามารถในการกำกับตนเองในการเรียน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้ที่เน้นกระบวนการคิดเชิงเมตาออกนิจัน เรื่อง วิธีเรียงสับเปลี่ยนและวิธีจัดหมู่ สูงกว่าก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้ที่เน้นกระบวนการคิดเชิงเมตาออกนิจัน



บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง และได้นำเสนอตามหัวข้อต่อไปนี้

1. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับหลักการและทฤษฎีกระบวนการคิดเชิงเมตาคอกนิชัน
 - 1.1 ความหมายของเมตาคอกนิชัน
 - 1.2 องค์ประกอบของเมตาคอกนิชัน
 - 1.3 การใช้กระบวนการคิดเชิงเมตาคอกนิชันในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์
 - 1.4 มิติการคิด
 - 1.5 การนำเมตาคอกนิชันมาใช้เพื่อช่วยให้นักแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ที่ดี
 - 1.6 การวัดเมตาคอกนิชัน
 - 1.7 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับหลักการและทฤษฎีกระบวนการคิดเชิงเมตาคอกนิชัน
2. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์
 - 2.1 ความหมายของปัญหาคณิตศาสตร์
 - 2.2 ประเภทของปัญหาคณิตศาสตร์
 - 2.3 ลักษณะของปัญหาคณิตศาสตร์ที่ดี
 - 2.4 องค์ประกอบที่ส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์
 - 2.5 กระบวนการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์
 - 2.6 แนวทางการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์
 - 2.7 ยุทธวิธีในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์
 - 2.8 แนวทางการวัดและการประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์
 - 2.9 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์
3. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความตระหนักในการรู้คิด
 - 3.1 ความหมายของความตระหนัก
 - 3.2 ความหมายของความตระหนักในการรู้คิด
 - 3.3 การวัดความตระหนักในการรู้คิด
 - 3.4 แนวทางการส่งเสริมให้เกิดความตระหนักในการรู้คิด
 - 3.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความตระหนักในการรู้คิด
4. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการกำกับตนเองในการเรียน
 - 4.1 ความหมายของการกำกับตนเองในการเรียน
 - 4.2 แนวคิดและทฤษฎีเกี่ยวกับการกำกับตนเองในการเรียน

- 4.3 กระบวนการในการกำกับตนเองในการเรียน
- 4.4 กลวิธีการกำกับตนเองในการเรียน
- 4.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการกำกับตนเองในการเรียน

1. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับหลักการและทฤษฎีกระบวนการคิด

เชิงเมตาคอกนิชัน

1.1 ความหมายของเมตาคอกนิชัน

คำว่า “เมตาคอกนิชัน” มีชื่อเรียกที่แตกต่างกัน เช่น “การรู้คิด” (มยุรี บุญเยี่ยม. 2545; สุรางค์ ไคว้ตระกูล. 2544; พรรณี ช เจนจิต. 2538; จรรยา ภูอุดม. 2544) “ความรู้ทางอภิปัญญา” (เพ็ญพิไล ฤทธาคนานนท์. 2544) “เมตาคอกนิชัน” (วัฒนาพร ระงับทุกข์. 2536; ทองหล่อ วงษ์อินทร์. 2537; ณีฐิติ เจริญเกียรติบวร. 2539) “การคิดอภิमान” (สุทิน คงโรจนวงศา. 2543; สุกัลักษณ์ สินธนา. 2545) แต่อย่างไรก็ตามเมตาคอกนิชันจะใช้ชื่อเรียกที่แตกต่างกันออกไป แต่ก็มีความหมายที่ใกล้เคียงกัน ซึ่งมีผู้ให้ความหมายของเมตาคอกนิชันไว้หลายท่าน ดังนี้

ฟลาวเวลล์ (Flavell. 1979: 906-911) ได้ให้ความหมายว่า “เมตาคอกนิชัน” เป็นความสามารถทางการคิดที่บุคคลสามารถรู้ถึงกระบวนการคิดและสิ่งต่างๆ ที่เกิดจากกระบวนการคิดของตน ซึ่งอาจปรากฏเป็นความรู้ หรือเป็นกิจกรรมทางการคิดที่มีเป้าหมายมีทิศทาง

คอสตา (Costa. 1984: 57-62) ได้ให้ความหมายว่า “เมตาคอกนิชัน” เป็นความสามารถของบุคคลที่จะวางแผนกำหนดกลวิธีการสำหรับสร้างข้อมูลที่จำเป็น เพื่อที่จะรู้เกี่ยวกับขั้นตอนการคิด และกลวิธีที่กำหนดในขณะที่ทำการแก้ปัญหา และสามารถที่จะประเมินผลสิ่งที่เกิดจากการคิด

โอเนล และอเบดิ (O’Neil; & Abedi. 1996: 234-235) ได้ให้ความหมายว่า “เมตาคอกนิชัน” เป็นทักษะกระบวนการคิดของเฉพาะบุคคลในการที่จะพัฒนากระบวนการแก้ปัญหา โดยกระบวนการดังกล่าว ประกอบด้วย การวางแผน (Planning) การตรวจสอบตนเอง (Self-checking) การตระหนักรู้ (Awareness) และยุทธวิธีทางความคิด (Cognitive Strategy)

บีเยอร์ (Beyer. 1997: 99) ได้ให้ความหมายว่า “เมตาคอกนิชัน” เป็นความคิดในระดับสูง ที่เกี่ยวข้องกับการกำกับ การควบคุม หรือการจัดการกับส่วนประกอบทางความคิดที่อยู่ในระดับที่ต่ำกว่าลงมา โดยมีความรู้ทำหน้าที่ในการสื่อสารข้อมูล และการควบคุมทำหน้าที่ในการสั่งการ

พรรณี ช. เจนจิต (2538: 368) ได้ให้ความหมายว่า “การรู้คิด” เป็นกระบวนการรู้คิดของแต่ละบุคคลที่มีต่อสิ่งที่เรียนหรือรับรู้ และสามารถหาเหตุผลมาอธิบายความคิดและการตัดสินใจของตนเองได้ ตลอดจนมีความตระหนักในความสามารถของตนเองด้วย ซึ่งขึ้นอยู่กับความสามารถด้านสมองของแต่ละบุคคลด้วยเช่นกัน

ณัฐวิ เจริญเกียรติบรร (2539: 28) ได้ให้ความหมายว่า “เมตาคอกนิชัน” เป็นสิ่งที่ช่วยควบคุมกระบวนการทางการคิดให้มีประสิทธิภาพ ซึ่งเกี่ยวข้องกับกระบวนการในการวางแผนการควบคุมตรวจสอบ และการประเมินผล

ทิตนา แคมมณี และคณะ (2544: 155) ได้ให้ความหมายว่า เมตาคอกนิชัน หมายถึง การควบคุมและประเมินความคิดของตนเอง ความสามารถของบุคคลที่ได้รับการพัฒนา เพื่อควบคุมกำกับกระบวนการทางปัญญาหรือกระบวนการคิด มีความตระหนักในงานและสามารถใช้ยุทธวิธีทำงานจนสำเร็จสมบูรณ์

ศุภลักษณ์ สินธนา (2545: 21) ได้ให้ความหมายว่า การคิดอภิमान เป็นความสามารถในการรู้จักของตนเองเกี่ยวกับกระบวนการคิดที่เกิดขึ้นภายในสมอง ในขณะที่ทำงานที่ต้องใช้ความคิด มีหน้าที่กำกับควบคุมการทำงานเพื่อให้เกิดความมั่นใจว่า งานที่ทำนั้นสัมฤทธิ์ผล

วิทยากร เชียงกุล (2549: 71) ได้ให้ความหมายว่า “เมตาคอกนิชัน” เป็นความสามารถของนักเรียนในการวิเคราะห์ (Analyze) ฟินิจพิเคราะห์ (Reflection) เพื่อเข้าใจระบอบการรู้จัก และการเรียนรู้ของตัวเอง รวมทั้งรู้จักแข็ง และจุดอ่อนของตัวเอง การมีความสามารถชนิดนี้ จะทำให้นักเรียนรู้จักเลือกใช้ยุทธศาสตร์การเรียนรู้ในบริบทหรือสถานการณ์ต่างๆ ได้อย่างเหมาะสม

จากความหมายของเมตาคอกนิชันที่กล่าวมาแล้วข้างต้น สรุปได้ว่า “เมตาคอกนิชัน” หมายถึง ความสามารถของบุคคลในการรู้เกี่ยวกับกระบวนการคิดของตนเอง และสามารถควบคุมและตรวจสอบความคิดทั้งหมดของตนเองได้ ซึ่งเกี่ยวข้องกับกระบวนการในการวางแผน การควบคุมตรวจสอบ และการประเมินผล

1.2 องค์ประกอบของเมตาคอกนิชัน

นักการศึกษาหลายท่านได้กล่าวถึงองค์ประกอบของเมตาคอกนิชัน ดังนี้ เบเกอร์ และบราวน์ (Baker; & Brown. 1984: 21-24) ได้แบ่งเมตาคอกนิชันออกเป็น 2 องค์ประกอบ คือ

1. การตระหนักรู้ (Awareness) เป็นการตระหนักรู้ถึง ทักษะ กลวิธี และแหล่งข้อมูล ที่จำเป็นต่อการทำงานอย่างมีประสิทธิภาพ และรู้ว่าจะต้องทำอะไร กล่าวคือ เป็นเรื่องของ การที่บุคคลรู้ถึงสิ่งที่ตนเองคิด และความสอดคล้องกับสถานการณ์การเรียนรู้ รวมไปถึงการแสดงออก ในสิ่งที่รู้ออกมาโดยการอธิบายให้ผู้ฟังได้ สามารถสรุปใจความสำคัญของสิ่งที่เรียนรู้นั้น หรือมีวิธีการจำ การวางแผน ขอบข่าย การจดบันทึก และความสามารถในการสะท้อนการคิดของตนเองออกมา ในขณะที่อ่านเรื่องราว หรือในการคิดแก้ปัญหาซึ่งเป็นทักษะที่จะทำให้บุคคลทำงานอย่างมีแผน เพราะจะทำให้รู้ว่าการงานนั้นจะต้องประกอบด้วยสิ่งใดบ้าง ที่จะทำให้งานนั้นเกิดประสิทธิภาพ และทำให้สถานการณ์นั้นมีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น

2. ความสามารถในการกำกับตนเอง (Self-regulation) เป็นความสามารถในการกำกับตนเองในขณะที่กำลังคิดแก้ปัญหา รวมไปถึงการพิจารณาว่ามีความเข้าใจในสิ่งนั้นหรือไม่

การประเมินความพยายามในการทำงาน การวางแผนในขั้นตอนการทำงาน การทดสอบวิธีการที่ใช้ การตัดสินใจในการใช้เวลาและการใช้ความสามารถที่มีอยู่ และการเปลี่ยนไปใช้วิธีอื่นเพื่อให้แก้ปัญหาได้

ฟลาวเวลล์ (Flavell, 1985: 103-110) ได้แบ่งเมตาคอกนิชัน เป็น 2 องค์ประกอบ คือ

1. ความรู้ในเมตาคอกนิชัน (Metacognition Knowledge) เป็นส่วนของความรู้ทั้งหมดที่บุคคลสะสมไว้ในความจำระยะยาว เป็นการที่บุคคลรู้ว่าตนเองรู้อะไร และคิดอย่างไร คิดถึงเป้าหมายและการบรรลุเป้าหมายอย่างไร องค์ประกอบที่มีผลต่อกิจกรรมการคิด ประกอบด้วย 3 ตัวแปร คือ

1.1 ตัวแปรด้านบุคคล (Person Variables) หมายถึง ความรู้ที่บุคคลมีเกี่ยวกับลักษณะของบุคคลในด้านความสามารถทางปัญญา การเรียนรู้ หรือในการทำงาน รู้ถึงความถนัดและความสามารถของบุคคล รู้ว่าบุคคลมีลักษณะอย่างไรจึงจะทำงานเฉพาะอย่างได้ดี

1.2 ตัวแปรด้านงาน (Task Variables) หมายถึง ความรู้ที่บุคคลรู้เกี่ยวกับลักษณะของงานที่จะทำว่ามีความยากง่ายอย่างไร รู้ว่าสิ่งใดที่จะทำให้งานนั้นยาก สิ่งใดจะทำให้งานนั้นง่ายขึ้น รวมไปถึงปัญหาและอุปสรรคของงานนั้นที่อาจจะเกิดขึ้น

1.3 ตัวแปรด้านกลวิธี (Strategy Variables) หมายถึง ความรู้ที่บุคคลมีเกี่ยวกับกลวิธีที่เหมาะสมที่จะใช้ในการทำงานนั้น เป็นการรู้ว่ากลวิธีใดจะช่วยทำให้การทำงานนั้น บรรลุเป้าหมายอย่างมีประสิทธิภาพ ช่วยทำให้เกิดความก้าวหน้า

2. ประสบการณ์ในเมตาคอกนิชัน (Metacognition experience) เป็นประสบการณ์ทางการคิดที่บุคคลสามารถควบคุมได้ และประสบการณ์นี้มีความสำคัญต่อการกำกับตนเอง (Self-regulation) ในกิจกรรมทางการคิด เริ่มตั้งแต่การเข้าสู่สถานการณ์ในการคิดจนกระทั่งสามารถบรรลุเป้าหมายที่ต้องการโดยที่ประสบการณ์ในเมตาคอกนิชัน ประกอบด้วยกลวิธีย่อย 3 วิธี ดังนี้

2.1 การวางแผน (Planning) เป็นการรู้ว่าตนเองคิดว่า จะทำงานนั้นอย่างไร เริ่มตั้งแต่การกำหนดเป้าหมาย จนถึงการปฏิบัติงานจนบรรลุเป้าหมาย

2.2 การตรวจสอบ (Monitoring) เป็นการทบทวนความคิดเกี่ยวกับแผนที่วางไว้ว่าเป็นไปได้เพียงใด การคิดพิจารณาความเหมาะสม และความถูกต้องของวิธีการหรือขั้นตอนที่เลือกใช้

2.3 การประเมิน (Evaluating) เป็นการคิดเกี่ยวกับการประเมินการวางแผน ประเมินการกำกับตรวจสอบ และประเมินผลลัพธ์

ดิกคินสัน (Dickinson, 1987: 34) ได้แบ่งองค์ประกอบของเมตาคอกนิชัน ออกเป็น 4 องค์ประกอบ ดังนี้

1. ความรู้ในเมตาคอกนิชัน (Metacognition Knowledge) เป็นความรู้เกี่ยวกับสิ่งที่เรียน และการรู้จักตนเอง เช่น “ฉันรู้ว่าการเรียนไวยากรณ์เป็นเรื่องยากสำหรับฉัน”

2. ประสบการณ์ในเมตาคอกนิชัน (Metacognition Experience) เป็นการใช้ความคิดอย่างมีสติและรู้ตัว เช่น การรู้สึกและเข้าใจว่า ตนเองไม่เข้าใจ หรือเข้าใจสิ่งนั้นๆ

3. เป้าหมาย หรือ งาน (Goals or Task) เป็นการกำหนดจุดประสงค์ หรืองานที่จะทำ

4. การกระทำหรือยุทธวิธี (Action and Strategy) เป็นวิธีการที่บุคคลใช้เพื่อไปสู่ความสำเร็จตามเป้าหมาย เช่น การตรวจสอบความก้าวหน้าของการทำงาน หรือการตัดสินใจว่าจะพยายามเดาความหมายของศัพท์ และเมื่อเดาไม่ได้แล้วค่อยไปเปิดพจนานุกรม

วูล์ฟอล์ก (Woolfolk. 1990: 292-294) ได้สรุปองค์ประกอบของเมตาคอกนิชันไว้ว่าประกอบด้วย 2 องค์ประกอบ ดังนี้

1. การตระหนักรู้ (Awareness) เป็นการตระหนักรู้ในตัวเองว่าจะต้องใช้ทักษะกลวิธี และแหล่งข้อมูลอะไรบ้างที่จำเป็นต่อการทำงานให้มีประสิทธิภาพ และจะต้องทำอะไร ซึ่งจะเป็นเรื่องที่บุคคลรู้ในสิ่งที่ตนคิด และสอดคล้องกับสถานการณ์การเรียนรู้ แล้วแสดงออกในสิ่งที่เรียนรู้ และยังสามารถสะท้อนการคิดของตนเองมาถึงเรื่องราวที่อ่านหรือที่คิดแก้ปัญหา ทักษะเหล่านี้จะทำให้คนทำงานอย่างมีแผน และรู้ว่าควรจะต้องประกอบด้วยสิ่งใดบ้างจึงจะทำให้การทำงานเกิดประสิทธิภาพ

2. การกำกับตนเอง (Self regulation) ความสามารถนี้เป็นการรู้ว่าจะทำงานนั้นอย่างไร และเมื่อไร เพื่อให้งานเกิดความสำเร็จสมบูรณ์ เช่นการกำกับตนเองในขณะที่กำลังคิดแก้ปัญหา ก็จะมีการพิจารณาว่า มีความเข้าใจในสิ่งนั้นหรือไม่ มีการประเมินความพยายามในการทำงาน การวางแผน ตลอดจนขั้นตอนในการทำงาน ทดสอบวิธีการเปลี่ยนแปลงวิธีการไปใช้กลวิธีอื่น เพื่อให้สามารถแก้ปัญหาได้

เวลส์ (Wells. 2000: 6-13) กล่าวว่าเมตาคอกนิชันหมายถึง การที่บุคคลมีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับความคิดของตนเอง สามารถวางแผนและเลือกใช้วิธีการเพื่อแก้ปัญหา และในขณะที่ทำการแก้ปัญหาก็ต้องมีการตรวจสอบถึงขั้นตอนต่างๆ มีองค์ประกอบหลักอยู่ 3 ส่วนดังนี้

1. ความรู้ในเมตาคอกนิชัน ซึ่งแบ่งได้เป็น

1.1 ความรู้ในเมตาคอกนิชันที่สามารถแสดงออกมาได้อย่างชัดเจน (Explicit Metacognitive knowledge) คือ สิ่งที่เกี่ยวข้องกับจิตสำนึก และสามารถแสดงความคิดออกมาเป็นคำพูดได้

1.2 ความรู้ในเมตาคอกนิชันที่ไม่สามารถแสดงออกมาได้อย่างชัดเจน (Implicit Metacognitive knowledge) คือ สิ่งที่เกี่ยวข้องกับจิตสำนึก แต่ไม่สามารถแสดงออกมาเป็นคำพูดได้

2. ประสบการณ์ในเมตาคอกนิชันเป็นสิ่งที่สามารถเชื่อมโยงความสับสนทางอารมณ์ ด้วยวิธีที่หลากหลาย

3. กลวิธีควบคุมเมตาคอกนิชัน คือ คำตอบของบุคคลขณะที่มีการควบคุมกิจกรรมต่างๆ ของระบบทางปัญญา

วิทยากร เชียงกุล (2548: 148) กล่าวถึงองค์ประกอบเมตาคอกนิชัน มี 2 ส่วน

1. การรู้จักความคิดของตนเอง เป็นการเข้าใจเกี่ยวกับวิธีที่เราคิด การรู้จักจุดแข็งและจุดอ่อนในเรื่องทักษะ หัวข้อ กิจกรรมต่างๆ ของตัวเรา

2. การติดตามและควบคุมวิธีที่เราเรียนรู้ คือ ความสามารถที่จะรับงาน และตัดสินใจว่าจะทำวิธีไหนให้ดีที่สุด รู้จักใช้ยุทธศาสตร์และทักษะของเราอย่างมีประสิทธิภาพ

จากองค์ประกอบของเมตาคognitionชั้นที่กล่าวมาแล้วข้างต้น สรุปได้ว่า องค์ประกอบของเมตาคognitionชั้น มี 2 องค์ประกอบ ดังนี้

1. ความตระหนักในการรู้คิด (Metacognition Awareness) และ ความรู้ในการรู้คิด (Metacognition Knowledge) ซึ่งมีความหมายคล้ายกัน คือ ความตระหนักรู้ในตนเองว่าจะใช้ทักษะ กลวิธี และแหล่งข้อมูลอะไรบ้างที่จำเป็นต่อการทำงานอย่างมีประสิทธิภาพ และรู้ว่าจะทำอย่างไร ซึ่งเป็นการทำงานที่บุคคลรู้ถึงสิ่งที่ตนเองคิด และสอดคล้องกับสถานการณ์การเรียนรู้ เช่น การแก้ปัญหา นักเรียนสามารถแสดงออกในสิ่งที่รู้ออกมาโดยการอธิบายให้ผู้อื่นฟังได้ ซึ่งในการคิดแก้ปัญหาเป็นทักษะที่ทำให้คนทำงานอย่างมีแผน และรู้ว่าควรจะทำอะไรโดยสิ่งใดบ้างจึงจะทำให้การทำงานเกิดประสิทธิภาพยิ่งขึ้น

2. การกำกับตนเอง (Self regulation) และ ประสบการณ์ในการรู้คิด (Metacognition Experience) ซึ่งมีความหมายคล้ายกัน คือ ความสามารถในการกำกับควบคุมกระบวนการคิดของตนเอง ในขณะที่กำลังคิดแก้ปัญหา รวมไปถึงการพิจารณาว่ามีความเข้าใจในสิ่งนั้นหรือไม่ มีการประเมินความพยายามในการทำงาน การวางแผน ตรวจสอบทบทวนความคิดเกี่ยวกับแผนที่วางไว้ ว่ามีความถูกต้องเหมาะสมหรือไม่ รวมถึงการประเมินการวางแผน การกำกับตรวจสอบ และประเมินผลลัพธ์ ทดสอบวิธีการเปลี่ยนแปลงวิธีการไปใช้กลวิธีอื่นเพื่อให้สามารถแก้ปัญหาได้

1.3 การใช้กระบวนการคิดเชิงเมตาคognitionชั้นในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์

มีนักการศึกษาหลายท่านได้กล่าวถึงกระบวนการคิดเชิงเมตาคognitionชั้นในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ ที่แตกต่างกัน ดังนี้

กาโรฟาโล และเลสเตอร์ (Garofalo; & Lester. 1985: 163-176) ได้เสนอขั้นตอนของการใช้เมตาคognitionชั้นในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ ซึ่งประกอบด้วย 4 ขั้นตอน ดังนี้

1. การเริ่มต้นกำหนดวิธีการแก้ปัญหา (Orientation) หมายถึง พฤติกรรมที่มีกลวิธีในการวิเคราะห์ข้อมูลและทำความเข้าใจปัญหา ซึ่งประกอบด้วย

1.1 กลวิธีทำความเข้าใจ

1.2 วิเคราะห์ข่าวสารข้อมูลและเงื่อนไข

1.3 ประเมินความคุ้นเคยกับงาน

1.4 สร้างตัวแทนในการแก้ปัญหา

1.5 ประเมินความยากและโอกาสที่จะสำเร็จ

2. การเริ่มต้นกำหนดวิธีการแก้ปัญหา (Organization) หมายถึง การวางแผนกำหนดพฤติกรรม และการเลือกปฏิบัติ ซึ่งประกอบด้วย

2.1 ระบุเป้าหมายย่อยและเป้าหมายสุดท้าย

- 2.2 วางแผนรวม
 - 2.3 วางแผนย่อย
 - 3. การดำเนินการแก้ปัญหา (Execution) หรือการดำเนินการตามแผน ซึ่งประกอบด้วย
 - 3.1 ดำเนินการตามแผนย่อย
 - 3.2 กำกับและประเมินความก้าวหน้าของการดำเนินการตามแผนย่อยและแผนรวม
 - 3.3 กำกับตนเองในด้านความถูกต้องของงาน และการใช้เวลา
 - 4. การประเมินความถูกต้อง (Verification) หรือการประเมินการตัดสินใจและผลลัพธ์ของการปฏิบัติตามแผน ซึ่งประกอบด้วย
 - 4.1 ประเมินการนิยามปัญหา และประเมินการวางแผนแก้ปัญหา
 - 4.1.1 ความถูกต้องของตัวแทนปัญหา
 - 4.1.2 ความถูกต้องของแผนการแก้ปัญหา
 - 4.1.3 ความสอดคล้องของแผนและการดำเนินการ
 - 4.1.4 ความสอดคล้องของแผนรวมกับเป้าหมาย
 - 4.2 ประเมินผลการดำเนินการแก้ปัญหา
 - 4.2.1 ความถูกต้องของการดำเนินการ
 - 4.2.2 ความสอดคล้องของแผนและการดำเนินการ
 - 4.2.3 ความสอดคล้องของผลแต่ละขั้นกับแผนและเงื่อนไขของปัญหา
 - 4.2.4 ความสอดคล้องของผลขั้นสุดท้ายกับแผนและเงื่อนไขของปัญหา
- บีเยอร์ (Beyer. 1987: 192-196) ได้ศึกษาเมตาคognition ในการแก้ปัญหา และได้แบ่งกลวิธีเมตาคognition ในการแก้ปัญหาออกเป็น 3 กลวิธีย่อย ดังนี้
1. การวางแผนแก้ปัญหา (Planning) เป็นการทำความเข้าใจข้อมูลหรือเงื่อนไขในโจทย์ปัญหา พิจารณาหาความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลที่เกี่ยวข้องกำหนดให้กับสิ่งที่โจทย์ต้องการให้หาคำตอบกับประสบการณ์เดิมของผู้แก้ปัญหา มากำหนดว่าจะแก้โจทย์ปัญหาด้วยวิธีใดและอย่างไร ก่อนที่ทำการแก้โจทย์ปัญหาต่อไป ประกอบด้วย
 - 1.1 การกำหนดเป้าหมายในการแก้ปัญหา เป็นการพิจารณาโจทย์ว่าสิ่งที่โจทย์ให้หา สิ่งที่เกี่ยวข้องกำหนดมาให้ และเลือกข้อมูลที่เป็นในการแก้ปัญหา
 - 1.2 เลือกวิธีการหรือขั้นตอนที่ใช้ในการแก้ปัญหา เป็นการตัดสินใจเลือกวิธีการหรือขั้นตอนที่เหมาะสมที่สุด
 - 1.3 เรียงลำดับวิธีการหรือขั้นตอนที่ใช้ในการแก้ปัญหา เป็นการนำวิธีการหรือขั้นตอนที่เลือกมาลำดับเป็นขั้นตอนย่อย ๆ ทำให้สะดวกต่อการแก้ปัญหาและตรวจสอบข้อผิดพลาดที่อาจเกิดขึ้น

1.4 คาดเดาอุปสรรค ข้อผิดพลาดที่อาจเกิดขึ้นและวิธีการแก้ไขได้ เป็นการคาดการณ์ถึงสิ่งที่จะทำให้เกิดอุปสรรคและข้อผิดพลาดที่อาจเกิดขึ้นได้

1.5 คาดเดาวิธีการแก้ไขอุปสรรค ข้อผิดพลาดที่อาจเกิดขึ้น เป็นการคาดการณ์ถึงวิธีการที่จะทำให้สามารถกำจัดอุปสรรคและข้อผิดพลาดที่อาจเกิดขึ้นได้ในการแก้ปัญหา

1.6 ประเมินหรือทำนายผลลัพธ์ที่ต้องการ เป็นการคาดคะเนคำตอบที่ต้องการ โดยการวิเคราะห์ข้อมูล หรือเงื่อนไขที่โจทย์ปัญหากำหนดมาให้อย่างมีเหตุผล เพื่อนำไปใช้ประโยชน์ในการตรวจสอบคำตอบ

2. กำกับการแก้ปัญหา (Monitoring) เป็นการควบคุมและตรวจสอบวิธีการหรือขั้นตอนที่ใช้ในการแก้ปัญหาไปพร้อมกับการแก้ปัญหา ประกอบด้วย

2.1 กำกับเป้าหมายการแก้โจทย์ปัญหา เป็นการกำกับสิ่งที่โจทย์ต้องการขณะทำการแก้ปัญหา

2.2 กำกับวิธีและขั้นตอนการแก้ปัญหา เป็นการกำกับให้ปฏิบัติตามวิธีการและขั้นตอนที่เลือกไว้ในขณะทำการแก้ปัญหา โดยการกำกับถึงสิ่งต่อไปนี้

2.2.1 รู้ว่าแก้ปัญหาในเป้าหมายย่อยได้สำเร็จ

2.2.2 ตัดสินใจไปสู่วิธีการหรือขั้นตอนต่อไป

2.2.3 เลือกวิธีการหรือขั้นตอนต่อไปอย่างเหมาะสม

2.2.4 รู้ข้อผิดพลาดและอุปสรรคที่เกิดขึ้น

2.2.5 รู้วิธีการแก้ไขข้อผิดพลาดและอุปสรรคที่เกิดขึ้น

3. ประเมินการแก้ปัญหา (Assessing) เป็นการมองย้อนกลับไปขั้นตอนต่างๆ ในการแก้ปัญหาเพื่อพิจารณารายละเอียดในแต่ละขั้นตอนว่ามีความถูกต้องสมบูรณ์เพียงใด ประกอบด้วย

3.1 ประเมินความสำเร็จตามเป้าหมาย เป็นการตรวจสอบว่าหลังจากที่ได้แก้ปัญหาแล้ว ผู้แก้ปัญหามีบรรลุเป้าหมายของการแก้ปัญหานั้นๆ ตามที่ได้ตั้งไว้หรือไม่

3.2 พิจารณาความถูกต้องของผลลัพธ์ เป็นการตรวจสอบคำตอบที่จากการแก้ปัญหว่าถูกต้องหรือไม่ ด้วยวิธีการใดหรือขั้นตอนใด เพื่อทำให้เกิดความมั่นใจว่าคำตอบที่ได้นั้นถูกต้อง

3.3 ประเมินความถูกต้องของวิธีการหรือขั้นตอนที่ใช้ เป็นการมองย้อนกลับไปวิธีการหรือขั้นตอนที่ใช้ในการแก้ปัญหว่ามีความถูกต้องสมบูรณ์เพียงใด เพื่อจะช่วยให้พบข้อบกพร่องที่อาจเกิดขึ้นในขณะแก้ปัญหาแล้วนำไปปรับปรุงแก้ไขให้ดีขึ้นต่อไป

3.4 ประเมินการแก้ไขอุปสรรคและข้อผิดพลาด เป็นการอภิปรายถึงปัญหาและอุปสรรคที่พบในขณะแก้ปัญหาแล้ววิเคราะห์หาสาเหตุและแนวทางในการปรับปรุง

3.5 พิจารณาประสิทธิภาพและความสำเร็จ เป็นการพิจารณาถึงวิธีการ หรือขั้นตอนที่ใช้ในการแก้ปัญหา ที่ทำให้การแก้ปัญหามีความถูกต้องแน่นอนประสบความสำเร็จได้ดีเพียงใด

เดวิดสัน และสเตอร์นเบิร์ก (Davidson; & Sternberg. 1994: 207-226) ได้เสนอขั้นตอนของการใช้เมตาคอกนิชันในการแก้ปัญหา ประกอบด้วย 4 ขั้นตอน ดังนี้

1. การระบุและนิยามปัญหา (Identifying and defining the problem) ในการแก้ปัญหาขั้นต้นบุคคลต้องระบุสิ่งที่โจทย์กำหนดให้และเป้าหมายในการแก้ปัญหา ขั้นแรกคือการลงรหัสส่วนประกอบที่สำคัญของสถานการณ์ปัญหา คือการเก็บลักษณะสำคัญของปัญหาลงไว้ในความจำระยะสั้นและการเรียกข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับลักษณะดังกล่าวจากความจำระยะยาวขึ้นมา ผู้แก้ปัญหาต้องระบุให้ได้ว่าสิ่งใดรู้แล้ว สิ่งใดยังไม่รู้ และโจทย์ถามอะไร

2. การสร้างตัวแทนปัญหา (Representing the problem) เมื่อระบุปัญหาได้แล้วต้องสร้างแผนภาพที่ความคิด (Mental map) โดยเชื่อมความสัมพันธ์ของส่วนประกอบเหล่านั้น และเป้าหมายที่พบจากการนำเสนอมา ข้อมูลจะถูกเพิ่มเข้ามาหรือจัดออกไป แล้วถูกตีความจากสถานการณ์เดิมแล้วจึงเก็บไว้ในความจำ กระบวนการสร้างตัวแทนปัญหานี้ จะทำให้บุคคลมีความเข้าใจปัญหา และมองเห็นวิธีแก้ปัญหาอย่างชัดเจน

3. การวางแผนดำเนินการแก้ปัญหา (Planning how to proceed) เป็นการแบ่งปัญหาออกเป็นส่วนย่อยๆ แล้วค่อยๆ ดำเนินการแก้ปัญหาเป็นลำดับไป ในการวางแผนจำเป็นต้องมีการเลือกกระบวนการพื้นฐานในทางกลวิธีเพื่อใช้ในการแก้ปัญหา

4. การประเมินผลการแก้ปัญหา (Evaluating the problem) ในขณะที่บุคคลกำลังแก้ปัญหา เขาต้องใส่ใจกับสิ่งที่ทำไปแล้ว สิ่งที่กำลังทำ และสิ่งที่ควรจะทำต่อไป รวมถึงการที่บุคคลควบคุมตัวแทนภายในของปัญหาที่ตนสร้างขึ้นมาในตอนแรกได้ และยังคงสร้างต่อไปเพื่อทำความเข้าใจและแก้ปัญหาหนึ่งๆ หากกลวิธีที่ใช้อยู่ไม่เกิดผลที่ต้องการ อาจตัดสินใจเปลี่ยนกลวิธีได้

ยิมเมอร์ (Yimer. 2004: 55-56) ได้เสนอกรอบแนวคิดเกี่ยวกับกระบวนการคิดเชิงเมตาคอกนิชันในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ ประกอบด้วย 5 ขั้นตอน ดังนี้

1. การเข้าสู่ปัญหา (The engagement phase) เป็นขั้นเผชิญปัญหาและสร้างความเข้าใจเกี่ยวกับปัญหา ประกอบด้วย

1.1 สร้างความเข้าใจเกี่ยวกับปัญหาโดยการอ่าน กำหนดแนวคิดหรือวาดรูป

1.2 วิเคราะห์ข้อมูลโดยการอ่านซ้ำเพื่อพิจารณาลักษณะของปัญหา และเชื่อมโยงปัญหากับหลักการทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้อง

1.3 พิจารณาความเกี่ยวข้องของปัญหา ประเมินระดับความยาก-ง่าย คาดคะเนความสำเร็จ และประเมินความรู้และประสบการณ์เดิมที่มีในการจัดการกับปัญหา

2. กำหนดโครงสร้างในการแก้ปัญหา (The transformation-formation phase) ขั้นวางแผนการแก้ปัญหา โดยวิเคราะห์และกำหนดกรอบในการแก้ปัญหา ประกอบด้วย

2.1 สืบหาข้อมูลโดยการนึกถึงปัญหาที่เป็นกรณีเฉพาะ

2.2 คาดคะเนบนพื้นฐานของการวิเคราะห์เกี่ยวกับเงื่อนไขที่กำหนดในปัญหา

2.3 สะท้อนผลการสำรวจและคาดคะเนความเป็นไปได้

2.4 วางแผนหรือหายุทธวิธีแก้ปัญหา

2.5 พิจารณาความสอดคล้องระหว่างแผนการแก้ปัญหา กับสถานการณ์ปัญหาที่กำหนด

3. ดำเนินการแก้ปัญหา (The implementation phase) เป็นขั้นดำเนินการตามแผนประกอบด้วย

3.1 สํารวจเงื่อนไขหลักของแผนเพื่อกำหนดแผนย่อย ตลอดจนพิจารณาข้อมูลที่เกี่ยวข้อง

3.2 พิจารณาความสอดคล้องของแผนกับเงื่อนไขของปัญหา

3.3 ดำเนินการตามแผน

3.4 สะท้อนความเหมาะสมของการปฏิบัติตามแผน และความสอดคล้องกับแผนย่อย ขั้นนี้ทำให้เกิดการตัดสินใจเกี่ยวกับการปรับปรุงหรือยกเลิกแผน

4. ประเมินผล (The evaluation phase) เป็นขั้นประเมินกระบวนการแก้ปัญหา และตัดสินใจเกี่ยวกับการดำเนินการตามแผน ประกอบด้วย

4.1 ประเมินว่าคำตอบที่ได้นั้นตอบคำถามของปัญหาหรือไม่

4.2 ตรวจสอบความสอดคล้องของแผนกับเงื่อนไขของปัญหา และตรวจสอบข้อผิดพลาดที่เกิดขึ้นในการคำนวณ

4.3 ประเมินความสมเหตุสมผลของคำตอบที่ได้

4.4 ตัดสินใจยอมรับหรือปฏิเสธคำตอบของปัญหา

5. สะท้อนผล (The internalization phase) เป็นขั้นที่เกี่ยวข้องกับเจตคติของนักเรียนเกี่ยวกับปัญหา ประกอบด้วย

5.1 สะท้อนกระบวนการแก้ปัญหา

5.2 พิจารณาประเด็นสำคัญในกระบวนการแก้ปัญหา

5.3 ประเมินผลการแก้ปัญหาเพื่อปรับใช้กับสถานการณ์อื่น พิจารณาหาแนวทางการแก้ปัญหาที่หลากหลาย

5.4 สะท้อนถึงความเชื่อมั่นและความพึงพอใจในกระบวนการแก้ปัญหาและคำตอบของปัญหา

ทองหล่อ วงษ์อินทร์ (2537: 43-45) ได้กล่าวถึงเมตาคอกนิชันในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ โดยได้สรุปลำดับขั้นตอนและพฤติกรรมของกระบวนการในการคิดแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ ซึ่งมีรายละเอียด ดังนี้

1. การทำความเข้าใจปัญหา ประกอบด้วยพฤติกรรมการทบทวนโจทย์ปัญหาการรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับปัญหา การระบุว่าโจทย์ถามอะไร และให้ข้อมูลใดมาบ้าง การบอกคำหรือข้อความที่สำคัญในโจทย์ การให้นิยามคำและข้อความสำคัญ การระบุข้อมูลที่เกี่ยวข้องและไม่เกี่ยวข้องกับปัญหา การระบุสิ่งที่ยากแก่การเข้าใจ การระลึกว่า เคยพบปัญหาประเภทนี้มาก่อนหรือไม่

2. การสร้างตัวแทนปัญหา ประกอบด้วยพฤติกรรมการสร้างตัวแทนความคิดในรูปแบบต่างๆ การเลือกใช้ตัวแทนทางคณิตศาสตร์ การใช้สัญลักษณ์ การวาดรูป เขียนตาราง การเขียนแผนภูมิ การเขียนโครงสร้าง และการจัดระบบข้อมูลใหม่

3. การวางแผนในการแก้ปัญหา ประกอบด้วยพฤติกรรมการระลึกถึงรูปแบบหรือการสร้างรูปแบบการแก้ปัญหา การหาความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลที่มีอยู่กับสิ่งที่ต้องการหา การใช้ตัวแทนภายนอก การแบ่งขั้นตอนของปัญหา หรือการจัดลำดับขั้นตอน การเลือกแนวทางในการแก้ปัญหา การเลือกทฤษฎี สูตร หลักการที่จะนำมาใช้ในการแก้ปัญหา การตั้งสมมติฐาน การคาดคะเนคำตอบ

4. การดำเนินการแก้ปัญหา ประกอบด้วยพฤติกรรมการปฏิบัติตามขั้นตอนที่กำหนดไว้ การใช้ทักษะในการดำเนินงาน การใช้ทักษะพื้นฐานในการคิดคำนวณ (บวก ลบ คูณ หาร) การใช้ทักษะทางพีชคณิตและเรขาคณิต การบอกเหตุผลในการดำเนินการ การบอกเหตุผลในการทดสอบขั้นตอนว่าถูกต้องหรือไม่

5. การตรวจสอบการแก้ปัญหา ประกอบด้วยพฤติกรรมการทบทวนขั้นตอนในการแก้ปัญหา การทบทวนการดำเนินการตามขั้นตอน การทบทวนคำตอบโดยตรวจสอบกับโจทย์ การตรวจทานคำตอบว่าตรงกับสิ่งที่ต้องการหรือไม่ การตรวจทานความถูกต้องของคำตอบ และการตรวจสอบวิธีการแก้ปัญหากับวิธีการอื่นๆ

ทิตานา แชมมณี และคณะ (2544: 120-121) กล่าวถึงการใช้เมตาคอกนิชันในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ จะช่วยให้ผู้เรียนได้เรียนรู้กระบวนการคิดอย่างเป็นขั้นตอน โดยเชื่อมโยงความรู้ใหม่กับความรู้เดิมที่มีอยู่ แล้วเลือกยุทธวิธีในการคิด วางแผน กำกับหรือตรวจสอบ และประเมินกระบวนการคิด ซึ่งมีรายละเอียด ดังนี้

1. ฝึกการวางแผน ประกอบด้วย

1.1 ฝึกการวิเคราะห์โจทย์ปัญหา โดยให้บอกสิ่งที่โจทย์กำหนด ข้อมูลที่เกี่ยวข้อง และเป้าหมายของการแก้ปัญหานั้น

1.2 ฝึกการเลือกใช้ยุทธวิธีในการแก้ปัญหา ซึ่งมีหลากหลายวิธีโดยให้ผู้เรียนตัดสินใจเลือกยุทธวิธีที่เหมาะสมที่จะใช้แก้ปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งยุทธวิธีต่างๆ ได้แก่ การเดาและตรวจสอบ การวาดภาพ การสร้างตาราง การสร้างรายการ การเขียนแผนภาพ การให้เหตุผล การค้นหาแบบแผนการแก้ปัญหที่ง่ายขึ้นกว่าเดิม และทำย้อนกลับ

1.3 เรียงลำดับขั้นตอนตามยุทธวิธีที่เลือกไว้

1.4 ประมาณคำตอบที่คาดว่าจะได้ โดยวิเคราะห์เงื่อนไขที่โจทย์กำหนดให้อย่างมีเหตุผล

2. ฝึกการกำกับควบคุมและตรวจสอบความคิดของตนเอง ดังนี้

2.1 กำหนดเป้าหมายไว้ในใจ เป็นการตรวจสอบว่าหลักการดำเนินการตามขั้นตอนแล้ว สามารถบรรลุเป้าหมายหรือไม่

2.2 กำกับวิธีการต่างๆ ให้เป็นไปตามขั้นตอน

3. ฝึกประเมินกระบวนการคิด ดังนี้

3.1 ประเมินความสำเร็จตามเป้าหมาย เป็นการตรวจสอบว่าหลักการดำเนินการตามขั้นตอนแล้ว สามารถบรรลุเป้าหมายหรือไม่

3.2 ตรวจสอบคำตอบ

3.3 ตรวจสอบขั้นตอนในการปฏิบัติ ว่ามีความถูกต้องสมบูรณ์เพียงใด ช่วยให้พบข้อบกพร่องที่อาจเกิดขึ้น แล้วนำไปปรับปรุงแก้ไข

จากการใช้กระบวนการคิดเชิงเมตาคอกนิชันในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ที่กล่าวมาแล้วข้างต้น สรุปได้ว่า ขั้นตอนของการใช้เมตาคอกนิชันในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ มี 5 ขั้นตอน ดังนี้

1. ทำความเข้าใจปัญหา หมายถึง ขั้นสร้างความเข้าใจเกี่ยวกับปัญหาโดยการอ่าน ซึ่งนักเรียนจะต้องระบุให้ได้ว่า สิ่ง โจทย์ให้หา สิ่ง โจทย์กำหนดมาให้ คืออะไร และเลือกข้อมูลที่เป็นจำเป็นในการแก้ปัญหาได้ โดยนักเรียนจะต้องทราบว่าสิ่งใดรู้แล้ว สิ่งใดยังไม่รู้ และโจทย์ถามอะไร โดยจะมีการประเมินความรู้จากประสบการณ์เดิมที่มีในการจัดการกับปัญหาด้วย รวมถึงประเมินความความยาก-ง่าย การคาดคะเนความสำเร็จในการแก้ปัญหา และการคาดเดาส่งที่จะทำให้เกิดอุปสรรคข้อผิดพลาดที่อาจเกิดขึ้นได้
2. การสร้างตัวแทนปัญหา หมายถึง ขั้นสร้างตัวแทนความคิดในรูปแบบต่างๆ เช่น การใช้สัญลักษณ์ การวาดรูป เขียนตาราง หรือการจัดระบบข้อมูลใหม่ เป็นต้น
3. วางแผนในการแก้ปัญหา หมายถึง การพิจารณาหาความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลที่โจทย์กำหนดให้กับสิ่งที่โจทย์ต้องการให้หา โดยผู้เรียนจะต้องตัดสินใจในการเลือกวิธีการหรือขั้นตอนที่ใช้ในการแก้ปัญหาที่เหมาะสมที่สุด และมีการคาดคะเนคำตอบที่คาดว่าจะได้ โดยวิเคราะห์จากเงื่อนไขที่โจทย์กำหนดให้อย่างมีเหตุผล
4. ดำเนินการแก้ปัญหา หมายถึง ลงมือปฏิบัติตามแผนที่วางไว้ เพื่อให้ได้คำตอบของปัญหา สามารถบอกเหตุผลในการดำเนินการ และทดสอบขั้นตอนว่าถูกต้องหรือไม่ ซึ่งจะเป็นการกำกับให้ปฏิบัติตามวิธีการและขั้นตอนที่เลือกไว้ในขณะทำการแก้ปัญหา เพื่อเป็นการฝึกกำกับตนเองในการตรวจสอบความถูกต้องของการแก้ปัญหา ซึ่งผู้แก้ปัญหาก็จะต้องรู้ว่า มีข้อผิดพลาดและอุปสรรคใดเกิดขึ้น และรู้ว่าจะมีวิธีการแก้ไขข้อผิดพลาดและอุปสรรคที่เกิดขึ้นอย่างไร
5. ประเมินผลการแก้ปัญหา หมายถึง เป็นขั้นมองย้อนกลับไปทีขั้นตอนต่างๆ ในการแก้ปัญหาเพื่อพิจารณารายละเอียดในแต่ละขั้นตอนว่ามีความถูกต้องสมบูรณ์เพียงใด มีการประเมินว่าคำตอบที่ได้นั้นตอบคำถามของปัญหาหรือไม่ เพื่อช่วยให้พบข้อบกพร่องที่อาจเกิดขึ้นแล้วนำไปปรับปรุงแก้ไข รวมถึงการสะท้อนกระบวนการแก้ปัญหา โดยการประเมินผลการแก้ปัญหาเพื่อปรับใช้กับสถานการณ์อื่น และสะท้อนความเชื่อมั่นและความพึงพอใจในกระบวนการแก้ปัญหาและคำตอบของปัญหา

1.4 มิติการคิด

มีนักการศึกษาหลายท่านได้กล่าวถึงมิติการคิดไว้หลายด้าน ซึ่งมีรายละเอียด ดังนี้ สมาคมการนิเทศและพัฒนาหลักสูตรของอเมริกา ซึ่งรู้จักกันในนามของ ASCD (Association for Supervision and Curriculum Development) ได้สร้างกรอบแนวความคิดในเรื่องของการคิดโดยได้เสนอมิติการคิดไว้ 5 ด้าน (ทิสนา แชมมณี; และคณะ. 2544: 75-77) ดังนี้

1. มิติด้านการควบคุมการรู้คิดของตนเอง (Metacognition) เป็นด้านที่เกี่ยวกับการรับรู้และควบคุมกระบวนการคิดและการเรียนรู้ของตนเอง เช่น ความเชื่อเกี่ยวกับตนเองมีผลต่อความตั้งใจและแรงจูงใจในการทำงาน เป็นต้น การควบคุมการรู้คิดของตนเอง หมายถึงการรู้ตัวถึงความคิดของตนเองในการกระทำอะไรบางอย่างโดยหนึ่ง และใช้ความรู้นั้นในการควบคุมการกระทำที่ตนเองกำลังกระทำอยู่ การคิดในลักษณะนี้ บางที่เรียกว่า “การคิดอย่างมียุทธศาสตร์” หรือ “Strategic Thinking” เช่น บุคคลรับรู้ว่าคุณเองมีปัญหาในการเรียนวิชา ก. มากกว่าวิชา ข. ก็วางแผนที่จะใช้เวลาในการศึกษาบทวนวิชา ก. มากกว่าวิชา ข. เป็นต้น การควบคุมการรู้คิดของตนเองนี้ จะมีเป้าหมายที่ชัดเจน และมีการควบคุมดูแลกำกับตนเองให้ไปสู่เป้าหมายนั้นด้วยตนเอง ซึ่งจะต้องประกอบไปด้วยคุณสมบัติ 3 ประการ ดังนี้

1.1 ความมุ่งมั่นในการกระทำ (Commitment) การกระทำใดหากขาดความมุ่งมั่นที่จะทำให้ได้ตามเป้าหมายแล้ว ก็ยากที่จะประสบความสำเร็จ ความมุ่งมั่นจะช่วยให้บุคคลเกิดความพยายามที่จะทำและกระทำอย่างจริงจัง ความมุ่งมั่นนี้ไม่ใช่เป็นเพียงความรู้สึกว่าอยากหรือไม่อยากจะทำ ชอบหรือไม่ชอบที่จะทำ แต่ต้องเป็นความรู้สึกที่เกิดขึ้นจากการตัดสินใจอย่างจริงใจที่จะใช้ความพยายามในการทำสิ่งนั้นๆ เพื่อให้ได้ตามเป้าหมายหรือจุดมุ่งหมายที่ต้องการ

1.2 เจตคติในการกระทำ (Attitude) เจตคติอาจเกิดจากอารมณ์ (Emotion) และอารมณ์อาจเกิดจากพฤติกรรม (Behavior) ต่างๆ หรืออาจกล่าวอีกนัยหนึ่งว่า พฤติกรรมหรือการกระทำอาจเป็นเหตุให้เกิดอารมณ์หรือความรู้สึก และความรู้สึกนั้นมีผลต่อพฤติกรรมหรือการกระทำได้ ดังนั้นการรับรู้เจตคติของตนและการรู้จักควบคุมเจตคติของตนเองที่อาจส่งผลต่อการกระทำของตนได้ เช่น หากนักเรียนไม่ชอบการเรียนคณิตศาสตร์ ถ้าพยายามสร้างเจตคติต่อการเรียนใหม่ โดยครูอาจใช้เทคนิคให้ผู้เรียนสร้างความคิดว่าเรื่องนี้เป็นเรื่องไม่ยากและน่าสนใจมาก และเป็นเรื่องที่ต้องนำไปสอนหรือจูงใจให้ผู้อื่นคล้อยตาม การควบคุมกำกับเจตคติของตนเองเช่นนี้อาจทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมการเรียนได้

1.3 ความตั้งใจในการกระทำ (Attention) ความตั้งใจจะต้องเกิดขึ้นอย่างจงใจอย่างตั้งใจให้เกิดขึ้น ไม่ใช่เป็นความตั้งใจที่เกิดขึ้นอย่างอัตโนมัติ เช่น นักเรียนเกิดความตั้งใจในการเรียน เพราะบังเอิญเรื่องที่ครูพูดเป็นเรื่องที่นักเรียนชอบและสนใจ หรือเพราะครูคาดโทษไว้ว่า ถ้าไม่ตั้งใจจะตัดคะแนน ความตั้งใจในที่นี้เป็นความตั้งใจอย่างจงใจ เพราะเกิดการรู้คิดมาก่อน เช่น นักเรียนรู้ว่าเรื่องที่จะเรียนต่อไปนี้เป็นเรื่องที่ยากแก่การเข้าใจ หากไม่ตั้งใจฟังอย่างมีสติและคิดตามอย่างจดจ่อจะทำให้ไม่เข้าใจได้

การควบคุมกระบวนการรู้คิดของตนเองนี้ เป็นมิติหนึ่งของการคิดที่บุคคลสามารถนำไปใช้ในการเรียนรู้และแสวงหาความรู้ต่างๆ ซึ่งสามารถจำแนกได้ 3 ประเภทใหญ่ๆ ได้แก่ ความรู้ข้อเท็จจริง (Declarative or Fact) ความรู้ประเภทวิธี (Procedural) และความรู้ประเภทเหตุผล และสถานการณ์เงื่อนไขต่างๆ (Conditional or Contextual) หรืออาจกล่าวสั้นๆ ว่าเป็นความรู้ประเภท “know what, know how, know why” ตัวอย่างเช่น ถ้านักเรียนจะเขียนเรียงความบทหนึ่งโดยมีการควบคุมกระบวนการรู้คิดของตน นักเรียนจะต้องมีความมุ่งมั่นในการเขียนว่า จะต้องทำให้ดี ให้สำเร็จ ให้ได้คะแนนมากกว่าที่เคยทำ และอาจสร้างเจตคติว่า การเขียนเรียงความเป็นกิจกรรมที่ทำหายความสามารถและเป็นเครื่องมือที่จะแสดงความสามารถของตนให้ประจักษ์แก่ผู้อื่น ดังนั้น นักเรียนจึงลงมือเขียนอย่างตั้งใจด้วยสมาธิ โดยนักเรียนอาจคิดว่าจะเขียนอะไร จะเขียนอย่างไรและจะแสดงเหตุผลอะไร กระบวนการคิดดังกล่าวเป็นกระบวนการที่ครอบคลุม การวางแผน การควบคุมกำกับการทำงานของตนเอง (Monitoring and controlling of behavior) การตรวจสอบความก้าวหน้า (Regulating) และการประเมินผล (Evaluating)

2. มิติด้านการคิดอย่างมีวิจารณ์ฐานและการคิดอย่างสร้างสรรค์ (Critical and Creative Thinking) เป็นด้านที่แสดงถึงลักษณะของการคิดซึ่งมักเกิดขึ้นเสมอในการคิด ไม่ว่าจะใช้กระบวนการหรือทักษะอะไร

3. มิติด้านกระบวนการคิด (Thinking Process) ได้แก่ กระบวนการสร้างความคิดรวบยอด กระบวนการสร้างหลักการ และกระบวนการสร้างความเข้าใจ ซึ่งกระบวนการทั้งสามนี้จำเป็นต่อการตัดสินใจการแก้ปัญหาและการวิจัย

4. มิติด้านทักษะการคิด (Core Thinking Skills) ประกอบด้วยทักษะย่อยๆ ที่นำไปใช้ในกระบวนการคิดต่างๆ เช่น ทักษะการเปรียบเทียบและจัดหมวดหมู่ข้อมูล ทักษะการตีความหมายข้อมูล เป็นทักษะที่จำเป็นซึ่งต้องนำไปใช้ในกระบวนการตัดสินใจ และแก้ปัญหาต่างๆ

5. มิติด้านความสัมพันธ์ระหว่างความรู้ในเนื้อหาวิชาและการคิด (The Relationship of Content Area Knowledge to Thinking) มิติดีนี้มีความสำคัญมาก เนื่องจากการคิดเป็นกระบวนการซึ่งยากที่จะแยกออกจากเรื่องที่เกิด เวลาที่มีการคิดเกิดขึ้นก็จะต้องมีการคิดอะไรเกิดขึ้นด้วย เราไม่สามารถที่จะคิดโดยไม่มีเรื่องที่คิดได้ ดังนั้น การคิดจึงมีความสัมพันธ์กับความรู้ในเรื่องที่คิดเสมอ ตัวอย่างเช่น ความสามารถในการจัดหมวดหมู่ของข้อมูลเรื่องใดเรื่องหนึ่ง มักขึ้นอยู่กับความรู้ในเรื่องนั้นๆ มากกว่าขึ้นอยู่กับความรู้เกี่ยวกับการจัดหมวดหมู่ของข้อมูล ความรู้ในสาระหรือเรื่องที่คิดนับว่ามีความเกี่ยวข้องกับความคิดในลักษณะที่ซับซ้อนและลึกซึ้งมาก

ดาวคลี ศิริวาลัย (2543: 25) ได้กล่าวถึงรายละเอียดของมิติการคิดไว้ดังนี้

1. มิติด้านข้อมูลหรือเนื้อหาที่ใช้ในการคิด บุคคลไม่สามารถคิดโดยไม่มีเนื้อหาของความคิดได้ เพราะการคิดเป็นกระบวนการ ในการคิดจึงต้องมีการคิดอะไร ควบคู่ไปกับการคิดอย่างไร ซึ่งข้อมูลที่ใช้คิดนั้น มี 3 ด้าน คือ ข้อมูลเกี่ยวกับตนเอง ข้อมูลเกี่ยวกับสังคม และสิ่งแวดล้อม ข้อมูลวิชาการ

2. มิติด้านคุณสมบัติที่เอื้ออำนวยต่อการคิด คุณสมบัติที่เอื้ออำนวยต่อการคิด ได้แก่ ความเป็นผู้มีใจกว้างเป็นธรรมชาติ ใฝ่รู้ กระตือรือร้น ช่างวิเคราะห์ ผสมผสาน ขยัน ต่อสู้ กล้าเสี่ยง อดทนมีความมั่นใจในตนเอง และน่ารักน่าคบ ซึ่งคุณสมบัติเหล่านี้มีผลต่อการคิด และคุณภาพของการคิด

3. มิติด้านทักษะการคิด ในการคิดบุคคลจำเป็นต้องมีทักษะพื้นฐานหลายประการ เช่น ความสามารถในการจำแนกความเหมือนและความต่างของสิ่งสองสิ่งหรือมากกว่า และความสามารถในการจัดกลุ่มของที่มีลักษณะเหมือนกัน ความสามารถในการสังเกต การรวบรวมข้อมูล การตั้งสมมติฐาน ทักษะการคิดจึงเป็นพื้นฐานที่สำคัญในการคิด ดังนั้นการคิดจะต้องมีทักษะพื้นฐานหลายๆ ทักษะผสมผสานกัน การจัดทักษะการคิด มี 2 ระดับ ได้แก่

3.1 ทักษะการคิดพื้นฐานที่สำคัญ ได้แก่

3.1.1 ทักษะการสื่อสาร ซึ่งประกอบด้วย ทักษะการฟัง ทักษะการจำ ทักษะการอ่าน ทักษะการรับรู้ ทักษะการเก็บความรู้ ทักษะการใช้ความรู้ ทักษะการอธิบาย ทักษะการทำความเข้าใจ ทักษะการบรรยาย ทักษะการเขียน ทักษะการแสดงออก

3.1.2 ทักษะแกน หรือทักษะพื้นฐานทั่วไป ได้แก่ ทักษะการสังเกต ทักษะการสำรวจ ทักษะการตั้งคำถาม ทักษะการรวบรวมข้อมูล ทักษะการจัดหมวดหมู่ ทักษะการตีความ ทักษะการเชื่อมโยง ทักษะการใช้เหตุผล ทักษะการระบุ ทักษะการจำแนกความแตกต่าง ทักษะการจัดลำดับ ทักษะการเปรียบเทียบ ทักษะการอ้างอิง ทักษะการแปลความ ทักษะการขยายความ ทักษะการสรุปความ

3.2 ทักษะการคิดขั้นสูง ที่สำคัญมีดังนี้ ทักษะการนิยาม ทักษะการผสมผสาน ทักษะการสร้าง ทักษะการปรับโครงสร้าง ทักษะการหาความเชื่อพื้นฐาน ทักษะการวิเคราะห์ ทักษะการจัดระบบ ทักษะการจัดโครงสร้าง ทักษะการหาแบบแผน ทักษะการทำนาย

4. มิติด้านลักษณะการคิด ลักษณะการคิด ที่ใช้ในการพัฒนาเด็ก ได้แก่ การคิดคล่อง การคิดหลากหลาย การคิดละเอียด การคิดชัดเจน การคิดอย่างมีเหตุผล การคิดกว้าง การคิดไกล การคิดลึกซึ้ง การคิดแหวกแนว

5. มิติด้านกระบวนการคิด กระบวนการคิดเป็นการคิดที่ประกอบไปด้วยลำดับขั้นตอนในการคิดที่จำเป็นต้องอาศัยทักษะการคิดทั้งขั้นพื้นฐาน และขั้นสูงตามความเหมาะสม

6. มิติด้านการประเมินและควบคุมการคิดของตนเอง ควบคุมการรู้จักของตนเอง หมายถึง การรู้ตัวถึงความคิดของตนในการกระทำอย่างใดอย่างหนึ่ง บุคคลที่มีการตระหนักรู้ถึงความคิดของตนเอง และใช้ความรู้นั้นในการควบคุมหรือปรับการกระทำของตนถือว่า มีการคิดอย่างมียุทธศาสตร์

สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ (ทศนา แคมมณี; และคณะ 2544: 105-110; อ้างอิงจาก สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ) ได้แบ่งมิติของการคิดไว้ 6 ด้าน ดังนี้

1. มิติด้านข้อมูลหรือเนื้อหาที่ใช้ในการคิด ในการคิดบุคคลไม่สามารถคิดโดยไม่มีเนื้อหาคิดได้ เพราะการคิดเป็นกระบวนการในการคิดจึงต้องมีอะไรคิด ควบคุมไปกับการคิดอย่างไร ข้อมูลในการคิดนั้นมีจำนวนมากเกินกว่าที่จะกำหนด หรือบอกได้ข้อมูลที่มนุษย์ใช้ในการพิจารณาแก้ปัญหา สามารถจัดกลุ่มได้ 3 ด้าน คือ

- 1.1 ข้อมูลเกี่ยวกับตนเอง
- 1.2 ข้อมูลเกี่ยวกับสังคมและสิ่งแวดล้อม
- 1.3 ข้อมูลวิชาการ

ในการพิจารณาหาทางแก้ปัญหา บุคคลจะต้องพิจารณาข้อมูลทั้ง 3 ส่วนนี้ควบคู่กันไปอย่างผสมกลมกลืน จนกระทั่งพบทางเลือกในการแก้ปัญหาอย่างเหมาะสม

2. มิติด้านคุณสมบัติที่เอื้ออำนวยต่อการคิด ในการพิจารณาเรื่องใดๆ โดยอาศัยข้อมูลต่างๆ คุณสมบัติส่วนตัวบางประการมีผลต่อการคิดและคุณภาพของการคิด ตัวอย่างเช่น คนที่มีใจกว้างย่อมยินดีที่จะรับฟังข้อมูลจากหลายฝ่ายจนอาจจะได้ข้อมูลมากกว่าคนที่ไม่รับฟังซึ่งข้อมูลเหล่านี้จะมีผลต่อการคิด ช่วยให้การคิดพิจารณาเรื่องต่างๆ มีความรอบคอบขึ้น หรือผู้ที่ช่างสงสัยอยากรู้ อยากเห็น มีความใฝ่รู้ย่อมมีความกระตือรือร้นที่จะแสวงหาข้อมูลและค้นหาคำตอบซึ่งคุณสมบัตินี้มักจะช่วยส่งเสริมการคิดให้มีคุณภาพดีขึ้น ดังนั้นคุณภาพของการคิดส่วนหนึ่งจึงยังต้องอาศัยคุณสมบัติส่วนตัวบางประการแต่ในทำนองเดียวกัน พัฒนาการด้านการคิดของบุคคลก็มักจะมีส่วนย้อนกลับไปพัฒนาคุณสมบัติส่วนตัวของบุคคลนั้นด้วย

3. มิติด้านทักษะการคิด ในการคิดนั้นบุคคลจำเป็นต้องมีทักษะพื้นฐานหลายประการเพื่อใช้ในการดำเนินการคิด เช่น ความสามารถในการจำแนกความเหมือน และความต่างของสิ่งสองสิ่งหรือมากกว่า และความสามารถในการจัดกลุ่มของที่มีลักษณะเหมือนกันเป็นทักษะพื้นฐานในการสร้างมโนทัศน์เกี่ยวกับสิ่งนั้น ความสามารถในการสังเกต การรวบรวมข้อมูล และการตั้งสมมติฐานเป็นทักษะพื้นฐานในกระบวนการคิดแก้ปัญหา เป็นต้น ทักษะที่นับเป็นทักษะการคิดพื้นฐานจะมีลักษณะเป็นทักษะย่อย ซึ่งมีกระบวนการหรือขั้นตอนในการคิดไม่มาก ทักษะที่มีขั้นตอนหรือกระบวนการมากและซับซ้อนส่วนใหญ่ จะต้องใช้ทักษะพื้นฐานหลายทักษะผสมผสานกัน ซึ่งจะเรียกกันว่า ทักษะการคิดขั้นสูง

4. มิติด้านลักษณะการคิด ลักษณะการคิดที่เป็นพื้นฐานสำคัญและจำเป็นต้องส่งเสริมฝึกฝนให้แก่ผู้เรียนตั้งแต่ระดับการศึกษาปฐมวัย ประถมศึกษา และมัธยมศึกษา

ลักษณะการคิดที่เป็นหัวใจของการคิดก็คือ เป้าหมายของการคิด ไม่ว่าจะคิดเกี่ยวกับสิ่งใด การตั้งเป้าหมายของการคิดให้ถูกทางเป็นสิ่งสำคัญมาก เพราะการคิดนั้นหากเป็นไปในทางที่ผิดแม้ความคิดจะมีคุณภาพสักเพียงใด ก็อาจจะก่อให้เกิดความเสียหายและความเดือดร้อนแก่ส่วนรวมได้ ยิ่งความคิดมีคุณภาพสูง ความเดือดร้อนเสียหายก็ยิ่งสูงตามไปด้วย ดังนั้นหากไม่มีทิศทางที่ถูกต้องคอยกำกับควบคุมแล้ว การคิดนั้นก็ไร้ประโยชน์ ด้วยเหตุนี้ การคิดถูกทางจึงเป็นการคิดที่คำนึงถึงประโยชน์ส่วนรวม และประโยชน์ระยะยาว

ลักษณะการคิดระดับพื้นฐานที่จำเป็นสำหรับผู้เรียนในทุกๆระดับ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในระดับการศึกษาปฐมวัยและประถมศึกษา ได้แก่ การคิดคล่อง คือให้กล้าที่จะคิดและมีความคิดหลังไหลออกมาได้อย่างรวดเร็ว การคิดหลากหลาย คือคิดให้ได้ความคิดในหลายๆ ลักษณะ/ประเภท/ชนิด/รูปแบบ ฯลฯ การคิดละเอียดลออ เพื่อให้ได้ข้อมูลอันจะส่งผลให้ความคิดมีความรอบคอบขึ้นและการคิดชัดเจน คือให้มีความเข้าใจในสิ่งที่คิด สามารถอธิบายขยายความได้ด้วยคำพูดของตนเอง ลักษณะการคิดทั้ง 4 แบบนี้เป็นคุณสมบัติเบื้องต้นของผู้คิดทั้งหลาย ซึ่งจะต้องนำไปใช้ในการคิดลักษณะอื่นๆ ที่มีความซับซ้อนขึ้น

ลักษณะการคิดระดับสูง ได้แก่ การคิดกว้าง คือคิดให้ได้หลายด้าน หลายแง่ หลายมุม การคิดลึกซึ้ง คือคิดให้เข้าใจถึงสาเหตุที่มาและความสัมพันธ์ต่างๆ ที่ซับซ้อนที่ส่งผลให้เกิดผลต่างๆ รวมทั้งคุณค่าความหมายที่แท้จริงของสิ่งนั้น การคิดไกล คือการประมวลข้อมูลในระดับกว้างและระดับลึกเพื่อทำนายสิ่งที่จะเกิดขึ้นในอนาคต และการคิดอย่างมีเหตุผล คือการคิดโดยใช้หลักเหตุผลแบบนิรนัยหรืออุปนัย

5. มิติด้านกระบวนการคิด กระบวนการคิด เป็นการคิดที่ต้องดำเนินการไปเป็นลำดับขั้นตอนที่จะช่วยให้การคิดนั้นประสบความสำเร็จตามจุดมุ่งหมายของการคิดนั้นๆ ซึ่งในแต่ละลำดับขั้นตอนอาจต้องอาศัยทักษะการคิด หรือลักษณะการคิดจำนวนมาก กระบวนการคิดที่สำคัญมีหลายกระบวนการ เช่น

กระบวนการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ได้แก่ ลำดับขั้นตอนของการคิดที่จะช่วยให้ได้ความคิดที่กลั่นกรองและประเมินอย่างรอบคอบแล้วว่า เป็นความคิดที่มีเหตุผลเชื่อถือได้ กระบวนการคิดริเริ่มสร้างสรรค์ ได้แก่ ลำดับขั้นตอนของการคิดเพื่อให้ได้สิ่งใหม่ที่ยังไม่เคยมีมาก่อน ซึ่งจะเป็นประโยชน์ในทางสร้างสรรค์

กระบวนการตัดสินใจ ได้แก่ ลำดับขั้นตอนของการคิด เพื่อให้สามารถทำการตัดสินใจได้อย่างถูกต้องเหมาะสม

นอกจากนี้กระบวนการคิดต่างๆ ยังมีอีกจำนวนมากที่กระทรวงศึกษาธิการได้ส่งเสริมและเผยแพร่ให้ครูใช้ในการสอน เช่น

1. ทักษะกระบวนการ 9 ชั้น
2. กระบวนการสร้างความคิดรวบยอด
3. กระบวนการสร้างความตระหนัก
4. กระบวนการปฏิบัติ
5. กระบวนการคณิตศาสตร์
6. กระบวนการเรียนภาษา
7. กระบวนการกลุ่ม
8. กระบวนการสร้างเจตคติ

6. กระบวนการสร้างค่านิยม

มิติด้านการประเมินและควบคุมการคิดของตนเอง การควบคุมการรู้จักคิดของตนเอง หมายถึง การรู้ตัวถึงความคิดของตนเองในการกระทำอะไรอย่างใดอย่างหนึ่งหรือการประเมินการคิดของตนเองและใช้ความรู้นั้นในการควบคุมหรือปรับการกระทำของตนเอง การคิดในลักษณะนี้มีผู้เรียกว่า การคิดอย่างมียุทธศาสตร์ซึ่งครอบคลุมการวางแผน การควบคุมกำกับกับการกระทำของตนเอง การตรวจสอบความก้าวหน้าและประเมินผล

มิติด้านการตระหนักรู้ถึงการคิดของตนเองและการสามารถควบคุมและประเมินการคิดของตนเองนี้ นับเป็นมิตีสำคัญของการคิดอีกมิติหนึ่ง บุคคลที่มีการตระหนักรู้และประเมินการคิดของตนเองได้ จะสามารถปรับปรุงกระบวนการคิดของตนให้ดีขึ้นเรื่อยๆ การพัฒนาความสามารถของผู้เรียนในมิตินี้ จะส่งผลต่อความสามารถทางการคิดของผู้เรียนในภาพรวม

สุรางค์ โค้วตระกูล (2544: 70) กล่าวถึง มิติด้านการประเมินและควบคุมการคิดของตนเองว่า หมายถึง การรู้ตัวถึงความคิดของตนเองในการกระทำอะไรอย่างใดอย่างหนึ่ง หรือการประเมินการคิดของตนเอง การคิดในลักษณะนี้มีผู้เรียกว่าการคิดอย่างมียุทธศาสตร์ หรือ Strategic Thinking ซึ่งครอบคลุมการวางแผน การควบคุมกำกับกับการกระทำของตนเอง การตรวจสอบความก้าวหน้าและประเมินผล

มิติด้านการตระหนักรู้ถึงการคิดของตนเอง และสามารถควบคุมและประเมินการคิดของตนเองนี้ นับเป็นมิตีสำคัญของการคิดอีกมิติหนึ่ง บุคคลที่สามารถตระหนักรู้ และประเมินการคิดของตนเองได้ จะสามารถปรับปรุงกระบวนการคิดของตนเองให้ดีขึ้นเรื่อยๆ และพัฒนาความสามารถของผู้เรียนในมิตินี้จะส่งผลต่อความสามารถในการคิดของผู้เรียนในภาพรวม ดังนั้นกลไกของการพัฒนากระบวนการคิด จึงควรเริ่มต้นที่การกระตุ้นให้บุคคลได้คิดโดยการพัฒนาการคิดของบุคคล

จากการศึกษาเกี่ยวกับมิติการคิดสามารถสรุปได้ดังนี้

1. มิติด้านข้อมูลหรือเนื้อหาที่ใช้ในการคิด มิตินี้เป็นมิติที่แสดงถึงความสัมพันธ์ระหว่างความรู้ในเนื้อหาวิชาและการคิด เนื่องจากการคิดเป็นกระบวนการซึ่งยากจะแยกออกจากเรื่องที่คิด และในการคิดของบุคคลนั้นไม่สามารถคิดโดยไม่มีเนื้อหาของความคิดได้ คือต้องมีอะไรคิด ควบคุมไปกับการคิดอย่างไร และในการแก้ปัญหา บุคคลจะต้องพิจารณาข้อมูลเกี่ยวกับตนเอง ข้อมูลเกี่ยวกับสังคมและสิ่งแวดล้อม และข้อมูลวิชาการ ควบคุมกันไปอย่างผสมกลมกลืน จนกระทั่งพบทางเลือกในการแก้ปัญหาอย่างเหมาะสม

2. มิติด้านคุณสมบัติที่เอื้ออำนวยต่อการคิด การที่บุคคลจะมีคุณภาพในการคิดที่ดีนั้น ต้องอาศัยข้อมูลต่างๆ คุณสมบัติส่วนตัวบางประการที่ส่งเสริมการคิดของบุคคลให้มีคุณภาพดีขึ้น เช่น คนที่มีใจกว้างย่อมยินดีที่จะรับฟังข้อมูลจากหลายฝ่าย ซึ่งข้อมูลเหล่านี้จะมีผลต่อการคิด นอกจากนี้การเป็นคนใฝ่รู้ กระตือรือร้นที่จะแสวงหาข้อมูล ก็เป็นส่วนหนึ่งที่เอื้ออำนวยต่อการคิด ดังนั้น การที่บุคคลจะพัฒนาการคิดของตนก็ต้องมีการพัฒนาคุณสมบัติส่วนตัวของบุคคลนั้นด้วย

3. มิติด้านทักษะการคิด ในการคิดนั้นบุคคลจำเป็นต้องมีทักษะพื้นฐานหลายประการ เช่น ความสามารถในการจำแนกความเหมือนและความต่างของสิ่งสองสิ่งหรือมากกว่า และ

ความสามารถในการจัดกลุ่มของที่มีลักษณะเหมือนกัน ความสามารถในการสังเกต การรวบรวม ข้อมูล การตั้งสมมติฐาน เป็นทักษะพื้นฐานในกระบวนการแก้ปัญหา เป็นต้น ซึ่งทักษะพื้นฐานนั้นจะมี กระบวนหรือขั้นตอนในการคิดไม่มาก ถ้าการคิดที่ต้องอาศัยทักษะที่มีขั้นตอนหรือกระบวนการมาก และซับซ้อน จะต้องอาศัยทักษะพื้นฐานหลายทักษะผสมผสานกัน ซึ่งเรียกว่า ทักษะการคิดขั้นสูง

4. มิติด้านลักษณะการคิด ลักษณะการคิดที่เป็นพื้นฐานสำคัญและจำเป็นต้องส่งเสริม ฝึกฝนให้แก่ผู้เรียนในทุกระดับชั้น ได้แก่ การคิดคล่อง การคิดหลากหลาย การคิดละเอียดลออ การ คิดชัดเจน ลักษณะการคิดเหล่านี้เป็นลักษณะการคิดระดับพื้นฐาน ซึ่งเป็นคุณสมบัติเบื้องต้นของผู้คิด ทั้งหลาย ที่ผู้มีส่วนเกี่ยวข้องควรส่งเสริมให้เกิดขึ้นกับผู้เรียนในทุกระดับ ส่วนลักษณะการคิดระดับสูง ได้แก่ การคิดกว้าง การคิดลึกซึ้ง การคิดไกล และการคิดอย่างมีเหตุผล

5. มิติด้านกระบวนการคิด กระบวนการคิดเป็นการคิดอย่างมีลำดับขั้นตอน ซึ่งจะช่วยให้การคิดนั้นประสบความสำเร็จตามจุดมุ่งหมายของการคิดนั้นๆ และในการคิดนั้นต้องอาศัยทักษะ การคิดทั้งขั้นพื้นฐาน และขั้นสูงตามความเหมาะสม รวมไปถึงลักษณะของการคิดด้วย

6. มิติด้านการประเมินและควบคุมการคิดของตนเอง เป็นมิติที่สำคัญอีกมิติหนึ่ง ซึ่งจะ หมายถึง การที่บุคคลรับรู้และควบคุมกระบวนการคิดและการเรียนรู้ของตนเอง ในการกระทำอย่างใด อย่างหนึ่ง หรือการประเมินการคิดของตนเอง และใช้ความรู้นั้นในการควบคุมหรือปรับการกระทำของ ตนเอง ถือว่าเป็นการคิดอย่างมียุทธศาสตร์ ซึ่งจะครอบคลุมการวางแผน การควบคุมกำกับ การ กระทำของตนเอง การตรวจสอบความก้าวหน้าและการประเมินผล

1.5 การนำเมตาคอกนิชันมาใช้เพื่อช่วยให้เป็นนักแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ที่ดี

เชินเฟล (Schoenfeld, 1985: 366-374) ได้กล่าวถึงการนำเมตาคอกนิชันมาใช้ เพื่อ ช่วยให้ เป็นนักแก้ปัญหาที่ดี สรุปได้ดังนี้

1. ช่วยทำให้รู้จักอ่านปัญหาคณิตศาสตร์ช้า เพื่อให้แน่ใจว่าเข้าใจปัญหานั้นอย่าง แน่นนอน
2. ช่วยในการวางแผน และเลือกยุทธวิธีที่เหมาะสมสำหรับการดำเนินการแก้ปัญหา ทางคณิตศาสตร์
3. ช่วยทำให้รู้จักแยกแยะข้อมูลที่สำคัญออกจากข้อมูลที่ไม่สำคัญในปัญหานั้นๆ
4. ช่วยทำให้รู้จักการแตกปัญหาคณิตศาสตร์ออกเป็นปัญหาย่อย
5. ช่วยทำให้รู้จักเชื่อมโยงข้อมูลที่รู้แล้วเข้าด้วยกัน
6. ช่วยในการจัดระบบระเบียบให้กับข้อมูลที่อยู่ในปัญหาคณิตศาสตร์นั้นๆ
7. ช่วยทำให้รู้จักค้นหาข้อมูลที่ขาดหายไปและประยุกต์ข้อมูลที่มีอยู่
8. ช่วยทำให้รู้จักควบคุมเวลาในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ภายในเวลาที่จำกัด
9. ช่วยทำให้รู้จักควบคุมเวลาในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์นั้นๆ ทบทวนการคิด คำานวนการหาผลลัพธ์ การตรวจสอบเกี่ยวกับแนวคิดในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์นั้นๆ

เดอร์รี่ และเมอร์ฟี (Derry; & Murphy. 1986: 1-39) ได้กล่าวถึงการนำเมตาคognition มาใช้เพื่อช่วยให้นักแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ที่ดี สรุปได้ดังนี้

1. การสอนด้วยกลวิธีการเรียนรู้ที่หลากหลาย เพื่อนช่วยให้ผู้เรียนสะสมไว้เป็นคลัง กลวิธีของตนเอง
2. ช่วยให้ผู้เรียนตระหนักได้ว่า ตนเองต้องเรียนอะไร มีเป้าหมายอย่างไร
3. ช่วยเพิ่มพูนความถี่และคุณภาพของประสบการณ์ อันจะนำไปสู่การการเรียนรู้
4. ช่วยให้ผู้เรียนได้สะสมความรู้เกี่ยวกับประโยชน์ของกลวิธีต่างๆ รวมทั้งความรู้เกี่ยวกับโอกาสและวิธีที่จะใช้กลวิธีเหล่านั้น

ฟี และแอนดรี (Phye; & Andre. 1986: 228) ได้กล่าวถึงการนำเมตาคognition มาใช้เพื่อช่วยให้นักแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ที่ดี สรุปได้ดังนี้

1. ช่วยให้ผู้เรียนสามารถคาดคะเนถึงขอบเขตของการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์นั้นๆ
2. ช่วยให้ผู้เรียนรู้ว่า จะนำยุทธวิธีที่รู้มาใช้แก้ปัญหาอย่างไร และแต่ละยุทธวิธี จะใช้เมื่อไรจึงจะเหมาะสม
3. ช่วยในการวิเคราะห์เกี่ยวกับปัญหาคณิตศาสตร์เพื่อเตรียมการแก้ปัญหาต่อไป
4. ช่วยในการวางแผนการเลือกยุทธวิธีที่เหมาะสมสำหรับนำมาใช้ในการแก้ปัญหานั้นๆ
5. ช่วยในการควบคุมและตรวจสอบถึงประสิทธิภาพของยุทธวิธีที่นำมาใช้ในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์
6. ช่วยในการประเมินประสิทธิภาพของยุทธวิธีที่นำมาใช้ในขั้นตอนต่างๆ และทำให้รู้ว่าควรจะจบการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์นั้นเมื่อไร

จากการศึกษาการนำเมตาคognition มาใช้เพื่อช่วยให้นักแก้ปัญหาที่ดีที่กล่าวมาข้างต้นนั้น สรุปได้ว่า การใช้เมตาคognition ในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์นั้น จะช่วยให้ผู้เรียนได้เรียนรู้กระบวนการคิดอย่างเป็นขั้นตอน โดยการเลือกใช้ยุทธวิธีในการคิด วางแผน กำกับควบคุม และประเมินกระบวนการคิดของตนเองในกระบวนการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ โดยในการทำความเข้าใจปัญหานั้นจะช่วยให้นักเรียนพยายามทำความเข้าใจโจทย์ปัญหาด้วยการอ่านปัญหาซ้ำๆ เพื่อให้แน่ใจว่าตนเองเข้าใจปัญหานั้นอย่างแท้จริง ซึ่งจะช่วยให้ผู้เรียนสามารถแยกประเด็นปัญหาได้ โดยการวิเคราะห์ปัญหาคณิตศาสตร์ออกเป็นปัญหาย่อยทำให้ผู้เรียนสามารถค้นหาข้อมูลที่ขาดไปได้ และยังรู้จักเชื่อมโยงข้อมูลที่อยู่แล้วเข้าด้วยกัน ส่วนในการวางแผนแก้ปัญหานั้น จะช่วยให้นักเรียนตระหนักว่าจะนำยุทธวิธีใดที่เหมาะสมมาใช้ในการดำเนินการแก้ปัญหา รวมไปถึงการควบคุม ตรวจสอบ และประเมินประสิทธิภาพของยุทธวิธีที่นำมาใช้ในกระบวนการแก้ปัญหาอีกด้วย นอกจากนี้ยังช่วยให้ผู้เรียนสามารถควบคุมเวลาในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ ทบทวนการคิดคำนวณ ตรวจสอบผลลัพธ์ เพื่อให้ผู้เรียนสามารถประเมินว่าจะสามารถจบการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์นั้นเมื่อไร

1.6 การวัดเมตาคอกนิชัน

การ์เนอร์ และอเล็กซานเดอร์ (Garner; & Alexander. 1989: 143-158) ได้เสนอแนะวิธีการวัดเมตาคอกนิชันว่า เมตาคอกนิชันเป็นกลวิธีการคิดที่เป็นระบบอยู่ในความคิดมนุษย์ ซึ่งมีหลายวิธี ดังนี้

1. การสัมภาษณ์ (interview techniques) วิธีการนี้เป็นการกระทำย้อนหลังถึงกระบวนการคิด และสิ่งที่กลุ่มตัวอย่างได้กระทำ หลังจากที่ได้ทำงานไปแล้ว โดยผู้ถูกสัมภาษณ์อาจไม่ได้เตรียมลำดับความคิดมาล่วงหน้า โดยพบว่าหากใช้วิธีการสัมภาษณ์ เด็กที่โตกว่าจะมีความรู้ทางเมตาคอกนิชันสูงกว่าเด็กเล็ก แต่ก็ไม่ได้เป็นสิ่งที่ชี้ชัดว่าเด็กโตจะใช้กลวิธีในการกำกับตนเองมากกว่าเด็กเล็ก ซึ่งปัญหาสำคัญบางประการของการสัมภาษณ์ กล่าวคือบางครั้งการสัมภาษณ์กระทำภายหลังจากกรรมการคิดเป็นเวลานานเกินไปทำให้ผู้ถูกสัมภาษณ์ไม่สามารถจดจำรายละเอียดต่างๆ ได้ครบ หรือจำผิดพลาด หรืออาจรายงานได้น้อยกว่าความเป็นจริง ปัญหาสำคัญอีกประการหนึ่งก็คือ บางครั้งคำถามที่ใช้เป็นตัวชี้แนะผู้ตอบให้ตอบตามสมมติฐานการวิจัย นั่นคือผู้ถูกสัมภาษณ์อาจรายงานในกระบวนการคิดที่ตนมีได้ใช้จริงก็ได้ นอกจากนั้นการ์เนอร์และอเล็กซานเดอร์ ยังชี้ให้เห็นเพิ่มเติมว่าในกรณีศึกษากับเด็กเล็ก ยังอาจมีปัญหาเพิ่มเติมเกี่ยวกับปัญหาทางภาษา ไม่ว่าจะเป็นในเรื่องของความคล่องแคล่วในการใช้ภาษา หรือความแตกต่างในการใช้ภาษา ระหว่างเด็กและผู้ใหญ่ ตลอดจนปัญหาเกี่ยวกับความสามารถในการอภิปรายเกี่ยวกับเหตุการณ์ทางพุทธิปัญญา

2. กระบวนการคิดออกเสียง (Think Aloud Procedures) เป็นวิธีหนึ่งของการรายงานความคิดด้วยถ้อยคำ (verbal report) ซึ่งจะนำไปสู่ การวิเคราะห์ การประมวลผลข้อมูล โดยลักษณะสำคัญของกระบวนการนี้ คือผู้แก้ปัญหาสามารถรายงานสิ่งที่อยู่ในความจำระยะสั้นเท่านั้น โดยสามารถแบ่งได้เป็น 3 ลักษณะได้แก่

2.1 รายงานเป็นคำพูดโดยตรง (direct verbalization) เป็นการรายงานข้อความที่มีรหัสถ้อยคำอยู่ในความจำระยะสั้นแล้ว ผู้แก้ปัญหาจะรายงานออกมาตามที่คิดได้เลย และการรายงานความคิดอาจทำได้ 2 แบบ คือ

2.1.1 การให้กลุ่มตัวอย่างรายงานความคิดในขณะที่กำลังทำงาน (concurrent protocol) หรือกำลังแก้ปัญหา โดยมีการบันทึกเสียงการรายงานไว้ แล้วถอดเทปออกมาใส่รหัสข้อความที่พูดได้ จากนั้นจึงนำไปวิเคราะห์

2.1.2 การให้กลุ่มตัวอย่างรายงานความคิดหลังจากแก้ปัญหาเสร็จแล้ว (retrospective protocol) เป็นการลดการรบกวนสมาธิเวลาทำงานซึ่งอาจเกิดขึ้นในแบบที่ 1 และเป็นการให้ผู้แก้ปัญหาได้รวบรวมความคิดรวบยอดเกี่ยวกับงานที่ทำหรือปัญหาที่แก้ แต่สิ่งที่ต้องระวังในแบบที่ 2 นี้คือ การรายงานความคิดที่อาจจะไม่มีในการแก้ปัญหา

2.2 การใส่รหัสถ้อยคำลงในความจำระยะสั้น (recording the content of short term memory) ข้อความที่จะรายงานนั้น ยังไม่มีการใส่รหัสไว้ในความจำระยะสั้น ดังนั้นก่อนการ

รายงานผู้แก้ปัญหาจึงต้องใช้เวลาในการบันทึกข้อมูลเป็นรหัสถ้อยคำลงในความจำระยะสั้นก่อนแล้วจึงรายงานออกมา ดังนั้นจึงต้องใช้เวลาในการรายงานความคิดโดยไม่พูดออกมาได้อย่างรวดเร็วเหมือนในลักษณะที่ 1 แต่จะใช้ได้กับกระบวนการคิดที่สูงกว่าการคิดโดยทั่วไป

2.3 การอธิบาย (explanation) เป็นการรายงานด้วยถ้อยคำที่ใช้กระบวนการขั้นสูงขึ้นไปกว่าลักษณะที่ 2 ซึ่งเกิดจากการถามให้ผู้แก้ปัญหาได้อธิบายความคิดของเขาทำให้ต้องใช้ทั้งความคิดและการสังเคราะห์เพื่ออธิบายและใช้เวลาในการอธิบายความคิดที่เพิ่มมากขึ้นด้วย

เว็บเพจ “Learning to learn” (ศุภลักษณ์ สินธนา. 2545: 36-37; อ้างอิงจาก Learning to learn. 2000: 8) ได้กล่าวว่าการวัดการคิดอภิमानในปัจจุบัน ส่วนใหญ่จะใช้วิธีการรายงานตนเอง (Self-report) ซึ่งประกอบด้วย

1. การรายงานตนเองด้วยคำพูดในขณะที่ปฏิบัติงาน (Concurrent Verbal Reports) เป็นการให้บุคคลรายงานความคิดของตนเองออกมาโดยการพูดในขณะที่กำลังเกิดความคิดนั้น ซึ่งเป็นช่วงขณะที่กำลังปฏิบัติงานอยู่

2. การรายงานตนเองด้วยคำพูดภายหลังการปฏิบัติงาน (Retrospective Verbal Reports) เป็นการให้บุคคลระลึกถึงความคิดของตนเองในขณะที่ปฏิบัติงาน แล้วรายงานออกมาโดยการพูด เมื่อสิ้นสุดการปฏิบัติงานแล้ว วิธีนี้อาจทำให้ได้ข้อมูลที่เบี่ยงเบนไปจากความจริงบ้าง

3. การรายงานตนเองด้วยการเขียน (Written Report) เป็นการให้บุคคลรายงานความคิดของตนเองโดยการเขียน ด้วยการตอบคำถามภายหลังการปฏิบัติงาน

4. การรายงานตนเองโดยการประมาณค่า (Self-estimate) เป็นการให้บุคคลทำการประมาณค่าผลการปฏิบัติงานของตนเองว่าอยู่ในระดับใด ทั้งก่อนและหลังการทำงาน วิธีการนี้เป็น การวัดเพียงบางองค์ประกอบของการคิดเมตาคอกนิชันเท่านั้น

โอนิล และอะบีได (O’Neil; & Abedi. 1996: 234-245) ได้ทำการศึกษาความเที่ยงตรงและความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดเมตาคอกนิชัน โดยแบบวัดเมตาคอกนิชันเป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) โดยแบ่งเมตาคอกนิชันออกเป็น 4 ด้าน คือ การตระหนักรู้ (Awareness) ยุทธวิธีทางความคิด (Cognitive Strategy) การวางแผน (Planning) และการตรวจสอบตนเอง (Self Checking) ตัวอย่างข้อความในด้านการวางแผน เช่น “ข้าพเจ้าพยายามทำความเข้าใจปัญหาก่อนที่จะแก้โจทย์ปัญหา”

สวานสัน (Swanson. 1990: 306-314) ได้ศึกษาผลของเมตาคอกนิชันและความถนัดทางการเรียนต่อการแก้ปัญหาของนักเรียนมัธยมศึกษา ซึ่งแบ่งเมตาคอกนิชันออกเป็น 3 ด้าน คือ ด้านงาน ด้านบุคคล และด้านยุทธวิธี เช่น ในชั้นเรียนนักเรียนต้องแก้ปัญหาโดยใช้คอมพิวเตอร์ที่บ้าน จะแก้ปัญหาได้ง่าย หรือยากกว่า ทำไม โดยให้คะแนน 1-5 ตามน้ำหนักการแสดงความคิดในการตอบปัญหา

จากการศึกษาการวัดเมตาคอกนิชัน สรุปได้ว่า งานวิจัยเกี่ยวกับเมตาคอกนิชันได้สร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวัดเมตาคอกนิชันมีหลายรูปแบบ ดังนี้ การสัมภาษณ์ การคิดออกเสียง การรายงานด้วยการพูด การรายงานด้วยการเขียน แบบเลือกตอบ มาตราส่วนประมาณค่า ผู้วิจัยเลือกใช้

แบบมาตราส่วนประมาณค่าในการวัดความตระหนักในการรู้คิด (Metacognition) สำหรับในการจัดการเรียนรู้ในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์โดยใช้กระบวนการคิดเชิงเมตาคอกนิชันนั้น ผู้วิจัยได้สร้างแบบบันทึกกระบวนการคิดเชิงเมตาคอกนิชันในการแก้ปัญหา ซึ่งเป็นการรายงานตนเองด้วยการเขียน การคิดออกเสียง และการรายงานด้วยการพูด

1.7 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับหลักการและทฤษฎีกระบวนการคิดเชิงเมตาคอกนิชัน

เพื่อประโยชน์ในการวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาค้นคว้างานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการคิดเชิงเมตาคอกนิชันที่ได้มีผู้วิจัยไว้ดังต่อไปนี้

งานวิจัยต่างประเทศ

แวมบาช-ชมิทท์ (Wambach-Schmidt. 1988: 2269) ศึกษากระบวนการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ และกระบวนการเมตาคอกนิชันของนักเรียนเกรด 6 ผลการศึกษาพบว่า เด็กในวัยนี้สามารถกำกับควบคุมกระบวนการแก้ปัญหาของตนเองได้ วิเคราะห์การอ่านโจทย์ของตนเองได้ ประเมินตนเอง ประเมินงาน และวิธีการที่ตนใช้อย่างสม่ำเสมอ นักเรียนพูดถึงจุดอ่อนและจุดแข็งของตน และรู้ว่าควรทำอะไรเมื่อต้องการความช่วยเหลือ เด็กแสดงให้เห็นถึงความรู้เกี่ยวกับรูปแบบการแก้ปัญหาของตนเอง และอภิปรายถึงยุทธวิธีที่เป็นประโยชน์ต่อตนเอง

วอง (Wong. 1989: 35) ได้ศึกษาผลของแผนการเรียนที่แตกต่างกันของนักเรียนกับการใช้เมตาคอกนิชันในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ในประเทศสิงคโปร์ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2, 4 และ 5 ซึ่งเรียนแผนการเรียนวิทยาศาสตร์ ศิลปะ และ ทั่วไป ผลการวิจัยพบว่าไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ระหว่างนักเรียนที่ต่างแผนการเรียนกัน ในการใช้เมตาคอกนิชัน และในแต่ละแผนการเรียน พบว่า นักเรียนที่เรียนเก่งจะมีการใช้ยุทธวิธีทางเมตาคอกนิชันมากกว่านักเรียนที่เรียนอ่อน

สวานสัน (Swanson. 1990: 306-314) ได้ศึกษาอิทธิพลของความรู้ในเมตาคอกนิชันและความถนัดทางการเรียนที่มีต่อการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษา กลุ่มตัวอย่างมีจำนวน 56 คน โดยแบ่งเป็นกลุ่มตามคะแนนความถนัด (สูง-ต่ำ) และความสามารถในการรู้คิด (สูง-ต่ำ) ได้จำนวน 4 กลุ่ม ผลการวิจัยพบว่า 1) ความรู้ในด้านความรู้คิดเป็นตัวทำนายความสามารถในการแก้ปัญหาได้ดีกว่าความถนัดทางการเรียน 2) ผู้ที่มีความรู้ในการรู้คิดสูง แต่มีความถนัดทางการเรียนต่ำ สามารถแก้ปัญหาได้ดีกว่าผู้ที่มีความถนัดด้านการเรียนสูง แต่มีความรู้ในการรู้คิดต่ำ และ 3) ความรู้ในการรู้คิดไม่มีความสัมพันธ์กับความถนัดทางการเรียน

ฮอลล์ (Hall. 1992: 446) ได้ทำการวิจัยเพื่อศึกษาพฤติกรรมเมตาคอกนิชันและการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ กลุ่มตัวอย่างที่ใช้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยเป็นปัญหาคณิตศาสตร์ที่นำมาให้นักเรียนคิด ซึ่งมี 2 แบบ คือ แบบที่ 1 เป็นแบบที่ง่ายในการหาคำตอบ แบบปัญหาที่ 2 เป็นปัญหาที่ยากในการหาคำตอบ ผลการวิจัยพบว่า ในการแก้ปัญหาแบบที่ 2 ซึ่งเป็นปัญหาที่ยากในการหาคำตอบนั้น นักเรียนแสดงการใช้เมตาคอกนิชันในการแก้ปัญหา

คณิตศาสตร์มากกว่าแก้ปัญหาแบบที่ 1 ซึ่งเป็นปัญหาที่ง่ายกว่า และในการแก้ปัญหาแบบที่ 1 จะมีการนำเอาเมตาคอกนิชันมาใช้ในการแก้ปัญหาเฉพาะตอนต้นของการดำเนินการแก้ปัญหาเท่านั้น

โอเนล และบราวน์ (O'Neil; & Brown. 1998: 331) ได้ศึกษาผลของรูปแบบข้อคำถาม วัดความสามารถทางคณิตศาสตร์ที่ต่างกันต่อการคิดเชิงเมตาคอกนิชันและพฤติกรรมด้านความรู้สึกร่วมกันของนักเรียนเกรด 8 ของรัฐแคลิฟอร์เนีย จำนวน 1,032 คน เปรียบเทียบระหว่างเพศและเชื้อชาติ แบ่งการกระบวนการคิดเมตาคอกนิชันเป็น 2 ด้าน คือ ด้านยุทธวิธีและด้านการตรวจสอบตนเอง โดยใช้รูปแบบคำถาม 2 แบบ คือแบบปลายเปิดและแบบเลือกตอบ ผลการวิจัยพบว่า รูปแบบของข้อคำถามแบบเลือกตอบและแบบปลายเปิดให้ผลที่แตกต่างกัน โดยที่ข้อคำถามแบบปลายเปิดทำให้นักเรียนใช้ยุทธวิธีในการคิดมาก มีการตรวจสอบตนเองน้อย และเมื่อพิจารณาถึงความกังวลพบว่าด้านข้อคำถามแบบปลายเปิด นักเรียนมีความกังวลสูงกว่าข้อคำถามแบบเลือกตอบ ส่วนตัวแปรทางด้านเพศและเชื้อชาติ พบว่า ไม่มีผลต่อสภาวะการคิดเชิงเมตาคอกนิชันและสภาพทางด้านจิตพิสัย

เลการ์ (Legare. 2002: 1740A) ศึกษาการพัฒนาความคิดระดับสูงของนักศึกษาวิศวกรรมมหาวิทยาลัยคอนคอร์เดีย 65 คน ใช้เวลา 6 สัปดาห์ โดยใช้เมตาคอกนิชัน การปฏิบัติด้วยมือ การตัดสินใจ และใช้การคิดอย่างมีวิจารณญาณ ผลการวิจัยพบว่า ระดับที่ 1 ของการเปลี่ยนการคิดอย่างมีวิจารณญาณที่ซับซ้อนเหมือนกับการจัดการที่แตกต่างของทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณ และระดับที่ 2 ของนักศึกษาที่ซับซ้อนมีความคิดอย่างมีวิจารณญาณเพิ่มขึ้นเล็กน้อย

ซัลกิพลา ย คาบิต & กานี (Zulkiply; Kabit; & Ghani. 2008: 97-106) ได้ทำการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถในการเรียนของนักเรียนกับองค์ประกอบของเมตาคอกนิชัน ได้แก่ การวางแผน แผนในการจัดการข้อมูล การตรวจสอบความเข้าใจ แผนการแก้ปัญหา และการประเมิน และมีการตรวจสอบถึงความตระหนักในเมตาคอกนิชันกับนักเรียนทุกเพศ และทุกปีการศึกษา ในโรงเรียนมัธยมที่เมือง Kuchig เครื่องมือที่ใช้ในการวัดเมตาคอกนิชันเป็นของ Schraw และ Dennison ผลการวิจัยพบว่า ความสามารถในการเรียนกับเมตาคอกนิชันมีความสัมพันธ์ในเชิงบวก ความตระหนักในเมตาคอกนิชันระหว่างนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 และนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ แต่ไม่มีความแตกต่างกันในความตระหนักในเมตาคอกนิชันระหว่างเพศชายและเพศหญิงในทุกชั้นปี

ยูนัส และเอลิ (Yunus; & Ali. 2008: 121-130) ได้ทำการศึกษาระดับเมตาคอกนิชันและแรงจูงใจในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียน และหาความสัมพันธ์ระหว่างระดับแรงจูงใจกับระดับเมตาคอกนิชัน ที่มีต่อความสำเร็จทางคณิตศาสตร์และความสำเร็จทางการศึกษาโดยรวม ซึ่งการแก้ปัญหาประกอบด้วยองค์ประกอบ 4 อย่าง คือ การเข้าใจเนื้อหา กลยุทธ์ในการแก้ปัญหาเมตาคอกนิชัน และแรงจูงใจ ซึ่งความเข้าใจเนื้อหาของนักเรียนและกลยุทธ์ในการแก้ปัญหาได้ถูกตรวจสอบผ่านการสัมภาษณ์ ส่วนเมตาคอกนิชันและแรงจูงใจถูกตรวจสอบผ่านเครื่องมือตรวจสอบเพื่อวัดระดับแรงจูงใจของนักเรียน กลุ่มตัวอย่างเป็นนักศึกษา ชั้นปีที่ 4 จำนวน 195 คน ที่เรียนเอกคณิตศาสตร์ ผลการวิจัยพบว่า แรงจูงใจมีความเกี่ยวข้องที่สำคัญกับความสามารถในหลักสูตร

คณิตศาสตร์ในมหาวิทยาลัย และระดับเมตาคognition มีความสัมพันธ์กับระดับของแรงจูงใจในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ ซึ่งสรุปได้ว่า การศึกษานี้แสดงถึงปัจจัยบางอย่าง ซึ่งมีอิทธิพลต่อความสามารถทางคณิตศาสตร์ของบุคคลหนึ่งๆ ในการแก้ปัญหา

แมนิต้า และคนอื่นๆ (Manita; et al. 2010: 219-229) ได้ศึกษาการเพิ่มบทบาทของทักษะเมตาคognition ในวิชาคณิตศาสตร์ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 29 คน (อายุ 13-14 ปี) และนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 30 คน (อายุ 14-15 ปี) นักเรียนทุกคนต้องแก้โจทย์คณิตศาสตร์ที่มีความยากไปตามอายุ การเก็บรวบรวมข้อมูลจะดูจากการพูดแสดงความคิดเห็น ซึ่งถูกวิเคราะห์ตามความถี่ และคุณภาพของกิจกรรมเมตาคognition ส่วนโจทย์คณิตศาสตร์อื่นๆจะเป็นการสอบ post-test ผลการวิจัยพบว่า ความถี่ของกิจกรรมเมตาคognition โดยเฉพาะอย่างยิ่งการวางแผนและการประเมินนั้นเพิ่มขึ้นตามอายุ เด็กอายุ 13-14 ปี จะมีความฉลาดในการแก้ปัญหาโจทย์คณิตศาสตร์มาก แต่ก็ไม่โดดเด่น กระบวนการเมตาคognition จะแสดงให้เห็นถึงการแก้ปัญหาได้ดีในเด็กอายุ 14-15 ปี ซึ่งมีความสัมพันธ์กับการเรียนคณิตศาสตร์ แสดงให้เห็นว่ากระบวนการเมตาคognition ในการเรียนรู้คณิตศาสตร์จะเพิ่มขึ้นตามอายุ

งานวิจัยในประเทศ

สมจิตร ทรัพย์อัประไมย (2540: 158-173) ได้ศึกษาผลของการใช้รูปแบบเพื่อพัฒนาเมตาคognition ที่มีต่อเมตาคognition และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 การวิจัยแบ่งเป็น 2 ระยะ ระยะแรกเป็นการศึกษานำร่องเพื่อปรับปรุงรูปแบบเพื่อพัฒนาเมตาคognition ส่วนระยะที่สองเป็นการทดลองใช้รูปแบบเพื่อพัฒนาเมตาคognition กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 46 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยเป็นมาตรวัดเมตาคognition การสัมภาษณ์ การออกเสียง การสังเกต และการทดสอบ ผลการวิจัยพบว่า คะแนนเมตาคognition ทั้งในงานด้านการอ่านตำรา และในงานด้านการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05 ทั้งในระยะหลังการทดลอง และในระยะติดตามผล และกลุ่มทดลองมีคะแนนผลสัมฤทธิ์ในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์สูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05 ทั้งในระยะหลังการทดลองและระยะติดตามผล

จรุง ขำพงศ์ (2542: 49-53) ได้ศึกษาผลของการใช้วิธีเมตาคognition ที่มีต่อความสามารถในการแก้โจทย์คณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เป็นการวิจัยกึ่งทดลอง กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนบ้านไร่พิทยาคม จังหวัดสุโขทัย จำนวน 65 คน ปีการศึกษา 2542 ผู้วิจัยดำเนินการสอนการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์โดยใช้กลยุทธ์เมตาคognition ผลการวิจัย พบว่านักเรียนมีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา โดยใช้กลยุทธ์เมตาคognition สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 60 ที่กำหนดไว้ และหลังการเรียน นักเรียนมีความสามารถแก้ปัญหาโจทย์คณิตศาสตร์สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

นวัตน์ หัสดี (2544: บทคัดย่อ) ได้ศึกษาผลการฝึกใช้เมตาคอกนิชันเพื่อกำกับและควบคุมตนเองในการเรียนของนักเรียนโครงการการศึกษาพิเศษ ปีการศึกษา 2544 จำนวน 6 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือ แบบวัดการกำกับและควบคุมตนเอง แบบสังเกตพฤติกรรม บทเรียนการฝึกเมตาคอกนิชัน แบบฝึกอ่านการวิเคราะห์ข้อมูล ใช้การแสดงกราฟ และเขียนบรรยาย พัฒนาการ ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่ได้รับการฝึกเมตาคอกนิชัน มีคะแนนการกำกับและควบคุมตนเองในการเรียนหลังการทดลองสูงกว่าก่อนการทดลอง

นิกร ขวัญเมือง (2545: 58) ได้ทำการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างเมตาคอกนิชันและการอบรมเลี้ยงดูกับความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 พบว่าความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์มีความสัมพันธ์กันกับเมตาคอกนิชันและการอบรมเลี้ยงดูอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 และค่าน้ำหนักของเมตาคอกนิชัน ด้านงานและด้านการวางแผน ส่งผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาโจทย์ปัญหาอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05

พัช ทองตัน (2545: บทคัดย่อ) ได้ศึกษาผลของการเรียนวิทยาศาสตร์โดยใช้กลวิธีเมตาคอกนิชันต่อความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์ และต่อการพัฒนาเมตาคอกนิชันของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น โดยศึกษากับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่เรียนวิชาวิทยาศาสตร์โดยใช้กลวิธีเมตาคอกนิชันมีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่เรียนวิชาวิทยาศาสตร์แบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 และนักเรียนที่เรียนวิชาวิทยาศาสตร์โดยใช้กลวิธีเมตาคอกนิชัน มีการพัฒนาเมตาคอกนิชัน โดยมีเมตาคอกนิชันหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

นภัสสร พุฒตยาดี (2552: 69-73) ได้พัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นกระบวนการคิดเชิงเมตาคอกนิชันในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ เรื่อง โจทย์ปัญหาเศษส่วน กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 38 คน เครื่องมือที่ใช้ในการประเมินผลการวิจัย ได้แก่ แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ โดยใช้กระบวนการการวิจัยเชิงปฏิบัติการ 3 วงจรปฏิบัติ ผลการวิจัย นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ 72 ซึ่งมีนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์จำนวน 27 คน ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ คือ ร้อยละ 70 ส่วนผลการทดสอบเกี่ยวกับเมตาคอกนิชันในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ พบว่า นักเรียนมีกระบวนการคิดเชิงเมตาคอกนิชันในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ในแต่ละขั้นคิดเป็นร้อยละ ดังต่อไปนี้ ในขั้นที่ 1 การเข้าสู่ปัญหา นักเรียนได้คะแนนเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ 77.80 ขั้นที่ 2 การกำหนดโครงสร้างในการแก้ปัญหา นักเรียนได้คะแนนเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ 73.28 ขั้นที่ 3 ประเมินผล นักเรียนได้คะแนนเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ 70.72 และขั้นที่ 4 สะท้อนผล นักเรียนได้คะแนนเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ 70.12 แสดงว่านักเรียนมีกระบวนการคิดเชิงเมตาคอกนิชันในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์

จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องพบว่า การแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ได้นำกระบวนการคิดเชิงเมตาคอกนิชันมาใช้ในการจัดการเรียนรู้ ซึ่งเป็นวิธีที่สามารถพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งเห็นได้จากนักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้นกว่าก่อนเรียน และสูงกว่าการเรียนด้วยวิธีสอนตามปกติอย่างมี

นัยสำคัญทางสถิติ ดังนั้นกระบวนการคิดเชิงเมตาคognition จึงมีความสำคัญอย่างยิ่งที่ช่วยให้การแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนให้ประสบผลสำเร็จมากยิ่งขึ้น

2. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์

2.1 ความหมายของปัญหาคณิตศาสตร์

มีนักการศึกษาหลายท่านได้ให้ความหมายของปัญหาคณิตศาสตร์ไว้ดังนี้

แอนเดอร์สัน และพินกรี (Anderson; & Pingry. 1973: 228) ได้กล่าวว่า ปัญหาคณิตศาสตร์เป็นสถานการณ์หรือคำถามที่เกี่ยวกับคณิตศาสตร์ที่ต้องการวิธีการแก้ไขหรือหาคำตอบ ซึ่งผู้แก้ปัญหาจะแก้ปัญหาได้ต้องใช้วิธีการที่เหมาะสม ต้องใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์ ประสบการณ์ และการตัดสินใจ

อดัมส์ เอลลิส และบีสัน (Adams; Ellis; & Beeson. 1977: 173-174) ได้ให้ความหมายของปัญหาว่า คือ สถานการณ์ที่เป็นประโยคภาษา คำตอบจะเกี่ยวข้องกับปริมาณ ซึ่งปัญหานั้นไม่ได้ระบุ วิธีการหรือการดำเนินการในการแก้ปัญหาไว้อย่างชัดเจน ผู้แก้ปัญหาคงค้นคว้าว่าจะใช้วิธีการใดในการหาคำตอบของปัญหา นั่นคือ การได้มาซึ่งคำตอบของปัญหา จะได้จากพิจารณาว่าจะต้องทำอะไร

ครูลิค และรูดนิค (Krulik; & Rudnick. 1993: 6) ได้กล่าวถึงความหมายของปัญหาคณิตศาสตร์ สรุปได้ว่า สถานการณ์ที่เป็นประโยคภาษา คำตอบจะเกี่ยวข้องกับปริมาณในตัวปัญหานั้นไม่ได้ระบุวิธีการหรือการดำเนินการในการแก้ปัญหาไว้อย่างชัดเจน ผู้แก้ปัญหาคงค้นคว้าว่าจะใช้วิธีการใดในการหาคำตอบของปัญหาจึงจะทำให้ได้มาซึ่งคำตอบของปัญหา

ปรีชา เนาว์เย็นผล (2538: 52) ได้กล่าวถึงความหมายของปัญหาคณิตศาสตร์สรุปได้ดังนี้

1. เป็นสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ที่ต้องการคำตอบซึ่งอาจอยู่ในรูปปริมาณหรือจำนวน หรือคำอธิบายให้เหตุผล
2. เป็นสถานการณ์ที่ผู้แก้ปัญหาไม่คุ้นเคยมาก่อน ไม่สามารถหาคำตอบได้ในทันทีทันใดต้องใช้ทักษะความรู้ และอุปกรณ์หลาย ๆ อย่างประมวลเข้าด้วยกันจึงหาคำตอบได้
3. สถานการณ์ใดจะเป็นปัญหาหรือไม่ขึ้นอยู่กับบุคคลผู้แก้ปัญหาและเวลา สถานการณ์หนึ่งอาจเป็นปัญหาสำหรับบุคคลหนึ่ง แต่อาจไม่ใช่ปัญหาสำหรับบุคคลอีกคนหนึ่งได้ และสถานการณ์ที่เคยเป็นปัญหาสำหรับบุคคลหนึ่งในอดีต อาจไม่เป็นปัญหาสำหรับบุคคลนั้นแล้ว

ยุพิน พิพิธกุล (2542: 5) ได้กล่าวถึงปัญหาคณิตศาสตร์ สรุปได้ว่า ปัญหาคณิตศาสตร์เป็นปัญหาที่นักเรียนจะต้องค้นหาความจริงหรือสรุปสิ่งใหม่ที่นักเรียนยังไม่เคยเรียนมาก่อน มีเนื้อหาเกี่ยวข้องกับคณิตศาสตร์ที่ต้องอาศัยกระบวนการทางคณิตศาสตร์เข้ามาแก้ปัญหา

กรมวิชาการ (2544: 10-11) กล่าวว่า ปัญหาคณิตศาสตร์ เป็นงานที่บุคคลเผชิญอยู่ และต้องการหาคำตอบแต่ไม่สามารถหาคำตอบได้ทันที เป็นปัญหาที่จะพบในการเรียนคณิตศาสตร์ การแก้ปัญหาต่างๆ จะต้องใช้ความสามารถในการแก้ปัญหาและความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่ได้เรียนมา

จากความหมายของปัญหาคณิตศาสตร์ดังกล่าวข้างต้นสรุปได้ว่า ปัญหาคณิตศาสตร์ หมายถึง สถานการณ์หรือคำถามที่เกี่ยวข้องกับคณิตศาสตร์ ที่ต้องการหาคำตอบของปัญหา แต่ปัญหานั้น ผู้แก้ปัญหาไม่สามารถหาคำตอบได้ทันที โดยผู้แก้ปัญหานั้นจะต้องใช้ความรู้ ทักษะ และกระบวนการทางคณิตศาสตร์เข้ามาช่วยในการแก้ปัญหา ซึ่งผู้แก้ปัญหานั้นจะต้องค้นหาว่าจะใช้วิธีการใดในการหาคำตอบของปัญหานั้นให้สำเร็จ

2.2 ประเภทของปัญหาคณิตศาสตร์

มีนักการศึกษาหลายท่านได้แบ่งประเภทของปัญหาโดยเกณฑ์ต่างๆ ที่แตกต่างกัน ดังนี้

โพลยา (Polya. 1957: 23-29) แบ่งปัญหาคณิตศาสตร์โดยพิจารณาจากจุดประสงค์ของปัญหา ออกเป็น 2 ประเภท คือ

1. ปัญหาให้ค้นหา (Problem to Find) เป็นปัญหาให้ค้นหาสิ่งที่ต้องการ ซึ่งอาจเป็นปัญหาในเชิงทฤษฎีหรือปัญหาในเชิงปฏิบัติ อาจเป็นรูปธรรมหรือนามธรรม ส่วนสำคัญของปัญหานี้แบ่งเป็น 3 ส่วน คือ สิ่งที่ต้องการหา ข้อมูลที่กำหนด และเงื่อนไข
2. ปัญหาให้พิสูจน์ (Problem to Prove) เป็นปัญหาให้แสดงการให้เหตุผลว่าข้อความที่กำหนดให้เป็นจริง หรือข้อความที่กำหนดให้เป็นเท็จ ส่วนสำคัญของปัญหานี้แบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ สิ่งที่กำหนดให้หรือสมมติฐาน และสิ่งที่ต้องพิสูจน์หรือผลสรุป

รัสเซล (Russel. 1961: 255) ได้แบ่งปัญหาคณิตศาสตร์ออกเป็น 2 ประเภท คือ

1. ปัญหาที่มีรูปแบบ ได้แก่ปัญหาที่ปรากฏอยู่ในแบบเรียน และหนังสือทั่วไป โจทย์ในลักษณะนี้ต้องการคำตอบที่ถูกต้องเพียงคำตอบเดียว การหาคำตอบของโจทย์ลักษณะนี้ใช้วิธีการคิดคำนวณทางคณิตศาสตร์โดยตรง
2. ปัญหาที่ไม่มีรูปแบบ ได้แก่ปัญหาที่พบทั่วไปในชีวิตประจำวัน โจทย์ในลักษณะนี้ต้องการให้นักเรียนแสดงกระบวนการหรือขั้นตอนในการหาคำตอบ ซึ่งอาจจะต้องใช้แผนภาพ หรือรูปภาพประกอบ

ชาร์ลส์ และเลสเตอร์ (Charles; & Lester. 1982: 6-10) พิจารณาตามเป้าหมายของการฝึกแก้ปัญหา สามารถแบ่งประเภทของปัญหาออกเป็น 6 ประเภท ดังนี้

1. ปัญหาที่ใช้ฝึก (drill exercise) เป็นปัญหาที่ใช้ฝึกขั้นตอนวิธี และการคำนวณเบื้องต้น
2. ปัญหาข้อความอย่างง่าย (simple translation problem) เป็นปัญหาข้อความ

ที่เคยพบ เช่น ปัญหาในหนังสือเรียน ต้องการฝึกให้คุ้นเคยกับการเปลี่ยนประโยคภาษาเป็น ประโยคสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ เป็นปัญหาขั้นตอนเดียวมุ่งให้มีความเข้าใจแนวคิดทาง คณิตศาสตร์และความสามารถในการคิดคำนวณ

3. ปัญหาข้อความที่ซับซ้อน (complex translation problem) คล้ายกับปัญหาอย่าง ง่าย แต่เพิ่มเป็นปัญหาที่มี 2 ขั้นตอน หรือมากกว่า 2 ขั้นตอน หรือมากกว่า 2 การดำเนินการ

4. ปัญหาที่เป็นกระบวนการ (process problem) เป็นปัญหาที่ไม่เคยพบมาก่อน ไม่สามารถเปลี่ยนประโยคทางคณิตศาสตร์ได้ทันที จะต้องจัดปัญหาให้ง่ายขึ้น หรือแบ่งเป็นขั้นตอน ย่อยๆ แล้วหารูปแบบทั่วไปของปัญหา ซึ่งนำไปสู่การคิดและการแก้ปัญหาเป็นการพัฒนายุทธวิธี ต่างๆ เพื่อความเข้าใจ วางแผนแก้ปัญหาและการประเมินผลคำตอบ

5. ปัญหาการประยุกต์ (applied problem) เป็นปัญหาที่ต้องใช้ทักษะ ความรู้โมเดล และการดำเนินการทางคณิตศาสตร์ การได้มาซึ่งคำตอบต้องอาศัยวิธีทางคณิตศาสตร์เป็นสำคัญ เช่น การจัดกระทำ การรวบรวม และการแทนข้อมูล และต้องการตัดสินใจเกี่ยวกับข้อมูลในเชิง ปริมาณ เป็นปัญหาที่เปิดโอกาสให้นักเรียนได้ใช้ทักษะ กระบวนการ โมเดล และข้อเท็จจริงในการ แก้ปัญหาในชีวิตจริง ซึ่งจะทำให้นักเรียนเห็นประโยชน์และเห็นคุณค่าของคณิตศาสตร์ ใน สถานการณ์ปัญหาในชีวิตจริง

6. ปัญหาปริศนา (puzzle problem) เป็นปัญหาที่บางครั้งได้คำตอบจากการเดาสุ่ม ไม่จำเป็นต้องใช้คณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหา บางครั้งต้องใช้เทคนิคเฉพาะ เป็นปัญหาที่เปิดโอกาส ให้นักเรียนได้ใช้ความคิดสร้างสรรค์ มีความยืดหยุ่นในการแก้ปัญหา และเป็นปัญหาที่มองได้หลาย มุมมอง

ชาร์ลส์ และคนอื่นๆ (Charles; et al. 1987: 11-13) พิจารณาถึงการสอนการ แก้ปัญหากล่าวว่า มีปัญหาอย่างน้อย 4 ประเภทที่ควรสอนคือ

1. ปัญหาขั้นตอนเดียว (one-step problem) เป็นปัญหาที่ผู้แก้ปัญหาคือนักเรียนต้อง แปลงสถานการณ์ที่เป็นเรื่องราวให้เป็นประโยคทางคณิตศาสตร์เกี่ยวกับการบวก การลบ การคูณ หรือการหาร ปัญหาประเภทนี้มักพบในการเรียนการสอนตามปกติ ยุทธวิธีพื้นฐานที่ใช้ในปัญหา ขั้นตอนเดียวคือ การเลือกการดำเนินการ

2. ปัญหาหลายขั้นตอน (multi-step problem) มีความแตกต่างกับปัญหาขั้นตอน เดียวที่จำนวนของการดำเนินการที่จำเป็นในการหาคำตอบ ปัญหาหลายขั้นตอนมีจำนวนของการ ดำเนินการมากกว่าหนึ่งตัว ยุทธวิธีพื้นฐานที่ใช้ในการแก้ปัญหาหลายขั้นตอนคือ การเลือกการ ดำเนินการ

3. ปัญหากระบวนการ (process problem) เป็นปัญหาที่ไม่สามารถแปลงเป็นประโยค ทางคณิตศาสตร์โดยการเลือกการดำเนินการได้ทันที แต่จะต้องใช้กระบวนการต่างๆช่วย เช่น การ ทำปัญหาให้ง่าย การแบ่งปัญหาออกเป็นปัญหาย่อยๆ การเขียนภาพหรือแผนภาพ การเขียนกราฟ แทนปัญหา การแก้ปัญหาประเภทนี้ต้องใช้ยุทธวิธีต่างๆ เช่น การประมาณคำตอบ การเดาและ

ตรวจสอบ การสร้างตาราง การค้นหาแบบรูป การทำย้อนกลับ ปัญหากระบวนการปัญหาหนึ่งอาจใช้ยุทธวิธีแก้ปัญหาก็ได้หลายแบบ

4. ปัญหาการประยุกต์ (applied problem) บางครั้งเรียกว่า ปัญหาเชิงสถานการณ์ (situational problem) เป็นปัญหาที่ผู้แก้ปัญหามักจะต้องใช้ทักษะ ความรู้ มโนคติ และการดำเนินการทางคณิตศาสตร์แก้ปัญหาก็เกี่ยวข้องกับชีวิตจริง ซึ่งจะต้องใช้วิธีการต่างๆ ทางคณิตศาสตร์ เช่น การรวบรวมข้อมูลทั้งที่กำหนดในปัญหา และอยู่นอกปัญหา การจัดกระทำกับข้อมูล เป็นปัญหาที่จะให้ผู้แก้ปัญหามองเห็นประโยชน์และคุณค่าของคณิตศาสตร์

บิทเทอร์ แฮทฟิลด์ และเอ็ดเวิร์ดส์ (Bitter; Hatfield; & Edwards. 1989: 37)

พิจารณาตามลักษณะของปัญหา ได้แบ่งปัญหาออกเป็น 3 ลักษณะ คือ

1. ปัญหาปลายเปิด (open-ended) เป็นปัญหาที่มีจำนวนคำตอบที่เป็นไปได้หลายคำตอบปัญหาลักษณะนี้จะมองว่ากระบวนการแก้ปัญหาคือสิ่งสำคัญมากกว่าคำตอบ
2. ปัญหาให้ค้นพบ (discovery) เป็นปัญหาที่จะได้คำตอบในขั้นตอนสุดท้ายของการแก้ปัญหาคือ เป็นปัญหาที่มีวิธีแก้ได้หลายวิธี
3. ปัญหาที่กำหนดแนวทางในการค้นพบ (guided discovery) เป็นปัญหาที่มีลักษณะร่วมของปัญหา มีคำชี้แนะ และคำชี้แจงในการแก้ปัญหาคือ นักเรียนอาจไม่ต้องค้นหาหรือไม่ต้องกังวลในการหาคำตอบ

คัทซ์ (กรมวิชาการ 2544: 26-28; อ้างอิงจาก Kutz. 1991: 93) ได้แบ่งการแก้ปัญหามาออกเป็นประเภทใหญ่ๆ 2 ประเภท คือ

1. การแก้ปัญหาคือพบเห็นทั่วไปหรือโจทย์ปัญหา (routine or word problem solving) ปัญหาที่พบเห็นกันโดยทั่วไปหรือปัญหาที่นักเรียนคุ้นเคย (routine problem) เป็นปัญหาที่มีโครงสร้างไม่ซับซ้อน ผู้แก้ปัญหามีความคุ้นเคยกับโครงสร้าง ลักษณะของปัญหา และวิธีการแก้ปัญหาคือ
2. การแก้ปัญหาคือไม่เคยพบเห็นมาก่อน (non-routine problem solving) ปัญหาที่ไม่เคยพบเห็นมาก่อนหรือปัญหาที่นักเรียนไม่คุ้นเคย (non-routine problem) เป็นปัญหาที่มีโครงสร้างซับซ้อน ผู้แก้ปัญหามักจะต้องประมวลความรู้ ความคิดรวบยอด และหลักการต่างๆ ที่นำมาใช้ในการแก้ปัญหาคือ ซึ่งแบ่งออกเป็น

2.1 ปัญหากระบวนการ (process problem) เป็นปัญหาที่ต้องใช้กระบวนการคิดอย่างมีลำดับขั้นตอนในการแก้ปัญหาคือ

2.2 ปัญหาในรูปปริศนา (puzzle problem) เป็นปัญหาที่ทำทนาย และให้ความสนุกสนาน

รีส และคนอื่นๆ (Reys; et al. 1992: 29) แบ่งปัญหาคณิตศาสตร์โดยพิจารณาจากผู้แก้ปัญหาคือและความซับซ้อนของปัญหา ออกเป็น 2 ประเภท คือ

1. ปัญหาที่คุ้นเคย (routine problem) เป็นปัญหาเกี่ยวกับการประยุกต์การดำเนินการ

การทางคณิตศาสตร์ มักอยู่ในรูปโจทย์ปัญหาที่เป็นถ้อยคำหรือเป็นเรื่องราว มีโครงสร้างของปัญหาไม่ซับซ้อนนักและคล้ายกับตัวอย่างหรือปัญหาที่ผู้แก้ปัญหามีประสบการณ์ในการแก้มาแล้ว

2. ปัญหาที่ไม่คุ้นเคย (nonroutine problem) เป็นปัญหาที่มีโครงสร้างซับซ้อนเป็นปัญหาแปลกใหม่สำหรับผู้แก้ปัญหา ในการแก้ปัญหามันจำเป็นต้องใช้ความรู้ และประสบการณ์หลายอย่างประมวลเข้าด้วยกันเพื่อกำหนดวิธีแก้ปัญหา

บาร์ดีย์ (Baroody. 1993: 2-54-2-55) แบ่งปัญหาคณิตศาสตร์โดยพิจารณาจากเป้าหมายในการหาคำตอบของปัญหา ออกเป็น 2 ประเภท คือ

1. ปัญหาที่มีเป้าหมายเฉพาะเจาะจง เป็นปัญหาที่มีคำตอบแน่นอนส่วนใหญ่มีคำตอบเพียงคำตอบเดียว
2. ปัญหาที่มีเป้าหมายไม่เฉพาะเจาะจง เป็นปัญหาแบบปลายเปิดมีคำตอบเปิดกว้าง มีคำตอบที่ถูกต้องหลายคำตอบ

ปัญหาประเภทแรกสามารถปรับเปลี่ยนให้เป็นปัญหาประเภทหลังได้ซึ่งมีความสอดคล้องกับปัญหาในชีวิตจริงมากกว่า โดยที่นักเรียนยังคงใช้พื้นฐานความรู้ในระดับเดียวกันในการแก้ปัญห แต่ใช้ความคิดในการประยุกต์ได้กว้างขวางกว่า

ดวงเดือน อ่อนน่วม (2536: 432-433) ได้แบ่งประเภทปัญหาคณิตศาสตร์ออกเป็น 2 ประเภท ดังนี้

1. ปัญหาเกี่ยวกับสาระ ได้แก่ ปัญหาที่ปรากฏอยู่ในหนังสือทั่วไป เป็นปัญหาที่นำความรู้เกี่ยวกับวิธีคำนวณที่เรียนมาแล้วมาใช้หาคำตอบของสภาพการณ์ที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวัน ซึ่งอาจกล่าวได้ว่า ปัญหาชนิดนี้มุ่งขยายประสบการณ์ด้านการคิดคำนวณมากกว่าการเรียนรู้ด้านการแก้ปัญหอย่างแท้จริง

2. ปัญหาเกี่ยวกับกระบวนการ เป็นปัญหาที่มุ่งเน้นกระบวนการในการหาคำตอบมากกว่าตัวคำตอบเอง ในการหาคำตอบบางครั้งไม่จำเป็นต้องนำการบวก ลบ คูณ หาร มาใช้แต่ใช้กระบวนการคิดอื่นๆ ปัญหาชนิดนี้พัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหได้ดี และยังส่งเสริมวิธีการคิดอย่างสร้างสรรค์และสร้างความรู้สึกท้าทายอีกด้วย

ปรีชา เนาว์เย็นผล (2538: 53) ได้จำแนกปัญหาคณิตศาสตร์ตามเกณฑ์ที่แตกต่างกัน ดังนี้

1. พิจารณาจากจุดประสงค์ของปัญหาสามารถแบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ
 - 1.1 ปัญหาให้ค้นพบ เป็นปัญหาที่ให้ค้นหาคำตอบซึ่งอาจอยู่ในรูปปริมาณ จำนวน หรือให้หาวิธีการอธิบายให้เหตุผล
 - 1.2 ปัญหาให้พิสูจน์ เป็นปัญหาที่ให้แสดงการให้เหตุผลว่าข้อความที่กำหนดให้เป็นจริง หรือข้อความที่กำหนดเป็นเท็จ
2. พิจารณาจากตัวผู้แก้ปัญหและความซับซ้อนของปัญหา สามารถแบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ

2.1 ปัญหาธรรมดา เป็นปัญหาที่มีโครงสร้างไม่ซับซ้อนมากนัก ผู้แก้ปัญหามีความคุ้นเคยในโครงสร้างและวิธีการแก้ปัญหา

2.2 ปัญหาไม่ธรรมดา เป็นปัญหาที่มีโครงสร้างซับซ้อนในการแก้ปัญหา ผู้แก้ปัญหามองต้องประมวลความรู้ ความสามารถหลายอย่างเข้าด้วยกันเพื่อนำมาใช้ในการแก้ปัญหา กรมวิชาการ (2544: 19-25) ได้จำแนกปัญหาคณิตศาสตร์ออกเป็น 6 ประเภท ดังนี้

1. ปัญหาเป็นแบบฝึกทักษะ เช่น $34 \times 6 = \square$ ซึ่งปัญหาเช่นนี้ใช้ความรู้และทักษะการคูณ
2. ปัญหาขั้นตอนเดียว เป็นปัญหาง่ายๆ ที่ใช้การแก้ปัญหาโดยทำเพียงขั้นตอนเดียว เช่น ในตู้ปลาของสมบัติมีปลาอยู่ 7 ตัว และในตู้ปลาของพรชัยมีปลาอยู่ 5 ตัว สมบัติมีปลามากกว่าพรชัยกี่ตัว จะเห็นว่าโจทย์ข้อนี้ใช้ความรู้เกี่ยวกับการลบเพียงอย่างเดียว
3. ปัญหาที่ซับซ้อน เป็นปัญหาที่ใช้วิธีการคิดมากกว่าหนึ่งขั้นตอน
4. ปัญหาเกี่ยวกับกระบวนการ เช่น ชุมนุมแทนนิสของโรงเรียนแห่งหนึ่ง มีนักเรียนสนใจสมัครเข้าแข่งขันแทนนิสทั้งหมด 15 คน จัดให้แข่งขันได้ครั้งละ 2 คน จะมีวิธีจัดการแข่งขันให้ทุกคนได้พบกันทั้งหมดกี่ครั้ง
5. ปัญหาเกี่ยวกับการประยุกต์ เช่น “โรงเรียนของนักเรียนใช้กระดาษไปจำนวนเท่าไรในเวลา 1 เดือน” สำหรับปัญหานี้เป็นปัญหาที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวัน ในการแก้ปัญหานักเรียนต้องใช้วิธีการทางสถิติในการเก็บรวบรวมข้อมูล วิเคราะห์ข้อมูล และนำเสนอข้อมูล โดยใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์ในการคิดคำนวณ
6. ปัญหาในรูปปริศนา เป็นปัญหาที่ไม่สามารถหาคำตอบได้ทันที ต้องพิจารณาเงื่อนไขของโจทย์และทดลองแก้ปัญหา เช่น จงลากส่วนของเส้นตรง 3 เส้น ให้ผ่านจุดทั้ง 9 จุดเพียงครั้งเดียว โดยไม่ยกปากกาในขณะที่ลากเส้น

จากประเภทของปัญหาคณิตศาสตร์ที่กล่าวมาแล้วข้างต้น สรุปได้ว่า นักการศึกษาหลายท่านได้แบ่งประเภทของปัญหาโดยใช้เกณฑ์ที่แตกต่างกัน ดังนี้ พิจารณาจากจุดประสงค์ของปัญหา พิจารณาจากรูปแบบของปัญหา พิจารณาตามเป้าหมายของการฝึกแก้ปัญหา พิจารณาจากการสอนการแก้ปัญหา พิจารณาตามลักษณะของปัญหา พิจารณาจากผู้แก้ปัญหาและความซับซ้อนของปัญหา

2.3 ลักษณะของปัญหาคณิตศาสตร์ที่ดี

มีนักการศึกษาได้กล่าวถึงลักษณะของปัญหาคณิตศาสตร์ที่ดีควรมีลักษณะ ดังนี้ ไคลด์ (Clyde. 1967: 108) ได้เสนอแนะถึงการสร้างปัญหาคณิตศาสตร์ที่น่าสนใจว่าควรมีลักษณะดังนี้

1. ให้มีความใกล้เคียงกับปัญหาในชีวิตประจำวัน และมีความสัมพันธ์กับผู้แก้ปัญหามากที่สุด โดยอาจเป็นเรื่องราวหรือเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นกับผู้แก้ปัญหาในชีวิตประจำวัน หรือมักจะเกิดกับบุคคลทั่วไป หรือมีลักษณะคล้ายกับสถานการณ์ในชีวิตประจำวัน

2. สถานการณ์ที่สร้างขึ้นเป็นปัญหานั้น ควรใช้ภาษาหรือการบรรยายในลักษณะที่ผู้แก้ปัญหามีประสบการณ์มาก่อนและไม่ควรเป็นปัญหาทั่วไป

ครูลีค และรูดนิค (Krulik; & Rudnick. 1993: 10-11) ได้เสนอคุณลักษณะของปัญหาที่ดี ดังนี้

1. เป็นปัญหาที่น่าสนใจและท้าทายความสามารถของผู้เรียน
2. เป็นปัญหาที่ต้องการการคิดวิเคราะห์ และทักษะการสังเกต
3. เป็นปัญหาที่มีคำตอบไม่ชัดเจนเหมาะสำหรับการอภิปรายในกลุ่ม
4. เป็นปัญหาที่เกี่ยวกับมโนคติและการประยุกต์ใช้ทักษะทางคณิตศาสตร์
5. เป็นปัญหาที่นำไปสู่หลักการหรือรูปแบบทั่วไปของการแก้ปัญหา
6. เป็นปัญหาที่มีวิธีการแก้ปัญหาที่หลากหลาย หรืออาจมีคำตอบได้หลายคำตอบ

สิริพร ทิพย์คง (2533: 79) กล่าวว่า ลักษณะของปัญหาคณิตศาสตร์ที่ดีควรเป็นดังนี้

1. ช่วยกระตุ้นพัฒนาความคิด
2. ไม่ยากหรือง่ายเกินไปสำหรับความสามารถของเด็กในวัยนั้นๆ
3. ให้ข้อมูลอย่างเพียงพอที่จะนำไปประกอบการพิจารณาแก้ปัญหาได้
4. ข้อมูลที่มีอยู่ต้องทันสมัยและเป็นเหตุการณ์ที่เป็นไปได้จริง
5. สามารถใช้การวาดแผนภาพไดอะแกรมหรือแผนภูมิช่วยในการแก้ปัญหา
6. ในการแก้ปัญหานั้นต้องอาศัยประสบการณ์หรือความรู้ที่เคยเรียนมาแล้ว
7. ก่อให้เกิดการวิเคราะห์และแยกแยะปัญหาซึ่งเป็นขบวนการที่สำคัญในทาง

ความคิด

8. คำตอบที่ได้ควรเป็นคำตอบที่มีเหตุผล ไม่ใช่คำตอบที่ได้จากการจำ

ปรีชา เนาว์เย็นผล (2537: 90) กล่าวว่า สิ่งที่สำคัญที่สุดอย่างหนึ่งในการจัดกิจกรรมการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์คือตัวปัญหาที่จะนำมาให้นักเรียนคิดหาคำตอบ ปัญหาคณิตศาสตร์ที่ดีมีลักษณะดังต่อไปนี้

1. ท้าทายความสามารถของนักเรียน ต้องเป็นปัญหาที่ไม่ยากหรือง่ายเกินไป ถ้าง่ายเกินไปอาจไม่ดึงดูดความสนใจไม่ท้าทาย แต่ถ้ายากเกินไปนักเรียนอาจท้อถอยก่อนที่จะแก้ได้สำเร็จ
2. สถานการณ์ของปัญหาเหมาะกับวัยของนักเรียน สถานการณ์ของปัญหาควรเป็นเรื่องที่ไม่ห่างไกลเกินไปกว่าที่นักเรียนจะทำความเข้าใจปัญหาและรับรู้ได้ และนอกจากนี้ถ้าเป็นสถานการณ์ที่สามารถเชื่อมโยงกับชีวิตประจำวันได้ก็จะดีไม่น้อย
3. ควรเป็นปัญหาที่แปลกใหม่ โดยจะมีการชี้แนะนักเรียนที่ไม่เคยมีประสบการณ์ในการแก้ปัญหานั้นมาก่อน

4. มีวิธีการหาคำตอบได้มากกว่า 1 วิธี เป็นการเปิดโอกาสให้นักเรียนได้คิดหาทางเลือกในการหาคำตอบได้หลายวิธี และได้พิจารณาเปรียบเทียบเลือกใช้วิธีที่เหมาะสมที่สุด

5. ใช้ภาษาที่กระชับ รัดกุมถูกต้อง ปัญหาที่ดีไม่ควรทำให้นักเรียนต้องมีปัญหาเกี่ยวกับภาษาที่ใช้ ควรเน้นอยู่ที่ความเป็นปัญหาที่ต้องการหาคำตอบของตัวปัญหามากกว่า

กรมวิชาการ (2544: 18) ได้อธิบายลักษณะของปัญหาคณิตศาสตร์ที่ดีควรมีลักษณะดังนี้

1. ภาษาที่ใช้กระชับ รัดกุม ถูกต้อง สามารถเข้าใจได้ง่าย
2. แปลกใหม่สำหรับนักเรียน ช่วยกระตุ้นและพัฒนาความคิด ทำลายความสามารถของนักเรียน

3. ไม่สั้นหรือยาวเกินไป

4. ไม่ยากหรือง่ายเกินไป สำหรับความสามารถของนักเรียนในวัยนั้นๆ

5. สถานการณ์ของปัญหาเหมาะสมกับวัยของนักเรียน

6. ให้ข้อมูลอย่างเพียงพอที่จะนำไปประกอบพิจารณาแก้ปัญหาได้

7. เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวัน

8. ข้อมูลที่มีอยู่จะต้องทันสมัย และเป็นเหตุการณ์ที่เป็นไปได้จริง

9. มีวิธีการหาคำตอบได้มากกว่า 1 วิธี

10. นักเรียนสามารถใช้การวาดภาพสายเส้น แผนภาพ หรือแผนภูมิช่วยในการแก้ปัญหา

จากการศึกษาที่กล่าวมาข้างต้น สรุปได้ว่า ลักษณะของปัญหาคณิตศาสตร์ที่ดีควรเป็นปัญหาที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันหรือสถานการณ์จริงในชีวิตประจำวัน เป็นปัญหาที่น่าสนใจและทำลายความสามารถของนักเรียน ซึ่งจะช่วยกระตุ้นพัฒนาความคิดของนักเรียนในการหาคำตอบ มีข้อมูลเพียงพอที่จะนำไปประกอบการพิจารณาแก้ปัญหาได้ สามารถหาคำตอบได้หลายวิธี คำถามควรใช้ภาษาที่เหมาะสม กระชับ รัดกุม ถูกต้อง ไม่เป็นปัญหาที่ยากหรือง่ายเกินไป เหมาะสมกับความสามารถของนักเรียนในวัยนั้น

2.4 องค์ประกอบที่ส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์

มีนักการศึกษาหลายท่านได้กล่าวถึงองค์ประกอบที่ส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ ดังนี้

โพลยา (Polya. 1957: 225) ได้กล่าวว่า สิ่งที่มีสัมพันธ์กับความสามารถในการแก้ปัญหาซึ่งเป็นสิ่งที่มีส่วนช่วยในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ได้ คือ

1. ความสามารถในการอ่านเพื่อทำความเข้าใจกับปัญหา เมื่อนักเรียนอ่านโจทย์ปัญหาข้อนั้นแล้วจะต้องสามารถจับความได้ว่าโจทย์ปัญหาข้อนั้นต้องการให้หาคำตอบเกี่ยวกับอะไร โจทย์กำหนดข้อมูลอะไรให้บ้าง ข้อมูลที่กำหนดให้มีเงื่อนไขหรือข้อกำหนดอย่างไรบ้าง

2. ความสามารถในการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของข้อมูลที่กำหนดไว้และประยุกต์ใช้ความรู้และประสบการณ์เดิมของตน เพื่อทำความเข้าใจโจทย์ปัญหาให้ชัดเจนยิ่งขึ้น
3. ความสามารถในการแปลงสิ่งที่กำหนดให้ในโจทย์เป็นประโยคสัญลักษณ์
4. ความสามารถในการวางแผนเพื่อกำหนดแนวทางในการแก้โจทย์ปัญหา
5. ความสามารถในการคิดคำนวณ เพื่อหาคำตอบที่ถูกต้องของโจทย์ปัญหา นักเรียนจะต้องมีความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับระบบจำนวน และตัวเลขตลอดจนมีทักษะในการคำนวณต่างๆอย่างคล่องแคล่ว

6. ความสามารถในการตรวจสอบคำตอบเพื่อให้มั่นใจว่า คำตอบที่คำนวณได้นั้นเป็นคำตอบที่ถูกต้องและสมบูรณ์ของโจทย์ปัญหานั้น

โคลด์ (Clyde. 1967: 112) ได้กล่าวถึงองค์ประกอบในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนไว้ดังนี้

1. วุฒิภาวะและประสบการณ์จะช่วยให้นักเรียนแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ได้ดีขึ้น
2. ความสามารถในการอ่าน
3. สถิติปัญญา

อดัมส์ เอลลิส และบีสัน (Adams; Ellis; & Beeson. 1977: 174-175) ได้กล่าวถึงปัจจัยที่ส่งผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ทาง 3 ด้าน

1. สถิติปัญญา (Intelligence) การแก้ปัญหาคณิตศาสตร์จำเป็นต้องใช้การคิดระดับสูง สถิติปัญญาเป็นสิ่งสำคัญยิ่งประการหนึ่งในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ องค์ประกอบของสถิติปัญญาที่มีส่วนสัมพันธ์กับความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ คือ องค์ประกอบทางปริมาณ (Quantitative Factors) ดังนั้นนักเรียนบางคนอาจมีความสามารถในองค์ประกอบทางด้านภาษา (Verball Factors) แต่อาจด้อยในความสามารถที่ไม่ใช่ภาษาหรือทางด้านปริมาณ

2. การอ่าน (Reading) การอ่านเป็นพื้นฐานที่จำเป็นสำหรับการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ เพราะการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ต้องอ่านอย่างรอบคอบ อ่านอย่างวิเคราะห์ อันจะนำไปสู่การตัดสินใจว่าควรจะทำอะไรและอย่างไร มีนักเรียนจำนวนมากที่มีความสามารถในการอ่านแต่ไม่สามารถแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ได้

3. ทักษะพื้นฐาน (Basic Skill) หลังจากการวิเคราะห์สถานการณ์และตัดสินใจว่าจะทำอะไรแล้วก็ยังเหลือขั้นตอนการได้มาซึ่งคำตอบที่ถูกต้องเหมาะสม นั่นคือนักเรียนจะต้องรู้การดำเนินการต่างๆ ที่จำเป็นซึ่งก็คือ ทักษะพื้นฐานนั่นเอง

ไฮเมอร์ และทรูบลัด (Heimer; & Trueblood. 1997: 30-32) ได้กล่าวถึงองค์ประกอบที่สำคัญที่มีผลต่อความสามารถของนักเรียนในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ สรุปได้ดังนี้

1. ความรู้เกี่ยวกับศัพท์เฉพาะ การรู้ศัพท์ในโจทย์คำถามจะช่วยให้นักเรียนมีแนวทางในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์
2. ทักษะการคำนวณ
3. การแยกแยะข้อมูลที่ไม่เกี่ยวข้อง
4. การหาความสัมพันธ์ของข้อมูล

5. การคาดคะเนคำตอบ
6. การเลือกใช้วิธีการทางคณิตศาสตร์ที่ถูกต้อง
7. ความสามารถในการค้นหาข้อมูลที่ขาดหายไป
8. ความสามารถในการเปลี่ยนปัญหาที่เป็นประโยคภาษาให้เป็นประโยคสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์

บาร์ดูดี (Baroody. 1993: 2-10) กล่าวถึงองค์ประกอบในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนไว้ 3 ประการคือ

1. องค์ประกอบทางด้านความรู้ความคิด (Cognitive Factor) ซึ่งประกอบด้วยความรู้เกี่ยวกับมโนทัศน์และยุทธวิธีในการแก้ปัญหา
2. องค์ประกอบทางด้านความรู้สึก (Affective Factor) ซึ่งจะเป็นแรงขับเคลื่อนในการแก้ปัญหาและแรงขับนี้มาจากความสนใจ ความเชื่อมั่นในตนเอง ความพยายามหรือความตั้งใจและความเชื่อของนักเรียน
3. องค์ประกอบทางการสังเคราะห์ความคิด (Metacognitive Factor) เป็นความสามารถในการสังเคราะห์ความคิดของตนเองในการแก้ปัญหา ซึ่งจะสามารถสนองตอบได้ว่าทรัพยากรอะไรบ้างที่สามารถนำมาใช้ในการแก้ปัญหาและจะติดตามและควบคุมทรัพยากรเหล่านั้นได้อย่างไร

ปรีชา เหนวีเย็นผล (2537: 81-82) กล่าวถึงองค์ประกอบของความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่สำคัญ ประกอบด้วย

1. ความสามารถในการทำความเข้าใจปัญหา ปัจจัยสำคัญที่ส่งผลต่อความสามารถด้านนี้คือ ทักษะการอ่านและการฟัง เพราะนักเรียนจะรับรู้ปัญหาได้จากการอ่านและการฟังแต่ปัญหาส่วนใหญ่อยู่ในรูปข้อความที่เป็นตัวอักษร เมื่อพบปัญหานั้นนักเรียนจะต้องอ่านทำความเข้าใจโดยแยกประเด็นที่สำคัญของปัญหาออกมาให้ได้ว่า ปัญหากำหนดอะไรให้บ้างและปัญหาต้องการอะไร มีข้อมูลใดบ้างที่จำเป็นในการแก้ปัญหา การทำความเข้าใจปัญหา
2. ทักษะในการแก้ปัญหา เกิดขึ้นจากการฝึกฝนทำอยู่บ่อยๆ จนเกิดความชำนาญเมื่อนักเรียนได้ฝึกคิดแก้ปัญหาอยู่เสมอ นักเรียนจะมีโอกาสได้พบปัญหาต่างๆหลายรูปแบบ ซึ่งอาจมีโครงสร้างของปัญหาที่คล้ายคลึงกันหรือแตกต่างกัน ได้มีประสบการณ์ในการเลือกยุทธวิธีต่างๆ เพื่อนำไปใช้ได้เหมาะสมกับปัญหา เมื่อเผชิญกับปัญหาใหม่ก็จะสามารถนำประสบการณ์เดิมมาเทียบเคียง พิจารณาว่าปัญหาใหม่นั้นมีโครงสร้างคล้ายกับปัญหาที่ตนเองคุ้นเคยหรือไม่ สามารถแยกเป็นปัญหาย่อยๆ ที่มีโครงสร้างของปัญหาคล้ายคลึงกับปัญหาที่ตนเองคุ้นเคยหรือไม่ สามารถใช้ยุทธวิธีใดในการแก้ปัญหานี้ได้บ้าง นักเรียนที่มีทักษะในการแก้ปัญหาก็จะสามารถวางแผนเพื่อกำหนดยุทธวิธีในการแก้ปัญหาได้อย่างรวดเร็วและเหมาะสม
3. ความสามารถในการคิดคำนวณและความสามารถในการให้เหตุผล เพราะถึงแม้ว่าจะทำความเข้าใจปัญหาได้อย่างแจ่มชัดและวางแผนแก้ปัญหาได้เหมาะสม แต่เมื่อลงมือแก้ปัญหาแล้วคิดคำนวณไม่ถูกต้อง การแก้ปัญหานั้นก็ถือว่าไม่ประสบความสำเร็จ สำหรับปัญหาที่ต้องการ

คำอธิบายให้เหตุผลนักเรียนจะต้องอาศัยทักษะพื้นฐานในการเขียนและการพูด นักเรียนจะต้องมีความเข้าใจในกระบวนการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ความหมายของการพิสูจน์ และวิธีพิสูจน์แบบต่างๆ เท่าที่จำเป็นและเพียงพอในการนำไปใช้แก้ปัญหาในแต่ละระดับชั้น

4. แรงขับ เนื่องจากปัญหาเป็นสถานการณ์ที่แปลกใหม่ ซึ่งนักเรียนไม่คุ้นเคย และไม่สามารถหาคำตอบได้ในทันที ผู้แก้ปัญหาจะต้องคิดวิเคราะห์อย่างเต็มที่เพื่อให้ได้คำตอบ นักเรียนจะต้องมีแรงขับที่จะสร้างพลังในการคิด ซึ่งแรงขับนี้เกิดขึ้นจากปัจจัยต่างๆ เช่น เจตคติ ความสนใจ แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ ความสำเร็จ ตลอดจนความซาบซึ้งในการแก้ปัญหา ซึ่งต้องใช้ระยะเวลายาวนานในการปลูกฝังให้เกิดขึ้นในตัวนักเรียนโดยผ่านทางกิจกรรมต่างๆ ในการเรียนการสอน

5. ความยืดหยุ่น ผู้แก้ปัญหาที่ดีจะต้องมีความยืดหยุ่นในการคิด คือไม่ยึดติดในรูปแบบที่ตนเองคุ้นเคย แต่จะยอมรับรูปแบบและวิธีการใหม่ๆ อยู่เสมอ ความยืดหยุ่นเป็นความสามารถในการปรับกระบวนการคิดแก้ปัญหาโดยบูรณาการความเข้าใจ ทักษะและความสามารถในการแก้ปัญหา ตลอดจนแรงขับที่มีอยู่เชื่อมโยงเข้ากับสถานการณ์ของปัญหาใหม่ สร้างเป็นองค์ความรู้ที่สามารถปรับใช้เพื่อแก้ปัญหาใหม่ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

สุร กาญจนมยุร (2542: 3-4) กล่าวถึงองค์ประกอบที่ช่วยส่งเสริมความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาดังนี้

1. องค์ประกอบที่เกี่ยวกับภาษา ได้แก่ คำและความหมายของคำต่างๆที่อยู่ในโจทย์ปัญหาแต่ละข้อมีความหมายอย่างไร
2. องค์ประกอบที่เกี่ยวกับความเข้าใจ เป็นขั้นต้นตีความจากข้อความทั้งหมดของโจทย์ปัญหาออกมาเป็นประโยคสัญลักษณ์ที่นำไปสู่การหาคำตอบด้วยวิธีการบวก ลบ คูณและหาร ซึ่งนักเรียนจะต้องคิดได้ด้วยตนเอง
3. องค์ประกอบที่เกี่ยวกับการคำนวณ ขั้นนี้นักเรียนจะต้องมีทักษะในการบวก ลบ คูณและหาร ได้อย่างรวดเร็วและแม่นยำ
4. องค์ประกอบที่เกี่ยวกับการแสดงวิธีทำ ครูผู้สอนต้องให้นักเรียนฝึกการอ่านย่อความจากโจทย์แต่ละตอน โดยเขียนสั้นๆ รัดกุมและมีความชัดเจนตามโจทย์
5. องค์ประกอบในการฝึกทักษะการแก้โจทย์ปัญหา ผู้สอนจะต้องเริ่มฝึกทักษะการแก้โจทย์ปัญหาของนักเรียนทุกคนจากง่ายไปหายาก กล่าวคือเริ่มฝึกทักษะตามตัวอย่างหรือเลียนแบบตัวอย่างที่ครูผู้สอนทำให้ดูก่อน จึงไปฝึกทักษะการแปลความและฝึกทักษะจากหนังสือเรียนต่อไป

ชมนาด เชื้อสุวรรณทวี (2542: 125) ได้กล่าวถึงองค์ประกอบที่ส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ ไว้ดังนี้

1. ความสามารถในการวิเคราะห์ปัญหาคณิตศาสตร์ คือ นักเรียนสามารถตีความทำความเข้าใจปัญหา จำแนก แยกแยะ สิ่งที่เกี่ยวข้องกับปัญหาและสิ่งที่ไม่เกี่ยวข้องกับปัญหาออก

จากกัน จะมองปัญหาให้ชัดเจนว่า อะไรคือสิ่งที่ต้องการ อะไรคือสิ่งที่เราคาดหวังว่าจะพบ และเรามีข้อมูลอะไรอยู่บ้าง การเขียนภาพจะช่วยให้เราเข้าใจปัญหานั้นๆ ได้ชัดเจนยิ่งขึ้น

2. ความสามารถในการวางแผนแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ ผู้แก้ปัญหาต้องค้นพบว่า ข้อมูลต่างๆ เกี่ยวข้องสัมพันธ์กันอย่างไร สิ่งที่ยังไม่รู้เกี่ยวข้องกับสิ่งที่รู้แล้วอย่างไร แล้วหาวิธีการแก้ปัญหาโดยนำกฎเกณฑ์ หลักการ ทฤษฎี มาใช้ประกอบกับข้อมูลที่มีอยู่ แล้วเสนอออกมาในรูปแบบของวิธีการ

3. ความสามารถในการคิดคำนวณ หมายถึง ความสามารถในการหาคำตอบที่ถูกต้องสมบูรณ์ที่สุดของปัญหาคณิตศาสตร์ โดยวิธีการตามแผนที่วางไว้ ผู้แก้ปัญหาจะต้องรู้จักวิธีการคำนวณที่เหมาะสมด้วย

สุนันท์ ฉิมวัย (2543: 23) ได้กล่าวถึงองค์ประกอบที่สำคัญที่ส่งผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ ดังนี้

1. องค์ประกอบที่เกี่ยวข้องกับตัวผู้แก้ปัญหา ซึ่งได้แก่
 - 1.1 ความรู้ ความคิด และประสบการณ์
 - 1.2 ระดับสติปัญญาและความสามารถ
 - 1.3 การรับรู้และการสังเคราะห์ความคิด
 - 1.4 ทักษะและพื้นฐานต่างๆ เช่น ทักษะการอ่าน การดำเนินการ และการคิด
 - 1.5 ความรู้สึกและความต้องการที่จะแก้ปัญหา ความเชื่อและเจตคติต่อการแก้ปัญหา
 - 1.6 ความยืดหยุ่นและความมั่นใจตนเองต่อความสามารถในการแก้ปัญหา
2. องค์ประกอบเกี่ยวกับสภาพสิ่งแวดล้อม ซึ่งเกี่ยวกับ
 - 2.1 บรรยากาศที่เอื้อต่อการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหา
 - 2.2 วิธีการพัฒนาที่ส่งเสริมให้เกิดความสามารถในการแก้ปัญหา
 - 2.3 มีเวลาในการพัฒนาอย่างเพียงพอที่นำมาเป็นสื่อในการพัฒนา เป็นปัญหาที่ดีที่ก่อให้เกิดการเรียนรู้และการพัฒนาทักษะต่างๆ เป็นปัญหาที่น่าสนใจท้าทายความสามารถและเหมาะสมกับวัย

กรมวิชาการ (2544: 38) ได้กล่าวถึงองค์ประกอบที่ช่วยในการแก้ปัญหา มีดังนี้

1. ประสบการณ์ เช่น สิ่งแวดล้อมรอบๆ ตัว พื้นฐานความรู้ทางคณิตศาสตร์ วิธีการแก้ปัญหาที่คุ้นเคย ลักษณะของโจทย์ปัญหาที่คุ้นเคย อายุ
2. จิตพิสัย เช่น ความสนใจ ความตั้งใจ ความอดทน ความกระตือรือร้น ความกล้า แต่นักเรียนก็รู้สึกว่าเป็นต้องทำ ความพยายาม
3. สติปัญญา เช่น ความสามารถทางการอ่าน ความสามารถในการให้เหตุผล ความจำความสามารถในการคิดคำนวณ ความสามารถในการวิเคราะห์ ความสามารถในการมองภาพ 3 มิติ

จากที่กล่าวมาข้างต้น สรุปได้ว่า องค์ประกอบที่ส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหา คณิตศาสตร์ ซึ่งต้องอาศัยองค์ประกอบในหลายๆ ด้าน ที่เกี่ยวข้องกับตัวผู้แก้ปัญหา ได้แก่ สติปัญญา ประสบการณ์ของผู้แก้ปัญหา แรงขับ เช่น เจตคติ ความสนใจ แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ ความสำเร็จ ส่วนด้านทักษะกระบวนการแก้ปัญหาผู้แก้ปัญหาก็ต้องมีองค์ประกอบด้าน ความสามารถในการทำความเข้าใจปัญหา กล่าวคือผู้เรียนจะต้องมีทักษะการอ่านและการฟัง สามารถ วิเคราะห์ความสัมพันธ์ รวมถึงการแปลงสิ่งที่กำหนดไว้ในโจทย์เป็นประโยคสัญลักษณ์ได้ มีความสามารถในการวางแผน ความสามารถในการการคิดคำนวณ การให้เหตุผล และ ความสามารถในการตรวจสอบคำตอบ ซึ่งองค์ประกอบเหล่านี้จะช่วยให้ผู้แก้ปัญหาประสบผลสำเร็จในการ แก้ปัญหาคณิตศาสตร์

2.5 กระบวนการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์

โพลยา (Polya. 1985: 87) ได้เสนอกระบวนการการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ ประกอบด้วยขั้นตอนสำคัญ 4 ขั้นตอน ดังนี้

1. ขั้นทำความเข้าใจปัญหา สิ่งแรกที่จะต้องทำความเข้าใจ คือ สัญลักษณ์ต่างๆ ใน โจทย์ในขั้นนี้นักเรียนจะต้องสามารถสรุปปัญหาออกมาเป็นภาษาของตนเองได้ สามารถบอกได้ว่า ประเด็นของปัญหาอยู่ที่ใด สามารถบอกได้ว่าโจทย์ถามอะไร อะไรเป็นสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ อะไรคือ เงื่อนไข และถ้าจำเป็นจะต้องให้สื่อกับข้อมูลต่างๆ นักเรียนควรเลือกสัญลักษณ์ที่เหมาะสมได้ นักเรียนจะต้องพิจารณาปัญหาอย่างตั้งใจแล้วซ้ำอีกหลายๆ แง่มุมจนกระทั่งสามารถสรุปออกมา ได้

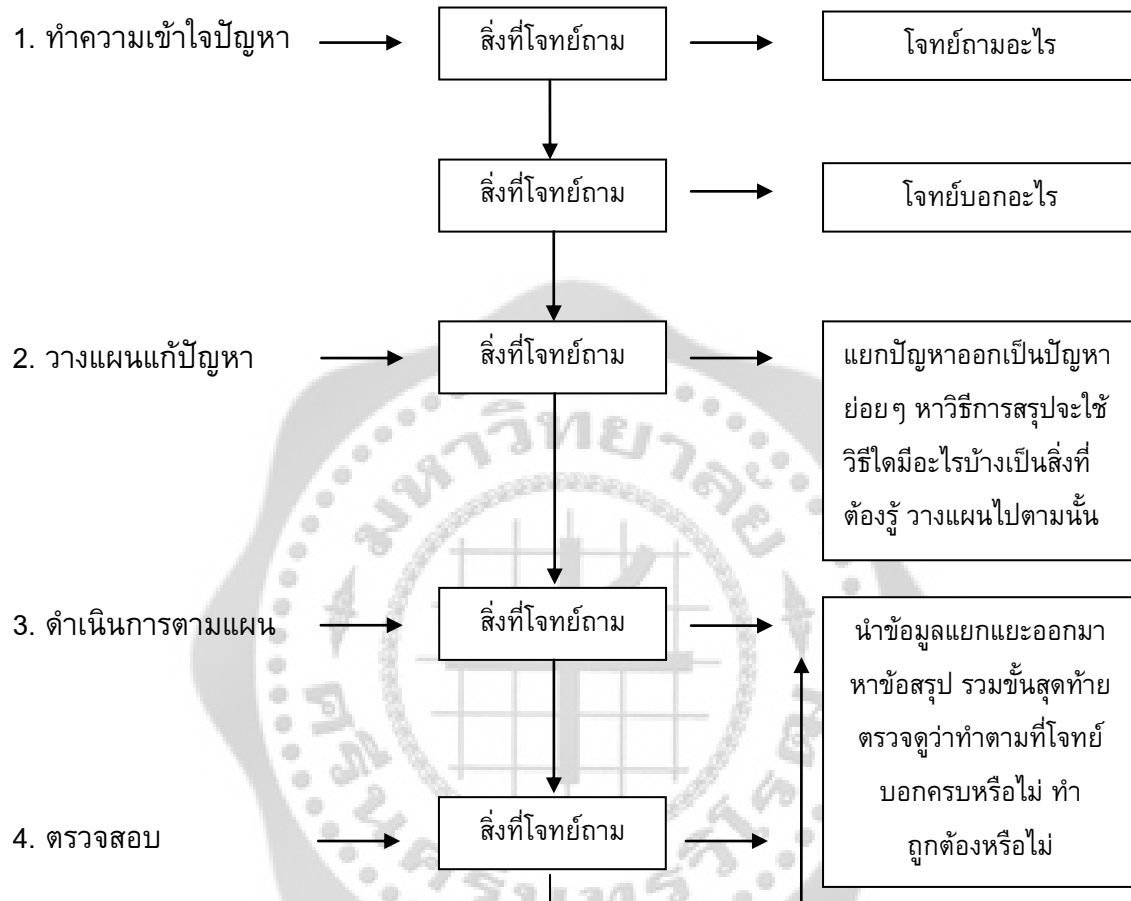
2. ขั้นวางแผนแก้ปัญหา ในขั้นนี้นักเรียนจะต้องมองเห็นความสัมพันธ์ของข้อมูล ต่างๆ ในปัญหาอย่างชัดเจนมาก่อน สิ่งที่ต้องการหา มีความสัมพันธ์กับข้อมูลที่กำหนดให้ อย่างไร สิ่งทีนักเรียนจะต้องทำในขั้นตอนนี้ก็คือ การนึกทบทวนความรู้ที่มีมาว่ามีความรู้อะไรบ้างที่สัมพันธ์ กับปัญหา เทคนิคอย่างหนึ่งในการวางแผนแก้ปัญหาได้แก่ การพยายามนึกทบทวนสิ่งที่เคย แก้ปัญหามาก่อนซึ่งมีลักษณะใกล้เคียงกับปัญหปัจจุบัน เพราะอาจจะช่วยให้นักเรียนสามารถ วางแผนแก้ปัญหาได้ใกล้เคียง ในการวางแผนนั้นควรแบ่งเป็นขั้นๆ โดยแบ่งเป็นขั้นตอนใหญ่ๆ และในแต่ละขั้นใหญ่ๆ แต่ละขั้น ก็แบ่งออกเป็นขั้นเล็กๆ อีกมากมาย นอกจากนี้ในขั้นนี้ นักเรียน จะต้องมองเห็นว่า ถ้าเขาต้องการสิ่งหนึ่งเขาต้องใช้เหตุผลหรือข้ออ้างอะไร เพื่อจะให้ได้สิ่งนั้นมาตาม ต้องการ

3. ขั้นดำเนินการตามแผน ขั้นนี้เป็นขั้นที่นักเรียนลงมือทำการคิดคำนวณตามแผน ที่วางไว้ในขั้นที่ 2 เพื่อที่จะให้ได้คำตอบของปัญหา สิ่งทีนักเรียนจะต้องใช้ในขั้นนี้ คือ ทักษะการ คำนวณ การรู้จักเลือกวิธีการคำนวณที่เหมาะสมมาใช้

4. ขั้นตรวจสอบวิธีการและคำตอบที่ได้ ตรวจสอบปัญหานั้นๆ ว่าได้ผลเป็นอย่างไร เป็นขั้นการตรวจสอบเพื่อให้แน่ใจว่าได้คำตอบที่ถูกต้องสมบูรณ์ โดยพิจารณาและสำรวจดูผลว่ามี

ความถูกต้องและมีเหตุผลน่าเชื่อถือได้หรือไม่ ตลอดจนกระบวนการในการแก้ปัญหา นักเรียนจะต้องรวบรวมความรู้และพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาเข้าด้วยกัน ทำความเข้าใจและปรับปรุงคำตอบให้ดีขึ้น

โดย Polya ได้เสนอแผนผังของลำดับขั้นตอนของการแก้ปัญหา ไว้ดังนี้



ภาพประกอบ 2 แผนผังของลำดับขั้นตอนของการแก้ปัญหตามแนวคิดของโพลยา

ที่มา: Polya. (1985). *How To Solve it*. p. 87.

ครูลิข และรุذنิก (Krulik; & Rudnick. 1993: 39-57) กล่าวถึงลำดับขั้นตอนของการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ว่ามีลำดับขั้นตอนแบ่งเป็น 5 ขั้นตอนดังต่อไปนี้

ขั้นที่ 1 อ่านและคิด (Read and Think) เป็นขั้นที่นักเรียนได้อ่านข้อปัญหาตีความจากภาษา สร้างความสัมพันธ์ และระลึกถึงสถานการณ์ที่คล้ายคลึงกัน ซึ่งโดยทั่วไปแล้วปัญหาจะประกอบด้วยข้อเท็จจริงและคำถามอยู่รวมกันอาจทำให้เกิดการไขว่ไขว่ได้ ในขั้นนี้นักเรียนจะต้องแยกแยะข้อเท็จจริงและคำถาม มองเห็นภาพของเหตุการณ์ บอกสิ่งที่กำหนดและสิ่งที่ต้องการ และกล่าวถึงปัญหาในภาษาของตนเองได้

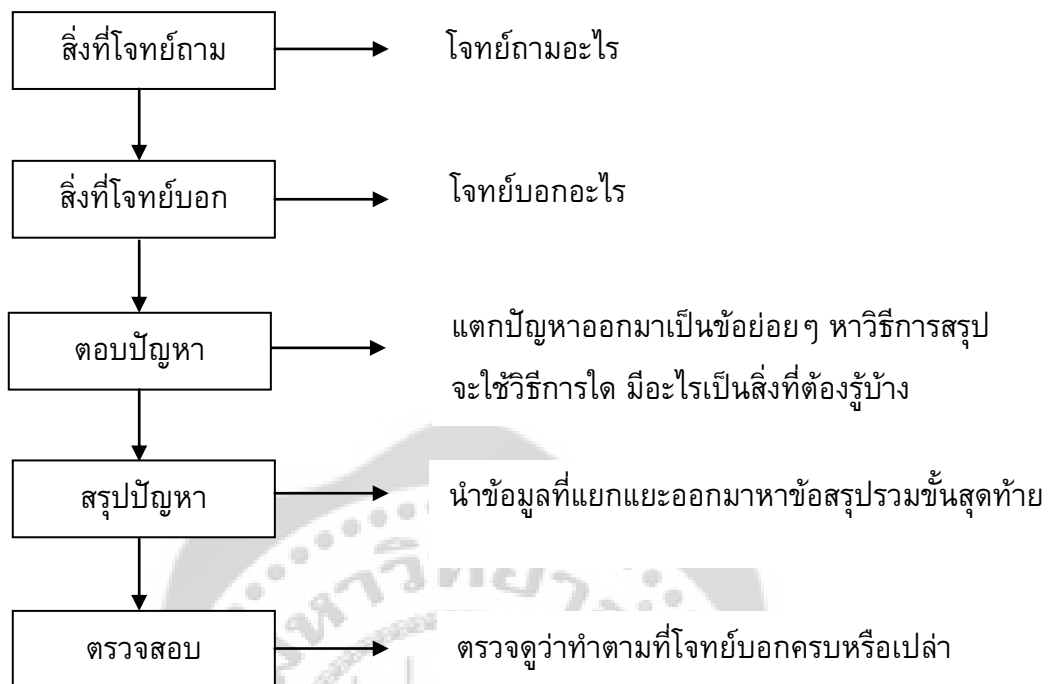
ขั้นที่ 2 สำรวจและวางแผน (Explore and Plan) ในขั้นนี้ผู้แก้ปัญหาจะวิเคราะห์และสังเคราะห์ข้อมูลที่มีอยู่ในปัญหา รวบรวมข้อมูล พิจารณาว่าข้อมูลที่มีอยู่เพียงพอหรือไม่ เชื่อมโยงข้อมูลเข้ากับความรู้เดิม เพื่อหาคำตอบที่เป็นไปได้ แล้ววางแผนเพื่อแก้ปัญหา โดยนำเอาข้อมูลที่มีอยู่สร้างเป็นแผนภาพหรือรูปแบบต่างๆ เช่น แผนผัง ตาราง กราฟ หรือวาดภาพประกอบ

ขั้นที่ 3 เลือกวิธีการแก้ปัญหา (Select a Strategy) ในขั้นนี้ผู้แก้ปัญหามustเลือกวิธีการที่เหมาะสมที่สุด แต่ละบุคคลจะเลือกใช้วิธีการแก้ปัญหที่แตกต่างกันไป และในการแก้ปัญหาหนึ่งปัญหาอาจจะมีการนำเอาหลายๆ วิธีการแก้ปัญหามาประยุกต์เพื่อแก้ปัญหานั้นก็ได้ ซึ่งวิธีการแก้ปัญหเหล่านั้น ได้แก่ การค้นหาแบบรูป (Pattern Recognition) การทำย้อนกลับ (Working Backwards) การคาดเดาและตรวจสอบ (Guess and Test) การแสดงบทบาทสมมติหรือการทดลอง (Simulation or Experimentation) การสรุป รวบรวม หรือการขยายความ (Reduction /Expansion) การแจกแจงกรณีอย่างเป็นระบบ (Organized Listing /Exhaustive Listing) การให้เหตุผลเชิงตรรกศาสตร์ (Logical Deduction)

ขั้นที่ 4 ค้นหาคำตอบ (Find an Answer) เมื่อเข้าใจปัญหาและเลือกวิธีในการแก้ปัญหาได้แล้ว นักเรียนควรประมาณคำตอบที่เป็นไปได้ ในขั้นนี้นักเรียนควรลงมือปฏิบัติด้วยวิธีการทางคณิตศาสตร์ให้ได้มาซึ่งคำตอบที่ถูกต้อง ซึ่งจะต้องอาศัยการประมาณค่าการใช้ทักษะการคิดคำนวณ การใช้ทักษะทางพีชคณิต และการใช้ทักษะทางเรขาคณิต

ขั้นที่ 5 มองย้อนและขยายผล (Reflect and Extend) ถ้าคำตอบที่ได้ไม่ใช่ผลที่ต้องการก็ต้องย้อนหลังไปยังกระบวนการที่ใช้ในการแก้ปัญหาเพื่อหาวิธีการที่ใช้ในการหาคำตอบที่ถูกต้องใหม่และนำเอาวิธีการที่ได้มาซึ่งคำตอบที่ถูกต้องไปประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหาในสถานการณ์อื่นต่อไปในขั้นตอนนี้ประกอบด้วย การตรวจสอบคำตอบ การค้นพบทางเลือกที่นำไปสู่ผลลัพธ์ การมองความสัมพันธ์ระหว่างข้อเท็จจริงและคำถาม การขยายผลลัพธ์ที่ได้ การพิจารณาผลลัพธ์ที่ได้ และการสร้างสรรค์ปัญหาที่น่าสนใจจากข้อปัญหาเดิม

ยูพิน พิพิทกุล (2530: 136) ได้เสนอขั้นตอนในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ไว้ ดังนี้



ภาพประกอบ 3 ลำดับขั้นของการแก้ปัญหา

ที่มา: ยูพิน พิพิทกุล. (2530). *การสอนคณิตศาสตร์*. หน้า 136.

ทองหล่อ วงศ์อินทร์ (2537: 43-45) ได้สรุปกระบวนการในการคิดแก้ปัญหา ดังนี้

1. การทำความเข้าใจปัญหาจากโจทย์ ประกอบด้วย การบอกสิ่งที่โจทย์กำหนดมาให้ การบอกเป้าหมายของการแก้ปัญหา การบอกข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหา การระบุค่าที่ยากต่อความเข้าใจ
2. การสร้างตัวแทนปัญหา ด้วยวิธีการต่างๆ เช่น การวาดรูป แสดงข้อมูลต่างๆที่โจทย์กำหนด การสร้างแผนภูมิ หรือแผนภาพ การเขียนสัญลักษณ์ต่างๆ แทนข้อความในโจทย์ การแปลงโจทย์ให้อยู่ในรูปของประโยคสัญลักษณ์ การจัดระบบข้อมูลใหม่
3. การวางแผนในการแก้ปัญหา ประกอบด้วย การระบุเงื่อนไขจากโจทย์ การแบ่งขั้นตอนในการแก้ปัญหา เลือกขั้นตอนในการทำงาน จัดลำดับขั้นตอน ประมาณค่าคำตอบ ระบุว่าปัญหาเกี่ยวข้องกับการใช้สูตร กฎ หรือหลักเกณฑ์เรื่องใด
4. การลงมือแก้ปัญหา มีขั้นตอนดังนี้คือ ดำเนินการตามแผนด้วยทักษะทางด้านพีชคณิต เรขาคณิต ระบุเหตุผลในการคำนวณ ใช้กฎเกณฑ์ความรู้พื้นฐานทางคณิตศาสตร์ในการคำนวณ

5. การตรวจสอบการแก้ปัญหา ได้แก่ การตรวจสอบขั้นตอนในการแก้ปัญหา ทบทวนคำตอบโดยพิจารณาจากการคำนวณ ตรวจสอบคำตอบว่าตรงกับสิ่งที่โจทย์ต้องการหรือไม่ รวมถึงความถูกต้องของคำตอบ และการทบทวนคำตอบจากการประมาณค่า

ชัยศักดิ์ ลีลาจรัสกุล (2542: 15-16) กล่าวถึง ขั้นตอนในกระบวนการแก้ปัญหา ประกอบด้วย 4 ขั้นตอน ดังต่อไปนี้

1. ทำความเข้าใจปัญหา เป็นขั้นตอนที่ระบุสิ่งที่ต้องการ ระบุข้อมูลที่กำหนดให้ และระบุเงื่อนไขเชื่อมโยงสิ่งที่ต้องการกับข้อมูลที่กำหนดให้

2. วางแผนแก้ปัญหา ในขั้นนี้เป็นการระบุข้อมูลที่จำเป็นและไม่จำเป็นสำหรับการได้มาซึ่งสิ่งที่ต้องการ ระบุปัญหาย่อย และการเลือกใช้ยุทธศาสตร์ที่เหมาะสม ได้แก่ การสังเกต กระสวนหรือรูปแบบการคิดจากปลายเหตุย้อนสู่ต้นเหตุ การเดาและทดสอบ การทดลองและสร้างสถานการณ์จำลอง การลดความซับซ้อนของปัญหา การแบ่งปัญหาวางออกเป็นส่วนย่อยๆ การใช้วิธีอนุมานทางตรรกวิทยา และการรายงานแจกแจงสมาชิกทั้งหมด

3. ดำเนินการตามแผน ในขั้นนี้เป็นการดำเนินการตามวิธีที่เลือกเพื่อแก้ปัญหา

4. ตรวจสอบกระบวนการและคำตอบ ในขั้นนี้เป็นการตรวจสอบที่ได้ว่าถูกต้องหรือไม่ คำตอบสมเหตุสมผลหรือไม่ สามารถหาวิธีการแก้ปัญหาที่ดีกว่า สันนิษฐานว่าวิธีการที่เลือกหรือไม่และสามารถดัดแปลงเพิ่มเติมเงื่อนไขหรือข้อมูลเพื่อสร้างปัญหาใหม่ได้หรือไม่

สมศักดิ์ โสภณพินิจ (2543: 44) ได้สรุปกระบวนการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ ซึ่งมี 5 ขั้นตอน ดังนี้

1. ทำความเข้าใจปัญหา ซึ่งอาจจะใช้รูปแบบทางคณิตศาสตร์มาช่วย เช่น กราฟ แผนภูมิ ตาราง

2. แสวงหาความรู้เพื่อนำไปใช้ในการแก้ปัญหานั้นๆ พิจารณาถึงเหตุ และหาหนทางที่จะแก้ปัญหา

3. วางแผนแก้ปัญหา เป็นการวางโครงการ เพื่อหาวิธีการที่เหมาะสมในการแก้ปัญหา

4. แก้ปัญหาโดยดำเนินการตามแผนที่วางไว้ ซึ่งอาจจะมีความจำเป็น ต้องใช้การคำนวณช่วย

5. ตรวจสอบผล เป็นการทบทวนเหตุผลที่ได้ดำเนินการแก้ปัญหาไปแล้วนั้นว่า มีความเหมาะสมหรือไม่เพียงใด คำนวณถูกต้องหรือไม่ คำตอบน่าเชื่อถือเพียงใด

ฉวีวรรณ เศวตมาลย์ (2544ก: 11-13) อธิบายขั้นตอนการแก้ปัญหามาของโพลยาไว้ดังนี้

ขั้นที่ 1 ทำความเข้าใจปัญหา

ต้องเข้าใจปัญหาว่าโจทย์ ต้องการหาอะไร มีข้อมูลอะไร และมีเงื่อนไขอะไรบ้าง เป็นไปได้หรือที่จะจะทำตามเงื่อนไข เงื่อนไขนั้นเพียงพอที่จะนำมาพิจารณาสิ่งที่ต้องการหรือไม่ หรือว่าไม่เพียงพอ ซ้ำซาก หรือขัดแย้งกัน วาดรูป ตั้งข้อสังเกตที่เห็นสมควร แยกเงื่อนไขออกมา

เป็นข้อย่อยๆ ท่านเขียนออกมาได้บ้างหรือไม่

ขั้นที่ 2 คิดวางแผน

หาความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลที่กำหนด และสิ่งที่ต้องการหาอาจจะลองดูปัญหาที่คล้ายๆ กัน ถ้ายังหาความสัมพันธ์ไม่พบ ท้ายสุดควรจะหาแผนที่จะแก้ปัญหา โดยพิจารณาว่าท่านเคยเห็นปัญหานี้หรือไม่ หรือท่านเคยเห็นปัญหาที่เหมือนๆ กับปัญหานี้ แต่มีข้อแตกต่างกันเล็กน้อย ท่านรู้จักปัญหาที่เกี่ยวข้องกับปัญหานี้หรือไม่ ท่านรู้จักทฤษฎีที่อาจจะนำมาใช้เป็นประโยชน์ได้บ้างหรือไม่ จงมองดูสิ่งที่ต้องการหา และพยายามคิดถึงปัญหาที่เคยทำมาแล้วที่มีสิ่งที่ต้องการหาที่เหมือนกันหรือคล้ายกัน นี่คือนโยบายที่เกี่ยวข้องกับปัญหาของท่าน และท่านเคยแก้ได้แล้ว ท่านจะใช้มันได้หรือไม่ ท่านจะใช้ผลของมันได้หรือไม่ ท่านจะใช้วิธีการของมันได้ไหม ท่านควรจะนำส่วนต่างๆ สารองมาใช้เป็นประโยชน์ได้บ้างไหม ท่านเขียนโจทย์ใหม่ได้ไหม ท่านจะเขียนใหม่โดยให้แตกต่างกันได้หรือไม่ กลับไปดูนิยาม ถ้าท่านไม่สามารถแก้ปัญหาได้ ลองแก้ปัญหาที่มีความเกี่ยวข้องกันดูก่อน ท่านนึกถึงปัญหาที่เกี่ยวข้องที่ง่าย ๆ ได้ไหม ปัญหาต่างๆ ไป ปัญหาพิเศษปัญหาที่คล้ายคลึงกันท่านแก้ปัญหาได้บางตอนไหม มันเปลี่ยนไปอย่างไร ท่านสรุปอะไรที่เป็นประโยชน์จากสิ่งที่กำหนดให้ได้บ้าง ท่านคิดถึงข้อมูลที่เหมาะสมอื่น ๆ ที่จะนำมาหาสิ่งที่ต้องการหาข้อมูลหรือทั้งสองอย่างถ้าจำเป็นได้ไหม เพื่อว่าสิ่งที่ต้องการหาใหม่หรือข้อมูลใหม่จะได้ใกล้เคียงกันมากขึ้น ท่านได้ใช้ข้อมูลหมดหรือไม่ ท่านใช้เงื่อนไขทั้งหมดไหม ท่านได้นำข้อสังเกตที่จำเป็นที่เกี่ยวข้องกับโจทย์มาพิจารณาหรือไม่

ขั้นที่ 3 ดำเนินไปตามแผน

ทำตามแผนการแก้ปัญหาของท่าน ตรวจสอบแต่ละขั้น ท่านเห็นชัดเจนหรือไม่ว่าขั้นตอนถูกต้อง ท่านพิสูจน์ได้หรือไม่ว่ามันถูกต้อง

ขั้นที่ 4 ตรวจสอบ

ตรวจสอบคำตอบที่ได้ ท่านตรวจสอบได้หรือไม่ ท่านตรวจสอบข้อโต้แย้งได้ไหม ท่านหาคำตอบได้หลายวิธีไหม ท่านมองเห็นทันทีหรือไม่ ท่านสามารถใช้ผลที่ได้หรือวิธีการแก้ปัญหาอื่นๆ บางข้อได้ไหม

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2544: 191-192) ได้สรุปขั้นตอนในการแก้ปัญหาไว้ดังนี้

ในการเริ่มต้นพัฒนาผู้เรียนให้มีทักษะในกระบวนการแก้ปัญหา ผู้สอนต้องสร้างพื้นฐานให้ผู้เรียนเกิดความคุ้นเคยกับกระบวนการแก้ปัญหา ซึ่งมีอยู่ 4 ขั้นตอนก่อน แล้วจึงฝึกทักษะในการแก้ปัญหา

ขั้นที่ 1 ทำความเข้าใจปัญหา หรือวิเคราะห์ปัญหา ต้องอาศัยทักษะที่สำคัญและจำเป็นอีกหลายประการ เช่น ทักษะการอ่านโจทย์ปัญหา ทักษะการแปลความหมายทางภาษาซึ่งผู้เรียนควรแยกแยะได้ว่าโจทย์กำหนดอะไรให้และโจทย์ต้องการให้หาอะไร หรือพิสูจน์ข้อความใด

ขั้นที่ 2 ขั้ววางแผนการแก้ปัญหา เป็นขั้นตอนที่สำคัญที่สุด ต้องอาศัยทักษะในการนำความรู้หลักการหรือทฤษฎีที่เรารู้มาแล้ว ทักษะในการเลือกใช้ยุทธวิธีที่เหมาะสม เช่น เลือกใช้การ

เขียนรูป หรือแผนภาพ ตาราง การสังเกตหาแบบรูปหรือความสัมพันธ์ เป็นต้น ในบางปัญหาอาจใช้ทักษะในการประมาณค่า คาดการณ์ หรือคาดคะเนคำตอบประกอบด้วยผู้สอนจะต้องหาวิธีฝึกวิเคราะห์แนวคิดในขั้นนี้ให้มาก

ขั้นที่ 3 ขั้นดำเนินการแก้ปัญหา ต้องอาศัยทักษะในการคิดคำนวณหรือการดำเนินการทางคณิตศาสตร์ ทักษะในการพิสูจน์หรือการอธิบายและแสดงเหตุผล

ขั้นที่ 4 ขั้นตรวจสอบ หรือมองย้อนกลับ ต้องอาศัยทักษะในการคำนวณ การประมาณค่าตอบ การตรวจสอบผลลัพธ์ที่ได้โดยอาศัยความรู้สึกเชิงจำนวน (number sense) หรือความรู้สึกเชิงปริภูมิ (spatial sense) ในการพิจารณาความสมเหตุสมผลของคำตอบที่สอดคล้องกับสถานการณ์หรือปัญหา

ไสว พักขาว (2544: 74-76) ได้เสนอการแก้ปัญหา 4 ขั้น ตามแนวคิดของ George Polya ซึ่งขั้นตอนทั้ง 4 สามารถขยายความสำหรับการแก้ปัญหาดังนี้

1. ทำความเข้าใจปัญหา (Understand the Problem) ขั้นนี้เป็นการฝึกให้ผู้เรียนรู้จักรายละเอียดของปัญหาโดยให้ถามตนเองดังนี้

- ท่านเข้าใจทุกถ้อยคำในโจทย์หรือยัง
- ท่านสามารถเขียนโจทย์นั้นใหม่ด้วยคำพูดของท่านเองไหม
- ท่านทราบไหมว่าโจทย์กำหนดอะไรให้
- ท่านทราบไหมว่าจุดหมายของโจทย์อยู่ที่ใด
- โจทย์มีข้อมูลเพียงพอหรือไม่
- โจทย์มีข้อมูลมากเกินไปจนจำเป็นหรือไม่
- โจทย์ข้อนี้คล้ายกับโจทย์ที่ท่านเคยทำมาก่อนแล้วหรือไม่

2. วางแผนแก้ปัญหา (Devise a Plan) เป็นการหาความเชื่อมโยงระหว่างข้อมูลและตัวที่ไม่รู้ค่า (unknown) ในกรณีที่หาความเชื่อมโยงไม่ได้ อาจพิจารณานำปัญหาอื่นมาช่วยแก้ปัญหา โดยถามตนเองว่า

- ท่านเคยเห็นโจทย์นี้มาก่อนหรือไม่ หรือท่านเคยเห็นโจทย์นี้ในรูปแบบที่แตกต่างไปจากนี้หรือไม่
- ท่านรู้ปัญหาอื่นที่เกี่ยวข้องไหม ท่านทราบทฤษฎีใดที่สามารถนำมาใช้ได้บ้างหรือไม่
- ดูที่ตัวที่ known และพยายามคิดถึงโจทย์ที่คุ้นเคย และมี unknown ที่คล้ายกัน
- โจทย์นี้เหมือนโจทย์ที่เคยทำมาก่อนหรือไม่ ท่านใช้วิธีนั้นกับข้อนี้ได้ไหมท่านใช้คำตอบนั้นได้ไหม ท่านจะนำบางส่วนมาช่วยให้เกิดประโยชน์ได้ไหม
- ท่านเขียนโจทย์นั้นใหม่ ให้มีความหมายเหมือนเดิมได้ไหม ท่านเขียนโจทย์นั้นใหม่จนกระทั่งเกิดความแตกต่างได้ไหม ลองกลับไปดูโจทย์เดิมอีกครั้ง
- หากท่านไม่สามารถแก้ปัญหาโจทย์นี้ได้ให้พยายามทำโจทย์ข้ออื่นที่มีความคล้ายคลึงกันก่อน ท่านสามารถคิดวิธีแก้โจทย์ที่เกี่ยวข้องกับปัญหาข้อนี้ได้เพิ่มขึ้นไหม ทำโจทย์ที่มี

ลักษณะทั่วไปมากขึ้นได้ไหม ทำโจทย์แบบอุปมา อุปมัยใหม่ ท่านสามารถทำโจทย์ได้เพียงบางส่วนหรือไม่ จับประเด็นที่เป็นเงื่อนไข ละส่วนอื่นไว้ก่อนแล้วคิดว่า unknown เกือบหาได้หรือยัง มันมีได้หลายค่าไหม ท่านดึงส่วนที่เป็นประโยชน์ออกจากข้อมูลได้หรือไม่ ท่านมีข้อมูลอื่นที่จะหาค่าตัว unknown ได้ไหม ท่านสามารถเปลี่ยนตัว unknown หรือเปลี่ยนข้อมูลหรือทั้งสองอย่างถ้าจำเป็นเพื่อที่จะหาตัว unknown ใหม่ และข้อมูลใหม่ช่วยให้หาค่าตอบง่ายขึ้นหรือไม่

- ท่านใช้ข้อมูลที่มีทั้งหมดไหม ใช้เงื่อนไขทั้งหมดไหม ท่านใช้สาระสำคัญของโจทย์ใหม่

3. ลงมือแก้ปัญหา (Carry Out the Plan) เป็นการปฏิบัติตามแผนการที่วางไว้ และหาคำตอบตามแผนนั้น โดยตรวจสอบทุกขั้นตอน

- เลือกใช้วิธีการต่างๆ ที่มีอยู่จนสามารถแก้ปัญหาได้หรือจนกว่าจะหาวิธีใหม่ได้
- ให้เวลาแก่ตนเองในการแก้ปัญหา ถ้าขณะนั้นยังแก้ไม่ได้ ควรถามความเห็นจากผู้อื่นบ้าง หรือทิ้งปัญหาไว้สักระยะหนึ่งก่อน ท่านอาจเกิดความคิดแวบขึ้นมาในขณะเวลาใดเวลาหนึ่ง ในขณะที่เกือบจะหมดหวังแล้ว

- อย่ากลัวที่จะเริ่มต้นใหม่ เพราะบ่อยครั้งการเริ่มต้นใหม่ ด้วยวิธีการใหม่สามารถนำไปสู่ความสำเร็จได้

- ถามตนเองว่าท่านมองเห็นชัดเจนหรือไม่ว่าทุกขั้นตอนถูกต้อง ท่านพิสูจน์ได้ใหม่ว่าถูกต้อง

4. มองย้อนกลับ (Look Back) เป็นการตรวจสอบคำตอบที่ได้ โดยตรวจสอบว่า
- ท่านตรวจสอบคำตอบว่าถูกต้องหรือยัง คำตอบที่ได้ตรงตามที่โจทย์ต้องการหรือไม่

- ท่านมีวิธีการตรวจสอบที่ง่ายขึ้นได้หรือไม่
- ท่านย้อนกลับไปดูโจทย์อีกครั้งได้หรือไม่
- ท่านสามารถใช้คำตอบหรือวิธีการนี้กับโจทย์อื่นๆ อีกได้ไหม

สมวงศ์ แปลงประสพโชค และคณะ (2548: 18-19) ได้อธิบายขั้นตอนการแก้ปัญหาตามแนวคิดของโพลยา ดังนี้

1. การทำความเข้าใจปัญหา มิใช่แต่หาว่าอะไรเป็นตัวไม่ทราบ อะไรเป็นข้อมูล อะไรเป็นเงื่อนไขเท่านั้น ยังต้องพิจารณาว่าเป็นไปได้หรือไม่ที่เงื่อนไขจะมีคำตอบ เงื่อนไขที่กำหนดให้เพียงพอที่จะกำหนดค่าตัวไม่ทราบค่าหรือไม่ เพียงพอหรือมากเกินไปจนความจำเป็นหรือขัดแย้งกันเอง

2. คิดหาแผนการแก้ปัญหา จะดูว่าเคยพบปัญหานี้มาก่อนหรือไม่ พบปัญหาใกล้เคียงกับปัญหานี้หรือไม่ พบปัญหาที่เกี่ยวข้องกับปัญหานี้หรือดูว่าทฤษฎีทางใดพอนำมาใช้ประโยชน์ได้บ้าง ลองเขียนหรือพูดปัญหาใกล้เคียงที่พอแก้ไขได้ นึกถึงปัญหาที่กว้างกว่า นึกถึงปัญหาที่เป็นกรณีเฉพาะกว่า นึกถึงปัญหาที่เทียบเคียงกัน หรือลองแก้ปัญหบบางส่วน แสวงหาข้อมูลที่เหมาะสมเพื่อหาตัวไม่ทราบค่า ทดลองเปลี่ยนตัวไม่ทราบค่าใหม่ หรือข้อมูลใหม่ หรือทั้งสองอย่าง เพื่อทราบว่ทั้งตัวไม่ทราบค่าและข้อมูลจะใกล้เคียงกันหรือไม่ นอกจากนี้อาจตรวจสอบดูว่าใช้ข้อมูลหมดแล้ว

หรือไม่ ใช้เงื่อนไขหมดแล้วหรือยัง เราได้ละเอียดข้อสังเกตที่จำเป็นไปบ้างหรือไม่

3. การดำเนินการตามแผน ควรตรวจทุกขั้นตอนว่าถูกต้องหรือไม่ มั่นใจว่าถูกหรือไม่

4. การตรวจตราย้อนกลับ ตรวจสอบสิ่งที่ได้ว่าเป็นคำตอบหรือไม่ ตรวจสอบความสมเหตุสมผลของข้อความมีทางได้คำตอบอื่นหรือไม่ เหลือไปดูข้างหลังบ้างหรือไม่ นอกจากนี้ให้ดูผลงานและวิธีการเพื่อไว้สำหรับปัญหาอื่นๆ ด้วย

จากรายละเอียดขั้นตอนการแก้ปัญหาดังกล่าวจะเห็นว่า การแก้ปัญหา 4 ขั้นตอนตามแนวคิดของ George Polya จะมีประโยชน์กับนักเรียนในด้านการฝึกการคิดค้นและการแสวงหาคำตอบด้วยตนเอง มีการทำงาน อย่างเป็นขั้นตอน รู้จักคิดวิเคราะห์ คิดทบทวน ค้นค้น คิดกว้างไกล คิดสร้างสรรค์ และการใช้เหตุผล สิ่งเหล่านี้จะส่งผลให้เด็กเป็นนักแก้ปัญหาที่ดีในอนาคต

จากการศึกษาแนวคิดเกี่ยวกับขั้นตอนในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ข้างต้นนั้น พบว่า นักการศึกษาได้แสดงขั้นตอนในการแก้ปัญหามีลักษณะที่คล้ายคลึงกัน ซึ่งแต่ละท่านอาจให้คำจำกัดความที่แตกต่างกัน แต่ความหมายของแต่ละขั้นมีความใกล้เคียงกัน ซึ่งแนวคิดส่วนใหญ่คล้ายกับวิธีการของโพลยา ซึ่งมีขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 ทำความเข้าใจปัญหา เป็นขั้นที่นักเรียนต้องทำความเข้าใจโจทย์ปัญหาว่า โจทย์ต้องการหาอะไร อะไรเป็นสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ และเงื่อนไขมีอะไรบ้าง โดยพิจารณาว่าเงื่อนไขที่กำหนดให้ นั้นเพียงพอที่จะหาคำตอบหรือไม่ หรือเงื่อนไขที่กำหนดให้มีข้อมูลมากเกินไป ซึ่งในขั้นนี้จะต้องอาศัยทักษะการอ่านโจทย์ปัญหา ทักษะการแปลความหมายทางภาษา เพื่อใช้ในการวิเคราะห์ทำความเข้าใจกับปัญหา

ขั้นที่ 2 วางแผนแก้ปัญหา เป็นขั้นตอนที่ต้องหาความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลที่กำหนด และสิ่งที่ต้องการหา โดยนักเรียนจะต้องพยายามนึกทบทวนถึงสิ่งที่เคยแก้ปัญหามาก่อนว่ามีลักษณะใกล้เคียงกับปัญหาที่กำลังแก้หรือไม่ ซึ่งอาจจะช่วยให้นักเรียนสามารถวางแผนแก้ปัญหา โดยการเลือกใช้ยุทธวิธีในการแก้ปัญหาได้อย่างเหมาะสม หรืออาจจะนำเอาข้อมูลที่มีอยู่สร้างเป็นแผนภาพ แผนผัง ตาราง กราฟ หรือวาดภาพประกอบ

ขั้นที่ 3 ดำเนินการตามแผน หรือ ลงมือแก้ปัญหา เป็นขั้นที่นักเรียนลงมือคิดคำนวณ หรือการดำเนินการทางคณิตศาสตร์ ตามแผนการแก้ปัญหาที่วางไว้ในขั้นที่ 2

ขั้นที่ 4 ตรวจสอบวิธีการและคำตอบ เป็นขั้นตรวจสอบขั้นตอนในการแก้ปัญหาว่าสามารถหาวิธีการแก้ปัญหาที่ดีกว่าได้หรือไม่ รวมถึงการตรวจสอบคำตอบที่ได้นั้นถูกต้อง และมีความสมเหตุสมผลสอดคล้องกับปัญหาหรือไม่

2.6 แนวทางการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์

นักการศึกษาหลายท่านได้เสนอเกี่ยวกับวิธีการสอนของครูเพื่อส่งเสริมและพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ให้กับนักเรียน ดังนี้

บิทเทอร์ (Bitter. 1990: 43-44) ได้เสนอวิธีการสอนของครูเพื่อช่วยพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียน สรุปได้ดังนี้

1. ควรเลือกปัญหาที่น่าสนใจ และไม่ยากหรือง่ายจนเกินไป
 2. ควรแบ่งนักเรียนเป็นกลุ่มย่อยๆ เพื่อให้ร่วมกันแก้ปัญหา เป็นการฝึกให้นักเรียนรู้จักการทำงานร่วมกัน
 3. ควรให้นักเรียนพิจารณาว่า โจทย์กำหนดข้อมูลอะไรมาให้ ซึ่งสามารถนำไปใช้ในการแก้ปัญหา และยังต้องการใช้ข้อมูลอื่นใดบ้าง ในการแก้ปัญหาข้อนั้นๆ
 4. ควรให้นักเรียนพิจารณาว่า ปัญหาถามหาอะไร ถ้าไม่สามารถบอกได้ ให้อ่านปัญหานั้นใหม่ และถ้าจำเป็นจริงๆ ให้ครูอธิบายความหมายของคำที่ใช้ในปัญหาข้อนั้นให้นักเรียนทราบ
 5. ควรให้ฝึกการแก้ปัญหาหลายๆ รูปแบบ เพื่อไม่ให้รู้สึกเบื่อกับการแก้ปัญหาที่ซ้ำซาก ไม่ทำลายความสามารถ
 6. ควรให้นักเรียนทำการแก้ปัญหาลittleๆ จนเคยชินว่าเป็นส่วนหนึ่งของกระบวนการเรียนการสอน
 7. ควรส่งเสริมให้นักเรียนแก้ปัญหาหลายๆ ข้อ โดยใช้วิธีการเดียวกัน เพื่อจะได้ฝึกทักษะและส่งเสริมให้ใช้การแก้ปัญหาหลายๆ วิธีในข้อเดียวกัน เพื่อให้เห็นว่ายังมีวิธีการอื่นๆ อีกที่จะใช้แก้ปัญหาในข้อนั้นได้
 8. ควรช่วยเหลือนักเรียนในการเลือกวิธีการแก้ปัญหาที่เหมาะสมสำหรับรูปแบบเฉพาะข้อนั้นๆ
 9. ควรให้นักเรียนพิจารณาว่า ปัญหาในข้อนั้นคล้ายกับปัญหาที่เคยพบมาก่อนหรือไม่
 10. ให้เวลากับนักเรียนในการลงมือแก้ปัญหา อภิปรายผลการแก้ปัญหาและวิธีการดำเนินการแก้ปัญหา
 11. ควรให้นักเรียนฝึกการคาดคะเนคำตอบและการทดสอบคำตอบที่ได้ เพื่อประหยัดเวลาในการแก้ปัญหา
- สิริพร ทิพย์คง (2536: 165-167) ได้กล่าวถึงหน้าที่ของครูในการส่งเสริมการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ สรุปได้ดังนี้
1. ควรเลือกปัญหาที่ช่วยกระตุ้นความสนใจ และเป็นปัญหาที่นักเรียนมีประสบการณ์ในเรื่องเหล่านั้นมาใช้สอนนักเรียน
 2. ควรทดสอบดูว่านักเรียนมีพื้นฐานความรู้เพียงพอหรือไม่ที่จะนำไปใช้ในการแก้ปัญหาได้ ถ้ามีไม่เพียงพอ那就ต้องสอนเสริมหรือทบทวนในสิ่งที่เคยเรียนไปแล้ว
 3. ควรให้อิสระแก่นักเรียนในการใช้ความคิดแก้ปัญหา
 4. ควรใช้แบบฝึกหัดที่มีข้อยาก ปานกลาง และง่าย เพื่อให้นักเรียนทุกคนประสบความสำเร็จในการแก้ปัญหา เป็นการเสริมสร้างกำลังใจให้กับนักเรียน
 5. ควรทดสอบดูว่านักเรียนเข้าใจปัญหาในข้อนั้นๆ หรือไม่โดยการถามว่าโจทย์ถามอะไร และโจทย์กำหนดอะไรมาให้

6. ควรฝึกให้นักเรียนรู้จักการหาคำตอบ โดยการประมาณก่อนที่จะคิดคำนวณเพื่อให้ได้คำตอบที่ถูกต้อง

7. ควรช่วยนักเรียนคิดหาความสัมพันธ์ของปัญหา โดยการแนะนำให้วาดภาพ หรือเขียนแผนผัง ในกรณีที่ไม่สามารถคิดแก้ปัญหาได้

8. ควรช่วยนักเรียนในการคิดแก้ปัญหา เช่น การถามว่าเคยแก้ปัญหาที่หรือปัญหาที่มีลักษณะคล้ายข้อนี้มาก่อนหรือไม่ ลองแยกแยะปัญหาข้อนั้นๆ ออกเป็นปัญหาย่อยๆ

9. ควรให้นักเรียนคิดหาวิธีการอื่นๆ เพื่อนำไปใช้ในการแก้ปัญหาข้อนั้นๆ รวมทั้งสนับสนุนให้ตอบวิธีการที่คิดและทำ ในการแก้ปัญหาข้อนั้นๆ ตลอดจนให้ทบทวนวิธีการคิดแก้ปัญหาแต่ละขั้นตอน

10. ควรให้นักเรียนช่วยกันแก้ปัญหาเป็นกลุ่มย่อยๆ หรือให้นำปัญหามาเองเพื่อเป็นการแลกเปลี่ยนความคิดเห็น

ปรีชา เนาว์เย็นผล (2537: 66-77) ได้เสนอวิธีการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ โดยประยุกต์ขั้นตอนการแก้ปัญหาของโพลยา ดังนี้

1. พัฒนาความสามารถในการเข้าใจปัญหา

1.1 การพัฒนาทักษะการอ่าน โดยการวิเคราะห์ความสำคัญความเข้าใจในปัญหา เป็นรายบุคคลหรือกลุ่ม อภิปรายความเป็นไปได้ของคำตอบ ความเพียงพอหรือความเกินพอของข้อมูล ปัญหาที่ใช้เพิ่มเติมอาจไม่ใช่ปัญหาคณิตศาสตร์ก็ได้

1.2 การใช้กลวิธีเพื่อเพิ่มพูนความเข้าใจ

1.2.1 การเขียนภาพ แผนภาพ หรือแบบจำลอง เพื่อแสดงความสัมพันธ์ของข้อมูลจะช่วยให้ข้อมูลมีความเป็นรูปธรรมทำความเข้าใจได้ง่ายขึ้น

1.2.2 ลดปริมาณที่กำหนดในปัญหาให้น้อยลง เพื่อเน้นโครงสร้างของปัญหา มีความชัดเจนขึ้นโดยคำนึงถึงความเป็นไปได้และความมีเหตุผล

1.2.3 การยกตัวอย่างที่สอดคล้องกับปัญหา

1.2.4 การเปลี่ยนแปลงสถานการณ์ให้เป็นเรื่องที่สอดคล้องกับชีวิตประจำวัน

1.3 การใช้ปัญหาที่ใกล้เคียงกับชีวิตประจำวัน มาให้ผู้เรียนฝึกทำความเข้าใจโดยกำหนดข้อมูลเกินความจำเป็นหรือไม่เพียงพอ เพื่อให้ผู้เรียนฝึกการวิเคราะห์ว่าข้อมูลที่กำหนดให้ข้อมูลใดไม่ได้ใช้ หรือข้อมูลที่กำหนดให้เพียงพอหรือไม่ ซึ่งสอดคล้องกับชีวิตประจำวันที่บางครั้งมีข้อมูลมากมายที่ผู้เรียนจะต้องเลือกข้อมูลที่เกี่ยวข้องมาใช้ หรือบางครั้งข้อมูลอาจไม่เพียงพอ ผู้เรียนจะต้องแสดงหาข้อมูลให้เพียงพอ

2. การพัฒนาความสามารถในการวางแผนการแก้ปัญหา

ถ้าโจทย์ปัญหามีความซับซ้อน ควรฝึกให้ผู้เรียนเขียนเป็นประโยคสัญลักษณ์ และเขียนหรือพูดลำดับขั้นตอนการคิดอย่างคร่าวๆ ก่อนลงมือทำ เพราะขั้นตอนดังกล่าวเป็นเสมือนการวางแผนในการแก้ปัญหา ถ้าผู้เรียนฝึกฝนสม่ำเสมอทำให้ผู้เรียนสามารถพัฒนาความสามารถในการวางแผนแก้ปัญหา ดังนั้น การพัฒนาความสามารถในการวางแผนแก้ปัญหาที่มีแนวทาง ดังนี้

2.1 ไม่บอกวิธีการแก้ปัญหาโดยตรงแต่กระตุ้นโดยใช้คำถามนำแล้วให้ผู้เรียนหาคำตอบ ถ้ายังตอบไม่ได้ให้เปลี่ยนคำถามให้ง่ายลง คำตอบของผู้เรียนจะช่วยให้แผนการในการแก้ปัญหาชัดเจนขึ้น

2.2 ส่งเสริมให้ผู้เรียนคิดออกมาดัง ๆ (Think Aloud) สามารถบอกให้ผู้อื่นทราบว่าตนคิดอะไร ไม่ใช่คิดอยู่ในใจตนเองเงียบ ๆ การคิดออกมาดัง ๆ อาจอยู่ในรูปของการสนทนาหรือการเขียนลำดับขั้นตอนการคิดออกมาให้ผู้อื่นทราบ ทำให้เกิดการอภิปรายเพื่อหาแนวทางในการแก้ปัญหาที่เหมาะสม

2.3 สร้างลักษณะนิสัยของผู้เรียนคิดวางแผนก่อนลงมือทำ ทำให้เห็นภาพรวมของปัญหา ประเมินความเป็นไปได้ก่อนลงมือแก้ปัญหาป้องกันการผิดพลาดหรือแก้ไขข้อบกพร่องได้ทันที เน้นวิธีการแก้ปัญหาสำคัญกว่าคำตอบ

2.4 จัดปัญหาให้ผู้เรียนฝึกทักษะ ควรเป็นปัญหาที่ทำหายเหมาะสมกับความสามารถ ไม่ยากหรือง่ายเกินไป

2.5 ในการแก้ปัญหาแต่ละปัญหาควรส่งเสริมให้ผู้เรียนใช้ยุทธวิธีในการแก้ปัญหาให้มากกว่า 1 รูปแบบ เพื่อให้ผู้เรียนมีความยืดหยุ่นในการคิด

3. การพัฒนาความสามารถในการดำเนินการตามแผน

ในการดำเนินการตามแผนผู้เรียนต้องตีความ ขยายความนำแผนไปสู่การปฏิบัติอย่างละเอียดชัดเจนและประเมินความสามารถที่จะดำเนินการได้หรือไม่

4. การพัฒนาความสามารถในการตรวจสอบ

การตรวจสอบการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ครอบคลุมประเด็นสำคัญ 2 ประเด็น คือ ประเด็นแรก ตรวจสอบขั้นตอนตั้งแต่เริ่มต้นจนเสร็จสิ้นกระบวนการอีกครั้งหนึ่ง รวมทั้งหายุทธวิธีอื่นในการแก้ปัญหา โดยสร้างสรรค์ปัญหาที่เกี่ยวข้องสัมพันธ์กันขึ้นมาใหม่ มีแนวทางการพัฒนา ดังนี้

4.1 กระตุ้นให้ผู้เรียนเห็นความสำคัญของการตรวจสอบคำตอบที่ได้ให้เคยชินจนเป็นนิสัย

4.2 ฝึกให้ผู้เรียนคาดคะเนคำตอบ

4.3 ฝึกการตีความหมายของคำตอบ (ความเป็นไปได้)

4.4 สนับสนุนให้ผู้เรียนทำแบบฝึกหัดโดยใช้วิธีหาคำตอบมากกว่า 1 วิธี

4.5 ให้ผู้เรียนฝึกสร้างโจทย์ปัญหาเกี่ยวกับเนื้อหาที่เรียน

สมศักดิ์ โสภณพิณีจ (2543: 48) ได้กล่าวถึงแนวทางการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนนั้น จะต้องพัฒนาทักษะในด้านต่างๆ คือ

1. ในการทำความเข้าใจปัญหาได้อย่างตรงประเด็น

2. ทักษะในด้านการอ่าน เพื่อการสื่อความหมายที่ถูกต้อง

3. ทักษะในด้านการคิดคำนวณ

อัมพร ม้าคอง (2553: 46-47) ได้กล่าวถึงแนวคิดสำคัญเกี่ยวกับการแก้ปัญหา มีดังนี้

1. ปัญหาที่มีค่าควรแก่การแก้เป็นปัญหาที่มีค่าควรแก่การคิด การทำให้ผู้เรียน

พยายามคิดมีความสำคัญมาก ผู้เรียนควรเห็นว่าการคิดเป็นการพัฒนาปัญญาให้ตนเองฉลาดขึ้นไม่ว่าจะคิดได้หรือไม่ก็ตาม

2. สนใจกับสิ่งที่เป็นแกนของปัญหามากกว่าบริบทที่ไม่สำคัญ ปัญหาบางอย่างแก้ได้โดยไม่ต้องใช้ข้อมูลหรือรายละเอียดทั้งหมดที่กำหนดให้ ผู้เรียนควรสามารถวิเคราะห์ได้ว่าอะไรบางอย่างที่จำเป็นสำหรับการแก้ปัญหาหนึ่งๆ

3. บางครั้งการหาคำตอบหรือผลลัพธ์อาจทำได้ด้วยวิธีง่ายๆ อย่าพยายามทำให้การแก้ปัญหาซับซ้อนหรือยุ่งยากเกินความจำเป็น เพราะจะทำให้ผู้เรียนหลงทางและเสียเวลาโดยไม่จำเป็น

4. ให้ระวังเฉลยหรือคำตอบที่ชัดเจนเกินไป เพราะอาจจะผิดได้ ผู้เรียนควรรู้ว่าบางครั้งคำตอบหรือเฉลยที่ได้มาอย่างรวดเร็วอาจเป็นสิ่งที่โจทย์ตั้งไว้เพื่อลวงคนที่ไม่เข้าใจปัญหาอย่างแท้จริง

5. อย่าปล่อยให้ประสบการณ์การแก้ปัญหาค้างก่อนทำให้ตัวเองเข้าใจและทำสิ่งที่ผิดๆ บางครั้งประสบการณ์และความเคยชินแบบเก่าๆ ทำให้ผู้เรียนลงมือทำโดยขาดการไตร่ตรองว่าวิธีนั้นเหมาะสมกับปัญหาหรือไม่

6. เริ่มลงมือแก้ปัญหา อย่าคิดเพียงว่า “ไม่รู้ว่าจะทำอย่างไร” ผู้สอนต้องกระตุ้นให้ผู้เรียนลงมือทำในวิธีที่คิด ซึ่งอาจจะใช้ได้หรือไม่ได้ แต่ก็ดีกว่าการนั่งเฉยเพราะคิดว่าตนเองทำไม่ได้

7. อย่าจำกัดความคิดของตนเองอยู่แต่เฉพาะในขอบเขตของปัญหา คิดให้กว้างและลึกกว่าสิ่งที่เห็น ผู้เรียนควรฝึกวิเคราะห์ว่าข้อมูลในปัญหาอาจไม่ได้บอกอะไรตรงๆ แต่อาจให้ข้อมูลโดยอ้อม

8. ข้อจำกัดบางอย่างในปัญหาอาจมีประโยชน์ต่อการคิด บางครั้งข้อจำกัดของปัญหาอาจทำให้ขอบเขตของการคิดและการแก้ปัญหาแคบลง ซึ่งอาจเป็นประโยชน์ในการทำงาน

9. อย่างพึงพอใจแต่เพียงคำตอบหรือเฉลยที่ได้ เมื่อได้คำตอบแล้วอย่างพึงพอใจ บางครั้งอาจต้องพิจารณาว่ากระบวนการที่เราใช้เป็นระบบหรือไม่ สามารถใช้ได้กับปัญหาแบบนี้ อีกหรือไม่

10. ต้องอดทน เพราะปัญหาบางอย่างอาจต้องใช้ความพยายามมากกว่าที่คิด บางครั้งผู้เรียนให้เวลากับปัญหามาก หรือคิดอย่างไรก็คิดไม่ได้ ทำไม่ได้ ต้องพยายาม แม้คิดไม่ได้ก็ควรอธิบายได้ว่า เพราะเหตุใดจึงคิดไม่ได้หรือไม่มีคำตอบ

จากการศึกษาแนวทางการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาให้กับนักเรียนข้างต้นสรุปได้ว่า

1. ควรเลือกปัญหาที่น่าสนใจ ไม่ยากหรือง่ายจนเกินไป ควรเป็นปัญหาที่นักเรียนมีประสบการณ์ในเรื่องนั้น หรือเป็นปัญหาที่ใกล้เคียงกับชีวิตประจำวัน และเป็นปัญหาที่มีค่าควรแก่การแก้ปัญหาและการคิด

2. ควรแบ่งนักเรียนเป็นกลุ่มย่อยๆ เพื่อช่วยกันแก้ปัญหา ซึ่งจะเป็นการแลกเปลี่ยนความคิดเห็น และฝึกให้นักเรียนรู้จักการทำงานร่วมกัน
3. ควรฝึกให้นักเรียนทำความเข้าใจปัญหา โดยให้นักเรียนพิจารณาว่าโจทย์ถามอะไร และโจทย์กำหนดอะไรมาให้บ้าง ถ้านักเรียนไม่สามารถบอกได้ ให้นักเรียนอ่านปัญหาใหม่ ถ้านักเรียนยังไม่เข้าใจครูอาจอธิบายความหมายของคำที่ใช้ในปัญหาให้นักเรียนทราบ
4. ควรฝึกให้นักเรียนมีการวางแผนการแก้ปัญหา โดยการถามว่านักเรียนเคยพบปัญหาที่มีลักษณะคล้ายกับข้อนี้มาก่อนหรือไม่
5. ควรฝึกให้นักเรียนคาดคะเนคำตอบ โดยการประมาณก่อนที่จะคิดคำนวณเพื่อให้ได้คำตอบที่ถูกต้อง และประหยัดเวลาในการแก้ปัญหา และควรฝึกให้นักเรียนหาความสัมพันธ์ของปัญหา โดยการวาดภาพ หรือเขียนแผนผัง เพื่อให้นักเรียนเห็นภาพให้การแก้ปัญหาได้ง่ายขึ้น
6. ควรให้นักเรียนฝึกการแก้ปัญหาหลายๆ รูปแบบ และทบทวนวิธีการคิดแก้ปัญหาแต่ละขั้นตอนด้วย
7. ควรให้อิสระแก่นักเรียนใช้ความคิดในการแก้ปัญหา รวมถึงให้เวลากับนักเรียนในการแก้ปัญหาโดยไม่เร่งรัด
8. ควรส่งเสริมให้นักเรียนทำแบบฝึกหัดเพื่อฝึกแก้ปัญหาหลายๆ ข้อ โดยใช้วิธีการเดียวกัน เพื่อจะได้ฝึกทักษะและส่งเสริมให้ใช้การแก้ปัญหาหลายๆ วิธีในข้อเดียวกัน เพื่อให้เห็นว่ายังมีวิธีการอื่นๆ อีกที่จะใช้แก้ปัญหาในข้อนั้นได้ และแบบฝึกหัดที่ใช้ั้นควรมีทั้งง่าย ปานกลาง และยาก เพื่อให้นักเรียนที่มีความสามารถแตกต่างกันประสบความสำเร็จในการแก้ปัญหา ซึ่งเป็นการเสริมสร้างกำลังใจให้กับนักเรียนด้วย

2.7 ยุทธวิธีในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์

การแก้ปัญหาคณิตศาสตร์แต่ละปัญหา อาจใช้วิธีที่แตกต่างกันได้หลายวิธี รวมทั้งยุทธวิธีที่ใช้ อาจแตกต่างกันด้วย ยุทธวิธีแก้ปัญหาคณิตศาสตร์เป็นเครื่องมือที่จะช่วยให้ผู้เรียนคิดและแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ได้สำเร็จ กลวิธีแก้ปัญหามีอยู่หลากหลาย ได้มีผู้เสนอแนะกลวิธีที่คล้ายคลึงกัน ดังนี้

แฮทฟิลด์ เอ็ดวาร์ดส์ และบิทเทอร์ (Hatfield; Edwards; & Bitter. 1993: 55-60) เสนอยุทธวิธีในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ ดังนี้

1. กลวิธีประมาณและตรวจสอบ (Estimation and Check) เป็นกลวิธีหนึ่งในการเสนอคำตอบที่ใกล้เคียงเพื่อตัดสินใจว่าแนวทางแก้ปัญหานั้นจะเป็นวิธีใด คำตอบที่สันนิษฐานไว้ต้องสัมพันธ์กับคำตอบที่ได้จากการแก้ปัญหา และการประมาณคำตอบสามารถทำได้เป็นประจำในชั้นเรียน
2. กลวิธีค้นหารูปแบบ (Looking for Patterns) ปัญหาบางปัญหามีวิธีแก้วิธีเดียว คือการหารูปแบบได้จากข้อมูลที่ให้มา

3. กลวิธีพิจารณาว่าข้อมูลเพียงพอหรือไม่ (Insufficient Information) ในบางครั้งข้อมูลที่ให้มานั้นไม่เพียงพอคือ บางส่วนหายไปจากโจทย์ปัญหา

4. กลวิธีวาดภาพ กราฟ และตาราง (Drawing Pictures, Graph and Table) การวาดภาพ กราฟ และตารางช่วยให้นักเรียนมองเห็นภาพจากข้อมูลที่เป็นตัวเลขได้ กราฟช่วยให้มองเห็นความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลที่ไม่ปรากฏโดยทันที

5. กลวิธีตัดข้อมูลที่ไมเกี่ยวข้องออก (Elimination of Extraneous Data) โจทย์ปัญหาบางโจทย์ปัญหาให้ข้อมูลที่จำเป็นและไม่จำเป็นในการหาคำตอบ ซึ่งนักเรียนจะต้องตัดข้อมูลที่ไม่จำเป็นออก เพื่อที่จะให้ข้อมูลนั้นแคบลง แทนที่จะใช้ข้อมูลทั้งหมดที่ไม่มีความหมาย

6. กลวิธีพัฒนาสูตรและเขียนสมการ (Developing Formulas and Writing Equations) การสร้างสูตรมีประโยชน์ต่อการเอาจำนวนมาใส่ในสูตร เพื่อคำนวณให้ได้คำตอบ

7. กลวิธีสร้างแบบจำลอง (Modeling) เป็นหนทางที่ช่วยให้นักเรียนมองเห็นความสัมพันธ์ที่จำเป็นในการแก้ปัญหา ครูซึ่งมีความเข้าใจถึงไมโครคอมพิวเตอร์สามารถใช้ในการสร้างแบบจำลองได้ดี

8. กลวิธีย้อนกลับ (Working Backwards) ในการพิสูจน์เรขาคณิตใช้กลวิธีนี้เพื่อพิจารณาการเขียนพิสูจน์

9. กลวิธีเขียนผังงาน (Flowcharting) ขั้นตอนการดำเนินงานการเขียนผังงานจะช่วยให้มองเห็นกระบวนการในการแก้ปัญหา ซึ่งผังงานเป็นโครงที่แสดงรายละเอียดของขั้นตอนที่ต้องดำเนินการตามเงื่อนไขต่างๆที่ต้องการก่อนที่จะไปถึงทางแก้ปัญหา

11. กลวิธีเทียบเคียงปัญหาอื่น (Acting out the Problem) การมองปัญหาว่าเป็นสถานการณ์ที่เคยพบมาก่อน ทำให้เห็นขั้นตอนในการแก้ปัญหาที่เกี่ยวข้องได้ง่ายขึ้น

12. กลวิธีทำให้เป็นปัญหาย่างง่าย (Simplifying the Problem) ในโจทย์ปัญหาบางโจทย์มีการคิดคำนวณที่ใช้ตัวเลขที่มีค่ามากๆ การนำตัวเลขที่มีค่าน้อยกว่าสามารถช่วยคำนวณได้อย่างรวดเร็วและสามารถนำมาแทนที่จำนวนที่มีค่ามากๆนั้นเพื่อช่วยให้นักเรียนตรวจสอบคำตอบอย่างมีเหตุผลได้ก่อนที่จะแก้ปัญหาโจทย์ที่กำหนดให้

ฉวีวรรณ เศรษฐมัลย์ (2542: 36-38) ได้เสนอยุทธวิธีการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ไว้ดังนี้

1. กำหนดคุณลักษณะของปัญหา (Characterize the problem) อะไรคือสิ่งที่กำหนด อะไรคือสิ่งที่ต้องการ อะไรขาดหายไป ท่านกำลังค้นหาอะไร ข้อมูลที่จำเป็นกำหนดมาให้หรือไม่ จงดูตัวอย่างต่างๆ มีกรณีพิเศษใดหรือไม่ที่กำหนดขอบข่ายของคำตอบที่เป็นไปได้ ท่านสามารถทำปัญหานั้นให้ง่ายลง โดยใช้ประโยชน์จากการสมมติหรือทำข้อความ “โดยไม่สูญเสียความเป็นกรณีทั่วไป” เพื่อย่อโจทย์ทั้งข้อเป็นกรณีเฉพาะได้หรือไม่

2. ท่านเคยเห็นปัญหานั้นมาก่อนหรือไม่ (Have you seen this before?) หรือท่านเคยเห็นปัญหานี้ในรูปที่แตกต่างไปเพียงเล็กน้อย ถ้าเคย ท่านสามารถถ่ายถอดไปสู่ปัญหานี้แล้วใช้วิธีการบางตอนที่เคยแก้ปัญหานั้นได้หรือไม่ จงตั้งปัญหาที่คล้ายคลึงกันที่มีตัวแปรน้อย

กว่าแล้วแก้โดย “การคล้าย” เงื่อนไขในข้อหนึ่งหรือมากกว่านั้น ท่านสามารถเรียนรู้อะไรเกี่ยวกับปัญหาเดิมบ้างหรือไม่

3. ค้นหารูปแบบ (Look for a Pattern) โดยการพิจารณาลักษณะโดยภาพรวมของอนุกรม $1 + 2 + \dots + 100$ หนุ่มน้อย Frederick Gauss ก็สร้างรูปแบบนี้ได้ : $1+100 = 2 + 99 = \dots + 101$ ความเข้าใจยั้งรู้นี้ได้นำไปสู่การสังเกตทันทีว่า ตัวเลขอีก 50 คู่ เช่นนี้ก็สามารถสร้างขึ้นมาได้ โจทย์การหาผลบวกตั้งแต่ 1 ถึง 100 ก็กลายเป็นงานหาผลคูณอย่างง่าย, $50 \times 101 = 5,050$

4. การทำให้ง่ายลง (Simplification) บางครั้งความสัมพันธ์หรือรูปแบบบางอย่าง อาจถูกจัดให้อยู่ในรูปแบบหรือนิพจน์ที่ “ยุ่งเหยิง” จงพยายามแทนค่ารูปที่ยุ่งเหยิงด้วยสัญลักษณ์ง่ายๆ แล้วค้นหาความสัมพันธ์ที่อยู่เบื้องหลัง การจัดพจน์ในนิพจน์ที่ซับซ้อนเสียใหม่อาจจะนำไปสู่ผลสำเร็จที่ปลายทางเดียวกัน

5. การลดลง (Reduction) ปัญหาของท่านสามารถแบ่งปัญหาย่อยๆ ที่จะแก้ได้ง่ายขึ้นหรือไม่

6. การทำย้อนกลับ (Work backwards) เมื่อท่านพยายามพิสูจน์ทฤษฎีบทที่ท่านทราบอยู่แล้วว่าเป็นจริง อาจจะง่ายขึ้นถ้าเริ่มต้นทำจากข้อสรุปขึ้นไปหาเหตุผล

7. จัดทำรายการ (Make a list) ถ้าท่านใช้เครื่องคอมพิวเตอร์ มันอาจจะเป็นไปได้ที่จะจัดทำรายการทั้งหมดของผลลัพธ์ที่เป็นไปได้ทุกขั้นตอนของกระบวนการบางอย่าง ถ้าท่านสนใจในผลลัพธ์ใดโดยเฉพาะของกระบวนการนั้น มันก็ควรจะรวมอยู่ในรายการทั้งหมดนั้น

8. สถานการณ์จำลอง (Simulation and modeling) แบบจำลองทางคณิตศาสตร์อาจสร้างโดยการเลียนแบบกระบวนการที่ซับซ้อนในคณิตศาสตร์ หรือในโลกแห่งความจริงนั้นถ้าผลที่ได้รับโดยใช้สถานการณ์จำลองถูกต้องแม่นยำแล้ว สถานการณ์จำลองนั้นคือความสำเร็จ

9. ตรรกศาสตร์ทางการ (Formal Logic) อุปนัยทางคณิตศาสตร์เป็นเครื่องมือที่มีศักยภาพในคณิตศาสตร์หลายสาขา เช่นเดียวกับเทคนิคที่เรียกว่า การพิสูจน์โดยอ้อม (Indirect prove) ซึ่งเป็นที่รู้กันว่าเป็นการพิสูจน์แบบ Contrapositive ด้วย

10. คำตอบของท่านมีความหมายหรือไม่ ตรวจสอบคำตอบของท่านโดยใช้สามัญสำนึกและการให้เหตุผลแบบมีทางเลือก

11. ข้อสุดท้าย เมื่อใดก็ตามที่ท่านพยายามจะแก้ปัญหา จงค้นหาวิธีหลายๆ วิธี เพื่อเป็นตัวแทนลักษณะของปัญหา จงสร้างรูปและระบุชื่อประกอบ จัดทำรายการคุณลักษณะ เขียนรายการแสดงความสัมพันธ์ เป็นต้น ยิ่งท่านมีวิธีแทนปัญหาได้มากเท่าใด ก็ยิ่งมีแนวโน้มที่ท่านจะค้นพบความสัมพันธ์ที่แอบแฝงอยู่ ซึ่งจะเป็นกุญแจไขไปสู่คำตอบได้มากเท่านั้น

ไสว พักขาว (2544: 77-91) ได้กล่าวถึงยุทธวิธีแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ ไว้ดังนี้

1. ยุทธวิธีเดาและตรวจสอบ

การแก้ปัญหาคณิตศาสตร์โดยใช้ยุทธวิธีเดาและตรวจสอบเป็นการพิจารณาข้อมูลและเงื่อนไขต่างๆ ที่ปัญหากำหนดให้ ผสมผสานกับประสบการณ์เดิมเกี่ยวข้อง เพื่อคาดเดาคำตอบปัญหา แล้วตรวจสอบความถูกต้อง ถ้าไม่ถูกต้องก็คาดเดาใหม่ โดยอาศัยประโยชน์จาก

ความไม่ถูกต้องของการเดาในครั้งแรกๆ การเดาต้องเดาอย่างมีเหตุผล มีทิศทางเพื่อให้สิ่งที่เดานั้นเข้าใกล้คำตอบที่ต้องการให้มากที่สุด

2. ยุทธวิธีการใช้ตัวแปร

การแก้โจทย์ปัญหาโดยวิธีการใช้ตัวแปรหรือเรียกอีกอย่างหนึ่งว่า ตัวไม่รู้ (unknown) เป็นอีกวิธีหนึ่งที่มีประโยชน์มากที่สุดวิธีหนึ่งในการนำมาใช้แก้ปัญหา โดยเฉพาะอย่างยิ่ง โจทย์พีชคณิตโดยตรง และคณิตศาสตร์ที่อาจมีพีชคณิตเข้ามาเกี่ยวข้องในบางส่วน

3. ยุทธวิธีการมองหารูปแบบ

4. ยุทธวิธีการแจงรายการ

การแจงรายการ โดยมากมักใช้ในการสรุปข้อมูล หรือช่วยให้มองเห็นรูปแบบของข้อมูลได้ชัดเจนขึ้น นอกจากนี้ยังสามารถช่วยในการพิจารณาความเป็นไปได้ของข้อมูลทั้งหมดที่โจทย์กำหนดให้ วิธีการแจงรายการที่จะนำเสนอต่อไปนี้จะมักจะใช้ควบคู่กับวิธีมองหารูปแบบ (Look For a Pattern) เพื่อใช้ประกอบในการหาคำตอบ

5. ยุทธวิธีการใช้ปัญหาง่ายแก้ปัญหายาก

บางครั้งเราหาคำตอบโจทย์ปัญหาข้อหนึ่งได้โดยอาศัยวิธีการหาคำตอบของโจทย์อีกข้อหนึ่ง ที่มีลักษณะคล้ายกันแต่มีจำนวนเลขน้อยกว่า ทำให้หาคำตอบได้ง่ายกว่า แล้วจึงใช้วิธีเดียวกันหาคำตอบจากโจทย์ที่กำหนด เราจะเรียกรูปแบบนี้ว่า การใช้ปัญหาง่ายแก้ปัญหายาก

สมวงษ์ แปลงประสพโชค และคณะ (2548: 19) ได้กล่าวถึงยุทธวิธีในการวางแผนแก้ปัญหาที่เรียกว่า heuristic ซึ่งสามารถสรุปยุทธวิธีต่างๆ ได้ ดังนี้

1. ทดลองกับตัวอย่างง่ายๆ
2. สร้างตาราง
3. เขียนแผนภาพหรือรูปภาพหรือสร้างโมเดล
4. หารูปแบบและตั้งกฎทั่วไป
5. เดาและตรวจสอบลงมือทดลองวิธีการเพื่อดูผล
6. กล่าวถึงปัญหาในรูปแบบใหม่ โดยเฉพาะรูปแบบที่เรารู้จัก
7. ให้ความสนใจทุกกรณีที่เป็นไปได้
8. หยุดเปลี่ยนมุมมองใหม่

อัมพร ม้าคอง (2553: 44-45) ได้กล่าวถึงยุทธวิธีแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ ไว้ดังนี้

1. การลองผิดลองถูก (Trial and error) เป็นวิธีที่ผู้เรียนมักใช้กับปัญหาที่สามารถจะทดสอบคำตอบได้ แม้จะเป็นวิธีที่ไม่แน่นอนว่าจะได้คำตอบช้าหรือเร็ว แต่ก็ เป็นวิธีที่ผู้เรียนสามารถทำได้สะดวก

2. การวาดภาพ (Picture) บางครั้งการวาดภาพประกอบก็ทำให้นักเรียนเข้าใจความ ความซับซ้อนและบริบทของปัญหาง่ายขึ้น หรือทำให้ปัญหาที่เป็นนามธรรมเป็นรูปธรรมมากขึ้น

3. การสร้างโมเดล (Model) เป็นวิธีแก้ปัญหาโดยใช้การจำลองโมเดลของปัญหา เช่น การใช้สมการหรือกราฟสร้างโมเดล

4. การค้นหาแบบรูป (Pattern) ปัญหาบางอย่างมีแบบรูป การค้นหารูปแบบทั่วไปของปัญหาอาจทำให้พบความสัมพันธ์บางอย่าง และอาจมีประโยชน์การหาคำตอบ

5. การสร้างรายการ ตาราง และแผนภูมิ (List, table, and chart) การจัดระบบหรือค้นหาของข้อมูลโดยใช้ตารางหรือแผนภูมิ อาจทำให้ผู้เรียนเข้าใจปัญหาชัดเจนขึ้น และอาจทำให้การแก้ปัญหาง่ายขึ้น

6. การทำงานย้อนกลับ (Working backward) เป็นการแก้ปัญหาโดยเริ่มต้นจากคำตอบที่ต้องการ แล้วมองย้อนกลับไปหาข้อมูลหรือวิธีการแก้ปัญหาที่ก่อนหน้านี้ เพื่อจะตัดสินใจว่าจะต้องใช้ข้อมูลหรือทำงานอะไรก่อน

7. การใช้ปัญหาที่คุ้นเคยและง่ายกว่า (Familiar and simpler problem) เป็นการทำให้ปัญหาให้อยู่ในรูปแบบที่เคยแก้ได้ หรือสามารถใช้วิธีแก้ปัญหาอื่นที่ง่ายกว่า

8. การใช้เหตุผลเชิงตรรก (Logical reasoning) เป็นการแก้ปัญหาโดยใช้หลักการที่เป็นเหตุเป็นผลและไม่เกิดข้อขัดแย้ง เนื่องจากปัญหาคณิตศาสตร์บางอย่างไม่เกี่ยวข้องกับการคำนวณ แต่ต้องใช้เหตุผลในการคิด เช่น การเปรียบเทียบปริมาตรของภาชนะ การเรียงลำดับขั้นตอนการทำงาน

จากการศึกษายุทธวิธีในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ พบว่ายุทธวิธีแต่ละยุทธวิธีข้างต้น อาจเหมาะสมกับบางปัญหา แต่ไม่สามารถใช้ได้กับบางปัญหา การเลือกใช้จึงควรพิจารณาว่ายุทธวิธีนั้นๆ ช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจปัญหา และมองเห็นแนวทางการแก้ปัญหามากขึ้นหรือไม่ ซึ่งยุทธวิธีต่างๆ ที่กล่าวมาแล้วนั้น สามารถสรุปได้ดังนี้ กำหนดคุณลักษณะของปัญหา การค้นหาแบบรูป การเดาและตรวจสอบ การประมาณคำตอบ การลองผิดลองถูก การเขียนภาพหรือแผนภาพ การสร้างโมเดล การสร้างตัวแบบ การแจกแจงรายการ การสร้างตาราง แผนภูมิการเปลี่ยนมุมมองนึกถึงปัญหาที่คุ้นเคยและง่ายกว่า การแบ่งให้เป็นปัญหาย่อยๆ การใช้ตัวแปร การใช้เหตุผลเชิงตรรกะ การทำย้อนกลับ สถานการณ์จำลอง ดูคำตอบว่ามีความหมายหรือไม่ ซึ่งยุทธวิธีต่างๆ เหล่านี้ ยังมีผลต่อวิธีการแก้ปัญหา ซึ่งอาจทำให้การแก้ปัญหานั้นง่ายและสั้นขึ้นอีกด้วย

2.8 แนวทางการวัดและการประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์

นักการศึกษาหลายท่านได้เสนอรูปแบบการวัดความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ไว้ ดังนี้

โพลยา (Polya. 1973: 5-40) ได้เสนอรูปแบบการวัดความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ไว้ ซึ่งประกอบด้วยขั้นตอนและรายละเอียดดังนี้

ตาราง 1 รูปแบบการวัดความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ตามแนวคิดของโพลยา

ขั้นตอนการแก้ปัญหาของ Polya	พฤติกรรมชี้วัดความสามารถ
ขั้นทำความเข้าใจปัญหา	หลังจากอ่านโจทย์แล้วจะต้องบอกได้ว่า โจทย์กำหนดอะไรมาให้ ต้องการทราบอะไร และข้อเท็จจริงเป็นอย่างไร
ขั้นวางแผนแก้ปัญหา	ให้เงื่อนไขความจริงในการแก้ปัญหา พร้อมทั้งลำดับขั้นตอนการแก้ปัญหาได้ถูกต้อง
ขั้นดำเนินการแก้ปัญหา	สามารถสร้างตาราง เขียนไดอะแกรม เขียนสมการ หรือประโยคสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ และทักษะการคำนวณ
ขั้นตรวจสอบคำตอบ	พิจารณาความสมเหตุสมผลและการสรุปความหมายของคำตอบ

ตัวอย่างโจทย์ปัญหาเพื่อวัดความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ “มีขวดขนาดบรรจุ 10 ลิตร หนึ่งใบ และขวดขนาดบรรจุ 3 ลิตร อีกหนึ่งใบ ขวดทั้งสองใบไม่มีขีดบอกปริมาณของเหลวเลย ถ้าต้องการน้ำ 5 ลิตร นักเรียนจะมีวิธีการตรวจอย่างไร จงบรรยายวิธีการตวงน้ำ ดังกล่าว”

ชาร์ลส์ และเลสเตอร์ (Charles; & Lester. 1982: 11-12) เสนอรูปแบบการวัดความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ไว้ โดยพิจารณาถึงความสามารถ 3 ประการ ดังนี้

1. ความเข้าใจในปัญหา เป็นความสามารถในการแปลความหมายโจทย์ มีวิธีการให้คะแนนดังนี้

0	หมายถึง	แปลความหมายผิดโดยสิ้นเชิง
1	หมายถึง	แปลความหมายผิดบางส่วน
2	หมายถึง	แปลความหมายโจทย์ถูกต้อง
2. การแก้ปัญหา เป็นความสามารถในการวางแผนแก้ปัญหา มีวิธีการให้คะแนนดังนี้

0	หมายถึง	ไม่ลงมือทำหรือทำผิดโดยสิ้นเชิง
1	หมายถึง	มีกระบวนการแก้ปัญหาถูกต้องบางส่วน
2	หมายถึง	มีกระบวนการแก้ปัญหาถูกต้อง (ไม่พิจารณาการคำนวณ)
3. การตอบปัญหา เป็นการพิจารณากระบวนการแก้ปัญหาร่วมกับทักษะการคำนวณ มีวิธีการให้คะแนนดังนี้

0	หมายถึง	ตอบผิดและกระบวนการแก้ปัญหาผิด
1	หมายถึง	ตอบเพียงบางส่วน (ในกรณีที่มีหลายคำตอบ)
2	หมายถึง	การคำนวณถูกต้อง

ชาร์ลส์ และคนอื่นๆ (Charles; et al. 1987) แบ่งสัดส่วนของการให้คะแนนออกเป็น 3 ส่วน คือ ความเข้าใจในการแก้ปัญหา วิธีการแก้ปัญหา และผลลัพธ์ที่ได้ ซึ่งสามารถวิเคราะห์ สัดส่วนและสร้างเป็นเกณฑ์ให้คะแนนได้ ดังนี้

ตาราง 2 รูปแบบการวัดความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ตามรูปแบบของ ชาร์ลส์ และคนอื่นๆ (Charles; et al. 1987)

ส่วนที่พิจารณา	พฤติกรรมที่แสดง	คะแนนที่ได้
ความเข้าใจในการ แก้ปัญหา	ไม่แสดงอะไร	0
	แปลความหมายผิดทั้งหมด	1
	แปลความหมายผิดเป็นส่วนมาก	2
	แปลความหมายผิดเป็นส่วนน้อย	3
	แปลความหมายได้ถูกต้องสมบูรณ์	4
วิธีการแก้ปัญหา	ไม่แสดงอะไร	0
	วางแผนการทำงานไม่ถูกต้อง	1
	แก้ปัญหาถูกต้องเป็นส่วนน้อย	2
	แก้ปัญหาผิดเป็นส่วนน้อย	3
	วางแผนได้เหมาะสมมีแนวทางที่จะนำไปสู่คำตอบที่ถูกต้อง	4
ผลลัพธ์ที่ได้	ไม่แสดงอะไร	0
	เขียนผิด คำนวนผิด	1
	คำตอบถูกต้อง	2

รีส์ และคนอื่นๆ (Reys; et al. 1992: 313) ได้กำหนด Rubric ของความสามารถในการแก้ปัญหาโดยที่แต่ละขั้นตอนของกระบวนการแก้ปัญหา จะให้คะแนนตั้งแต่ 0-2 คะแนน ตามรายละเอียด ดังต่อไปนี้

1. ความเข้าใจในปัญหา

- | | | |
|---|---------|---|
| 0 | หมายถึง | ไม่เข้าใจในปัญหาเลย |
| 1 | หมายถึง | เข้าใจปัญหาบางส่วนหรือแปลความหมายบางส่วนคลาดเคลื่อน |
| 2 | หมายถึง | เข้าใจปัญหาได้ดี ครบถ้วนสมบูรณ์ |

2. การวางแผนแก้ปัญหา

- | | | |
|---|---------|--|
| 0 | หมายถึง | ไม่พยายาม หรือวางแผนได้ไม่เหมาะสมทั้งหมด |
| 1 | หมายถึง | วางแผนถูกต้องบางส่วน |
| 2 | หมายถึง | วางแผนเพื่อนำไปสู่การแก้ปัญหาได้ถูกต้อง |

3. คำตอบ

- | | | |
|---|---------|--|
| 0 | หมายถึง | ไม่ตอบ หรือตอบผิดในส่วนที่วางแผนไม่เหมาะสม |
| 1 | หมายถึง | คัดลอกผิดพลาด คำนวนผิด ตอบบางส่วนสำหรับปัญหาที่มีหลายคำตอบ |
| 2 | หมายถึง | ตอบได้ถูกต้องและใช้ภาษาได้ถูกต้อง |

กรมวิชาการ (2544: 113-114) ได้กล่าวถึงการประเมินความสามารถในการแก้ปัญหา ควรจะมีวิธีการที่มากกว่าการได้คำตอบที่ถูกต้อง เกณฑ์การประเมินการแก้ปัญหาควรมี ดังนี้

1. ความเข้าใจปัญหา

- | | | |
|---|-------|--|
| 2 | คะแนน | สำหรับความเข้าใจปัญหาได้ถูกต้อง |
| 1 | คะแนน | สำหรับการเข้าใจโจทย์บางส่วนไม่ถูกต้อง |
| 0 | คะแนน | เมื่อมีหลักฐานที่แสดงว่าเข้าใจน้อยมาก หรือไม่เข้าใจเลย |

2. การเลือกยุทธวิธีการแก้ปัญหา

- | | | |
|---|-------|--|
| 2 | คะแนน | สำหรับการเลือกวิธีการแก้ปัญหาได้ถูกต้อง และเขียนประโยคคณิตศาสตร์ถูก |
| 1 | คะแนน | สำหรับการเลือกวิธีการแก้ปัญหา ซึ่งอาจจะนำไปสู่คำตอบที่ถูกต้อง แต่ยังมีบางส่วนผิด โดยอาจเขียนประโยคคณิตศาสตร์ไม่ถูกต้อง |
| 0 | คะแนน | สำหรับการเลือกวิธีการแก้ปัญหาไม่ถูกต้อง |

3. การใช้ยุทธวิธีการแก้ปัญหา

- | | | |
|---|-------|--|
| 2 | คะแนน | สำหรับการนำยุทธวิธีการแก้ปัญหาไปใช้ได้ ถูกต้อง |
| 1 | คะแนน | สำหรับการนำวิธีการแก้ปัญหามบางส่วนไปใช้ได้ถูก |
| 0 | คะแนน | สำหรับการใช้ยุทธวิธีการแก้ปัญหาไม่ถูกต้อง |

4. การตอบ

- | | | |
|---|-------|--|
| 2 | คะแนน | สำหรับการตอบคำถามได้ถูกต้อง สมบูรณ์ |
| 1 | คะแนน | สำหรับการตอบที่ไม่สมบูรณ์หรือใช้สัญลักษณ์ผิด |
| 0 | คะแนน | เมื่อไม่ได้ระบุคำตอบ |

จากการศึกษาค้นคว้าแนวทางการวัดและการประเมินความสามารถในการแก้ปัญหา คณิตศาสตร์ ผู้วิจัยได้สร้างเกณฑ์การประเมินความสามารถในการแก้ปัญหา ดังนี้

1. ความเข้าใจปัญหา
 - 3 คะแนน ระบุข้อมูลและเงื่อนไขของปัญหาได้ถูกต้อง ครบถ้วน
 - 2 คะแนน ระบุข้อมูลและเงื่อนไขของปัญหาส่วนใหญ่ถูกต้อง
 - 1 คะแนน ระบุข้อมูลและเงื่อนไขของปัญหาบางส่วนถูกต้อง
 - 0 คะแนน ระบุข้อมูลและเงื่อนไขของปัญหาไม่ถูกต้อง
2. การสร้างตัวแทนปัญหา
 - 3 คะแนน มีการสร้างตัวแทนปัญหาได้ถูกต้อง สมบูรณ์
 - 2 คะแนน มีการสร้างตัวแทนปัญหาถูกต้องบางส่วน/ไม่ชัดเจน
 - 1 คะแนน แสดงร่องรอยการสร้างตัวแทนปัญหา
 - 0 คะแนน ไม่มีการสร้างตัวแทนปัญหา
3. การวางแผนการแก้ปัญหา
 - 3 คะแนน เลือกใช้กลยุทธ์ในการแก้ปัญหาได้เหมาะสม
 - 2 คะแนน นำวิธีการแก้ปัญหาไปใช้ได้ถูกต้องส่วนใหญ่
 - 1 คะแนน แสดงร่องรอยการเลือกใช้หรือปรับเปลี่ยนกลยุทธ์ในการแก้ปัญหา
 - 0 คะแนน ไม่แสดงร่องรอยการเลือกใช้กลยุทธ์ในการแก้ปัญหา
4. การดำเนินการแก้ปัญหา
 - 3 คะแนน นำวิธีการแก้ปัญหาไปใช้ได้ถูกต้อง สมบูรณ์
 - 2 คะแนน นำวิธีการแก้ปัญหาไปใช้ได้ถูกต้องส่วนใหญ่
 - 1 คะแนน นำวิธีการแก้ปัญหาไปใช้ได้ถูกต้องบางส่วน
 - 0 คะแนน นำวิธีการแก้ปัญหาไปใช้ได้ไม่ถูกต้อง
5. การประเมินผลการแก้ปัญหา
 - 3 คะแนน มีการประเมินผลการแก้ปัญหาได้ถูกต้อง สมบูรณ์
 - 2 คะแนน มีการประเมินผลการแก้ปัญหาถูกต้องส่วนใหญ่
 - 1 คะแนน มีการประเมินผลการแก้ปัญหาถูกต้องบางส่วน
 - 0 คะแนน ไม่มีการประเมินผลการแก้ปัญหา

2.9 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์

เพื่อประโยชน์ในการวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาค้นคว้างานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ที่ได้มีผู้วิจัยไว้ดังต่อไปนี้

งานวิจัยต่างประเทศ

วิลเลียม (William. 2003: 185-187) ได้ทำการวิจัยเกี่ยวกับการเขียนตามขั้นตอนกระบวนการแก้ปัญหว่าสามารถช่วยเสริมการแก้ปัญหาได้ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนที่กำลังเริ่มต้น

เรียนพีชคณิตจำนวน 42 คน แบ่งเป็นกลุ่มทดลอง 22 คน และกลุ่มควบคุม 20 คน กลุ่มทดลองเรียนโดยใช้การเขียนตามขั้นตอนของกระบวนการแก้ปัญหา ส่วนกลุ่มควบคุมเรียนโดยใช้การแก้ปัญหาตามขั้นตอนแต่ไม่ต้องฝึกเขียน มีการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน ผลการวิจัยพบว่า กลุ่มทดลองสามารถทำงานแก้ปัญหาได้ดีกว่ากลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลองมีการเขียนตามขั้นตอนกระบวนการแก้ปัญหาได้เร็วกว่าในกลุ่มควบคุม จากการสัมภาษณ์นักเรียนในกลุ่มทดลองพบว่า นักเรียนจำนวน 75% มีความพอใจในกิจกรรมการเขียนและ นักเรียน 80% บอกว่ากิจกรรมการเขียนจะช่วยให้เขาเป็นนักแก้ปัญหาที่ดีขึ้นได้

โคโนลด์ (Konold. 2005: 2949) ได้ทำการศึกษาการแก้สมการพีชคณิตและการแก้โจทย์ปัญหาโดยใช้สื่อที่เป็นรูปธรรม (Concrete) สื่อที่เป็นตัวแทนวัตถุจริง (Representational) และสัญลักษณ์ที่เป็นนามธรรม (Abstract) หรือที่เรียกโดยใช้อักษร CRA ตามลำดับ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาที่ปกติและที่มีความบกพร่องทางการเรียน จำนวน 169 คน อายุ 11-19 ปี แบ่งเป็นนักเรียนที่มีความบกพร่องทางการเรียนจำนวน 61 คน และนักเรียนปกติ จำนวน 108 คน การทดลองแบ่งนักเรียนออกเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มทดลองได้รับการสอนโดยใช้สื่อหรือสัญลักษณ์แบบ CRA และกลุ่มควบคุมได้รับการสอนแบบปกติ โดยที่ทั้งกลุ่มเรียนเนื้อหาพีชคณิตทั้งหมด 11 บท โดยแบบฝึกหัดที่ใช้เหมือนกันทั้งสองกลุ่ม ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนทั้งสองกลุ่มมีความสามารถในการแก้ปัญหาพีชคณิตหลังทดลองสูงกว่าก่อนทดลอง การใช้สื่อหรือสัญลักษณ์แบบ CRA และการสอนแบบปกติช่วยให้นักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาสูงขึ้นเช่นเดียวกัน และยังพบว่าทั้งเด็กปกติและเด็กพิเศษสามารถเรียนรู้การแก้ปัญหาพีชคณิตได้

ซาลเลห์ และซาคาเรีย (Salleh; & Zakaria. 2009: 549-557) ได้ทำการศึกษาเพื่อวัดความสามารถในการแก้ปัญหาที่ไม่เคยพบเห็นมาก่อน และทัศนคติในการปัญหาของนักเรียนโรงเรียนที่มีชื่อเสียง กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนจำนวน 107 คน เป็นนักเรียนชาย 52 คน และนักเรียนหญิง 55 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือ แบบวัดทัศนคติ และแบบทดสอบวัดการแก้ปัญหาที่ไม่เคยพบเห็นมาก่อน ผลการวิจัยพบว่า ความสามารถในการแก้ปัญหานักเรียนนั้นทำได้ดี ไม่มีความแตกต่างระหว่างนักเรียนชายและนักเรียนหญิง ในการเข้าใจปัญหา การวางแผน การหาคำตอบ และการเขียนคำตอบที่ถูกต้อง นักเรียนมีทัศนคติในแง่บวกในการแก้ปัญหา จากผลการศึกษาแสดงให้เห็นว่าทัศนคติในการแก้ปัญหาไม่ขึ้นกับเพศ

งานวิจัยในประเทศ

สุขจิตร ตั้งเจริญ (2543: 35-41) ได้ทำการศึกษาการใช้กลวิธีในการแก้ปัญหาเพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์สมการ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2542 จำนวน 2 ห้องเรียน เป็นกลุ่มทดลอง 1 ห้องเรียน และกลุ่มควบคุม 1 ห้องเรียน ห้องเรียนละ 49 คน กลุ่มทดลองได้รับการฝึกการใช้กลวิธีในการแก้ปัญหา 4 กลวิธี ได้แก่ กลวิธีกราฟและตรวจสอบ กลวิธีสร้างตาราง กลวิธีวาดภาพ และกลวิธีทำย้อนกลับ

ส่วนนักเรียนกลุ่มควบคุมได้รับการสอนตามหลักสูตรปกติ ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มทดลองที่ได้รับการฝึกการใช้กลวิธีในการแก้ปัญหาสูงกว่านักเรียนกลุ่มควบคุม และนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์สูงใช้กลวิธีในการแก้ปัญหามากกว่านักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ปานกลางและต่ำ และนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ปานกลางใช้กลวิธีในการปัญหามากกว่านักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ต่ำ นอกจากนี้ในการเลือกใช้กลวิธีในการแก้ปัญหานั้นพบว่า นักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์สูง ปานกลาง และต่ำ เลือกใช้กลวิธีเดาและตรวจมากที่สุด รองลงมาใช้กลวิธีทำย้อนกลับและกลวิธีวาดภาพ ตามลำดับ และใช้กลวิธีสร้างตารางน้อยที่สุด

สุนันท์ ฉิมวัย (2543: 57-63) ได้เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์และความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบปฏิบัติการกับนักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครู ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ผลการวิจัยพบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบปฏิบัติการกับที่ได้รับการสอนตามคู่มือครูแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบปฏิบัติการกับที่ได้รับการสอนตามคู่มือครูแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ปรีชา เหนวีเย็นผล (2544: บทคัดย่อ) ได้ทำการพัฒนากิจกรรมการเรียนการสอนคณิตศาสตร์โดยใช้การแก้ปัญหาปลายเปิด ในลักษณะเป็นชุดกิจกรรมการแก้ปัญหา แบ่งเป็น 15 กิจกรรม โดยใช้เวลาปฏิบัติกิจกรรมละ 100 นาที โดยในกิจกรรมการเรียนการสอน ได้นำเสนอด้วยสถานการณ์ที่เป็นปัญหาปลายเปิดซึ่งมีความเชื่อมโยงกับบทเรียนคณิตศาสตร์ โดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาสี่ขั้นตอนของโพลยา และการแก้ปัญหาที่เป็นพลวัต กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2543 จำนวน 95 คน ผลการวิจัยพบว่า กิจกรรมการเรียนการสอนคณิตศาสตร์โดยใช้การแก้ปัญหาปลายเปิด มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 75/75 และการทำแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาล้างเรียนพบว่า นักเรียนส่วนใหญ่ในกลุ่มทดลองสามารถแก้ปัญหาที่มีโครงสร้างคล้ายกับปัญหาที่นักเรียนเคยมีประสบการณ์มาก่อน ได้ดีกว่าปัญหาที่แปลกใหม่ไม่คุ้นเคย และผลการประเมินพฤติกรรมการคิดแก้ปัญหา พบว่า พฤติกรรมการคิดแก้ปัญหาก่อนเรียนในทุกด้าน ได้แก่ การสำรวจศึกษา การใช้ทฤษฎีแก้ปัญหา ความรู้พื้นฐานทางคณิตศาสตร์ที่นำไปใช้ ความคิดยืดหยุ่น ความคิดริเริ่ม และการสื่อความคิดในการแก้ปัญหของนักเรียนทุกคนในกลุ่มทดลองอยู่ในระดับ “ต้องแก้ไข” พฤติกรรมการคิดแก้ปัญหาระหว่างเรียนในทุกด้านของนักเรียนส่วนใหญ่พัฒนาขึ้นไปอยู่ในระดับ “ดี” และ “ดีมาก” และในการทำแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาล้างเรียนพบว่า พฤติกรรมการคิดแก้ปัญหในทุกด้านของนักเรียนอยู่ในระดับ “ดี” นอกจากนี้ยังพบว่านักเรียนในกลุ่มทดลองมีเจตคติที่ดีต่อวิชาคณิตศาสตร์

ชัยยุทธ บุญธรรม (2549: 112-118) ได้ทำการพัฒนาชุดการเรียนคณิตศาสตร์ที่เน้นทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์โดยการสอนแบบค้นพบ เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2548 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือ แผนการจัดการเรียนรู้การใช้ชุดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่เน้นทักษะการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ โดยการสอนแบบค้นพบ และ ชุดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่เน้นทักษะการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ โดยการสอนแบบค้นพบ ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้นหลังได้รับการสอนด้วยชุดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่เน้นทักษะการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ โดยการสอนแบบค้นพบ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และ นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 65 หลังจากเรียนด้วยชุดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่เน้นทักษะการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์

สุชาติ เหลาโชติ (2550: 84-90) ได้ทำการศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนต้นด้านการรับรู้ความสามารถของตนในการเรียนและความคิดสร้างสรรค์ที่สัมพันธ์กับการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์อย่างสร้างสรรค์ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2549 จำนวน 214 คน ผลการวิจัยพบว่า ความคิดสร้างสรรค์มีความสัมพันธ์กับการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์อย่างสร้างสรรค์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเดิมมีความสัมพันธ์กับการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์อย่างสร้างสรรค์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 เพศ เศรษฐฐานะ การเรียนกวดวิชา ความถนัดทางการเรียนด้านจำนวน และการรับรู้ความสามารถของตนในการเรียนคณิตศาสตร์ มีความสัมพันธ์กับการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์อย่างสร้างสรรค์ อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

อรชร ภูบุญเต็ม (2550: 66-73) ได้ทำการศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ เรื่อง โจทย์สมการของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยการใช้ตัวแทน (Representation) กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2549 จำนวน 60 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือ แผนการจัดการเรียนรู้การแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ เรื่อง โจทย์สมการ โดยการใช้ตัวแทน และแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ เรื่อง โจทย์สมการ โดยการใช้ตัวแทน ผลการวิจัยพบว่า ความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ เรื่อง สมการของนักเรียนหลังการสอนการแก้โจทย์สมการโดยการใช้ตัวแทน สูงกว่าก่อนสอนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ปิยะนาถ เหมวิเศษ (2551: บทคัดย่อ) ได้ทำการสร้างกิจกรรมการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ที่เลือกใช้กลยุทธ์ในการแก้ปัญหามากมาย เพื่อศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ พฤติกรรมการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ และเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์และการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2550 จำนวน 50 คน โดยมีนักเรียนเป้าหมาย 4 คน เพื่อศึกษาเชิงลึกเกี่ยวกับพฤติกรรมการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ ในกิจกรรมการเรียนการสอนคณิตศาสตร์นี้ นักเรียนได้เรียนรู้กระบวนการแก้ปัญหาและกลยุทธ์ในการแก้ปัญหา ได้ฝึกฝนและมีประสบการณ์ในการแก้ปัญหาที่ไม่คุ้นเคย ซึ่งแต่ละข้อสามารถเลือกใช้กลยุทธ์ในการแก้ปัญหาได้มากกว่าหนึ่งกลยุทธ์ ผลการวิจัยพบว่า (1) นักเรียนที่เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ที่เลือกใช้กลยุทธ์ในการแก้ปัญหา

ที่หลากหลายมีความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ตั้งแต่ร้อยละ 60 ขึ้นไปของคะแนนเต็ม มากกว่าร้อยละ 60 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมด ที่ระดับนัยสำคัญ .01 (2) เมื่อนักเรียนมีประสบการณ์ในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์มากขึ้น นักเรียนสามารถพัฒนาความสามารถในการทำความเข้าใจปัญหาคณิตศาสตร์ การเลือกใช้กลยุทธ์ในการแก้ปัญหา และการค้นหาคำตอบที่ถูกต้อง พร้อมทั้งคำอธิบายที่ชัดเจน กล่าวคือ ในการทำความเข้าใจปัญหาคณิตศาสตร์ นักเรียนใช้เวลามากขึ้นในการทำความเข้าใจสถานการณ์ปัญหา แสดงร่องรอยการขีดเขียนมากขึ้นในขณะทำความเข้าใจปัญหา และใช้เวลามากขึ้นในการซักถามหรืออภิปรายเกี่ยวกับสถานการณ์ปัญหาและแนวคิดทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องก่อนลงมือแก้ปัญหา ในการเลือกใช้กลยุทธ์ในการแก้ปัญหา นักเรียนเขียนภาพหรือแผนภาพได้ชัดเจนมากขึ้น และปรับเปลี่ยนกลยุทธ์ในการแก้ปัญหาได้เหมาะสมมากขึ้น และในการค้นหาคำตอบที่ถูกต้องพร้อมทั้งคำอธิบายที่ชัดเจน นักเรียนเขียนคำอธิบายกระบวนการค้นหาคำตอบได้มากขึ้น และนักเรียนที่ได้คำตอบที่ถูกต้องของปัญหามีจำนวนมากขึ้น (3) นักเรียนที่เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ที่เลือกใช้กลยุทธ์ในการแก้ปัญหาที่หลากหลาย มีเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์และการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์อยู่ในระดับดี

ชมพูนุท วณสันเทียะ (2552: บทคัดย่อ) ได้ทำการศึกษาความคิดรวบยอดและความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ โดยใช้วิธีสอนแบบโยนิโสมนสิการร่วมกับการใช้แผนผังมโนทัศน์ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนด้วยวิธีสอนแบบโยนิโสมนสิการร่วมกับการใช้แผนผังมโนทัศน์มีความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์ และความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ขึ้นไป

สัญญา ภัทรากร (2552: 150-157) ได้ทำการศึกษาผลการจัดการเรียนรู้อย่างมีชีวิตชีวา เรื่องความน่าจะเป็น ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาและการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2551 ผลการวิจัยพบว่า ความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังได้รับการจัดการเรียนรู้อย่างมีชีวิตชีวา สูงกว่าก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ขึ้นไป ความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์หลังได้รับการจัดการเรียนรู้อย่างมีชีวิตชีวา สูงกว่าก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ขึ้นไป อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องพบว่า การจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์นั้น ส่งผลให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนสูงขึ้น และนักเรียนยังมีความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ในระดับที่สูงขึ้นด้วย ซึ่งเห็นได้ว่าความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์นั้นเป็นสิ่งที่สามารถพัฒนาให้ดีขึ้นได้ ดังนั้นผู้วิจัยจึงพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียน โดยเน้นกระบวนการคิดเชิงเมตาคอกนิชัน เพื่อให้ผู้เรียนสามารถรู้ถึงกระบวนการคิดของตนเองในการวางแผน กำกับควบคุม ตรวจสอบ และประเมินความคิดของตนเองเกี่ยวกับการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ เพื่อให้การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

3. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความตระหนักรู้ในการรู้คิด

3.1 ความหมายของความตระหนักรู้

มีนักการศึกษาหลายท่านได้ให้ความหมายเกี่ยวกับความตระหนักรู้แตกต่างกัน ดังนี้ รูนส์ (Runes. 1971: 32) กล่าวถึงความตระหนักรู้ว่า เป็นการกระทำที่เกิดจากความสำนึก

กู๊ด (Good. 1973: 54) ได้ให้ความหมายของความตระหนักรู้ว่า เป็นการกระทำที่แสดงถึงการเกิดความรู้ของบุคคลหรือการที่บุคคลแสดงความรู้สึกรับผิดชอบต่อปัญหาต่างๆ ที่เกิดขึ้น

คอฟฟ์กา (Koffka. 1973: 212) กล่าวถึงความตระหนักรู้ว่า มีความหมายคล้ายกับความสำนึก ในแง่ของภาวะทางจิตใจที่เกี่ยวกับความรู้สึก ความคิดและความปรารถนาต่างๆ ซึ่งความตระหนักรู้เป็นสภาวะที่บุคคลได้รับรู้หรือได้ประสบการณ์ต่างๆ แล้วมีการประเมินค่าและตระหนักถึงความสำคัญในการที่ตนเองมีสิ่งนั้นๆ นั่นคือ ประสบการณ์และสภาวะแวดล้อม หรือสิ่งเร้าภายนอกเป็นปัจจัยที่สำคัญที่ทำให้บุคคลเกิดความตระหนักรู้ขึ้น

โวลแมน (Wolman. 1973: 38) กล่าวว่า ความตระหนักรู้ เป็นสภาวะที่บุคคลเข้าใจ หรือสำนึกถึงบางอย่างของเหตุ ประสบการณ์ หรือวัตถุสิ่งของได้

วูล์ฟอล์ค (Woolfolk. 1990: 292-294) กล่าวถึงความตระหนักรู้ สรุปได้ว่า เป็นการรู้ทักษะกลวิธี และแหล่งข้อมูลที่เป็นต่อการทำงานอย่างมีประสิทธิภาพ การที่บุคคลรู้ถึงสิ่งที่ตนเองคิดและความสอดคล้องของสถานการณ์การเรียนรู้ รวมถึงการแสดงออกในสิ่งที่รู้ออกมาโดยการอธิบายให้ผู้ฟังได้ สามารถสรุปใจความสำคัญของสิ่งที่เรียนรู้นั้น มีวิธีจำได้ง่าย ตลอดจนการคิดแบบทดสอบ การวางขอบข่ายและการจัดบันทึก ความสามารถในการสะท้อนกระบวนการคิดของตนเองออกมาในขณะที่อ่านเรื่องราว หรือในการคิดแก้ปัญหา เป็นทักษะที่ทำให้บุคคลทำงานอย่างมีแบบแผน จะต้องทำอะไร (what to do)

ประภาเพ็ญ สุวรรณ (2520: 14) ให้ความหมายไว้ว่า ความตระหนักรู้ หมายถึง การที่บุคคลนึกคิดได้ หรือการเกิดขึ้นในความรู้สึกว่ามีสิ่งหนึ่ง เหตุการณ์หนึ่ง หรือสภาพการณ์หนึ่ง ซึ่งการรู้สึกว่ามี หรือการได้นึกคิดถึงสิ่งใดสิ่งหนึ่ง เป็นความรู้สึกที่เกิดขึ้นในสภาวะของจิตใจ แต่ไม่ได้หมายความว่าบุคคลนั้นจะจำได้หรือระลึกได้ถึงลักษณะบางอย่างของสิ่งนั้น

วิชัย วงษ์ใหญ่ (2523: 133) ได้กล่าวถึงความหมายของ “ความตระหนักรู้” ว่า ความตระหนักรู้เป็นพฤติกรรมด้านต่ำสุดของทางด้านความรู้ (Cognitive Domain) แต่ความตระหนักรู้ไม่ได้เกี่ยวกับความจำหรือความระลึกได้ ความตระหนักรู้หมายถึง ความสามารถนึกคิด ความรู้สึกที่เกิดขึ้นในสภาวะของจิตใจ

พจนานุกรมฉบับราชบัณฑิตยสถาน (2525: 322) ได้ให้ความหมายของความตระหนักรู้ (กิริยา) ว่า รู้ ประจักษ์ชัด รู้แจ้ง

ภัทรา นิคมานนท์ (2538: 50) กล่าวถึงความตระหนักรู้ว่าเป็นขั้นทำความรู้จักกับเหตุการณ์หรือปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้น โดยยอมให้สิ่งเหล่านั้นเข้ามาอยู่ในความสนใจของตนเอง

มยุรี บุญเยี่ยม (2545: 60) ให้ความหมายไว้ว่า ความตระหนักหมายถึง การที่บุคคลแสดงถึงการรับรู้ การคิดได้ และการแสดงออกซึ่งความรับผิดชอบเมื่อเผชิญกับปัญหา เหตุการณ์ หรือสถานการณ์ใดสถานการณ์หนึ่ง

ศศิธร บัวทอง (2549: 10) ให้ความหมายไว้ว่า ความตระหนักหมายถึง การมีความสำนึกในบางสิ่งบางอย่างหรือเป็นการแสดงออกให้เห็นถึงการรับรู้และพิจารณาใคร่ครวญเหตุการณ์ ประสบการณ์ วัตถุหรือเหตุการณ์ที่ดำเนินไปบางอย่าง การใช้ความคิดจดจ่อเตือนตนเองได้ไม่ว่าจะอยู่ในสถานการณ์ใด

ภัทรรัตน์ แสงเดือน (2553: 61) กล่าวว่า ความตระหนัก หมายถึง การกระทำหรือการแสดงออกที่เกิดจากความสำนึกของบุคคล เป็นความรู้สึกที่เกิดขึ้นในสภาวะของจิตใจที่เกี่ยวกับความรู้สึก ความคิด และความปรารถนาต่างๆ สามารถประเมินค่าความสำคัญในสิ่งที่ตนเองมีอยู่ได้ ซึ่งประสบการณ์ สภาวะแวดล้อม ถือเป็นสิ่งเร้าภายนอกที่จะทำให้บุคคลเกิดความตระหนัก

จากความหมายของความตระหนักที่กล่าวมาแล้วข้างต้น สรุปได้ว่า ความตระหนัก หมายถึง การที่บุคคลแสดงถึงความรู้ สามารถนึกคิด และมีความเข้าใจอย่างแจ่มแจ้งต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่ง หรือเหตุการณ์ใดเหตุการณ์หนึ่ง ซึ่งประสบการณ์ สภาวะแวดล้อม หรือสิ่งเร้าภายนอกจะเป็นตัวกระตุ้นให้บุคคลเกิดความตระหนักและจะสะท้อนให้เห็นทางพฤติกรรม

3.2 ความหมายของความตระหนักในการรู้คิด

มีผู้ให้ความหมายความตระหนักในการรู้คิด ไว้ดังนี้

ฟอร์ทูนาโต และคนอื่นๆ (Fortunato; et al. 1991: 38) ได้ให้ความหมายเกี่ยวกับความตระหนักในการรู้คิด หมายถึง การรู้ตัวตนเองคิดว่าจะทำงานนั้นอย่างไรตั้งแต่การกำหนดเป้าหมาย จนถึงการปฏิบัติงานจนบรรลุเป้าหมาย และทบทวนความคิดเกี่ยวกับแผนที่วางไว้ว่า เป็นไปได้เพียงใด ความเหมาะสมของลำดับขั้นตอน วิธีการที่เลือกใช้ ตลอดจนการคิดเกี่ยวกับการประเมินผลงานที่ทำและผลลัพธ์ที่ได้

อารีรักษ์ สืบถิ่น (2535: 8) ให้ความหมายของการตระหนักในการรู้คิดไว้ว่า เป็นความเข้าใจที่บุคคลมีต่อกระบวนการคิดในกิจกรรมการเรียนรู้ของตน ซึ่งจะทำให้เขาสามารถวางแผน ควบคุมตรวจสอบ และประเมินผลการเรียนรู้ของตนเองได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ดำเนิน ยาทั่วม (2548: 8) ความตระหนักในการรู้คิด หมายถึงการพูด หรือการเขียนที่แสดงถึงความรู้อย่างชัดเจนด้านกลวิธี ประโยชน์ และความสำคัญของการที่นักเรียนได้สะท้อนความคิดจากสถานการณ์เหตุการณ์ หรือสื่อ เพื่อให้เกิดความตระหนักและความเข้าใจในกระบวนการรู้คิดของตนเอง และสามารถติดตาม กำกับควบคุม และประเมินการรู้คิดของตนเองได้

วัฒนาพร ระงับทุกข์ (2536: 14) กล่าวสรุปไว้ว่า การตระหนักในการรู้คิด เป็นการรับรู้เกี่ยวกับการนำทักษะการรู้คิดซึ่งประกอบด้วยการวางแผน การควบคุมตรวจสอบ และการประเมินผลไปใช้ เพื่อให้สิ่งที่กระทำได้บรรลุผลตามจุดมุ่งหมายที่ตั้งไว้

มยุรี บุญเยี่ยม (2545: 60) กล่าวว่า ความตระหนักในการรู้คิด เป็นวิธีการที่แสดงถึงความรู้ความเข้าใจของบุคคลที่มีต่อกระบวนการคิดในกิจกรรมการเรียนรู้ของตนและใช้ความรู้ความเข้าใจดังกล่าว เพื่อเป็นข้อมูลสำหรับการกำกับและควบคุมตนเองในการแก้ปัญหาเพื่อให้สามารถแก้ปัญหาต่างๆ ได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยประกอบด้วยกระบวนการประเมินสภาพเบื้องต้น การวางแผน การกำกับควบคุมเพื่อดำเนินการตามแผน และการตรวจสอบผลลัพธ์

ภัทรรัตน์ แสงเดือน (2553: 7) กล่าวว่า ความตระหนักในการรู้คิด หมายถึง วิธีการที่แสดงถึงความรู้ความเข้าใจที่บุคคลมีต่อกระบวนการคิดของตนเองในการสอบ หรือการแก้ปัญหาใดๆ และใช้ความรู้ดังกล่าวเพื่อเป็นข้อมูลสำหรับการกำกับและควบคุมตนเองในการหาคำตอบได้อย่างมีประสิทธิภาพ

จากการศึกษาข้างต้นสรุปได้ว่า ความตระหนักในการรู้คิดหมายถึง การที่บุคคลแสดงถึงความรู้ ความเข้าใจ รู้ถึงสิ่งที่ตนเองคิด ซึ่งรู้ว่าจะใช้ทักษะกลวิธี และแหล่งข้อมูลอะไรบ้างที่จำเป็นต่อการทำงานอย่างมีประสิทธิภาพ และรู้ว่าจะทำอย่างไร และควรจะต้องประกอบด้วยสิ่งใดบ้างจึงจะทำให้การทำงานเกิดประสิทธิภาพยิ่งขึ้น โดยสามารถแสดงออกในสิ่งที่รู้ออกมาด้วยการอธิบายให้ผู้อื่นฟังได้ สามารถประเมินได้จากแบบวัดความตระหนักในการรู้คิด ซึ่งเป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) 4 ระดับ โดยกำหนดระดับของการปฏิบัติเพื่อสะท้อนความตระหนักในการรู้คิดของผู้เรียน คือ ปฏิบัติเป็นประจำ ปฏิบัติบ่อยครั้ง ปฏิบัตินานๆ ครั้ง และไม่เคยปฏิบัติเลย

3.3 การวัดความตระหนักในการรู้คิด

3.3.1 การวัดความตระหนัก

เนื่องจากความตระหนัก (Awareness) พฤติกรรมที่ละเอียดอ่อนเกี่ยวกับด้านความรู้สึกละเอารมณ์ ดังนั้นการที่จะทำการวัดและการประเมินผลมาใช้ จึงต้องมีหลักการ และวิธีการตลอดจนเทคนิคเฉพาะ จึงจะวัดความรู้และอารมณ์ดังกล่าวออกมาให้เที่ยงตรงและเชื่อมั่นได้ เครื่องมือที่ใช้วัดความรู้สึกละเอารมณ์นั้นมีหลายประเภทด้วยกัน ซึ่งนักการศึกษาหลายท่านได้กล่าวถึงการวัดความตระหนักไว้ ดังนี้

คราทวอห์ล และคนอื่นๆ (Krathwohl; et al. 1956: 101-103) ได้ให้แนวคิดเกี่ยวกับการวัดความตระหนักว่า พฤติกรรมที่จะใช้วัดความตระหนักนั้นจะต้องเป็นพฤติกรรมเกี่ยวกับความสำนึกในบางสิ่งบางอย่างที่แสดงว่านักเรียนตระหนักในความเป็นอยู่ของปรากฏการณ์ เหตุการณ์ หรือกิจการบางอย่าง ความตระหนักเป็นเรื่องที่ต้องอาศัยสติปัญญาเข้ามาเกี่ยวข้องอย่างมาก การตระหนักต่อคนบางคนหรือของบางอย่างก็คือ การรู้จักสิ่งนั้นหรือคนนั้น ถึงแม้ว่าการรับรู้นั้นจะเป็นการรับรู้แค่ผิวเผินก็ตาม สิ่งสำคัญในการวัดความตระหนัก คือ การสร้างข้อสอบสถานการณ์ที่แสดงความตระหนักต้องปราศจากการชี้แนะหรือชักนำโดยตรงจากผู้ให้การวัดว่ามีสิ่งของหรือปรากฏการณ์นั้นอยู่ ซึ่งสรุปได้ ดังนี้

1. การวัดความตระหนักจะต้องวัดพฤติกรรมที่เกี่ยวข้องกับการสำนึกโดยการรับรู้หรือการยอมรับว่ามีสิ่งนั้นอยู่ หรือมีเหตุการณ์นั้นเกิดขึ้น
 2. การที่บุคคลจะมีความตระหนักในเรื่องใดเรื่องหนึ่งนั้น บุคคลจะต้องมีความรู้หรือเคยรู้จักกับสิ่งนั้นมาก่อน แม้จะเป็นการรู้จักอย่างผิวเผินก็ตาม
 3. ขอบเขตของความตระหนักนั้นมีตั้งแต่ความตระหนักอย่างผิวเผินจนกระทั่งถึงความตระหนักอย่างลึกซึ้ง
 4. ความตระหนักที่เกิดขึ้นจะเริ่มจากความตระหนักอย่างผิวเผินก่อนแล้วจึงเกิดความตระหนักที่ลึกซึ้งยิ่งขึ้น
 5. ในการสร้างแบบวัดความตระหนัก สถานการณ์ที่สร้างขึ้นเพื่อให้มีความตระหนักเกิดขึ้นจะต้องไม่มีการชี้แนะหรือชักนำโดยตรงจากผู้ให้การวัดว่ามีสิ่งของหรือมีปรากฏการณ์นั้น
- ชาว แพร์ตกุล (2526: 201) กล่าวว่า เครื่องมือที่ใช้วัดความรู้สึกและอารมณ์นั้นมีหลายประเภท ดังนี้

1. วิธีการสัมภาษณ์ (Interview) อาจเป็นการสัมภาษณ์ชนิดที่โครงสร้างแน่นอน (Structure item) โดยสร้างคำถามและมีคำตอบที่เลือกเหมือนกัน แบบสอบถามชนิดเลือกตอบ และคำถามจะต้องตั้งไว้ก่อน เรียงลำดับก่อนหลังไว้อย่างดี หรืออาจเป็นแบบไม่มีโครงสร้าง (Unstructure item) ซึ่งเป็นการสัมภาษณ์ที่มีไว้แต่หัวข้อใหญ่ๆ ให้ผู้ตอบมีเสรีภาพในการตอบมาก ๆ
2. แบบสอบถาม (Questionnaire) แบบสอบถามอาจจะเป็นชนิดปิดหรือเปิดก็ได้
3. แบบตรวจสอบรายการ (Checklist) เป็นเครื่องมือวัดชนิดที่ตรวจสอบว่าเห็นด้วยหรือไม่เห็นด้วย หรือมีไม่มีสิ่งที่กำหนดตามรายการ อาจอยู่ในรูปของการทำเครื่องหมายตอบ หรือเลือกว่าใช่ ไม่ใช่ก็ได้

4. มาตรวัดอันดับคุณภาพ (Rating scale) เครื่องมือนี้เหมาะสำหรับวัดอารมณ์และความรู้สึกที่ต้องการทราบความเข้าใจ (Intensity) ว่ามีมากน้อยเพียงไรในเรื่องนั้น

5. การเข้าใจความหมายภาษา (Semantic differential technique หรือ S.D.)

เทคนิคการวัดโดยใช้ความหมายของภาษาของ ชาร์ล อี ออสกู๊ด (Charl E. Osgood, 1970: 80) เป็นเครื่องมือที่วัดได้ครอบคลุมชนิดหนึ่งเครื่องมือชนิดนี้จะประกอบด้วยเรื่องซึ่งถือเป็น “สัปดาห์” และจะมีคุณศัพท์ที่ตรงข้ามกันเป็นคู่ประกอบสัปดาห์นั้นหลายคู่ แต่ละคู่จะมี 2 ขั้ว ช่องจะห่างระหว่าง 2 ขั้วนี้ บ่งด้วยตัวเลข ถ้าใกล้ขั้วใดมากก็จะมีคุณลักษณะตามคุณศัพท์ของขั้วนั้นมากคุณศัพท์ที่ประกอบเป็น 2 ขั้วนี้ แยกออกเป็น 3 พวกใหญ่ๆ คือ พวกที่เกี่ยวข้องกับการประเมินค่า (Evaluation) พวกที่เกี่ยวข้องกับศักยภาพ (Potential) และพวกที่เกี่ยวข้องกับกิจกรรม (Activity)

วันพร ผลาวลัย (2528: 33-34) กล่าวว่า ความตระหนัก (Awareness) เป็นการแสดงพฤติกรรมที่ละเอียดอ่อนเกี่ยวกับด้านความรู้สึกและอารมณ์ ดังนั้นเครื่องมือที่จะนำมาวัดจะต้องมีหลักการและวิธีการ ตลอดจนเทคนิคเฉพาะเพื่อจะได้ผลออกมาเที่ยงตรง และเชื่อถือได้ มีผู้เสนอแนะเครื่องมือที่ใช้วัดความตระหนักหลายประเภท ดังนี้ คือ

1. วิธีการสัมภาษณ์ (Interview) อาจเป็นการสัมภาษณ์แบบมีโครงสร้างอย่างแน่นอน (Structured Item) คือมีการสร้างคำถามและมีคำตอบให้เลือกเหมือนกัน หรือแบบสอบถามชนิดที่เลือกตอน เป็นต้น ส่วนอีกชนิดหนึ่งเป็นแบบไม่มีโครงสร้าง (Unstructured Item) เป็นแบบสัมภาษณ์ที่มีไว้แต่ข้อใหญ่ๆ ให้ผู้ตอบมีเสรีภาพในการตอบมากๆ และคำตอบก็เป็นไปตามโอกาสจะอำนวยให้

2. แบบสอบถาม (Questionnaire) แบบสอบถามอาจเป็นชนิดปลายเปิดหรือปลายปิด หรืออาจผสมกันทั้งสองแบบก็ได้

3. แบบตรวจสอบรายการ (Checklist) เป็นเครื่องมือวัดชนิดที่ให้ตรวจสอบว่าเห็นด้วย ไม่เห็นด้วย หรือ มี ไม่มี สิ่งที่กำหนดในรายการอาจอยู่ในรูปของการทำเครื่องหมายตอบหรือเลือกว่า ใช่ ไม่ใช่ ก็ได้

4. มาตรวัดอันดับคุณภาพ (Rating Scale) เป็นเครื่องมือที่เหมาะสมสำหรับการใช้วัดอารมณ์ และความรู้สึก ว่ามีความเข้มข้นมากน้อยเพียงใด

5. การใช้ความหมายทางภาษา (Semantic Differential Technique) เป็นเครื่องมือวัดชนิดหนึ่งที่สามารถวัดเกี่ยวกับการประเมินค่า (Evaluation) ศักยภาพและที่เกี่ยวกับกิจกรรม (Activity) เป็นเทคนิคการวัดที่ ชาร์ล อี ออสกู๊ด (Charl E. Osgood, 1970: 80) ได้คิดขึ้นมาใช้วัดเกี่ยวกับความตระหนัก เป็นเครื่องมือที่วัดได้ครอบคลุมมากชนิดหนึ่ง ประกอบด้วยเรื่องซึ่งถือเป็นสิ่งก้ำกึ่งและจะมีคุณศัพท์ที่ตรงข้ามกันเป็นคู่ๆ แต่ละคู่จะมีขั้ว ช่องจะห่างระหว่าง 2 ขั้วนี้ ป่งด้วยตัวเลข ถ้าใกล้ขั้วใดมากก็จะมีคุณลักษณะตามคุณศัพท์ของขั้วนั้นมาก

จากการศึกษาการวัดความตระหนักสรุปได้ ความตระหนักเป็นพฤติกรรมเกี่ยวกับอารมณ์ ความรู้สึกนึกคิดของบุคคลต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่ง ซึ่งเป็นพฤติกรรมที่ละเอียดอ่อนและมีความเป็นนามธรรม ดังนั้นการทำการวัดและประเมินผลจึงต้องอาศัยหลักการและวิธีการ ตลอดจนเทคนิคเฉพาะ จึงจะวัดความรู้สึกและอารมณ์ดังกล่าวออกมาให้เที่ยงตรงและเชื่อมั่นได้ เครื่องมือที่ใช้วัดความตระหนักมีหลายประเภท ได้แก่ การสัมภาษณ์ ซึ่งอยู่มี 2 แบบ คือ แบบมีโครงสร้าง และแบบไม่มีโครงสร้าง แบบสอบถาม แบบตรวจสอบรายการ มาตรวัดอันดับคุณภาพ การใช้ความหมายทางภาษา ซึ่งเป็นแบบประเมินค่า โดยจะใช้คุณศัพท์ที่ตรงข้ามกัน และมีตัวเลขเป็นตัวบอก

คุณลักษณะ ในการวัดอาจเลือกใช้วิธีการใดวิธีการหนึ่ง หรืออาจใช้หลาย ๆ วิธีร่วมกันเพื่อให้เกิดความเที่ยงตรงและมีความเชื่อมั่นมากยิ่งขึ้น

3.3.2 การวัดความตระหนักรู้ในการรู้คิด

เนื่องจากความตระหนักเป็นองค์ประกอบหนึ่งของเมตาคอกนิชัน ดังนั้นการวัดความตระหนักในการรู้คิดจึงมีลักษณะที่เหมือนกับการวัดเมตาคอกนิชันซึ่งได้กล่าวมาแล้วในหัวข้อ “ 1.6 เรื่องการวัดเมตาคอกนิชัน” และสรุปได้ว่าเครื่องมือที่ใช้ในการวัดเมตาคอกนิชันมีหลายรูปแบบได้แก่ การสัมภาษณ์ การคิดออกเสียง การรายงานด้วยการพูด การรายงานด้วยการเขียน แบบเลือกตอบ มาตรฐานประมาณค่า นอกจากนี้ยังมีนักการศึกษาหลายท่านได้สร้างเครื่องมือที่ใช้วัดความตระหนักในการรู้คิด ดังนี้

ปารีส และจาคอบ (Paris; & Jacob. 1984: 2083-2093) ได้พัฒนาเครื่องมือวัดเมตาคอกนิชันในด้านการอ่าน เรียกว่า ดรรชนีชี้การตระหนักรู้ในการอ่าน (The Index of Reading Awareness-IRA) ประกอบด้วยข้อคำถามที่วัดเมตาคอกนิชันในการอ่าน 4 ด้านด้วยกัน ได้แก่ การประเมิน การวางแผน การควบคุม และความรู้ในเชิงปัจจัย ข้อคำถามใน IRA มีลักษณะเป็นแบบเลือกตอบมี 20 ข้อ และแต่ละข้อประกอบด้วย 3 ตัวเลือก ให้คะแนนเป็น 0,1, 2 ตามลำดับที่แสดงถึงความมีเมตาคอกนิชันในการตอบปัญหานั้นๆ ตัวอย่างของข้อคำถาม การวัดความรู้ในเชิงเงื่อนไข (Conditional Knowledge) เช่น

(0) หากท่านต้องอ่านหนังสือเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์หรือสังคมศาสตร์ ท่านจะทำอย่างไรเพื่อสามารถจดจำข้อมูลต่างๆ ที่อ่านได้

- ก. ถามคำถามตนเองเกี่ยวกับแนวคิดสำคัญ (2)
- ข. ข้ามข้อความที่ไม่เข้าใจไปเสีย (0)
- ค. ตั้งสมาธิให้ดี และพยายามที่จะจดจำให้ได้ (1)

ชรอร์ และเดนนิสัน (Schraw; & Dennison. 1994: 462-475) ได้ศึกษาเกี่ยวกับการประเมินความตระหนักรู้ในการรู้คิด โดยใช้การประเมินตนเอง (Self-report) 52 รายการ เป็นเครื่องมือที่ใช้ประเมินความตระหนักรู้ในการรู้คิด (The Metacognitive Awareness Inventory) หรือ MAI โดยจะวัดความตระหนักรู้ในการรู้คิดทั้งหมด 8 ปัจจัย ได้แก่ 1) การอธิบายความเข้าใจ 2) ความรู้เกี่ยวกับกระบวนการ 3) ความรู้ที่มีเงื่อนไข 4) การวางแผน 5) กลยุทธ์ในการจัดการข้อมูล 6) การตรวจสอบ 7) กลยุทธ์การแก้จุดบกพร่อง และ 8) การประเมินผลของการเรียนรู้ ซึ่งแบบวัดความตระหนักรู้ในการรู้คิด (MAI) เป็นมาตราแบบสองขั้ว (bi-polar scale) โดยด้านขั้วสุดของแต่ละระดับแสดงค่ากล่าวที่เป็นเท็จ ส่วนทางด้านซ้ายแสดงค่ากล่าวที่เป็นจริง และมีตัวอย่างรายการประเมินความตระหนักรู้ในการรู้คิด เช่น

1. ฉันถามตัวเองเป็นระยะๆ ถ้าฉันพบเป้าหมายของฉัน
2. ฉันพิจารณาทางเลือกหลายๆ ทาง ก่อนที่จะตอบปัญหา
3. ฉันพยายามที่จะใช้กลยุทธ์ที่ผ่านมาแล้วในการทำงาน
4. ฉันวาดรูปหรือแผนภาพเพื่อช่วยให้เข้าใจในขณะที่มีการเรียนรู้
5. ฉันจะเปลี่ยนกลยุทธ์เมื่อฉันเข้าใจผิดพลาด

มอคทารี และรีชาร์ด (Mokhtari; & Reichard. 2002: 249-259) ได้ทำการศึกษาพัฒนาแบบวัดความตระหนักในการรู้ในยุทธศาสตร์การอ่าน (Metacognitive Awareness of Reading Strategies) ซึ่งแบบวัดที่สร้างขึ้นประกอบด้วย 2 ตอน คือ ตอนที่ 1 เป็นแบบสอบถามข้อมูลส่วนตัวของผู้ตอบ มีลักษณะเป็นการเขียนตอบสั้นๆ โดยถามเกี่ยวกับ อายุ เพศ เชื้อชาติ และการประเมินตนเองเกี่ยวกับความสามารถในการอ่านและความสนใจในการอ่าน ส่วนตอนที่ 2 เป็นแบบวัดความตระหนักในการรู้คิดในยุทธศาสตร์การอ่าน จำนวน 60 ข้อ ซึ่งเป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ โดยยุทธศาสตร์การอ่านประกอบด้วย 3 ยุทธศาสตร์ย่อย คือ 1) ยุทธศาสตร์การอ่านแบบรู้รอบ 2) ยุทธศาสตร์การแก้ปัญหา และ 3) ยุทธศาสตร์การอ่านแบบสนับสนุน

กาสส์เนอร์ (Gassner. 2009: 5-9) ได้ประเมินความตระหนักในการรู้คิดจากการสัมภาษณ์เชิงคุณภาพ ประสบการณ์ของนักเรียน ซึ่งเป็นการสัมภาษณ์แบบมีโครงสร้าง โดยนักเรียนทั้งหมดจะถูกถามคำถามเดียวกัน ในการตอบคำถามจะไม่มีกำหนดเวลา เพื่อป้องกันไม่ให้เกิดความเครียด ใช้เวลาในการสัมภาษณ์ระหว่าง 15-40 นาที ซึ่งระหว่างการสัมภาษณ์จะมีการบันทึกการสัมภาษณ์ไปพร้อมๆ กัน หลังจากวัดความตระหนักในการรู้คิดด้วยการสัมภาษณ์แล้ว นักเรียนจะถูกวัดด้วยแบบประเมินความตระหนักในการรู้คิด (MAI) อีกครั้งหนึ่ง ซึ่งได้รับการออกแบบและทดสอบโดย ชรอว์ และเดนนิสัน (Schraw; & Dennison. 1994) ซึ่งครอบคลุมด้านการวางแผน การตรวจสอบ การแก้จุดบกพร่อง และการประเมินผล

จากการศึกษาการวัดความตระหนักในการรู้คิดนั้นสามารถวัดได้หลายแบบ ได้แก่ การสัมภาษณ์ การคิดออกเสียง การรายงานด้วยการพูด การรายงานด้วยการเขียน แบบเลือกตอบ มาตราส่วนประมาณค่า แบบสอบถาม การรายงานตนเอง ซึ่งในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยเลือกใช้แบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) 4 ระดับ ซึ่งเป็นเครื่องมือที่เหมาะสมสำหรับการใช้วัดอารมณ์และความรู้สึก ว่ามีความเข้มมากน้อยเพียงใด โดยกำหนดระดับของการปฏิบัติเพื่อสะท้อนความตระหนักในการรู้คิดของผู้เรียน คือ ปฏิบัติเป็นประจำ ปฏิบัติบ่อยครั้ง ปฏิบัตินานๆ ครั้ง และไม่เคยปฏิบัติเลย

3.4 แนวทางการส่งเสริมให้เกิดความตระหนักในการรู้คิด

ความตระหนักในการรู้คิด หรือความรู้ในการรู้คิด เป็นความรู้ชนิดหนึ่งซึ่งจะต้องมีการสอนการอธิบายให้กระจ่าง และมีการฝึกฝนเช่นเดียวกับความรู้อื่นๆ แต่จะฝึกอย่างไรเพื่อให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุด ย่อมขึ้นอยู่กับบริบทอื่นๆ ดังที่นักการศึกษาหลายท่านได้เสนอแนะว่าการส่งเสริมให้ผู้เรียนมีการฝึกฝนการรู้คิด จะช่วยให้ผู้เรียนได้มีการพัฒนาและเกิดความตระหนักในการรู้คิด แต่จะฝึกโดยวิธีการใดนั้นก็แล้วแต่กรณี (มยุรี บุญเยี่ยม. 2545: 60-66) ดังนี้

คอस्ता (Costa. 1984: 59-62) ได้เสนอยุทธวิธีต่างๆ ที่จะใช้สอน เพื่อส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดความตระหนักในการรู้คิด โดยพิจารณาให้สอดคล้องเหมาะสมกับระดับชั้นและเนื้อหาวิชา ดังนี้

1. การวางแผนยุทธวิธี (Planning Strategy) ก่อนจะมีกิจกรรมการเรียนการสอน ครูควรชี้แนะให้นักเรียนได้รู้จักยุทธวิธี หรือขั้นตอนต่างๆ ที่จะสามารถนำไปใช้ในการแก้ปัญหา บอกให้นักเรียนรู้จักกฎเกณฑ์ต่างๆ ที่ควรจดจำ และแนวทางที่จะปฏิบัติตาม รวมไปถึงการกำหนดเวลาทำงานที่ได้รับมอบหมาย ซึ่งการแนะแนวทางให้นักเรียนได้เข้าใจอย่างชัดเจนเช่นนี้ เป็นการช่วยให้นักเรียนได้ตระหนักถึงข้อคิดเหล่านี้ในระหว่างที่เรียน และช่วยให้นักเรียนมองเห็นทางที่จะประเมินตนเองได้อีกด้วย

ในระหว่างที่ทำกิจกรรมการเรียนการสอนนั้น ครูสามารถเลือกให้ผู้เรียนแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับความก้าวหน้าในการเรียน กระบวนการคิดของตน ครูอาจบอกให้นักเรียนชี้แจงถึงการใช้ยุทธวิธีต่างๆ โดยการอธิบายถึงรายละเอียดของขั้นตอนการคิด ซึ่งครูเองก็จะทราบถึงวิธีคิดและวิธีเรียนของนักเรียนคนนั้นด้วย เพื่อที่จะได้ให้คำแนะนำช่วยเหลือเป็นรายบุคคลต่อไป

ในช่วงหลังจากกิจกรรมการเรียนการสอนเสร็จสิ้นลง ครูแนะนำผู้เรียนให้ประเมินผลว่าตนได้ปฏิบัติตามข้อกำหนดที่ได้ตั้งไว้ก่อนที่จะทำกิจกรรมได้มากน้อยเพียงใด ยุทธวิธีที่ใช้นั้นได้ผลดีเพียงใด ควรปรับปรุงแก้ไขอะไรบ้าง

2. การตั้งคำถาม (Generating Question) การสอนให้ผู้เรียนได้ฝึกใช้ทักษะการตั้งคำถามก่อนที่จะเริ่มกิจกรรม และในระหว่างที่ปฏิบัติกิจกรรม จะเป็นประโยชน์ต่อผู้เรียนเป็นอย่างมาก ช่วยให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจ หยุดคิดและตรึงตรอง ช่วยให้รู้ว่าตนเข้าใจความคิดรวบยอดได้หรือไม่ หรือตัวผู้เรียนเองนั้นสามารถที่จะเชื่อมความรู้หรือความคิดรวบยอดนี้เข้ากับความรู้เดิมที่มีอยู่ได้หรือไม่อย่างไร คาดคะเนว่าจะเกิดอะไรขึ้นต่อไปได้หรือไม่ ผู้เรียนต้องรู้จักตัดสินใจเลือกใช้ยุทธวิธีเพื่อที่จะนำไปแก้ปัญหา สิ่งเหล่านี้ช่วยให้นักเรียนได้ตระหนักถึงความรู้ ความคิด ความเข้าใจ และใช้สติควบคุมการเรียนของตนเอง

3. การรู้จักเลือกอย่างมีสติ (Choosing Consciously) ครูสามารถสนับสนุนให้ผู้เรียนเกิดความตระหนักในการรู้คิด โดยช่วยให้นักเรียนรู้จักสำรวจ การเลือกและการตัดสินใจของผู้เรียนเอง โดยพิจารณาทั้งก่อนและในขณะที่กำลังใช้การคิดและการตัดสินใจอยู่นั้น ผู้เรียนจะเกิดความเข้าใจถึงความสัมพันธ์ของรายละเอียด หรือข้อมูลที่ใช้ช่วยในการตัดสินใจ ลักษณะการตัดสินใจ

ของตนเองตลอดจนผลที่ได้รับที่เป็นการช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจความคิดและพฤติกรรมของตนเอง

4. การประเมินผลโดยการเทียบกับเกณฑ์ที่หลากหลาย (Evaluating with Multiple Criteria) ครูสามารถสนับสนุนให้ผู้เรียนเกิดความตระหนักในการรู้จัก โดยการให้ผู้เรียนรู้จักตั้งเกณฑ์ที่จะใช้ประเมินตนเอง ตัวอย่างเช่น การแนะนำให้ผู้เรียนรู้จักแยกแยะว่า สิ่งใดที่จะช่วยให้เกิดประโยชน์และสิ่งใดที่จะไม่เป็นประโยชน์ สิ่งใดที่ตัวผู้เรียนชอบและไม่ชอบ ซึ่งเป็นการช่วยให้ผู้เรียนตั้งเกณฑ์ไว้ในใจแล้วเปรียบเทียบดูว่าตนเองสามารถจะทำได้ตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้หรือไม่เพียงใด

5. การให้ความเชื่อถือ (Taking Credit) ครูอาจช่วยให้ผู้เรียนค้นหาวาดตนเองทำสิ่งใดได้ดี และขอความคิดเห็นจากเพื่อน ครูอาจถามนักเรียนว่า “นักเรียนเคยทำอะไรแล้วรู้สึกภูมิใจ” หรือ “จะอย่างไรให้คนอื่นจดจำเราได้” ซึ่งนักเรียนจะให้ความสนใจและใช้สติตระหนักถึงพฤติกรรม และใช้เกณฑ์ประเมินพฤติกรรมเหล่านี้

6. การแจ้งความผิดพลาด (Outlawing) ครูควรบอกให้ผู้เรียนรู้ว่าการพูดว่า “ทำไม่ได้” “ไม่รู้ว่าทำอะไร” เป็นสิ่งที่ไม่ควรทำ เนื่องจากไม่แสดงรายละเอียดชัดเจน แต่ครูควรบอกให้ผู้เรียนรู้จักค้นหาข้อมูลเพิ่มเติม เพื่อจะช่วยให้เกิดความเข้าใจ หรือค้นหาวาดจะใช้ทักษะความสามารถใดมาช่วย ซึ่งจะเป็นการช่วยให้ผู้เรียนค้นพบความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งที่รู้แล้ว และสิ่งที่จำเป็นต้องรู้ และช่วยให้นักเรียนมีความพยายามที่จะหาข้อมูล ตลอดจนเป็นการส่งเสริมให้นักเรียนมีความสามารถในการคิดค้นหาวิธีที่จะแสวงหาข้อมูลที่ต้องการ

7. การกล่าวทบทวนความคิดของผู้เรียน (Paraphrasing or Reflecting Back Students' Ideas) ตัวอย่างของการกล่าวซ้ำประโยคของผู้เรียนเช่น “สิ่งที่นักเรียนต้องการจะพูด...” “ขั้นตอนที่นักเรียนจะทำมีดังนี้...” การบอกให้ผู้เรียนกล่าวซ้ำ แปล หรือเปรียบเทียบ หรือกล่าวทบทวนความคิดของคนอื่น ไม่เพียงทำให้ผู้เรียนเป็นผู้ฟังความคิดเห็นของผู้อื่นเท่านั้น แต่ยังทำให้เป็นคนที่จะรู้จักฟังความคิดเห็นของตนเองอีกด้วย

8. การระบุพฤติกรรมของผู้เรียน (Labeling Students' Behaviors) เมื่อครูระบุถึงกระบวนการทางความรู้ของผู้เรียน จะทำให้ผู้เรียนจดจ่ออยู่กับพฤติกรรมของตน เช่น การที่ครูกล่าวว่า “ที่นักเรียนทำอยู่นั้น เราเรียกว่าการทำการทดลอง” นักเรียนเป็นคนรู้จักช่วยเหลือเพื่อน ซึ่งเป็นตัวอย่างที่ดีของการใช้ความร่วมมือซึ่งกันและกัน

9. การตีความหมายของคำที่ผู้เรียนบัญญัติขึ้นให้ชัดเจน (Clarifying Students' Terminology) ผู้เรียนมักจะใช้คำศัพท์ที่เป็นคำง่าย ๆ ไม่ละเอียด ไม่เฉพาะเจาะจงชัดเจนเท่าที่ควร ครูจะเป็นผู้คอยแนะนำนักเรียนในการอธิบายความหมายให้ชัดเจนลึกซึ้งขึ้น เช่น เมื่อผู้เรียนกล่าวว่า “เรื่องนั้นไม่ดี” ครูต้องย้อนถามผู้เรียนต่อไปว่า “ที่ว่าไม่ดีนั้นไม่ใช่อะไรให้อธิบาย” การใช้คำถามในลักษณะเช่นนี้ ทำให้ผู้เรียนรู้จักให้ความหมายได้ชัดเจนลึกซึ้งขึ้น นั่นคือ ผู้เรียนต้องคิดมากขึ้นนั่นเอง

10. บทบาทสมมติและสถานการณ์จำลอง (Role Playing and Simulations) การใช้บทบาทสมมติช่วยสนับสนุนให้เกิดความตระหนักในการรู้จัก เนื่องจากเมื่อผู้เรียนสวมบทบาทตัว

ละครอยู่นั้นจะทำให้ผู้เรียนคิดถึงลักษณะของรายละเอียดเกี่ยวกับตัวละครนั้น ช่วยให้ผู้เรียนด้วยการคาดคะเน หรือตั้งสมมติฐานไว้ว่าบุคคลนั้นจะปฏิบัติอย่างไรหากอยู่ในสถานการณ์นั้นๆ

11. การจดบันทึก (Journal Keeping) การจดบันทึกช่วยให้ผู้เรียนได้ฝึกการสังเคราะห์ความคิดและการกระทำ และบันทึกไว้เป็นสัญลักษณ์ การบันทึกเป็นการเตรียมไว้เพื่อการทบทวนสิ่งที่ผ่านมา ทำให้ทราบถึงการเรียนรู้และความคิดว่าพัฒนาขึ้นมาบ้างหรือไม่อย่างไร

12. การแสดงแบบอย่าง (Modeling) การที่ครูทำตัวเป็นแบบอย่างแก่นักเรียน นับว่าเป็นสิ่งที่สำคัญแก่ผู้เรียน เพราะนักเรียนก็จะเลียนแบบจากผู้ใหญ่ออบตัวเขาเหล่านั้นเอง ครูที่สาธิตวิธีการเรียนตามแนวการรู้คิดให้ผู้เรียนดู นักเรียนก็จะกลายเป็นผู้มีการรู้คิดไปด้วย เช่น ผู้เรียนรู้จักการวางแผนบรรยายถึงเป้าหมายที่ตั้งไว้ให้เหตุผลต่อการกระทำของตนเอง บอกข้อผิดพลาดของตนเอง และรวมไปถึงการแก้ไขข้อผิดพลาดนั้นๆ และยอมรับว่าตนเองไม่รู้หรือไม่เข้าใจ แล้วพยายามหาหนทางที่จะทำให้รู้โดยขอความเห็นจากผู้อื่นให้ช่วยประเมินการกระทำของตนเอง เป็นต้น

เดอริ และเมอร์ฟี (Derry; & Murphy. 1986: 9-10) ใช้กรอบแนวคิดของ ฟลาวเวลล์ (Flavell. 1979: 906-909) เสนอวิธีการฝึกการรู้คิด ดังนี้

1. สอนยุทธวิธีการเรียนรู้ที่หลากหลาย เพื่อให้ผู้เรียนสะสมไว้ในคลังยุทธวิธีของตน (Action or Strategies)

2. ฝึกให้ผู้เรียนตระหนักได้ว่า ตนต้องเรียนรู้อะไร มีเป้าหมายอะไร (Goal)

3. เพิ่มพูนความถี่และคุณภาพของประสบการณ์ อันจะนำไปสู่การหยั่งเห็นในการเรียนรู้ (Metacognitive Experience)

4. ช่วยให้ผู้เรียนได้สะสมข้อความรู้เกี่ยวกับประโยชน์ของยุทธวิธีต่างๆ รวมทั้งข้อความรู้ เกี่ยวกับโอกาสและวิธีที่จะใช้ยุทธวิธีเหล่านั้น (Metacognitive Knowledge)

เนื่องจากความสามารถในการเรียนรู้ จำเป็นต้องอาศัยความรู้ในเชิงการรู้คิดด้วย เดอริ และเมอร์ฟี (Derry; & Murphy. 1986: 11-13) จึงได้นำเสนอแนวการฝึกความรู้เกี่ยวกับการรู้คิดไว้หลายประการ ดังนี้

1. การฝึกให้มีความรู้ในด้านโครงสร้างทางพุทธิปัญญา (Schema Knowledge)

เนื่องจากเป็นโครงสร้างทางปัญญาที่เป็นพื้นฐานของความเข้าใจในระดับต่อไป และที่สำคัญคือ โครงสร้างทางพุทธิปัญญานี้ ช่วยจำแนกแนวคิดที่สำคัญซึ่งต้องจดจำ ความสามารถที่จะระบุแนวคิดสำคัญได้ เป็นทักษะขั้นพื้นฐานที่จะเป็นต่อการประยุกต์ใช้ยุทธวิธีต่างๆ ต่อไป รวมทั้งยังเป็น ศักยภาพพื้นฐานสำหรับการควบคุมระดับสูง เช่น การใช้ยุทธวิธีอย่างมีเป้าหมาย เป็นต้น ซึ่งความสามารถหรือทักษะในการที่จะระบุแนวคิดสำคัญได้นี้ สามารถพัฒนาขึ้นได้โดยอาศัยการฝึก โครงสร้างทางพุทธิปัญญา

2. การฝึกโดยตรง (Direct Training) เป็นการสอนยุทธวิธีโดยตรง เช่น บอกผู้เรียนว่าการจดบันทึก และการถามตอบเป็นสิ่งที่เหมาะสมสำหรับการเรียนการสอนผ่านคอมพิวเตอร์ (CAI)

แต่การขีดเส้นใต้หรือการสรุปใจความ เป็นยุทธวิธีที่เหมาะสมกว่า หากการเรียนการสอนเป็นแบบ อิงตำรา

3. MAPS (Metamemory Acquisition Procedures) เป็นการสอนให้ผู้เรียนประเมิน อย่างมีเหตุผลถึงผลของยุทธวิธีที่ผู้เรียนใช้ เช่น เมื่อสอนให้ผู้เรียนใช้ยุทธวิธีการสร้างหัวข้อย่อยๆ ของเนื้อหา (Outlining) จากนั้น ให้ผู้เรียนประเมินโดยเปรียบเทียบผลของการเรียน โดยการใช้ ยุทธวิธีดังกล่าว และผลของการเรียนโดยไม่ใช้ยุทธวิธี เป้าหมายของการสอนด้วย MAPS คือ การ ให้ผู้เรียนได้ค้นพบด้วยตนเองเกี่ยวกับยุทธวิธีต่างๆ และการอำนวยความสะดวกของยุทธวิธีเหล่านั้น

4. การควบคุมตนเอง (Self-regulation) ในการฝึกการควบคุมตนเองนี้ เดอริร์ และ เมอร์ฟี เสนอให้มีการใช้กลไกการชี้แนะ (Triggering Mechanism) เพื่อช่วยให้ผู้เรียนสามารถระลึก ถึงยุทธวิธีที่จะช่วยให้บรรลุผลสำเร็จในงานทางพุทธิปัญญาที่กำลังทำอยู่ กล่าวคือ ถ้าเป็นงานด้าน การอ่าน ก็มีความเข้าใจในสิ่งที่กำลังอ่านได้ (Comprehension) ถึงแม้กลไกการชี้แนะนี้จะประสบ ผลสำเร็จ บุคคลก็ควรจะก้าวเลยไปมากกว่านี้ กล่าวคือ การเข้าสู่ขั้นการศึกษา (Studying) ในขั้นนี้ เน้นไปที่การใส่ใจกับสาระสำคัญที่ยังไม่รู้ แล้วใช้ยุทธวิธีการเรียนรู้กับสาระนั้นๆ ตรวจสอบผลของ ความพยายามในการเรียนรู้ และปรับเปลี่ยนยุทธวิธีบางอย่าง

ออสแมน และแฮนนานาฟิน (Osman; & Hanafin. 1992: 83-99) ได้เสนอแนวทางการ พัฒนาการรู้คิดไว้ว่า ต้องขึ้นอยู่กับตัวแปรที่มีความสำคัญอยู่ 2 ประการ ได้แก่ วิธีการฝึกการรู้ คิดและบทบาทของเนื้อหาบทเรียนในระหว่างการฝึก ในส่วนของวิธีการฝึกนั้น ออสแมนและ แฮนนานาฟิน ได้แบ่งย่อยออกเป็น 2 ประการ คือแบบผสมผสาน (Embedded Strategies) และแบบ ไม่ผูกพัน (Detached Strategies) ส่วนบทบาทของเนื้อหาบทเรียนในระหว่างการฝึก แบ่งเป็น 2 ประเภท คือ ยุทธวิธีที่อิงอยู่กับเนื้อหา (Content-Dependent Strategies) และยุทธวิธีที่เป็นอิสระ จากเนื้อหา (Content-Independent Strategies)

วิธีการฝึกแบบผสมผสานนั้น (Embedded Strategies) เป็นวิธีการที่บูรณาการยุทธวิธี ต่างๆ ความสำคัญของมัน และขอบเขตที่จะนำยุทธวิธีเหล่านั้นไปประยุกต์ใช้ในบทเรียน วิธีการนี้ แสดงให้เห็นว่า ยุทธวิธีสามารถอำนวยความสะดวกในการเรียนในสถานการณ์จริง และพยายามทำให้ ผู้เรียนสนใจและมีปฏิสัมพันธ์กับสาระสำคัญของเนื้อหาที่ต้องประมวลเข้าไป ส่วนวิธีการฝึกแบบไม่ ผูกพัน (Detached Strategies) เป็นยุทธวิธีที่มีความเป็นสากลมากกว่า ยุทธวิธีนี้ทำการสอนอย่าง เป็นอิสระจากบทเรียนที่เป็นเกณฑ์ โดยมุ่งหวังว่าจะพัฒนาความสามารถที่ผู้เรียนจะเลือกใช้ยุทธวิธี ด้วยตัวเอง วิธีนี้จะช่วยให้เกิดทักษะที่จะนำไปประยุกต์ใช้ได้กับหลายวิชา

ยุทธวิธีที่อิงอยู่กับเนื้อหา (Content-Dependent Strategies) เป็นยุทธวิธีเฉพาะเรื่อง ซึ่งใช้กับเนื้อหาอย่างหนึ่งอย่างใดโดยเฉพาะเท่านั้น ส่วนยุทธวิธีที่เป็นอิสระจากเนื้อหา (Content- Independent Strategies) มีความเป็นสากลมากกว่า สามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้กับทุกแบบเรียน และทุกงานในทุกทักษะ

ออสแมน และแฮนนานาฟิน (Osman; & Hanafin. 1992: 83-99) ยังได้เสนอหลักการ เลือกหรือออกแบบการสอนที่เหมาะสมไว้อีกหลายประการ ดังนี้

1. พึงระวังอย่าให้ยุทธวิธีทางการรู้คิดไปแข่งกับการทำงานทางพุทธิปัญญา คือต้องไม่ให้ผู้เรียนต้องสูญเสียพลังงานไปกับยุทธวิธี จนไม่มีพลังงานเหลือสำหรับงานที่ต้องทำหรือสิ่งที่ต้องเรียน
2. ใช้ยุทธวิธีที่ชัดเจนกว่าสำหรับเด็กเล็ก หรือผู้ที่เริ่มเรียน และใช้ยุทธวิธีที่แฝงเร้นสำหรับคนที่โตกว่าหรือผู้ที่มีความชำนาญกว่า
3. หากต้องการให้มีการถ่ายโยงการเรียนรู้ไปสู่สถานการณ์ที่แตกต่างจากสถานการณ์การเรียนรู้เดิม ควรใช้ยุทธวิธีการฝึกแบบไม่ผูกพัน (Detached Metacognitive Training) และใช้เนื้อหาที่หลากหลาย แต่หากต้องการใช้วิธีแบบผสมผสาน (Embedded) ขณะเดียวกันก็ต้องการให้มีการถ่ายโยงการเรียนรู้ด้วย ก็ให้กำหนดกระบวนการของยุทธวิธีซึ่งสามารถใช้ได้กับเนื้อหาที่หลากหลาย
4. เพื่อให้เกิดการถ่ายโยงการเรียนรู้ข้ามสถานการณ์ได้ ควรมีการเชื่อมโยงข่าวสารทั้งภาพในและภายนอกบทเรียน มีการบูรณาการความรู้ใหม่เข้ากับความรู้ที่มีอยู่แล้ว และมีการสร้างความสัมพันธ์ระหว่างมวลความรู้
5. ควรมีการเน้นมิใช่เพียงความรู้เกี่ยวกับยุทธวิธี แต่ต้องเน้นวิธีการที่จะสามารถดำรงและถ่ายโยงยุทธวิธีเหล่านั้นด้วย
6. หากเป็นไปได้ ควรมีการกำหนดมาตรฐานและเกณฑ์ที่จะประเมินความเข้าใจ
7. สนับสนุนในด้านชี้นำภายนอก เพื่อช่วยให้ผู้เรียนสามารถประมวลผลการเรียนและประมวลวิธีการที่ใช้ในการเรียนด้วย
8. ควรมีการเน้นที่ตัวแปรส่วนบุคคล ตัวแปรงาน และตัวแปรด้วยยุทธวิธีด้วย
9. กระตุ้นให้ผู้เรียนมีปฏิสัมพันธ์กับผู้อื่น พรณนากระบวนการเรียนรู้ของตนได้ ประเมินผลการเรียนรู้ได้ และให้ผลย้อนกลับซึ่งกันและกัน
10. หลีกเลี่ยงการให้ผู้เรียนอิงอยู่กับตัวชี้นำจากภายนอก การที่ผู้เรียนกำกับตนเองได้ควรเป็นเป้าหมายสำคัญของการฝึก
11. มีการผสมผสานข้อดีของยุทธวิธีในด้านการถ่ายโยงการเรียนรู้ได้ และในด้านที่จัดกระทำกับเนื้อหาได้โดยตรง

ไซมอน (Simon. 1994: 3788-3792) ได้เสนอแนวคิดเกี่ยวกับการสอน และการประเมินการรู้คิด ดังนี้

1. ควรจะสอนแง่มุมใดของการรู้คิด การเลือกเนื้อหาที่เหมาะสมอาจทำได้โดย
 - 1.1 ตรวจสอบความแตกต่างของการรู้คิดในผู้เรียนแต่ละกลุ่ม แล้วเลือกสอนกระบวนการที่ไม่พบในกลุ่มที่เรียนรู้ต่ำ
 - 1.2 ศึกษาจากผลการศึกษาในเชิงทฤษฎีหรือในงานวิจัย ซึ่งจากรวบรวมที่เกี่ยวกับพบว่า ยุทธวิธีและทักษะทั้ง 3 ประเภทที่ปรากฏเด่นชัด ได้แก่ การตระหนักรู้ หรือการมีสติในกระบวนการกำกับ การมีทักษะในการกำกับ และการมีความพร้อมที่จะใช้ทักษะดังกล่าว ทักษะเหล่านี้เป็นพื้นฐานที่ดีในการสร้างโปรแกรมการสอนการรู้คิด

2. ในการสอนการรู้คิด ใครจะเป็นผู้ที่ได้รับผลประโยชน์มากที่สุด ในการวินิจฉัย ความรู้และภาวะทางอารมณ์ของผู้เรียน อาจเป็นสิ่งจำเป็นเพื่อให้การสอนการรู้คิดเกิดผลมากที่สุด ผู้เรียนที่น่าจะได้ผลดีที่สุด คือ คนที่ขาดทั้งทักษะและยุทธวิธีทางการรู้คิด แต่ไม่มีความบกพร่องในด้านอื่น เช่น ทักษะพื้นฐานและท่าทีในด้านอารมณ์ การขาดความเชื่อว่าการกำกับกับการเรียนรู้ของตนเองเป็นสิ่งที่เป็นไปได้ หรือคนที่ไม่ชอบยุทธวิธีที่ได้รับการสอน เป็นต้น

3. หลักการพื้นฐานของการสอนการรู้คิดคืออะไร

3.1 กิจกรรมและกระบวนการควรได้รับการเน้นมากกว่าผลการเรียนในตัวมันเอง (Process Principle)

3.2 ผู้เรียนต้องได้รับการช่วยเหลือให้ตระหนักรู้ในยุทธวิธีการเรียนรู้ของพวกเขา ทักษะการกำกับตนเอง และความสัมพันธ์ของยุทธวิธีและทักษะเหล่านี้กับเป้าหมายของการเรียนรู้ (Reflectivity Principle)

3.3 ปฏิสัมพันธ์ระหว่างพุทธิปัญญา การรู้คิด และองค์ประกอบของการเรียนรู้ในด้านอารมณ์ นับเป็นเรื่องสำคัญ (Affectivity Principle)

3.4 ผู้เรียนต้องได้รับการสอนให้ตระหนักในการใช้และหน้าที่ของความรู้และทักษะ (Functionality Principle)

3.5 ผู้สอนและผู้เรียนควรมุ่งไปที่การถ่ายโยงการเรียนรู้และการแผ่ขยาย (Transfer Principle)

3.6 ต้องมีการฝึกยุทธวิธีการเรียนรู้ และทักษะการกำกับตนเองอย่างสม่ำเสมอ โดยมีเวลาให้เพียงพอ และให้การฝึกนั้นเกิดขึ้นตามบริบท (Context Principle)

3.7 ผู้เรียนควรได้รับการสอนให้รู้จักวิธีการกำกับ การวินิจฉัย และการทบทวน หรือการประเมินการเรียนรู้ของตนเอง (Self-Diagnosis Principle)

3.8 ควรออกแบบการสอนในแบบที่จะมีความสมดุลระหว่างคุณภาพและปริมาณของกิจกรรมการเรียนรู้ (Activity Principle)

3.9 ความรับผิดชอบในการเรียน ควรค่อยๆ เปลี่ยนมาเป็นของผู้เรียน (Scaffolding Principle)

3.10 สำหรับเด็กเล็ก ควรมีการเน้นความสัมพันธ์กับผู้ปกครอง และผู้ใหญ่คนอื่นๆ เพื่อที่ว่าจะได้มีการเริ่มฝึกการกำกับตนเองตั้งแต่เล็ก (Supervision Principle)

3.11 การร่วมมือกันและอภิปรายร่วมกันในระหว่างผู้เรียน นับเป็นสิ่งจำเป็น (Cooperation Principle)

3.12 เป้าหมายการเรียนรู้ทางปัญญาในระดับที่สูงขึ้น ซึ่งต้องอาศัยกระบวนการทางพุทธิปัญญาในระดับที่ต่ำกว่า ควรได้รับการเน้น (Goal Principle)

3.13 การเรียนรู้สิ่งใหม่ กระทำโดยการเชื่อมโยงกับความรู้หรือมโนทัศน์ที่มีอยู่แล้ว (Preconception Principle)

3.14 การสอนต้องเหมาะกับภาวะ และความเข้าใจใหม่โน้ทศน์ในปัจจุบันของผู้เรียน (Learning Conception Principle)

4. เวลาที่เหมาะสมในการฝึกการรู้คิดควรเป็นเท่าใด ยังไม่มีงานวิจัยใดที่ระบุได้ในเรื่องนี้ แต่สำหรับเด็กเล็ก เด็กที่เรียนช้าหรือผู้ที่มีปัญหาการเรียนรู้ เวลาที่สั้นเกินไปอาจจะไม่เกิดผล

5. ควรใช้งานอะไรในการสอนการรู้คิด งานที่ใช้ควรเป็นงานที่ผู้เรียนเผชิญอยู่เสมอทั้งในโรงเรียนและนอกโรงเรียน หากเป็นไปได้งานนั้นควรเป็นงานที่นักเรียนคาดหวังว่าต้องการประสบความสำเร็จในโรงเรียน และเป็นงานที่กำกับการเรียนรู้ได้ และประเมินผลได้ นอกจากนั้นงานที่จัดให้ผู้เรียนควรมีระดับความยากที่เหมาะสม และงานที่จัดให้ผู้เรียนควรมีความคล้ายคลึงกับงานที่นักเรียนได้รับในชีวิตจริง

6. สถานที่ใดเป็นที่ซึ่งเหมาะสมสำหรับการสอนการรู้คิด เนื่องจากงานที่ใช้สอนการรู้คิดควรเป็นงานที่ใกล้เคียงกับสภาพจริงที่ผู้เรียนต้องเผชิญในชีวิตประจำวันมากที่สุด สถานที่ที่เหมาะสมที่สุดสำหรับสำหรับผู้เรียนก็น่าจะเป็นโรงเรียน แต่อุปสรรคก็คือ บางครั้งก็ทำให้ผู้เรียนเกิดความสับสนได้ เนื่องจากผู้เรียนมิได้รับการสอนให้แก้ปัญหา หรือให้เรียนรู้เนื้อหาแต่เพียงอย่างเดียว แต่ยังถูกของร้องให้กำกับการเรียนรู้อะไรและกระบวนการแก้ปัญหาด้วย วิธีการที่จะแก้ปัญหาดังกล่าว ก็คือการที่ครูกระตุ้นทักษะการกำกับการเรียนรู้ขึ้นมา โดยไม่ต้องให้ผู้เรียนรู้ตัว ดังนั้นผู้เรียนจะไม่รู้สึกว่ามีบางสิ่งบางอย่างมาแข่งกับการเรียนรู้ตามปกติของเขา

จากการศึกษาการส่งเสริมให้เกิดความตระหนักในการรู้คิด สรุปได้ว่า การส่งเสริมให้เกิดความตระหนักในการรู้คิดนั้นมียุทธวิธีต่างๆ ที่หลากหลาย ซึ่งสามารถนำไปประยุกต์ใช้กับการจัดการเรียนรู้เพื่อให้ผู้เรียนเกิดความตระหนักในการรู้คิดเกี่ยวกับการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ ดังนั้นผู้วิจัยเลือกใช้ยุทธวิธีการฝึกแบบผสมผสาน (Embedded Strategies) เป็นวิธีการที่บูรณาการยุทธวิธีต่างๆ มาประยุกต์ใช้ในการจัดการเรียนรู้ เช่นการใช้ยุทธวิธีการตั้งคำถาม ช่วยให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจ หยุดคิดและตรึงตรอง ช่วยให้รู้ว่าตนเข้าใจ ความคิดรวบยอดได้หรือไม่ โดยผู้วิจัยจะให้นักเรียนฝึกตั้งคำถามก่อนลงมือแก้ปัญหา และนำยุทธวิธีการจดบันทึกมาใช้ จะช่วยให้ผู้เรียนได้ฝึกการสังเคราะห์ความคิดและการกระทำ เพื่อเป็นการทบทวนสิ่งที่ผ่านมา ทำให้ทราบถึงการเรียนรู้และความคิดว่าพัฒนาขึ้นมาบ้างหรือไม่อย่างไร เป็นต้น

3.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความตระหนักในการรู้คิด

เพื่อประโยชน์ในการวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาค้นคว้างานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความตระหนักในการรู้คิดที่ได้มีผู้วิจัยไว้ดังต่อไปนี้

งานวิจัยต่างประเทศ

ฮิคแมน (Hickman. 1999: 173A) ได้ศึกษาเปรียบเทียบความคิดรวบยอด และความตระหนักในการรู้คิด ของนักเรียนเกรด 9 เมืองบอสตัน รัฐแมสซาชูเซตส์ ในวิชาฟิสิกส์ ใช้ระยะเวลา 5 สัปดาห์ โดยแบ่งนักเรียนเป็นสองกลุ่ม คือ กลุ่มแรกให้ทำงานร่วมกันโดยให้เขียนบันทึกใน

กระดาษ อีกกลุ่มหนึ่งบันทึกในคอมพิวเตอร์ พบว่ากลุ่มที่ใช้คอมพิวเตอร์มีความคิดรวบยอดสูงกว่า มีความตระหนักในการรู้คิดมากกว่า และมีเหตุผลมากกว่ากลุ่มที่เขียนบันทึกในกระดาษ

มอคทารี และรีชาร์ด (Mokhtari; & Reichard. 2002: 249-259) ได้ทำการศึกษา พัฒนาแบบวัดความตระหนักในการรู้คิดของยุทธศาสตร์การอ่าน เพื่อมาใช้ในการประเมินความตระหนักในการรู้คิด และการรับรู้เกี่ยวกับการใช้ยุทธศาสตร์การอ่าน ในการอ่านงานด้านวิชาการ หรือสื่อที่เกี่ยวข้องกับการเรียน โดยในการศึกษาครั้งนี้ยุทธศาสตร์การอ่านประกอบด้วย 3 ยุทธศาสตร์ย่อย คือ 1) การอ่านแบบรู้รอบ 2) การอ่านการแก้ปัญหา และ 3) การอ่านแบบสนับสนุน การศึกษาครั้งนี้มีจุดประสงค์เพื่อสร้างและพัฒนาเครื่องมือสำหรับประเมินระดับความตระหนักู้ในยุทธศาสตร์การอ่านของนักเรียน ซึ่งกลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้น ป.6 – ม.6 จำนวน 825 คน ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่มีความสามารถในการอ่านต่างกัน มีการใช้ยุทธศาสตร์การอ่านแบบรู้รอบและแบบแก้ปัญหาแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ สำหรับการใช้ยุทธศาสตร์การอ่านแบบสนับสนุนนั้นแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อทำการเปรียบเทียบรายคู่ พบว่านักเรียนที่ระบุว่าตนเองมีความสามารถด้านการอ่านสูง ใช้ยุทธศาสตร์การอ่านแบบรู้รอบสูงกว่านักเรียนที่ระบุมีความสามารถในการอ่านปานกลางและต่ำ และนักเรียนที่ระบุว่ามีความสามารถในการอ่านปานกลางมีการใช้ยุทธศาสตร์การอ่านแบบรอบรู้สูงกว่านักเรียนที่ระบุมีความสามารถในการอ่านต่ำ เช่นเดียวกันนักเรียนที่มีความสามารถในการอ่านสูงมีการใช้ยุทธศาสตร์แบบแก้ปัญหาสูงกว่านักเรียนที่ระบุว่ามีความสามารถในการอ่านปานกลางและต่ำ

คาเมซัน และแฮมมอนด์ (Khamesan; & Hammond. 2004) ได้ทำการศึกษา ผลสัมฤทธิ์ของการเรียนและการตระหนักรู้ของบุคคลและระหว่างบุคคลโดยการใช้ผังมโนทัศน์ในการเรียนแบบร่วมมือกันแก้ปัญหาผ่านระบบ ICT ในเวลาเดียวกัน โดยศึกษาจากกลุ่มทดลอง 3 กลุ่ม คือกลุ่มแรกเรียนในชั้นเรียนปกติ กลุ่มที่สองเรียนด้วยตัวเองผ่านระบบ ICT และใช้ตำรา และกลุ่มที่สามเรียนด้วยตนเองด้วยสื่อประเภทเสียงผ่านระบบ ICT และใช้ตำรา ผลการวิจัยพบว่าในการตระหนักรู้ระหว่างบุคคลของกลุ่มที่ใช้สื่อประเภทเสียงมีความตั้งใจเรียนต่ำและมีผลการเรียนต่ำเมื่อเทียบกับกลุ่มที่เรียนในชั้นเรียนปกติ และมีการตอบสนองต่ำว่ากลุ่มเรียนด้วยตัวเองผ่านระบบ ICT และใช้ตำรา

เรห์มาน และคนอื่นๆ (Rahman; et al: 2010) ได้ทำการศึกษาผลของความสามารถในการตระหนักในการรู้คิดของนักเรียนในวิชาเคมี กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักเรียนเกรด 10 ซึ่งเป็นนักเรียนชายจำนวน 525 คน และนักเรียนหญิงจำนวน 375 คน ผลการวิจัยพบว่าความตระหนักในการรู้คิดมีความสัมพันธ์กับความสามารถของนักเรียนอย่างมีนัยสำคัญ นักเรียนที่มีความตระหนักในการรู้คิดสูงจะมีความสามารถในการทำแบบทดสอบดี ผลการวิจัยยังพบว่านักเรียนชายและนักเรียนหญิงมีความตระหนักในการรู้คิดไม่แตกต่างกัน

งานวิจัยในประเทศ

ณัฐฐิ เจริญเกียรติบวร (2539: 55-60) ได้ทำวิจัย เรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่าง พฤติกรรมการสอนของครูตามการรับรู้ของนักเรียน และความตระหนักในเมตาคอกนิชันกับ ความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 กรุงเทพมหานคร โดยกลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนแผนการเรียนวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ จำนวน 640 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย เป็นแบบสอบถามพฤติกรรมการสอนของครูตามการรับรู้ ของนักเรียน แบบวัดความตระหนักในเมตาคอกนิชัน แบบทดสอบความสามารถในการแก้ปัญหา คณิตศาสตร์ ผลการวิจัยพบว่า 1) นักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์อยู่ในระดับ ผ่านเกณฑ์ขั้นต่ำที่กำหนด 2) พฤติกรรมการสอนของครูตามการรับรู้ของนักเรียนมีความสัมพันธ์ ทางบวกกับความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ 3) ความตระหนักในเมตาคอกนิชัน มีความสัมพันธ์ทางบวกกับความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ 4) พฤติกรรมการสอนของครู ตามการรับรู้ของนักเรียน มีความสัมพันธ์ทางบวกกับความตระหนักในเมตาคอกนิชัน 5) พฤติกรรม การสอนของครูตามการรับรู้ของนักเรียน และความตระหนักในเมตาคอกนิชันมีความสัมพันธ์กับ ความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์

อัคริกรณ จิวสกุล (2541: 100-110) ได้ศึกษาพฤติกรรมการสอนของครูที่เน้น กระบวนการปัญหาและความตระหนักในเมตาคอกนิชัน ที่มีผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหา คณิตศาสตร์ กลุ่มตัวอย่างได้จากการสุ่มอย่างเฉพาะเจาะจงซึ่งประกอบด้วย ครูผู้สอนวิชา คณิตศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 18 คน และนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 611 คน ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2540 ของโรงเรียนมัธยมศึกษา สังกัดกรมสามัญศึกษา จังหวัด นครราชสีมา ผลการวิจัยพบว่า ไม่มีปฏิสัมพันธ์ระหว่างพฤติกรรมการสอนของครูที่เน้นกระบวนการ แก้ปัญหา และความตระหนักในเมตาคอกนิชันของนักเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 นักเรียนที่ได้รับการสอนจากครูที่มีพฤติกรรมการสอนที่เน้นกระบวนการแก้ปัญหาสูง มีความ สามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนจากครูที่มีพฤติกรรมการสอน ที่เน้นกระบวนการแก้ปัญหาปานกลาง และต่ำอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 นักเรียนที่มี ความตระหนักในเมตาคอกนิชันสูง มีความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์สูงกว่านักเรียน ที่มีความตระหนักในเมตาคอกนิชันต่ำ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

มยุรี บุญเยี่ยม (2545: 92-100) ได้ทำการวิจัยเพื่อพัฒนาชุดการเรียนรู้ เรื่อง ความน่าจะเป็น โดยใช้วิธีการแก้ปัญหาส่งเสริมความตระหนักในการรู้คิด ของนักศึกษาระดับ ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง โดยศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความตระหนักในการรู้คิด กลุ่มตัวอย่างเป็นนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล จำนวน 39 คน ใช้เวลาในการทดลอง 14 คาบๆ ละ 50 นาที ผลการวิจัยพบว่า หลังการทดลองใช้ชุดการ เรียนนักศึกษาที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่าก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 และหลังการทดลองใช้ชุดการเรียนรู้ นักศึกษามีความตระหนักในการรู้คิดสูงกว่าก่อนการทดลอง

อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01

สมยศ ชิตมงคล (2545: 150-168) ได้ทำการวิจัยเพื่อพัฒนากระบวนการเรียนการสอน เพื่อส่งเสริมผลการเรียนทางคณิตศาสตร์และความตระหนักรู้ในการรู้จักของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น โดยใช้การผสมผสานแนวความคิดการประมวลสารสนเทศและการรู้จัก กลุ่มตัวอย่างเป็น นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 2 ห้องเรียน แบ่งเป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม กลุ่มละ 52 คน ผลการวิจัยสรุปว่า นักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน คณิตศาสตร์ หลังการทดลองสูงกว่าก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 นักเรียนกลุ่มทดลองมีเจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์ และความตระหนักรู้ในการรู้จัก หลังการทดลองสูงกว่าก่อนทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 แต่นักเรียนกลุ่มควบคุมมีเจตคติต่อการเรียน คณิตศาสตร์และความตระหนักรู้ในการรู้จัก ก่อนและหลังการทดลองไม่แตกต่างกัน

ดำเนิน ยาห้วม (2548: 110-124) ได้ศึกษาผลการจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระวิทยาศาสตร์ ด้วยวัฏจักรการเรียนรู้ วัฏจักรการเรียนรู้ร่วมกับการสะท้อนอภิปัญญา และวัฏจักรการเรียนรู้ร่วมกับการสะท้อนและความตระหนักรู้อภิปัญญา กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 3 โรงเรียน โรงเรียนละ 40 คน แบ่งเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มทดลองที่ 1 ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยวัฏจักรการเรียนรู้ร่วมกับการสะท้อนอภิปัญญา กลุ่มทดลองที่ 2 ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยวัฏจักรการเรียนรู้ร่วมกับการสะท้อนและความตระหนักรู้อภิปัญญา เก็บรวบรวมข้อมูลด้วยแบบวัดผลการเรียนรู้ แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ และแบบวัดความสามารถในการประเมินความคิดของตนเอง ผลการวิจัยไม่พบ ปฏิสัมพันธ์ระหว่างรูปแบบการจัดการเรียนรู้กับความรู้พื้นฐานทางวิทยาศาสตร์ รูปแบบการจัดการเรียนรู้ด้วยวัฏจักรการเรียนรู้ร่วมกับการสะท้อนและความตระหนักรู้อภิปัญญา มีอิทธิพลต่อผลการเรียนรู้ความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ และความสามารถในการประเมินการรู้จักของตนเองสูงที่สุด รองลงมาคือวัฏจักรการเรียนรู้ร่วมกับการสะท้อนอภิปัญญา และวัฏจักรการเรียนรู้ตามลำดับ และนักเรียนที่มีความรู้พื้นฐานทางวิทยาศาสตร์ในระดับสูงมีผลการเรียนรู้ ความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ และความสามารถในการประเมินการรู้จักของตนเองสูงที่สุด รองลงมาคือนักเรียนที่มีความรู้พื้นฐานทางวิทยาศาสตร์ในระดับปานกลาง และนักเรียนที่มีความรู้พื้นฐานทางวิทยาศาสตร์ในระดับต่ำตามลำดับ

ภัทรรัตน์ แสงเดือน (2553: 88-97) ได้ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบธรรมสภาจฉาย เรื่อง อัตราส่วนตรีโกณมิติ ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความสามารถในการคิดอย่างมี วิจารณ์ญาณและความตระหนักในการรู้จัก ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. ผลการวิจัยพบว่า ความตระหนักในการรู้จักของนักเรียนหลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบธรรมสภาจฉายสูงกว่า ก่อนได้รับการจัดกิจกรรมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องพบว่า การศึกษาความตระหนักในการรู้จักมีทั้งในวิชาคณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ และภาษาศาสตร์ ซึ่งเป็นการพัฒนาความตระหนักในการรู้จักในด้านการอ่านและการแก้ปัญหา โดยในการจัดกิจกรรมเรียนรู้ได้นำรูปแบบการสอนต่าง ๆ

มาใช้เพื่อส่งเสริมความตระหนักรู้คิด เช่น การเรียนรู้แบบธรรมสากัจฉา การใช้การผสานแนวคิด การประมวลสารสนเทศและการรู้คิด การใช้ผังมโนทัศน์ การใช้ชุดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแก้ปัญหา ส่งเสริมความตระหนักในการรู้คิด นอกจากนี้ยังมีการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความตระหนักในการรู้คิดกับความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ ซึ่งพบว่าความตระหนักในการรู้คิดมีความสัมพันธ์ทางบวกกับการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ ดังนั้นเพื่อให้ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่สูงขึ้นและสามารถในการแก้ปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพ จึงควรพัฒนาความตระหนักในการรู้คิดให้เกิดแก่ผู้เรียน นอกจากนี้ผู้เรียนยังสามารถนำยุทธวิธีต่างๆ ที่ช่วยให้ผู้เรียนเกิดความตระหนักในการรู้คิดไปประยุกต์ใช้กับการเรียนในรายวิชาอื่นๆ ได้อีกด้วย

4. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการกำกับตนเองในการเรียน

4.1 ความหมายของการกำกับตนเองในการเรียน

ซิมเมอร์แมน (Zimmerman. 1989: 329) ได้กล่าวไว้ว่า การกำกับตนเองในการเรียน หมายถึง การที่นักเรียนมีการกำกับตนเองเพื่อให้มีความรู้และทักษะต่างๆ โดยมีการรู้คิด มีแรงจูงใจ ที่กระทำพฤติกรรมการเรียนรู้ด้วยตนเอง

พินทริช และเดอ กรูท (Printrich; & De Groot. 1990: 33-40) กล่าวไว้ว่า การกำกับตนเองในการเรียน หมายถึง การที่ผู้เรียนมีการรู้คิดของตนเองในการวางแผน ติดตามและปรับความคิดของตนเอง มีการจัดการและควบคุมความพยายามของตนเองรวมทั้งการใช้กลยุทธ์ทางปัญญา

ซังค์ (Schunk. 1991: 348) ได้ให้ความหมายของการกำกับตนเองว่า หมายถึง กระบวนการที่บุคคลปฏิบัติและสนับสนุนต่อพฤติกรรม ความรู้ความเข้าใจ และอารมณ์ความรู้สึกที่มุ่งไปสู่เป้าหมายที่ตั้งไว้ด้วยตนเอง อย่างเป็นระบบ

แบนดูรา (Bandura. 1994: 71) ให้ความหมายของการกำกับตนเองว่า หมายถึง ปฏิบัติการของอิทธิพลที่บุคคลมีต่อแรงจูงใจ กระบวนการคิด สภาพอารมณ์ และแบบแผนทางพฤติกรรมของตนเอง

ซังค์ และซิมเมอร์แมน (Schunk; & Zimmerman. 1997: 195-208) ได้ให้ความหมายของการกำกับตนเอง สรุปได้ว่า เป็นกระบวนการที่กระตุ้นและสนับสนุนต่อความรู้ความเข้าใจ พฤติกรรมและความพอใจ เพื่อนำไปสู่การบรรลุเป้าหมายที่ตนเองตั้งไว้

จิราภรณ์ กุณสิทธิ์ (2541: 7) ได้ให้ความหมายการกำกับตนเองว่า หมายถึง การที่บุคคลมีการกำกับตนเองเพื่อให้มีความรู้และทักษะต่างๆ โดยมีการรู้คิดของตนเองในสิ่งที่ตนเองเรียนรู้ควบคุมการกระทำและแรงจูงใจ จัดการสิ่งต่างๆ ด้วยตนเองและใช้กลยุทธ์ทางปัญญาในการเรียนรู้

ระพีพันธ์ ฉายวิมล (2544: 187-188) กล่าวว่า การเรียนรู้โดยการกำกับตนเองเป็นการผสมผสานทักษะและเจตจำนงของบุคคลซึ่งมีองค์ประกอบสำคัญ 3 ประการ คือ ความรู้ (Knowledge) การจูงใจ (motivation) และการมีวินัยในตนเอง (Self-discipline)

1. ความรู้ บุคคลที่มีการเรียนรู้โดยการกำกับตนเองนั้น ต้องมีความรู้เกี่ยวกับตนเอง หลายประการ เช่น มีความรู้เกี่ยวกับเนื้อหาวิชา มีความรู้เกี่ยวกับงาน มีความรู้เกี่ยวกับกลยุทธ์ในการเรียนรู้ และมีความรู้เกี่ยวกับบริบทที่จะนำความรู้ไปใช้

2. การจูงใจ นักเรียนที่มีการกำกับตนเองจะมีการจูงใจตนเองในการเรียนทำให้งานต่างๆ ในห้องเรียนเป็นสิ่งที่น่าสนใจ มีคุณค่าต่อการเรียน เพราะพฤติกรรมการเรียนไม่ได้กระทำเพื่อให้คนอื่นชมว่าดี แต่รู้ตัวเองว่า “ทำไมจึงศึกษา” เรื่องดังกล่าว การเลือกกลยุทธ์การทำงานเกิดจากตัวนักเรียนมากกว่าบุคคลอื่นกำหนดให้

3. วินัยในตนเอง เป็นเจตจำนง (will power) ของนักเรียนโดยนักเรียนที่มีการกำกับตนเองจะรู้ว่าจะปกป้องตนเองจากสิ่งที่ยกเว้นสมาธิ (distraction) ต่างๆ อย่างไร รู้ว่าจะไปศึกษาที่ใดจึงจะไม่ถูกรบกวนหรือขัดจังหวะ รู้ว่าเมื่อเกิดความรู้สึกวิตกกังวลแล้วจะปฏิบัติตนอย่างไร เป็นต้น

จากการศึกษาข้างต้น สรุปได้ว่า การกำกับตนเองในการเรียนเป็นวิธีการหนึ่งที่ใช้ในการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมของบุคคลไปสู่พฤติกรรมเป้าหมายที่ต้องการด้วยตนเอง ซึ่งผู้เรียนจะใช้กระบวนการเมตาคอกนิชันในการวางแผน กำกับควบคุมการกระทำของตนเอง โดยอาศัยแรงจูงใจภายในที่จะปฏิบัติด้วยตนเองโดยไม่มีใครบังคับ และมีวินัยในตนเอง ซึ่งการกำกับตนเองในการเรียนนั้นก็เพื่อให้ตนเองมีความรู้และทักษะต่างๆ ตามเป้าหมายที่ตนเองตั้งไว้

4.2 แนวคิดและทฤษฎีเกี่ยวกับการกำกับตนเองในการเรียน

ซิมเมอร์แมน (Zimmerman. 1989: 330) กล่าวถึงการกำกับตนเองในการเรียน มีพื้นฐานมาจากทฤษฎีการเรียนรู้ปัญญาสังคม (Social Cognitive Theory) ซึ่งเชื่อว่าการกำกับตนเองในการเรียนของนักเรียนเป็นผลเนื่องมาจากเหตุ และผลที่เอื้อต่อกันระหว่าง 3 องค์ประกอบ คือ ปัจจัยทางสิ่งแวดล้อม (Environment) ปัจจัยส่วนบุคคล (Person) และพฤติกรรม (Behavior) การเรียนรู้โดยการกำกับตนเองมิได้เกิดจากกระบวนการภายในตัวบุคคลเพียงอย่างเดียว แต่ได้รับอิทธิพลจากเหตุการณ์ในสิ่งแวดล้อม และเหตุการณ์ในด้านพฤติกรรมด้วย และขณะเดียวกันปัจจัยด้านบุคคล สิ่งแวดล้อม และพฤติกรรมต่างก็มีอิทธิพลซึ่งกันและกัน (Reciprocal) ดังภาพประกอบ 4



ภาพประกอบ 4 ปฏิกริยาซึ่งกันและกันของกระบวนการกำกับตนเอง

ที่มา: Zimmerman. (1989). *A Social Cognitive View of Self-Regulated Academic Learning*. p. 330.

1. การกำกับตนเองด้านพฤติกรรม (Behavioral self-regulation) การเรียนรู้ในอดีตของนักเรียนโดยใช้กลยุทธ์ประเมินตนเอง เช่น การตรวจการบ้าน จะให้ข้อมูลเกี่ยวกับความถูกต้อง และตรวจสอบอย่างต่อเนื่องโดยผ่านการให้ข้อมูลย้อนกลับ กล่าวคือกระบวนการภายในตัวบุคคลเริ่มขึ้นโดยการใช้กลยุทธ์กำกับตนเองในการกระทำ จากการรับรู้ความสามารถของตนเองจะทำให้มีความพยายามที่จะใช้วิธีการกำกับตนเอง เพื่อให้ได้มาซึ่งความรู้ และทักษะในรูปวงจรการให้ข้อมูลย้อนกลับ

2. การกำกับตนเองด้านสิ่งแวดล้อม (Environmental self-regulation) เป็นกลยุทธ์ที่นักเรียนใช้จัดการกับสิ่งแวดล้อม จัดเตรียมสถานที่เงียบสงบเพื่อทำการบ้าน ซึ่งจะเกี่ยวข้องกับองค์ประกอบด้านพฤติกรรม เช่น การทำให้ไม่มีเสียงอึกทึก จัดแสงให้เหมาะสม และจัดสถานที่ที่จะเรียน เป็นการจัดการสิ่งแวดล้อมเพื่อช่วยในการเรียนรู้และการกำกับตนเองด้านสิ่งแวดล้อมจะต้องอยู่ภายใต้อิทธิพลของกระบวนการส่วนบุคคล เช่น การตั้งเป้าหมาย การรับรู้ความสามารถของตนเอง

3. การกำกับตนเองภายใน (Covert self-regulation) ทฤษฎีการเรียนรู้ทางสังคมจะสนใจเป็นพิเศษต่อผลกระทบของกระบวนการเมตาคอกนิชัน (Metacognition) หรือกระบวนการรู้คิดของตนเองที่มีต่อกระบวนการส่วนบุคคลด้านอื่นๆ เช่น ความรู้พื้นฐานหรือลักษณะความรู้สึกลึกซึ้ง

ของบุคคลตัวอย่างเช่น การใช้กลวิธีขยายเชื่อมโยง (Elaboration) ในการสร้างความสัมพันธ์ระหว่างคำภาษาสเปน “pan” ซึ่งมีความหมายเหมือนกับคำว่า “bread” ในภาษาอังกฤษ เช่น Bread is cooked in pan. จะทำให้นักเรียนขยายเชื่อมโยงความรู้โดยอาศัยพื้นฐานภาษาสเปนได้

จากแนวคิดและทฤษฎีเกี่ยวกับการกำกับตนเอง สรุปได้ว่า การกำกับตนเองในการเรียนของนักเรียนนั้นมีองค์ประกอบ 3 องค์ประกอบที่มีความสัมพันธ์ ในรูปแบบความเป็นเหตุเป็นผลซึ่งกันและกัน คือ ปัจจัยทางสิ่งแวดล้อม ปัจจัยส่วนบุคคล และพฤติกรรม ซึ่งร่วมกันกำหนดในการกำกับตนเองในการเรียนของนักเรียน

4.3 กระบวนการในการกำกับตนเองในการเรียน

ทฤษฎีการเรียนรู้ทางปัญญาสังคม เสนอว่ากระบวนการการกำกับตนเองประกอบด้วยกระบวนการย่อย 3 กระบวนการ ได้แก่ กระบวนการสังเกตตนเอง (Self-Observation) กระบวนการตัดสินใจ (Self-Judgment) และการแสดงปฏิกิริยาต่อตนเอง (Self-Reaction) ซึ่งสามารถอธิบายได้ดังนี้ (Bandura, 1986: 337)

1. การสังเกตตนเอง (Self-Observation)

การสังเกตตนเอง เป็นกระบวนการที่สำคัญกระบวนการแรกในการกำกับตนเอง ทั้งนี้เพราะบุคคลจะต้องทราบว่า มีอะไรเกิดขึ้นกับตนเอง บุคคลจึงคิดเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมนั้นและบุคคลจะใช้ข้อมูลที่ได้จากกระบวนการสังเกตตนเองมาเป็นข้อมูลในการตั้งเป้าหมาย ติดตามตรวจสอบ และประเมินการกระทำพฤติกรรมของตน ซึ่งในการสังเกตตนเองนี้ บุคคลต้องรู้ก่อนว่าจะสังเกตพฤติกรรมใด และสังเกตในด้านใดของพฤติกรรม ทั้งนี้เพราะพฤติกรรมแต่ละประเภทนั้นจะมีด้านต่าง ๆ ที่จะสังเกตได้มากมาย เช่น สังเกตในด้านคุณภาพของการกระทำ สังเกตด้านอัตราเร็ว หรือสังเกตปริมาณของการกระทำก็ได้ นอกจากนี้ยังสามารถสังเกตว่า พฤติกรรมนี้มีความคิดริเริ่มหรือไม่ พฤติกรรมนี้สามารถนำบุคคลไปสู่การเข้าสังคมได้หรือไม่ พฤติกรรมที่มีจริยธรรมหรือไม่ และมีความเบี่ยงเบนหรือไม่ เป็นต้น การสังเกตพฤติกรรมของตนเองนั้นอาจเป็นพฤติกรรมที่ต้องการลด หรือเป็นพฤติกรรมที่ต้องการเพิ่ม ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์บุคคลนั้น ซึ่งกระบวนการสังเกตตนเองประกอบด้วยองค์ประกอบ 2 ประการ คือ

1.1 การตั้งเป้าหมาย (Goal Setting) เป็นการกำหนดพฤติกรรมเป้าหมาย หรือกำหนดเกณฑ์การแสดงพฤติกรรมที่ต้องการเปลี่ยนแปลง ซึ่งการตั้งเป้าหมายนี้ช่วยให้บุคคลได้รู้ถึงพฤติกรรมที่ต้องการกระทำอย่างชัดเจน และยังใช้เป็นเกณฑ์ในการประเมินเพื่อเปรียบเทียบกับพฤติกรรมที่บุคคลกระทำ ทั้งด้านคุณภาพ ปริมาณ และด้านอื่นๆ กับเกณฑ์มาตรฐาน หรือพฤติกรรมเป้าหมายที่กำหนดไว้ว่าพฤติกรรมนั้นมีการเปลี่ยนแปลงในลักษณะเช่นใด เพื่อใช้เป็นข้อมูลป้อนกลับในการแสดงปฏิกิริยาต่อตนเองทั้งทางบวกและทางลบ ซึ่งรูปแบบ และลักษณะของเป้าหมายที่บุคคลกำหนดขึ้นนั้น เป็นไปตามการรับรู้ความสามารถของตนเอง และมีอิทธิพลต่อสิ่งต่างๆ ดังนี้

1.1.1 แรงจูงใจ การที่บุคคลตั้งเป้าหมายในการกระทำพฤติกรรม มักจะทำให้บุคคลมีแรงจูงใจที่จะกระทำพฤติกรรมมากขึ้น โดยบุคคลมีแนวโน้มที่จะใช้ความพยายามในการกระทำเพื่อให้การกระทำนั้นบรรลุเป้าหมายที่กำหนดไว้มากขึ้นด้วย

1.1.2 การรับรู้ความสามารถของตนเอง การที่บุคคลตั้งเป้าหมายแล้วสามารถทำพฤติกรรมได้บรรลุผลสำเร็จตามเป้าหมายที่ตนตั้งไว้ จะทำให้บุคคลมีแนวโน้มที่จะมีการรับรู้ความสามารถของตนเองสูงขึ้น

1.1.3 ความสนใจ การตั้งเป้าหมายที่มีลักษณะที่ท้าทายจะทำให้บุคคลมีความสนใจในการกระทำพฤติกรรมนั้นเพิ่มขึ้น

การที่บุคคลจะต้องตัดสินใจหรือประเมินพฤติกรรมตนเองให้ถูกต้องมีประสิทธิภาพ และสะดวกต่อการตัดสินใจ ควรตั้งเป้าหมายให้มีลักษณะ ดังที่ แบนดูรา (Bandura. 1986: 339); และ ชังก์ (Schunk. 1990: 71-86) เสนอไว้ ซึ่งสรุปได้ดังนี้

1. เฉพาะเจาะจง และมีทิศทางในการกระทำที่แน่นอน นั่นคือ บุคคลจะกำหนดเป้าหมายในการกระทำพฤติกรรมที่เจาะจงชัดเจนลงไปว่าเขาจะต้องทำพฤติกรรมอย่างไรหรือเท่าไร เช่น การตั้งเป้าหมายว่า “ฉันจะอ่านหนังสือภาษาอังกฤษวันละ 2 ชั่วโมงทุกวัน” ไม่ควรตั้งว่า “วันนี้อาจจะอ่านหนังสือภาษาอังกฤษหรืออาจจะทำการบ้านวิชาคณิตศาสตร์” การตั้งเป้าหมายที่เฉพาะเจาะจงจะช่วยส่งเสริมการเรียนรู้ บุคคลจะมีแรงจูงใจที่จะใช้ความพยายามเพื่อให้การกระทำนั้นประสบความสำเร็จ เมื่อนั้นบุคคลจะมีความพึงพอใจในตนเอง และยังง่ายต่อการตัดสินใจหรือประเมินพฤติกรรมของตนเองให้ถูกต้อง

2. การตั้งเป้าหมายที่มีลักษณะท้าทาย จะเป็นสิ่งกระตุ้นหรือจูงใจให้ใช้ความพยายามในการกระทำพฤติกรรมให้มากขึ้น เพื่อให้การกระทำนั้นประสบความสำเร็จตามเป้าหมายที่ตั้งไว้ เมื่อประสบความสำเร็จบุคคลจะมีความพึงพอใจในตนเองมากกว่าการตั้งเป้าหมายที่มีลักษณะง่าย ๆ

3. ระยะสั้น การตั้งเป้าหมายระยะสั้นในการกระทำพฤติกรรม จะมีผลต่อแรงจูงใจและการรับรู้ความสามารถของตนเองมากกว่าเป้าหมายระยะยาว เนื่องจากบุคคลจะพบกับความสำเร็จตามที่ตั้งไว้ง่ายและเร็ว และเมื่อบุคคลประสบความสำเร็จก็จะมี ความพึงพอใจและจะเป็นแรงจูงใจให้บุคคลพยายามกระทำพฤติกรรมให้บรรลุเป้าหมายระยะยาวเพิ่มมากขึ้น

4. ใกล้เคียงกับความเป็นจริง และสามารถปฏิบัติได้ คือ ไม่เป็นเป้าหมายที่มีลักษณะเพ้อฝัน หรือถ่อมตน สูงหรือต่ำกว่าความเป็นจริง และเป้าหมายที่ตั้งขึ้นนั้นต้องสามารถปฏิบัติได้ การตั้งเป้าหมายที่มีลักษณะเฉพาะเจาะจงและมีทิศทางในการกระทำที่แน่นอน ท้าทายระยะสั้น ใกล้เคียงกับความเป็นจริงและสามารถปฏิบัติได้ด้วยตนเอง ทำให้บุคคลมีแรงจูงใจที่จะใช้ความพยายามเพื่อให้การกระทำนั้นประสบความสำเร็จ เมื่อประสบความสำเร็จบุคคลจะมีความพึงพอใจในตนเอง รับรู้ความสามารถของตนเองว่าตนมีความสามารถและเรียนรู้ได้ดีที่สุด และยังง่ายต่อการประเมินพฤติกรรมของตนเองให้ถูกต้อง

แบนดูรา (Bandura. 1986: 338); และ คอร์เมียร์ และคอร์เมียร์ (Cormier; & Cormier. 1979: 251) ได้เสนอวิธีการตั้งเป้าหมายไว้ 2 วิธี สรุปได้ดังนี้

1. การตั้งเป้าหมายด้วยตนเอง หมายถึง การที่บุคคลเป็นผู้กำหนด พฤติกรรมเป้าหมายที่ต้องการกระทำด้วยตนเอง ซึ่งการตั้งเป้าหมายด้วยตนเองจะมีข้อดี คือ จะทำให้บุคคลรู้สึกว่าเป็นผู้กระทำและผู้ตัดสินใจด้วยตนเอง ทำให้เกิดความรู้สึกสบายใจและพยายามกระทำพฤติกรรมให้บรรลุเป้าหมายที่ตนกำหนดไว้ แบนดูรา (Bandura. 1986:338) ได้ศึกษาผลของการตั้งเป้าหมายด้วยตนเองพบว่า การตั้งเป้าหมายด้วยตนเองจะทำให้บุคคลทราบถึงเป้าหมายของตน และจะมีความพยายามกระทำพฤติกรรมให้บรรลุเป้าหมายมากขึ้น และจะมีความพึงพอใจในตนเองเมื่อกระทำพฤติกรรมได้สำเร็จ

2. การตั้งเป้าหมายโดยบุคคลอื่น หมายถึง การที่บุคคลอื่นเป็นผู้กำหนด พฤติกรรมเป้าหมายที่ต้องการเปลี่ยนแปลงให้กับบุคคล ซึ่งการตั้งเป้าหมายโดยบุคคลอื่นจะมีข้อดีตรงที่อาจจะช่วยแก้ไขให้บุคคลที่ไม่สามารถตั้งเป้าหมายด้วยตนเองได้อย่างเหมาะสม ให้สามารถตั้งเป้าหมายได้เหมาะสมกับความสามารถของตนเองยิ่งขึ้น

1.2 การเตือนตนเอง (Self-Monitoring) เป็นกระบวนการที่บุคคลสังเกต และบันทึก พฤติกรรมเป้าหมายที่เกิดขึ้นกับตนเอง เพื่อเป็นข้อมูลย้อนกลับที่จะทำให้บุคคลรู้ว่าตนเองกระทำ พฤติกรรมในลักษณะใด การที่บุคคลใช้วิธีการเตือนตนเองนี้อาจจะนำไปสู่การเปลี่ยนแปลง พฤติกรรมของบุคคลได้ ทั้งนี้เพราะเมื่อบุคคลได้เห็นข้อมูลย้อนกลับแล้ว ก็จะทำให้เขารู้ว่าควรจะทำ เช่นไรต่อไปเพื่อไปสู่พฤติกรรมเป้าหมายที่ต้องการ

การเตือนตนเอง คอร์เมียร์ และคอร์เมียร์ (Cormier ; & Cormier. 1979: 252) ได้เสนอขั้นตอนในการเตือนตนเองให้มีประสิทธิภาพ ดังนี้

1. จำแนกพฤติกรรมเป้าหมายให้ชัดเจนว่าจะต้องสังเกตพฤติกรรมอะไร
2. กำหนดเวลาที่จะสังเกตและบันทึกพฤติกรรม
3. กำหนดวิธีการบันทึกและเครื่องมือที่ใช้ในการบันทึกพฤติกรรม
4. ทำการสังเกตและบันทึกพฤติกรรมของตนเอง
5. แสดงผลการบันทึกพฤติกรรมของตนเองเป็นกราฟ หรือแผนภาพ
6. วิเคราะห์ข้อมูลที่บันทึก เพื่อให้เป็นข้อมูลย้อนกลับ และเพื่อ

พิจารณาผลการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรม

กระบวนการสังเกตตนเองนั้นทำหน้าที่อย่างน้อยที่สุด 2 ประการคือ เป็นตัวให้ ข้อมูลที่จำเป็นต่อการกำหนดมาตรฐานของการกระทำที่มีความเป็นไปได้จริง และประเมินการเปลี่ยนแปลงของพฤติกรรมที่กระทำอยู่ แต่การที่คนเราจะเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมหรือไม่ขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายๆ อย่างเช่น การวินิจฉัยตนเองซึ่งมักพบว่า คนเราไม่ค่อยจะตระหนักกับสิ่งที่ตนเองกระทำเป็นนิสัย การสังเกตตนเองจะทำให้บุคคลไปสู่การตัดสินใจว่าพฤติกรรมใดควรจะเปลี่ยนแปลง นอกจากนี้การเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมหรือไม่ยังขึ้นอยู่กับปัจจัยทางด้าน การจูงใจตนเอง

เนื่องจากพบว่าบางครั้งการสังเกตก็นำไปสู่การเพิ่มของพฤติกรรม การลดพฤติกรรม และบางครั้งก็ไม่มีผลต่อพฤติกรรมที่สังเกตนั้นเลย ดังนั้นก็น่าจะขึ้นอยู่กับความตั้งใจของตนเองด้วย กล่าวว่าการที่คนเราจะเกิดแรงจูงใจตนเองนั้น น่าจะขึ้นอยู่กับปัจจัยต่อไปนี้

1. ช่วงเวลาระหว่างการเกิดพฤติกรรมและการบันทึกพฤติกรรมตนเอง
เบนดูรา พบว่าถ้าช่วงเวลาระหว่างการเกิดพฤติกรรมและการบันทึกพฤติกรรมนั้นสั้น ก็ย่อมจะส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงของพฤติกรรมได้ดีขึ้น การที่คนเราให้ความสนใจในสิ่งที่เกิดขึ้นจากการกระทำอย่างทันทีทันใด จะทำให้เกิดความรู้สึกต่าง ๆ ซึ่งอาจจะเป็นความรู้สึกพอใจหรือไม่พอใจก็จะส่งผลให้คนเรารู้สึกว่า ควรจะเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมตนเองหรือไม่ อย่างเช่น ความต้องการลดความอ้วน การบันทึกจำนวนแคลอรีของอาหารที่รับประทานแต่ละมื้ออย่างทันทีทันใด จะส่งผลทำให้พฤติกรรมรับประทานอาหารอย่างระมัดระวังเกิดขึ้นได้ดีกว่าบันทึกในตอนก่อนนอนแต่ละวัน
2. ระดับของแรงจูงใจ คนที่มีแรงจูงใจสูง ก็จะมีแนวโน้มที่จะตั้งพฤติกรรมเป้าหมายด้วยตนเองและประเมินความก้าวหน้าดังกล่าวด้วยตนเอง ก็จะทำให้การสังเกตตนเองมีผลต่อการพัฒนาพฤติกรรมของบุคคลมากกว่าการที่บุคคลที่ขาดแรงจูงใจการพัฒนาตนเอง
3. คุณค่าของพฤติกรรมที่สังเกต ถ้าพฤติกรรมที่สังเกตนั้นมีคุณค่ามาก ปฏิบัติการตอบสนองย่อมสูงเมื่อได้เห็นข้อมูลที่ได้จากการสังเกตตนเอง จึงจะนำไปสู่การตัดสินใจในการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรม แต่ถ้าพฤติกรรมนั้นไม่มีคุณค่า บุคคลย่อมจะไม่สนใจมากนักต่อการพัฒนาพฤติกรรมดังกล่าว
4. การเน้นที่ความสำเร็จหรือความล้มเหลว พฤติกรรมและการรับรู้ถึงความสามารถของตนเองจะเปลี่ยนแปลงถ้าการเปลี่ยนแปลงนั้นนำไปสู่การได้รับรางวัล การเน้นการสังเกตความสำเร็จของการแสดงพฤติกรรมจะทำให้เกิดการเพิ่มพฤติกรรมที่ปรารถนามากกว่าที่จะไปสังเกตความล้มเหลวของการแสดงพฤติกรรม
5. ระดับความสามารถในการควบคุม พฤติกรรมที่สังเกตนั้น ถ้าบุคคลรับรู้ว่าจะอยู่ในความสามารถที่จะควบคุมได้ ก็จะมีโอกาสที่จะเปลี่ยนแปลงได้ดีกว่าพฤติกรรมที่บุคคลมีความรู้สึกว่าไม่สามารถจะควบคุมได้

2. กระบวนการตัดสินใจ (Judgement Process)

กระบวนการตัดสินใจ เป็นกระบวนการที่ต่อเนื่องจากกระบวนการสังเกตตนเอง เมื่อบุคคลสังเกตและบันทึกพฤติกรรมของตนเองแล้ว จะนำข้อมูลที่ได้ไปเปรียบเทียบกับเป้าหมายหรือมาตรฐานที่ตั้งไว้ พฤติกรรมจะประสบผลสำเร็จหรือล้มเหลวย่อมขึ้นอยู่กับมาตรฐานที่นำมาประเมิน

บุคคลจะตั้งมาตรฐานสำหรับเป็นเกณฑ์ในการตัดสินใจพฤติกรรม และเป็นสิ่งแนะนำแนวทางให้กับพฤติกรรมว่าจะดำเนินไปอย่างไร ข้อมูลที่จะนำมาเป็นมาตรฐานได้มาจากแหล่งต่าง ๆ เช่น การแสดงพฤติกรรมทางสังคมต่อพฤติกรรมของบุคคล มาตรฐานของบุคคลอื่น การตั้งมาตรฐาน การตั้งมาตรฐานที่ดี คือ การตั้งพฤติกรรมที่เฉพาะเจาะจงระบุอย่างชัดเจน มีแนวทางใน

การกระทำอย่างแน่นอน เป็นมาตรฐานที่ใกล้เคียงกับความเป็นจริง และสามารถปฏิบัติได้ หลังจาก
ที่บุคคลนำมาตรฐานมาใช้เป็นเกณฑ์ในการตัดสินใจ มีแนวโน้มว่าจะนำมาตรฐานไปดัดแปลงใช้ใน
สภาพการเรียนอื่นๆ และมาตรฐานนั้นยังส่งผ่านจากบุคคลหนึ่งไปสู่อีกบุคคลหนึ่ง ด้วยตัวแบบและ
ความสำเร็จทางสังคม เช่น เด็กดัดแปลงมาตรฐานของผู้ใหญ่มาใช้แล้วนำมาตรฐานอย่างเดียวกันมา
ใช้กับเพื่อน

2.1 การเปรียบเทียบเชิงอ้างอิงทางสังคม (Social Referential Comparison)

เมื่อบุคคลทราบผลการกระทำต่างๆ ของตนเองจากการวัดและประเมินแล้วนั้น บุคคลก็ควรมีการ
เปรียบเทียบการกระทำของตนเองกับผู้อื่นด้วย เพื่อจะได้ทราบว่า การกระทำของตนเองเป็นอย่างไร
สูงหรือต่ำกว่าผู้อื่น และเพื่อหาแนวทางในการพัฒนาการกระทำของตนเองให้ดีขึ้นในการประเมิน
การกระทำพฤติกรรมของตนเองโดยการเปรียบเทียบกับผู้อื่นนั้น บุคคลสามารถเลือกเกณฑ์ในการ
เปรียบเทียบได้ 4 ลักษณะ คือ

2.1.1 การเปรียบเทียบกับบรรทัดฐานที่เป็นมาตรฐานของกลุ่ม คือ การที่
บุคคลเปรียบเทียบผลการกระทำของตนเองกับบรรทัดฐานที่เป็นมาตรฐานของกลุ่มต่างๆ เช่น กลุ่ม
อายุ กลุ่มระดับการศึกษา กลุ่มเพศ หรือกลุ่มสภาพที่อยู่อาศัย เป็นต้น ซึ่งบรรทัดฐานของกลุ่มต่างๆ
เหล่านี้ได้มาจากการที่มีผู้ทำการสำรวจและหาค่าเฉลี่ยของกลุ่มนั้นๆ จนเป็นที่ยอมรับกันโดยทั่วไป
แล้ว และบรรทัดฐานที่บุคคลนำมาใช้ในการเปรียบเทียบกับกระทำของตนเองจะต้องมีลักษณะ
คล้ายคลึงกับตนด้วย

2.1.2 การเปรียบเทียบกับตนเอง คือ การที่บุคคลเปรียบเทียบผลการ
กระทำของตนเองกับสิ่งที่เขาได้เคยกระทำมาแล้ว หรือเปรียบเทียบกับเป้าหมายที่ตนตั้งขึ้น ซึ่งการ
เปรียบเทียบกับตนเองนี้จะก่อให้เกิดความท้าทาย จะทำให้บุคคลพยายามกระทำพฤติกรรมให้ดีกว่า
ครั้งที่ผ่านๆ มา เพราะถ้าบุคคลกระทำพฤติกรรมได้เท่ากับครั้งที่ผ่านๆ มา การกระทำระดับนั้นอาจจะไม่
ก่อให้เกิดความท้าทายอีกต่อไป

2.1.3 การเปรียบเทียบกับสังคม คือ การที่บุคคลใช้ผลการกระทำของ
ผู้อื่นมาใช้เป็นเกณฑ์เปรียบเทียบกับผลการกระทำของตน ซึ่งผลการกระทำของผู้อื่นนำมาใช้เป็น
เกณฑ์เปรียบเทียบนี้จะต้องเป็นบุคคลที่อยู่ในสภาพการณ์ที่เหมือนกันหรือคล้ายคลึงกันกับตน เช่น
เพื่อนร่วมชั้น หรือผู้ร่วมงาน เป็นต้น

2.1.4 การเปรียบเทียบกับกลุ่ม คือ การที่บุคคลเปรียบเทียบผลการ
กระทำของตนกับค่าเฉลี่ยจากการกระทำของกลุ่มโดยบุคคลจะเปรียบเทียบว่าผลการกระทำของ
ตนเองอยู่ลำดับที่เท่าไรของกลุ่ม เป็นต้น

2.2 คุณค่าของกิจกรรม องค์ประกอบที่สำคัญอีกประการหนึ่งในกระบวนการ
ตัดสินใจคือ คุณค่าของกิจกรรม บุคคลจะสนใจตัดสินใจกระทำที่ตนกระทำน้อย หากพบว่ากิจกรรมนั้น
มีคุณค่าต่อตนน้อย หรือไม่มีคุณค่าเลย และบุคคลจะใช้ความพยายามในการกระทำกิจกรรมนั้นน้อย
ด้วย ในทางตรงกันข้ามบุคคลจะใช้ความพยายามมากในการทำกิจกรรมที่พิจารณาว่าเป็นกิจกรรมที่มี
มีคุณค่าต่อตนมาก ส่วนกิจกรรมที่มีคุณค่าปานกลางจะก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมน้อย

เพราะจะไม่กระตุ้นให้บุคคลกระทำพฤติกรรมมากนัก คุณค่าของกิจกรรมนั้นอยู่ที่การตัดสินใจของแต่ละบุคคล กิจกรรมจะมีคุณค่าถ้าบุคคลเห็นคุณประโยชน์ที่จะได้รับ เมื่อมองเห็นคุณประโยชน์การมีคุณค่าของสิ่งนั้นก็จะเป็นไปตามมาด้วยเช่นกัน

2.3 การอนุมานสาเหตุของพฤติกรรม การแสดงปฏิกิริยาต่อตนเองขึ้นอยู่กับการรับรู้ปัจจัยที่ส่งผลต่อพฤติกรรม บุคคลมักภูมิใจเมื่อตนเองประสบความสำเร็จแล้วระบุสาเหตุว่าเป็นเพราะความสามารถและความพยายาม แต่ไม่รู้สึกรังเกียจกับงานถ้าระบุสาเหตุว่าเป็นปัจจัยภายนอก เพราะคิดว่าความสำเร็จนั้น มิได้มาจากความสามารถและความพยายาม

3. การแสดงปฏิกิริยาต่อตนเอง (Self-Reaction)

การพัฒนามาตรฐานในการประเมินและทักษะในการตัดสินใจนั้น จะนำไปสู่การแสดงปฏิกิริยาต่อตนเอง ซึ่งกระบวนการแสดงปฏิกิริยาต่อตนเอง เป็นกระบวนการสุดท้ายของกลไกการกำกับตนเอง กระบวนการนั้นทำหน้าที่ 2 ประการ คือ

3.1 ทำหน้าที่ตอบสนองผลการประเมินพฤติกรรมของตนเอง จากกระบวนการตัดสินใจ ถ้าบุคคลกระทำพฤติกรรมเป้าหมายได้เท่ากับ หรือสูงกว่าเป้าหมายที่ตั้งไว้ บุคคลจะแสดงปฏิกิริยาทางบวกต่อตนเองหรือให้รางวัลกับตนเอง แต่ถ้าบุคคลกระทำพฤติกรรมต่ำกว่าเป้าหมาย เขาจะแสดงปฏิกิริยาทางลบต่อตนเองหรือการลงโทษตนเอง หรืออาจไม่แสดงปฏิกิริยาต่อตนเองก็ได้

3.2 ทำหน้าที่เป็นตัวจูงใจสำหรับการกระทำพฤติกรรมของตนเอง ถ้าบุคคลกระทำพฤติกรรมได้ตามเป้าหมายแล้วจะให้สิ่งจูงใจกับตนเอง

3.2.1 สิ่งจูงใจตนเองภายนอก ได้แก่ วัตถุสิ่งของที่สามารถจับต้องได้ หรืออาจเป็นการให้เวลาอิสระกับตนเอง การทำกิจกรรมที่ชอบหรือการกระทำกิจกรรมบันเทิงต่าง ๆ

3.2.2 สิ่งจูงใจตนเองจากภายใน เป็นพฤติกรรมภายในที่บุคคลให้กับตนเอง หลังจากที่ประเมินการกระทำพฤติกรรมของตนเองแล้ว ซึ่งแบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ

3.2.2.1 การแสดงปฏิกิริยาต่อตนเองทางบวก คือ การที่บุคคลแสดงปฏิกิริยาต่อตนเองทางบวกเมื่อกระทำพฤติกรรมได้ตามเป้าหมายที่ตั้งไว้ เช่น การยกย่องชื่นชมตนเอง เป็นต้น

3.2.2.2 การแสดงปฏิกิริยาต่อตนเองทางลบ คือ การที่บุคคลแสดงปฏิกิริยาต่อตนเองทางลบเมื่อทำพฤติกรรมได้ต่ำกว่าเป้าหมายที่ตั้งไว้ เช่น การตำหนิตนเอง การวิพากษ์วิจารณ์ตนเอง มีความละอายใจ และการเสียใจ เป็นต้น

ดังนั้น การที่บุคคลแสดงปฏิกิริยาต่อตนเองทางบวก จึงนับว่าเป็นกลไกการส่งเสริมพฤติกรรม ส่วนการแสดงปฏิกิริยาทางลบต่อตนเองนั้น เรียกได้ว่าเป็นกลไกป้องกันตนเองจากการที่จะถูกสังคมหรือบุคคลภายนอกลงโทษ เพราะการที่บุคคลลงโทษตนเองนั้น สามารถเป็นการระบายสิ่งผิดพลาดที่ตนได้กระทำลงไป และจะกระทบกระเทือนต่อจิตใจน้อยกว่าที่ถูกผู้อื่นลงโทษ

จากกระบวนการในการกำกับตนเองที่กล่าวมาข้างต้น แบนดูรา (Bandura. 1986: 337) ได้เสนอกระบวนการในการกำกับตนเองโดยสรุปได้ ดังแสดงภาพประกอบ 5



ภาพประกอบ 5 กระบวนการย่อยในกระบวนการกำกับตนเอง

ที่มา: Bandura. (1986). *Social Foundations of Thought and Action*. p. 337.

ชังก์ และซิมเมอร์แมน (Schunk; & Zimmerman. 1994: 76-79) ได้เสนอกระบวนการในการกำกับตนเองประกอบด้วย 3 กระบวนการ ดังนี้

1. การสังเกตตนเอง (Self-Observation) ประกอบด้วยองค์ประกอบย่อย 2 ประการ ได้แก่

- 1.1 การตั้งเป้าหมาย (Goal Setting) หมายถึง การกำหนดพฤติกรรม

เป้าหมายกำหนดเกณฑ์ในการแสดงพฤติกรรมหนึ่งที่ต้องการเปลี่ยนแปลง

1.2 การเตือนตนเอง (Self-Regulation) หมายถึง กระบวนการที่บุคคลสังเกตและบันทึกพฤติกรรมเป้าหมายที่เกิดขึ้นด้วยตนเอง เพื่อเป็นข้อมูลเกี่ยวกับพฤติกรรมที่ตนเองกระทำ

ในระยะแรกของการกำกับตนเอง เป็นระยะของการเลือกเป้าหมายก่อนที่บุคคลจะสามารถกำกับพฤติกรรมของตนเองได้อย่างมีประสิทธิภาพ บุคคลจะต้องเลือกเป้าหมายและต้องคิดว่าอะไรที่เขาตั้งใจจะทำ การตั้งเป้าหมายเป็นกระบวนการที่สำคัญ ซึ่งจะมีตัวแปรที่มาจากเกี่ยวข้องด้วยคือ การรับรู้ความสามารถของตนเอง การตั้งเป้าหมายต้องเหมาะสมกับระดับความสามารถของบุคคลนั้น จึงจะมีโอกาสบรรลุเป้าหมายได้มาก นอกจากนี้ขณะที่บุคคลกระทำพฤติกรรมเพื่อให้บรรลุเป้าหมายที่ได้ตั้งไว้ ก็ต้องมีการเตือนตนเองโดยการบันทึกพฤติกรรมของตนเองไว้ด้วย

2. การตัดสินตนเอง (Self-Judgement)

2.1 ชนิดของมาตรฐาน (Type of Standards)

2.2 องค์ประกอบของเป้าหมาย (Goals Properties)

2.3 ความสำคัญในการบรรลุเป้าหมาย (Importance of Goal Attainment)

3. การแสดงปฏิกิริยาต่อตนเอง (Self-Reaction)

3.1 การประเมินพฤติกรรม (Evaluative)

3.2 ความเป็นไปได้ที่จะประสบความสำเร็จ (Tangible)

จากกระบวนการในการกำกับตนเองที่กล่าวข้างต้น สรุปได้ว่า กระบวนการในการกำกับตนเองประกอบด้วย 3 กระบวนการ ดังนี้

1. กระบวนการสังเกตตนเอง (Self-Observation) กระบวนการสังเกตตนเองเป็นกระบวนการที่บุคคลจะต้องทราบว่ามีอะไรเกิดขึ้นกับตนเอง บุคคลจะคิดเปลี่ยนพฤติกรรมนั้น และบุคคลจะใช้ข้อมูลที่ได้จากกระบวนการสังเกตมาเป็นข้อมูลในการตั้งเป้า ติดตาม ตรวจสอบ และประเมินการกระทำพฤติกรรมของตน ซึ่งกระบวนการสังเกตตนเองประกอบด้วยองค์ประกอบ 2 ประการ คือ

1.1 การตั้งเป้าหมาย (Goal Setting) เป็นการกำหนดพฤติกรรมเป้าหมายหรือกำหนดเกณฑ์การแสดงพฤติกรรมที่ต้องการเปลี่ยนแปลง ดังนั้นในการตั้งเป้าหมายผู้เรียนจึงควรกำหนดเป้าหมายที่มีลักษณะเจาะจงชัดเจนลงไปว่าจะต้องทำพฤติกรรมอย่างไร ควรตั้งเป้าหมายที่มีลักษณะท้าทายเพื่อกระตุ้นหรือจูงใจให้เกิดความพยายามในการกระทำพฤติกรรมให้มากขึ้น ไม่ควรตั้งเป้าหมายระยะยาวเพราะจะทำให้บุคคลพบกับความสำเร็จที่ตั้งไว้ได้ยากและซ้ำ นอกจากนี้ควรมีความใกล้เคียงกับความเป็นจริง สามารถปฏิบัติได้ เพราะจะทำให้บุคคลมีแรงจูงใจที่จะใช้ความพยายามเพื่อให้การกระทำนั้นประสบความสำเร็จ

1.2 การเตือนตนเอง (Self-Monitoring) เป็นกระบวนการที่บุคคลสังเกตและบันทึกพฤติกรรมเป้าหมายที่เกิดขึ้นกับตนเอง เพื่อเป็นข้อมูลให้บุคคลรู้ว่าเขาควรจะทำเช่นไรต่อไป เพื่อไปสู่พฤติกรรมเป้าหมายที่ต้องการ

2. กระบวนการตัดสินใจ (Self-Judgement) เป็นกระบวนการที่ต่อเนื่องจากกระบวนการสังเกตตนเอง เมื่อบุคคลสังเกตและบันทึกพฤติกรรมของตนเองแล้ว จะนำข้อมูลที่ได้อไปเปรียบเทียบกับเป้าหมายหรือมาตรฐานที่ตั้งไว้ โดยบุคคลจะตั้งเป้าหมายสำหรับเป็นเกณฑ์ในการตัดสินพฤติกรรม และเป็นแนวทางให้กับพฤติกรรมว่าจะดำเนินไปอย่างไร ซึ่งบุคคลจึงควรเปรียบเทียบการกระทำของตนเองกับผู้อื่น เช่น การเปรียบเทียบกับบรรทัดฐานที่เป็นมาตรฐานของกลุ่ม เปรียบเทียบกับตนเอง เปรียบเทียบกับสังคม เปรียบเทียบกับกลุ่ม เพื่อหาแนวทางในการพัฒนาการกระทำของตนเองให้ดีขึ้น

การเห็นคุณค่าของกิจกรรมก็องค์ประกอบหนึ่งของกระบวนการตัดสินใจ เพราะการที่บุคคลใช้ความพยายามมากในการทำกิจกรรมที่พิจารณาว่าเป็นกิจกรรมที่มีคุณค่าต่อตนมาก ดังนั้นในการจัดการเรียนการสอนจึงควรทำให้นักเรียนเห็นคุณค่าในสิ่งที่เรียนและประโยชน์ที่จะได้รับ เพราะจะเป็นการกระตุ้นให้ผู้เรียนแสดงพฤติกรรมที่เหมาะสมกับการเรียนรู้ด้วย

3. กระบวนการแสดงปฏิกิริยาต่อตนเอง (Self-Reaction) เป็นกระบวนการสุดท้ายของการกำกับตนเอง บุคคลจะแสดงปฏิกิริยาทางบวกต่อตนเองหรือให้รางวัลกับตนเอง เช่น การยกย่อง ชื่นชมตนเอง เป็นต้น เมื่อบุคคลกระทำพฤติกรรมเป้าหมายได้เท่ากับ หรือสูงกว่าเป้าหมายที่ตั้งไว้ ในทางตรงข้ามถ้าบุคคลกระทำพฤติกรรมต่ำกว่าเป้าหมายเขาจะแสดงปฏิกิริยาทางลบต่อตนเอง หรือการลงโทษตนเอง เช่น การตำหนิตนเอง การวิพากษ์วิจารณ์ตนเอง ละอายใจ และเสียใจ เป็นต้น หรืออาจไม่มีปฏิกิริยาต่อตนเองก็ได้

4.4 กลวิธีการกำกับตนเองในการเรียน

ซิมเมอร์แมน และมาร์ตีเนซ พอนส์ (Zimmerman; & Martinez-Pons. 1986: 614-625) ได้พัฒนากลวิธีการเรียนรู้การกำกับตนเอง โดยการสัมภาษณ์นักเรียนระดับมัธยมศึกษาแบบโครงสร้างถึงวิธีรายงานตนเองเกี่ยวกับการใช้กลวิธีต่างๆ ในการกำกับตนเองในการเรียน พบว่า นักเรียนใช้กลวิธีการกำกับตนเองในการเรียนรู้ สามารถแบ่งได้ 14 ประเภท ซึ่งผลที่ได้เหมือนกับวิธีที่ใช้ศึกษาวิจัยในห้องทดลอง การใช้กลวิธีต่างๆ ของนักเรียนพบว่ามีสหสัมพันธ์สูงกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและการประเมินค่าของครูในการเรียนรู้การกำกับตนเองของนักเรียนในชั้นเรียน ต่อมา ซิมเมอร์แมน และมาร์ตีเนซพอนส์ (Zimmerman; & Martinez-Pons. 1988: 284-290) ได้ศึกษาวิจัยพบว่า การรายงานการใช้กลวิธีกำกับตนเองในการเรียนมีสหสัมพันธ์สูงกับการประเมินของครูในการกำกับตนเองของนักเรียนในชั้นเรียนและคะแนนผลสัมฤทธิ์ในการสอบของนักเรียน ข้อมูลเหล่านี้กล่าวได้ว่ากลวิธีต่างๆ ที่ได้จากทฤษฎีการเรียนรู้ปัญญาสังคมและการวิจัยการฝึกการกำกับตนเองในห้องทดลองเป็นตัวพยากรณ์ที่ดีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนในชั้นเรียน

กลวิธีในการกำกับตนเองในการเรียน จากงานวิจัยของซิมเมอร์แมน และ มาร์ตินเนซ พอนส์ (Zimmerman; & Martinez-Pons. 1986: 614-628) ประกอบด้วยกลวิธีในการกำกับตนเองในการเรียน 14 ด้าน ดังนี้

1. การประเมินตนเอง (Self-Evaluation) เป็นการกระทำที่แสดงถึงว่านักเรียนมีการเริ่มประเมินคุณภาพและความก้าวหน้าในงานของตนเอง เช่น “เมื่อฉันทำการบ้านหรือทำรายงานเสร็จฉันตรวจสอบก่อนส่งครูทุกครั้ง เพื่อให้แน่ใจว่าทำถูกต้องและครบถ้วนทุกข้อ”
2. การจัดรูปแบบและการเปลี่ยนแปลงรูปแบบสิ่งๆที่เรารู้ (Organizing and Transforming) เป็นการกระทำที่แสดงถึงการจัดหรือเปลี่ยนแปลงเนื้อหาในการเรียน เพื่อพัฒนาการเรียนรู้ เช่น “ฉันวางโครงร่างของรายงานก่อนที่จะเขียนรายงาน”
3. การตั้งเป้าหมายและการวางแผน (Goal Setting and Planning) เป็นการกระทำที่แสดงถึงการตั้งเป้าหมายในการเรียน หรือเป้าหมายระยะยาว และวางแผนเกี่ยวกับลำดับเหตุการณ์ ระยะเวลา และทำกิจกรรมนั้นให้สำเร็จตามเป้าหมายที่ตั้งไว้ เช่น “อย่างแรกฉันจะเริ่มอ่านหนังสือ 2 สัปดาห์ก่อนสอบ สอง...”
4. การค้นหาข้อมูล (Seeking Information) เป็นการกระทำที่แสดงถึงความพยายามในการค้นหาข้อมูลหรือขอข้อมูลจากแหล่งข้อมูลต่างๆ เมื่อได้รับมอบหมายงาน เช่น “ก่อนที่จะลงมือทำรายงาน ฉันจะเข้าห้องสมุดเพื่อหาข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับเรื่องที่จะเขียนรายงานให้ได้มากที่สุด”
5. การจดบันทึกและการเตือนตนเอง (Keeping Records and Monitoring) เป็นการกระทำที่แสดงถึงความพยายามที่จะบันทึกเหตุการณ์หรือผลลัพธ์ต่างๆ เช่น “ฉันจดคำศัพท์ที่มักเขียนผิดหรือคำที่แปลไม่ได้ไว้ เพื่อทำการศึกษาค้นคว้าต่อไป”
6. การจัดสภาพแวดล้อม (Environment Structuring) เป็นการกระทำที่แสดงถึงความพยายามที่จะเลือกหรือจัดสภาพแวดล้อมทางกายภาพที่จะทำให้เกิดการเรียนรู้ที่ง่ายขึ้น เช่น “ในขณะที่อ่านหนังสือ ฉันจะแยกตัวออกจากสิ่งๆที่ทำให้ฉันเสียสมาธิ”
7. การให้รางวัลต่อความสำเร็จและลงโทษต่อความล้มเหลวของตนเอง (Self Consequences) เป็นการกระทำที่แสดงถึงการจัดการหรือการนึกถึงรางวัล หรือการลงโทษสำหรับความล้มเหลวที่ได้รับ เช่น ถ้าฉันสอบได้คะแนนดี ฉันจึงจะให้รางวัลกับตนเอง เช่น การไปชมภาพยนตร์ ซื้อหนังสือ หรือทำในสิ่งที่ฉันชอบ
8. การฝึกหัดและการจดจำ (Rehearsal and Memorizing) เป็นการกระทำที่แสดงถึงความพยายามที่จะจดจำสิ่งต่างๆ โดยการฝึกทั้งที่แสดงออกและไม่แสดงออกมาภายนอก เช่น “ในการเตรียมตัวสอบที่มีการคำนวณ ฉันจะจดและท่องสูตรต่างๆ จนกระทั่งจำได้”
- 9-11. การขอความช่วยเหลือทางสังคม (Seeking Social Assistance) เป็นการกระทำที่แสดงถึงการพยายามขอความช่วยเหลือจากเพื่อน จากครู และจากคนอื่นๆ เช่น “เมื่อไม่เข้าใจเนื้อหาในวิชาที่ขาดเรียน ฉันขอให้เพื่อนช่วยอธิบายในเนื้อหาวิชานั้นๆ
- 12-14. การทบทวนจากบันทึกต่างๆ (Reviewing Records) เป็นการกระทำที่

แสดงถึงความพยายามที่จะทบทวนสมมุติฐาน เพื่อเตรียมสำหรับการเรียนหรือการสอบ เช่น “ฉันอ่านทบทวนสมมุติฐานงานเพื่อเตรียมตัวในการสอบ”

15. อื่นๆ (Other) เป็นการกระทำที่แสดงถึงพฤติกรรมการเรียนรู้ที่ริเริ่มโดยผู้อื่น เช่น ครู บิดามารดา และการตอบสนองด้านคำพูดทั้งหมดที่ไม่ชัดเจน ไม่มีรายละเอียดเฉพาะเจาะจง เช่น “ฉันเพียงแต่ทำในสิ่งที่ครูบอกให้ทำ”

พินทริช และเดอ กรูท (Pintrich; & De Groot. 1990: 33-40) กล่าวว่า การกำกับตนเองในด้านความรู้ ความเข้าใจ และพฤติกรรมเป็นสิ่งสำคัญและช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ และประสบความสำเร็จทางการเรียน และองค์ประกอบที่มีความสำคัญที่ทำให้การเรียนรู้โดยการกำกับตนเองบรรลุผลสำเร็จได้มีด้วยกัน 3 องค์ประกอบ คือ

1. กลยุทธ์การรู้คิด (Metacognitive Strategies) เป็นวิธีการสำหรับการวางแผน การควบคุม และปรับปรุงการเรียนรู้ของตนเอง เช่น การประเมินตนเอง การตั้งเป้าหมายและ การวางแผน การบันทึกและการตรวจสอบ เป็นต้น

2. ผู้เรียนมีการจัดการและควบคุมความพยายามของตนเอง (Effort anagement) เกี่ยวกับการเรียนและงานที่ได้รับมอบหมายให้ประสบความสำเร็จ โดยมีการวางแผน ซึ่งเป็นองค์ประกอบที่สำคัญอีกประการหนึ่ง ยกตัวอย่างเช่น นักเรียนใช้ความพยายามทำงานที่ยากและป้องกันสิ่งที่จะมารบกวน (เช่น เพื่อนๆ เสียงดัง) จัดการสิ่งแวดล้อมในการเรียน โดยการขอความร่วมมือจากเพื่อนในการทำงานให้สำเร็จก่อน หรือขอความช่วยเหลือจากสังคม ทำงานที่ได้รับมอบหมายให้สำเร็จ โดยมีการจูงใจตนเองโดยการให้รางวัลต่อความสำเร็จของตนเอง เป็นต้น

3. กลยุทธ์ทางปัญญา (Cognitive Strategies) เป็นวิธีการที่นักเรียนใช้ในการสร้างความคิดตามความเป็นจริงในการเรียน การจำ และความเข้าใจ ความแตกต่างของกลยุทธ์ทางปัญญา เช่น การท่องจำ การเชื่อมโยงความรู้ การค้นคว้าหาข้อมูล การทบทวนจากบันทึกต่างๆ และกลยุทธ์การจัดรูปแบบข้อมูล เป็นต้น ซึ่งความสามารถทางปัญญาในการเรียนมีรากฐานมาจากการอบรมเลี้ยงดู และมีผลต่อความระดับของความสำเร็จ

พินทริช และเดอ กรูท (Pintrich; & De Groot. 1990: 33-40) ได้วิเคราะห์องค์ประกอบพื้นฐานของการเรียนรู้โดยการกำกับตนเอง พบว่า การเรียนรู้โดยการกำกับตนเองแบ่งเป็น 2 องค์ประกอบ คือ

1. ด้านกลยุทธ์ที่ใช้ทางปัญญา (Cognitive strategy use)
2. ด้านการกำกับตนเอง (Self-Regulation) ซึ่งเป็นการรวมเนื้อหาด้านกลยุทธ์การรู้คิด (Metacognitive Strategies) และด้านการจัดการและควบคุมความพยายามของตนเอง (Effort Management) เข้าด้วยกัน ถึงแม้ว่าในตอนแรกจะมีการแยกกันวิเคราะห์ แต่โครงสร้างเนื้อหาในแต่ละด้านทั้งสองดังกล่าวไม่มีความแตกต่างกัน จึงได้นำมาวิเคราะห์ร่วมกัน

จากการศึกษาวิธีการกำกับตนเองในการเรียน สรุปได้ว่า การกำกับตนเองในการเรียนนั้น เป็นวิธีการที่นักเรียนใช้เพื่อช่วยให้เกิดการเรียนรู้ และประสบความสำเร็จทางการเรียน ดังนั้นจาก แนวคิดของพินทริช และเดอกรูท ที่ได้จำแนกเป็นองค์ประกอบของการเรียนรู้โดยการ

กำกับตนเอง มีความสอดคล้องกับกลยุทธ์ต่าง ๆ ที่ ซิมเมอร์แมนและมาร์ติเนซพอนส์ ได้กล่าวไว้ ดังนี้

1. ด้านการใช้กลยุทธ์ทางปัญญา มีกลวิธีในการกำกับตนเองในการเรียน ดังนี้ การจัดรูปแบบและการเปลี่ยนแปลงรูปแบบสิ่งที่เรียนรู้ การฝึกหัดและการจำ การค้นหาข้อมูล และการทบทวนจากบันทึกต่าง ๆ

2. ด้านการกำกับตนเอง มีกลวิธีในการกำกับตนเองในการเรียน ได้แก่ การประเมินตนเอง การตั้งเป้าหมายและการวางแผน การจดบันทึกการเตือนความจำ การจัดสิ่งแวดล้อมในการเรียน การให้รางวัลต่อความสำเร็จและการลงโทษต่อความล้มเหลวของตนเอง และการขอความช่วยเหลือจากสังคม

จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องผู้วิจัยได้สร้างแบบสอบถามการกำกับตนเองในการเรียนตามกรอบแนวคิดของ ซิมเมอร์แมน และมาร์ติเนซ พอนส์. (Zimmerman; & Martinez-Pons. 1986: 614-628) จากกรอบแนวคิดในการกำกับตนเองในการเรียนนี้มีลักษณะการแสดงพฤติกรรมสอดคล้องกับพฤติกรรมที่เกี่ยวข้องกับการเรียนคณิตศาสตร์ ดังนี้

1. ด้านการประเมินตนเอง (Self-Evaluation) หมายถึง การกระทำที่แสดงถึงว่านักเรียนมีการเริ่มประเมินคุณภาพและความก้าวหน้าในงานของตนเอง
2. การตั้งเป้าหมายและการวางแผน (Goal Setting and Planning) หมายถึง การกระทำที่แสดงถึงการตั้งเป้าหมายในการเรียน หรือเป้าหมายระยะยาว และวางแผนเกี่ยวกับลำดับเหตุการณ์ ระยะเวลา และทำกิจกรรมนั้นให้สำเร็จตามเป้าหมายที่ตั้งไว้
3. จดบันทึกการเตือนความจำ (Keeping Records and Monitoring) หมายถึง การกระทำที่แสดงถึงความพยายามที่จะบันทึกเหตุการณ์หรือผลลัพธ์ต่าง ๆ
4. การจัดรูปแบบและการเปลี่ยนแปลงรูปแบบสิ่งที่เรียนรู้ (Organizing and Transforming) หมายถึง การกระทำที่แสดงถึงการจัดหรือเปลี่ยนแปลงเนื้อหาในการเรียน เพื่อพัฒนาการเรียนรู้
5. การฝึกหัดและการจดจำ (Rehearsal and Memorizing) หมายถึง การกระทำที่แสดงถึงความพยายามที่จะจดจำสิ่งต่าง ๆ โดยการฝึกทั้งที่แสดงออกและไม่แสดงออกภายนอก
6. การทบทวนจากบันทึกต่าง ๆ (Reviewing Records) หมายถึง การกระทำที่แสดงถึงความพยายามที่จะทบทวนสมุดจดข้อสอบ หรือตำราเรียน เพื่อเตรียมตัวสำหรับการเรียนหรือการสอบ
7. การให้รางวัลต่อความสำเร็จและลงโทษต่อความล้มเหลวของตนเอง (Self Consequences) หมายถึง การกระทำที่แสดงถึงการจัดหรือการนึกถึงรางวัล หรือการลงโทษสำหรับความล้มเหลวที่เกิดขึ้น
8. การค้นหาข้อมูล (Seeking Information) หมายถึง การกระทำที่แสดงถึงความพยายามในการค้นหาข้อมูลหรือขอข้อมูลจากแหล่งข้อมูลต่าง ๆ เมื่อได้รับมอบหมายงาน
9. ด้านการจัดสิ่งแวดล้อม (Environment Structuring) หมายถึง การกระทำ

ที่แสดงถึงความพยายามที่จะเลือกหรือจัดสภาพแวดล้อมทางกายภาพที่จะทำให้เกิดการเรียนรู้ที่ง่ายขึ้น

10. การขอความช่วยเหลือทางสังคม (Seeking Social Assistance) หมายถึง การกระทำที่แสดงถึงการพยายามขอความช่วยเหลือจากเพื่อน จากครู และจากคนอื่น ๆ

ดังนั้นการวัดกำกับตนเองในการเรียน ผู้วิจัยเลือกใช้แบบสอบถามวัดการกำกับตนเองในการเรียนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ตามกรอบแนวคิดของ ซิมเมอร์แมน และมาร์ตีเนซ พอนส์ (Zimmerman; & Martinez-Pons. 1986: 614-628) เป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) 4 ระดับ โดยกำหนดระดับของการปฏิบัติเพื่อสะท้อนการกำกับตนเองในการเรียนของผู้เรียน คือ ปฏิบัติเป็นประจำ ปฏิบัติบ่อยครั้ง ปฏิบัตินาน ๆ ครั้ง และไม่เคยปฏิบัติเลย

4.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการกำกับตนเองในการเรียน

เพื่อประโยชน์ในการวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาค้นคว้างานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการกำกับตนเองในการเรียน ที่ได้มีผู้วิจัยไว้ดังต่อไปนี้

งานวิจัยต่างประเทศ

แบนดูรา และซังค์ (Bandura; & Schunk. 1981: 586-598) ได้ศึกษาผลของการตั้งเป้าหมายระยะสั้นต่อการรับรู้ความสามารถของตนเองและผลสัมฤทธิ์ในวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ในวิชาคณิตศาสตร์ต่ำ จำนวน 40 คน เป็นเพศชาย 21 คน เพศหญิง 19 คน นักเรียนถูกแบ่งเป็น 4 กลุ่ม คือ กลุ่มที่ 1 ใช้วิธีการตั้งเป้าหมายระยะสั้น ซึ่งนักเรียนได้รับการฝึกให้ตั้งเป้าหมายระยะสั้นในการทำแบบฝึกหัดในแต่ละครั้งด้วยตนเอง กลุ่มที่ 2 ใช้วิธีการตั้งเป้าหมายระยะยาว คือ นักเรียนจะตั้งเป้าหมายในการทำแบบฝึกหัดครั้งเดียวตลอดการฝึกทั้ง 7 ครั้ง กลุ่มที่ 3 ไม่มีการตั้งเป้าหมาย กลุ่มที่ 4 กลุ่มควบคุม ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนกลุ่มที่ใช้การตั้งเป้าหมายระยะสั้น มีการรับรู้ความสามารถของตนเอง และผลสัมฤทธิ์ในวิชาคณิตศาสตร์สูงกว่าอีก 3 กลุ่ม และยังพบว่า การรับรู้ความสามารถของตนเองมีความสัมพันธ์ทางบวกกับผลสัมฤทธิ์ในวิชาคณิตศาสตร์อีกด้วย

ซิมเมอร์แมน และมาร์ตีเนซ พอนส์ (Zimmerman; & Martinez-Pons. 1988: 284-290) ได้ตรวจสอบโครงสร้างแบบจำลองการเรียนรู้ที่มีการกำกับควบคุมตนเองของนักเรียน โดยใช้วิธีการสัมภาษณ์นักเรียนจำนวน 80 คน ให้บอกยุทธวิธีที่เขาใช้ในการเรียนรู้ในบริบทที่แตกต่างกัน 6 บริบท แล้วนำมาผลการสัมภาษณ์วิเคราะห์ ผลปรากฏว่าได้ยุทธวิธีที่ใช้ 14 แบบ จากนั้นนำยุทธวิธีทั้ง 14 แบบ ที่ได้มาสร้างแบบประเมินเป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า แล้วให้ครูเป็นผู้ประเมินนักเรียนกลุ่มเดิม แล้วนำผลการประเมินมาหาค่าสหสัมพันธ์คะแนนจากการสัมภาษณ์พบว่า มีความสัมพันธ์กันสูง ($r=0.07$) เมื่อนำคะแนนจากการประมาณค่าคะแนนจากแบบทดสอบในวิชาภาษาอังกฤษ และวิชาคณิตศาสตร์ไปทำการวิเคราะห์หองค์ประกอบโดยหมุนแกนแบบมุมแหลม ผลปรากฏว่า คะแนนที่เป็นผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน จะแยกออกจากยุทธวิธีที่ใช้ในการเรียนรู้

ชัดเจน ซึ่งเป็นการยืนยันสมมติฐานในการวิจัยว่ายุทธวิธีที่ใช้ในการเรียนถือว่าเป็นการเรียนรู้อย่างมีประสิทธิภาพกับความสามารถของตนเองนั้น กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมีความสัมพันธ์กัน แต่ไม่ใช่สิ่งเดียวกัน

ซิมเมอร์แมน และมาร์ตีเนซ พอนส์ (Zimmerman; & Martinez-Pons. 1990: 51-59) ได้ศึกษาเกี่ยวกับความแตกต่างของนักเรียนด้านการเรียนรู้โดยการกำกับตนเอง ในเรื่องระดับชั้นเพศ และการรับรู้ความสามารถของตนเอง และการใช้กลยุทธ์ต่าง ๆ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชาย 45 คน และนักเรียนหญิง 45 คน เป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 และชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จากโรงเรียนสอนเด็กปัญญาเลิศ และโรงเรียนปกติ เป็นการสอบถามเกี่ยวกับการใช้กลยุทธ์จาก 14 วิธีในกลยุทธ์การเรียนรู้โดยการกำกับตนเอง และแปลความหมายเพื่อประมาณค่าและการรับรู้ความสามารถทางวิชาคณิตศาสตร์ ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนปัญญาเลิศมีการรับรู้ความสามารถของตนเองในการแปลความหมาย การรับรู้ความสามารถทางวิชาคณิตศาสตร์ และการใช้กลยุทธ์สูงกว่านักเรียนปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 มีการใช้กลยุทธ์กำกับตนเองในการเรียนสูงสุด รองลงมา คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 และนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ตามลำดับ และการวิเคราะห์ความแตกต่างระหว่างเพศในการใช้กลยุทธ์การเรียนรู้โดยการกำกับตนเอง ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนหญิงจะใช้กลยุทธ์การจดบันทึกและเตือนความจำ การจัดสภาพแวดล้อม และการตั้งเป้าหมายและการวางแผน มากกว่านักเรียนชายอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

พินทริช และเดอ กรูท (Pintrich; & De Groot. 1990: Abstract) ได้ศึกษาเกี่ยวกับแรงจูงใจและการเรียนรู้โดยการกำกับตนเอง ซึ่งเป็นส่วนเสริมความสำเร็จในการจัดการเรียนการสอน กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 173 คน โดยใช้วิธีการรายงานตนเอง (Self-Report) วัดในเรื่องการรับรู้ความสามารถของตนเอง คำนิยมภายใน ความวิตกกังวลในการสอบการกำกับตนเอง และการใช้กลยุทธ์การเรียนรู้ ข้อมูลผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนได้จากการมอบงานให้นักเรียนทำ ผลการวิจัยพบว่า การรับรู้ความสามารถของตนเองและค่านิยมภายในมีความสัมพันธ์ทางบวกกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน การวิเคราะห์การถดถอย พบว่า ผลที่ได้จากการวัดขึ้นอยู่กับ การกำกับตนเอง การรับรู้ความสามารถของตนเอง และความวิตกกังวล เป็นตัวพยากรณ์ความสำเร็จทางการเรียนได้ดีที่สุด ส่วนค่านิยมภายในไม่ส่งผลต่อความสำเร็จในการเรียน แต่มีความสัมพันธ์กับการกำกับตนเอง และการใช้กลยุทธ์ทางปัญญา

แชปเลย์ (Shapley. 1994: Abstract) ได้ศึกษาการฝึกให้นักเรียนกำกับตนเอง กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนเกรด 6 จำนวน 83 คน ซึ่งได้รับการฝึกให้กำกับตนเอง แล้วสัมภาษณ์กลวิธีกำกับตนเองและวัดความมั่นใจทางเชาวน์ปัญญา ผลการวิจัยพบว่า กลุ่มทดลองใช้กลวิธีกำกับตนเองด้านการประเมินตนเอง การจัดระบบและปรับเปลี่ยน การตั้งเป้าหมาย และการวางแผน มากกว่าและมีความมั่นใจทางเชาวน์ปัญญาสูงกว่า นอกจากนี้ยังพบว่ากลุ่มที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงมีแนวโน้มในการเรียนสูง และมีแนวโน้มในการใช้กลวิธีประเมินตนเองสูงกว่ากลุ่มต่ำ ซึ่งมีแนวโน้มขอความช่วยเหลือจากครู

โลเยนส์ แมกต้า และริคเกอร์ส (Loyens; Magda; & Rikers. 2008: 411-424) ได้ศึกษาเกี่ยวกับความสัมพันธ์ของการเรียนรู้โดยการชี้นำตนเอง การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน และศึกษาว่าการเรียนรู้โดยการชี้นำตนเองนั้นมีความสัมพันธ์อย่างไรกับการกำกับตนเองในการเรียน (1) เป็นการอธิบายว่าการเรียนรู้โดยการชี้นำตนเองถูกใช้อย่างไรในสภาพแวดล้อมที่ใช้ปัญหาเป็นฐาน (2) ดูความเหมือนกันระหว่างการเรียนรู้โดยการชี้นำตนเองกับการกำกับตนเองในการเรียน อย่างไรก็ตาม แนวคิดทั้งสองต่างกันในสาระสำคัญของการเรียนรู้โดยการชี้นำตนเอง นั้นรวมถึงการประเมินทรัพยากรการเรียนรู้โดยการชี้นำตนเองสามารถรวมการเรียนรู้แบบกำกับตนเองเข้าด้วยกันได้ แต่การเรียนรู้แบบกำกับตนเองไม่สามารถรวมการเรียนรู้แบบชี้นำตนเองเข้าไปด้วยกันได้ ดังนั้น การศึกษานี้โดยการสังเกตการเรียนรู้ในเรียนรู้โดยการชี้นำตนเองและการเรียนรู้แบบกำกับตนเองในการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน จึงถูกนำไปใช้ ผลการวิจัยพบว่าการเรียนรู้โดยการชี้นำตนเองและการเรียนรู้แบบกำกับตนเอง เป็นกระบวนการพัฒนาซึ่งคำว่า “ด้วยตนเอง” เป็นสิ่งสำคัญ และการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานสามารถสนับสนุนการเรียนรู้โดยการชี้นำตนเอง จึงสรุปได้อย่างชัดเจนว่าการเรียนรู้โดยการชี้นำตนเองนั้นได้นำไปใช้และเป็นคำแนะนำสำหรับทั้งครูและนักเรียนที่จะสามารถช่วยให้การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานในการที่จะเป็นนักเรียนที่เรียนรู้ด้วยการชี้นำตนเอง

ซาชิน และโดว์สัน (Sachin; & Dowson. 2009: Abstract) ได้ทำการทดสอบความถูกต้องของรูปแบบความวิตกกังวลคณิตศาสตร์ ที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการกำกับตนเองและการรับรู้ความสามารถของตนเอง กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา เกรด 8 จำนวน 232 คนในประเทศอินเดีย เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยคือแบบสอบถามการเรียนรู้ และมาตราส่วนความวิตกกังวลคณิตศาสตร์ ข้อมูลประชากร เช่น เพศของนักเรียน อายุ เครื่องหมายคะแนนในการสอบคณิตศาสตร์ครั้งสุดท้าย และอาชีพของผู้ปกครอง ซึ่งใช้ในการเก็บข้อมูล เพื่อศึกษาทดสอบเพื่อยืนยันการวัดประสิทธิภาพกระบวนการและลักษณะของการทำงานของจิต รวมถึงผลที่เกี่ยวกับเพศทางด้านองค์ประกอบรูปแบบปัจจัยของความวิตกกังวลคณิตศาสตร์ถูกสร้างขึ้น

งานวิจัยในประเทศ

จิราภรณ์ กุณสิทธิ์ (2541: บทคัดย่อ) ศึกษาเรื่องการทำนายผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ด้วยตัวแปรด้านการกำกับตนเองในการเรียน การรับรู้ความสามารถของตนเองทางคณิตศาสตร์ ทศนคติต่อวิชาคณิตศาสตร์และแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 397 คน ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยมีตัวทำนายที่ดีที่สุด คือ การรับรู้ความสามารถของตนเองทางคณิตศาสตร์ ทศนคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ และการเรียนรู้โดยการกำกับตนเองวิชาคณิตศาสตร์ ตามลำดับ

วิลาวรรณ บุญซัง (2546: บทคัดย่อ) ได้ทำการวิจัยเพื่อตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้างแบบการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันและแบบหลายลักษณะหลายวิธีของแบบทดสอบวัดกระบวนการเรียนรู้โดยการกำกับตนเองวิชาคณิตศาสตร์ตามแนวทฤษฎีการเรียนรู้ปัญญาทางสังคมของแบนดูรา กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2545

จำนวน 741 คน ซึ่งได้มาโดยการสุ่มแบบแบ่งชั้นและเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยเป็นแบบทดสอบวัดกระบวนการเรียนรู้โดยการกำกับตนเองวิชาคณิตศาสตร์แบบข้อความและแบบสถานการณ์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นตามทฤษฎีการเรียนรู้ทางสังคมของแบนดูรา โดยวัดกระบวนการด้านการสังเกตตนเอง ด้านการตัดสินใจกระทำของตนเอง และด้านปฏิบัติการสะท้อนของตนเอง ผลการวิจัยพบว่า ความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้างแบบการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันของแบบทดสอบวัดกระบวนการเรียนรู้โดยการกำกับตนเองที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นแบบข้อความและแบบสถานการณ์ มีโครงสร้างสอดคล้องกับทฤษฎีการเรียนรู้ปัญญาทางสังคมของแบนดูรา

ปริยทิพย์ บุญคง (2546: บทคัดย่อ) ได้ศึกษาปัจจัยบางประการที่สัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 พบว่า (1) คำสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์พหุคูณระหว่างปัจจัยด้านการกำกับตนเองในการเรียน ด้านการรับรู้ความสามารถของตนเองทางคณิตศาสตร์ ด้านความเชื่ออำนาจภายในตน ด้านการรับรู้ความคาดหวังของผู้ปกครอง ด้านการศึกษาและด้านความมีวินัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 (2) คำนำหน้าความสำคัญของปัจจัยด้านการรับรู้ความสามารถของตนเองทางคณิตศาสตร์ และด้านการรับรู้ความคาดหวังของผู้ปกครอง ด้านการศึกษา ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ส่วนปัจจัยด้านการกำกับตนเองในการเรียน ความเชื่ออำนาจภายในตน และความมีวินัยในตนเองส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

จเรช รัตนาจารย์ (2547: 60-68) ได้ศึกษาผลของการฝึกการกำกับตนเองในการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ที่มีต่อการรับรู้ความสามารถของตนเอง และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 กลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 แบ่งเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มทดลองและกลุ่มเปรียบเทียบ กลุ่มละ 50 คน การทดลองใช้ระยะเวลา 10 สัปดาห์ สัปดาห์ละ 3 คาบ คาบละ 50 นาที โดยกลุ่มทดลองจะได้รับการสอนโดยใช้แผนการจัดการเรียนรู้ที่มีการฝึกการกำกับตนเองในการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ ส่วนกลุ่มควบคุมจะได้รับการสอนโดยใช้แผนการจัดการเรียนรู้ที่ไม่มีการฝึกการกำกับตนเองในการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนกลุ่มทดลองมีค่าเฉลี่ยคะแนนการรับรู้ความสามารถของตนเองในวิชาวิทยาศาสตร์สูงกว่าก่อนทดลอง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ไอฟน ตนสาลี (2549: 81-90) ได้ทำการวิจัย เรื่องการศึกษาความสัมพันธ์เชิงสาเหตุของปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการกำกับตนเองในการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น จังหวัดสุพรรณบุรี เพื่อศึกษารูปแบบของความสัมพันธ์เชิงสาเหตุของปัจจัยต่างๆ ได้แก่ การรับรู้ความสามารถแห่งตน ระดับชั้นเรียน ความวิตกกังวล เป้าหมายในการเรียน และการอบรมเลี้ยงดูที่มีอิทธิพลทั้งทางตรงและทางอ้อมต่อการกำกับตนเองในการเรียน กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น จำนวน 535 คน ผลการวิจัยพบว่า รูปแบบความสัมพันธ์เชิงสาเหตุที่สอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ประกอบด้วย ปัจจัยเชิงสาเหตุที่มีอิทธิพลทางตรงด้านบวกต่อการกำกับตนเองในการเรียน คือ การอบรมเลี้ยงดูแบบประชาธิปไตย การรับรู้ความสามารถแห่งตน และเป้าหมายในการเรียนแบบมุ่งเรียนรู้ ส่วนระดับชั้นเรียนมีอิทธิพล

ทางตรงด้านลบต่อการกำกับตนเองในการเรียน และพบว่าการอบรมเลี้ยงดูแบบประชาธิปไตยยังมีอิทธิพลทางอ้อมด้านบวกต่อการกำกับตนเองในการเรียน โดยส่งผ่านไปทางการรับรู้ความสามารถแห่งตนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ภัทรภรณ์ สังข์ทอง (2550: 110-116) ได้ศึกษาพัฒนาการของการเรียนรู้โดยการกำกับตนเองของนักเรียนช่วงชั้นที่ 2 ตามการรับรู้ความสามารถของตนเองและเพศ ในลักษณะภาคตัดขวาง กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนช่วงชั้นที่ 2 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษานนทบุรี เขต 1 จำนวน 727 คน เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลประกอบด้วย แบบวัดการเรียนรู้โดยการกำกับตนเอง แบบวัดการรับรู้ความสามารถของตนเอง และแบบประเมินการเรียนรู้โดยการกำกับตนเองของนักเรียน สำหรับครูประจำชั้น ผลการวิจัยพบว่า (1) นักเรียนที่มีการรับรู้ความสามารถของตนเองสูงมีการเรียนรู้โดยการกำกับตนเองสูงกว่านักเรียนที่มีการรับรู้ความสามารถของตนเองปานกลาง (2) นักเรียนหญิงมีการเรียนรู้โดยการกำกับตนเองสูงกว่านักเรียนชาย (3) นักเรียนที่มีระดับชั้นต่างกันมีการเรียนรู้โดยการกำกับตนเองในแต่ละด้านและโดยภาพรวมแตกต่างกัน พบว่านักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 มีการเรียนรู้โดยการกำกับตนเองสูงที่สุด รองลงมา คือนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 และ 6 ตามลำดับ (4) ไม่มีผลปฏิสัมพันธ์ของการเรียนรู้โดยการกำกับตนเองที่เกิดจากการส่งผลร่วมกันของตัวแปรการรับรู้ความสามารถของตนเอง เพศ และระดับชั้นแต่ประการใด

จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องพบว่า การเรียนรู้โดยการกำกับตนเองนั้นมีความสำคัญต่อความสำเร็จในการเรียนของนักเรียน เพราะนักเรียนจะรู้ว่าตนเองจะสามารถเรียนรู้ด้วยวิธีใดได้ดีที่สุดในการวางแผน และควบคุมการเรียนของตนไปสู่เป้าหมายที่วางไว้ ซึ่งการกำกับตนเองนั้นเป็นองค์ประกอบหนึ่งของกระบวนการคิดเชิงเมตาคอกนิชัน ดังนั้นผู้วิจัยจึงสนใจศึกษาว่าในการจัดการเรียนเน้นกระบวนการคิดเชิงเมตาคอกนิชันในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์นั้น จะส่งผลทำให้ผู้เรียนมีการกำกับตนเองในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์หรือไม่

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ดำเนินการตามขั้นตอนดังนี้

1. การกำหนดประชากรและการสุ่มกลุ่มตัวอย่าง
2. การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
3. การเก็บรวบรวมข้อมูล
4. การจัดกระทำและการวิเคราะห์ข้อมูล

การกำหนดประชากรและการเลือกกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรที่ใช้ในการวิจัย

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2553 โรงเรียนบึงสามพันวิทยาคม อำเภอ บึงสามพัน จังหวัดเพชรบูรณ์ จำนวน 3 ห้องเรียน รวม 126 คน

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียน บึงสามพันวิทยาคม อำเภอ บึงสามพัน จังหวัดเพชรบูรณ์ ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2553 ซึ่งได้จากการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling) โดยมีห้องเรียนเป็นหน่วยการสุ่ม (Sampling unit) จากการจับสลากมา 1 ห้องเรียน จากทั้งหมด 3 ห้องเรียน จำนวนนักเรียน 42 คน เนื่องจากโรงเรียนจัดห้องเรียนโดยความสามารถ

ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย

การวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ดำเนินการทดลองในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2553 จำนวน 19 ชั่วโมง แบ่งเป็น การทดสอบก่อนเรียน (Pre-test) 2 ชั่วโมง ดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้ 15 ชั่วโมง และทำการทดสอบหลังเรียน (Post-test) 2 ชั่วโมง

เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย

เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นเนื้อหาสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์เพิ่มเติม ช่วงชั้นที่ 4 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ตามหลักสูตรสถานศึกษาโรงเรียนบึงสามพันวิทยาคม พุทธศักราช 2551 เรื่อง วิธีเรียงสับเปลี่ยนและวิธีจัดหมู่ ซึ่งประกอบด้วยเนื้อหาย่อย ดังนี้

1. กฎเกณฑ์เบื้องต้นเกี่ยวกับการนับโดยใช้หลักการบวก จำนวน 2 ชั่วโมง
2. กฎเกณฑ์เบื้องต้นเกี่ยวกับการนับโดยใช้หลักการคูณ จำนวน 2 ชั่วโมง

3. แผลทอเรียล	จำนวน 1 ชั่วโมง
4. วิธีเรียงสับเปลี่ยนเชิงเส้นของสิ่งของที่แตกต่างกันทั้งหมด	จำนวน 2 ชั่วโมง
5. วิธีเรียงสับเปลี่ยนเชิงตรงของสิ่งของทั้งหมด n สิ่ง ที่แตกต่างกัน โดยจัดเรียงคราวละ r สิ่ง	จำนวน 2 ชั่วโมง
6. วิธีเรียงสับเปลี่ยนเชิงเส้นของสิ่งของที่มีบางสิ่งซ้ำกัน	จำนวน 2 ชั่วโมง
7. วิธีเรียงสับเปลี่ยนเชิงวงกลม	จำนวน 2 ชั่วโมง
8. วิธีจัดหมู่	จำนวน 2 ชั่วโมง

การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

การวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ใช้เครื่องมือในการวิจัยดังนี้

1. แผนการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่เน้นกระบวนการคิดเชิงเมตาคอกนิชัน
เรื่อง วิธีเรียงสับเปลี่ยนและวิธีจัดหมู่

2. แบบทดสอบความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์
3. แบบวัดความตระหนักในการรู้คิด
4. แบบสอบถามการกำกับตนเองในการเรียน

1. แผนการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่เน้นกระบวนการคิดเชิงเมตาคอกนิชัน
เรื่อง วิธีเรียงสับเปลี่ยนและวิธีจัดหมู่

แผนการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่เน้นกระบวนการคิดเชิงเมตาคอกนิชันในการ
แก้ปัญหาคณิตศาสตร์ ซึ่งครอบคลุมสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์เพิ่มเติม ช่วงชั้นที่ 4 ชั้น
มัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่องวิธีเรียงสับเปลี่ยนและวิธีจัดหมู่ จำนวน 8 แผน ใช้เวลาในการเรียน
15 ชั่วโมง ซึ่งผู้วิจัยสร้างขึ้นเอง โดยมีรายละเอียด ดังนี้

1.1 ศึกษาหลักสูตรสถานศึกษาของโรงเรียนบึงสามพันวิทยาคม อำเภอบึงสามพัน
จังหวัดเพชรบูรณ์ ที่อิงตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 สาระการเรียนรู้
คณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 (ช่วงชั้นที่ 4 ม.4 - ม.6)

1.2 ผู้วิจัยรายละเอียดเกี่ยวกับหลักการและวิธีการเขียนแผนการจัดการเรียนรู้ที่เน้น
ผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง และศึกษาแนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้ที่เน้น
กระบวนการคิดเชิงเมตาคอกนิชัน จากตำราและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1.3 ศึกษามาตรฐานการเรียนรู้ จุดประสงค์การเรียนรู้ คุณลักษณะอันพึงประสงค์
รายละเอียดสาระการเรียนรู้ กิจกรรมการจัดการเรียนรู้ การวัดและการประเมินผล และแบ่งเนื้อหา
ให้เหมาะสมกับเวลาที่จะดำเนินการสอน

1.4 เขียนแผนการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่เน้นกระบวนการคิดเชิงเมตาคอกนิชัน ที่ครอบคลุมเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องวิธีเรียงสับเปลี่ยนและวิธีจัดหมู่ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 15 ชั่วโมง ซึ่งประกอบด้วยแผนการจัดการเรียนรู้ จำนวน 8 แผน ได้แก่

เรื่อง กฎเกณฑ์เบื้องต้นเกี่ยวกับการนับโดยใช้หลักการบวก	จำนวน 2 ชั่วโมง
เรื่อง กฎเกณฑ์เบื้องต้นเกี่ยวกับการนับโดยใช้หลักการคูณ	จำนวน 2 ชั่วโมง
เรื่อง แฟกทอเรียล	จำนวน 1 ชั่วโมง
เรื่อง วิธีเรียงสับเปลี่ยนเชิงเส้นของสิ่งของที่แตกต่างกันทั้งหมด	จำนวน 2 ชั่วโมง
เรื่อง วิธีเรียงสับเปลี่ยนเชิงตรงของสิ่งของทั้งหมด n สิ่ง ที่แตกต่างกัน โดยจัดเรียงคราวละ r สิ่ง	จำนวน 2 ชั่วโมง
เรื่อง วิธีเรียงสับเปลี่ยนเชิงเส้นของสิ่งของที่มีบางสิ่งซ้ำกัน	จำนวน 2 ชั่วโมง
เรื่อง วิธีเรียงสับเปลี่ยนเชิงวงกลม	จำนวน 2 ชั่วโมง
เรื่อง วิธีจัดหมู่	จำนวน 2 ชั่วโมง

ซึ่งในการเขียนแผนการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่เน้นกระบวนการคิดเชิงเมตาคอกนิชัน เรื่องวิธีเรียงสับเปลี่ยนและวิธีจัดหมู่นั้น แต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ประกอบด้วยหัวข้อต่อไปนี้

- 1.4.1 สาระ
- 1.4.2 มาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด
- 1.4.3 สาระสำคัญ/ความคิดรวบยอด
- 1.4.4 จุดประสงค์การเรียนรู้
 - 1.4.4.1 ด้านความรู้
 - 1.4.4.2 ด้านทักษะ/กระบวนการ
 - 1.4.4.3 ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์
- 1.4.5 สาระการเรียนรู้
- 1.4.6 กิจกรรมการเรียนรู้ ประกอบด้วยขั้นตอนดังนี้
 - 1.4.6.1 ชี้นำเข้าสู่บทเรียน
 - 1.4.6.2 ชี้นสอน
 - 1.4.6.2.1 ชี้นทำความเข้าใจปัญหา
 - 1.4.6.2.2 ชี้นสร้างตัวแทนปัญหา
 - 1.4.6.2.3 ชี้นวางแผนในการแก้ปัญหา
 - 1.4.6.2.4 ชี้นดำเนินการแก้ปัญหา
 - 1.4.6.2.5 ชี้นประเมินผลการแก้ปัญหา
 - 1.4.6.3 ชี้นสรุป
 - 1.4.6.4 ชี้นฝึกทักษะ
 - 1.4.6.5 ชี้นประเมินผล

1.4.7 สื่อการเรียนรู้/แหล่งการเรียนรู้

1.4.8 การวัดและการประเมินผลการเรียนรู้ ประกอบด้วย

1.4.8.1 พฤติกรรม

1.4.8.2 วิธีการ

1.4.8.3 เครื่องมือ

1.4.8.4 เกณฑ์การประเมิน

1.4.9 บันทึกผลหลังการสอน

1.5 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่เน้นกระบวนการคิดเชิงเมตาคognitionชั้นเพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเรียบร้อยแล้วจำนวน 8 แผน เสนอต่อประธานและกรรมการควบคุมปริญญาโทพิจารณาเห็นชอบ ซึ่งได้ปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของประธานและกรรมการควบคุมปริญญาโท ได้แก่ ความชัดเจนของสาระการเรียนรู้ การยกตัวอย่างควรเป็นปัญหาที่น่าสนใจ และเป็นปัญหาที่นักเรียนพบในชีวิตประจำวัน สื่อที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้ควรใช้ของจริงในการจัดกิจกรรม ชั้นของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ต้องยึดผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง

1.6 นำแผนการจัดการเรียนรู้ไปให้ผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนคณิตศาสตร์ จำนวน 3 ท่าน ตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา ความชัดเจนและความถูกต้องของภาษา และกิจกรรมที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้ เพื่อนำมาปรับปรุงแก้ไขให้ถูกต้องเหมาะสม

1.7 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ตรวจสอบแล้วมาปรับปรุงแก้ไข เพื่อพัฒนาให้ดีขึ้นตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนคณิตศาสตร์ ซึ่งได้แก้ไขแผนการจัดการเรียนรู้ตามข้อเสนอแนะต่างๆ ได้แก่ ปรับสาระสำคัญ/ความคิดรวบยอด ให้มีความชัดเจนมากยิ่งขึ้น ในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 ปรับตัวอย่างให้มีความน่าสนใจ โดยนำเสนอเป็นเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวัน เพื่อกระตุ้นความสนใจของผู้เรียน และบางกิจกรรมปรับลดบางขั้นตอนลงเพื่อให้มีความกระชับมากยิ่งขึ้น ตลอดจนการปรับภาษาที่ใช้ให้มีความถูกต้องเหมาะสม

1.8 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของประธานกรรมการควบคุมปริญญาโท กรรมการควบคุมปริญญาโท และผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนคณิตศาสตร์ ไปทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่าง ซึ่งเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 42 คน โรงเรียนบึงสามพันวิทยาคม อำเภอบึงสามพัน จังหวัดเพชรบูรณ์

2. แบบทดสอบความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์

แบบทดสอบความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ เรื่องวิธีเรียงสับเปลี่ยน และวิธีจัดหมู่ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เป็นแบบทดสอบอัตนัย จำนวน 6 ข้อ ที่ผู้วิจัยดำเนินการสร้างแบบทดสอบตามขั้นตอน ดังนี้

2.1 ศึกษาหลักการ ทฤษฎี เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสร้างแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ รวมถึงแนวทางในการวัดและการประเมินความ

สามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ตามแนวคิดของ โพลยา (Polya. 1973: 5-40) ชาร์ลส์ และเลสเตอร์ (Charles; & Lester. 1982: 11-12) รีส์ และคนอื่นๆ (Reys; et al. 1992: 313) และกรมวิชาการ (2544: 113-114) เพื่อเป็นแนวทางในการสร้างเกณฑ์การประเมินความสามารถในการแก้ปัญหา

2.2 ศึกษาเนื้อหาสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์เพิ่มเติม เรื่องวิธีเรียงสับเปลี่ยน และวิธีจัดหมู่ จากหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน 2551 และหลักสูตรสถานศึกษา

2.3 สร้างตารางวิเคราะห์จุดประสงค์เชิงพฤติกรรมที่แสดงถึงความสามารถที่ต้องการวัดการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 และกำหนดจำนวนข้อของแบบทดสอบ โดยพิจารณาให้สอดคล้องกับความสำคัญของสาระการเรียนรู้

2.4 ดำเนินการสร้างแบบทดสอบความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ เรื่อง วิธีเรียงสับเปลี่ยนและวิธีจัดหมู่ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ซึ่งลักษณะของแบบทดสอบเป็นแบบอัตนัยจำนวน 12 ข้อ ให้ครอบคลุมเนื้อหาตามตารางวิเคราะห์จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

2.5 นำแบบทดสอบความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ เรื่องวิธีเรียงสับเปลี่ยน และวิธีจัดหมู่ จำนวน 1 ฉบับ เสนอประธานและกรรมการควบคุมปริญญาโทตรวจสอบความถูกต้อง ให้ข้อเสนอแนะในการปรับปรุงแก้ไข โดยมีการแก้ไขแบบทดสอบความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ ได้แก่ การปรับภาษาให้ถูกต้องเหมาะสม เพื่อให้คำถามมีความชัดเจน ปรับปรุงเกณฑ์การให้คะแนนแบบทดสอบความสามารถในการแก้ปัญหา ให้มีความเหมาะสม

2.6 นำแบบทดสอบความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ เรื่องวิธีเรียงสับเปลี่ยน และวิธีจัดหมู่ จำนวน 1 ฉบับ ที่ปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะของประธานและกรรมการควบคุมปริญญาโทไปให้ผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนคณิตศาสตร์ จำนวน 3 ท่าน เพื่อทำการตรวจหาความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (Content validity) ของแบบทดสอบ และลงความเห็น ว่า ข้อทดสอบแต่ละข้อ ตรงกับวัตถุประสงค์หรือไม่ โดยใช้ดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์การเรียนรู้ (IOC)

2.7 ผู้วิจัยนำคะแนนที่ได้จากการพิจารณาของผู้เชี่ยวชาญมาวิเคราะห์ โดยคำนวณหาค่าดัชนีความสอดคล้องของข้อสอบกับจุดประสงค์ (IOC : Item Objective Congruency Index) ของแต่ละข้อ แล้วพิจารณาคัดเลือกจากค่าดัชนีความสอดคล้อง IOC ที่มีค่าตั้งแต่ 0.50 ขึ้นไป ซึ่งได้ข้อคำถามที่มีค่า IOC ตั้งแต่ 0.67 – 1.00 จำนวน 12 ข้อ

2.8 นำแบบทดสอบความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ มาปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ ได้แก่ การปรับข้อคำถามบางข้อให้ใช้ภาษาที่ถูกต้องเหมาะสม และมีความชัดเจน เช่น การกำหนดตัวสัญลักษณ์ต้องเหมือนกัน เพื่อให้ผู้อ่านเข้าใจได้ง่ายขึ้น และไม่สับสน

2.9 นำแบบทดสอบความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ที่แก้ไขเรียบร้อยแล้ว เสนอประธานและกรรมการควบคุมปริญญาโทตรวจสอบอีกครั้งหนึ่ง แล้วนำไปปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะให้เรียบร้อย

2.10 นำแบบทดสอบความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ เรื่องวิธีเรียงสับเปลี่ยนและวิธีจัดหมู่ ที่ผ่านการคัดเลือกจากการปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของประธานและกรรมการควบคุมปริญญาโท และผู้เชี่ยวชาญไปทดสอบครั้งที่ 1 กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนบึงสามพันวิทยาคม อำเภอบึงสามพัน จังหวัดเพชรบูรณ์ ที่ผ่านการเรียนเรื่องวิธีเรียงสับเปลี่ยนและวิธีจัดหมู่ จำนวน 50 คน ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง เพื่อหาคุณภาพของแบบทดสอบ แล้วนำมาตรวจให้คะแนนตามเกณฑ์ที่กำหนด

2.11 นำผลคะแนนที่ได้จากการตรวจสอบแบบทดสอบความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ชนิดอัตนัย ที่ได้จากการทดสอบครั้งที่ 1 มาวิเคราะห์เป็นรายข้อ เพื่อหาค่าความง่าย (P_E) และค่าอำนาจจำแนก (D) โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป B-Index & Non 0-1 method ซึ่งเป็นการวิเคราะห์ข้อสอบอัตนัยของวิทนีย์และซาเบอร์ส โดยคัดเลือกข้อสอบที่มีค่าความง่ายอยู่ระหว่าง 0.20-0.80 และมีค่าอำนาจจำแนก (D) ตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไป โดยคัดเลือกให้ครอบคลุมจุดประสงค์การเรียนรู้จำนวน 6 ข้อ ซึ่งได้ค่าความง่าย (P_E) อยู่ระหว่าง 0.49-0.54 และค่าอำนาจจำแนก (D) อยู่ระหว่าง 0.38 -0.54

2.12 นำแบบทดสอบที่คัดเลือกไว้ จำนวน 6 ข้อ ไปทดสอบครั้งที่ 2 กับกลุ่มที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง ซึ่งเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนบึงสามพันวิทยาคม อำเภอบึงสามพัน จังหวัดเพชรบูรณ์ จำนวน 50 คน ที่เคยเรียนเรื่องวิธีเรียงสับเปลี่ยนและวิธีจัดหมู่ เพื่อค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบโดยหาค่าสัมประสิทธิ์ (Alpha -Coefficient) สูตรของครอนบัค (Cronbach) (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2543: 218) และใช้โปรแกรมสำเร็จรูป B-Index & Non 0-1 method ซึ่งได้ค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.92 แล้วนำเสนอต่อประธานและกรรมการควบคุมปริญญาโท ก่อนนำไปใช้กับกลุ่มตัวอย่าง

2.13 จัดพิมพ์แบบทดสอบความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์เป็นฉบับพร้อมคำชี้แจงในการดำเนินการสอบ เพื่อนำไปใช้ในการเก็บข้อมูลการวิจัย

2.14 นำแบบทดสอบที่ผ่านการตรวจสอบและแก้ไขไปทดสอบกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนบึงสามพันวิทยาคม อำเภอบึงสามพัน จังหวัดเพชรบูรณ์ ที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 1 ห้องเรียน

ตัวอย่างแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์
 โดยใช้กระบวนการคิดเชิงเมตาคognition เรื่อง วิธีเรียงสับเปลี่ยนและวิธีจัดหมู่

ชื่อ.....ชั้น.....เลขที่.....

คำชี้แจง ให้นักเรียนแสดงวิธีคิดหาคำตอบ พร้อมทั้งอธิบายวิธีคิดตามขั้นตอน ดังนี้

ปัญหาที่ 1 หมายเลขโทรศัพท์เป็นจำนวนที่มี 7 หลัก จำนวนหมายเลขโทรศัพท์ทั้งหมดที่ขึ้นต้นด้วย 427 จะมีทั้งหมดกี่หมายเลข

1. ขั้นทำความเข้าใจปัญหา

1.1 สิ่ง โจทย์กำหนดให้ คือ.....

.....

1.2 สิ่ง โจทย์ต้องการให้หา คือ.....

.....

1.3 เงื่อนไขที่โจทย์กำหนด คือ.....

.....

2. ขั้นสร้างตัวแทนปัญหา

.....

.....

.....

.....

.....

3. ขั้นวางแผนในการแก้ปัญหา

.....

.....

.....

.....

.....

4. **ขั้นตอนการแก้ปัญหา**

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

5. **ขั้นประเมินผลการแก้ปัญหา**

5.1 นักเรียนคิดว่าคำตอบที่ได้ตรงกับสิ่งที่โจทย์ถามหรือไม่ ตรง ไม่ตรง

5.2 นักเรียนคิดว่าคำตอบของนักเรียนถูกต้องหรือไม่ และมีวิธีการในการตรวจสอบอย่างไร

.....

.....

.....

5.3 นักเรียนคิดว่ามีวิธีการอื่นที่สามารถแก้ปัญหานี้ได้หรือไม่ (ถ้าได้ให้นักเรียนแสดงเหตุผล)

.....

.....

.....

5.4 ถ้านักเรียนพบโจทย์ปัญหาในลักษณะที่คล้ายคลึงกับปัญหานี้ นักเรียนคิดว่าจะสามารถแก้ปัญหานี้ได้มากน้อยเพียงใด น้อย ปานกลาง มาก

5.5 ถ้านักเรียนพบโจทย์ปัญหาลักษณะเช่นนี้ แต่ไม่สามารถแก้ปัญหานี้ได้ นักเรียนจะอย่างไร

.....

.....

.....

ตาราง 3 เกณฑ์การประเมินผลแบบวิเคราะห์ของการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์

รายการประเมิน	ระดับคุณภาพ	เกณฑ์การพิจารณา
1. ความเข้าใจปัญหา	3 (ดีมาก)	ระบุข้อมูลและเงื่อนไขของสถานการณ์ปัญหาได้ถูกต้องครบถ้วน
	2 (ดี)	ระบุข้อมูลและเงื่อนไขของสถานการณ์ปัญหาส่วนใหญ่ถูกต้อง
	1 (พอใช้)	ระบุข้อมูลและเงื่อนไขของสถานการณ์ปัญหาบางส่วนถูกต้อง
	0 (ต้องปรับปรุง)	ระบุข้อมูลและเงื่อนไขของสถานการณ์ปัญหาไม่ถูกต้อง
2. การสร้างตัวแทนปัญหา	3 (ดีมาก)	มีการสร้างตัวแทนปัญหาได้ถูกต้อง สมบูรณ์
	2 (ดี)	มีการสร้างตัวแทนปัญหาถูกต้องบางส่วน/ไม่ชัดเจน
	1 (พอใช้)	แสดงร่องรอยการสร้างตัวแทนปัญหา
	0 (ต้องปรับปรุง)	ไม่มีการสร้างตัวแทนปัญหา
3. วางแผนในการแก้ปัญหา	3 (ดีมาก)	เลือกใช้กลยุทธ์ในการแก้ปัญหาได้เหมาะสม
	2 (ดี)	เลือกใช้กลยุทธ์ในการแก้ปัญหาที่สามารถนำไปสู่คำตอบได้
	1 (พอใช้)	แสดงร่องรอยการเลือกใช้หรือปรับเปลี่ยนกลยุทธ์ในการแก้ปัญหา
	0 (ต้องปรับปรุง)	ไม่แสดงร่องรอยการเลือกใช้กลยุทธ์ในการแก้ปัญหา
4. ดำเนินการแก้ปัญหา	3 (ดีมาก)	นำวิธีการแก้ปัญหาไปใช้ได้ถูกต้อง สมบูรณ์
	2 (ดี)	นำวิธีการแก้ปัญหาไปใช้ได้ถูกต้องส่วนใหญ่
	1 (พอใช้)	นำวิธีการแก้ปัญหาไปใช้ได้ถูกต้องบางส่วน
	0 (ต้องปรับปรุง)	นำวิธีการแก้ปัญหาไปใช้ไม่ได้ไม่ถูกต้อง
5. การประเมินผล การแก้ปัญหา	3 (ดีมาก)	มีการประเมินผลการทำงานแก้ปัญหาได้ถูกต้อง สมบูรณ์
	2 (ดี)	มีการประเมินผลการทำงานแก้ปัญหาถูกต้องส่วนใหญ่
	1 (พอใช้)	มีการประเมินผลการทำงานแก้ปัญหาถูกต้องบางส่วน
	0 (ต้องปรับปรุง)	ไม่มีการประเมินผลการทำงานแก้ปัญหา

3. แบบวัดความตระหนักในการรู้คิด

แบบวัดความตระหนักในการรู้คิด จำนวน 30 ข้อ ดำเนินการสร้างตามขั้นตอนต่อไปนี้

3.1 ผู้วิจัยศึกษา เอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการวัดความตระหนักในรู้คิดของ การ์เนอร์ และอเล็กซานเดอร์ (Garner; & Alexander. 1989: 143-158) โอนิล และอะบีไค (O'Neil;

& Abedi. 1996: 234-245) สแวนสัน (Swanson. 1990: 306-314) ปารีส และจาคอบ (Paris; & Jacob. 1984: 2083-2093) ชราวีย์ และเดนนิสัน (Schraw; & Dennison. 1994: 462-475) เพื่อนำมาเป็นแนวทางในการสร้างแบบวัดความตระหนักในการรู้คิด

3.2 สร้างแบบวัดความตระหนักในการรู้คิด จำนวน 35 ข้อ ครอบคลุมองค์ประกอบของความตระหนักในการรู้คิด โดยกำหนดเป็นมาตราประเมินค่า 4 อันดับ คือ ปฏิบัติเป็นประจำ ปฏิบัติบ่อยครั้ง ปฏิบัตินานๆ ครั้ง และไม่เคยปฏิบัติเลย

3.3 นำแบบวัดความตระหนักในการรู้คิดเสนอต่อประธานและกรรมการควบคุมปริญญาโท ให้ข้อเสนอแนะในการปรับปรุงแก้ไข ซึ่งได้ปรับปรุงแก้ไขแบบวัดความตระหนักในการรู้คิด ได้แก่ ความถูกต้องในการพิมพ์ และภาษาที่ใช้ให้มีความเหมาะสม

3.4 นำแบบวัดความตระหนักในการรู้คิดไปให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน ตรวจสอบความครอบคลุมตามองค์ประกอบของความตระหนักในการรู้คิด หาค่าความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity) ของแบบวัด และลงความเห็นว่ามีข้อทดสอบแต่ละข้อตรงกับวัตถุประสงค์หรือไม่ โดยใช้ดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์การเรียนรู้ (IOC)

3.5 ผู้วิจัยนำแบบวัดความตระหนักในการรู้คิดมาพิจารณาปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ ได้แก่ การปรับภาษาที่ใช้ให้มีความชัดเจนและสอดคล้องกับนิยามศัพท์ แล้วนำมาหาค่าดัชนีสอดคล้องของข้อสอบกับจุดประสงค์ (IOC : Item Objective Congruency Index) ของแต่ละข้อ แล้วพิจารณาคัดเลือกจากค่าดัชนีความสอดคล้อง IOC ที่มีค่าตั้งแต่ 0.50 ขึ้นไป พบว่าทั้ง 35 ข้อ มีค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) เป็น 1.00 ทุกข้อ

3.6 นำแบบวัดความตระหนักในการรู้คิดที่ผ่านการพิจารณาและปรับปรุงจากผู้เชี่ยวชาญไปทดลองครั้งที่ 1 เพื่อหาอำนาจจำแนก (t) โดยทดลองใช้กับนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนบึงสามพันวิทยาคม จังหวัดเพชรบูรณ์ จำนวน 100 คน ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง

3.7 นำแบบวัดความตระหนักในการรู้คิดมาตรวจให้คะแนน เพื่อหาค่าอำนาจจำแนกรายข้อของแบบสอบถาม โดยใช้สัดส่วน 25% และนำมาเปรียบเทียบกันโดยใช้วิธีแจกแจงค่าที่ (t-Distribution) โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป B-Index & Non 0-1 method เลือกเฉพาะข้อที่มีค่าอำนาจจำแนก (t) ที่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 จำนวน 30 ข้อ ซึ่งได้ค่าอำนาจจำแนกเป็นรายข้อ (t) อยู่ระหว่าง 2.88-7.91

3.8 นำแบบวัดความตระหนักในการรู้คิดที่คัดเลือกไว้ในข้อ 3.7 ไปทดลองครั้งที่ 2 กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 100 คน จากนั้นนำมาหาค่าความเชื่อมั่นของแบบวัดความตระหนักในการรู้คิด โดยใช้สูตรสัมประสิทธิ์แอลฟา (Alpha – Coefficient) ของครอนบาค (Cronbach) โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป B-Index & Non 0-1 method คำนวณหาค่าความเชื่อมั่น ซึ่งได้ค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.88

3.9 จัดพิมพ์แบบวัดความตระหนักในการรู้คิดเป็นฉบับ เพื่อนำไปใช้ในการเก็บข้อมูลการวิจัย

3.10 นำแบบวัดความตระหนักในการรู้คิดที่มีคุณภาพตามเกณฑ์ที่กำหนดไปใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนบึงสามพันวิทยาคม จังหวัดเพชรบูรณ์ ที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง

ตัวอย่างแบบวัดความตระหนักในการรู้คิด

คำชี้แจง ขอให้นักเรียนอ่านข้อความในแต่ละข้อ และทำเครื่องหมาย / ในช่องที่ตรงกับระดับการปฏิบัติของนักเรียนมากที่สุด โดยระดับการปฏิบัติแบ่งเป็น 4 ระดับ ดังนี้

- ปฏิบัติเป็นประจำ หมายถึง นักเรียนได้ปฏิบัติตามข้อความนั้นเป็นประจำทุกครั้ง
- ปฏิบัติบ่อยครั้ง หมายถึง นักเรียนได้ปฏิบัติตามข้อความนั้นบ่อยๆ ครั้ง หรือเกือบทุกครั้ง
- ปฏิบัติบางครั้ง หมายถึง นักเรียนได้ปฏิบัติตามข้อความนั้นน้อยครั้ง หรือนานๆ ครั้ง
- ไม่เคยปฏิบัติเลย หมายถึง นักเรียนไม่เคยปฏิบัติตามข้อความนั้นเลย

ตาราง 4 ตัวอย่างแบบวัดความตระหนักในการรู้คิด

ข้อที่	ข้อความ	ระดับของการปฏิบัติ			
		ปฏิบัติเป็นประจำ	ปฏิบัติบ่อยครั้ง	ปฏิบัติบางครั้ง	ไม่เคยปฏิบัติเลย
1.	<u>ด้านการทำความเข้าใจปัญหา</u> ฉันอ่านข้อความในโจทย์ที่กำหนดให้มากกว่าหนึ่งครั้ง				
2.	ฉันพิจารณาถึงสิ่งที่โจทย์กำหนดให้				
3.	<u>ด้านการวางแผนในการแก้ปัญหา</u> ฉันแบ่งปัญหานั้นออกเป็นปัญหาย่อยๆ ในกรณีที่ปัญหามีความสลับซับซ้อน				
4.	ฉันมักเขียนสัญลักษณ์ต่างๆ แทนข้อความในโจทย์				

วิธีการตรวจให้คะแนนแบบวัดความตระหนักในการรู้คิด ดังนี้

ปฏิบัติเป็นประจำ	ให้นำหนักคะแนน	4	คะแนน
ปฏิบัติบ่อยครั้ง	ให้นำหนักคะแนน	3	คะแนน
ปฏิบัติบางครั้ง	ให้นำหนักคะแนน	2	คะแนน
ไม่เคยปฏิบัติเลย	ให้นำหนักคะแนน	1	คะแนน

เกณฑ์ในการแปลความหมายของคะแนนการตัดสินความตระหนักในการรู้คิด ดังนี้

คะแนนเฉลี่ย	การแปลความหมาย
1.00-1.49	มีการปฏิบัติเกี่ยวกับการตระหนักในการรู้คิดที่ต้องปรับปรุง
1.50-2.49	มีการปฏิบัติเกี่ยวกับตระหนักในการรู้คิดในระดับพอใช้
2.50-3.49	มีการปฏิบัติเกี่ยวกับตระหนักในการรู้คิดในระดับดี
3.50-4.00	มีการปฏิบัติเกี่ยวกับตระหนักในการรู้คิดในระดับดีมาก

4. แบบสอบถามการกำกับตนเองในการเรียน

แบบสอบถามการกำกับตนเองในการเรียน จำนวน 25 ข้อ ดำเนินการสร้างตามขั้นตอนต่อไปนี้

4.1 ผู้วิจัยศึกษาเอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการกำกับตนเองในการเรียน เพื่อนำมากำหนดกรอบการสร้างแบบสอบถามการกำกับตนเองในการเรียน โดยศึกษาจากแนวคิดของ ซิมเมอร์แมน และมาร์ตีเนซ พอนส์ (Zimmerman; & Martinez-Pons. 1986: 614-628) พินทริช และเดอ กรูท (Pintrich; & De Groot. 1990: 33-40) โดยในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้สร้างแบบสอบถามวัดการกำกับตนเองในการเรียนตามกรอบแนวคิดของ ซิมเมอร์แมน และมาร์ตีเนซ พอนส์ (Zimmerman; & Martinez-Pons. 1986: 614-628) ซึ่งเป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) 4 ระดับ

4.2 ดำเนินการสร้างแบบสอบถามการกำกับตนเองในการเรียน เป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating scale) 4 ระดับ ได้แก่ ปฏิบัติเป็นประจำ ปฏิบัติบ่อยครั้ง ปฏิบัติบางครั้ง ไม่เคยปฏิบัติเลย ซึ่งมีทั้งข้อความเชิงบวกและลบ จำนวน 30 ข้อ

4.3 นำแบบสอบถามการกำกับตนเองในการเรียน เสนอประธานและคณะกรรมการควบคุมปริญญาโท ตรวจสอบความถูกต้องเหมาะสมของเนื้อหา ภาษาที่ใช้ ความสอดคล้องของนิยามตัวแปรแล้วปรับปรุงแก้ไขข้อความที่ไม่เหมาะสม ตามคำแนะนำของประธานและคณะกรรมการควบคุมปริญญาโท ซึ่งได้ปรับปรุงแก้ไข ดังนี้ ความถูกต้องในการพิมพ์ และภาษาที่ใช้ให้มีความเหมาะสม

4.4 นำแบบสอบถามการกำกับตนเองในการเรียน ไปให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน ตรวจสอบความครอบคลุมตามองค์ประกอบของการกำกับตนเองในการเรียน พิจารณาความถูกต้องเหมาะสมของสำนวนภาษา แล้วนำมาปรับปรุงแก้ไข ซึ่งมีการแก้ไขปรับปรุงแบบสอบถามการกำกับตนเองในการเรียน ได้แก่ ความถูกต้องในการพิมพ์ และการปรับภาษาให้มีความชัดเจนสอดคล้องกับนิยามศัพท์เฉพาะ และหาค่าความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity) ของแบบสอบถาม และลงความเห็น ว่า ข้อทดสอบแต่ละข้อตรงกับวัตถุประสงค์หรือไม่ โดยใช้ดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์การเรียนรู้ (IOC)

4.5 ผู้วิจัยนำแบบสอบถามการกำกับตนเองในการเรียน มาพิจารณาปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ ได้แก่ การปรับภาษาที่ใช้ให้มีความชัดเจนและสอดคล้องกับนิยามศัพท์ แล้วนำมาหาค่าดัชนีสอดคล้องของข้อสอบกับจุดประสงค์ (IOC : Item Objective Congruency Index) ของแต่ละข้อ พิจารณาคัดเลือกจากค่าดัชนีความสอดคล้อง IOC ที่มีค่าตั้งแต่ 0.50 ขึ้นไป พบว่ามีค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) อยู่ระหว่าง 0.67-1.00

4.6 นำแบบสอบถามการกำกับตนเองในการเรียนไปทดสอบครั้งที่ 1 (Try out ครั้งที่ 1) กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนบึงสามพันวิทยาคม จังหวัดเพชรบูรณ์ ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 100 คน

4.7 นำแบบสอบถามการกำกับตนเองในการเรียนมาตรวจให้คะแนน เพื่อหาค่าอำนาจจำแนกรายข้อของแบบสอบถาม โดยใช้สัดส่วน 25% และนำมาเปรียบเทียบกันโดยใช้วิธีแจกแจงค่าที่ (t-Distribution) โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป B-Index & Non 0-1 method เลือกเฉพาะข้อที่มีค่าอำนาจจำแนก (t) ที่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 จำนวน 25 ข้อ ซึ่งได้ค่าอำนาจจำแนกเป็นรายข้อ (t) อยู่ระหว่าง 2.24-9.90

4.8 นำแบบสอบถามที่ได้จากข้อ 4.7 ไปทดสอบครั้งที่ 2 (Try out ครั้งที่ 2) กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนบึงสามพันวิทยาคม จำนวน 100 คน ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง นำผลที่ได้มาวิเคราะห์เพื่อหาค่าความเชื่อมั่น (Reliability) ของแบบสอบถามทั้งฉบับ โดยใช้สูตรสัมประสิทธิ์แอลฟา (α -Coefficient) ของครอนบาค (Cronbach) โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป B-Index & Non 0-1 method คำนวณหาค่าความเชื่อมั่น ซึ่งได้ค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.87

4.9 นำแบบสอบถามการกำกับตนเองในการเรียนที่มีค่าอำนาจจำแนกและค่าความเชื่อมั่นตามเกณฑ์ที่กำหนดแล้วนำไปใช้ในการวิจัยต่อไป

ตัวอย่าง แบบสอบถามการกำกับตนเองในการเรียน

คำชี้แจง ขอให้นักเรียนอ่านข้อความในแต่ละข้อ และทำเครื่องหมาย / ในช่องที่ตรงกับระดับการปฏิบัติของนักเรียนมากที่สุด โดยระดับการปฏิบัติแบ่งเป็น 4 ระดับ ดังนี้

ปฏิบัติเป็นประจำ	หมายถึง	นักเรียนได้ปฏิบัติตามข้อความนั้นเป็นประจำทุกครั้ง
ปฏิบัติบ่อยครั้ง	หมายถึง	นักเรียนได้ปฏิบัติตามข้อความนั้นบ่อยๆ ครั้ง หรือเกือบทุกครั้ง
ปฏิบัติบางครั้ง	หมายถึง	นักเรียนได้ปฏิบัติตามข้อความนั้นน้อยครั้ง หรือนานๆ ครั้ง
ไม่เคยปฏิบัติเลย	หมายถึง	นักเรียนไม่เคยปฏิบัติตามข้อความนั้นเลย

ตาราง 5 ตัวอย่างแบบสอบถามการกำกับตนเองในการเรียน

ข้อที่	ข้อความ	ระดับของการกำกับตนเองในการเรียน			
		ปฏิบัติเป็นประจำ	ปฏิบัติบ่อยครั้ง	ปฏิบัติบางครั้ง	ไม่เคยปฏิบัติเลย
0.	ฉันพยายามที่จะแก้โจทย์ปัญหาในเวลาที่กำหนด				
00.	ฉันพยายามที่จะแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ให้สำเร็จด้วยตัวเอง				

วิธีการตรวจให้คะแนนแบบสอบถามการกำกับตนเองในการเรียน ดังนี้

ปฏิบัติเป็นประจำ	ให้นำหนักคะแนน	4	คะแนน
ปฏิบัติบ่อยครั้ง	ให้นำหนักคะแนน	3	คะแนน
ปฏิบัติบางครั้ง	ให้นำหนักคะแนน	2	คะแนน
ไม่เคยปฏิบัติเลย	ให้นำหนักคะแนน	1	คะแนน

เกณฑ์ในการแปลความหมายของคะแนนการกำกับตนเองในการเรียน ดังนี้

คะแนนเฉลี่ย	การแปลความหมาย
1.00-1.49	มีการปฏิบัติเกี่ยวกับการกำกับตนเองในการเรียน อยู่ในระดับที่ต้องปรับปรุง
1.50-2.49	มีการปฏิบัติเกี่ยวกับการกำกับตนเองในการเรียนอยู่ในระดับพอใช้
2.50-3.49	มีการปฏิบัติเกี่ยวกับการกำกับตนเองในการเรียนอยู่ในระดับดี
3.50-4.00	มีการปฏิบัติเกี่ยวกับการกำกับตนเองในการเรียนอยู่ในระดับดีมาก

การเก็บรวบรวมข้อมูล

แบบแผนการวิจัย

แบบแผนที่ใช้ในการวิจัยเป็นการวิจัยแบบ One - Group Pretest - Posttest Design เพื่อศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ ความตระหนักในการรู้คิด และความสามารถในการกำกับตนเองในการเรียน (ล้วน สายยศ; และ อังคณา สายยศ. 2538: 249) ดังตาราง 6

ตาราง 6 แบบแผนการทดลอง

กลุ่ม	สอบก่อน	ทดลอง	สอบหลัง
E	T ₁	X	T ₂

สัญลักษณ์ที่ใช้ในแบบแผนการทดลอง

E แทน กลุ่มทดลอง

X แทน การจัดการเรียนรู้ที่เน้นกระบวนการคิดเชิงเมตาคอกนิชัน

T₁ แทน การสอบก่อนการจัดกระทำทดลอง (Pretest)

T₂ แทน การสอบหลังการจัดกระทำทดลอง (Posttest)

การดำเนินการทดลอง

ผู้วิจัยได้ดำเนินการทดลองตามขั้นตอน ดังนี้

1. ขอความร่วมมือกับโรงเรียนบึงสามพันวิทยาคม ตำบลบึงสามพัน อำเภอบึงสามพัน จังหวัดเพชรบูรณ์ เพื่อขอทำการทดลองสอนกับนักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่างในการวิจัยครั้งนี้ โดยผู้วิจัยดำเนินการสอนด้วยตนเองด้วยแผนการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่เน้นกระบวนการคิดเชิงเมตาคอกนิชัน เรื่อง วิธีเรียงสับเปลี่ยนและวิธีจัดหมู่ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ตั้งแต่วันที่ 25 มกราคม – 25 กุมภาพันธ์ 2554
- 2.ชี้แจงกับนักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่างทราบถึงการจัดการเรียนรู้ที่เน้นกระบวนการเมตาคอกนิชัน เพื่อให้นักเรียนมีความเข้าใจที่ตรงกันและสามารถได้ปฏิบัติตนได้ถูกต้อง ในขณะจัดกิจกรรมการเรียนรู้
3. นำแบบทดสอบความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นจำนวน 6 ข้อ แบบวัดความตระหนักในการรู้คิด จำนวน 30 ข้อ แบบสอบถามการกำกับตนเองในการเรียน จำนวน 25 ข้อ ไปทดสอบกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนบึงสามพันวิทยาคม อำเภอบึงสามพัน จังหวัดเพชรบูรณ์ ซึ่งเป็นกลุ่มตัวอย่าง
4. ดำเนินการทดลอง โดยกลุ่มตัวอย่างได้รับการสอนตามแผนการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่เน้นกระบวนการคิดเชิงเมตาคอกนิชัน เรื่อง วิธีเรียงสับเปลี่ยนและวิธีจัดหมู่ จำนวน 8 แผน รวม 15 ชั่วโมง รวมระยะเวลา 4 สัปดาห์ ซึ่งผู้วิจัยดำเนินการสอนด้วยตนเองกับนักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง
5. ทดสอบหลังเรียน (Posttest) กับนักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง โดยใช้แบบทดสอบความสามารถในการแก้ปัญหา เรื่อง วิธีเรียงสับเปลี่ยนและวิธีจัดหมู่ จำนวน 1 ชั่วโมง 30 นาที ทำแบบวัดความตระหนักในการรู้คิด และแบบสอบถามการกำกับตนเองในการเรียน โดยใช้เวลา 30 นาที

6. นำคะแนนที่ได้บันทึกไว้จากการทำแบบทดสอบความสามารถในการแก้ปัญหา เรื่อง วิธีเรียงสับเปลี่ยนและวิธีจัดหมู่ แบบวัดความตระหนักในการรู้คิด และแบบสอบถามการกำกับตนเองในการเรียน มาทำการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อทำการทดสอบสมมติฐาน

การจัดกระทำและการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยมีลำดับขั้นตอนในการวิเคราะห์ข้อมูลดังนี้

1. เปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ที่เน้นกระบวนการคิดเชิงเมตาคอกนิชัน กับเกณฑ์ (ร้อยละ 70) โดยใช้สถิติ t - test one group

2. เปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้ที่เน้นกระบวนการคิดเชิงเมตาคอกนิชัน เรื่องวิธีเรียงสับเปลี่ยนและวิธีจัดหมู่ โดยใช้สถิติ t - test for Dependent Samples

3. เปรียบเทียบความตระหนักในการรู้คิดของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้ที่เน้นกระบวนการคิดเชิงเมตาคอกนิชัน เรื่องวิธีเรียงสับเปลี่ยนและวิธีจัดหมู่ โดยใช้สถิติ t - test for Dependent Samples

4. เปรียบเทียบความสามารถในการกำกับตนเองในการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ก่อนและหลังที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ที่เน้นกระบวนการคิดเชิงเมตาคอกนิชัน เรื่องวิธีเรียงสับเปลี่ยนและวิธีจัดหมู่ โดยใช้สถิติ t - test for Dependent Samples

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ใช้สถิติการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

1. สถิติพื้นฐาน

1.1 ค่าเฉลี่ยเลขคณิต (Mean) โดยคำนวณจากสูตร (ชูศรี วงศ์รัตน์ะ.

2550: 33)

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

เมื่อ \bar{X}	แทน	คะแนนเฉลี่ย
$\sum X$	แทน	ผลรวมทั้งหมดของข้อมูล
n	แทน	จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง

1.2 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน โดยคำนวณจากสูตร (ชูศรี วงศ์รัตน์. 2550: 60)

$$s = \sqrt{\frac{n \sum X^2 - (\sum X)^2}{n(n-1)}}$$

เมื่อ s	แทน	ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน
$\sum X$	แทน	ผลรวมของข้อมูลทั้งหมด
$(\sum X)^2$	แทน	ผลรวมของข้อมูลทั้งหมดยกกำลังสอง
$\sum X^2$	แทน	ผลรวมของข้อมูลแต่ละตัวยกกำลังสอง
n	แทน	จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง

2. สถิติที่ใช้ในการหาประสิทธิภาพเครื่องมือ

2.1 หาค่าดัชนีความสอดคล้อง โดยคำนวณจากสูตร (ล้วน สายยศ; และ อังคณา สายยศ. 2543: 249)

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

เมื่อ IOC	แทน	ดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับ ลักษณะพฤติกรรม
$\sum R$	แทน	ผลรวมของคะแนนความคิดเห็นของ ผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด
N	แทน	จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

2.2 หาค่าความยากของแบบทดสอบความสามารถในการแก้ปัญหา
คณิตศาสตร์ โดยใช้การวิเคราะห์ข้อสอบแบบอัตรันัยของวิทนีและซาเบอร์ส (Whitney and Sabers)
(ล้วน สายยศ; และอังคณา สายยศ. 2543: 199-200)

$$P_E = \frac{S_U + S_L - (2NX_{\min})}{2N(X_{\max} - X_{\min})}$$

เมื่อ P_E	แทน	ดัชนีความง่าย
S_U	แทน	ผลรวมของคะแนนกลุ่มเก่ง
S_L	แทน	ผลรวมของคะแนนกลุ่มอ่อน
N	แทน	จำนวนผู้เข้าสอบของกลุ่มเก่งหรือกลุ่มอ่อน
X_{\max}	แทน	คะแนนที่นักเรียนทำได้สูงสุด
X_{\min}	แทน	คะแนนที่นักเรียนทำได้ต่ำสุด

2.3 หาค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบความสามารถในการแก้ปัญหา คณิตศาสตร์ แบบวัดความตระหนักในการรู้คิด และการกำกับตนเองในการเรียน ของวิทนีเยและ ซาเบอร์ส (Whitney and Sabers) (ล้วน สายยศ; และอังคณา สายยศ. 2543: 210)

$$D = \frac{S_U - S_L}{N(X_{\max} - X_{\min})}$$

เมื่อ	D	แทน	ค่าอำนาจจำแนก
	S_U	แทน	ผลรวมของคะแนนกลุ่มเก่ง
	S_L	แทน	ผลรวมของคะแนนกลุ่มอ่อน
	N	แทน	จำนวนผู้เข้าสอบของกลุ่มเก่งหรือกลุ่มอ่อน
	X_{\max}	แทน	คะแนนที่นักเรียนทำได้สูงสุด
	X_{\min}	แทน	คะแนนที่นักเรียนทำได้ต่ำสุด

2.4 หาค่าอำนาจจำแนกของแบบวัดความตระหนักในการรู้คิด และแบบสอบถามวัดการกำกับตนเองในการเรียนในการเรียน โดยใช้วิธีการของการแจกแจงค่าที่ (t-distribution) โดยคำนวณจากสูตรของ เอ็ดเวิร์ด (Edward) (ล้วน สายยศ; และ อังคณา สายยศ. 2538: 215-216)

$$t = \frac{\bar{X}_H - \bar{X}_L}{\sqrt{\frac{S_H^2}{n_H} + \frac{S_L^2}{n_L}}}$$

เมื่อ	t	แทน	ค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบ
	\bar{X}_H	แทน	คะแนนเฉลี่ยของกลุ่มสูง
	\bar{X}_L	แทน	คะแนนเฉลี่ยของกลุ่มต่ำ
	S_H^2	แทน	ความแปรปรวนของคะแนนกลุ่มสูง
	S_L^2	แทน	ความแปรปรวนของคะแนนกลุ่มต่ำ
	n_H	แทน	จำนวนของกลุ่มตัวอย่างในกลุ่มสูง
	n_L	แทน	จำนวนของกลุ่มตัวอย่างในกลุ่มต่ำ

2.5 ค่าความเชื่อมั่นแบบทดสอบความสามารถในการแก้ปัญหา คณิตศาสตร์ แบบวัดความตระหนักในการรู้คิด และการกำกับตนเองในการเรียน คำนวณจากสูตรการหาสัมประสิทธิ์แอลฟา (α -Coefficient) โดยใช้สูตรของครอนบัค (Cronbach) (ล้วน สายยศ; และ อังคณา สายยศ. 2543: 218)

$$\alpha = \frac{n}{n-1} \left[1 - \frac{\sum s_i^2}{s_i^2} \right]$$

เมื่อ	α	แทน	ค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่น
	n	แทน	จำนวนข้อสอบ
	s_i^2	แทน	คะแนนความแปรปรวนเป็นรายข้อ
	$\sum s_i^2$	แทน	คะแนนความแปรปรวนของข้อสอบทั้งหมด

โดยที่	$s_i^2 = \frac{N \sum X_i^2 - (\sum X_i)^2}{N(N-1)}$		
	s_i^2	แทน	คะแนนความแปรปรวนเป็นรายข้อ
	$\sum X_i$	แทน	ผลทั้งหมดของคะแนนในข้อที่ i
	$\sum X_i^2$	แทน	ผลรวมของคะแนนแต่ละคนยกกำลังในข้อที่ i
	N	แทน	จำนวนคนเข้าสอบ

3. สถิติที่ใช้ในการทดสอบสมมติฐาน

3.1 ใช้วิธีการทางสถิติแบบ t - test for Dependent Samples เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ ความตระหนักในการรู้คิด และการกำกับตนเองในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้ที่เน้นกระบวนการคิดเชิงเมตาคอกนิชัน เรื่องวิธีเรียงสับเปลี่ยนและวิธีจัดหมู่ จากสูตร (Ferguson. 1971: 154)

$$t = \frac{\sum D}{\sqrt{\frac{n \sum D^2 - (\sum D)^2}{n-1}}} ; df = n - 1$$

เมื่อ	t	แทน	ค่าสถิติที่ใช้พิจารณาใน t - distribution
	D	แทน	ความแตกต่างของคะแนนรายคู่
	$\sum D$	แทน	ผลรวมของความแตกต่างระหว่างคะแนนการทดสอบหลังและก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้ที่เน้นกระบวนการคิดเชิงเมตาคอกนิชัน
	$(\sum D)^2$	แทน	ผลรวมกำลังสองของความแตกต่างระหว่างคะแนนการทดสอบหลังและก่อนได้รับการจัดการที่เน้นกระบวนการคิดเชิงเมตาคอกนิชัน
	n	แทน	จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง

3.2 ใช้วิธีการทางสถิติแบบ t-test one group เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียน หลังได้รับการจัดการเรียนรู้ที่เน้นกระบวนการคิดเชิงเมตาคอกนิชันเทียบกับเกณฑ์ ร้อยละ 70 (ชูศรี วงศ์รัตนะ. 2550: 133 - 134)

$$t = \frac{\bar{X} - \mu_0}{\frac{s}{\sqrt{n}}} ; \quad df = n - 1$$

เมื่อ	t	แทน	ค่าสถิติที่ใช้พิจารณาใน t-distribution
	\bar{X}	แทน	ค่าเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่าง
	μ_0	แทน	ค่าเฉลี่ยที่ใช้เป็นเกณฑ์
	s	แทน	ความเบี่ยงเบนมาตรฐานของกลุ่มตัวอย่าง
	n	แทน	จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง



บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิเคราะห์ข้อมูล และการแปลความหมายผลของการวิเคราะห์ข้อมูล เพื่อให้เกิดความเข้าใจตรงกัน ผู้วิจัยได้กำหนดสัญลักษณ์ต่างๆ ในการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

n	แทน	จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง
\bar{X}	แทน	ค่าเฉลี่ยของคะแนนสอบ
s	แทน	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนสอบ
μ_0	แทน	ค่าเฉลี่ยที่ใช้เป็นเกณฑ์ (ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม)
$\sum D$	แทน	ผลรวมของความแตกต่างของคะแนนรายคู่
$\sum D^2$	แทน	ผลรวมของผลต่างของคะแนนแต่ละตัวยกกำลังสอง
t	แทน	ค่าสถิติที่ใช้พิจารณาใน t - Distribution
$n - 1$	แทน	ระดับชั้นแห่งความเป็นอิสระ (Degrees of freedom)

การวิเคราะห์ข้อมูล

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล และการแปลความหมายผลของการวิเคราะห์ข้อมูลในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยนำเสนอตามลำดับขั้นของสมมติฐาน ดังนี้

1. เปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ที่เน้นกระบวนการคิดเชิงเมตาคอกนิชัน เรื่อง วิธีเรียงสับเปลี่ยนและวิธีจัดหมู่ กับเกณฑ์ (ร้อยละ 70)
2. เปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้ที่เน้นกระบวนการคิดเชิงเมตาคอกนิชัน เรื่อง วิธีเรียงสับเปลี่ยนและวิธีจัดหมู่
3. เปรียบเทียบความตระหนักในการรู้คิดของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้ที่เน้นกระบวนการคิดเชิงเมตาคอกนิชัน เรื่อง วิธีเรียงสับเปลี่ยนและวิธีจัดหมู่
4. เปรียบเทียบการกำกับตนเองในการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ก่อนและหลังที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ที่เน้นกระบวนการคิดเชิงเมตาคอกนิชัน เรื่อง วิธีเรียงสับเปลี่ยนและวิธีจัดหมู่

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

1. เปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ที่เน้นกระบวนการคิดเชิงเมตาคอกนิชัน เรื่อง วิธีเรียงสับเปลี่ยน และวิธีจัดหมู่ กับเกณฑ์ (ร้อยละ 70) โดยใช้สถิติสำหรับการวิเคราะห์แบบ t-test One Sample ผลปรากฏดังตาราง 7

ตาราง 7 การเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ที่เน้นกระบวนการคิดเชิงเมตาคอกนิชัน เรื่อง วิธีเรียงสับเปลี่ยน และวิธีจัดหมู่ กับเกณฑ์ (ร้อยละ 70)

การทดสอบ	n	K	\bar{X}	s	μ_0 (70%)	t
หลังการทดลอง	42	90	68.10	11.09	63	2.98**

** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ($t_{(.01, 41)} = 2.421$)

จากตาราง 7 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลพบว่า ความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ที่เน้นกระบวนการคิดเชิงเมตาคอกนิชัน เรื่อง วิธีเรียงสับเปลี่ยนและวิธีจัดหมู่ ได้คะแนนเฉลี่ย 68.10 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 75.67 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ (ร้อยละ 70) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

2. เปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้ที่เน้นกระบวนการคิดเชิงเมตาคอกนิชัน เรื่อง วิธีเรียงสับเปลี่ยนและวิธีจัดหมู่ โดยใช้สถิติสำหรับการวิเคราะห์แบบ t-test for Dependent Samples ผลปรากฏดังตาราง 8

ตาราง 8 การเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้ที่เน้นกระบวนการคิดเชิงเมตาคอกนิชัน เรื่อง วิธีเรียงสับเปลี่ยนและวิธีจัดหมู่

กลุ่มทดลอง	n	\bar{X}	s	$\sum D$	$\sum D^2$	t
ก่อนทดลอง	42	19.74	4.11	2,035	101,103	40.19**
หลังทดลอง	42	68.10	11.09			

** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ($t_{(.01, 41)} = 2.421$)

จากตาราง 8 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลพบว่า ความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้ที่เน้นกระบวนการคิดเชิงเมตาคอกนิชัน เรื่อง วิธีเรียงสับเปลี่ยนและวิธีจัดหมู่ สูงกว่าก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

3. เปรียบเทียบความตระหนักในการรู้คิดของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้ที่เน้นกระบวนการคิดเชิงเมตาคอกนิชัน เรื่อง วิธีเรียงสับเปลี่ยนและวิธีจัดหมู่ โดยใช้สถิติสำหรับการวิเคราะห์แบบ t - test for Dependent Samples ผลปรากฏดังตาราง 9

ตาราง 9 การเปรียบเทียบความตระหนักในการรู้คิดของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้ที่เน้นกระบวนการคิดเชิงเมตาคอกนิชัน เรื่อง วิธีเรียงสับเปลี่ยนและวิธีจัดหมู่

กลุ่มทดลอง	n	\bar{X}	s	$\sum D$	$\sum D^2$	t
ก่อนทดลอง	42	60.45	9.52	918	21,960	20.84**
หลังทดลอง	42	82.31	13.40			

** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ($t_{(.01, 41)} = 2.421$)

จากตาราง 9 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลพบว่า ความตระหนักในการรู้คิดของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้ที่เน้นกระบวนการคิดเชิงเมตาคอกนิชัน เรื่อง วิธีเรียงสับเปลี่ยนและวิธีจัดหมู่ สูงกว่าก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

4. เปรียบเทียบการกำกับตนเองในการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ก่อนและหลังที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ที่เน้นกระบวนการคิดเชิงเมตาคอกนิชัน เรื่อง วิธีเรียงสับเปลี่ยนและวิธีจัดหมู่ โดยใช้สถิติสำหรับการวิเคราะห์แบบ t - test for Dependent Samples ผลปรากฏดัง

ตาราง 10

ตาราง 10 การเปรียบเทียบการกำกับตนเองในการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ก่อนและหลังที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ที่เน้นกระบวนการคิดเชิงเมตาคอกนิชัน เรื่อง วิธีเรียงสับเปลี่ยนและวิธีจัดหมู่

กลุ่มทดลอง	n	\bar{X}	s	ΣD	ΣD^2	t
ก่อนทดลอง	42	51.29	10.02			
หลังทดลอง	42	68.98	20.91	743	13,759	29.60**

** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ($t_{(.01, 41)} = 2.421$)

จากตาราง 10 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลพบว่า การกำกับตนเองในการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้ที่เน้นกระบวนการคิดเชิงเมตาคอกนิชัน เรื่อง วิธีเรียงสับเปลี่ยนและวิธีจัดหมู่ สูงกว่าก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

บทที่ 5

สรุปผล อภิปราย และข้อเสนอแนะ

การวิจัยในครั้งนี้ เป็นการวิจัยเชิงทดลองมีความมุ่งหมายเพื่อศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้ที่เน้นกระบวนการคิดเชิงเมตาคอกนิชัน ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ ความตระหนักในการรู้คิด และการกำกับตนเองในการเรียน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง วิธีเรียงสับเปลี่ยนและวิธีจัดหมู่ ซึ่งสรุปสาระสำคัญและผลการศึกษาได้ดังนี้

ความมุ่งหมายของการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ตั้งความมุ่งหมายไว้ดังนี้

1. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ที่เน้นกระบวนการคิดเชิงเมตาคอกนิชัน เรื่อง วิธีเรียงสับเปลี่ยนและวิธีจัดหมู่ กับเกณฑ์ (ร้อยละ 70)
2. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้ที่เน้นกระบวนการคิดเชิงเมตาคอกนิชัน เรื่อง วิธีเรียงสับเปลี่ยนและวิธีจัดหมู่
3. เพื่อเปรียบเทียบความตระหนักในการรู้คิดของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้ที่เน้นกระบวนการคิดเชิงเมตาคอกนิชัน เรื่อง วิธีเรียงสับเปลี่ยนและวิธีจัดหมู่
4. เพื่อเปรียบเทียบการกำกับตนเองในการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ก่อนและหลังที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ที่เน้นกระบวนการคิดเชิงเมตาคอกนิชัน เรื่อง วิธีเรียงสับเปลี่ยนและวิธีจัดหมู่

สมมติฐานในการวิจัย

1. ความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้ที่เน้นกระบวนการคิดเชิงเมตาคอกนิชัน เรื่อง วิธีเรียงสับเปลี่ยนและวิธีจัดหมู่ ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70
2. ความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้ที่เน้นกระบวนการคิดเชิงเมตาคอกนิชัน เรื่อง วิธีเรียงสับเปลี่ยนและวิธีจัดหมู่ สูงกว่าก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้ที่เน้นกระบวนการคิดเชิงเมตาคอกนิชัน

3. ความตระหนักในการรู้คิด ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้ที่เน้นกระบวนการคิดเชิงเมตาคอกนิชัน เรื่อง วิธีเรียงสับเปลี่ยนและวิธีจัดหมู่ สูงกว่าก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้ที่เน้นกระบวนการคิดเชิงเมตาคอกนิชัน

4. ความสามารถในการกำกับตนเองในการเรียน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้ที่เน้นกระบวนการคิดเชิงเมตาคอกนิชัน เรื่อง วิธีเรียงสับเปลี่ยนและวิธีจัดหมู่ สูงกว่าก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้ที่เน้นกระบวนการคิดเชิงเมตาคอกนิชัน

วิธีดำเนินการวิจัย

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนบึงสามพันวิทยาคม อำเภอบึงสามพัน จังหวัดเพชรบูรณ์ ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2553 ซึ่งได้จากการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling) โดยมีห้องเรียนเป็นหน่วยการสุ่ม (Sampling unit) จากการจับสลากมา 1 ห้องเรียน จากทั้งหมด 3 ห้องเรียน จำนวนนักเรียน 42 คน เนื่องจากโรงเรียนจัดห้องเรียนโดยความสามารถ

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ประกอบด้วย

1. แผนการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่เน้นกระบวนการคิดเชิงเมตาคอกนิชัน เรื่อง วิธีเรียงสับเปลี่ยนและวิธีจัดหมู่
2. แบบทดสอบความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ เรื่อง วิธีเรียงสับเปลี่ยนและวิธีจัดหมู่ เป็นแบบอัตนัย จำนวน 6 ข้อ มีค่าความง่าย (P_E) อยู่ระหว่าง 0.49-0.54 ค่าอำนาจจำแนก (D) อยู่ระหว่าง 0.38-0.54 และความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ เท่ากับ 0.92
3. แบบวัดความตระหนักในการรู้คิด เป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า 4 ระดับ จำนวน 30 ข้อ มีค่าอำนาจจำแนก (t) อยู่ระหว่าง 2.72-7.91 และความเชื่อมั่นของแบบวัด เท่ากับ 0.88
4. แบบสอบถามวัดการกำกับตนเองในการเรียน เป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า 4 ระดับ จำนวน 25 ข้อ มีค่าอำนาจจำแนก (t) อยู่ระหว่าง 2.24-9.90 และความเชื่อมั่นของแบบสอบถามเท่ากับ 0.87

การเก็บรวบรวมข้อมูล

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลตามขั้นตอน ดังนี้

1. ขอความร่วมมือกับโรงเรียนบึงสามพันวิทยาคม ตำบลบึงสามพัน อำเภอ บึงสามพัน จังหวัดเพชรบูรณ์ ซึ่งเป็นกลุ่มตัวอย่างของการวิจัยครั้งนี้ โดยผู้วิจัยดำเนินการสอนด้วยตนเองด้วยแผนการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่เน้นกระบวนการคิดเชิงเมตาคอกนิชัน เรื่อง วิธีเรียงสับเปลี่ยนและวิธีจัดหมู่ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ตั้งแต่วันที่ 25 มกราคม – 25 กุมภาพันธ์ 2554
2. ชี้แจงให้กับนักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่างทราบถึงการจัดการเรียนรู้ที่เน้นกระบวนการคิดเชิงเมตาคอกนิชัน เพื่อให้นักเรียนมีความเข้าใจที่ตรงกัน และปฏิบัติตนได้ถูกต้อง
3. นำแบบทดสอบความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นจำนวน 6 ข้อ แบบวัดความตระหนักในการรู้คิด จำนวน 25 ข้อ แบบสอบถามการกำกับตนเองในการเรียน จำนวน 30 ข้อ ไปทดสอบกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนบึงสามพันวิทยาคม อำเภอ บึงสามพัน จังหวัดเพชรบูรณ์ ซึ่งเป็นกลุ่มตัวอย่าง
4. ดำเนินการทดลอง โดยกลุ่มตัวอย่างจะได้รับการสอนตามแผนการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่เน้นกระบวนการคิดเชิงเมตาคอกนิชัน เรื่อง วิธีเรียงสับเปลี่ยนและวิธีจัดหมู่ จำนวน 8 แผน รวม 15 ชั่วโมง รวมระยะเวลา 4 สัปดาห์ ซึ่งผู้วิจัยดำเนินการสอนด้วยตนเองกับนักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง
5. ทดสอบหลังเรียน (Posttest) กับนักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง โดยใช้แบบทดสอบความสามารถในการแก้ปัญหา เรื่อง วิธีเรียงสับเปลี่ยนและวิธีจัดหมู่ จำนวน 1 ชั่วโมง 30 นาที ทำแบบวัดความตระหนักในการรู้คิด และแบบสอบถามการกำกับตนเองในการเรียน โดยใช้เวลาทำ 30 นาที
6. นำคะแนนที่ได้บันทึกไว้จากการทำแบบทดสอบความสามารถในการแก้ปัญหา เรื่อง วิธีเรียงสับเปลี่ยนและวิธีจัดหมู่ แบบวัดความตระหนักในการรู้คิด และแบบสอบถามการกำกับตนเองในการเรียน มาทำการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อทำการทดสอบสมมติฐาน

การวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยมีลำดับขั้นตอนในการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

1. เปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ที่เน้นกระบวนการคิดเชิงเมตาคอกนิชัน เรื่อง วิธีเรียงสับเปลี่ยนและวิธีจัดหมู่ กับเกณฑ์ (ร้อยละ 70) โดยใช้สถิติสำหรับการวิเคราะห์แบบ t-test One Sample
2. เปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้ที่เน้นกระบวนการคิดเชิงเมตาคอกนิชัน

เรื่อง วิธีเรียงสับเปลี่ยนและวิธีจัดหมู่ โดยใช้สถิติสำหรับการวิเคราะห์แบบ t-test for Dependent Samples

3. เปรียบเทียบความตระหนักในการรู้คิดของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้ที่เน้นกระบวนการคิดเชิงเมตาคอกนิชัน เรื่อง วิธีเรียงสับเปลี่ยนและวิธีจัดหมู่ โดยใช้สถิติสำหรับการวิเคราะห์แบบ t - test for Dependent Samples

4. เปรียบเทียบการกำกับตนเองในการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ก่อนและหลังที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ที่เน้นกระบวนการคิดเชิงเมตาคอกนิชัน เรื่อง วิธีเรียงสับเปลี่ยนและวิธีจัดหมู่ โดยใช้สถิติสำหรับการวิเคราะห์แบบ t - test for Dependent Samples

สรุปผลการวิจัย

1. ความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้ที่เน้นกระบวนการคิดเชิงเมตาคอกนิชัน เรื่อง วิธีเรียงสับเปลี่ยนและวิธีจัดหมู่ ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยมีคะแนนเฉลี่ยร้อยละ 75.67

2. ความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้ที่เน้นกระบวนการคิดเชิงเมตาคอกนิชัน เรื่อง วิธีเรียงสับเปลี่ยนและวิธีจัดหมู่ สูงกว่าก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้ที่เน้นกระบวนการคิดเชิงเมตาคอกนิชัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

3. ความตระหนักในการรู้คิด ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้ที่เน้นกระบวนการคิดเชิงเมตาคอกนิชัน เรื่อง วิธีเรียงสับเปลี่ยนและวิธีจัดหมู่ สูงกว่าก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้ที่เน้นกระบวนการคิดเชิงเมตาคอกนิชัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

4. ความสามารถในการกำกับตนเองในการเรียน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้ที่เน้นกระบวนการคิดเชิงเมตาคอกนิชัน เรื่อง วิธีเรียงสับเปลี่ยนและวิธีจัดหมู่ สูงกว่าก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้ที่เน้นกระบวนการคิดเชิงเมตาคอกนิชัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

อภิปรายผล

จากการศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้ที่เน้นกระบวนการคิดเชิงเมตาคอกนิชัน ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ ความตระหนักในการรู้คิด และการกำกับตนเองในการเรียน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง วิธีเรียงสับเปลี่ยนและวิธีจัดหมู่ สามารถอภิปรายผลได้ดังนี้

1. ความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนหลังได้รับการจัดการเรียนรู้ที่เน้นกระบวนการคิดเชิงเมตาคอกนิชัน เรื่อง วิธีเรียงสับเปลี่ยนและวิธีจัดหมู่ สูงกว่าก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้ที่เน้นกระบวนการคิดเชิงเมตาคอกนิชัน และสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยมีคะแนนเฉลี่ยร้อยละ 75.67 ทั้งนี้อาจเนื่องมาจาก

1.1 การจัดการเรียนรู้ที่เน้นกระบวนการคิดเชิงเมตาคอกนิชัน เป็นการจัดการเรียนรู้ที่ฝึกให้นักเรียนสามารถคิดอย่างมีระบบ มีลำดับขั้นตอนในการคิดแก้ปัญหา ซึ่งนักเรียนจะได้ฝึกตามลำดับขั้นตอนของการแก้ปัญหา ลงในแบบบันทึกกระบวนการคิดเชิงเมตาคอกนิชัน ประกอบด้วย 5 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นทำความเข้าใจปัญหา ขั้นสร้างตัวแทนปัญหา ขั้นวางแผนแก้ปัญหา ขั้นดำเนินการแก้ปัญหา และขั้นประเมินผลการแก้ปัญหา ในแต่ละขั้นตอนนั้นจะมีการฝึกให้นักเรียนได้ใช้กระบวนการคิดเชิงเมตาคอกนิชัน ซึ่งเป็นการบันทึกการคิดด้วยการเขียน นอกจากนี้ผู้วิจัยได้ฝึกฝนและกระตุ้นให้นักเรียนได้คิดด้วยตนเอง โดยผู้วิจัยใช้คำถามนำเพื่อให้นักเรียนเห็นแนวทางในการแก้ปัญหาด้วยตนเอง ซึ่งทำให้นักเรียนเกิดความสนใจใคร่รู้ และเป็นการกระตุ้นจินตนาการของผู้เรียน ทำให้มีโน้ตทัศน์ของนักเรียนมีความชัดเจนมากยิ่งขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับคำกล่าวของทิสนา แชมมณี และคณะ. (2544: 105-110) ที่กล่าวว่า การใช้เมตาคอกนิชันในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ จะช่วยให้ผู้เรียนได้เรียนรู้กระบวนการคิดอย่างเป็นขั้นตอน โดยเชื่อมโยงความรู้ใหม่กับความรู้เดิมที่มีอยู่ แล้วเลือกยุทธวิธีในการคิด วางแผน กำกับหรือตรวจสอบ และประเมินกระบวนการคิด ซึ่งเป็นการคิดที่ต้องดำเนินการไปเป็นลำดับขั้นตอนที่จะช่วยให้การคิดนั้นประสบความสำเร็จตามจุดมุ่งหมายของการคิดนั้นๆ ซึ่งในแต่ละลำดับขั้นตอนอาจต้องอาศัยทักษะการคิด หรือลักษณะการคิดจำนวนมาก นอกจากนี้ยังสอดคล้องกับแนวคิดของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2550: 145-158) ที่กล่าวว่า การสนับสนุนให้นักเรียนคิดและลงมือปฏิบัติแก้ปัญหตามขั้นตอนและกระบวนการแก้ปัญหา เพื่อให้นักเรียนมีประสบการณ์และคุ้นเคยกับขั้นตอน/กระบวนการแก้ปัญหาที่ถูกต้อง และยังสอดคล้องกับวิจัยงานของ วิลเลียมส์ (Williams. 2003: 185-187) ที่ได้ศึกษาเกี่ยวกับการพัฒนาพฤติกรรมการแก้ปัญหาโดยเน้นการเขียนตามขั้นตอนกระบวนการแก้ปัญหา เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหา ซึ่งกลุ่มทดลองเรียนโดยใช้การเขียนตามขั้นตอนกระบวนการแก้ปัญหา และกลุ่มควบคุมเรียนโดยใช้การแก้ปัญหตามขั้นตอนปกติ ผลการศึกษาพบว่า กลุ่มทดลองสามารถแก้ปัญหาได้ดีกว่ากลุ่มควบคุม จากการสัมภาษณ์นักเรียนในกลุ่มทดลองพบว่า นักเรียนมากกว่า 75% มีความพอใจในกิจกรรมการเขียนตามขั้นตอนกระบวนการแก้ปัญหา และนักเรียนมากกว่า 80% บอกว่ากิจกรรมดังกล่าวช่วยให้สามารถแก้ปัญหาได้ดีขึ้น

1.2 การจัดการเรียนรู้ที่เน้นกระบวนการคิดเชิงเมตาคอกนิชัน เป็นการจัดการเรียนรู้ที่เน้นให้นักเรียนฝึกฝนเกี่ยวกับการควบคุมกำกับการทำของตนเอง รวมถึงการรับรู้กระบวนการคิดของตนเอง ในการวางแผน คือรู้ว่าตนเองคิดว่าจะทำงานนั้นอย่างไร ให้บรรลุเป้าหมาย การตรวจสอบความก้าวหน้า เป็นการทบทวนตนเองเกี่ยวกับแผนที่วางไว้ว่าเป็นไปได้

เพียงใด ความเหมาะสมของลำดับขั้นตอนและวิธีที่เลือกใช้ และการประเมินผลในการแก้โจทย์ ปัญหาคณิตศาสตร์เป็นการประเมินแผนการที่ใช้และผลลัพธ์ที่ได้ว่าสิ่งที่ทำมาทั้งหมดดีหรือไม่ ยังมีวิธีอื่นที่แตกต่างและดีกว่าหรือไม่ ซึ่งนักเรียนจะได้รับการฝึกฝนโดยผ่านแบบบันทึกกระบวนการคิดเชิงเมตาคอกนิชันในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ ซึ่งสอดคล้องกับ ทิศนา แคมมณี และคณะ. (2544: 75-77) ที่กล่าวว่า การควบคุมการรู้คิดของตนเอง (Metacognition) เป็นการรับรู้และควบคุมกระบวนการคิดและการเรียนรู้ของตนเอง รวมถึงการรู้ตัวถึงความคิดของตนเองในการทำอะไรอย่างใดอย่างหนึ่ง และใช้ความรู้นั้นในการควบคุมการกระทำที่ตนเองกำลังกระทำอยู่ การควบคุมการรู้คิดของตนเองนี้ จะมีเป้าหมายที่ชัดเจน และมีการควบคุมดูแลกำกับตนเองให้ไปสู่เป้าหมายนั้นด้วยตนเอง และสอดคล้องกับงานวิจัยของ จรุง ชำพงค์ (2542: 50) พบว่าความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หลังการเรียนการสอนแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ โดยใช้กลวิธีเมตาคอกนิชัน สูงกว่าก่อนการเรียนการสอนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 และสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 60

1.3 การจัดการเรียนรู้ที่เน้นกระบวนการคิดเชิงเมตาคอกนิชัน ผู้วิจัยได้จัดการเรียนรู้แบบร่วมมือ โดยจะแบ่งนักเรียนออกเป็นกลุ่ม โดยที่สมาชิกในกลุ่มมีความสามารถแตกต่างกัน ให้นักเรียนในกลุ่มทำงานร่วมกัน ช่วยกันแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ ให้นักเรียนมีปฏิสัมพันธ์กัน มีการสื่อสาร มีการแลกเปลี่ยนหรือแบ่งปันความคิด ประสบการณ์ระหว่างกัน ให้นักเรียนในกลุ่มมีการแบ่งปันช่วยเหลือ รับผิดชอบงานร่วมมือกัน นักเรียนจะพยายามทำให้กลุ่มของตนเองทำงานเพื่อความสำเร็จของกลุ่ม โดยนักเรียนที่เรียนเก่งจะสอนและช่วยเหลือนักเรียนที่เรียนอ่อน ซึ่งโดยปกติแล้วนักเรียนมักจะแข่งขันกันเรียน ให้นักเรียนที่เรียนอ่อนหมดกำลังใจและมีเจตคติที่ไม่ดีต่อการเรียนคณิตศาสตร์ จากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้พบว่า นักเรียนในกลุ่มช่วยเหลือร่วมมือกัน นักเรียนมีความสามารถในการสื่อสารดีขึ้น และทำให้นักเรียนมีความเชื่อมั่น กล้าคิด และกล้าทำมากยิ่งขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2550: 145-158) ที่กล่าวว่า การเรียนแบบร่วมมือเป็นวิธีที่เหมาะสมสำหรับการเรียนการสอนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ทั้งนี้เพราะว่าการเรียนแบบร่วมมือเกี่ยวข้องกับ “การทำงานเป็นกลุ่ม” ซึ่งฝึกให้นักเรียนรู้จักการทำงานร่วมกับผู้อื่น ได้ลงมือปฏิบัติจริง เปิดโอกาสให้นักเรียนทุกคนได้มีการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นและช่วยกันทำความเข้าใจสิ่งที่เรียน ได้อภิปรายกลยุทธ์ในการแก้ปัญหา และกระบวนการแก้ปัญหาที่เหมาะสม ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของนักกัญญา เจริญเกียรติบวร (2547:50-56) ที่ศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่องฟังก์ชัน ของนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นปีที่ 2 โดยใช้การเรียนแบบร่วมมือ พบว่าความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังจากใช้การเรียนแบบร่วมมือ สูงกว่าก่อนใช้การเรียนแบบร่วมมือ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

2. ความตระหนักในการรู้คิด ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ที่เน้นกระบวนการคิดเชิงเมตาคอกนิชัน เรื่อง วิธีเรียงสับเปลี่ยนและวิธีจัดหมู่ สูงกว่าก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้ที่เน้นกระบวนการคิดเชิงเมตาคอกนิชัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ทั้งนี้อาจเนื่องมาจาก

2.1 การจัดการเรียนรู้ที่เน้นกระบวนการคิดเชิงเมตาคอกนิชัน เป็นการจัดการเรียนที่มุ่งเน้นให้นักเรียนได้ ฝึกการกำกับควบคุมตนเองในขณะแก้ปัญหา โดยผู้วิจัยฝึกให้นักเรียนใช้ทักษะการตั้งคำถามในระหว่างการแก้ปัญหา ซึ่งจะเป็นประโยชน์อย่างยิ่งกับผู้เรียน เพราะช่วยให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจ หยุดคิดและตรรกะตรง ช่วยให้ผู้เรียนมีความเข้าใจปัญหาหรือไม่ สามารถวางแผนการแก้ปัญหา และเลือกยุทธวิธีในการแก้ปัญหาได้เหมาะสมหรือไม่ นอกจากนี้นักเรียนยังได้ประเมินความความยาก-ง่าย การคาดคะเนความสำเร็จในการแก้ปัญหา หลังจากเรียนเนื้อหาในเรื่องนั้นเสร็จ ผู้วิจัยให้นักเรียนประเมินผลการแก้ปัญหา โดยจะเปิดโอกาสให้นักเรียนได้อภิปรายถึงผลที่เกิดขึ้นจากกระบวนการคิดเชิงเมตาคอกนิชันในการแก้โจทย์ปัญหา รวมถึงปัญหา ข้อผิดพลาด และอุปสรรคที่เกิดขึ้น ตลอดจนการหาวิธีการแก้ไขอุปสรรค และข้อผิดพลาดที่เกิดขึ้นด้วย ทำให้นักเรียนได้แก้ไขข้อบกพร่องของตนเอง และสามารถแก้ปัญหาครั้งต่อไปได้รวดเร็วขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของ วูล์ฟอล์ค (Woolfolk, 1990: 292-294) ที่กล่าวว่า การตระหนักรู้ (Awareness) เป็นการตระหนักรู้ในตัวเองว่าจะต้องใช้ทักษะกลวิธี และแหล่งข้อมูลอะไรบ้างที่จำเป็นต่อการทำงานให้มีประสิทธิภาพ และจะต้องทำอะไร ซึ่งจะเป็นเรื่องที่บุคคลรู้ในสิ่งที่ตนคิด และสอดคล้องกับสถานการณ์การเรียนรู้ แล้วแสดงออกในสิ่งที่เรียนรู้ และยังสามารถสะท้อนการคิดของตนเองมาถึงเรื่องราวที่อ่านหรือที่คิดแก้ปัญหา ทักษะเหล่านี้จะทำให้คนทำงานอย่างมีแผน และรู้ว่าควรจะต้องประกอบด้วยสิ่งใดบ้างจึงจะทำให้การทำงานเกิดประสิทธิภาพซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของ เบเกอร์ และบราวน์ (Baker; & Brown, 1984: 21-24) ที่กล่าวว่า การคิดแก้ปัญหาซึ่งเป็นทักษะที่จะทำให้บุคคลทำงานอย่างมีแผน เพราะจะทำให้รู้งานนั้นจะต้องประกอบด้วยสิ่งใดบ้าง ที่จะทำให้งานนั้นเกิดประสิทธิภาพ และทำให้สถานการณ์นั้นมีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น จากเหตุผลดังกล่าวพบว่า การจัดการเรียนรู้ที่เน้นกระบวนการคิดเชิงเมตาคอกนิชันในการแก้ปัญหานั้น ทำให้นักเรียนมีความตระหนักในการรู้คิดที่สูงขึ้น และสอดคล้องกับงานวิจัยของมยุรี บุญเยี่ยม (2545: 96-97) พบว่าการเรียนด้วยชุดการเรียน เรื่อง ความน่าจะเป็น โดยใช้วิธีการแก้ปัญหา เพื่อส่งเสริมความตระหนักในการรู้คิด ผลการวิจัยพบว่า ความตระหนักในการรู้คิดของนักศึกษาหลังการทดลองใช้ชุดการเรียน สูงกว่าก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และยังสอดคล้องกับงานวิจัยของณัฐจิเรญญเกียรติบวร. (2539: 100-110) พบว่าความตระหนักในการรู้คิด มีความสัมพันธ์ทางบวกกับความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์

2.2 การจัดการเรียนรู้ที่เน้นกระบวนการคิดเชิงเมตาคอกนิชัน ผู้วิจัยกระตุ้นความคิดของนักเรียนออกมาว่าในการแก้ปัญหานั้นนักเรียนทราบหรือไม่ว่า ในแต่ละขั้นตอนของการแก้ปัญหานั้นนักเรียนคิดอย่างไร และทำอย่างไร ผู้วิจัยเปิดโอกาสให้นักเรียนได้แสดงความคิดของตนเองออกมา โดยการรายงานการคิดโดยการพูดอธิบายถึงสิ่งที่ตนเองคิดแล้วทำ แล้วนำสิ่งที่นักเรียน

รายงานมาวิเคราะห์ร่วมกันในชั้นเรียน ให้นักเรียนช่วยกันอภิปรายถึงสิ่งที่เพื่อนรายงาน จากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้พบว่า นักเรียนมีการเปรียบเทียบกระบวนการคิดของตนเองกับผู้อื่น เกิดการอภิปรายร่วมกันทำให้นักเรียนเห็นจุดบกพร่องของตนเอง ซึ่งในการรายงานการคิดครั้งต่อไปของนักเรียนจะต้องใช้ความละเอียดลออถี่ถ้วนมากยิ่งขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับคำกล่าวของ ชนาธิป พรกุล (2554: 204) ที่กล่าวว่า การคิดตั้งๆ เป็นเทคนิคที่นำมาใช้เพื่อพัฒนาการคิดของผู้เรียน การคิดตั้งๆ เป็นวิธีทำให้ความคิดถูกเปิดเผย หรือมองเห็นได้ การคิดตั้งๆ เกิดขึ้นในขณะที่กำลังปฏิบัติภารกิจอยู่ ถ้าเกิดขึ้นภายหลังเป็นการจำสิ่งที่คิดได้ บางคนให้ความหมายว่าการคิดตั้งๆ เป็นการกระทำของการคิดของคนที่รู้ตัวว่าคิดอย่างไร และคิดอะไร ฉะนั้น การคิดตั้งๆ จึงเป็นการบันทึกสิ่งที่เกิดขึ้นขณะคิด เพื่อนำออกมาตรวจสอบ และวิเคราะห์เพื่อสรุปเป็นความรู้และกระบวนการ ซึ่งการใช้เทคนิคการคิดตั้งๆ เป็นการบรรยาย หรือบอกสิ่งที่กำลังปฏิบัติการในสมองขณะทำการคิดเรื่องใดเรื่องหนึ่ง ประโยชน์ของการคิดตั้งๆ คือการช่วยผู้เรียนพัฒนา หรือปรับปรุงการคิด การคิดตั้งๆ เป็นวิธีที่ผู้เรียนเปิดเผยวิธีคิด โดยบรรยายการคิดทีละขั้นว่ากำลังคิดอะไร เกี่ยวกับอะไร จะคิดแบบใด เหตุใดจึงคิดแบบนั้น เส้นทางของการคิดตั้งๆ คล้ายกับการคิดแบบ metacognitive reflection แต่มีการลงมือปฏิบัติ และเปิดเผยตลอดทุกขั้นตอนการคิด ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของ เบเกอร์ และบราวน์ (Baker; & Brown. 1984: 21-24) กล่าวถึงการตระหนักรู้ (Awareness) ว่าเป็นการตระหนักรู้ถึง ทักษะ กลวิธี และแหล่งข้อมูลที่เป็นต่อการทำงานอย่างมีประสิทธิภาพ และรู้ว่าจะต้องทำอย่างไร กล่าวคือ เป็นเรื่องของการที่บุคคลรู้ถึงสิ่งที่ตนเองคิด รวมไปถึงการแสดงออกในสิ่งที่รู้ออกมาโดยการอธิบายให้ผู้อื่นฟังได้ สามารถสรุปใจความสำคัญของสิ่งที่เรียนรู้นั้น หรือมีวิธีการจำ การวางขอบข่าย การจดบันทึก และความสามารถในการสะท้อนการคิดของตนเองออกมาในขณะที่อ่านเรื่องราว หรือในการคิดแก้ปัญหา และยังสอดคล้องกับงานวิจัยของ สิริมาศ สิทธิหล่อ (2534: บทคัดย่อ) ศึกษาและพัฒนาวิธีการวัดกระบวนการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น โดยใช้วิธีการคิดออกเสียง พร้อมทั้งพัฒนาแบบบันทึกกระบวนการคิดแก้ปัญหาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น ที่มีความสามารถต่างระดับกัน ผลการวิจัยพบว่าวิธีการวัดกระบวนการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ โดยใช้วิธีการคิดออกเสียง มีขั้นตอนดังนี้คือ ครูเสนอโจทย์ปัญหาให้นักเรียนคิดแล้วพูดออกมาดังๆ หรืออาจเขียนในกระดาษหัดด้วยก็ได้ ในขณะที่แก้ปัญหาครูบันทึกพฤติกรรมที่นักเรียนแสดงออกโดยการพูดลงในแบบบันทึกกระบวนการแก้ปัญหา ซึ่งครูจะนำมาตรวจให้คะแนนภายหลัง วิธีการวัดกระบวนการแก้ปัญหา โดยใช้วิธีการคิดออกเสียงนี้จะต้องใช้ร่วมกับแบบบันทึกกระบวนการแก้ปัญหา และผลการเปรียบเทียบพฤติกรรมแก้ปัญหา ระหว่างนักเรียนกลุ่มเก่ง ปานกลาง และอ่อน พบว่ากลุ่มเก่งจะแสดงพฤติกรรมเกือบทุกขั้นตอนในขณะที่กลุ่มปานกลางและกลุ่มอ่อนแสดงพฤติกรรมไม่ครบขั้นตอน และกลุ่มเก่งแสดงพฤติกรรมคิดออกเสียงที่ให้ข้อมูลมากกว่า

3. การกำกับตนเองในการเรียน ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ที่เน้นกระบวนการคิดเชิงเมตาคognition เรื่อง วิธีเรียงสับเปลี่ยนและวิธีจัดหมู่ สูงกว่าก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้

ที่เน้นกระบวนการคิดเชิงเมตาคอกนิชัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ทั้งนี้อาจเนื่องมาจาก

3.1 การจัดการเรียนรู้ที่เน้นกระบวนการคิดเชิงเมตาคอกนิชัน ได้มุ่งเน้นให้นักเรียนได้ฝึกการกำกับควบคุมตนเองในขณะที่แก้ปัญหา ซึ่งนักเรียนจะรับการฝึกการกำกับตนเองในการเรียน เช่น ฝึกกำกับตนเองในการขีดเส้นใต้โจทย์ปัญหาเพื่อแยกสิ่งที่โจทย์ต้องการให้ และสิ่งโจทย์กำหนดให้ออกจากกัน ทำให้นักเรียนสามารถเข้าใจโจทย์ปัญหาได้ดียิ่งขึ้น ซึ่งเป็นการจัดรูปแบบ และการเปลี่ยนแปลงรูปแบบสิ่งที่เรียนรู้ ฝึกสร้างโจทย์ปัญหาที่มีลักษณะที่คล้ายคลึงกับที่นักเรียนได้แก้ปัญหาไปแล้ว การสร้างตัวแทนในการแก้ปัญหา การใช้สัญลักษณ์ ยังรวมถึงการพิจารณาว่ามีความเข้าใจในสิ่งนั้นหรือไม่ มีการประเมินความพยายามในการทำงาน การวางแผน ตรวจสอบทบทวนความคิดเกี่ยวกับแผนที่วางไว้ ตรวจสอบความถูกต้องของการแก้ปัญหา ว่ามีความถูกต้องเหมาะสมหรือไม่ และยังมีฝึกประเมินผลลัพธ์ และการทดสอบเปลี่ยนแปลงวิธีการไปใช้กลวิธีอื่นเพื่อให้สามารถแก้ปัญหาได้ ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของวูล์ฟอล์ค (Woolfolk, 1990: 292-294) ที่กล่าวถึง การกำกับตนเอง (Self regulation) เป็นความสามารถที่บุคคลรู้ว่า จะทำงานนั้นอย่างไร และเมื่อไร เพื่อให้งานเกิดความสำเร็จสมบูรณ์ ดังนั้นเมื่อนักเรียนได้รับการฝึกฝน ทำให้นักเรียนมีการกำกับตนเองในการแก้ปัญหา ต้องการที่จะสามารถแก้ปัญหาให้ประสบความสำเร็จได้ด้วยตัวเอง ซึ่งการกำกับตนเองในการเรียนจะเกิดขึ้นกับตัวผู้เรียนเอง เกิดจากแรงจูงใจภายในของตัวนักเรียนโดยไม่มีผู้ใดบังคับ ซึ่งจะเห็นได้ว่าการเรียนรู้โดยการกำกับตนเองนั้นมีความสำคัญต่อความสำเร็จในการเรียนของนักเรียน เพราะนักเรียนจะรู้ว่าตนเองจะสามารถเรียนรู้ด้วยวิธีใดได้ดีที่สุดในการวางแผน ควบคุมการเรียนของตนไปสู่เป้าหมายที่วางไว้ ซึ่งจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้พบว่านักเรียนมีการกำกับตนเองในการเรียน เช่น มีการบันทึกข้อความ สำคัญสิ่งที่เรียนไปแล้ว เพื่อไม่ให้ตนเองลืมเนื้อหาที่เรียนไปแล้ว สังเกตได้จาก นักเรียนมีการขีดเส้นใต้ การทำแผนภาพ เป็นต้น ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ ทูคิยา จันท์ปลอด. (2550: 110) พบว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 กลุ่มทดลองที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้กลวิธีการรู้คิด มีการกำกับตนเองในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์หลังการทดลองสูงกว่าการทดลอง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 และยังสอดคล้องกับงานวิจัยของ นวรัตน์ หัสดี (2544: บทคัดย่อ) ที่ได้ศึกษาผลการฝึกใช้เมตาคอกนิชันเพื่อกำกับและควบคุมตนเองในการเรียนของนักเรียนโครงการการศึกษาพิเศษ ปีการศึกษา 2544 จำนวน 6 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือ แบบวัดการกำกับและควบคุมตนเอง แบบสังเกตพฤติกรรม บทเรียนการฝึกเมตาคอกนิชัน แบบฝึกอ่านการวิเคราะห์ข้อมูลใช้การแสดงกราฟ และเขียนบรรยายพัฒนาการ ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่ได้รับการฝึกเมตาคอกนิชัน มีคะแนนการกำกับและควบคุมตนเองในการเรียนหลังการทดลองสูงกว่าก่อนการทดลอง

3.2 การจัดการเรียนรู้ที่เน้นกระบวนการคิดเชิงเมตาคอกนิชัน ผู้วิจัยได้จัดให้นักเรียนมีการกำกับตนเอง ในด้านการประเมินตนเอง ซึ่งนักเรียนจะประเมินเกี่ยวกับคุณภาพและความก้าวหน้าในงานของตนเองที่ทำ ซึ่งจะทำให้ผู้เรียนรับรู้ถึงความสามารถของตนเอง และมีการปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่องของตนเอง ซึ่งสอดคล้องกับ ชังก์ และชิมเมอร์แมน (Schunk; &

Zimmerman. 1994: 307-308) ที่กล่าวว่า การประเมินตนเองเกี่ยวกับผลงานจะส่งผลต่อการกำกับตนเองหรือไม่ ขึ้นอยู่กับการประเมินความก้าวหน้าของตนเอง ถ้าการประเมินตนเองตามความเป็นจริงจะนำไปสู่การรับรู้ความสามารถของตนเองได้อย่างถูกต้อง ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของแชปเลย์ (Shapley. 1994: Abstract) ได้ศึกษาการฝึกให้นักเรียนกำกับตนเอง กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนเกรด 6 จำนวน 83 คน ซึ่งได้รับการฝึกให้กำกับตนเอง แล้วสัมภาษณ์กลวิธีกำกับตนเองและวัดความมั่นใจทางเชาวนปัญญา ผลการวิจัยพบว่า กลุ่มทดลองใช้กลวิธีกำกับตนเองด้านการประเมินตนเอง การจัดระบบและปรับเปลี่ยน การตั้งเป้าหมาย และการวางแผนมากกว่าและมีความมั่นใจทางเชาวนปัญญาสูงกว่า นอกจากนี้ยังพบว่ากลุ่มที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงมีแนวโน้มในการใช้กลวิธีประเมินตนเองสูงกว่ากลุ่มต่ำ

ข้อสังเกตจากการวิจัย

จากการจัดการเรียนรู้ที่เน้นกระบวนการคิดเชิงเมตาคอกนิชัน ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ ความตระหนักในการรู้คิด และการกำกับตนเองในการเรียน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง วิธีเรียงสับเปลี่ยนและวิธีจัดหมู่ ผู้วิจัยได้พบข้อสังเกตบางประการจากการวิจัย ซึ่งพอสรุปได้ดังนี้

1. การจัดการเรียนรู้ที่เน้นกระบวนการคิดเชิงเมตาคอกนิชัน เพื่อให้ผู้เรียนมีความตระหนักในการรู้คิดของตน ครูผู้สอนจะต้องพยายามกระตุ้นความคิดของนักเรียน เพื่อให้รู้ว่านักเรียนมีกระบวนการคิดอย่างไร
2. การจัดการเรียนรู้ที่เน้นกระบวนการคิดเชิงเมตาคอกนิชันนั้น ในแต่ละขั้นตอนของการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ ครูจะต้องเดินดูให้ความสนใจ เพราะจะทำให้ทราบว่านักเรียนเกิดปัญหาในขั้นตอนของการแก้ปัญหาในขั้นตอนใด เพื่อที่จะได้แก้ไขข้อบกพร่องในการแก้ปัญหาของนักเรียนได้
3. เนื่องจากการปฏิบัติกิจกรรมอาจจะต้องใช้เวลาในการเรียนรู้ค่อนข้างมาก ดังนั้นในแต่ละคาบ ครูผู้สอนควรมอบหมายงานเพื่อให้นักเรียนเรียนรู้ด้วยตนเองก่อนล่วงหน้า หรือให้นักเรียนศึกษาค้นคว้าในเรื่องที่จะเรียนในครั้งต่อไปเป็นการบ้าน
4. เมื่อนักเรียนได้รับการฝึกให้ใช้กระบวนการคิดเชิงเมตาคอกนิชันในการแก้ปัญหาลักษณะหนึ่ง นักเรียนจะสามารถแก้ปัญหาได้เร็วขึ้น
5. การใช้คำถามเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนสามารถคิดและแก้ปัญหาไปตามลำดับ จะทำให้นักเรียนเริ่มคุ้นเคยกับการแก้ปัญหา ทำให้การใช้คำถามเพื่อชี้แนะนักเรียนน้อยลง
6. การสร้างความเป็นกันเอง การให้รางวัล การยกย่องชมเชย ช่วยให้ผู้เรียนเกิดแรงจูงใจที่จะพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ การเรียนรู้ของนักเรียนมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น นักเรียนกล้าคิด กล้าแสดงออก ทำให้นักเรียนมีส่วนร่วมในชั้นเรียนมากยิ่งขึ้น

ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะทั่วไป

1. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในแต่ละขั้นตอนของกระบวนการคิดเชิงเมตาคอกนิชัน ครูผู้สอนสามารถปรับเปลี่ยนในเลือกใช้เทคนิคและวิธีสอนได้อย่างหลากหลาย ให้เหมาะสมกับนักเรียน เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการเรียนรู้และความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนให้สูงขึ้น
2. ครูผู้สอนจะต้องจัดการเรียนรู้ให้นักเรียนทุกคนมีส่วนร่วม และจะต้องพยายามกระตุ้นให้นักเรียนได้ใช้ความคิด รายงานความคิดออกมาให้มากที่สุด ถึงสิ่งที่ตนทำหรือคิดในการแก้ปัญหา โดยไม่มีการชี้แนะสิ่งที่รายงาน เพื่อให้ทราบถึงความคิดที่แท้จริงของผู้เรียน และครูผู้สอนสามารถแก้ไขข้อบกพร่องให้กับผู้เรียนได้ในทันที หรือในบางกรณีที่นักเรียนบางคนไม่สามารถอธิบายถึงสิ่งที่คิดได้ หรือไม่กล้าแสดงออก ครูผู้สอนอาจจะใช้การซักถามเพื่อกระตุ้นความคิดของนักเรียน ก็จะช่วยให้นักเรียนกล้าแสดงความคิดเห็น ซึ่งจะเป็นการพัฒนาความสามารถในด้านการสื่อสารและการสื่อความหมายของนักเรียนได้อีกทางหนึ่ง
3. เนื่องจากการจัดการเรียนรู้ที่เน้นกระบวนการคิดเชิงเมตาคอกนิชัน เป็นการจัดกิจกรรมเพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียน ซึ่งนักเรียนยังไม่คุ้นเคยกับกระบวนการคิดเชิงเมตาคอกนิชัน อาจทำให้เกิดความรู้สึกท้อแท้ ประกอบกับยังมีเจตคติที่ไม่ดีต่อการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ ดังนั้นครูผู้สอนจะต้องให้กำลังใจให้นักเรียนใช้ความพยายามทำในสิ่งที่มีความยาก หรือไม่ชอบ โดยทำให้นักเรียนเชื่อว่าสิ่งที่นักเรียนได้ฝึกฝน และการใช้ความพยายามนั้นจะนำมาซึ่งความสำเร็จ นอกจากนี้ผู้สอนจึงต้องเน้นย้ำกับนักเรียนเพื่อให้ผู้เรียนเห็นคุณค่า เห็นความสำคัญ และประโยชน์ที่จะนำกระบวนการคิดเชิงเมตาคอกนิชันไปใช้ได้จริงในการแก้ปัญหา
4. ครูผู้สอนควรให้นักเรียนได้ฝึกฝนเกี่ยวกับการใช้เมตาคอกนิชันในการแก้ปัญหาอย่างสม่ำเสมอ จะช่วยให้นักเรียนเกิดทักษะหรือความชำนาญ และทำให้นักเรียนได้พัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหา รวมทั้งสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันของนักเรียนได้
5. ครูผู้สอนควรส่งเสริมให้นักเรียนได้มีโอกาสแลกเปลี่ยนความคิดเห็นในกลุ่มเกี่ยวกับวิธีควบคุม และตรวจสอบตนเองในขณะดำเนินการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ เพื่อให้ผู้เรียนมีโอกาสแลกเปลี่ยนหรือแบ่งปันความคิดระหว่างกัน

ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยครั้งต่อไป

1. ควรมีการศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้ที่เน้นกระบวนการคิดเชิงเมตาคอกนิชันในระดับอื่นๆ หรือในเนื้อหาคณิตศาสตร์อื่น เช่น อัตราส่วนตรีโกณมิติ อัตราส่วนและร้อยละ สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว เป็นต้น
2. ควรมีการศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้ที่เน้นกระบวนการคิดเชิงเมตาคอกนิชันที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหา โดยศึกษาร่วมกับตัวแปรอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องกับทักษะกระบวนการ

การทางคณิตศาสตร์ เช่น ความสามารถในการให้เหตุผล ความสามารถในการสื่อสาร เป็นต้น

3. ควรมีการศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้ที่เน้นกระบวนการคิดเชิงเมตาออกนิจัน เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ของความตระหนักรู้ในการรู้คิด ความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนว่ามีความสัมพันธ์กันในระดับใด





บรรณานุกรม

บรรณานุกรม

- กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ. (2544). *การแก้ปัญหาคณิตศาสตร์*. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ:
คุรุสภาลาดพร้าว.
- จิราภรณ์ กุณสิทธิ์. (2541). *การทำนายผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ด้วยตัวแปรด้าน
การกำกับตนเองในการเรียน การรับรู้ความสามารถของตนเองทางคณิตศาสตร์ ทักษะคิด
ต่อวิชาคณิตศาสตร์และแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3
ในกรุงเทพมหานคร*. วิทยานิพนธ์ ค.ม. (จิตวิทยาการศึกษา). กรุงเทพฯ:
บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. ถ่ายเอกสาร.
- จรุง ขำพงศ์. (2542). *ผลของการใช้กลวิธีเมตาคognition ที่มีต่อความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา
คณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2*. วิทยานิพนธ์ ค.ม.
(การศึกษาคณิตศาสตร์). กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. ถ่ายเอกสาร.
- ฉวีวรรณ เสวตมัลย์. (2542). *“การแก้ปัญหา,” เอกสารประกอบการอบรมกิจกรรมคณิตศาสตร์*.
กรุงเทพฯ: สาขามัธยมศึกษาการศึกษา (การสอนคณิตศาสตร์). คณะศึกษาศาสตร์
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- (2544ก). *ปกิณกะคณิตศาสตร์*. กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.
- ชนาธิป พรกุล. (2554). *การสอนกระบวนการการคิด : ทฤษฎีและการนำไปใช้*. กรุงเทพฯ:
สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ชมนาด เชื้อสุวรรณทวี. (2542). *การสอนคณิตศาสตร์*. กรุงเทพฯ: ภาควิชาหลักสูตรและการสอน
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- ชมพูนุท วนสันเทียะ. (2552). *การศึกษาความคิดรวบยอดและความสามารถในการแก้ปัญหาทาง
คณิตศาสตร์ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนราชวินิตบางเขน โดยใช้วิธีสอนแบบ
โยนิโสมนสิการร่วมกับการใช้แผนผังมโนทัศน์*. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา).
กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- ชวาล แพรัตกุล. (2526). *เทคนิคการวัดผล*. กรุงเทพฯ: ไทยวัฒนาพานิช.
- ชัยยุทธ บุญธรรม. (2549). *การพัฒนาชุดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่เน้นทักษะการแก้ปัญหาทาง
คณิตศาสตร์โดยการสอนแบบค้นพบ เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ชั้นมัธยมศึกษา
ปีที่ 1*. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.

- ชัยศักดิ์ ลีลาจรัสกุล. (2542). ชุดกิจกรรมค่ายคณิตศาสตร์เพื่อพัฒนาการจัดค่ายคณิตศาสตร์. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ: เดอะมาสเตอร์กรุ๊ป แมเนจเม้นท์.
- ชูศรี วงศ์รัตนะ. (2550). เทคนิคการใช้สถิติเพื่อการวิจัย. พิมพ์ครั้งที่ 10. กรุงเทพฯ: ไทเนรมิตกิจ.
- ณัฐจิ เจริญเกียรติบวร. (2539). ความสัมพันธ์ระหว่างพฤติกรรมการสอนของครูตามการรับรู้ของนักเรียนและความตระหนักในเมตาคอนนิชัน กับความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 กรุงเทพมหานคร. วิทยานิพนธ์ ค.ม. (การศึกษาคณิตศาสตร์). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. ถ่ายเอกสาร.
- ดวงเดือน อ่อนน่วม. (2531). การเสริมสร้างสมรรถภาพการสอนคณิตศาสตร์ของครูประถมศึกษาโครงการตำราและเอกสารทางวิชาการ. กรุงเทพฯ: คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- (2536, พฤศจิกายน-ธันวาคม). โจทย์ปัญหา ปัญหาโจทย์. วารสารคณิตศาสตร์. 37: 10-17.
- ดาวคลี ศิริวาลัย. (2543). ผลการเรียนรู้ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เรียนจากการประยุกต์รูปแบบการเรียนรู้แบบร่วมมือ. วิทยานิพนธ์ ศษ.ม. (การสอนวิทยาศาสตร์). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. ถ่ายเอกสาร.
- ดำเนิน ยาท้วม. (2548). ผลการจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ด้วยวัฏจักรการเรียนรู้ วัฏจักรการเรียนรู้ร่วมกับการสะท้อนอภิปราย และวัฏจักรการเรียนรู้ร่วมกับการสะท้อนและความตระหนักอภิปัญญา. ปริญญาโท กศ.ด. (วิทยาศาสตร์ศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- ทองหล่อ วงษ์อินทร์. (2537). การวิเคราะห์ความรู้อิงเฉพาะด้าน กระบวนการในการคิดแก้ปัญหาและเมตาคอนนิชันของนักเรียนมัธยมศึกษาผู้ชำนาญและไม่ชำนาญในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์. วิทยานิพนธ์ ค.ด. (จิตวิทยาการศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. ถ่ายเอกสาร.
- ทิตนา แชมมณี. (2545). ศาสตร์การสอน. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- (2552). ศาสตร์การสอน องค์ความรู้เพื่อการจัดกระบวนการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

- ทศนา แคมมณี และคณะ. (2544). *วิทยาการด้านการคิด*. กรุงเทพฯ: เดอะมาสเตอร์กรุ๊ป.
- ทศนียา จันท์ปลอด. (2550). *ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยวิธีการรู้คิดที่มีต่อความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์และการกำกับตนเองในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จังหวัดนครศรีธรรมราช*. วิทยานิพนธ์ ค.ม. (การศึกษาคณิตศาสตร์). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. ถ่ายเอกสาร.
- นัฐกัญญา เจริญเกียรติบวร. (2547). *การศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่องฟังก์ชันของนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นปีที่ 2 โดยใช้การเรียนแบบร่วมมือ*. สารนิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- นภัสสร พฤตมยาคี. (2552). *การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นกระบวนการคิดเชิงเมตาคอกนิชันในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่องโจทย์ปัญหาเศษส่วน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1*. วิทยานิพนธ์ ศษ.ม. (หลักสูตรและการสอน). ขอนแก่น: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น. ถ่ายเอกสาร.
- นวรรตน์ หัสดี. (2544). *ผลการฝึกใช้เมตาคอกนิชันเพื่อกำกับและควบคุมตนเองในการเรียนของนักเรียนโครงการการศึกษาพิเศษโรงเรียนสาธิตจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย*. วิทยานิพนธ์ (จิตวิทยาการศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. ถ่ายเอกสาร.
- นิกร ขวัญเมือง. (2545). *การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างเมตาคอกนิชันและการอบรมเลี้ยงดูกับความความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2*. ปริญญาานิพนธ์ กศ.ม. (การวัดผลการศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- ประพันธ์ศิริ สุเสารัจ. (2541). *คิดเก่งสมองไว*. กรุงเทพฯ: โปรดักทีฟบุ๊ก.
- ปริญทิพย์ บุญคง. (2546). *การศึกษาปัจจัยบางประการที่สัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1*. ปริญญาานิพนธ์ กศ.ม. (การวิจัยและสถิติทางการศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.

- ปรีชา เนาวีเย็นผล. (2537ก). หน่วยที่ 12 การแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ ประมวลสาระชุดวิชาสารัตถะ และวิทยวิธีทางคณิตศาสตร์ หน่วยที่ 12-15. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.
- (2537ข, พฤศจิกายน-ธันวาคม). การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์. วารสารคณิตศาสตร์. 38(434-435): 62-74.
- (2538). การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์. การพัฒนาทักษะการคิดคำนวณของนักเรียน ระดับประถมศึกษา. สมาคมคณิตศาสตร์แห่งประเทศไทยในพระบรมราชูปถัมภ์. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- (2544). กิจกรรมการเรียนรู้การสอนคณิตศาสตร์โดยใช้การแก้ปัญหาปลายเปิด สำหรับ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. ปรินูญานิพนธ์ กศ.ด. (คณิตศาสตร์ศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- ประภาเพ็ญ สุวรรณ. (2520). ทศนคติ: การจัดการเปลี่ยนแปลงและพฤติกรรมอนามัย. กรุงเทพฯ: ไทยวัฒนาพานิช.
- ปิยะนาถ เหมวิเศษ. (2551). การสร้างกิจกรรมการเรียนรู้การสอนคณิตศาสตร์ที่เลือกใช้กลยุทธ์ในการแก้ปัญหาที่หลากหลายเพื่อเสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. ปรินูญานิพนธ์ กศ.ม. (คณิตศาสตร์). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- พจนานุกรมฉบับราชบัณฑิตยสถาน. (2525). พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ: อักษรเจริญทัศน์.
- พรรณี ช. เจนจิต. (2538). จิตวิทยาการเรียนรู้การสอน. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ: คอมแพคท์พรีนท์.
- พัทธ ทองตัน. (2545). ผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์โดยใช้กลวิธีเมตาคอกนิชันต่อความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์และต่อการพัฒนาเมตาคอกนิชันของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น. วิทยานิพนธ์ ค.ม. (การศึกษาวิทยาศาสตร์). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. ถ่ายเอกสาร.
- เพ็ญพิไล ฤทธาณานนท์. (2533). พัฒนาการทางพุทธิปัญญา. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ภัทรรัตน์ แสงเดือน. (2553). ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบธรรมสภาัจฉา เรื่อง อัตราส่วนตรีโกณมิติ ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณและความตระหนักในการรู้คิดของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. ปรินูญานิพนธ์ กศ.ม. (สาขาวิชาการมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

- ภัทรา นิคมานนท์. (2538). การประเมินผลการเรียน. กรุงเทพฯ: อักษรพัฒนา.
- ภัทราภรณ์ สังข์ทอง. (2550). พัฒนาการของการเรียนรู้โดยการกำกับตนเองของนักเรียนช่วงชั้นที่ 2 ที่มีการรับรู้ความสามารถของตนเองต่างกัน สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษา นนทบุรี เขต 1. ปรินญาณิพนธ์ กศ.ม. (การวิจัยและสถิติทางการศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- มยุรี บุญเยี่ยม. (2545). การพัฒนาชุดการเรียนรู้ เรื่อง "ความน่าจะเป็น" โดยใช้วิธีการแก้ปัญหา เพื่อส่งเสริมความตระหนักในการรู้จัก ของนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล. ปรินญาณิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- ยุพิน พิพิธกุล. (2530). การเรียนการสอนคณิตศาสตร์. กรุงเทพฯ: ไทยวัฒนาพานิช.
- (2542, กุมภาพันธ์ - เมษายน). การแก้ปัญหา. วารสารคณิตศาสตร์. 42(485-487): 5-12.
- รจเรข รัตนอาจารย์. (2547). ผลของการฝึกการกำกับตนเองในการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ ที่มีต่อการรับรู้ความสามารถของตนเองและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 3. วิทยานิพนธ์ ค.ม. (การศึกษาวิทยาศาสตร์). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. ถ่ายเอกสาร.
- ระพันธ์ ฉายวิมล. (2544). จิตวิทยาการศึกษา. ชลบุรี: คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา.
- ล้วน สายยศ; และ อังคณา สายยศ. (2538). เทคนิคการวิจัยทางการศึกษา. พิมพ์ครั้งที่ 5. กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.
- (2543). เทคนิคการวัดผลการเรียนรู้. กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.
- วันพร ผลวัลย์. (2528). ความรู้และความตระหนักของครูมัธยมศึกษาในเรื่องผลกระทบสิ่งแวดล้อมจากโครงการพัฒนาชายฝั่งทะเลตะวันออก. วิทยานิพนธ์ ศษ.ม. กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหิดล. ถ่ายเอกสาร.
- วัฒนาพร ระจับทุกข์. (2536). การเปรียบเทียบประสิทธิผลของรูปแบบการฝึกยุทธศาสตร์ การเรียนรู้เมตาคognition ในการอ่านภาษาอังกฤษเพื่อความเข้าใจสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย แบบโดยตรงกับแบบสอดแทรกเนื้อหาในการสอน. วิทยานิพนธ์ ค.ด. (หลักสูตรและการสอน). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. ถ่ายเอกสาร.

- วิชัย พาณิชย์สวาย. (2546). *สอนอย่างไรให้เด็กเก่งโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์*. กรุงเทพฯ: พัฒนา
คุณภาพวิชาการ.
- วิชัย วงษ์ใหญ่. (2523). *พัฒนาหลักสูตรและการสอนมิติใหม่*. กรุงเทพฯ: รุ่งเรือง.
- (2542). *พลังการเรียนรู้ในกระบวนทัศน์ใหม่*. กรุงเทพฯ: คณะศึกษาศาสตร์
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- วิทยากร เชียงกุล. (2548) *เรียนลึก รู้ไว ใช้สมองอย่างมีประสิทธิภาพ*. กรุงเทพฯ: สถาบันวิทยาการ
เรียนรู้(สวร.).
- (2549). *การเรียนรู้อย่างมีประสิทธิภาพ*. กรุงเทพฯ: สายธาร.
- วิลารรณ บุญซัง. (2546). *การตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้างของแบบทดสอบวัด
กระบวนการในการกำกับตนเองในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ตามแนวทฤษฎีการเรียนรู้
ทางสังคมของบันดูรา*. ปรินญานิพนธ์ กศ.ม. (การวัดผลการศึกษา). กรุงเทพฯ:
บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- ศศิธร บัวทอง. (2549). *ผลของการใช้กิจกรรมกระบวนการใช้เหตุผลเชิงจริยธรรมประกอบสื่อ
สิ่งพิมพ์ที่มีต่อความตระหนักในปัญหาค่านิยมฟุ้งเฟ้อของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2*.
ปรินญานิพนธ์ กศ.ม. (การวิจัยและสถิติทางการศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- ศุภลักษณ์ สินธนา. (2545). *การศึกษาการคิดอภิमानโดยใช้แบบจำลองความสัมพันธ์โครงสร้าง
เชิงเส้น: การวิเคราะห์กลุ่มพหุ*. ปรินญานิพนธ์ กศ.ด. (การทดสอบและวัดการศึกษา).
กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ. (2553). *ค่าสถิติพื้นฐานคะแนน O-NET มัธยมศึกษาปีที่ 6
ปีการศึกษา 2552*. สืบค้นเมื่อ 9 กันยายน 2553, จาก <http://www.niets.or.th/uploadfiles/5/371f1b3becb7870d1eb400e3d46ef0ac.pdf>.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2544). *คู่มือการจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการ
เรียนรู้คณิตศาสตร์*. กรุงเทพฯ: กรมวิชาการ.
- (2550). *ทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์*. กรุงเทพฯ: อรุณลาดพร้าว.
- สมจิตร ทรัพย์อัประไมย. (2540). *ผลของการใช้รูปแบบเพื่อพัฒนาเมตาคognition ที่มีต่อ
เมตาคognition และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6*.
วิทยานิพนธ์ ค.ด. (จิตวิทยาทางการศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. ถ่ายเอกสาร.

- สมยศ ชิดมงคล. (2545). การพัฒนากระบวนการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมผลการเรียนทางคณิตศาสตร์และความตระหนักรู้ในการรู้จักคิดของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น โดยใช้การผสมผสานแนวความคิดการประมวลสารสนเทศและการรู้จักคิด. วิทยานิพนธ์ ค.ด. (หลักสูตรและการสอน). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. ถ่ายเอกสาร.
- สมวงษ์ แปลงประสพโชค; และคณะ. (2548). กิจกรรมส่งเสริมการคิดและแก้ปัญหาคณิตศาสตร์. กรุงเทพฯ: Learn and Play MATHGROUP.
- สมศักดิ์ โสภณพินิจ. (2543, พฤษภาคม-กรกฎาคม): ยุทธวิธีการแก้ปัญหาเชิงคณิตศาสตร์ (กับการสอน). วารสารคณิตศาสตร์. 44(500-502): 41-52
- สัญญา ภัทรการ. (2552). ผลของการจัดการเรียนรู้ที่มีชีวิตชีวาที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาและการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เรื่องความน่าจะเป็น. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- สำนักนิเทศและพัฒนามาตรฐานการศึกษา. (2545). แนวทางการวัดและประเมินผลในชั้นเรียน กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์องค์การรับส่งสินค้าและพัสดุภัณฑ์.
- สิริมาศ สิทธิหล่อ. (2534). การพัฒนาวิธีการวัดกระบวนการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์โดยใช้วิธีการคิดออกเสียง. วิทยานิพนธ์ ค.ม. (การวัดและประเมินผลการศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. ถ่ายเอกสาร.
- สิริพร ทิพย์คง. (2533). เอกสารประกอบการสอนวิชาทฤษฎีและวิธีสอนคณิตศาสตร์. กรุงเทพฯ: คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- (2536). การแก้ปัญหา. เอกสารคำสอนวิชา 158522: ทฤษฎีและวิธีสอนวิชาคณิตศาสตร์. กรุงเทพฯ: ภาควิชาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- สุขจิตร ตั้งเจริญ. (2543). การใช้กลวิธีในการแก้ปัญหาเพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. (คณิตศาสตร์). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.

- สุชาติ เหล่าโชติ. (2550). การศึกษาปัจจัยส่วนบุคคลด้านการรับรู้ความสามารถของตนในการเรียน และความคิดแนวข้างที่สัมพันธ์กับการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์อย่างสร้างสรรค์ ของ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ของโรงเรียนในสังกัดเทศบาลนครนครปฐม. ปรินูญานิพนธ์ กศ.ม. (การวิจัยและสถิติทางการศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัย ศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- สุทิน คงโรจนวงศา. (2543). ผลของรูปแบบคำถามของข้อสอบวิชาคณิตศาสตร์ต่อการคิดอภิमान. ปรินูญานิพนธ์ กศ.ม. (การวัดผลการศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- สุนันท์ ฉิมวัย. (2543). การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์และความ สามารถในกาแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบปฏิบัติการ กับนักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครูในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. ปรินูญานิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- สุรางค์ ไคว้ตระกูล. (2544). จิตวิทยาการศึกษา. พิมพ์ครั้งที่ 5. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์ มหาวิทยาลัย.
- สุวรร กาญจนมยุร. (2542). เทคนิคการสอนคณิตศาสตร์ ระดับประถมศึกษา เล่ม 3. พิมพ์ครั้งที่ 6. กรุงเทพฯ: ไทยวัฒนาพานิช.
- ไสว พักขาว. (2544). การแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ตามแนวคิดของ George Polya เอกสาร ประกอบการสัมมนาเชิงปฏิบัติการ เรื่อง การใช้เทคนิคตามแนวคิด 5 ทฤษฎี ในการจัด กิจกรรมการเรียนรู้วิชา คณิตศาสตร์. กรุงเทพฯ: เอมพันธ์.
- อรชร ภูบุญเดิม. (2550). การศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ เรื่อง โจทย์สมการ ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยการใช้ตัวแทน (Representation). สารนิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- อารีรักษ์ สืบถิ่น. (2535). ความสัมพันธ์ระหว่างความตระหนักในเมตาคอนิชั่นกับความเข้าใจใน การอ่านภาษาไทยและภาษาอังกฤษของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5. วิทยานิพนธ์ ค.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. ถ่ายเอกสาร.

- อัชรีภรณ์ จิวสกุล. (2541). การศึกษาพฤติกรรมการสอนของครูที่เน้นกระบวนการแก้ปัญหาและความตระหนักในเมตาคognitionชั้น ที่มีผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2. วิทยานิพนธ์ ศษ.ม. (การวิจัยและประเมินผลการศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. ถ่ายเอกสาร.
- อัมพร ม้าคอง. (2553). ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์: การพัฒนาเพื่อพัฒนาการ. กรุงเทพฯ: ศูนย์ตำราและเอกสารทางวิชาการ คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ไอฟิน ตนสาลี. (2549). การศึกษาความสัมพันธ์เชิงสาเหตุของปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการกำกับตนเองในการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น จังหวัดสุพรรณบุรี. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. (การวัดผลการศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- Adams, S; Ellis, Leslie C.; & Beeson, B. F. (1977). *Teaching Mathematics with Emphasis on the Diagnostic Approach*. New York: Harper & Row Publishers.
- Anderson, K.B.; & Pingry, R.E. (1973). *Problem – Solving in Mathematics. The Learning Mathematics: It's Theory and Practice*. Washington. D.C.: The National Council of Teachers and Mathematics.
- Baker, L.; & Brown, A. L. (1984). *Metacognition Skill and Reading: Handbook of Reading Research*. New York: Longman.
- Bandura, A. (1986). *Social Foundations of Thought and Action*. New Jersey: Prentice-Hall.
- (1994). *Self-Efficacy. Encyclopedia of Human Behavior*. San Diego: Academic Press.
- Bandura, A.; & Schunk, D.H. (1981). Cultivating Competence, Self-Efficacy and Intrinsic Interest Through Proximal Self-Motivation. *Journal of Personality and Social Psychology*. 41: 586-598.
- Baroody, A.J. (1993). *Problem Solving Reasoning and Communicating K-8, Helping Children Think Mathematically*. New York: Macmillan Publisher Company.
- Beyer, B.K. (1987). *Practical Strategies for Teaching of Thinking*. Boston: Allyn and Bacon.
- (1997). *Improving Student Thinking : A Comprehensive Approach*. Boston: Allyn and Bacon.

- Bitter, Gary G. (1990). *Mathematics Methods for the Elementary and Middle Schools: A Comprehensive Approach*. Boston: Allyn and Bacon.
- Bitter, Gary G.; Hatfield, Mary M.; & Edwards, Noney T. (1989). *Mathematics Method for the Elementary and Middle Schools*. Boston: Allyn and Bacon.
- Charles, Randall; et al. (1987). *How to Evaluate Progress in Problem Solving*. Reston, Virginia: The National Council of Teachers of Mathematics.
- Charles, Randall; & Lester, Frank K. (1982). *Teaching Problem Solving : What, Why & How*. Dale Seymour Publications.
- Charles, S.; et al. (1987). *How to Evaluate Progress in Problem Solving*. Reston, VA: NCTM.
- Clyde, Carle G. (1967). *Teaching Mathematics in the Elementary School*. New York: The Ronald Press Company.
- Cormier, W.H.; & Cormier, S.L. (1979). *Interviewing, Strategies for Helpless: A Guide to Assessment, Treatment, and Evaluation*. California: Brooks/Cole.
- Costa, A.L. (1984, November). Mediating the Metacognition. *Educational Leadership*. 42(3): 57-62.
- Davidson, E.D.; & Sternberg, R.J. (1994). *The Role of Metacognition in Problem Solving*. California: Brooks/Cole.
- Derry, S.J.; & Murphy, D.A. (1986). Designing Systems that Train Learning Ability: From Theory to Practice. *Review of Educational Research*. 56: 1-39.
- Dickinson, L. (1987). *Self instruction in Language Learning*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Ferguson, George A. (1971). *Statistical Analysis in Psychology and Education*. 4th ed. Tokyo: McGraw-Hill.
- Flavell, J.H. (1979, October). Metacognition and Cognitive Monitoring : A New Area of Cognitive Developmental Inquiry. *American Psychologist*. 34(10): 906-911.
- (1985). *Cognitive Development*. New Jersey: Prentice-Hall.
- Fortunato, I.; et al. (1991, December). Metacognition and Problem Solving. *Arithmetic Teacher*. 39(4): 38-40.

- Gassner, Lina. (2009, June). Developing Metacognitive Awareness a Modified Model of a PBL-Tutorial. Retrieved Sep 12, 2010, from <http://hdl.handle.net/2043/10880>.
- Garner, R.; & Alexander, P.A. (1989, May). Metacognition: Answered and Unanswered Questions. *Education Psychologist*. 24(2): 143-158.
- Garofalo, J.; & Lester, F. K. (1985, May). Metacognition, Cognitive Monitoring and Mathematical Performance. *Journal of Research in Mathematics Education*. 16(3): 163-176.
- Good, C.V. (1973). *Dictionary of Education*. Edited by Carter V. Good New York: McGraw-Hill Book Company, Inc.
- Hall, L.E. (1992, May). Metacognition Behaviors and Mathematical Problem Solving: A Study of Ninth Grade Students with Learning Problems. *Dissertation Abstracts International*. 30(3): 446-A.
- Hatfield, Mary M.; Edwards, Noney; & Bitter, Gary G. (1993). *Mathematics Methods for the Elementary and Middle School*. 2nd ed. Massachusetts : Allyn and Bacon.
- Heimer, R.T.; & Trueblood, C.R. (1997). *Strategies for Teaching Children's Mathematics*. New York: Addison Wesley Publishing Company, Inc.
- Hickman, J.B. (1999). Analysis of Electronic Learning Logs Pencil-and-Paper Journals: Constructing Understanding in a Unit on Magnetism (Constructivism, Ninth-Grade). *Dissertation Abstracts International*. 60/04 : 173A.
- Khamesan, Ahmad & Hammond, Nick. (2004). Synchronous Collaborative Concept Mapping Via Ict: Learning Effectiveness and Personal and Interpersonal Awareness. Retrieved Sep 20, 2010, from <http://Cmc.lhmc.us/Papers/Cmc>.
- Koffka, K. (1978). *Encyclopedia of the Social Sciences*. New York: The Macmillan Company.
- Konold, K.B. (2005). Using the concrete-representational-abstract teaching sequence to increase algebra problem solving skills. Doctoral Dissertation, University of Nevada, 2004. *Dissertation Abstracts International*. 65(8): 2949A.
- Krathwohl, D.R.; et al. (1956). *Taxonomy of Education Objectives "The Classification of Educational Goals"*. Handbook II Affective Domain. New York: McKay.

- Krulik, Stephen; & Reys, Robert E. (1980). *Problem Solving in School Mathematics*. Washington D.C.: The National Council of Teachers of Mathematics, Inc.
- Krulik, Stephen; & Rudnick, Jesse A. (1993). *Reasoning and Problem Solving : A Handbook for Elementary School Teachers*. Massachusetts: Allyn and Bacon.
- Kutz, Ronald E. (1991). *Teaching Elementary Mathematics*. Boston: Allyn and Bacon.
- Legare, G. (2002). An Investigation of the Effect of Task Design on the Development of Critical Thinking Skills by Engineering Students. *Dissertation Abstracts International*. . 63(5): 1740A.
- Lester, Frank K. (1977, November). Ideas about Problem Solving : A Look at Some Psychological Research. *Arithmetic Teacher*. 25(2): 12-14.
- Loyens, S.; Magda, J.; & Rikers, R. (2008). Self-Directed Learning in Problem-Based Learning and Its Relationships with Self-Regulated Learning. *Educational Psychology Review*. 20(4): 411-427.
- Manita; et al. (2010, April). The Increasing role of metacognitive skills in math: a cross-sectional study from a developmental perspective. *ZDM*. 42(2): 219-229.
- Mokhtari, Kouider.; & Reichard, Carla A. (2002, June). Assessing Students' Metacognitive Awareness of Reading Strategies. *Journal of Educational Psychology*. 94(2): 249-259.
- O'Neil, H. F.; & Abedi, J. (1996, March-April). Reliability and Validity of a State Metacognition Inventory: Potential for Alternative Assessment. *The Journal of Education Research*. 89(4): 234-235.
- O'Neil, Harold F.; & Brown, Richard S. (1998, December). Differential Effects of Question Formats in Math Assessment on Metacognition and Affect. *Applied Measurement in Education*. 11(4): 331-351.
- Osman, M.E. & Hannafin, M.J. (1992). Metacognition Research and Theory: Analysis and Implications for Instructional Design, *Educational Technology Research and Development*. 40(2): 83-99
- Paris, S. F.; & Jacob, J. E. (1984, December). The Benefits of Informed Instruction for Children's Reading Awareness and Skills. *Child Development*. 55(6): 2083-2093.

- Phye, G.D.; & Andre, T. (1986). *Cognitive Classroom Learning: Understanding, Thinking, and Problem Solving*. Orlando: Academic Press.
- Pintrich, P.R.; & De-Groot, E.V. (1990). Motivation and self-regulated learning components of classroom academic performance. *Journal of Educational Psychology*. 82(1): 33-40.
- Polya, George. (1957). *How to Solve It. A New Aspect of Mathematical Method*. Garden City. New York: Doubleday Company.
- .(1973). *How to Solve It*. New Jersey: Princeton University Press.
- .(1980). On Solving Mathematical Problems in High School. *Problem Solving in School Mathematics*. Virginia: The National Council of Teachers of Mathematics.
- .(1985). *How to Solve it*. 2nd ed. New Jersey: Princeton University Press.
- Rahman, Fazal ur.; et al. (2010, October). Impact of Metacognitive Awareness on Performance of Students in Chemistry. *Contemporary Issues in Education Research*. 3(10): 39-44.
- Reys, Robert E.; et al. (1992). *Helping Children Learn Mathematics*. Boston: Allyn and Bacon.
- Runes, D.D. (1971). *Dictionary of Philosophy*. New Jersey: Littlefield, Adams & Co.
- Russel, P.V. (1961). *Essentials of Mathematics*. New York: John Wiley & Sons.
- Sachin, Jain; & Dowson, Martin. (2009, July). Mathematics Anxiety as a Function of Multidimensional Self-Regulation and Self-Efficacy. *Contemporary Educational Psychology*. 34(3): 240-249.
- Salleh, Faridah; & Zakaria, Effandi. (2009). Non-routine Problem-solving and Attitudes toward Problem-solving among High Achievers. *The International Journal of Learning*. 16(5): 549-559.
- Schoenfeld, A.H. (1985). Metacognitive and Epistemological Issue in Mathematical Understanding. *Teaching and Learning Mathematical Problem Solving: Research Perspective*. New 1Jersey: Erlbaum and Associates.
- Schraw, Gregory; & Dennison, Rayne Sperling. (1994). Assessing Metacognitive Awareness. *Contemporary Educational Psychology*. 19: 460-475.

- Schunk, D.H. (1990). Goal Setting and Self-Efficacy During Self-Regulated Learning. *Education Psychologist*. 25: 71-86.
- (1991). *Learning Theories. An Education Perspective*. New York: Macmillan.
- Schunk, D.H.; & Zimmerman, B.J. (1994). *Self-Regulation of Learning and Performance*. New Jersey: Hillsdale.
- (1997). Social Origins of Self-Regulatory Competence. *Educational Psychologist*. 32(4): 195-208.
- Shapley, K.S. (1994, June). Metacognition, Motivation, and Learning: A Study of Sixth grade Middle School Students' Use Development of Self-regulated Learning Strategies. *Dissertation Abstracts International*. 54(12): 4349A.
- Simon, P.R-J. (1994). Metacognitive Strategies, Teaching and Testing for Metacognition, *The International Encyclopedia of Education*. 7: 3788-3792.
- Swanson, H.L. (1990). Influence of Metacognitive Knowledge and Aptitude on Problem Solving. *Journal of Education Psychology*. 82(2): 306-314.
- Wambach-Schmidt, C.M. (1988). An Instructional Model of Mathematical Problem Solving/Metacognition Derived from Sixth Graders' Solutions to Non-Routine Problems. *Dissertation Abstracts International*. 48(9): 2269-A.
- Wells, A. (2000). *Emotion Disorders and Metacognition*. New York: John Wiley and Sons.
- William, Kenneth M. (2003). Writing about the Problem-Solving Process to Improve Problem - Solving Performance. *Mathematics Teacher*. 96(3): 185.
- Wolman, Benjamin B. (1973). *Dictionary of Behavioral Sciences*. 2nd ed. London : Litton Educational Publishing Inc.
- Wong, P.S.K. (1989, November 28-December 2). The Effects of Academic Settings of Students' Metacognition in Mathematical Problem Solving . *Paper Presented at the Annual Meeting of the Australian Association for Research in Education*.
- Woolfolk, A. E. (1990). *Educational Psychology*. New Jersey: Prentice-Hall.

- Yimer, A. (2004). *Metacognitive and Cognitive Functioning of College Students During Mathematical Problem Solving*. Illinois: Illinois State University. Retrieved Sep 9, 2010, from <http://proquest.umi.com/pqdlink?did=765920241&Fmt=2&clientid=61839&RQT=309&VName=PQD>.
- Yunus, Aida Suraya Md.; & Ali, Wan Zah Wan. (2008). Metacognition and Motivation in Mathematical Problem Solving. *The International Journal of Learning*. 15(3): 121-130.
- Zimmerman, Barry J. (1989). A Social Cognitive View of Self-Regulated Academic Learning. *Journal of Educational Psychology*. 81: 229-330.
- Zimmerman, Barry J.; & Martinez Pons, M. (1986, April). Development of Structured Interview for Assessment Student Use of Self-Regulated Learning Strategies. *American Educational Research Journal*. 23(4): 614-628.
- (1988). Construct Validation of a Strategy Model of Student Self-Regulated Learning. *Journal of Educational Psychology*. 80(3): 284-290.
- (1990). Student Differences in Self-Regulated Learning: Relating Grade, Sex, and Giftedness to Self-efficacy and Strategy Use. *Journal of Educational Psychology*. 82(1): 51-59.
- Zulkipli, Norehan; Kabit, Mohamad Raduan; & Ghani, Kartini Abd. (2008). Metacognition: What Role Does It Play in Students' Academic Performance?. *The International Journal of Learning*. 15(11): 97-106.



ภาคผนวก ก
การหาคุณภาพของเครื่องมือ

- ค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์การเรียนรู้ (IOC) ของแบบทดสอบความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ เรื่อง วิธีเรียงสับเปลี่ยน และวิธีจัดหมู่
- ค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับนิยามศัพท์เฉพาะ (IOC) ของแบบวัดความตระหนักในการรู้คิด
- ค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับนิยามศัพท์เฉพาะ (IOC) ของแบบสอบถามการกำกับตนเองในการเรียน
- ผลการวิเคราะห์ค่าความง่าย (P_E) และค่าอำนาจจำแนก (D) ตามสูตรของ วิทนีย์ และซาเบอร์ส (Whitney and Sabers) ของแบบทดสอบความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ โดยใช้โปรแกรม B-Index & Non 0-1 Method
- ค่าอำนาจจำแนกของแบบวัดความตระหนักในการรู้คิดเป็นรายข้อ ด้วยวิธีแจกแจงค่าที่ (t-Distribution) โดยใช้โปรแกรม B-Index & Non 0-1 method
- ค่าอำนาจจำแนกของแบบสอบถามการกำกับตนเองในการเรียนเป็นรายข้อ ด้วยวิธีแจกแจงค่าที่ (t-Distribution) โดยใช้โปรแกรม B-Index & Non 0-1 method

ตาราง 11 ค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์การเรียนรู้ (IOC) ของแบบทดสอบ
ความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ เรื่อง วิธีเรียงสับเปลี่ยนและวิธีจัดหมู่ จำนวน 12 ข้อ

ข้อที่	ความคิดเห็นผู้เชี่ยวชาญ			ค่า IOC
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	
1	+1	+1	+1	1.00
2	+1	+1	+1	1.00
3	+1	+1	+1	1.00
4	+1	+1	+1	1.00
5	+1	+1	0	0.67
6	+1	+1	+1	1.00
7	+1	+1	0	0.67
8	+1	+1	+1	1.00
9	+1	+1	+1	1.00
10	+1	+1	+1	1.00
11	+1	+1	+1	1.00
12	+1	+1	+1	1.00

คัดเลือกแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ เฉพาะข้อที่มีค่าดัชนี
ความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (IOC) โดยพิจารณาจากค่า IOC > 0.5 จึงคัดเลือกข้อที่มีค่า IOC ตั้งแต่
0.67-1.00 จำนวน 12 ข้อ

ตาราง 12 ค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อความกับนิยามศัพท์เฉพาะ ของแบบวัดความตระหนัก
ในการรู้คิด

คำถาม ข้อที่	ความคิดเห็นผู้เชี่ยวชาญ			ค่า IOC	คำถาม ข้อที่	ความคิดเห็นผู้เชี่ยวชาญ			ค่า IOC
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3			คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	
1	+1	+1	+1	1.00	19	+1	+1	+1	1.00
2	+1	+1	+1	1.00	20	+1	+1	+1	1.00
3	+1	+1	+1	1.00	21	+1	+1	+1	1.00
4	+1	+1	+1	1.00	22	+1	+1	+1	1.00
5	+1	+1	+1	1.00	23	+1	+1	+1	1.00
6	+1	+1	+1	1.00	24	+1	+1	+1	1.00
7	+1	+1	+1	1.00	25	+1	+1	+1	1.00
8	+1	+1	+1	1.00	26	+1	+1	+1	1.00
9	+1	+1	+1	1.00	27	+1	+1	+1	1.00
10	+1	+1	+1	1.00	28	+1	+1	+1	1.00
11	+1	+1	+1	1.00	29	+1	+1	+1	1.00
12	+1	+1	+1	1.00	30	+1	+1	+1	1.00
13	+1	+1	+1	1.00	31	+1	+1	+1	1.00
14	+1	+1	+1	1.00	32	+1	+1	+1	1.00
15	+1	+1	+1	1.00	33	+1	+1	+1	1.00
16	+1	+1	+1	1.00	34	+1	+1	+1	1.00
17	+1	+1	+1	1.00	35	+1	+1	+1	1.00
18	+1	+1	+1	1.00					

คัดเลือกแบบวัดความตระหนักในการรู้คิด เฉพาะข้อที่มีค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่าง
ข้อความกับนิยามศัพท์เฉพาะของแบบสอบถาม (IOC) โดยพิจารณาจากค่า IOC > 0.5 จึงคัดเลือก
ข้อที่มีค่า IOC ตั้งแต่ 0.67-1.00 จำนวน 35 ข้อ

ตาราง 13 ค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อความกับนิยามศัพท์เฉพาะ ของแบบสอบถามการ
กำกับตนเองในการเรียน

คำถาม ข้อที่	ความคิดเห็นผู้เชี่ยวชาญ			ค่า IOC	คำถาม ข้อที่	ความคิดเห็นผู้เชี่ยวชาญ			ค่า IOC
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3			คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	
1	+1	+1	+1	1.00	16	+1	+1	+1	1.00
2	+1	+1	+1	1.00	17	+1	+1	+1	1.00
3	+1	+1	+1	1.00	18	+1	+1	+1	1.00
4	+1	+1	+1	1.00	19	+1	+1	+1	1.00
5	+1	+1	+1	1.00	20	+1	+1	+1	1.00
6	+1	+1	+1	1.00	21	+1	+1	+1	1.00
7	+1	+1	+1	1.00	22	+1	+1	+1	1.00
8	+1	+1	+1	1.00	23	+1	+1	+1	1.00
9	0	+1	+1	0.67	24	+1	+1	+1	1.00
10	+1	+1	+1	1.00	25	+1	+1	+1	1.00
11	+1	+1	+1	1.00	26	+1	+1	+1	1.00
12	+1	+1	+1	1.00	27	+1	+1	+1	1.00
13	+1	+1	+1	1.00	28	+1	+1	+1	1.00
14	+1	+1	+1	1.00	29	+1	+1	+1	1.00
15	+1	+1	+1	1.00	30	+1	+1	+1	1.00

คัดเลือกแบบสอบถามการกำกับตนเองในการเรียน เฉพาะข้อที่มีค่าดัชนีความสอดคล้อง
ระหว่างข้อความกับนิยามศัพท์เฉพาะของแบบสอบถาม (IOC) โดยพิจารณาจากค่า IOC > 0.5 จึง
คัดเลือกข้อที่มีค่า IOC ตั้งแต่ 0.67-1.00 จำนวน 30 ข้อ

ตาราง 14 ผลการวิเคราะห์ค่าความง่าย (P_E) และค่าอำนาจจำแนก (D) ใช้สูตรของ วิทนีย์ และซาเบอร์ส (Whitney and Sabers) ของแบบทดสอบความสามารถในการแก้ปัญหา คณิตศาสตร์ เรื่อง วิธีเรียงสับเปลี่ยนและวิธีจัดหมู่ แบบอัตนัย จำนวน 12 ข้อ โดยใช้โปรแกรม B-Index & Non 0-1 Method

ข้อที่	P_E	D	ผลการพิจารณา
1	0.81	0.14	ตัดทิ้ง
2	0.54	0.43	คัดเลือกไว้
3	0.49	0.38	คัดเลือกไว้
4	0.72	0.34	ตัดทิ้ง
5	0.39	0.55	ตัดทิ้ง
6	0.51	0.52	คัดเลือกไว้
7	0.71	0.32	ตัดทิ้ง
8	0.53	0.46	คัดเลือกไว้
9	0.39	0.47	ตัดทิ้ง
10	0.54	0.54	คัดเลือกไว้
11	0.38	0.21	ตัดทิ้ง
12	0.49	0.49	คัดเลือกไว้

คัดเลือกข้อที่มีค่าความง่าย (P_E) ระหว่าง 0.20 - 0.80 และค่าอำนาจจำแนก (D) 0.20 ขึ้นไป จำนวน 6 ข้อ ซึ่งได้ค่าความง่าย (P_E) อยู่ระหว่าง 0.49 - 0.54 และค่าอำนาจจำแนก (D) อยู่ระหว่าง 0.38 - 0.54 เป็นแบบทดสอบความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์

คัดเลือกแบบทดสอบนี้จำนวน 6 ข้อ ไปใช้ในการทดสอบเพื่อวิเคราะห์ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบตามสูตรของครอนบัค (Cronbach) โดยใช้โปรแกรม B-Index & Non 0-1 Method ได้ค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.92

ตาราง 15 ค่าอำนาจจำแนกของแบบวัดความตระหนักในการรู้คิดเป็นรายข้อ ด้วยวิธีแจกแจงค่าที่ (t-Distribution) จำนวน 35 ข้อ โดยใช้โปรแกรม B-Index & Non 0-1 Method

ข้อที่	t	ผลการพิจารณา	ข้อที่	t	ผลการพิจารณา
1	5.33	คัดเลือกไว้	19	3.61	คัดเลือกไว้
2	5.43	คัดเลือกไว้	20	5.64	คัดเลือกไว้
3	2.72	ตัดทิ้ง	21	5.64	คัดเลือกไว้
4	3.55	คัดเลือกไว้	22	2.30	ตัดทิ้ง
5	2.55	ตัดทิ้ง	23	4.57	คัดเลือกไว้
6	2.47	ตัดทิ้ง	24	4.29	คัดเลือกไว้
7	6.27	คัดเลือกไว้	25	3.02	คัดเลือกไว้
8	2.88	คัดเลือกไว้	26	4.91	คัดเลือกไว้
9	2.59	ตัดทิ้ง	27	4.88	คัดเลือกไว้
10	4.06	คัดเลือกไว้	28	3.01	คัดเลือกไว้
11	7.13	คัดเลือกไว้	29	7.91	คัดเลือกไว้
12	4.17	คัดเลือกไว้	30	5.23	คัดเลือกไว้
13	5.07	คัดเลือกไว้	31	3.98	คัดเลือกไว้
14	7.46	คัดเลือกไว้	32	4.78	คัดเลือกไว้
15	3.80	คัดเลือกไว้	33	4.33	คัดเลือกไว้
16	5.52	คัดเลือกไว้	34	3.25	คัดเลือกไว้
17	5.12	คัดเลือกไว้	35	4.56	คัดเลือกไว้
18	5.11	คัดเลือกไว้			

คัดเลือกค่า t ที่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 จำนวน 30 ข้อ ซึ่งค่า t ที่ได้อยู่ระหว่าง 2.88-7.91 เป็นแบบวัดความตระหนักในการรู้คิด

คัดเลือกแบบวัดความตระหนักในการรู้คิดนี้จำนวน 30 ข้อ เพื่อไปใช้ในการวิเคราะห์ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบตามสูตรของครอนบัค (Cronbach) โดยใช้โปรแกรม B-Index & Non 0-1 Method ได้ค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.88

ตาราง 16 ค่าอำนาจจำแนกของแบบสอบถามการกำกับตนเองในการเรียน ด้วยวิธีแจกแจงค่าที่ (t-Distribution) จำนวน 30 ข้อ โดยใช้โปรแกรม B-Index & Non 0-1 Method

ข้อที่	t	ผลการพิจารณา	ข้อที่	t	ผลการพิจารณา
1	5.93	คัดเลือกไว้	16	9.90	คัดเลือกไว้
2	5.10	คัดเลือกไว้	17	4.72	คัดเลือกไว้
3	3.33	คัดเลือกไว้	18	4.78	คัดเลือกไว้
4	5.48	คัดเลือกไว้	19	2.24	คัดเลือกไว้
5	3.42	คัดเลือกไว้	20	5.72	คัดเลือกไว้
6	5.86	คัดเลือกไว้	21	4.83	คัดเลือกไว้
7	4.85	คัดเลือกไว้	22	4.52	คัดเลือกไว้
8	6.65	คัดเลือกไว้	23	-0.59	ตัดทิ้ง
9	1.15	ตัดทิ้ง	24	2.03	ตัดทิ้ง
10	2.92	คัดเลือกไว้	25	1.33	ตัดทิ้ง
11	6.54	คัดเลือกไว้	26	3.84	คัดเลือกไว้
12	6.25	คัดเลือกไว้	27	1.64	ตัดทิ้ง
13	8.60	คัดเลือกไว้	28	4.00	คัดเลือกไว้
14	5.30	คัดเลือกไว้	29	2.31	คัดเลือกไว้
15	4.73	คัดเลือกไว้	30	1.59	ตัดทิ้ง

คัดเลือกค่า t ที่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 จำนวน 25 ข้อ ซึ่งค่า t ที่ได้อยู่ระหว่าง 2.24-9.90 เป็นแบบสอบถามการกำกับตนเองในการเรียน

คัดเลือกแบบสอบถามการกำกับตนเองในการเรียนนี้จำนวน 25 ข้อ เพื่อไปใช้ในการวิเคราะห์ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบตามสูตรของครอนบัก (Cronbach) โดยใช้โปรแกรม B-Index & Non 0-1 Method ได้ค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.87

ภาคผนวก ข

คะแนนของนักเรียนก่อนและหลังการทดลอง

- คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ก่อนและหลังเรียนของกลุ่มทดลองจำนวน 42 คน (จำนวน 6 ข้อ คะแนนเต็ม 90 คะแนน)
- คะแนนความตระหนักในการรู้จักของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ก่อนและหลังเรียนของกลุ่มทดลองจำนวน 42 คน (จำนวน 30 ข้อ คะแนนเต็ม 120 คะแนน)
- คะแนนการกำกับตนเองในการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ก่อนและหลังเรียนของกลุ่มทดลองจำนวน 42 คน (จำนวน 25 ข้อ คะแนนเต็ม 100 คะแนน)

ตาราง 17 คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5
ก่อนและหลังเรียนของกลุ่มทดลองจำนวน 42 คน (จำนวน 6 ข้อ คะแนนเต็ม 90 คะแนน)

คนที่	คะแนน ก่อนเรียน(X_1)	คะแนน หลังเรียน(X_2)	X_2^2	D	D^2
1	20	75	5625	55	3025
2	17	68	4624	51	2601
3	18	59	3481	41	1681
4	20	69	4761	49	2401
5	15	51	2601	36	1296
6	23	68	4624	45	2025
7	25	75	5625	50	2500
8	17	54	2916	37	1369
9	28	78	6084	50	2500
10	25	82	6724	57	3249
11	25	74	5476	49	2401
12	16	57	3249	41	1681
13	25	80	6400	55	3025
14	18	58	3364	40	1600
15	23	71	5041	48	2304
16	22	76	5776	54	2916
17	23	76	5776	53	2809
18	20	72	5184	52	2704
19	20	68	4624	48	2304
20	18	64	4096	46	2116
21	16	64	4096	48	2304
22	13	38	1444	25	625
23	24	79	6241	55	3025
24	24	80	6400	56	3136
25	22	76	5776	54	2916

ตาราง 17 (ต่อ)

คนที่	คะแนน ก่อนเรียน(X_1)	คะแนน หลังเรียน(X_2)	X_2^2	D	D^2
26	19	67	4489	48	2304
27	14	61	3721	47	2209
28	20	69	4761	49	2401
29	20	76	5776	56	3136
30	15	53	2809	38	1444
31	12	50	2500	38	1444
32	25	83	6889	58	3364
33	22	79	6241	57	3249
34	18	72	5184	54	2916
35	15	61	3721	46	2116
36	14	46	2116	32	1024
37	21	81	6561	60	3600
38	19	75	5625	56	3136
39	14	61	3721	47	2209
40	13	55	3025	42	1764
41	23	78	6084	55	3025
42	24	81	6561	57	3249
Σ	825	2.860	199,792	2,035	101,103
	$\bar{X}_1 = 19.64$	$\bar{X}_2 = 68.10$			
	$S_1 = 4.11$	$S_2 = 11.09$			

เปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ที่เน้นกระบวนการคิดเชิงเมตาคอกนิชัน เรื่อง วิธีเรียงสับเปลี่ยนและวิธีจัดหมู่ กับเกณฑ์ (ร้อยละ 70) โดยใช้สถิติ t-test one sample

$$t = \frac{\bar{X} - \mu_0}{\frac{s}{\sqrt{n}}} ; \quad df = n - 1$$

เมื่อ	t	แทน	ค่าสถิติที่ใช้พิจารณาใน t – Distribution
	\bar{X}	แทน	ค่าเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่าง
	μ_0	แทน	ค่าเฉลี่ยที่ใช้เป็นเกณฑ์ (ร้อยละ 70)
	s	แทน	ความเบี่ยงเบนมาตรฐานของกลุ่มตัวอย่าง
	n	แทน	จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง

ค่าเฉลี่ยเลขคณิต (\bar{X}) ของคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ หลังได้รับการจัดการเรียนรู้ที่เน้นกระบวนการคิดเชิงเมตาคอกนิชัน เรื่อง วิธีเรียงสับเปลี่ยนและวิธีจัดหมู่ หาได้จากสูตร

$$\begin{aligned}\bar{X} &= \frac{\sum X}{n} \\ &= \frac{2,860}{42} \\ &= 68.10\end{aligned}$$

ความเบี่ยงเบนมาตรฐาน (s) ของคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ หลังได้รับการจัดการเรียนรู้ที่เน้นกระบวนการคิดเชิงเมตาคอกนิชัน เรื่อง วิธีเรียงสับเปลี่ยนและวิธีจัดหมู่ หาได้จากสูตร

$$\begin{aligned}s &= \sqrt{\frac{n\sum X^2 - (\sum X)^2}{n(n-1)}} \\ &= \sqrt{\frac{42(199,792) - (2,860)^2}{42(41)}} \\ &= \sqrt{\frac{8,391,264 - 8,179,600}{1,722}} \\ &= 11.09\end{aligned}$$

เนื่องจาก $\bar{X} = 68.10$, $\mu_0 = 63$, $s = 11.09$, $n = 42$

$$\begin{aligned} \text{ดังนั้น} \quad t &= \frac{\bar{X} - \mu_0}{\frac{s}{\sqrt{n}}} ; \quad df = n - 1 \\ &= \frac{68.10 - 63}{\frac{11.09}{\sqrt{42}}} \\ &= \frac{5.10}{1.71} \\ &= 2.98 \end{aligned}$$

จากตารางค่า $t_{(.01, 41)} = 2.421$ ทำให้ได้ว่า $t > t_{(.01, 41)}$

(เปิดตาราง t จะได้ค่าวิกฤตของ t จากการแจกแจงแบบ t เท่ากับ 2.421 ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ .01 เมื่อ $df = 42 - 1 = 41$)

เปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้ที่เน้นกระบวนการคิดเชิงเมตาคอกนิชัน เรื่อง วิธีเรียงสับเปลี่ยนและวิธีจัดหมู่ โดยใช้สถิติ t-test for Dependent Samples

$$t = \frac{\sum D}{\sqrt{\frac{n \sum D^2 - (\sum D)^2}{n-1}}} ; df = n-1$$

เมื่อ t แทน ค่าสถิติที่ใช้พิจารณาใน t – Distribution

$\sum D^2$ แทน ผลรวมของความแตกต่างระหว่างคะแนนการทดสอบหลังและก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้แต่ละคู่ยกกำลังสอง

$(\sum D)^2$ แทน ผลรวมของความแตกต่างระหว่างคะแนนการทดสอบหลังและก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้ทั้งหมดยกกำลังสอง

n แทน จำนวนกลุ่มตัวอย่าง

เนื่องจาก $\sum D = 2,305$, $\sum D^2 = 101,103$, $(\sum D)^2 = 4,141,225$, $n = 42$

ดังนั้น $t = \frac{\sum D}{\sqrt{\frac{n \sum D^2 - (\sum D)^2}{n-1}}} ; df = n-1$

$$= \frac{2,035}{\sqrt{\frac{42(101,103) - (2,035)^2}{42-1}}} ; df = 42-1$$

$$= \frac{2,035}{\sqrt{\frac{4,246,326 - 4,141,225}{41}}} ; df = 41$$

$$= \frac{2,035}{50.63} ; df = 41$$

$$= 40.19 ; df = 41$$

จากตารางค่า ($t_{(0.01, 41)} = 2.421$) ทำให้ได้ว่า $t > t_{(0.01, 41)}$

(เปิดตาราง t จะได้ค่าวิกฤตของ t จากการแจกแจงแบบ t เท่ากับ 2.421 ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ .01 เมื่อ $df = 42 - 1 = 41$)

ตาราง 18 คะแนนความตระหนักในการรู้คิดของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ก่อนและหลังเรียน
ของกลุ่มทดลองจำนวน 42 คน (จำนวน 30 ข้อ คะแนนเต็ม 120 คะแนน)

คนที่	คะแนน ก่อนเรียน(X_1)	คะแนน หลังเรียน(X_2)	X_2^2	D	D^2
1	55	78	6084	23	529
2	57	76	5776	19	361
3	65	86	7396	21	441
4	78	106	11236	28	784
5	42	53	2809	11	121
6	69	85	7225	16	256
7	75	111	12321	36	1296
8	63	84	7056	21	441
9	65	85	7225	20	400
10	69	97	9409	28	784
11	68	96	9216	28	784
12	70	93	8649	23	529
13	72	93	8649	21	441
14	76	102	10404	26	676
15	62	85	7225	23	529
16	65	85	7225	20	400
17	68	93	8649	25	625
18	61	85	7225	24	576
19	54	66	4356	12	144
20	52	65	4225	13	169
21	62	96	9216	34	1156
22	52	77	5929	25	625
23	65	100	10000	35	1225
24	53	84	7056	31	961
25	50	86	7396	36	1296

ตาราง 18 (ต่อ)

คนที่	คะแนน ก่อนเรียน(x_1)	คะแนน หลังเรียน(x_2)	x_2^2	D	D^2
26	58	84	7056	26	676
27	40	54	2916	14	196
28	55	69	4761	14	196
29	60	76	5776	16	256
30	59	86	7396	27	729
31	62	85	7225	23	529
32	73	94	8836	21	441
33	68	85	7225	17	289
34	64	79	6241	15	225
35	58	67	4489	9	81
36	49	66	4356	17	289
37	45	60	3600	15	225
38	45	63	3969	18	324
39	69	84	7056	15	225
40	44	69	4761	25	625
41	60	84	7056	24	576
42	62	85	7225	23	529
Σ	2,539	3,457	291,901	918	21,960
	$\bar{x}_1 = 60.45$	$\bar{x}_2 = 82.31$			
	$s_1 = 9.52$	$s_2 = 13.40$			

เปรียบเทียบความตระหนักในการรู้คิดของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้ที่เน้นกระบวนการคิดเชิงเมตาคอกนิชัน เรื่อง วิธีเรียงสับเปลี่ยนและวิธีจัดหมู่ โดยใช้สถิติ t-test for Dependent Samples

$$t = \frac{\sum D}{\sqrt{\frac{n\sum D^2 - (\sum D)^2}{n-1}}} ; df = n-1$$

เมื่อ t แทน ค่าสถิติที่ใช้พิจารณาใน t – Distribution

$\sum D^2$ แทน ผลรวมของความแตกต่างระหว่างคะแนนการทดสอบหลังและก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้แต่ละคู่ยกกำลังสอง

$(\sum D)^2$ แทน ผลรวมของความแตกต่างระหว่างคะแนนการทดสอบหลังและก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้ทั้งหมดยกกำลังสอง

n แทน จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง

เนื่องจาก $\sum D = 918$, $\sum D^2 = 21,960$, $(\sum D)^2 = 842,724$, $n = 42$

ดังนั้น

$$t = \frac{\sum D}{\sqrt{\frac{n\sum D^2 - (\sum D)^2}{n-1}}} ; df = n-1$$

$$= \frac{918}{\sqrt{\frac{42(21,960) - (918)^2}{42-1}}} ; df = 42-1$$

$$= \frac{918}{\sqrt{\frac{922,320 - 842,724}{41}}} ; df = 41$$

$$= \frac{918}{44.06} ; df = 41$$

$$= 20.84 ; df = 41$$

จากตารางค่า ($t_{(0.01, 41)} = 2.421$) ทำให้ได้ว่า $t > t_{(0.01, 41)}$

(เปิดตาราง t จะได้ค่าวิกฤตของ t จากการแจกแจงแบบ t เท่ากับ 2.421 ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ .01 เมื่อ $df = 42 - 1 = 41$)

ตาราง 19 คะแนนการกำกับตนเองในการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ก่อนและหลังเรียน
ของกลุ่มทดลองจำนวน 42 คน (จำนวน 25 ข้อ คะแนนเต็ม 100 คะแนน)

คนที่	คะแนน ก่อนเรียน(x_1)	คะแนน หลังเรียน(x_2)	X_2^2	D	D^2
1	45	60	3600	15	225
2	39	45	2025	6	36
3	68	84	7056	16	256
4	65	87	7569	22	484
5	40	54	2916	14	196
6	50	66	4356	16	256
7	54	70	4900	16	256
8	56	72	5184	16	256
9	45	64	4096	19	361
10	69	88	7744	19	361
11	70	95	9025	25	625
12	68	84	7056	16	256
13	50	71	5041	21	441
14	65	86	7396	21	441
15	48	66	4356	18	324
16	53	71	5041	18	324
17	48	68	4624	20	400
18	50	68	4624	18	324
19	36	56	3136	20	400
20	35	43	1849	8	64
21	63	82	6742	19	361
22	48	68	4624	20	400
23	62	85	7225	23	529
24	58	76	5776	18	324
25	39	55	3025	16	256

ตาราง 19 (ต่อ)

คนที่	คะแนน ก่อนเรียน(X_1)	คะแนน หลังเรียน(X_2)	X_2^2	D	D^2
26	56	76	5776	20	400
27	46	57	3249	11	121
28	44	59	3481	15	225
29	38	55	3025	17	289
30	55	74	5476	19	361
31	41	55	3025	14	196
32	62	82	6724	21	441
33	55	76	5776	21	441
34	44	65	4225	21	441
35	52	70	4900	18	324
36	42	58	3364	16	256
37	39	52	2704	13	169
38	40	65	4225	25	625
39	50	71	5041	21	441
40	49	69	4761	20	400
41	52	69	4761	17	289
42	65	80	6400	15	225
Σ	2,154	2,897	205,881	743	13,759
	$\bar{X}_1 = 51.29$	$\bar{X}_2 = 68.98$			
	$S_1 = 10.02$	$S_2 = 12.15$			

เปรียบเทียบการกำกับตนเองในการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ก่อนและหลัง ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ที่เน้นกระบวนการคิดเชิงเมตาคอกนิชัน เรื่อง วิธีเรียงสับเปลี่ยนและวิธีจัดหมู่ โดยใช้สถิติ t-test for Dependent Samples

$$t = \frac{\sum D}{\sqrt{\frac{n \sum D^2 - (\sum D)^2}{n-1}}} ; df = n-1$$

เมื่อ t แทน ค่าสถิติที่ใช้พิจารณาใน t – Distribution

$\sum D^2$ แทน ผลรวมของความแตกต่างระหว่างคะแนนการทดสอบหลังและก่อนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แต่ละคู่ยกกำลังสอง

$(\sum D)^2$ แทน ผลรวมของความแตกต่างระหว่างคะแนนการทดสอบหลังและก่อนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ทั้งหมดยกกำลังสอง

n แทน จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง

เนื่องจาก $\sum D = 743$, $\sum D^2 = 13,759$, $(\sum D)^2 = 552,049$, $n = 42$

ดังนั้น

$$t = \frac{\sum D}{\sqrt{\frac{n \sum D^2 - (\sum D)^2}{n-1}}} ; df = n-1$$

$$= \frac{743}{\sqrt{\frac{42(13,759) - (743)^2}{42-1}}} ; df = 42-1$$


$$= \frac{743}{\sqrt{\frac{577,878 - 552,049}{41}}} ; df = 41$$

$$= \frac{743}{25.10} ; df = 41$$

$$= 29.60 ; df = 41$$

จากตารางค่า ($t_{(.01, 41)} = 2.421$) ทำให้ได้ว่า $t > t_{(.01, 41)}$

(เปิดตาราง t จะได้ค่าวิกฤตของ t จากการแจกแจงแบบ t เท่ากับ 2.421 ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ .01 เมื่อ $df = 42 - 1 = 41$)



ภาคผนวก ค

- ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่เน้นกระบวนการคิดเชิงเมตาออกนิจัน เรื่องวิธีเรียงสับเปลี่ยนและวิธีจัดหมู่

แผนการจัดการเรียนรู้

กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์เพิ่มเติม

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 ความน่าจะเป็น เรื่อง วิธีเรียงสับเปลี่ยนเชิงวงกลม เวลา 2 ชั่วโมง

1. สาระที่ 5 การวิเคราะห์ข้อมูลและความน่าจะเป็น

2. มาตรฐานการเรียนรู้

มาตรฐาน ค 5.2 ใช้วิธีการทางสถิติและความรู้เกี่ยวกับความน่าจะเป็นในการคาดการณ์ได้อย่างสมเหตุสมผล

มาตรฐาน ค 5.3 ใช้ความรู้เกี่ยวกับสถิติและความน่าจะเป็นช่วยในการตัดสินใจและแก้ปัญหาได้

มาตรฐาน ค 6.1 มีความสามารถในการแก้ปัญหา การให้เหตุผล การสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์และการนำเสนอ การเชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์ และเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ และมีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์

3. สาระสำคัญ/ความคิดรวบยอด

1. ในการจัดเรียงสิ่งของชุดหนึ่งแบบวงกลม ถ้าของแต่ละชั้นที่นำมาจัดเรียง เปลี่ยนตำแหน่งโดยการหมุนไปพร้อม ๆ กัน จะถือว่าเป็นการจัดเรียงวิธีเดียวกัน
2. มีสิ่งของ n สิ่งที่แตกต่างกัน นำมาเรียงสับเปลี่ยนแบบวงกลม จะมีจำนวนวิธีเรียงสับเปลี่ยน คือ $(n - 1)!$ วิธี

4. จุดประสงค์การเรียนรู้

4.1 ด้านความรู้ นักเรียนสามารถ

1. บอกกฎเกี่ยวกับวิธีเรียงสับเปลี่ยนของสิ่งของที่แตกต่างกันแบบวงกลม
2. คำนวณและแก้โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับวิธีเรียงสับเปลี่ยนเชิงวงกลม

4.2 ด้านทักษะ / กระบวนการ นักเรียนมีความสามารถในการ

1. แก้ปัญหาโจทย์เกี่ยวกับวิธีเรียงสับเปลี่ยนเชิงวงกลม
2. สื่อความหมายให้ผู้อื่นเข้าใจกระบวนการคิด
3. ให้เหตุผลเกี่ยวกับวิธีการคำนวณโดยใช้กฎเกี่ยวกับวิธีเรียงสับเปลี่ยนเชิงวงกลม

4.3 ด้านคุณลักษณะ นักเรียน

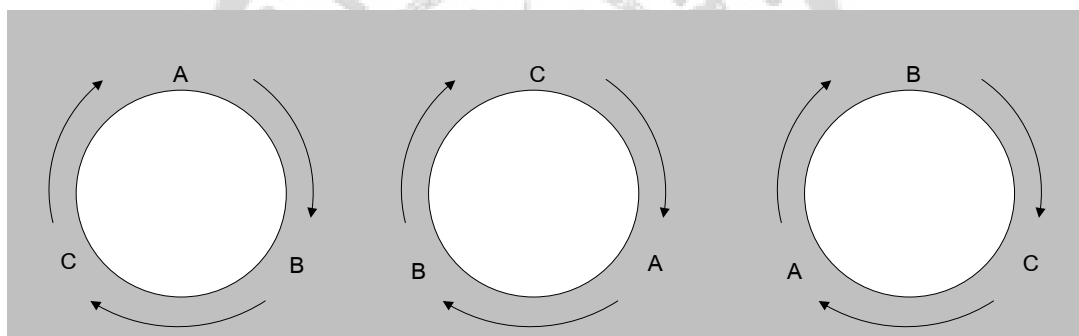
1. ทำงานอย่างเป็นระบบ
2. กล้าคิดและแสดงความคิดเห็น
3. มีความรับผิดชอบ

5. สารการเรียนรู้

วิธีเรียงสับเปลี่ยนเชิงวงกลม (circular permutation)

วิธีการเรียงสับเปลี่ยนเชิงวงกลมแตกต่างจากวิธีการเรียงสับเปลี่ยนเชิงเส้นตรง เพราะการเรียงสับเปลี่ยนเชิงวงกลมจะไม่มีหัวแถวและท้ายแถว เช่น การจัดคนยืนเป็นวงกลมรอบเสาธง การจัดคนรับประทานอาหารรอบโต๊ะกลม เป็นต้น

ตัวอย่างต่อไปนี้จะชี้ให้เห็นความแตกต่างของการเรียงสับเปลี่ยนเชิงวงกลม และเชิงเส้นตรง เช่น มีตัวอักษร A, B, C มาจัดเรียงแบบวงกลม จะจัดได้ดังนี้



รูปที่ 1

รูปที่ 2

รูปที่ 3

การจัดเรียงสิ่งของในลักษณะวงกลม ถ้าสิ่งของนั้นถูกเรียงไปในทิศทางเดียวกัน ถือว่าเป็นวิธีเดียวกัน ดังนั้นจึงถือว่าทั้ง 3 รูปนี้ คือ ABC, CAB, BCA ก็ถือว่าเป็นวิธีเดียวกัน หรือมีเพียง 1 วิธีเท่านั้น

ดังนั้น การเรียงสับเปลี่ยนตัวอักษร A, B, C แบบวงกลม จึงมีทั้งหมด 2 วิธี

สรุปได้ว่า การเรียงสับเปลี่ยนแบบวงกลม ถ้าสิ่งของแต่ละสิ่ง เปลี่ยนตำแหน่งไปพร้อมๆ กัน โดยการหมุนแบบทวนเข็มนาฬิกาหรือตามเข็มนาฬิกา ถือว่าเป็นวิธีการเรียงสับเปลี่ยนวิธีเดียวกัน

บทนิยาม ถ้ามีสิ่งของ n สิ่ง ที่แตกต่างกัน ต้องการนำมาเรียงสับเปลี่ยนเป็นรูปวงกลมจะจัดเรียงได้ $(n - 1)!$ วิธี

ตัวอย่าง ผู้หญิง 2 คน และผู้ชาย 6 คน นั่งล้อมเป็นวงกลม จะนั่งได้กี่วิธี เมื่อ

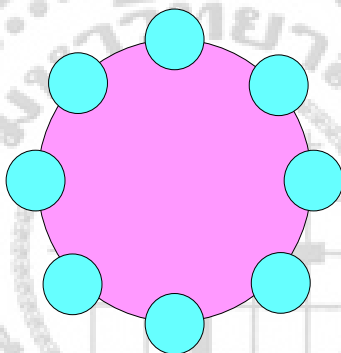
กรณีที่ 1 ไม่มีเงื่อนไขเพิ่มเติม

ขั้นที่ 1 ขั้นทำความเข้าใจปัญหา

สิ่งที่โจทย์กำหนดให้ คือ ผู้หญิง 2 คน และผู้ชาย 6 คน นั่งล้อมเป็นวงกลม

สิ่งที่โจทย์ต้องการให้หา คือ จำนวนวิธีในการนั่งล้อมเป็นวงกลมของผู้ชายและผู้หญิง

ขั้นที่ 2 ขั้นสร้างตัวแทนปัญหา



ขั้นที่ 3 ขั้นวางแผนการแก้ปัญหา

พิจารณาการจัดผู้หญิง 2 คน และผู้ชาย 6 คน นั่งล้อมเป็นวงกลม โดยไม่มีเงื่อนไขเพิ่มเติมดังนั้นจึงมีคนที่ทั้งหมด 8 คน มาจัดเรียงแบบวงกลม ซึ่งจะใช้วิธีจัดหมู่ในการหาจำนวนวิธีในการนั่งล้อมเป็นวงกลมของผู้ชายและผู้หญิง คือ $(n - 1)!$ วิธี

ขั้นที่ 4 ขั้นดำเนินการแก้ปัญหา

วิธีทำ คน 8 คน นั่งล้อมเป็นวงกลม

$$\begin{aligned} \text{ดังนั้น จำนวนวิธีทั้งหมด} &= (8 - 1)! \\ &= 5,040 \text{ วิธี} \end{aligned}$$

สรุปคำตอบ ผู้ชายและผู้หญิงจะสามารถนั่งล้อมเป็นวงกลมได้ทั้งหมด 5,040 วิธี

ขั้นที่ 5 ขั้นประเมินผลการแก้ปัญหา

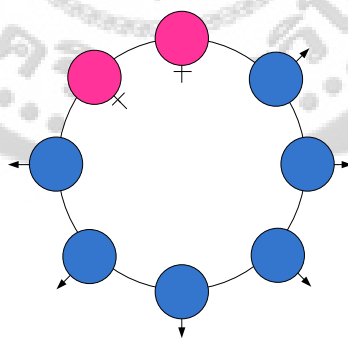
1. พิจารณาว่าคำตอบที่ได้ตรงกับสิ่งที่โจทย์ถามหรือไม่
2. พิจารณาคำตอบว่ามีความถูกต้องหรือไม่
3. พิจารณาว่ามีวิธีการอื่นที่สามารถแก้ปัญหานี้ได้หรือไม่
4. พิจารณาว่าถ้าพบโจทย์ปัญหาในลักษณะที่คล้ายคลึงกับปัญหานี้ จะสามารถแก้ปัญหานี้ได้หรือไม่
5. พิจารณาว่าถ้าพบปัญหาลักษณะเช่นนี้ แต่ไม่สามารถแก้ปัญหานี้ได้ นักเรียนควรทำอย่างไร
6. ให้นักเรียนสร้างโจทย์ปัญหาที่มีลักษณะคล้ายคลึงกับโจทย์ปัญหานี้

กรณีที่ 2 ผู้หญิง 2 คน นั่งติดกัน

ขั้นที่ 1 ขั้นทำความเข้าใจปัญหา

- สิ่งที่โจทย์กำหนดให้ คือ ผู้หญิง 2 คน และผู้ชาย 6 คน นั่งล้อมเป็นวงกลม
- สิ่งที่โจทย์ต้องการให้หา คือ จำนวนวิธีในการนั่งล้อมเป็นวงกลมของผู้ชายและผู้หญิง
- เงื่อนไขที่โจทย์กำหนดให้ คือ ผู้หญิง 2 คน นั่งติดกันเสมอ

ขั้นที่ 2 ขั้นสร้างตัวแทนปัญหา



ขั้นที่ 3 ขั้นวางแผนการแก้ปัญหา

1. พิจารณาจากเงื่อนไขที่โจทย์กำหนดให้คือ ผู้หญิง 2 คน นั่งติดกันเสมอ ให้คิดเป็น 1 คน และรวมกับผู้ชายอีก 6 คน ดังนั้นจึงมีคนทั้งหมด 7 คน
2. พิจารณาว่าคน 7 คน นั่งเป็นวงกลมจะสามารถทำได้กี่วิธี ซึ่งจะหาโดยใช้กฎการเรียงสับเปลี่ยนแบบวงกลมแบบพลิกไม่ได้ คือ $(n - 1)!$
3. พิจารณาว่าหญิง 2 คน นั่งติดกันจะสามารถสลับที่กันได้ ทำได้กี่วิธี

4. นำจำนวนวิธีที่ได้ในข้อ 2 และ 3 มาดำเนินการโดยใช้กฎการคูณ

ขั้นที่ 4 ขั้นดำเนินการแก้ปัญหา

<u>วิธีทำ</u>	หญิง 2 คน นั่งติดกัน คิดเป็น 1 คน รวมกับผู้ชาย 6 คน		
	ดังนั้น จำนวนคนทั้งหมด	=	7 คน
	จำนวนวิธีจัดคน 7 คน เป็นวงกลม	=	$(7 - 1)!$ วิธี
	หญิง 2 คน นั่งติดกันเรียงสับเปลี่ยนได้	=	2! วิธี
	ดังนั้น จำนวนวิธีทั้งหมด	=	$(7 - 1)! \times 2!$ วิธี
		=	1,440 วิธี

สรุปคำตอบ ผู้หญิงและผู้ชายสามารถนั่งล้อมเป็นวงกลม โดยผู้หญิง 2 คน นั่งติดกันเสมอ ทำได้ 1,440 วิธี

ขั้นที่ 5 ขั้นประเมินผลการแก้ปัญหา

1. พิจารณาว่าคำตอบที่ได้ตรงกับสิ่งที่โจทย์ถามหรือไม่
2. พิจารณาคำตอบว่ามีความถูกต้องหรือไม่
3. พิจารณาว่ามีวิธีการอื่นที่สามารถแก้ปัญหานี้ได้หรือไม่
4. พิจารณาว่าถ้าพบโจทย์ปัญหาในลักษณะที่คล้ายคลึงกับปัญหานี้ จะสามารถแก้ปัญหานี้ได้หรือไม่
5. พิจารณาว่าถ้าพบปัญหาลักษณะเช่นนี้ แต่ไม่สามารถแก้ปัญหานี้ได้ นักเรียนควรทำอย่างไร
6. ให้นักเรียนสร้างโจทย์ปัญหาที่มีลักษณะคล้ายคลึงกับโจทย์ปัญหานี้

6. กิจกรรมการเรียนรู้

ชั่วโมงที่ 1

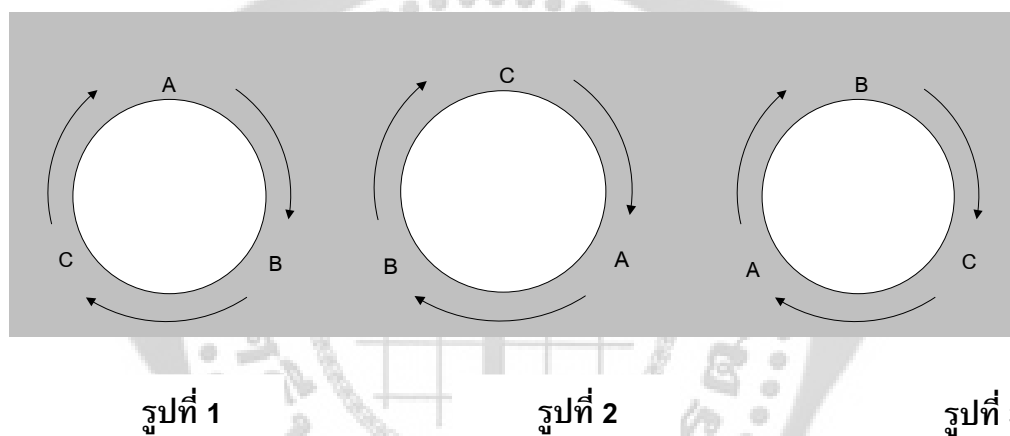
1. ช้่นนำเข้าสู่บทเรียน
 1. ครูแจ้งจุดประสงค์การเรียนรู้ให้นักเรียนทุกคนทราบ

2. สุ่มนักเรียนออกมาหน้าชั้นเรียน 4 คน แล้วให้นักเรียนยืนเป็นวงกลมโดยเรียงลำดับตามความพอใจ จากนั้นให้นักเรียนทั้ง 4 คน ยืนในตำแหน่งอื่นๆ โดยการจัดเรียงลำดับต้องไม่ซ้ำกับแบบเดิม ให้นักเรียนที่เหลือในชั้นเรียนช่วยกันสังเกตและบันทึกการจัดเรียงเป็นวงกลมของเพื่อน

3. ครูใช้คำถามกระตุ้นความคิดของนักเรียนว่า นักเรียนคิดว่าเพื่อนๆ ทั้ง 4 คน จะสามารถยืนเรียงเป็นวงกลมได้ต่างๆ กันกี่วิธี (ครูจะยังไม่เฉลยคำตอบ แต่ให้นักเรียนได้ค้นพบคำตอบด้วยตนเองจากตัวอย่างต่อไป)

4. ครูแจกตัวอักษร A, B, C แล้วให้นักเรียนนำมาจัดเรียงแบบวงกลม พร้อมกับถามว่านักเรียนจัดเรียงแบบวงกลมได้กี่วิธี

แนวตอบ จะจัดได้ดังนี้



รูปที่ 1

รูปที่ 2

รูปที่ 3

5. ให้นักเรียนช่วยกันสรุปเกี่ยวกับจัดเรียงของเพื่อนๆ ทั้ง 4 คน และตัวอักษร A, B, C ว่าเป็นการจัดเรียงลักษณะใด และมีจำนวนวิธีในการจัดเรียงเป็นวงกลมเท่ากับเท่าใด

แนวตอบ การจัดเรียงสิ่งของในลักษณะวงกลม ถ้าสิ่งของนั้นถูกเรียงไปในทิศทางเดียวกัน ถือว่าเป็นวิธีเดียวกัน ดังนั้นจึงถือว่าทั้ง 3 รูปนี้ คือ ABC, CAB, BCA ถือกันว่าเป็นวิธีเดียวกัน หรือมีเพียง 1 วิธีเท่านั้น

2. ชั้นสอน

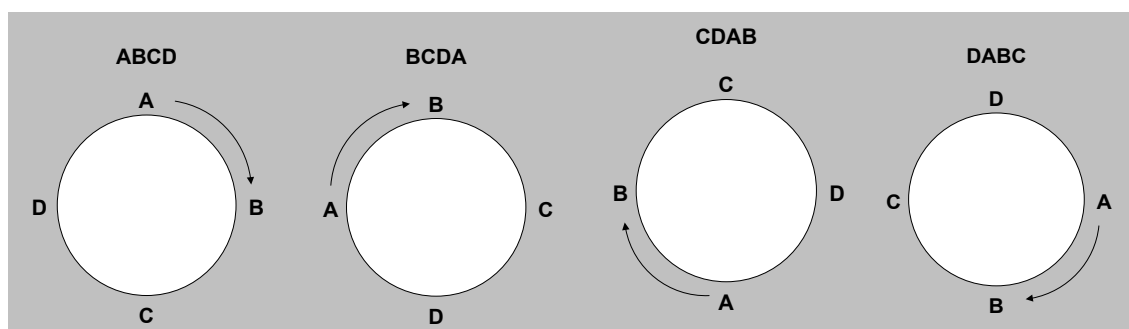
1. ครูแจกตัวอักษร A B C D ให้นักเรียนทุกกลุ่ม โดยให้นักเรียนหาวิธีการจัดเรียงสิ่งของ 4 สิ่งที่แตกต่างกัน จะสามารถจัดได้ทั้งหมดกี่วิธี

แนวตอบ การจัดเรียงสิ่งของ A B C D ซึ่งทำได้ $4! = 24$ วิธี

2. ครูใช้คำถามกระตุ้นความคิดของนักเรียนว่า ถ้าเรานำสิ่งของ A B C D นำมาจัดเป็นวงกลมจะสามารถจัดได้ทั้งหมด 4! ด้วยหรือไม่ (ไม่ได้)

3. ให้นักเรียนนำตัวอักษร A B C D มาจัดเป็นวงกลม และให้แต่ละกลุ่มนำเสนอคำตอบของกลุ่ม จากนั้นครูและนักเรียนร่วมกันเฉลยคำตอบที่ถูกต้อง ซึ่งนักเรียนจะต้องได้คำตอบในรูปแบบนี้

แนวตอบ



4. ให้นักเรียนช่วยกันพิจารณาว่าการจัดวงกลมทั้ง 4 แบบนี้เหมือนกันหรือแตกต่างกันอย่างไร

แนวตอบ ถ้านักเรียนพิจารณาให้ดีแล้วจะพบว่าเป็นวิธีที่เหมือนกันหมด ดังนั้นจึงถือเป็นรูปแบบเดียวกันซึ่งเกิดจากการวนแบบ $A \rightarrow B \rightarrow C \rightarrow D \rightarrow A$

ดังนั้นวงกลมทั้ง 4 วงนี้ สภาพการจัดเรียงของ A, B, C และ D จะมีสภาพเหมือนกัน ดังนั้นถ้าเราคิด A เป็นหลัก ก็แสดงว่าไม่ว่า A จะอยู่ตรงที่ใดก็ตามถ้าคิดในทิศทางตามเข็มนาฬิกาหรือทวนเข็มนาฬิกา แล้ว ปรากฏอันดับ A, B, C, และ D ยังเรียงเหมือนเดิม แสดงว่าลักษณะดังกล่าวมีลักษณะเหมือนกันซึ่งเราจะนับเป็นเพียง 1 วิธีเท่านั้น

2. ครูใช้การถาม-ตอบ ประกอบการอธิบาย พร้อมกับเขียนอธิบายบนกระดาน เพื่อให้ นักเรียนมีความเข้าใจเกี่ยวกับวิธีเรียงสับเปลี่ยนสิ่งของแบบเชิงวงกลม และสามารถสรุปเป็นกฎเกณฑ์ได้

- ถ้ามีของต่างๆ กัน 4 สิ่ง จะมี 4 วิธีที่ต่างๆ กันของการจัดเรียงแบบเส้นตรงจะจัดได้กี่วิธีแนวตอบ สิ่งของต่างๆ กัน 4 สิ่ง นำมาจัดเรียงแบบเส้นตรงจะได้ $P_{4,4}$ วิธี

- ถ้ามีของต่างๆ กัน 4 สิ่ง จะมี 4 วิธีที่ต่างๆ กันของการจัดเรียงแบบเส้นตรงซึ่งเมื่อนำมาจัดเรียงแบบวงกลมแล้วจะจัดได้กี่วิธี แนวตอบ จะได้เพียง 1 วิธี

ดังนั้น $P_{4,4}$ วิธี ของการจัดเรียงแบบเส้นตรงทำการจัดเรียงแบบวงกลมได้

$$\frac{P_{4,4}}{4} \text{ วิธี}$$

นั่นคือ ถ้านำของ 4 สิ่งต่างๆ กันมาจัดเรียงแบบวงกลม จะทำได้ดังนี้

$$\frac{P_{4,4}}{4} = \frac{4!}{4} = 3! = (4 - 1)! \text{ วิธี}$$

3. ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มยกตัวอย่างโจทย์ที่มีลักษณะคล้ายกับที่ครูอธิบายในตอนต้น แล้วให้นักเรียนช่วยกันหาคำตอบ จนกระทั่งนักเรียนสามารถสรุปเกี่ยวกับจำนวนวิธีเรียงสับเปลี่ยนเชิงวงกลมได้

3. ขั้นสรุป

1. ครูใช้คำถามกระตุ้นความคิดของนักเรียน เพื่อนำนักเรียนไปสู่ความเข้าใจเกี่ยวกับวิธีเรียงสับเปลี่ยนเชิงวงกลมได้ จนสามารถสรุปเป็นกฎเกณฑ์ได้ ซึ่งมีคำถามดังนี้

- ถ้านำสิ่งของ 6 สิ่งต่างกันมาจัดเป็นวงกลมก็เกิดการวนซ้ำกันอย่างไรแบบ (6 แบบ)
- ถ้านำสิ่งของ 7 สิ่งต่างกันมาจัดเป็นวงกลมก็เกิดการวนซ้ำกันอย่างไรแบบ (7 แบบ)
- ถ้านำสิ่งของ 9 สิ่งต่างกันมาจัดเป็นวงกลมก็เกิดการวนซ้ำกันอย่างไรแบบ (9 แบบ)

2. ให้นักเรียนช่วยกันอภิปรายเกี่ยวกับคำตอบที่ครูยกตัวอย่าง จากนั้นจึงถามนักเรียนว่าถ้าสิ่งของ n สิ่งต่างกันมาจัดเป็นวงกลมก็เกิดการวนซ้ำกันอย่างไรแบบ n แบบ ทำให้วิธีการเรียงสิ่งของ n สิ่ง ที่แตกต่างกัน เป็นวงกลมทำได้ทั้งหมด $\frac{n!}{n} = (n - 1)!$

3. ใช้การถาม-ตอบ ดังนั้นนักเรียนสามารถสรุปได้หรือไม่ว่า ถ้านำสิ่งต่างๆ กัน n สิ่ง มาจัดเรียงเป็นวงกลม จะสามารถจัดได้กี่วิธี แนวตอบ $(n - 1)!$ วิธี

4. ขั้นฝึกทักษะ

1. ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มรับบัตรปัญหา พร้อมกับอุปกรณ์ ดังนี้ (ตัวอักษร ตัวเลข กระดุม ลูกปัด) แล้วให้นักเรียนแต่ละกลุ่มช่วยกันหาคำตอบของปัญหา พร้อมกับใช้อุปกรณ์ที่ครูแจกให้ช่วยในการหาคำตอบ

2. ให้ตัวแทนของแต่ละกลุ่มนำเสนอวิธีการหาคำตอบของปัญหาที่ได้รับ โดยการหาคำตอบนักเรียนจะต้องแสดงขั้นตอนในการแก้ปัญหาอย่างละเอียด ตามขั้นตอนที่เคยเรียนมาแล้ว โดยที่ครูผู้สอนและเพื่อนในชั้นร่วมกันตรวจสอบความถูกต้อง ถ้ามีส่วนใดที่ต้องแก้ไขหรือบกพร่อง ครูจะเป็นผู้ชี้แนะและอธิบายเพิ่มเติมเพื่อให้นักเรียนเกิดความเข้าใจมากยิ่งขึ้น

5. ขั้นประเมินผล

1. ให้นักเรียนย้อนกลับไปอ่าน สิ่งที่ต้องการรู้ แล้วตรวจสอบว่าเรื่องใดที่นักเรียนไม่เข้าใจให้ปรึกษาและขอความช่วยเหลือจากครูผู้สอนเป็นรายบุคคล
2. ให้นักเรียนทำแบบฝึกหัดที่ 3.2 ค หน้า 120 เป็นการบ้าน
3. ครูให้คะแนนตามจุดประสงค์การเรียนรู้
4. ครูประเมินคุณลักษณะที่พึงประสงค์ของนักเรียน

ชั่วโมงที่ 2

1. ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน

1. ครูและนักเรียนร่วมกันเฉลยการบ้านจากแบบฝึกหัดที่ 3.2 ค
2. ชักถามนักเรียนถึงปัญหาที่นักเรียนพบในขณะที่แก้ปัญหาว่า นักเรียนแก้ปัญหาในขั้นตอนใดไม่ได้ โดยครูจะเป็นผู้ชี้แนะและแก้ไขความเข้าใจที่ผิดพลาดให้กับนักเรียน

2. ขั้นสอน

1. ครูแจกแบบบันทึกกระบวนการคิดเชิงเมตาคอกนิชันในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ เรื่อง วิธีเรียงสับเปลี่ยนเชิงวงกลม เพื่อให้นักเรียนได้บันทึกและเห็นขั้นตอนการแก้ปัญหา
2. ครูยกตัวอย่างโจทย์ปัญหาเกี่ยวกับวิธีเรียงสับเปลี่ยนเชิงวงกลม ให้นักเรียนช่วยกันคิด โดยใช้วิธีถาม-ตอบ เพื่อกระตุ้นความคิดของนักเรียน ในแต่ละขั้นของกระบวนการคิดเชิงเมตาคอกนิชันในการแก้ปัญหาเกี่ยวกับวิธีเรียงสับเปลี่ยนเชิงวงกลม ดังตัวอย่างต่อไปนี้

ตัวอย่าง ผู้หญิง 2 คน และผู้ชาย 6 คน นั่งล้อมเป็นวงกลม จะนั่งได้กี่วิธี เมื่อ

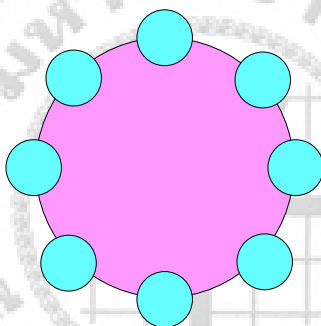
กรณีที่ 1 ไม่มีเงื่อนไขเพิ่มเติม

ขั้นที่ 1 ขั้นทำความเข้าใจปัญหา

สิ่งที่โจทย์กำหนดให้ คือ ผู้หญิง 2 คน และผู้ชาย 6 คน นั่งล้อมเป็นวงกลม

สิ่งที่โจทย์ต้องการให้หา คือ จำนวนวิธีในการนั่งล้อมเป็นวงกลมของผู้ชายและผู้หญิง

ขั้นที่ 2 ขั้นสร้างตัวแทนปัญหา



ขั้นที่ 3 ขั้นวางแผนการแก้ปัญหา

พิจารณาการจัดผู้หญิง 2 คน และผู้ชาย 6 คน นั่งล้อมเป็นวงกลม โดยไม่มีเงื่อนไขเพิ่มเติมดังนั้นจึงมีทั้งหมด 8 คน มาจัดเรียงแบบวงกลม ซึ่งจะใช้วิธีจัดหมู่ในการหาจำนวนวิธีในการนั่งล้อมเป็นวงกลมของผู้ชายและผู้หญิง คือ $(n - 1)!$ วิธี

ขั้นที่ 4 ขั้นดำเนินการแก้ปัญหา

วิธีทำ คน 8 คน นั่งล้อมเป็นวงกลม

$$\begin{aligned} \text{ดังนั้น จำนวนวิธีทั้งหมด} &= (8 - 1)! \\ &= 5,040 \text{ วิธี} \end{aligned}$$

สรุปคำตอบ ผู้ชายและผู้หญิงจะสามารถนั่งล้อมเป็นวงกลมได้ทั้งหมด 5,040 วิธี

ขั้นที่ 5 ขั้นประเมินผลการแก้ปัญหา

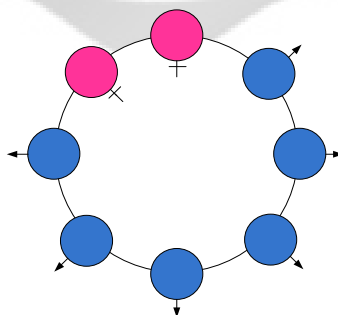
1. พิจารณาว่าคำตอบที่ได้ตรงกับสิ่งที่โจทย์ถามหรือไม่
2. พิจารณาคำตอบว่ามีความถูกต้องหรือไม่
3. พิจารณาว่ามีวิธีการอื่นที่สามารถแก้ปัญหานี้ได้หรือไม่
4. พิจารณาว่าถ้าพบโจทย์ปัญหาในลักษณะที่คล้ายคลึงกับปัญหานี้ จะสามารถแก้ปัญหานี้ได้หรือไม่
5. พิจารณาว่าถ้าพบปัญหาลักษณะเช่นนี้ แต่ไม่สามารถแก้ปัญหานี้ได้ นักเรียนควรทำอย่างไร
6. ให้นักเรียนสร้างโจทย์ปัญหาที่มีลักษณะคล้ายคลึงกับโจทย์ปัญหานี้

กรณีที่ 2 ผู้หญิง 2 คน นั่งติดกัน

ขั้นที่ 1 ขั้นทำความเข้าใจปัญหา

- สิ่งที่โจทย์กำหนดให้ คือ ผู้หญิง 2 คน และผู้ชาย 6 คน นั่งล้อมเป็นวงกลม
- สิ่งที่โจทย์ต้องการให้หา คือ จำนวนวิธีในการนั่งล้อมเป็นวงกลมของผู้ชายและผู้หญิง
- เงื่อนไขที่โจทย์กำหนดให้ คือ ผู้หญิง 2 คน นั่งติดกันเสมอ

ขั้นที่ 2 ขั้นสร้างตัวแทนปัญหา



ขั้นที่ 3 ขั้นวางแผนการแก้ปัญหา

1. พิจารณาจากเงื่อนไขที่โจทย์กำหนดให้คือ ผู้หญิง 2 คน นั่งติดกันเสมอ ให้คิดเป็น 1 คน และรวมกับผู้ชายอีก 6 คน ดังนั้นจึงมีคนทั้งหมด 7 คน

2. พิจารณาว่าคน 7 คน นั่งเป็นวงกลมจะสามารถทำได้กี่วิธี ซึ่งจะหาโดยใช้กฎการเรียงสับเปลี่ยนแบบวงกลมแบบพลิกไม่ได้ คือ $(n - 1)!$
3. พิจารณาว่าหญิง 2 คน นั่งติดกันจะสามารถสลับที่กันได้ ทำได้กี่วิธี
4. นำจำนวนวิธีที่ได้ในข้อ 2 และ 3 มาดำเนินการโดยใช้กฎการคูณ

ขั้นที่ 4 ขั้นตอนดำเนินการแก้ปัญหา

วิธีทำ	หญิง 2 คน นั่งติดกัน คิดเป็น 1 คน รวมกับผู้ชาย 6 คน		
	ดังนั้น จำนวนคนทั้งหมด	=	7 คน
	จำนวนวิธีจัดคน 7 คน เป็นวงกลม	=	$(7 - 1)!$ วิธี
	หญิง 2 คน นั่งติดกันเรียงสับเปลี่ยนได้	=	$2!$ วิธี
	ดังนั้น จำนวนวิธีทั้งหมด	=	$(7 - 1)! \times 2!$ วิธี
		=	1,440 วิธี

สรุปคำตอบ ผู้หญิงและผู้ชายสามารถนั่งล้อมเป็นวงกลม โดยผู้หญิง 2 คน นั่งติดกันเสมอ ทำได้ 1,440 วิธี

ขั้นที่ 5 ขั้นตอนประเมินผลการแก้ปัญหา

1. พิจารณาว่าคำตอบที่ได้ตรงกับสิ่งที่โจทย์ถามหรือไม่
2. พิจารณาคำตอบว่ามีความถูกต้องหรือไม่
3. พิจารณาว่ามีวิธีการอื่นที่สามารถแก้ปัญหานี้ได้หรือไม่
4. พิจารณาว่าถ้าพบโจทย์ปัญหาในลักษณะที่คล้ายคลึงกับปัญหานี้ จะสามารถแก้ปัญหานี้ได้หรือไม่
5. พิจารณาว่าถ้าพบปัญหาลักษณะเช่นนี้ แต่ไม่สามารถแก้ปัญหานี้ได้ นักเรียนควรทำอย่างไร
6. ให้นักเรียนสร้างโจทย์ปัญหาที่มีลักษณะคล้ายคลึงกับโจทย์ปัญหานี้

3. ในแต่ละขั้นตอนของกระบวนการคิดเชิงเมตาคอกนิกชันครูผู้สอนจะให้นักเรียนได้คิดและลงมือปฏิบัติด้วยตนเองก่อน เนื่องจากนักเรียนมีความรู้เกี่ยวกับกระบวนการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์แล้ว จากนั้นจึงใช้คำถามกระตุ้นความคิดของนักเรียน เพื่อให้นักเรียนมีความเข้าใจที่ตรงกัน

4. ในแต่ละขั้นตอนของกระบวนการคิดเชิงเมตาคอกนิกชันในการแก้ปัญหา นั้น บางครั้งนักเรียนอาจทำขั้นตอนใดก่อนก็ได้ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับประสบการณ์และความสามารถของตัวผู้เรียน ดังนั้นครูผู้สอนจะต้องให้อิสระในการคิดกับนักเรียน

5. ในขั้นของการสร้างตัวแทนปัญหนักเรียนแต่ละกลุ่มอาจสร้างได้ไม่เหมือนกัน ครูอาจจะสุ่มนักเรียนบางกลุ่มนำเสนอการสร้างตัวแทนปัญหา เพื่อให้นักเรียนได้เรียนรู้และเห็นการสร้างตัวแทนปัญหาที่หลากหลาย ซึ่งนักเรียนจะได้นำความรู้ที่ได้ไปประยุกต์ในการแก้ปัญหาที่มีความซับซ้อนยิ่งขึ้นต่อไป

6. ในขณะที่นักเรียนทำแบบบันทึกกระบวนการคิดเชิงเมตาคอกนิกชัน ครูจะเป็นผู้ดูแลอย่างใกล้ชิด เพื่อชี้แนะให้กับนักเรียนที่ไม่สามารถแก้ปัญหาได้ หรือนักเรียนที่ขอความช่วยเหลือ ครูผู้สอนจะอธิบายบนกระดาน เพื่อให้นักเรียนทุกคนมีความเข้าใจที่ตรงกัน

3. ขั้นสรุป

1. ครูและนักเรียนช่วยกันอภิปรายเกี่ยวกับการแก้ปัญหาและหาคำตอบ เพื่อสรุปเกี่ยวกับลักษณะและจำนวนวิธีการเรียงสับเปลี่ยนเชิงวงกลม

2. ให้นักเรียนช่วยกันสรุปถึงขั้นตอนของกระบวนการคิดเชิงเมตาคอกนิกชันในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

4. ขั้นฝึกทักษะ

1. ให้นักเรียนฝึกทักษะการคำนวณและแก้โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับวิธีเรียงสับเปลี่ยนเชิงวงกลม ในแบบฝึกทักษะที่ 7.1 ซึ่งจะประกอบด้วยปัญหาที่มีความหลากหลาย เพื่อให้นักเรียนมีความเข้าใจในกระบวนการคิดเชิงเมตาคอกนิกชันและสามารถนำไปใช้ในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ในลักษณะที่ซับซ้อนยิ่งขึ้นต่อไป

2. ให้นักเรียนลงมือปฏิบัติในการแก้ปัญหา โดยในแต่ละขั้นตอนครูผู้สอนจะให้นักเรียนได้ใช้ความคิด และลงมือปฏิบัติด้วยตนเองก่อน จากนั้นจึงจะใช้คำถามเพื่อกระตุ้นความคิดของนักเรียน และจึงสุ่มนักเรียนเฉลย เพื่อให้นักเรียนมีความเข้าใจที่ตรงกัน โดยครูผู้สอนจะเป็นผู้ตรวจสอบความถูกต้องด้วย

3. ในขณะที่นักเรียนทำแบบฝึกทักษะครูจะเป็นผู้ดูแลอย่างใกล้ชิด เพื่อชี้แนะให้กับนักเรียนที่ไม่สามารถแก้ปัญหาได้ หรือนักเรียนที่ขอความช่วยเหลือ

5. ชั้นประเมินผล

1. ให้นักเรียนย้อนกลับไปอ่าน สิ่งที่ต้องการรู้ แล้วตรวจสอบว่าเรื่องใดที่นักเรียนไม่เข้าใจให้ปรึกษาและขอความช่วยเหลือจากครูผู้สอนเป็นรายบุคคล ในกรณีที่เพื่อนไม่สามารถอธิบายได้

2. ครูตรวจแบบบันทึกกระบวนการคิดเชิงเมตาคอกนิจ์นในการแก้ปัญหา เรื่องวิธีเรียงสับเปลี่ยนเชิงวงกลม

3. ประเมินคุณลักษณะที่พึงประสงค์ของนักเรียน

7. สื่อการเรียนรู้/แหล่งการเรียนรู้

1. ตัวอักษร ABCD

2. แบบบันทึกกระบวนการคิดเชิงเมตาคอกนิจ์นในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ เรื่อง วิธีเรียงสับเปลี่ยนเชิงวงกลม

3. แบบฝึกทักษะที่ 7.1 เรื่อง วิธีเรียงสับเปลี่ยนเชิงวงกลม



8. การวัดและการประเมินผลการเรียนรู้

สิ่งที่ต้องการวัด/ประเมิน	วิธีการ	เครื่องมือ	เกณฑ์
ด้านความรู้	-ทำแบบบันทึก กระบวนการคิดเชิง เมตาคอกนิชัน -ทำแบบฝึกทักษะ	-แบบบันทึกกระบวนการคิด เชิงเมตาคอกนิชัน -แบบฝึกทักษะที่ 7.1	ผ่านเกณฑ์ ร้อยละ 70
ด้านทักษะ/กระบวนการ 1. การแก้ปัญหา 2. สื่อความหมายให้ผู้อื่นเข้าใจ กระบวนการคิด 3. ให้เหตุผลเกี่ยวกับ	-ทำแบบบันทึก กระบวนการคิดเชิง เมตาคอกนิชัน -ทำแบบฝึกทักษะ	-แบบบันทึกกระบวนการคิด เชิงเมตาคอกนิชัน -แบบฝึกทักษะที่ 7.1	ผ่านเกณฑ์ ร้อยละ 70
ด้านคุณลักษณะที่พึงประสงค์ 1. ทำงานอย่างเป็นระบบ 2. กล้าคิดและแสดงความคิดเห็น 3. ความรับผิดชอบ	ประเมินพฤติกรรม ระหว่างเรียนและ หลักการเรียนรู้	แบบประเมินพฤติกรรม	ผ่านเกณฑ์ ในระดับดี

9. บันทึกผลหลังการสอน

9.1 ผลการเรียนรู้ที่เกิดขึ้นกับผู้เรียน

.....

.....

.....

9.2 ปัญหา/อุปสรรค

.....

.....

.....

9.3 ข้อเสนอแนะ/แนวทางแก้ไข

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ

(นางสาวจันทร์ขจร มะลิจันทร์)

ผู้สอน

การแปลผล ใช้เกณฑ์ดังนี้	คะแนน 9 – 10	หมายถึง	ดีมาก
	คะแนน 7 – 8	หมายถึง	ดี
	คะแนน 5 – 6	หมายถึง	ปานกลาง
	คะแนน 0 – 4	หมายถึง	ควรปรับปรุง

เกณฑ์การให้คะแนนคุณลักษณะที่พึงประสงค์

1. ความสามารถทำงานอย่างเป็นระบบ

คะแนน/ ความหมาย	คุณลักษณะที่ปรากฏให้เห็น
3 / ดีมาก	มีการวางแผนการดำเนินงานอย่างมีระบบ และทำครบทุกขั้นตอน
2 / ดี	มีการวางแผนการดำเนินงาน และทำครบทุกขั้นตอน แต่ผิดพลาดบ้าง
1 / พอใช้	มีการวางแผนการดำเนินงาน แต่ไม่มีขั้นตอนในการทำงาน และ มีความผิดพลาดต้องแก้ไข
0 / ควรปรับปรุง	ไม่มีการวางแผนการดำเนินงาน และไม่พบการทำงานอย่างเป็นขั้นตอน

2. กล้าคิดและแสดงความคิดเห็น

คะแนน/ ความหมาย	คุณลักษณะที่ปรากฏให้เห็น
3 / ดีมาก	กล้าแสดงความคิดเห็นและพยายามอธิบายความคิดของตนได้ถูกต้องชัดเจน
2 / ดี	กล้าแสดงความคิดเห็นและพยายามอธิบายความคิดของตนได้ถูกต้อง เป็นส่วนใหญ่
1 / พอใช้	กล้าแสดงความคิดเห็นและพยายามอธิบายความคิดของตนแต่ไม่ถูกต้อง
0 / ควรปรับปรุง	ไม่กล้าแสดงความคิดเห็นและไม่มีการอธิบายความคิดของตน

3. ความรับผิดชอบ

คะแนน/ ความหมาย	คุณลักษณะที่ปรากฏให้เห็น
3 / ดีมาก	ส่งงานก่อนหรือตรงตามกำหนดเวลาที่นัดหมาย
2 / ดี	ส่งงานช้ากว่ากำหนดเวลาที่นัดหมาย แต่มีการชี้แจงเหตุผลที่รับฟังได้
1 / พอใช้	ส่งงานช้ากว่ากำหนดที่นัดหมาย และไม่มีเหตุผล
0 / ควรปรับปรุง	ไม่ส่งงานเลย



การแปลผล ใช้เกณฑ์ดังนี้	คะแนน 5 – 6	หมายถึง	ดีมาก
	คะแนน 3 – 4	หมายถึง	ดี
	คะแนน 1 – 2	หมายถึง	ปานกลาง
	คะแนน 0	หมายถึง	ควรปรับปรุง

เกณฑ์การให้คะแนนการประเมินทักษะ/กระบวนการทางคณิตศาสตร์

การแก้ปัญหา

คะแนน	ความสามารถในการการแก้ปัญหาที่ปรากฏให้เห็น
2	ใช้ยุทธวิธีดำเนินการแก้ปัญหาสำเร็จ อย่างมีประสิทธิภาพ อธิบายเหตุผลในการใช้วิธีการในการแก้ปัญหาได้เข้าใจชัดเจน
1	ใช้ยุทธวิธีดำเนินการแก้ปัญหาสำเร็จเพียงบางส่วน อธิบายเหตุผลในการใช้วิธีการในการแก้ปัญหาได้บางส่วน
0	ทำได้ไม่ถึงเกณฑ์ข้างต้น หรือไม่แสดงร่องรอยการดำเนินการแก้ปัญหา

การให้เหตุผล

คะแนน	ความสามารถในการให้เหตุผลที่ปรากฏให้เห็น
2	มีการอ้างอิง เสนอแนวคิดประกอบการตัดสินใจอย่างสมเหตุสมผล
1	มีการอ้างเหตุผลที่ถูกต้องบางส่วน และเสนอแนวคิดประกอบการตัดสินใจ
0	ไม่มีการอ้างเหตุผลหรือแนวคิดประกอบการตัดสินใจ

การสื่อความหมาย การนำเสนอ

คะแนน	ความสามารถในการให้เหตุผลที่ปรากฏให้เห็น
2	นำเสนอวิธีการแก้ปัญหาให้เข้าใจถึงแนวคิดในการแก้ปัญหาได้อย่างชัดเจน
1	นำเสนอวิธีการแก้ปัญหาให้เข้าใจถึงแนวคิดในการแก้ปัญหาได้อย่างคร่าวๆ
0	ไม่สามารถนำเสนอวิธีการแก้ปัญหาให้เข้าใจถึงแนวคิดในการแก้ปัญหาได้



แบบบันทึกกระบวนการคิดเชิงเมตาคognition ในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์
เรื่อง วิธีเรียงสับเปลี่ยนเชิงวงกลม

คำชี้แจง ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มช่วยกันระดมสมองแก้โจทย์ปัญหาต่อไปนี้ พร้อมกับแสดงวิธีการคิด
อย่างละเอียดในแต่ละขั้นต่อไปนี้

ปัญหาที่ 1 ผู้หญิง 2 คน และผู้ชาย 6 คน นั่งล้อมเป็นวงกลม จะนั่งได้กี่วิธี (ไม่มีเงื่อนไขเพิ่มเติม)

1. ขั้นทำความเข้าใจปัญหา

- 1.1 สิ่ง โจทย์กำหนดให้ คือ.....
- 1.2 สิ่ง โจทย์ต้องการให้หา คือ.....
- 1.3 เงื่อนไขที่ โจทย์กำหนด คือ.....
- 1.4 นักเรียนเข้าใจในโจทย์หรือไม่ เข้าใจ ไม่เข้าใจ
- 1.5 หากพบว่าตรงไหนที่นักเรียนไม่เข้าใจนักเรียนควรทำอย่างไร
.....
- 1.6 นักเรียนเคยเห็นโจทย์ลักษณะนี้หรือไม่ อย่างไร.....
-
- 1.7 นักเรียนคิดว่าจะสามารถแก้ปัญหาเพื่อหาคำตอบได้สำเร็จหรือไม่
 สำเร็จ ไม่แน่ใจ ไม่สำเร็จ
- 1.8 เหตุใดนักเรียนจึงคิดเช่นนั้น.....
-

2. ขั้นสร้างตัวแทนปัญหา

จากโจทย์นี้ นักเรียนสามารถวาดรูปหรือแผนภาพประกอบ เพื่อดูความสัมพันธ์ของข้อมูลที่โจทย์
กำหนดมาให้ได้หรือไม่

.....

.....

.....

.....

3. **ชั้นวางแผนในการแก้ปัญหา**

3.1 นักเรียนคิดว่าจะแก้ปัญหาดังกล่าวด้วยวิธีใด.....

3.2 นักเรียนมีการวางแผนในการแก้ปัญหาดังกล่าวอย่างไร.....

.....
.....
.....
.....
.....
.....

4. **ชั้นดำเนินการแก้ปัญหา**

.....
.....
.....
.....
.....
.....

สรุปคำตอบที่ได้ คือ.....

5. **ชั้นประเมินผลการแก้ปัญหา**

5.1 นักเรียนคิดว่าคำตอบที่ได้ตรงกับสิ่งที่โจทย์ถามหรือไม่ ตรง ไม่ตรง

5.2 นักเรียนคิดว่าคำตอบของนักเรียนถูกต้องหรือไม่ และมีวิธีการในการตรวจสอบอย่างไร

.....
.....
.....

5.3 นักเรียนคิดว่ามีวิธีการอื่นที่สามารถแก้ปัญหานี้ได้หรือไม่

.....
.....
.....
.....

5.4 ถ้านักเรียนพบโจทย์ปัญหาในลักษณะที่คล้ายคลึงกับปัญหานี้ นักเรียนคิดว่าจะสามารถแก้ปัญหานั้นได้มากน้อยเพียงใด น้อย ปานกลาง มาก

5.5 ถ้านักเรียนพบโจทย์ปัญหาลักษณะเช่นนี้ แต่ไม่สามารถแก้ปัญหานั้นได้ นักเรียนจะอย่างไร

.....

.....

5.6 ให้นักเรียนสร้างโจทย์ปัญหาที่มีลักษณะคล้ายคลึงกับโจทย์ปัญหานี้

.....

.....

.....



ปัญหาที่ 2 ผู้หญิง 2 คน และผู้ชาย 6 คน นั่งล้อมเป็นวงกลม จะนั่งได้กี่วิธี เมื่อผู้หญิง 2 คน นั่งติดกันเสมอ

1. ขั้นทำความเข้าใจปัญหา

1.1 สิ่ง โจทย์กำหนดให้ คือ.....

1.2 สิ่ง โจทย์ต้องการให้หา คือ.....

1.3 เงื่อนไขที่โจทย์กำหนด คือ.....

1.4 นักเรียนเข้าใจในโจทย์หรือไม่ เข้าใจ ไม่เข้าใจ

1.5 หากพบว่าตรงไหนที่นักเรียนไม่เข้าใจนักเรียนควรทำอย่างไร

.....

1.6 นักเรียนเคยเห็นโจทย์ลักษณะนี้หรือไม่ อย่างไร.....

.....

1.7 นักเรียนคิดว่าจะสามารถแก้ปัญหาเพื่อหาคำตอบได้สำเร็จหรือไม่

สำเร็จ ไม่แน่ใจ ไม่สำเร็จ

1.8 เหตุใดนักเรียนจึงคิดเช่นนั้น.....

2. ชั้นสร้างตัวแทนปัญหา

จากโจทย์นี้ นักเรียนสามารถวาดรูปหรือแผนภาพประกอบ เพื่อดูความสัมพันธ์ของข้อมูลที่โจทย์กำหนดมาให้ได้หรือไม่

.....
.....
.....
.....
.....

3. ชั้นวางแผนในการแก้ปัญหา

3.1 นักเรียนคิดว่าจะแก้ปัญหด้วยวิธีใด.....

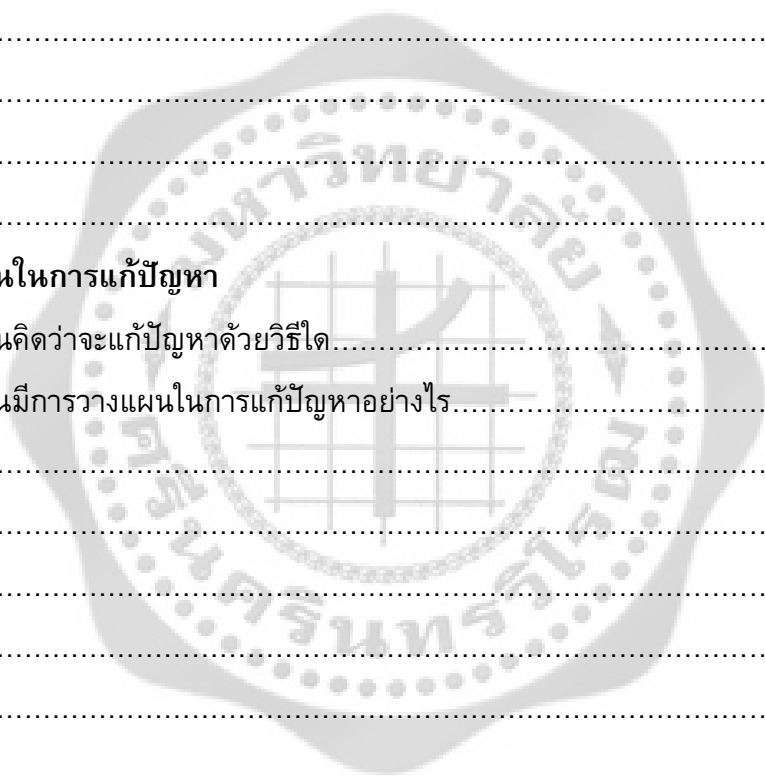
3.2 นักเรียนมีการวางแผนในการแก้ปัญหายังไร.....

.....
.....
.....
.....
.....
.....

4. ชั้นดำเนินการแก้ปัญหา

.....
.....
.....
.....
.....

สรุปคำตอบที่ได้ คือ.....



5. ชั้นประเมินผลการแก้ปัญหา

5.1 นักเรียนคิดว่าคำตอบที่ได้ตรงกับสิ่งที่โจทย์ถามหรือไม่ ตรง ไม่ตรง

5.2 นักเรียนคิดว่าคำตอบของนักเรียนถูกต้องหรือไม่ และมีวิธีการในการตรวจสอบอย่างไร

.....

.....

.....

5.3 นักเรียนคิดว่ามีวิธีการอื่นที่สามารถแก้ปัญหานี้ได้หรือไม่

.....

.....

.....

.....

5.4 ถ้านักเรียนพบโจทย์ปัญหาในลักษณะที่คล้ายคลึงกับปัญหานี้ นักเรียนคิดว่าจะสามารถแก้ปัญหานี้ได้มากน้อยเพียงใด น้อย ปานกลาง มาก

5.5 ถ้านักเรียนพบโจทย์ปัญหาลักษณะเช่นนี้ แต่ไม่สามารถแก้ปัญหานี้ได้ นักเรียนจะอย่างไร

.....

.....

5.6 ให้นักเรียนสร้างโจทย์ปัญหาที่มีลักษณะคล้ายคลึงกับโจทย์ปัญหานี้

.....

.....

.....



แบบฝึกทักษะที่ 7.1

เรื่อง วิธีเรียงสับเปลี่ยนเชิงวงกลม

คำชี้แจง ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มช่วยกันระดมสมองแก้โจทย์ปัญหาต่อไปนี้ พร้อมกับแสดงวิธีการคิดอย่างละเอียดในแต่ละขั้นต่อไปนี้

ปัญหาที่ 1 จัดเด็ก 1 คน หญิง 3 คน และผู้ชาย 3 คน นั่งรอบโต๊ะกลม โดยที่ผู้ชายไม่นั่งติดกับเด็ก จะจัดได้ทั้งหมดกี่วิธี

ปัญหาที่ 2 มีสามีภรรยา รวม 4 คู่ มา นั่งรอบโต๊ะกลมตัวหนึ่งซึ่งมี 8 ที่พอดี จะมีวิธีการนั่งกี่วิธี เมื่อต้องการให้สามีภรรยาแต่ละคู่ นั่งติดกัน

ปัญหาที่ 3 มีคน 7 คน ในจำนวนนี้มี นาย ก นาย ข และนาย ค รวมอยู่ด้วย ถ้าให้คนทั้งหมดนั่งรอบโต๊ะกลมตัวหนึ่ง ซึ่งมี 7 ที่พอดี จะมีวิธีการนั่งกี่วิธี เมื่อ

ปัญหาที่ 4 ในการประชุมตัวแทนนักเรียนชั้นหนึ่ง ซึ่งมี 4 ห้อง โดยมีตัวแทนห้องละ 3 คน 2 ห้อง และมีตัวแทนห้องละ 2 คน 2 ห้อง จำนวนวิธีที่จัดให้ผู้เข้าประชุมนั่งรอบโต๊ะกลม โดยผู้ที่อยู่ห้องเดียวกันนั่งติดกัน เท่ากับเท่าใด

ปัญหาที่ 5 ในโรงเรียนแห่งหนึ่ง ตัวแทนนักเรียนจากชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4, 5 และ 6 ชั้นปีละ 3 คน จะต้องทำการประชุมเพื่อเตรียมการแสดงสำหรับงานคือสู่เหย้าของโรงเรียน จำนวนวิธีที่จะจัดผู้เข้าร่วมประชุม

แนวตอบแบบฝึกทักษะที่ 7.1

เรื่อง วิธีเรียงสับเปลี่ยนเชิงวงกลม

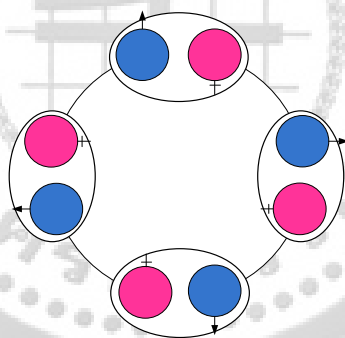
ปัญหาที่ 2 มีสามีมักรรยา รวม 4 คู่ มานั่งรอบโต๊ะกลมตัวหนึ่งซึ่งมี 8 ที่พอดี จะมีวิธีการนั่งกี่วิธี เมื่อต้องการให้สามีมักรรยาแต่ละคู่ นั่งติดกัน

ขั้นที่ 1 ขั้นทำความเข้าใจปัญหา

สิ่งที่โจทย์กำหนดให้ คือ มีสามีมักรรยา รวม 4 คู่ มานั่งรอบโต๊ะกลมตัวหนึ่งซึ่งมี 8 ที่พอดี

สิ่งที่โจทย์ต้องการให้หา คือ จำนวนวิธีในการนั่งของสามีมักรรยา ทั้ง 4 คู่
เงื่อนไขที่โจทย์กำหนดให้ คือ สามีมักรรยาแต่ละคู่ นั่งติดกัน

ขั้นที่ 2 ขั้นสร้างตัวแทนปัญหา



ขั้นที่ 3 ขั้นวางแผนการแก้ปัญหา

1. พิจารณาจากเงื่อนไขที่กำหนดว่าสามีมักรรยาแต่ละคู่ นั่งติดกัน ดังนั้นสามีมักรรยา 4 คู่ จึงคิดเป็น 4 คน (คิดว่าสามีมักรรยามัดติดกัน คิดเป็น 1 คน)
2. จัดคน 4 คน นั่งรอบโต๊ะกลมทำได้ $(4 - 1)!$ วิธี
3. พิจารณาว่าสามีมักรรยาแต่ละคู่สามารถสลับที่กันได้ 2! วิธี
4. เนื่องจากการทำงานต้องทำเป็นขั้นตอนต่อเนื่องกัน ดังนั้นจึงนำจำนวนวิธีที่ได้ในข้อ 2 และ ข้อ 3 มาดำเนินการโดยใช้กฎการคูณ

ขั้นที่ 4 ขั้นดำเนินการแก้ปัญหา

<u>วิธีทำ</u>	ต้องการให้สามีมักรรยาแต่ละคู่หนึ่งติดกัน		
	ดังนั้น สามีมักรรยา 4 คู่ คิดเป็น 4 คน		
	จัดคน 4 คน นั่งรอบโต๊ะกลมได้	=	$(4 - 1)!$ วิธี
	ในแต่ละวิธีจัดสามีมักรรยาแต่ละคู่ได้	=	$2!$ วิธี
	ดังนั้น จำนวนวิธีทั้งหมด	=	$(4 - 1) \times (2!)^4$ วิธี
		=	96 วิธี

สรุปคำตอบ สามีมักรรยาแต่ละคู่หนึ่งติดกัน จะทำได้ทั้งหมด 96 วิธี

ขั้นที่ 5 ขั้นประเมินผลการแก้ปัญหา

1. พิจารณาว่าคำตอบที่ได้ตรงกับสิ่งที่โจทย์ถามหรือไม่
2. พิจารณาคำตอบว่ามีความถูกต้องหรือไม่
3. พิจารณาว่ามีวิธีการอื่นที่สามารถแก้ปัญหานี้ได้หรือไม่
4. พิจารณาว่าถ้าพบโจทย์ปัญหาในลักษณะที่คล้ายคลึงกับปัญหานี้ จะสามารถแก้ปัญหานี้ได้หรือไม่
5. พิจารณาว่าถ้าพบปัญหาลักษณะเช่นนี้ แต่ไม่สามารถแก้ปัญหานี้ได้ นักเรียนควรทำอย่างไร
6. ให้นักเรียนสร้างโจทย์ปัญหาที่มีลักษณะคล้ายคลึงกับโจทย์ปัญหานี้

ปัญหาที่ 3 มีคน 7 คน ในจำนวนนี้มี นาย ก นาย ข และนาย ค รวมอยู่ด้วย ถ้าให้คนทั้งหมดนั่งรอบโต๊ะกลมตัวหนึ่ง ซึ่งมี 7 ที่พอดี จะมีวิธีการนั่งกี่วิธี เมื่อ

กรณีที่ 1 นาย ก, ข, ค นั่งติดกัน

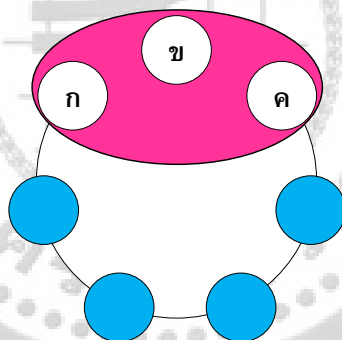
ขั้นที่ 1 ขั้นทำความเข้าใจปัญหา

สิ่งที่โจทย์กำหนดให้ คือ มีคน 7 คน ในจำนวนนี้มี นาย ก นาย ข และนาย ค รวมอยู่ด้วย ถ้าให้คนทั้งหมดนั่งรอบโต๊ะกลมตัวหนึ่ง ซึ่งมี 7 ที่พอดี

สิ่งที่โจทย์ต้องการให้หา คือ จำนวนวิธีในการนั่งโต๊ะกลมของคน 7 คน

เงื่อนไขที่โจทย์กำหนดให้ คือ นาย ก, ข, ค นั่งติดกันเสมอ

ขั้นที่ 2 ขั้นสร้างตัวแทนปัญหา



ขั้นที่ 3 ขั้นวางแผนการแก้ปัญหา

- พิจารณาจากเงื่อนไขที่โจทย์กำหนดว่า นาย ก, ข, ค นั่งติดกันเสมอ ดังนั้นจึงคิดว่า 3 คนนี้นั่งติดกันคิดเป็น 1 คน จึงทำให้จะต้องจัดคนทั้งหมด 5 คน นั่งเป็นวงกลม ทำได้ $(5 - 1)!$ วิธี
- พิจารณาว่า นาย ก, ข, ค นั่งติดกัน สามารถสลับที่กันเองได้ $3!$ วิธี
- เนื่องจากการทำงานต้องทำเป็นขั้นตอนต่อเนื่องกัน ดังนั้นจึงนำจำนวนวิธีที่ได้ในข้อ 2 และ ข้อ 3 มาดำเนินการโดยใช้กฎการคูณ

ขั้นที่ 4 ขั้นตอนการแก้ปัญหา

<u>วิธีทำ</u>	นาย ก, ข, ค นั่งติดกันเสมอ คิดเป็น 1 คน		
	ดังนั้น ต้องจัดคนทั้งหมด 5 คน		
	จำนวนวิธีจัดคน 5 คน เป็นวงกลม	=	$(5 - 1)!$ วิธี
	ในแต่ละวิธี ก, ข, ค, เรียงสับเปลี่ยนได้	=	$3!$ วิธี
	ดังนั้น จำนวนวิธีทั้งหมด	=	$(5 - 1)! \times 3!$ วิธี
		=	144 วิธี

สรุปคำตอบ จะมีวิธีที่ นาย ก, ข, ค นั่งติดกันเสมอเป็นวงกลม ได้ทั้งหมด 144 วิธี

ขั้นที่ 5 ขั้นประเมินผลการแก้ปัญหา

1. พิจารณาว่าคำตอบที่ได้ตรงกับสิ่งที่โจทย์ถามหรือไม่
2. พิจารณาคำตอบว่ามีความถูกต้องหรือไม่
3. พิจารณาว่ามีวิธีการอื่นที่สามารถแก้ปัญหานี้ได้หรือไม่
4. พิจารณาว่าถ้าพบโจทย์ปัญหาในลักษณะที่คล้ายคลึงกับปัญหานี้ จะสามารถแก้ปัญหานี้ได้หรือไม่
5. พิจารณาว่าถ้าพบปัญหาลักษณะเช่นนี้ แต่ไม่สามารถแก้ปัญหานี้ได้ นักเรียนควรทำอย่างไร
6. ให้นักเรียนสร้างโจทย์ปัญหาที่มีลักษณะคล้ายคลึงกับโจทย์ปัญหานี้

กรณีที่ 2 นาย ก, ข, ค นั่งแยกจากกัน

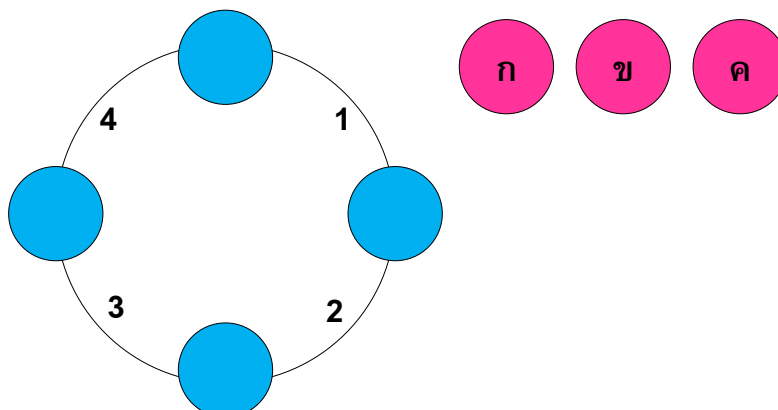
ขั้นที่ 1 ขั้นทำความเข้าใจปัญหา

สิ่งที่โจทย์กำหนดให้ คือ มีคน 7 คน ในจำนวนนี้มี นาย ก นาย ข และนาย ค รวมอยู่ด้วย ถ้าให้คนทั้งหมดนั่งรอบโต๊ะกลมตัวหนึ่ง ซึ่งมี 7 ที่พอดี

สิ่งที่โจทย์ต้องการให้หา คือ จำนวนวิธีในการนั่งโต๊ะกลมของคน 7 คน

เงื่อนไขที่โจทย์กำหนดให้ คือ นาย ก, ข, ค นั่งแยกจากกันเสมอ

ขั้นที่ 2 ขั้นสร้างตัวแทนปัญหา



ขั้นที่ 3 ขั้นวางแผนการแก้ปัญหา

1. พิจารณาจากที่โจทย์กำหนดว่า นาย ก, ข, ค นั่งแยกจากกันเสมอ ดังนั้นจะต้องดึงเก้าอี้ 3 ตัว สำหรับ นาย ก, ข, ค ดังนั้นจึงเหลือ 4 คน ที่จะจัดนั่งรอบโต๊ะกลม ทำได้ $(4 - 1)!$ วิธี
2. จัดให้นาย ก, ข, ค นั่งแยกกันเสมอ ถ้าดูจากรูปจะพบว่ามี 4 ตำแหน่ง ที่จะสามารถจัดให้ ก, ข, ค นั่งแยกกัน จะสามารถทำได้ $P_{4,3}$ วิธี
3. เนื่องจากการทำงานต้องทำเป็นขั้นตอนต่อเนื่องกัน ดังนั้นจึงนำจำนวนวิธีที่ได้ในข้อ 2 และ ข้อ 3 มาดำเนินการโดยใช้กฎการคูณ

ขั้นที่ 4 ขั้นตอนดำเนินการแก้ปัญหา

<u>วิธีทำ</u>	จำนวนคนทั้งหมด 7 คน		
	เลือก ก, ข, ค ออกมา ดังนั้นเหลือ 4 คน		
	ดึงเก้าอี้ออกมา 3 ตัว สำหรับ ก, ข, ค		
	จัดคน 4 คน นั่งรอบโต๊ะกลม	=	$(4 - 1)!$ วิธี
	ในแต่ละวิธีที่จัดจะมีช่องว่าง 4 ช่อง		
	จัด ก, ข, ค แทรกในช่องว่าง ช่องละ 1 คนได้	$P_{4,3}$	วิธี
	ดังนั้น จำนวนวิธีทั้งหมด	=	$(4 - 1)! \times P_{4,3}$ วิธี
		=	144 วิธี

สรุปคำตอบ จะมีวิธีที่ในการนั่งโต๊ะกลม โดยที่นาย ก, ข, ค นั่งแยกจากกันเสมอ จะทำได้ 144 วิธี

ขั้นที่ 5 ขั้นประเมินผลการแก้ปัญหา

1. พิจารณาว่าคำตอบที่ได้ตรงกับสิ่งที่โจทย์ถามหรือไม่
2. พิจารณาคำตอบว่ามีความถูกต้องหรือไม่
3. พิจารณาว่ามีวิธีการอื่นที่สามารถแก้ปัญหานี้ได้หรือไม่
4. พิจารณาว่าถ้าพบโจทย์ปัญหาในลักษณะที่คล้ายคลึงกับปัญหานี้ จะสามารถแก้ปัญหานี้ได้หรือไม่
5. พิจารณาว่าถ้าพบปัญหาลักษณะเช่นนี้ แต่ไม่สามารถแก้ปัญหานี้ได้ นักเรียนควรทำอย่างไร
6. ให้นักเรียนสร้างโจทย์ปัญหาที่มีลักษณะคล้ายคลึงกับโจทย์ปัญหานี้

กรณีที่ 3 นาย ก นั่งติดกับนาย ข แต่ไม่นั่งติดกับนาย ค แต่ไม่นั่งติดนาย ค

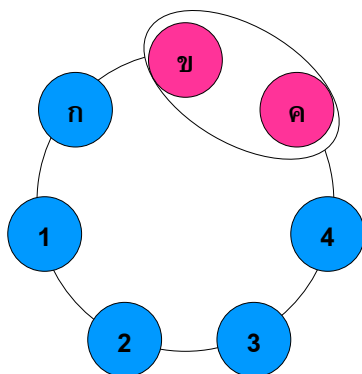
ขั้นที่ 1 ขั้นทำความเข้าใจปัญหา

สิ่งที่โจทย์กำหนดให้ คือ มีคน 7 คน ในจำนวนนี้มี นาย ก นาย ข และนาย ค รวมอยู่ด้วย ถ้าให้คนทั้งหมดนั่งรอบโต๊ะกลมตัวหนึ่ง ซึ่งมี 7 ที่พอดี

สิ่งที่โจทย์ต้องการให้หา คือ จำนวนวิธีในการนั่งโต๊ะกลมของคน 7 คน

เงื่อนไขที่โจทย์กำหนดให้ คือ นาย ก นั่งติดกับนาย ข แต่ไม่นั่งติดกับนาย ค แต่ไม่นั่งติดนาย ค

ขั้นที่ 2 ขั้นสร้างตัวแทนปัญหา



ขั้นที่ 3 ขั้นวางแผนการแก้ปัญหา

1. พิจารณาจากเงื่อนไขที่โจทย์กำหนดว่านาย ก นั่งติดกับนาย ข คิดเป็น 1 วิธี และสองคนนี้สามารถนั่งสลับที่กันได้ 2! วิธี
2. พิจารณาว่า นาย ค นั่งติดกับ ก ไม่ได้ ดังนั้น ค นั่งได้ 4 วิธี
3. จัด 4 คน เหลื่อนั่งโต๊ะทำได้ 4! วิธี
4. เนื่องจากการทำงานต้องทำเป็นขั้นตอนต่อเนื่องกัน ดังนั้นจึงนำจำนวนวิธีที่ได้ในข้อ 1-ข้อ 3 มาดำเนินการโดยใช้กฎการคูณ

ขั้นที่ 4 ขั้นตอนดำเนินการแก้ปัญหา

<u>วิธีทำ</u>	จัด ก นั่งติดกับ ข ก่อน ได้	=	1	วิธี
	ในแต่ละวิธี ก และ ข เรียงสับเปลี่ยนได้	=	2!	วิธี
	ค นั่งติดกับ ก ไม่ได้ ดังนั้น ค นั่งได้	=	4	วิธี
	ในแต่ละวิธีจัด 4 คน ที่เหลือได้	=	4!	วิธี
	ดังนั้น จำนวนวิธีทั้งหมด	=	2! x 4 x 4!	วิธี
		=	192	วิธี

สรุปคำตอบ จะมีวิธีในการนั่งโต๊ะกลม โดยที่นาย ก นั่งติดกับนาย ข แต่ไม่นั่งติดกับนาย ข แต่ไม่นั่งติดนาย ค ได้ทั้งหมด 192 วิธี

ขั้นที่ 5 ขั้นประเมินผลการแก้ปัญหา

1. พิจารณาว่าคำตอบที่ได้ตรงกับสิ่งที่โจทย์ถามหรือไม่
2. พิจารณาคำตอบว่ามีความถูกต้องหรือไม่
3. พิจารณาว่ามีวิธีการอื่นที่สามารถแก้ปัญหานี้ได้หรือไม่
4. พิจารณาว่าถ้าพบโจทย์ปัญหาในลักษณะที่คล้ายคลึงกับปัญหานี้ จะสามารถแก้ปัญหานี้ได้หรือไม่
5. พิจารณาว่าถ้าพบปัญหาลักษณะเช่นนี้ แต่ไม่สามารถแก้ปัญหานี้ได้ นักเรียนควรทำอย่างไร
6. ให้นักเรียนสร้างโจทย์ปัญหาที่มีลักษณะคล้ายคลึงกับโจทย์ปัญหานี้

ปัญหาที่ 4 ในการประชุมตัวแทนนักเรียนชั้นหนึ่ง ซึ่งมี 4 ห้อง โดยมีตัวแทนห้องละ 3 คน 2 ห้อง และมีตัวแทนห้องละ 2 คน 2 ห้อง จำนวนวิธีที่จัดให้ผู้เข้าประชุมนั่งรอบโต๊ะกลม โดยผู้ที่อยู่ห้องเดียวกันนั่งติดกัน เท่ากับเท่าใด

ขั้นที่ 1 ขั้นทำความเข้าใจปัญหา

สิ่งที่โจทย์กำหนดให้ คือ ในการประชุมตัวแทนนักเรียนชั้นหนึ่ง ซึ่งมี 4 ห้อง โดยมีตัวแทนห้องละ 3 คน 2 ห้อง และมีตัวแทนห้องละ 2 คน 2 ห้อง

สิ่งที่โจทย์ต้องการให้หา คือ จำนวนวิธีที่จัดให้ผู้เข้าประชุมนั่งรอบโต๊ะกลม

เงื่อนไขที่โจทย์กำหนดให้ คือ ผู้ที่อยู่ห้องเดียวกันนั่งติดกัน

ขั้นที่ 2 ขั้นสร้างตัวแทนปัญหา

จากข้อมูลที่กำหนดให้ สรุปได้ดังนี้

	ห้อง ก	ห้อง ข	ห้อง ค	ห้อง ง
จำนวนตัวแทน	3 คน	3 คน	2 คน	2 คน

ขั้นที่ 3 ขั้นวางแผนการแก้ปัญหา

- พิจารณาจากเงื่อนไขที่โจทย์กำหนดว่าผู้ที่อยู่ห้องเดียวกันนั่งติดกัน เรานำคนในห้องเดียวกันมัดเป็นกลุ่มๆ ดังนั้นจะมีคนทั้งหมด 4 มัด หรือคิดเป็น 4 คน
- พิจารณาว่านำคน 4 คน มาจัดเป็นวงกลมจะทำได้ $(4 - 1)!$ วิธี
- พิจารณาว่าตัวแทนนักเรียนจากห้องเดียวกันสามารถนั่งสลับที่กันเองได้กี่วิธี $(n)!$
- เนื่องจากการทำงานต้องทำเป็นขั้นตอนต่อเนื่องกัน ดังนั้นจึงนำจำนวนวิธีที่ได้ในข้อ 2 และข้อ 3 มาดำเนินการโดยใช้กฎการคูณ

ขั้นที่ 4 ขั้นดำเนินการแก้ปัญหา

วิธีทำ เนื่องจากต้องการให้ผู้ที่อยู่ห้องเดียวกันนั่งติดกัน เรานำคนในห้องเดียวกันมัดเป็นกลุ่มๆ ดังนั้นจะมีคนทั้งหมด 4 มัด หรือคิดเป็น 4 คน

นำคนทั้ง 4 คน มาจัดเป็นวงกลม จะได้ $(4 - 1)! = 3!$ วิธี

ตัวแทนนักเรียนจากห้องเดียวกันสามารถนั่งสลับที่กันเอง จะทำได้ $3! \times 3! \times 2! \times 2!$

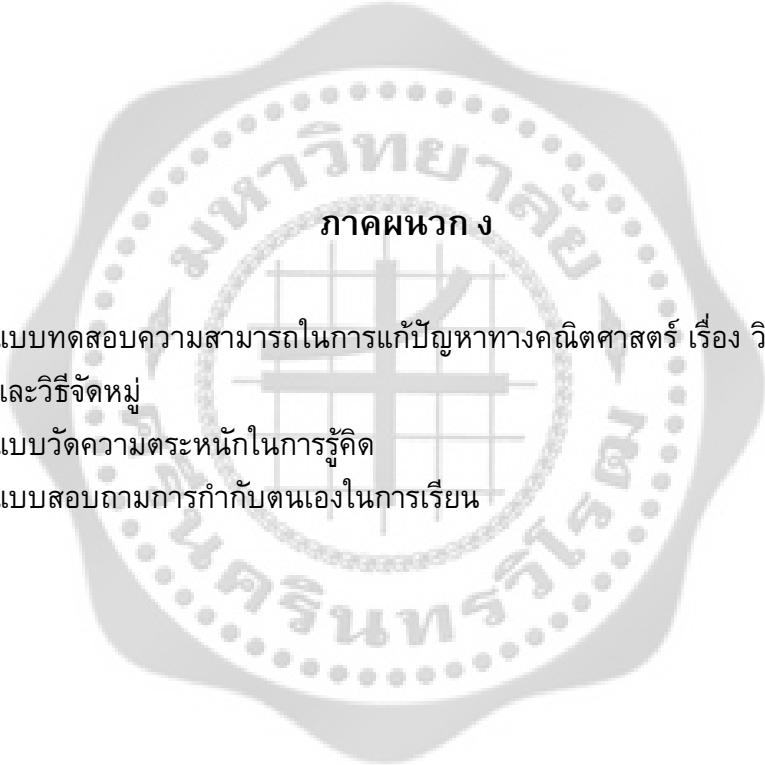
ดังนั้น จำนวนวิธีที่เกิดขึ้นได้ทั้งหมด เท่ากับ $3! \times (3! \times 3! \times 2! \times 2!)$

$$\text{เท่ากับ } 6 \times 6 \times 6 \times 2 \times 2 = 864 \text{ วิธี}$$

สรุปคำตอบ จะสามารถจัดให้ผู้เข้าประชุมนั่งรอบโต๊ะกลม โดยผู้ที่อยู่ห้องเดียวกันนั่งติดกัน ทำได้ 864 วิธี

ขั้นที่ 5 ขั้นประเมินผลการแก้ปัญหา

1. พิจารณาว่าคำตอบที่ได้ตรงกับสิ่งที่โจทย์ถามหรือไม่
2. พิจารณาคำตอบว่ามีความถูกต้องหรือไม่
3. พิจารณาว่ามีวิธีการอื่นที่สามารถแก้ปัญหานี้ได้หรือไม่
4. พิจารณาว่าถ้าพบโจทย์ปัญหาในลักษณะที่คล้ายคลึงกับปัญหานี้ จะสามารถแก้ปัญหานี้ได้หรือไม่
5. พิจารณาว่าถ้าพบปัญหาลักษณะเช่นนี้ แต่ไม่สามารถแก้ปัญหานี้ได้ นักเรียนควรทำอย่างไร
6. ให้นักเรียนสร้างโจทย์ปัญหาที่มีลักษณะคล้ายคลึงกับโจทย์ปัญหานี้



ภาคผนวก ง

- แบบทดสอบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง วิธีเรียงสับเปลี่ยน และวิธีจัดหมู่
- แบบวัดความตระหนักในการรู้คิด
- แบบสอบถามการกำกับตนเองในการเรียน

แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
โดยใช้กระบวนการคิดเชิงเมตาคอกนิชัน เรื่อง วิธีเรียงสับเปลี่ยนและวิธีจัดหมู่

ชื่อ.....ชั้น.....เลขที่.....

คำชี้แจง ให้นักเรียนแสดงวิธีคิดหาคำตอบ พร้อมทั้งอธิบายวิธีคิดตามขั้นตอน ดังนี้

ปัญหาที่ 1 หมายเลขโทรศัพท์เป็นจำนวนที่มี 7 หลัก จำนวนหมายเลขโทรศัพท์ทั้งหมด
 ที่ขึ้นต้นด้วย 427 จะมีทั้งหมดกี่หมายเลข

1. ขั้นทำความเข้าใจปัญหา

1.1 สิ่ง โจทย์กำหนดให้ คือ.....

1.2 สิ่ง โจทย์ต้องการให้หา คือ.....

1.3 เงื่อนไขที่โจทย์กำหนด คือ.....

2. ขั้นสร้างตัวแทนปัญหา

3. ขั้นวางแผนในการแก้ปัญหา

4. ขั้นตอนการแก้ปัญหา

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

5. ประเมินผลการแก้ปัญหา

5.1 นักเรียนคิดว่าคำตอบที่ได้ตรงกับสิ่งที่โจทย์ถามหรือไม่ ตรง ไม่ตรง

5.2 นักเรียนคิดว่าคำตอบของนักเรียนถูกต้องหรือไม่ และมีวิธีการในการตรวจสอบอย่างไร

.....

.....

.....

.....

.....

5.3 นักเรียนคิดว่ามีวิธีการอื่นที่สามารถแก้ปัญหานี้ได้หรือไม่ (ถ้าได้ ให้นักเรียนแสดงเหตุผล)

.....

.....

.....

.....

5.4 ถ้านักเรียนพบโจทย์ปัญหาในลักษณะที่คล้ายคลึงกับปัญหานี้ นักเรียนคิดว่าจะสามารถแก้ปัญหานั้นได้มากน้อยเพียงใด น้อย ปานกลาง มาก

5.5 ถ้านักเรียนพบโจทย์ปัญหาลักษณะเช่นนี้ แต่ไม่สามารถแก้ปัญหานั้นได้ นักเรียนจะอย่างไร

.....

.....

.....



ปัญหาที่ 2 จัดนักเรียนชาย 4 คน และนักเรียนหญิง 3 คน มานั่งเก้าอี้ 7 ตัวเรียงเป็นแถวยาว เพื่อถ่ายภาพร่วมกัน จะมีวิธีการนั่งเพื่อถ่ายภาพได้ทั้งหมดกี่วิธี เมื่อเพศเดียวกันนั่งติดกัน

1. ชั้นทำความเข้าใจปัญหา

1.1 สิ่ง โจทย์กำหนดให้ คือ.....

.....

1.2 สิ่ง โจทย์ต้องการให้หา คือ.....

.....

1.3 เงื่อนไขที่โจทย์กำหนด คือ.....

.....

2. ชั้นสร้างตัวแทนปัญหา

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

4. ขั้นตอนการแก้ปัญหา

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

5. ประเมินผลการแก้ปัญหา

5.1 นักเรียนคิดว่าคำตอบที่ได้ตรงกับสิ่งที่โจทย์ถามหรือไม่ ตรง ไม่ตรง

5.2 นักเรียนคิดว่าคำตอบของนักเรียนถูกต้องหรือไม่ และมีวิธีการในการตรวจสอบอย่างไร

.....

.....

.....

.....

.....

5.3 นักเรียนคิดว่ามีวิธีการอื่นที่สามารถแก้ปัญหานี้ได้หรือไม่ (ถ้าได้ ให้นักเรียนแสดงเหตุผล)

.....

.....

.....

.....

5.4 ถ้านักเรียนพบโจทย์ปัญหาในลักษณะที่คล้ายคลึงกับปัญหานี้ นักเรียนคิดว่าจะสามารถแก้ปัญหานั้นได้มากน้อยเพียงใด น้อย ปานกลาง มาก

5.5 ถ้านักเรียนพบโจทย์ปัญหาลักษณะเช่นนี้ แต่ไม่สามารถแก้ปัญหานั้นได้ นักเรียนจะอย่างไร

.....

.....

.....



ปัญหาที่ 3 ชุมนุมนุรักษ์สิ่งแวดล้อมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ประกอบด้วย สมาชิก 25 คน และต้องการคัดเลือกคณะกรรมการ 4 คน ประกอบด้วย ประธาน รองประธาน เลขานุการ และเหรัญญิก จากสมาชิก 25 คน จะจัดได้กี่วิธี

1. ขั้นทำความเข้าใจปัญหา

1.1 สิ่ง โจทย์กำหนดให้ คือ.....

.....

1.2 สิ่ง โจทย์ต้องการให้หา คือ.....

.....

1.3 เงื่อนไขที่โจทย์กำหนด คือ.....

.....

2. ขั้นสร้างตัวแทนปัญหา

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

4. **ชั้นดำเนินการแก้ปัญหา**

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

5. **ชั้นประเมินผลการแก้ปัญหา**

5.1 นักเรียนคิดว่าคำตอบที่ได้ตรงกับสิ่งที่โจทย์ถามหรือไม่ ตรง ไม่ตรง

5.2 นักเรียนคิดว่าคำตอบของนักเรียนถูกต้องหรือไม่ และมีวิธีการในการตรวจสอบอย่างไร

.....

.....

.....

.....

.....

5.3 นักเรียนคิดว่ามีวิธีการอื่นที่สามารถแก้ปัญหานี้ได้หรือไม่ (ถ้าได้ ให้นักเรียนแสดงเหตุผล)

.....

.....

.....

.....

5.4 ถ้านักเรียนพบโจทย์ปัญหาในลักษณะที่คล้ายคลึงกับปัญหานี้ นักเรียนคิดว่าจะสามารถแก้ปัญหานี้ได้มากน้อยเพียงใด น้อย ปานกลาง มาก

5.5 ถ้านักเรียนพบโจทย์ปัญหาลักษณะเช่นนี้ แต่ไม่สามารถแก้ปัญหานี้ได้ นักเรียนจะอย่างไร

.....

.....

.....



ปัญหาที่ 4 ตัวอักษรในคำว่า **“FINANCIALS”** จะมีวิธีเรียงสับเปลี่ยนเป็นคำต่างๆ ที่ไม่จำเป็นต้องมีความหมายได้ทั้งหมดกี่วิธี เมื่ออักษรที่ไม่ซ้ำกันอยู่ติดกัน

1. ขั้นทำความเข้าใจปัญหา

1.1 สิ่ง โจทย์กำหนดให้ คือ.....

.....

1.2 สิ่ง โจทย์ต้องการให้หา คือ.....

.....

1.3 เงื่อนไขที่โจทย์กำหนด คือ.....

.....

2. ขั้นสร้างตัวแทนปัญหา

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....



3. ขั้นวางแผนในการแก้ปัญหา

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

4. ขั้นตอนการแก้ปัญหา

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

5. ประเมินผลการแก้ปัญหา

5.1 นักเรียนคิดว่าคำตอบที่ได้ตรงกับสิ่งที่โจทย์ถามหรือไม่ ตรง ไม่ตรง

5.2 นักเรียนคิดว่าคำตอบของนักเรียนถูกต้องหรือไม่ และมีวิธีการในการตรวจสอบอย่างไร

.....

.....

.....

.....

.....

5.3 นักเรียนคิดว่ามีวิธีการอื่นที่สามารถแก้ปัญหานี้ได้หรือไม่ (ถ้าได้ ให้นักเรียนแสดงเหตุผล)

.....

.....

.....

.....

5.4 ถ้านักเรียนพบโจทย์ปัญหาในลักษณะที่คล้ายคลึงกับปัญหานี้ นักเรียนคิดว่าจะสามารถแก้ปัญหานี้ได้มากน้อยเพียงใด น้อย ปานกลาง มาก

5.5 ถ้านักเรียนพบโจทย์ปัญหาลักษณะเช่นนี้ แต่ไม่สามารถแก้ปัญหานี้ได้ นักเรียนจะทำอย่างไร

.....

.....

.....



ปัญหาที่ 5 ในการนั่งรับประทานอาหารรอบโต๊ะกลม ซึ่งมี 8 ที่นั่ง ถ้าในบรรดา 8 คนที่นั่งโต๊ะมีสามีภรรยา 1 คู่ ซึ่งสามีภรรยาคู่นี้ต้องการนั่งติดกัน จงหาจำนวนวิธีการจัดคน 8 คน นั่งโต๊ะกลมเพื่อรับประทานอาหาร

1. ชั้นทำความเข้าใจปัญหา

1.1 สิ่ง โจทย์กำหนดให้ คือ.....

.....

1.2 สิ่ง โจทย์ต้องการให้หา คือ.....

.....

1.3 เงื่อนไขที่โจทย์กำหนด คือ.....

.....

2. ชั้นสร้างตัวแทนปัญหา

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

4. **ชั้นดำเนินการแก้ปัญหา**

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

5. **ชั้นประเมินผลการแก้ปัญหา**

5.1 นักเรียนคิดว่าคำตอบที่ได้ตรงกับสิ่งที่โจทย์ถามหรือไม่ ตรง ไม่ตรง

5.2 นักเรียนคิดว่าคำตอบของนักเรียนถูกต้องหรือไม่ และมีวิธีการในการตรวจสอบอย่างไร

.....

.....

.....

.....

.....

5.3 นักเรียนคิดว่ามีวิธีการอื่นที่สามารถแก้ปัญหานี้ได้หรือไม่ (ถ้าได้ ให้นักเรียนแสดงเหตุผล)

.....

.....

.....

.....

5.4 ถ้านักเรียนพบโจทย์ปัญหาในลักษณะที่คล้ายคลึงกับปัญหานี้ นักเรียนคิดว่าจะสามารถแก้ปัญหานี้ได้มากน้อยเพียงใด น้อย ปานกลาง มาก

5.5 ถ้านักเรียนพบโจทย์ปัญหาลักษณะเช่นนี้ แต่ไม่สามารถแก้ปัญหานี้ได้ นักเรียนจะอย่างไร

.....

.....

.....



ปัญหาที่ 6 มีนักเรียนทั้งหมด 12 คน เป็นนักเรียนชาย 8 คน และนักเรียนหญิง 4 คน จงหาจำนวนวิธีในการเลือกกรรมการจำนวน 5 คน จากคนทั้งหมด 12 คน โดยกรรมการเป็นนักเรียนชาย 3 คน และนักเรียนหญิง 2 คน

1. ชั้นทำความเข้าใจปัญหา

1.1 สิ่ง โจทย์กำหนดให้ คือ.....

.....

1.2 สิ่ง โจทย์ต้องการให้หา คือ.....

.....

1.3 เงื่อนไขที่โจทย์กำหนด คือ.....

.....

2. ชั้นสร้างตัวแทนปัญหา

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

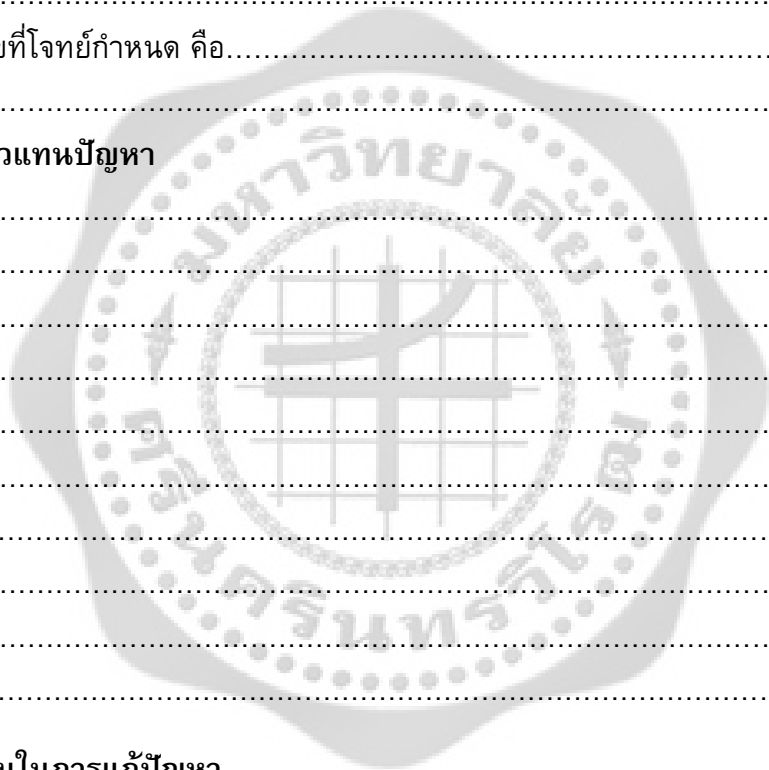
.....

.....

.....

.....

.....



3. ชั้นวางแผนในการแก้ปัญหา

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

4. ขั้นตอนการแก้ปัญหา

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

5. ประเมินผลการแก้ปัญหา

5.1 นักเรียนคิดว่าคำตอบที่ได้ตรงกับสิ่งที่โจทย์ถามหรือไม่ ตรง ไม่ตรง

5.2 นักเรียนคิดว่าคำตอบของนักเรียนถูกต้องหรือไม่ และมีวิธีการในการตรวจสอบอย่างไร

.....

.....

.....

.....

.....

5.3 นักเรียนคิดว่ามีวิธีการอื่นที่สามารถแก้ปัญหานี้ได้หรือไม่ (ถ้าได้ ให้นักเรียนแสดงเหตุผล)

.....

.....

.....

.....

5.4 ถ้านักเรียนพบโจทย์ปัญหาในลักษณะที่คล้ายคลึงกับปัญหานี้ นักเรียนคิดว่าจะสามารถแก้ปัญหามากน้อยเพียงใด น้อย ปานกลาง มาก

5.5 ถ้านักเรียนพบโจทย์ปัญหาลักษณะเช่นนี้ แต่ไม่สามารถแก้ปัญหานั้นได้ นักเรียนจะอย่างไร

.....

.....

.....



เฉลยแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
โดยใช้กระบวนการคิดเชิงเมตาคognition เรื่อง วิธีเรียงสับเปลี่ยนและการจัดหมู่

ปัญหาที่ 1 หมายเลขโทรศัพท์ประกอบไปด้วยตัวเลข 7 หลัก จำนวนหมายเลขโทรศัพท์ทั้งหมด ที่ขึ้นต้นด้วย 427 จะมีทั้งหมดกี่หมายเลข

1. ขั้นทำความเข้าใจปัญหา

สิ่งที่โจทย์กำหนดให้ คือ หมายเลขโทรศัพท์ประกอบไปด้วยตัวเลข 7 หลัก
 ซึ่งขึ้นต้นด้วย 427

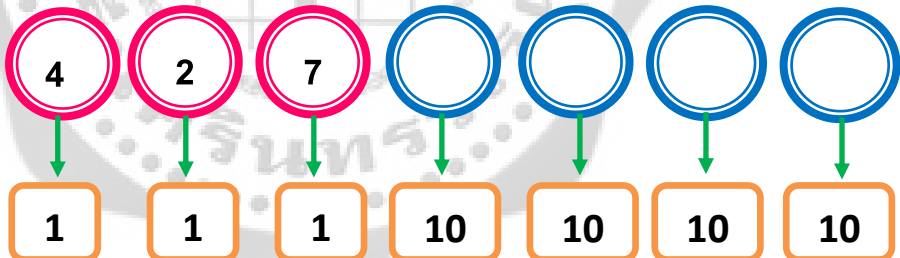
สิ่งที่โจทย์ต้องการให้หา คือ จำนวนหมายเลขโทรศัพท์ทั้งหมดที่ขึ้นต้นด้วย 427 จะมีทั้งหมดกี่หมายเลข

เงื่อนไขที่โจทย์กำหนด คือ -

2. ขั้นสร้างตัวแทนปัญหา

ตำแหน่งที่

1 2 3 4 5 6 7



3. ขั้นวางแผนในการแก้ปัญหา

1. พิจารณาว่างานที่ต้องทำนั้นมีกี่ขั้นตอน ในที่นี้ในการสร้างหมายเลขโทรศัพท์ที่ประกอบไปด้วยตัวเลข 7 หลัก ดังนั้นจึงต้องทำงานทั้งหมด 7 ขั้นตอน
2. พิจารณาว่าแต่ละขั้นตอนสามารถเลือกได้กี่วิธี (ในการสร้างหมายเลขโทรศัพท์ต้องใช้เลข 0-9)
3. พิจารณาว่าการทำงานต้องทำงานให้ครบ 7 ขั้นตอนต่อเนื่องกัน งานจึงจะเสร็จสิ้น ดังนั้นจึงดำเนินการแก้ปัญหาโดยใช้กฎเกณฑ์เบื้องต้นเกี่ยวกับการนับ (หลักการคูณ)

4. ขั้นตอนการแก้ปัญหา

การสร้างหมายเลขโทรศัพท์ประกอบไปด้วยตัวเลข 7 หลัก ซึ่งขึ้นต้นด้วย 427 ต้องมีการกระทำ 7 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 เลือกตัวเลขได้ 1 ตัว ลงในตำแหน่งที่ 1 ซึ่งทำได้ 1 วิธี

ขั้นตอนที่ 2 เลือกตัวเลขได้ 1 ตัว ลงในตำแหน่งที่ 2 ซึ่งทำได้ 1 วิธี

ขั้นตอนที่ 3 เลือกตัวเลขได้ 1 ตัว ลงในตำแหน่งที่ 3 ซึ่งทำได้ 1 วิธี

ขั้นตอนที่ 4 เลือกตัวเลขได้ 1 ตัว ลงในตำแหน่งที่ 4 ซึ่งทำได้ 10 วิธี

(เพราะมีตัวเลขให้เลือก 10 ตัว)

ขั้นตอนที่ 5 เลือกตัวเลขได้ 1 ตัว ลงในตำแหน่งที่ 5 ซึ่งทำได้ 10 วิธี

(เพราะมีตัวเลขให้เลือก 10 ตัว)

ขั้นตอนที่ 6 เลือกตัวเลขได้ 1 ตัว ลงในตำแหน่งที่ 6 ซึ่งทำได้ 10 วิธี

(เพราะมีตัวเลขให้เลือก 10 ตัว)

ขั้นตอนที่ 7 เลือกตัวเลขได้ 1 ตัว ลงในตำแหน่งที่ 7 ซึ่งทำได้ 10 วิธี

(เพราะมีตัวเลขให้เลือก 10 ตัว) จากหลักการนับเบื้องต้น งานนี้จะสำเร็จเสร็จสิ้นได้สามารถเลือกทำได้ $1 \times 1 \times 1 \times 10 \times 10 \times 10 \times 10 = 10,000$ วิธี

สรุปคำตอบ จำนวนหมายเลขโทรศัพท์ทั้งหมด ที่ขึ้นต้นด้วย 427 จะมีทั้งหมด 10,000 หมายเลข

5. ขั้นตอนประเมินผลการแก้ปัญหา

1. พิจารณาว่าคำตอบที่ได้ตรงกับสิ่งที่โจทย์ถามหรือไม่
2. พิจารณาว่าคำตอบที่มีความถูกต้องหรือไม่
3. พิจารณาว่ามีวิธีการอื่นที่สามารถแก้ปัญหานี้ได้หรือไม่
4. พิจารณาว่าถ้าพบโจทย์ปัญหาในลักษณะที่คล้ายคลึงกับปัญหานี้ จะสามารถแก้ปัญหานี้ได้หรือไม่
5. พิจารณาว่าถ้าพบปัญหาลักษณะเช่นนี้ แต่ไม่สามารถแก้ปัญหานี้ได้ นักเรียนควรทำอย่างไร



ปัญหาที่ 2 จัดนักเรียนชาย 4 คน และนักเรียนหญิง 3 คน มานั่งเก้าอี้ 7 ตัวเรียงเป็นแถวยาว เพื่อถ่ายภาพร่วมกัน จะมีวิธีการนั่งเพื่อถ่ายภาพได้ทั้งหมดกี่วิธี เมื่อเพศเดียวกันนั่งติดกัน

1. ขั้นทำความเข้าใจปัญหา

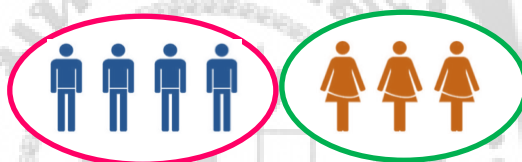
สิ่งที่โจทย์กำหนดให้ คือ จัดนักเรียนชาย 4 คน และนักเรียนหญิง 3 คน มานั่งเก้าอี้ 7 ตัวเรียงเป็นแถวยาวเพื่อถ่ายภาพร่วมกัน

สิ่งที่โจทย์ต้องการให้หา คือ จำนวนวิธีการนั่งเพื่อถ่ายภาพ

เงื่อนไขที่โจทย์กำหนด คือ เพศเดียวกันนั่งติดกัน

2. ขั้นสร้างตัวแทนปัญหา

ให้  แทนนักเรียนชาย และ  แทนนักเรียนหญิง



3. ขั้นวางแผนในการแก้ปัญหา

1. พิจารณาโจทย์ว่าคนที่นำมาเรียงสับเปลี่ยนนั้น ในการเรียงสับเปลี่ยนนั้นมีลักษณะอย่างไร จากโจทย์ข้อนี้เป็นวิธีเรียงสับเปลี่ยนในแนวตรง และพิจารณาถึงความแตกต่างกันทั้งหมดด้วย
2. พิจารณาว่าจากเงื่อนไขที่โจทย์กำหนดให้ว่าเพศเดียวกันนั่งติดกัน ดังนั้นจึงคิดว่านักเรียนชายเป็น 1 คน และนักเรียนหญิงคิดเป็น 1 คน ซึ่งจัดเรียงคน 2 คนนี้ได้ 2! วิธี
3. พิจารณาว่านักเรียนหญิง 3 คนที่นั่งติดกันสามารถสลับที่กันเองได้ 3! วิธี
4. พิจารณาว่านักเรียนชาย 4 คนที่นั่งติดกันสามารถสลับที่กันเองได้ 4! วิธี
5. พิจารณาว่าในการหาจำนวนเรียงสับเปลี่ยนนั้นจะต้องทำงานในขั้นตอนที่ 1- ขั้นตอนที่ 3 ต่อเนื่องกันการทำงานจึงจะเสร็จสิ้น ดังนั้นจึงให้หลักการคูณในการหาคำตอบวิธีเรียงสับเปลี่ยนทั้งหมด

4. ขั้นดำเนินการแก้ปัญหา

วิธีทำ จากเงื่อนไขที่โจทย์กำหนดให้ว่าเพศเดียวกันนั่งติดกัน ดังนั้นจึงคิดว่านักเรียนชายเป็น

1 คน และนักเรียนหญิงคิดเป็น 1 คน ซึ่งจัดเรียงคน 2 คนนี้ได้ 2! วิธี

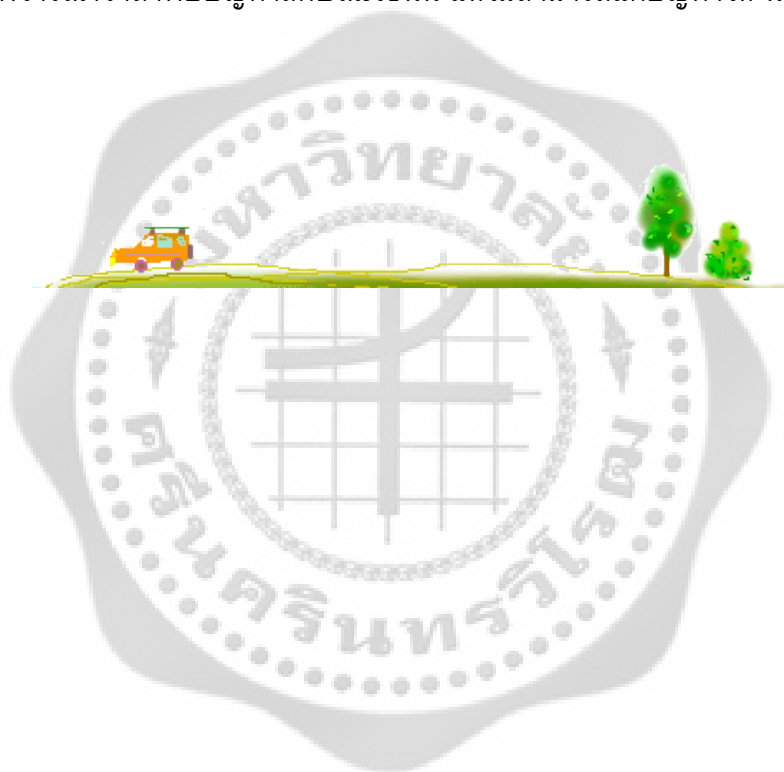
ในแต่ละวิธีนักเรียนหญิง 3 คนที่นั่งติดกันสามารถสลับที่กันเองได้ 3! วิธี

และในแต่ละวิธีนักเรียนชายก็สลับที่กันเองได้ 4! วิธี

ดังนั้น จึงได้จำนวนวิธีการนั่งทั้งหมดเท่ากับ $2! \times 3! \times 4! = 288$ วิธี
สรุปคำตอบ วิธีการนั่งเพื่อถ่ายภาพโดยที่เพศเดียวกันนั่งติดกัน จะทำได้ 288 วิธี

5. ชั้นประเมินผลการแก้ปัญหา

1. พิจารณาว่าคำตอบที่ได้ตรงกับสิ่งที่โจทย์ถามหรือไม่
2. พิจารณาคำตอบว่ามีความถูกต้องหรือไม่
3. พิจารณาว่ามีวิธีการอื่นที่สามารถแก้ปัญหานี้ได้หรือไม่
4. พิจารณาว่าถ้าพบโจทย์ปัญหาในลักษณะที่คล้ายคลึงกับปัญหานี้ จะสามารถแก้ปัญหานี้ได้หรือไม่
5. พิจารณาว่าถ้าพบปัญหาลักษณะเช่นนี้ แต่ไม่สามารถแก้ปัญหานี้ได้ นักเรียนควรทำอย่างไร



ปัญหาที่ 3 ชุมนุมอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ประกอบด้วย สมาชิก 25 คน และต้องการคัดเลือกคณะกรรมการ 4 คน ประกอบด้วย ประธาน รองประธาน เลขานุการ และเหรัญญิก จากสมาชิก 25 คน จะจัดได้กี่วิธี

1. ขั้นทำความเข้าใจปัญหา

สิ่งที่โจทย์กำหนดให้ คือ เลือกคณะกรรมการเพื่อทำหน้าที่ ประธาน รองประธาน เลขานุการ

และเหรัญญิก จำนวน จากสมาชิกทั้งหมด 25 คน

สิ่งที่โจทย์ต้องการให้หา คือ จำนวนวิธีที่จะจัดชุดคณะกรรมการ 4 คน

เงื่อนไขที่โจทย์กำหนด คือ -

2. ขั้นสร้างตัวแทนปัญหา



ประธาน



รองประธาน



เลขานุการ



เหรัญญิก

ขั้นตอนที่ 1 เลือกคนทำหน้าที่ประธาน ทำได้ 25 วิธี

ขั้นตอนที่ 2 เลือกคนที่เหลือจากขั้นตอนที่ 1 ทำหน้าที่รองประธาน ทำได้ 24 วิธี

ขั้นตอนที่ 3 เลือกคนที่เหลือจากขั้นตอนที่ 2 ทำหน้าที่เลขานุการ ทำได้ 23 วิธี

ขั้นตอนที่ 4 เลือกคนที่เหลือจากขั้นตอนที่ 3 ทำหน้าที่เลขานุการ ทำได้ 22 วิธี

3. ขั้นวางแผนในการแก้ปัญหา

วิเคราะห์แบบที่ 1

1. พิจารณาว่าในการเลือกคน 25 คน ทำหน้าที่เป็นคณะกรรมการ 4 คน ซึ่งจะสามารถทำได้กี่ขั้นตอน ในที่นี้ทำได้ 4 ขั้นตอน เพราะมี 4 ตำแหน่ง คือ ประธาน รองประธาน เลขานุการ และเหรัญญิก

2. พิจารณาว่าแต่ละตำแหน่งจะเลือกคน 25 ให้อยู่ในแต่ละตำแหน่งจะทำได้กี่วิธี

3. พิจารณาว่าการทำงานต้องทำให้ครบทั้ง 4 ขั้นตอนต่อเนื่องกัน งานจึงจะเสร็จสิ้น ดังนั้นจึงดำเนินการแก้ปัญหาโดยใช้หลักการคูณในการหาจำนวนวิธีในการจัดคนทำหน้าที่เป็นคณะกรรมการชุมนุมอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม

วิเคราะห์แบบที่ 2

1. พิจารณาว่าจากโจทย์เป็นการเรียงสับเปลี่ยนลักษณะใด ในที่นี้เป็น การเรียงสับเปลี่ยนของคน 25 คน มาจัดเรียงกัน 4 ตำแหน่ง โดยถือตำแหน่งหรือลำดับก่อนหลังเป็นสำคัญ

2. ดำเนินการแก้ปัญหาโดยใช้กฎเกี่ยวกับวิธีเรียงสับเปลี่ยนในแนวตรงของสิ่งของทั้งหมด n สิ่งที่แตกต่างกัน โดยจัดเรียงคราวละ r สิ่ง

4. ขั้นตอนการแก้ปัญหา

แบบที่ 1 ใช้กฎเกณฑ์เบื้องต้นเกี่ยวกับการนับโดยใช้หลักการคูณ

วิธีทำ ขั้นตอนที่ 1 เลือกคนทำหน้าที่ประธาน ทำได้ 25 วิธี

ขั้นตอนที่ 2 เลือกคนที่เหลือจากขั้นตอนที่ 1 ทำหน้าที่รองประธาน ทำได้ 24 วิธี

ขั้นตอนที่ 3 เลือกคนที่เหลือจากขั้นตอนที่ 2 ทำหน้าที่เลขานุการ ทำได้ 23 วิธี

ขั้นตอนที่ 4 เลือกคนที่เหลือจากขั้นตอนที่ 3 ทำหน้าที่เลขานุการ ทำได้ 22 วิธี

ดังนั้น จำนวนวิธีในการนั่งเก้าอี้ $25 \times 24 \times 23 \times 22 = 303,600$ วิธี

แบบที่ 2 ใช้กฎเกี่ยวกับวิธีเรียงสับเปลี่ยนในแนวตรงของสิ่งของทั้งหมด n สิ่งที่แตกต่างกัน โดยจัดเรียง ราวละ r สิ่ง

วิธีทำ มีวิธีจัดคน 4 คน จากคน 25 คน ให้ทำหน้าที่ ประธาน รองประธาน เลขานุการ และ เภรัญญิก

ของชุมนุมอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม ได้ดังนี้

$$\begin{aligned} \text{จะจัดได้ทั้งหมด คือ } P_{25,4} &= \frac{25!}{(25-4)!} \\ &= \frac{25 \times 24 \times 23 \times 22 \times 21!}{21!} \\ &= 25 \times 24 \times 23 \times 22 \\ &= 303,600 \quad \text{วิธี} \end{aligned}$$

สรุปคำตอบ จัดคน 4 คน จากคน 25 คน ให้ทำหน้าที่ ประธาน รองประธาน เลขานุการ และ

เภรัญญิกของชุมนุมอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม 303,600 วิธี

5. ขั้นประเมินผลการแก้ปัญหา

1. พิจารณาว่าคำตอบที่ได้ตรงกับสิ่งที่โจทย์ถามหรือไม่
2. พิจารณาคำตอบว่ามีความถูกต้องหรือไม่
3. พิจารณาว่ามีวิธีการอื่นที่สามารถแก้ปัญหานี้ได้หรือไม่
4. พิจารณาว่าถ้าพบโจทย์ปัญหาในลักษณะที่คล้ายคลึงกับปัญหานี้ จะสามารถแก้ปัญหานี้ได้หรือไม่
5. พิจารณาว่าถ้าพบปัญหาลักษณะเช่นนี้ แต่ไม่สามารถแก้ปัญหานี้ได้ นักเรียนควรทำอย่างไร

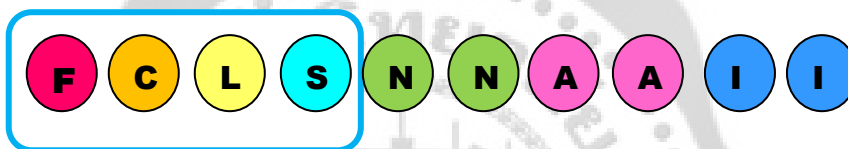
ปัญหาที่ 4 ตัวอักษรในคำว่า **“FINANCIALS”** จะมีวิธีเรียงสับเปลี่ยนเป็นคำต่างๆ ได้ทั้งหมดกี่วิธี

1. ขั้นทำความเข้าใจปัญหา

สิ่งที่โจทย์กำหนดให้ คือ นำตัวอักษรในคำว่า **“FINANCIALS”** มาเรียงสับเปลี่ยนเป็นคำต่างๆ

สิ่งที่โจทย์ต้องการให้หา คือ จำนวนวิธีเรียงสับเปลี่ยนเป็นคำต่างๆ
เงื่อนไขที่โจทย์กำหนด คือ อักษรที่ไม่ซ้ำกันอยู่ติดกัน

2. ขั้นสร้างตัวแทนปัญหา



ตัวอักษรไม่ซ้ำกันอยู่ติดกัน
มัดติดกัน คิดเป็น 1 วิธี

3. ขั้นวางแผนในการแก้ปัญหา

- พิจารณาว่าโจทย์เป็นการเรียงสับเปลี่ยนของสิ่งของลักษณะใด ในที่นี้เป็นการเรียงสับเปลี่ยนของสิ่งของที่มีบางสิ่งซ้ำกัน
- พิจารณาเงื่อนไขของโจทย์ที่กำหนดให้ พร้อมกับพิจารณาภาพให้ขั้นสร้างตัวแทนปัญหาประกอบ
- พิจารณาว่าอักษรที่ไม่ซ้ำกันอยู่ติดกัน คือ F, C, L, S จัดให้ตัวอักษรเหล่านี้มัดติดกัน คิดเป็น 1 ตัว และตัวอักษร F, C, L, S สามารถสลับที่กันเองทำได้กี่วิธี (4!)
- พิจารณาว่าตัวอักษรที่ซ้ำกันมีอะไรบ้าง และซ้ำกันอย่างไรละก็ตัว
- ดำเนินการแก้ปัญหาโดยใช้กฎของการหาจำนวนวิธีเรียงสับเปลี่ยนแบบเชิงเส้นของสิ่งของที่มีบางสิ่งซ้ำกัน $\frac{n!}{n_1!n_2!n_3!\dots n_k!}$ วิธี
- นำจำนวนวิธีที่ได้ในข้อ 3 และ ข้อ 4 มาดำเนินการโดยใช้กฎการคูณ

4. ขั้นตอนการแก้ปัญหา

วิธีทำ อักษรที่ไม่ซ้ำกัน ถือเป็นตัวเดียวกัน จึงรวม F, C, L, S เป็นตัวเดียวกัน เหลือตัวอักษรให้จัด 7 ตัว

$$\begin{aligned} \text{สร้างคำโดยการสลับที่ตัวอักษรได้ทั้งหมด} &= \frac{7!}{2!2!2!} && \text{คำ} \\ \text{ในแต่ละแบบของตัวอักษรจะสลับที่กันได้} &= 4! && \text{วิธี} \end{aligned}$$

ดังนั้น จำนวนคำที่เกิดจากการสลับที่ตัวอักษรทั้งหมด คือ $4! \times \frac{7!}{2!2!2!} = 24 \times 630 = 15,120$ วิธี
สรุปคำตอบ จะสามารถเรียงสับเปลี่ยนเป็นคำต่างๆได้ทั้งหมด 15,120 คำ

5. ขั้นตอนประเมินผลการแก้ปัญหา

1. พิจารณาว่าคำตอบที่ได้ตรงกับสิ่งที่โจทย์ถามหรือไม่
2. พิจารณาคำตอบว่ามีความถูกต้องหรือไม่
3. พิจารณาว่ามีวิธีการอื่นที่สามารถแก้ปัญหานี้ได้หรือไม่
4. พิจารณาว่าถ้าพบโจทย์ปัญหาในลักษณะที่คล้ายคลึงกับปัญหานี้ จะสามารถแก้ปัญหานี้ได้หรือไม่
5. พิจารณาว่าถ้าพบปัญหาลักษณะเช่นนี้ แต่ไม่สามารถแก้ปัญหานี้ได้ นักเรียนควรทำอย่างไร



ปัญหาที่ 5 ในการนั่งรับประทานอาหารรอบโต๊ะกลม ซึ่งมี 8 ที่นั่ง ถ้าในบรรดา 8 คนที่นั่งโต๊ะมีสามีภรรยา 1 คู่ ซึ่งสามีภรรยาคู่นี้ต้องการนั่งติดกัน จงหาวิธีการจัดคน 8 คน นั่งโต๊ะกลมเพื่อรับประทานอาหาร จะจัดได้กี่วิธี

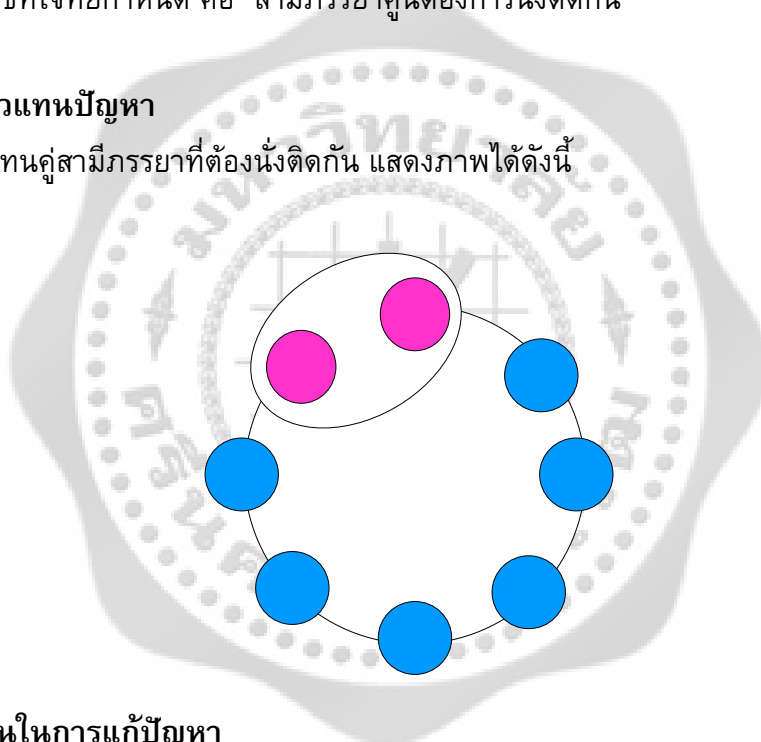
1. ขั้นทำความเข้าใจปัญหา

สิ่งที่โจทย์กำหนดให้ คือ ในการนั่งรับประทานอาหารรอบโต๊ะกลม ซึ่งมี 8 ที่นั่ง ถ้าในบรรดา 8 คนที่นั่งโต๊ะมีสามีภรรยา 1 คู่

สิ่งที่โจทย์ต้องการให้หา คือ จำนวนวิธีที่จะจัดคน 8 คน นั่งโต๊ะกลมเพื่อรับประทานอาหาร เงื่อนไขที่โจทย์กำหนด คือ สามีภรรยาคู่นี้ต้องการนั่งติดกัน

2. ขั้นสร้างตัวแทนปัญหา

ให้สีชมพูแทนคู่สามีภรรยาที่ต้องการนั่งติดกัน แสดงภาพได้ดังนี้



3. ขั้นวางแผนในการแก้ปัญหา

1. พิจารณาจากเงื่อนไขที่โจทย์กำหนดว่า สามีภรรยาคู่นี้ต้องการนั่งติดกัน ดังนั้นจึงคิดว่า 2 คนนี้นั่งติดกันคิดเป็น 1 คน จึงทำให้จะต้องจัดคนทั้งหมด 7 คน นั่งเป็นวงกลม ทำได้ $(7 - 1)!$ วิธี
2. พิจารณาว่า สามีภรรยาที่นั่งติดกัน สามารถสลับที่กันเองได้ $2!$ วิธี
3. พิจารณาว่าการทำงานจะเสร็จสิ้นต้องดำเนินการ 2 ขั้นตอน ที่กระทำต่อเนื่องกัน ดังนั้นจึงนำจำนวนวิธีที่ได้ในข้อ 2 และ ข้อ 3 มาดำเนินการโดยใช้กฎการคูณ

4. ขั้นตอนดำเนินการแก้ปัญหา

<u>วิธีทำ</u>	สามีภรรยาหนึ่งติดกันเสมอ คิดเป็น 1 คน		
	ดังนั้น ต้องจัดคนทั้งหมด 7 คน		
	จำนวนวิธีจัดคน 7 คน เป็นวงกลม	=	$(7 - 1)!$ วิธี
	ในแต่ละวิธีสามีภรรยาเรียงสับเปลี่ยนได้	=	$2!$ วิธี
	ดังนั้น จำนวนวิธีทั้งหมด	=	$(7 - 1)! \times 2!$ วิธี
		=	1,440 วิธี

สรุปคำตอบ จะมีวิธีที่สามีภรรยาหนึ่งติดกันเสมอเป็นวงกลม ได้ทั้งหมด 1,440 วิธี

5. ขั้นตอนประเมินผลการแก้ปัญหา

1. พิจารณาว่าคำตอบที่ได้ตรงกับสิ่งที่โจทย์ถามหรือไม่
2. พิจารณาคำตอบว่ามีความถูกต้องหรือไม่
3. พิจารณาว่ามีวิธีการอื่นที่สามารถแก้ปัญหานี้ได้หรือไม่
4. พิจารณาว่าถ้าพบโจทย์ปัญหาในลักษณะที่คล้ายคลึงกับปัญหานี้ จะสามารถแก้ปัญหานี้ได้หรือไม่
5. พิจารณาว่าถ้าพบปัญหาลักษณะเช่นนี้ แต่ไม่สามารถแก้ปัญหานี้ได้ นักเรียนควรทำอย่างไร



ปัญหาที่ 6 มีนักเรียนทั้งหมด 12 คน เป็นนักเรียนชาย 8 คน และนักเรียนหญิง 4 คน จงหาจำนวนวิธีในการเลือกกรรมการจำนวน 5 คน จากคนทั้งหมด 12 คน โดยกรรมการเป็นนักเรียนชาย 3 คน และนักเรียนหญิง 2 คน

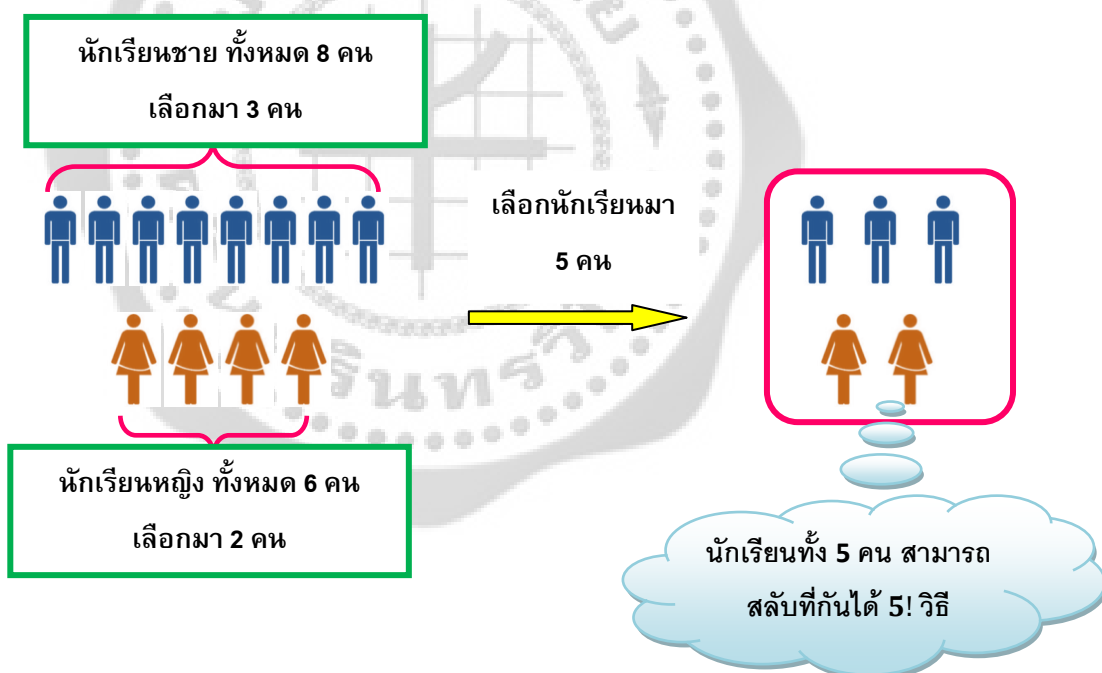
1. ขั้นทำความเข้าใจปัญหา

สิ่งที่โจทย์กำหนดให้ คือ มีนักเรียนทั้งหมด 12 คน เป็นนักเรียนชาย 8 คน และนักเรียนหญิง 4 คน

สิ่งที่โจทย์ต้องการให้หา คือ จำนวนวิธีในการเลือกกรรมการจำนวน 5 คน จากคนทั้งหมด 12 คน

เงื่อนไขที่โจทย์กำหนด คือ กรรมการเป็นนักเรียนชาย 3 คน และนักเรียนหญิง 2 คน

2. ขั้นสร้างตัวแทนปัญหา



3. ขั้นวางแผนในการแก้ปัญหา

- พิจารณาว่าในการเลือกนักเรียนหญิง 2 คน จากทั้งหมด 4 คน จะสามารถทำได้กี่วิธี ($C_{4,2}$ วิธี)
- พิจารณาพิจารณาว่าในการเลือกนักเรียนหญิง 2 คน จากทั้งหมด 4 คน จะสามารถทำได้กี่วิธี ($C_{4,2}$ วิธี)

3. ในการเลือกคณะกรรมการจำนวน 5 คน สามารถสลับที่กันได้กี่วิธี (4! วิธี)

4. ในการทำงานต้องทำให้ครบทั้ง 3 ขั้นตอน ต่อเนื่องกัน งานที่ทำจึงจะเสร็จสิ้น ดังนั้นจึงดำเนินการนำจำนวนวิธีที่ได้ในข้อ 1- ข้อ 3 มาดำเนินการโดยใช้หลักการคูณ

4. ขั้นตอนดำเนินการแก้ปัญหา

วิธีทำ คณะกรรมการที่เลือกได้ต้องเป็นชาย 3 คน และหญิง 2 คน จะสามารถเลือกได้ ดังนี้

เลือกชาย 3 คน จาก 8 คน เลือกได้ $C_{8,3}$ วิธี

ในแต่ละวิธีเลือกหญิง 2 คน จาก 4 คน เลือกได้ $C_{4,2}$ วิธี

ดังนั้น จำนวนวิธีในการเลือกคณะกรรมการโดยเป็นชาย 3 คน และหญิง 2 คน

$$\text{ทำได้ } C_{8,3} \times C_{4,2} = 336 \text{ วิธี}$$

สรุปคำตอบ จำนวนวิธีในการเลือกกรรมการจำนวน 5 คน จากคนทั้งหมด 12 คน โดย

คณะกรรมการที่เลือกได้ต้องเป็นชาย 3 คน และหญิง 2 คน จะทำได้ 336 วิธี

5. ขั้นประเมินผลการแก้ปัญหา

1. พิจารณาว่าคำตอบที่ได้ตรงกับสิ่งที่โจทย์ถามหรือไม่
2. พิจารณาคำตอบว่ามีความถูกต้องหรือไม่
3. พิจารณาว่ามีวิธีการอื่นที่สามารถแก้ปัญหานี้ได้หรือไม่
4. พิจารณาว่าถ้าพบโจทย์ปัญหาในลักษณะที่คล้ายคลึงกับปัญหานี้ จะสามารถแก้ปัญหานี้ได้หรือไม่
5. พิจารณาว่าถ้าพบปัญหาลักษณะเช่นนี้ แต่ไม่สามารถแก้ปัญหานี้ได้ นักเรียนควรทำอย่างไร



ตัวอย่างการให้คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

1. นายณเดช มีเสื้อ 5 ตัว ที่แตกต่างกันทั้งหมด เป็นสีขาว 3 ตัว สีฟ้า 2 ตัว และมีกางเกงที่แตกต่างกัน 4 ตัว เป็นสีดำ 1 ตัว และสีเทา 3 ตัว จงหาจำนวนวิธีที่นายณเดชจะแต่งตัว โดยสวมเสื้อและกางเกงที่แตกต่างกันได้ทั้งหมดกี่วิธี

1. ขั้นทำความเข้าใจปัญหา

สิ่งที่โจทย์กำหนดให้ คือ.....

สิ่งที่โจทย์ต้องการให้หา คือ.....

เงื่อนไขที่โจทย์กำหนด คือ.....

ระบุข้อมูลและเงื่อนไขของ
สถานการณ์ปัญหาได้ถูกต้อง
ครบถ้วน (3 คะแนน)

2. ขั้นสร้างตัวแทนปัญหา

.....

.....

.....

มีการสร้างตัวแทนปัญหาได้
ถูกต้อง สมบูรณ์ (3 คะแนน)

3. ขั้นวางแผนในการแก้ปัญหา

.....

.....

.....

เลือกใช้กลยุทธ์ในการแก้ปัญหา
ได้เหมาะสม (3 คะแนน)

4. ขั้นดำเนินการแก้ปัญหา

.....

.....

.....

นำวิธีการแก้ปัญหาไปใช้ได้
ถูกต้อง สมบูรณ์ (4 คะแนน)

5. ขั้นประเมินผลการแก้ปัญหา

.....

.....

.....

สรุปคำตอบได้ถูกต้อง สมบูรณ์
(4 คะแนน)

เกณฑ์การให้คะแนน (คะแนนเต็ม 15 คะแนน)

รายการประเมิน	ระดับคุณภาพ	เกณฑ์การพิจารณา
1. ความเข้าใจปัญหา	3 (ดีมาก) 2 (ดี) 1 (พอใช้) 0 (ต้องปรับปรุง)	ระบุข้อมูลและเงื่อนไขของสถานการณ์ปัญหาได้ถูกต้อง ครบถ้วน ระบุข้อมูลและเงื่อนไขของสถานการณ์ปัญหาส่วนใหญ่ถูกต้อง ระบุข้อมูลและเงื่อนไขของสถานการณ์ปัญหาบางส่วนถูกต้อง ระบุข้อมูลและเงื่อนไขของสถานการณ์ปัญหาไม่ถูกต้อง
2. การสร้างตัวแทนปัญหา	3 (ดีมาก) 2 (ดี) 1 (พอใช้) 0 (ต้องปรับปรุง)	มีการสร้างตัวแทนปัญหาได้ถูกต้อง สมบูรณ์ มีการสร้างตัวแทนปัญหาถูกต้องบางส่วน/ไม่ชัดเจน แสดงร่องรอยการสร้างตัวแทนปัญหา ไม่มีการสร้างตัวแทนปัญหา
3. วางแผนในการแก้ปัญหา	3 (ดีมาก) 2 (ดี) 1 (พอใช้) 0 (ต้องปรับปรุง)	เลือกใช้กลยุทธ์ในการแก้ปัญหาได้เหมาะสม เลือกใช้กลยุทธ์ในการแก้ปัญหาที่สามารถนำไปสู่คำตอบได้ แสดงร่องรอยการเลือกใช้หรือปรับเปลี่ยนกลยุทธ์ในการแก้ปัญหา ไม่แสดงร่องรอยการเลือกใช้กลยุทธ์ในการแก้ปัญหา
4. ดำเนินการแก้ปัญหา	3 (ดีมาก) 2 (ดี) 1 (พอใช้) 0 (ต้องปรับปรุง)	นำวิธีการแก้ปัญหาไปใช้ได้ถูกต้อง สมบูรณ์ นำวิธีการแก้ปัญหาไปใช้ได้ถูกต้องส่วนใหญ่ นำวิธีการแก้ปัญหาไปใช้ได้ถูกต้องบางส่วน นำวิธีการแก้ปัญหาไปใช้ไม่ได้ไม่ถูกต้อง
5. การประเมินผล การแก้ปัญหา	3 (ดีมาก) 2 (ดี) 1 (พอใช้) 0 (ต้องปรับปรุง)	มีการประเมินผลการแก้ปัญหาได้ถูกต้อง สมบูรณ์ มีการประเมินผลการแก้ปัญหาถูกต้องส่วนใหญ่ มีการประเมินผลการแก้ปัญหาถูกต้องบางส่วน ไม่มีการประเมินผลการแก้ปัญหา

แบบวัดความตระหนักในการรู้คิด

คำชี้แจง ขอให้นักเรียนอ่านข้อความในแต่ละข้อ และทำเครื่องหมาย / ในช่องที่ตรงกับระดับการปฏิบัติของนักเรียนมากที่สุด โดยระดับการปฏิบัติแบ่งเป็น 4 ระดับ ดังนี้

ปฏิบัติเป็นประจำ หมายถึง นักเรียนได้ปฏิบัติตามข้อความนั้นเป็นประจำทุกครั้ง

ปฏิบัติบ่อยครั้ง หมายถึง นักเรียนได้ปฏิบัติตามข้อความนั้นบ่อยๆ ครั้ง หรือเกือบทุกครั้ง

ปฏิบัติบางครั้ง หมายถึง นักเรียนได้ปฏิบัติตามข้อความนั้นน้อยครั้ง หรือนานๆ ครั้ง

ไม่เคยปฏิบัติเลย หมายถึง นักเรียนไม่เคยปฏิบัติตามข้อความนั้นเลย

ข้อ ที่	ข้อความ	ระดับของการปฏิบัติ			
		ปฏิบัติเป็นประจำ	ปฏิบัติบ่อยครั้ง	ปฏิบัติบางครั้ง	ไม่เคยปฏิบัติเลย
1	ฉันพยายามทำความเข้าใจปัญหาโดยการอ่านหลายๆ ครั้ง				
2	ฉันทราบถึงสิ่งที่โจทย์กำหนดให้				
3	ฉันทราบว่าโจทย์ถามอะไร				
4	ฉันขีดเส้นใต้ข้อมูลที่สำคัญที่โจทย์กำหนดมาให้				
5	ฉันทราบความหมายของคำและสัญลักษณ์ต่างๆ ที่โจทย์กำหนดให้				
6	ฉันแบ่งปัญหานั้นออกเป็นปัญหาย่อยๆ ในกรณีที่ปัญหามีความสลับซับซ้อน				
7	ฉันพิจารณาข้อมูลที่โจทย์กำหนดมาให้ว่ามีข้อมูลที่จำเป็นต้องใช้ในการแก้ปัญหานั้นบ้าง				
8	ฉันมักเขียนสัญลักษณ์ต่างๆ แทนข้อความในโจทย์				
9	ฉันมักเขียนสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ออกมาโดยการเขียนแผนผัง ตาราง แผนภาพ				
10	เมื่อโจทย์ปัญหานั้นมีความสลับซับซ้อนฉันจะจัดระบบข้อมูลใหม่เพื่อให้เข้าใจง่ายขึ้น				
11	ฉันพิจารณาถึงความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลที่โจทย์กำหนดให้กับสิ่งที่โจทย์ต้องการให้หา				
12	ฉันพยายามนึกถึงปัญหาที่มีลักษณะคล้ายคลึงกับที่ฉันเคยแก้มาก่อน				

ข้อ ที่	ข้อความ	ระดับของการปฏิบัติ			
		ปฏิบัติเป็นประจำ	ปฏิบัติบ่อยครั้ง	ปฏิบัติบางครั้ง	ไม่เคยปฏิบัติเลย
13	ฉันพยายามทบทวนความรู้เดิมที่สามารถนำมาใช้ในการแก้ปัญหา				
14	ฉันพิจารณาว่ามีกฎหรือทฤษฎีที่เกี่ยวข้องใดบ้างที่สามารถนำมาใช้ในการแก้ปัญหาในข้อนั้นได้				
15	ฉันพิจารณาก่อนว่าปัญหานั้นควรใช้วิธีการใดในการแก้ปัญหา				
16	ฉันกำหนดลำดับขั้นตอนของวิธีการแก้ปัญหาไว้อย่างคร่าวๆ				
17	ฉันพิจารณาลำดับขั้นตอนไว้ก่อนว่า ควรทำอะไรก่อนหลังในการหาคำตอบ				
18	ฉันลงมือแก้ปัญหาด้วยตนเองตามขั้นตอนที่ได้วางแผนไว้				
19	ฉันอธิบายเหตุผลประกอบในแต่ละขั้นตอนของการแก้ปัญหา				
20	เมื่อฉันไม่สามารถดำเนินการแก้ปัญหาได้ฉันจะย้อนกลับไปอ่านทบทวนว่าสิ่งที่โจทย์กำหนดให้และสิ่งที่โจทย์ให้หาคืออะไร				
21	เมื่อไม่สามารถดำเนินการตามแผนที่วางไว้ ฉันจะเปลี่ยนแนวคิดเพื่อวางแผนแก้ปัญหาใหม่				
22	ฉันพยายามแก้โจทย์ปัญหาให้เสร็จตามเวลาที่กำหนด				
23	เมื่อไม่สามารถแก้ปัญหาได้ฉันจะขอความช่วยเหลือจากผู้รู้ความเข้าใจ				
24	เมื่อแก้ปัญหาเสร็จฉันจะพิจารณาคำตอบที่ได้ว่าตรงกับสิ่งที่โจทย์ต้องการหรือไม่				
25	ฉันตรวจสอบคำตอบอีกครั้ง เพื่อยืนยันว่าคำตอบที่ได้นั้นถูกต้อง				
26	ฉันพยายามคิดหาวิธีอื่นๆ ที่สามารถนำมาใช้ในการแก้ปัญหาในข้อนั้นๆ เพื่อตรวจสอบคำตอบที่ได้				
27	เมื่อแก้ปัญหาคณิตศาสตร์เสร็จแล้ว ฉันจะถามตนเองว่ามีวิธีการแก้ปัญหาด้วยวิธีการอื่นอีกหรือไม่				
28	ฉันทบทวนการแก้ปัญหาของตนเองไปที่ละขั้นตอนเพื่อค้นหาจุดบกพร่องและจะทำความเข้าใจเพื่อแก้ไขให้ถูกต้อง				
29	ฉันประเมินดูว่าโจทย์ข้อนั้นมีความยาก-ง่ายระดับใด				
30	ฉันประเมินว่าถ้าพบโจทย์ลักษณะคล้ายกับที่เคยแก้ปัญหาแล้วจะสามารถแก้ปัญหาได้หรือไม่				

แบบวัดการกำกับตนเองในการเรียน

คำชี้แจง ขอให้นักเรียนอ่านข้อความในแต่ละข้อ และทำเครื่องหมาย / ในช่องที่ตรงกับระดับการปฏิบัติของนักเรียนมากที่สุด โดยระดับการปฏิบัติแบ่งเป็น 4 ระดับ ดังนี้

- ปฏิบัติเป็นประจำ หมายถึง นักเรียนได้ปฏิบัติตามข้อความนั้นเป็นประจำทุกครั้ง
 ปฏิบัติบ่อยครั้ง หมายถึง นักเรียนได้ปฏิบัติตามข้อความนั้นบ่อยๆ ครั้งหรือเกือบทุกครั้ง
 ปฏิบัติบางครั้ง หมายถึง นักเรียนได้ปฏิบัติตามข้อความนั้นน้อยครั้ง หรือนานๆ ครั้ง
 ไม่เคยปฏิบัติเลย หมายถึง นักเรียนไม่เคยปฏิบัติตามข้อความนั้นเลย

ข้อ ที่	ข้อความ	ระดับของการปฏิบัติ			
		ปฏิบัติเป็นประจำ	ปฏิบัติบ่อยครั้ง	ปฏิบัติบางครั้ง	ไม่เคยปฏิบัติเลย
1	ฉันตรวจสอบคำตอบของการแก้ปัญหา เพื่อให้แน่ใจว่าถูกต้องครบถ้วน				
2	ฉันสร้างโจทย์ปัญหาที่คล้ายคลึงกับที่เคยเรียนผ่านมาแล้ว เพื่อฝึกแก้ปัญหา				
3	ฉันพยายามแก้โจทย์ปัญหาในเวลาที่กำหนดให้				
4	ฉันพยายามที่จะแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ให้สำเร็จด้วยตัวเอง				
5	ฉันตั้งความหวังว่าจะเรียนคณิตศาสตร์ให้ได้เกรดที่ดีขึ้น				
6	ฉันตั้งคำถามกับตนเองเพื่อตรวจสอบความเข้าใจในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์				
7	ฉันจดบันทึกสิ่งสำคัญของเรื่องที่เรียนไว้เพื่อทบทวน				
8	ฉันจะจดรายการสิ่งที่ไม่เข้าใจในแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ไว้เพื่อศึกษาหรือค้นคว้าต่อไป				
9	ในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ ฉันจะเขียนร่างแสดงลำดับการคิดก่อนที่จะเขียนจริงลงไป				
10	ในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ ฉันจะวางแผนในการแก้ปัญหา				
11	ก่อนทำการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ฉันจะแบ่งข้อความจากโจทย์ออกเป็นส่วนๆ เช่น ส่วนที่โจทย์ต้องการให้หา กับส่วนที่โจทย์กำหนดให้				

ข้อ ที่	ข้อความ	ระดับของการปฏิบัติ			
		ปฏิบัติเป็นประจำ	ปฏิบัติบ่อยครั้ง	ปฏิบัติบางครั้ง	ไม่เคยปฏิบัติเลย
12	ฉันพยายามทำความเข้าใจโจทย์ โดยการเขียนออกมาแบบสรุป เพื่อให้เข้าใจง่ายขึ้น				
13	ฉันจะใช้สัญลักษณ์ หรือสร้างภาพแทนสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ เพื่อให้เข้าใจได้ง่ายขึ้น				
14	ฉันพยายามทำแบบฝึกหัดที่ครูมอบหมายด้วยตัวเอง				
15	ฉันพยายามทำแบบฝึกหัดเพิ่มเติมนอกเหนือจากที่ครูให้เป็นการบ้าน				
16	ฉันทำการบ้านการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์เสร็จฉันจึงจะไปเล่น				
17	ฉันเรียนคณิตศาสตร์ได้เกรดที่ดีขึ้น ฉันจะให้รางวัลกับตัวเอง				
18	ฉันจะตำหนิตนเองที่แก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ผิดพลาด				
19	ฉันจะไม่ไปเล่นกับเพื่อน ถ้าฉันไม่สามารถแก้โจทย์ปัญหาได้				
20	ถ้าฉันทำแบบฝึกหัดที่ครูมอบหมายให้ไม่ได้ ฉันจะกลับไปทบทวนในสมุดที่จดบันทึกไว้				
21	ในการเรียนคณิตศาสตร์ ฉันค้นคว้าหาข้อมูลเพิ่มเติมจากแหล่งอื่นๆ เช่น อินเทอร์เน็ต หนังสือคู่มือ เป็นต้น				
22	ฉันเลือกบรรยากาศที่เงียบสงบในการทำความเข้าใจโจทย์ปัญหาและแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์				
23	ฉันจะทบทวนการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ในส่วนที่สำคัญทุกครั้ง หลังจากจบบทเรียน หรือก่อนสอบคณิตศาสตร์				
24	ถ้าฉันแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ผิดฉันจะรู้สึกเฉยๆ เพราะรอให้ครูหรือเพื่อนเฉลยแล้วค่อยส่งใหม่				
25	เวลาครูสอนการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ ฉันจะฟังโดยไม่จด เพราะว่ามีในหนังสือเรียนอยู่แล้ว				



ภาคผนวก จ

รายชื่อผู้เชี่ยวชาญในการแนะนำ ตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

รายชื่อผู้เชี่ยวชาญในการแนะนำ ตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ผู้เชี่ยวชาญด้านแผนการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่เน้นกระบวนการคิดเชิงเมตาคอกนิชัน เรื่อง วิธีเรียงสับเปลี่ยนและวิธีจัดหมู่ แบบทดสอบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ แบบวัดความตระหนักในการรู้คิด และแบบสอบถามการกำกับตนเองในการเรียน

1. อาจารย์ทรงวิทย์ สุวรรณชาติ

ครูเชี่ยวชาญ โรงเรียนวัดราชบพิธ เขตพระนคร กรุงเทพมหานคร

2. อาจารย์ ดร. จรรยา ภูอุดม

ครูชำนาญการพิเศษ โรงเรียนดอนเมืองจาตุรจินดา เขตดอนเมือง กรุงเทพมหานคร

3. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ชวลิต สูงใหญ่

โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร (ฝ่ายมัธยม) กรุงเทพมหานคร





ประวัติย่อผู้วิจัย

ประวัติย่อผู้วิจัย

ชื่อ ชื่อสกุล นางสาวจันทร์ขจร มะลิจันทร์
 วันเดือนปีเกิด 1 มีนาคม 2525
 สถานที่เกิด อำเภอบึงสามพัน จังหวัดเพชรบูรณ์
 สถานที่อยู่ปัจจุบัน 2 หมู่ 9 ตำบลบึงสามพัน อำเภอบึงสามพัน
 จังหวัดเพชรบูรณ์ 67160
 ตำแหน่งหน้าที่การงานปัจจุบัน ครู คศ. 1
 สถานที่ทำงานปัจจุบัน โรงเรียนบึงสามพันวิทยาคม ตำบลซับสมอทอด
 อำเภอบึงสามพัน จังหวัดเพชรบูรณ์

ประวัติการศึกษา

พ.ศ. 2543 มัธยมศึกษาตอนปลาย
 จากโรงเรียนบึงสามพันวิทยาคม อำเภอบึงสามพัน
 จังหวัดเพชรบูรณ์
 พ.ศ. 2547 วิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาคณิตศาสตร์
 จากมหาวิทยาลัยรามคำแหง
 พ.ศ. 2548 ประกาศนียบัตรบัณฑิตวิชาชีพครู
 จากมหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์
 พ.ศ. 2554 การศึกษามหาบัณฑิต (กศ.ม.)
 สาขาวิชาการมัธยมศึกษา (การสอนคณิตศาสตร์)
 จากมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ