



การศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และความยึดมั่นผูกพันในการเรียนของ
นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยการสอนแนะให้รู้คิดร่วมกับการให้ข้อมูล
ย้อนกลับเพื่อส่งเสริมการเรียนรู้

THE STUDY OF MATHEMATICAL PROBLEM SOLVING ABILITY AND STUDENT
ENGAGEMENT OF ELEVENTH GRADE STUDENTS THROUGH LEARNING MANAGEMENT BY
USING CO-CONSTRUCTIVISM GUIDED INSTRUCTION AND PROVIDING FEEDBACK TO STUDENTS

วิมลพันธ์ ทรายทอง

บัณฑิตวิทยาลัยมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

2561

การศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และความยืดหยุ่นผูกพันในการ
เรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยการสอนแนะให้รู้คิด
ร่วมกับการให้ข้อมูลย้อนกลับเพื่อส่งเสริมการเรียนรู้



ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
การศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาการทางการศึกษาและการจัดการเรียนรู้
คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
ปีการศึกษา 2561
ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

THE STUDY OF MATHEMATICAL PROBLEM SOLVING ABILITY AND STUDENT
ENGAGEMENT OF ELEVENTH GRADE STUDENTS THROUGH LEARNING
MANAGEMENT BY USING COGNITIVELY GUIDED INSTRUCTION AND PROVIDING
FEEDBACK TO ENHANCE LEARNING



A Thesis Submitted in partial Fulfillment of Requirements
for MASTER OF EDUCATION (Educational Science & Learning Management)

Faculty of Education Srinakharinwirot University

2018

Copyright of Srinakharinwirot University

ปริญญานิพนธ์

เรื่อง

การศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และความยึดมั่นผูกพันในการเรียนของนักเรียนชั้น
มัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยการสอนแนะให้รู้คิดร่วมกับการให้ข้อมูลย้อนกลับเพื่อส่งเสริม
การเรียนรู้

ของ

วิมลพันธ์ ทรายทอง

ได้รับอนุมัติจากบัณฑิตวิทยาลัยให้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาการทางการศึกษาและการจัดการเรียนรู้
ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ นายแพทย์ฉัตรชัย เอกปัญญาสกุล)

คณะกรรมการสอบปากเปล่าปริญญานิพนธ์

..... ที่ปรึกษาหลัก

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชมนาด เชื้อสุวรรณทวี)

..... ประธาน

(รองศาสตราจารย์ ดร.สมชาย ชูชาติ)

..... กรรมการ

(อาจารย์ ดร.สุณิสา สุมิรัตน์)

ชื่อเรื่อง	การศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และความยืดหยุ่นผู้พันในการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยการสอนแนะให้รู้คิดร่วมกับการให้ข้อมูลย้อนกลับเพื่อส่งเสริมการเรียนรู้
ผู้วิจัย	วิมลพันธ์ ทรายทอง
ปริญญา	การศึกษามหาบัณฑิต
ปีการศึกษา	2561
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ชมนาด เชื้อสุวรรณทวี

การวิจัยครั้งนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อ 1) เปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และความยืดหยุ่นผู้พันในการเรียนของนักเรียนก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยการสอนแนะให้รู้คิดร่วมกับการให้ข้อมูลย้อนกลับเพื่อส่งเสริมการเรียนรู้ 2) เปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และความยืดหยุ่นผู้พันในการเรียนหลังเรียนของนักเรียนระหว่างกลุ่มที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยการสอนแนะให้รู้คิดร่วมกับการให้ข้อมูลย้อนกลับเพื่อส่งเสริมการเรียนรู้กับกลุ่มที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 สายการเรียนศิลป์ภาษา ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2561 โรงเรียนจอมสุรางค์อุปถัมภ์ จังหวัดพระนครศรีอยุธยา จำนวน 2 ห้องเรียน เป็นกลุ่มทดลอง 1 ห้องเรียน จำนวนนักเรียน 41 คน และกลุ่มควบคุม 1 ห้องเรียน จำนวนนักเรียน 42 คน ซึ่งได้มาจากการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling) โดยใช้ห้องเรียนเป็นหน่วยการสุ่ม เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยคือ 1) แผนการจัดการเรียนรู้โดยการสอนแนะให้รู้คิดร่วมกับการให้ข้อมูลย้อนกลับเพื่อส่งเสริมการเรียนรู้ จำนวน 7 แผนการจัดการเรียนรู้ 2) แผนการจัดการเรียนรู้แบบปกติ จำนวน 7 แผนการจัดการเรียนรู้ 3) แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ จำนวน 10 ข้อ มีค่าดัชนีความสอดคล้องในช่วง 0.67 – 1.00 มีค่าความยากง่ายในช่วง 0.36 – 0.73 ค่าอำนาจจำแนกในช่วง 0.21 – 0.31 และค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.85 4) แบบวัดความยืดหยุ่นผู้พันในการเรียนของนักเรียน จำนวน 20 ข้อ มีค่าดัชนีความสอดคล้องในช่วง 0.67 – 1.00 มีค่าความเชื่อมั่น 0.88 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล คือ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการวิเคราะห์ความแปรปรวนพหุคูณแบบทางเดียว โดยใช้สถิติ Hotelling T² ผลการวิจัยพบว่า 1) นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยการสอนแนะให้รู้คิดร่วมกับการให้ข้อมูลย้อนกลับเพื่อส่งเสริมการเรียนรู้มีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และความยืดหยุ่นผู้พันในการเรียนหลังการทดลองสูงกว่าก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 2) นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยการสอนแนะให้รู้คิดร่วมกับการให้ข้อมูลย้อนกลับเพื่อส่งเสริมการเรียนรู้มีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และความยืดหยุ่นผู้พันในการเรียนหลังการทดลองสูงกว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

คำสำคัญ : การสอนแนะให้รู้คิด, การให้ข้อมูลย้อนกลับเพื่อส่งเสริมการเรียนรู้, ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์, ความยืดหยุ่นผู้พันในการเรียนของนักเรียน

Title	THE STUDY OF MATHEMATICAL PROBLEM SOLVING ABILITY AND STUDENT ENGAGEMENT OF ELEVENTH GRADE STUDENTS THROUGH LEARNING MANAGEMENT BY USING COGNITIVELY GUIDED INSTRUCTION AND PROVIDING FEEDBACK TO ENHANCE LEARNING
Author	WIMONPHAN SAITHONG
Degree	MASTER OF EDUCATION
Academic Year	2018
Thesis Advisor	Assistant Professor Chommanad Cheausuwantavee , Ph.D.

The objectives of this research were as follows: (1) to compare the mathematical problem-solving abilities and student engagement among eleventh grade students between the pretest and the posttest as a result of learning management by using cognitively guided instruction and providing feedback to enhance learning, (2) to compare the mathematical problem-solving abilities and student engagement of eleventh grade students between the two groups that were or were not manipulated by using cognitively guided instruction and providing feedback to enhance learning. The sample were in this study consisted of two classrooms of grade eleven students at Chomsurang Upatham school. The participants chosen by Cluster Random Sampling and the experimental group and one control group were chosen by Simple Random Sampling. The following instruments were used in this research; 1) lesson plans using cognitively guided instruction and providing feedback to enhance learning and accounting for seven plans; 2) lesson plans using traditional methods accounting for seven plans; 3) the test for mathematical problem-solving abilities which include ten items with the difficulty index of $p=0.36-0.73$, a discrimination index of $r=0.21-0.31$, and reliability of $KR-20=0.85$; 4) the rating scale questionnaires of student engagement contained twenty items, with reliability of $KR-20=0.88$. The data were analyzed using the mean, standard deviation and One-Way MANOVA. The research findings were as follows: (1) the use of cognitively guided instruction and providing feedback to enhance learning ability and the posttest score was higher than pretest score at a statistically significant level of .05; (2) the student group instructed with cognitively guided instruction and providing feedback to enhance learning ability had a higher level of competency for solving mathematical problems as well as level of student engagement than the student group instructed by traditional learning method at a statistically significant level of .05

Keyword : Cognitively Guided Instruction, Feedback to Enhance Learning, Mathematical Problem-Solving Abilities, Student Engagement

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จได้เป็นอย่างดี ด้วยความอนุเคราะห์จากผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชมนาด เชื้อสุวรรณทวี อาจารย์ที่ปรึกษาปริญญานิพนธ์ ที่ได้สละเวลาอันมีค่าในการตรวจสอบ ให้คำแนะนำ แก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ และติดตามความก้าวหน้าของการวิจัยอย่างใกล้ชิด ตลอดจนรองศาสตราจารย์ ดร.สมชาย ชูชาติ ประธานกรรมการสอบปากเปล่าปริญญานิพนธ์ อาจารย์ ดร.สุณิสา สุมิรัตนะ กรรมการสอบเค้าโครงและกรรมการสอบปากเปล่าปริญญานิพนธ์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นพดล กองศิลป์ ประธานกรรมการสอบเค้าโครงปริญญานิพนธ์ และอาจารย์ ดร.รุ่งทิพา แยมรุ่ง กรรมการสอบเค้าโครงปริญญานิพนธ์ ที่ให้ความอนุเคราะห์ในการตรวจงานวิจัยอย่างละเอียด ให้ข้อแนะนำ ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม เพื่อให้ปริญญานิพนธ์มีความสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น รวมถึงผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อรอุมา เจริญสุข กรรมการสอบเค้าโครงปริญญานิพนธ์ ซึ่งอาจารย์ยังได้กรุณาให้คำปรึกษาในการใช้สถิติขั้นสูงในการดำเนินการวิจัย ผู้วิจัยกราบขอบพระคุณเป็นอย่างยิ่ง

ขอขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.จิณดิษฐ์ ละออปักชิน ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.จกกล ทำสวน ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปิยวรรณ วิเศษสุวรรณภูมิ อาจารย์ ดร.ชนิศา ตันติเฉลิม อาจารย์ ดร.รับขวัญ ภูษาแก้ว อาจารย์ ดร.ขวัญ เพี้ยซ้าย อาจารย์ ดร.สุจินันท์ บุญพัฒนาภรณ์ อาจารย์สุรารัตน์ สมรรถการ อาจารย์วรเนตร พิชิตเกริกพล และอาจารย์วิจิตรา ป้อมนาค ผู้เชี่ยวชาญที่ได้กรุณาเสียสละเวลาอันมีค่าในการตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย และได้กรุณาให้ข้อเสนอแนะในการปรับปรุงเครื่องมือให้มีคุณภาพยิ่งขึ้น รวมทั้งบุคคลที่ผู้วิจัยอ้างอิงทางวิชาการตามที่ปรากฏในบรรณานุกรม

ขอขอบพระคุณคณะผู้บริหารและคณะครูกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โรงเรียนจอมสุรางค์อุปถัมภ์ทุกท่าน ที่ให้ความอนุเคราะห์ ความสะดวกในการเก็บรวบรวมข้อมูลในการวิจัย ให้การสนับสนุนและเป็นกำลังใจ ขอขอบใจนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ให้ความร่วมมือในการทดลองเครื่องมือและเก็บข้อมูลในกระบวนการวิจัย กราบขอบพระคุณแม่สุชิน-พ่อถาวร ทรายทอง ที่คอยเป็นกำลังใจในการทำวิจัยและสนับสนุนกำลังใจทรัพย์มาตลอด ขอขอบคุณเพื่อนๆ พี่ๆ นิสิตสาขาวิชาวิทยาการทางการศึกษาและการจัดการเรียนรู้ (คณิตศาสตร์) ทุกคนที่ให้คำปรึกษาและให้กำลังใจกับผู้วิจัยมาโดยตลอด

คุณค่าและประโยชน์ใด ๆ อันพึงบังเกิดขึ้นจากปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ ผู้วิจัยขอมอบเป็นเครื่องบูชาพระคุณบิดา มารดา ครูอาจารย์ ตลอดจนผู้มีพระคุณทุกท่าน ที่ให้การอบรมสั่งสอน ประสิทธิ์ประสาทความรู้แก่ผู้วิจัย

วิมลพันธ์ ทรายทอง

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	จ
กิตติกรรมประกาศ	ฉ
สารบัญ.....	ช
สารบัญตาราง	ฎ
สารบัญภาพ.....	ฑ
บทที่ 1 บทนำ.....	15
ภูมิหลัง.....	15
ความมุ่งหมายของการวิจัย	20
ความสำคัญของการวิจัย	20
ขอบเขตการวิจัย	20
ประชากรที่ใช้ในการวิจัย	20
กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย	20
ตัวแปรที่ศึกษา	21
เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย	21
ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย	21
นิยามศัพท์เฉพาะ	22
กรอบแนวคิดการวิจัย.....	25
สมมติฐานในการวิจัย.....	26
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	27

1. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบการสอนแนะให้รู้คิด (Cognitively Guided Instruction: CGI)	28
1.1 การออกแบบการจัดการเรียนรู้ และหลักการสอนคณิตศาสตร์	28
1.2 ความหมายของการรู้คิด	32
1.3 ทฤษฎีการเรียนรู้ที่เกี่ยวข้องกับการสอนแนะให้รู้คิด	33
1.4 ลักษณะและหลักการของการสอนแนะให้รู้คิด	42
1.5 รูปแบบของการสอนแนะให้รู้คิด	43
1.6 ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ในชั้นเรียนโดยการสอนแนะให้รู้คิด	45
1.7 บทบาทของครูในชั้นเรียนการสอนแนะให้รู้คิด	46
1.8 การประเมินในชั้นเรียนการสอนแนะให้รู้คิด	47
1.9 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสอนแนะให้รู้คิด	49
2. การให้ข้อมูลย้อนกลับเพื่อส่งเสริมการเรียนรู้	50
2.1 ความหมายของการให้ข้อมูลย้อนกลับเพื่อส่งเสริมการเรียนรู้	50
2.2 ลักษณะของการให้ข้อมูลย้อนกลับเพื่อส่งเสริมการเรียนรู้	52
2.3 หลักการให้ข้อมูลย้อนกลับเพื่อส่งเสริมการเรียนรู้	72
2.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการให้ข้อมูลย้อนกลับที่ส่งเสริมการเรียนรู้	73
3. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์	75
3.1 ความหมายของปัญหาทางคณิตศาสตร์	75
3.2 ความหมายของการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์	79
3.3 ลักษณะของความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์	81
3.4 ประเภทของปัญหาทางคณิตศาสตร์	85
3.5 กระบวนการในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์	89
3.6 กลยุทธ์ที่ใช้ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์	99

3.7 แนวทางการส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์.....	107
3.8 การวัดและประเมินผลความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์.....	109
3.9 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์.....	118
4. ความยึดมั่นผูกพันในการเรียนของนักเรียน.....	119
4.1 ความหมายของความผูกพันในการเรียนของนักเรียน (Student Engagement)	119
4.2 ปัจจัยที่ทำให้เกิดความยึดมั่นผูกพันในการเรียนของนักเรียน	121
4.3 องค์ประกอบของความยึดมั่นผูกพันในการเรียน	122
4.4 วิธีการสร้างความยึดมั่นผูกพันในการเรียนของนักเรียน.....	123
4.5 การวัดประเมินความยึดมั่นผูกพันในการเรียน	125
4.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความยึดมั่นผูกพันในการเรียน	125
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย.....	129
การกำหนดประชากรและการสุ่มกลุ่มตัวอย่าง	129
ประชากรที่ใช้ในการวิจัย	129
กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย	129
เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย	129
ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย	130
การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	130
ขั้นตอนการสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	130
การเก็บรวบรวมข้อมูล	139
การจัดกระทำและวิเคราะห์ข้อมูล	141
บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	143
สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล	143
การวิเคราะห์ข้อมูล	143

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	144
ส่วนที่ 1 ข้อมูลพื้นฐาน	144
ส่วนที่ 2 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อทดสอบสมมติฐาน	146
บทที่ 5 สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ	152
ความมุ่งหมายของการวิจัย	152
สมมติฐานของการวิจัย	152
วิธีดำเนินการวิจัย	153
กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย	153
ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย	153
เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย	153
ตัวแปรที่ศึกษา	153
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	153
การวิเคราะห์ข้อมูล	154
สรุปผลการวิจัย	155
การอภิปรายผล	155
ข้อเสนอแนะ	160
ข้อเสนอแนะทั่วไป	160
ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยครั้งต่อไป	161
บรรณานุกรม	162
ประวัติผู้เขียน	163
ภาคผนวก	171
ภาคผนวก ก รายนามผู้เชี่ยวชาญ	172
ภาคผนวก ข เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	174

ภาคผนวก ค ผลการหาคุณภาพเครื่องมือ	227
ภาคผนวก ง ผลการเก็บข้อมูล	254
ภาคผนวก จ ตัวอย่างแบบบันทึกการให้ข้อมูลย้อนกลับรายบุคคล	259



สารบัญตาราง

หน้า

ตาราง 1 แสดงการเปรียบเทียบระหว่างการสอนรูปแบบเดิมและการสอนแนะให้รู้คิด	48
ตาราง 2 ตัวอย่างการใช้คำถามเพื่อกระตุ้นการเรียนรู้.....	57
ตาราง 3 แสดงการให้ข้อมูลย้อนกลับด้วยการพูดแบบใหม่	62
ตาราง 4 แสดงจุดเน้นการให้ข้อมูลย้อนกลับเพื่อส่งเสริมการเรียนรู้.....	69
ตาราง 5 ตัวอย่างเกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์	114
ตาราง 6 แสดงตัวอย่างเกณฑ์การประเมินผลแบบเกณฑ์ย่อยของการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ...	116
ตาราง 7 เปรียบเทียบการจัดการเรียนรู้โดยการสอนแนะให้รู้คิดร่วมกับการให้ข้อมูลย้อนกลับ กับ การจัดการเรียนรู้แบบปกติ.....	133
ตาราง 8 เกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์.....	136
ตาราง 9 แสดงโครงสร้างขององค์ประกอบแบบวัดความยึดมั่นผูกพันในการเรียนของนักเรียน	138
ตาราง 10 แบบแผนการทดลอง	140
ตาราง 11 ข้อมูลพื้นฐานของคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์.....	144
ตาราง 12 ข้อมูลพื้นฐานของคะแนนความยึดมั่นผูกพันในการเรียนของนักเรียน.....	145
ตาราง 13 ผลการเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และความยึดมั่นผูกพัน ในการเรียนของนักเรียนก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยการสอนแนะให้รู้คิดร่วมกับการให้ ข้อมูลย้อนกลับเพื่อส่งเสริมการเรียนรู้.....	146
ตาราง 14 ผลการเปรียบเทียบรายตัวแปรตามระหว่าง ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และความยึดมั่นผูกพันในการเรียนของนักเรียน	148
ตาราง 15 ข้อมูลเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และความยึดมั่นผูกพันใน การเรียนของนักเรียนระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม.....	150
ตาราง 16 ผลการวิเคราะห์แยกตามตัวแปรความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และความ ยึดมั่นผูกพันในการเรียนของนักเรียน	151

ตาราง 17 ผลการประเมินแผนการจัดการเรียนรู้โดยการสอนแนะให้รู้คิดร่วมกับการให้ข้อมูลย้อนกลับเพื่อส่งเสริมการเรียนรู้ เรื่อง สถิติ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5.....	228
ตาราง 18 ผลการประเมินแผนการจัดการเรียนรู้แบบปกติ เรื่อง สถิติ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5	238
ตาราง 19 ผลการประเมินค่าดัชนีสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์การเรียนรู้ ของแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์	247
ตาราง 20 ผลการประเมินค่าความยากง่าย ค่าอำนาจจำแนก และค่าความเชื่อมั่นของแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์	249
ตาราง 21 ผลการประเมินค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับนิยามของแบบวัดความยึดมั่นผูกพันในการเรียนของนักเรียน.....	250
ตาราง 22 ผลการประเมินค่าความเชื่อมั่นของแบบวัดความยึดมั่นผูกพันในการเรียนของนักเรียน.....	252
ตาราง 23 คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง สถิติ ของนักเรียนสายการเรียนศิลป์ภาษา ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยการสอนแนะให้รู้คิดร่วมกับการให้ข้อมูลย้อนกลับเพื่อส่งเสริมการเรียนรู้ (คะแนนเต็ม 25 คะแนน).....	255
ตาราง 24 คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง สถิติ ของนักเรียนสายการเรียนศิลป์ภาษา ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ	256
ตาราง 25 ค่าเฉลี่ยของความยึดมั่นผูกพันในการเรียนของนักเรียน ก่อนและหลังเรียน ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยการสอนแนะให้รู้คิดร่วมกับการให้ข้อมูลย้อนกลับเพื่อส่งเสริมการเรียนรู้ (กลุ่มทดลอง)และนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ (กลุ่มควบคุม).....	257

สารบัญภาพ

	หน้า
ภาพประกอบ 1 แสดงการเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยวิชาคณิตศาสตร์.....	16
ภาพประกอบ 2 กรอบแนวคิดในการวิจัย	26
ภาพประกอบ 3 ประเด็นที่ครูควรตระหนักในการออกแบบการจัดการเรียนรู้	29
ภาพประกอบ 4 แสดงรูปแบบระบบการจัดการเรียนรู้.....	30
ภาพประกอบ 5 ลำดับขั้นประเภทการเรียนรู้ของกานเย.....	41
ภาพประกอบ 6 รูปแบบการสอนแนะให้รู้คิด	44
ภาพประกอบ 7 แสดงรูปแบบการให้ข้อมูลย้อนกลับเพื่อส่งเสริมการเรียนรู้.....	53
ภาพประกอบ 8 แสดงผลของการให้ข้อมูลเพื่อกระตุ้นการเรียนรู้อย่างมีประสิทธิภาพ	56
ภาพประกอบ 9 แสดงความสัมพันธ์ของการให้ข้อมูลย้อนกลับเพื่อส่งเสริมการเรียนรู้.....	66
ภาพประกอบ 10 แสดงขั้นตอนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ข้อมูลย้อนกลับ.....	71
ภาพประกอบ 11 แสดงกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์.....	91
ภาพประกอบ 12 แสดงกระบวนการแก้ปัญหา DAPIC	92
ภาพประกอบ 13 แสดงกระบวนการแก้ปัญหาพลวัติ.....	93
ภาพประกอบ 14 แสดงขั้นตอนการสร้างเครื่องมือวัดผลประเมินผลคณิตศาสตร์	113
ภาพประกอบ 15 แสดงแบบบันทึกผลการประเมินแบบเกณฑ์รวมของการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์	115
ภาพประกอบ 16 แสดงแบบบันทึกการประเมินแบบเกณฑ์ย่อย	117
ภาพประกอบ 17 แสดงรูปแบบแผนภาพเวนน์ของความยึดมั่นผูกพันในการเรียนของนักเรียน	121
ภาพประกอบ 18 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบแรงจูงใจและการเรียนเชิงรุก	122
ภาพประกอบ 19 แสดงอิทธิพลของแรงจูงใจและโครงสร้างทางปัญญาของการแก้ปัญหา	126

บทที่ 1

บทนำ

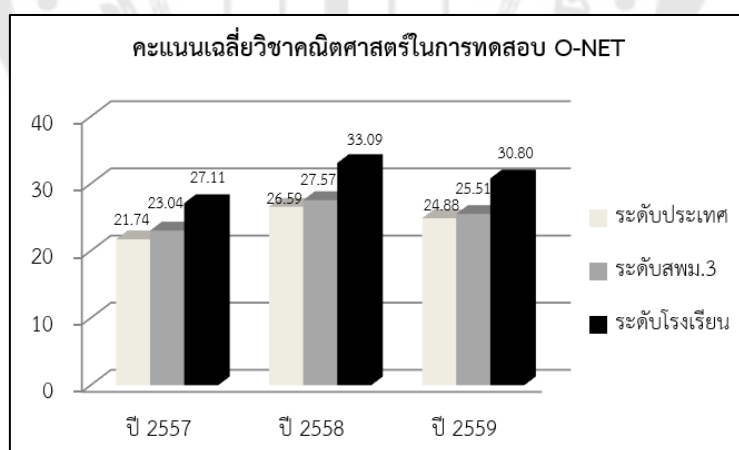
ภูมิหลัง

สังคมปัจจุบันเป็นสังคมยุคโลกาภิวัตน์ โลกมีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วในทุกด้าน การเปลี่ยนแปลงของนักเรียนและการปรับตัวในการสอนของครูที่ไม่เท่าทันกับการเปลี่ยนแปลง ทำให้เกิดช่องว่างระหว่างความรู้และทักษะที่นักเรียนเรียนรู้ในโรงเรียนกับความรู้และทักษะที่นักเรียนจำเป็นต้องเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 การจัดการศึกษาต้องจัดให้สอดคล้องกับสภาพสังคม ให้ทันกับสถานการณ์โลกที่เต็มไปด้วยความรู้และข้อมูลที่เพิ่มขึ้น เพราะการศึกษาเป็นหัวใจสำคัญของการพัฒนาทรัพยากรมนุษย์ (ถนอมพร เลาหจรัสแสง, 2558, น. 6) เป้าหมายของแผนการศึกษาแห่งชาติระบุความสำคัญของการศึกษาไว้ว่า ระบบการศึกษาที่มีคุณภาพและประสิทธิภาพ สามารถเป็นกลไกในการพัฒนาศักยภาพ และขีดความสามารถของทุนมนุษย์ (Productivity) ที่ตอบสนองความต้องการของตลาดแรงงานและการพัฒนาประเทศ เพื่อให้ประเทศสามารถก้าวข้ามกับดักของประเทศที่มีรายได้ปานกลางไปสู่ประเทศที่พัฒนาแล้วอย่างยั่งยืน ภายใต้พลวัตของโลกศตวรรษที่ 21 (สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา, 2560, น. 7) ซึ่งการพัฒนามนุษย์ให้เป็นพลวัตของโลกศตวรรษที่ 21 ได้นั้นมีเครื่องมือที่สำคัญในการพัฒนาคือการศึกษา เนื่องจากการศึกษาเป็นเครื่องมือในการพัฒนาทรัพยากรมนุษย์ที่พัฒนามนุษย์ให้มีความเป็นพลเมืองมีทักษะ มีความรู้ความสามารถ และมีสมรรถนะในการปฏิบัติงานที่ตอบสนองความต้องการของตลาดแรงงาน และการพัฒนาประเทศ รวมถึงดำรงชีวิตในสังคมอย่างมีความสุข อีกทั้งสามารถปรับตัวและดำรงชีวิตในสังคมได้อย่างรู้เท่าทัน การเปลี่ยนแปลงของเศรษฐกิจและสังคมพหุวัฒนธรรมที่เป็นพลวัตในโลกศตวรรษที่ 21 ด้วยปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง (สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา, 2560, น. 7) ดังนั้น การจัดการศึกษาจึงควรเป็นไปตามพระราชบัญญัติทางการศึกษาแห่งชาติ พุทธศักราช 2542 หมวด 4 แนวการจัดการศึกษา ในมาตราที่ 22 ที่กล่าวว่า การจัดการศึกษาต้องยึดหลักว่านักเรียนทุกคนมีความสามารถเรียนรู้และพัฒนาตนเองได้ และถือว่านักเรียนมีความสำคัญที่สุด กระบวนการจัดการศึกษาต้องส่งเสริมให้นักเรียนสามารถพัฒนาตนเองได้ตามธรรมชาติและเต็มศักยภาพ (วิสิทธิ์ โรจน์พจนรัตน์, 2542, น. 12)

การจัดการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์ถือว่ามีความสำคัญยิ่งในการพัฒนาทรัพยากรมนุษย์ให้สอดคล้องกับโลกในศตวรรษที่ 21 เนื่องจากวิชาคณิตศาสตร์เป็นวิชาที่เน้นการฝึกการคิดแก้ปัญหา การคิดอย่างเป็นกระบวนการ การมีเหตุผล ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ เป็นวิชาที่ครูสามารถ

กำหนดสถานการณ์ปัญหาที่เกิดขึ้นให้สอดคล้องกับปัญหาที่พบในชีวิตประจำวันได้ (วิภู มูลวงศ์, 2559, น. 1700) ดังจะเห็นได้จากความสำคัญของวิชาคณิตศาสตร์ที่หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ระบุไว้ว่า คณิตศาสตร์มีบทบาทสำคัญยิ่งต่อการพัฒนาความคิดมนุษย์ ทำให้มนุษย์มีความคิดสร้างสรรค์ คิดอย่างมีเหตุผล เป็นระบบ มีแบบแผน สามารถวิเคราะห์ปัญหาหรือสถานการณ์ได้อย่างถี่ถ้วน รอบคอบ ช่วยให้คาดการณ์ วางแผน ตัดสินใจ แก้ปัญหา และนำไปใช้ในชีวิตประจำวันได้อย่างถูกต้อง เหมาะสม นอกจากนี้คณิตศาสตร์ยังเป็นเครื่องมือในการศึกษาทางด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและศาสตร์อื่น ๆ วิชาคณิตศาสตร์จึงมีประโยชน์ต่อการดำเนินชีวิต ช่วยพัฒนาคุณภาพชีวิตให้ดีขึ้นและสามารถอยู่ร่วมกับผู้อื่นได้อย่างมีความสุข (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน, 2553, น. 47)

จากข้างต้นจะเห็นได้ว่าวิชาคณิตศาสตร์มีบทบาทที่สำคัญต่อการพัฒนาทรัพยากรมนุษย์ แต่ในปัจจุบันพบว่านักเรียนยังไม่ประสบความสำเร็จในการเรียนคณิตศาสตร์ ซึ่งสะท้อนจากผลการทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติขั้นพื้นฐาน หรือ O-NET (Ordinary National Education Testing) ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ตั้งแต่ปีการศึกษา 2557 – 2559 คะแนนเฉลี่ยวิชาคณิตศาสตร์ของระดับประเทศ ระดับพื้นที่การศึกษาสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 3 และระดับโรงเรียนจอมสุรางค์อุปถัมภ์ แสดงดังภาพประกอบ 1



ภาพประกอบ 1 แสดงการเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยวิชาคณิตศาสตร์

ที่มา : สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 3. (2560). ผลการทดสอบระดับชาติขั้นพื้นฐาน (O-NET) ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6. www.secondary3.go.th/main

จากภาพประกอบ 1 พบว่าคะแนนเฉลี่ยวิชาคณิตศาสตร์ของการสอบ O-NET ตั้งแต่ปีการศึกษา 2557 ถึง 2559 คะแนนเฉลี่ยระดับโรงเรียนสูงกว่าระดับเขตพื้นที่การศึกษา และระดับประเทศตามลำดับ แม้ว่าโรงเรียนจอมสุรางค์อุปถัมภ์จะมีคะแนนเฉลี่ยที่สูงกว่าระดับเขตพื้นที่การศึกษาและระดับประเทศ แต่คะแนนเฉลี่ยยังคงต่ำกว่าร้อยละ 50 ซึ่งผลจากการทดสอบระดับชาติขั้นพื้นฐาน หรือ O-NET สอดคล้องกับผลการประเมินจากโครงการประเมินผลนักเรียนร่วมกับนานาชาติ (Programme for International Student Assessment หรือ PISA) โดยโครงการ PISA มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินคุณภาพระบบการศึกษาของประเทศสมาชิกและประเทศร่วมโครงการ ซึ่งผลการประเมินของประเทศไทย พบว่าคะแนนมีแนวโน้มลดลงเรื่อย ๆ อย่างต่อเนื่อง จากปี 2000 จนถึง 2015 เมื่อพิจารณากรอบการประเมิน PISA ในด้านของคณิตศาสตร์จะพบว่า การประเมิน PISA ไม่ได้ประเมินเพียงความรู้ในเนื้อหาของวิชาเท่านั้น แต่เน้นการประเมินการแก้ปัญหา และกระบวนการทางคณิตศาสตร์ หรือการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์ (Mathematising) ที่เป็นกระบวนการที่นักเรียนนำมาใช้ในความพยายามที่จะแก้ปัญหานั้น ถือว่าเป็นสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ (Mathematical Competencies) ซึ่งสมรรถนะต่าง ๆ จะสะท้อนให้เห็นถึงวิธีที่นักเรียนใช้กระบวนการทางคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหา คือ การคิดและการให้เหตุผล (Thinking and Reasoning) การสร้างข้อโต้แย้ง (Argumentation) การสื่อสาร (Communication) การสร้างตัวแบบ (Modeling) การตั้งและการแก้ปัญหา (Problem posing and solving) การแสดงเครื่องหมายแทน (Representation) การใช้สัญลักษณ์ ภาษา และการดำเนินการ (Using symbolic, language and operation) และใช้ตัวช่วยและเครื่องมือ (Using aids and tools) โดยจุดที่เน้นมากที่สุดคือ การนำความรู้ทางคณิตศาสตร์มาประยุกต์ใช้ในชีวิตจริง ซึ่งมีใช้ความหมายเพียงการนำความรู้คณิตศาสตร์มาใช้เล็ก ๆ น้อย ๆ แต่ยังหมายรวมถึงการใช้คณิตศาสตร์สองทางคือ เมื่อรู้ว่ามีคณิตศาสตร์และนำไปใช้ได้ยังไม่พอ แต่ต้องรู้จักโลกของความจริง สามารถนำปัญหาจริง ๆ ที่พบในโลกมาคิดในเชิงคณิตศาสตร์ สามารถแก้ปัญหาในเชิงของคณิตศาสตร์ โดยใช้ความรู้คณิตศาสตร์และแปลงการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ไปตอบปัญหาในโลกของความเป็นจริงอีกต่อหนึ่ง (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2558, น. 1-6)

จากการวิเคราะห์จุดเน้นของการประเมิน PISA ซึ่งพบว่าเน้นการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ทำให้ผู้วิจัยวิเคราะห์ปัญหาของนักเรียนได้ว่า นักเรียนขาดทักษะความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ซึ่งองค์ประกอบที่ส่งผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนมีหลายองค์ประกอบคือ 1. ตัวนักเรียนเอง 2. ประสบการณ์ในการแก้ปัญหา 3. สถานการณ์ปัญหา 4. กิจกรรมการสอนของครู และ 5. เจตคติของนักเรียนที่มีต่อวิชาคณิตศาสตร์ (ปิยะนาล เหมวิเศษ, 2551, น. 16) ซึ่งผู้วิจัยตระหนักว่าองค์ประกอบที่ส่งผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนนั้น แบ่งออกเป็น 2 องค์ประกอบที่สำคัญ คือ 1) ในด้าน

การจัดการเรียนการสอน (Teaching) และ 2) ในด้านตัวนักเรียนเอง (Student) ทั้งนี้แม้ว่าการประเมินผล PISA จะประเมินจากนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น แต่ผลการประเมิน ผู้วิจัยนำมาอ้างอิงกับกลุ่มประชากรในงานวิจัยที่เป็นระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย เนื่องจากผู้วิจัยมีฐานแนวคิดว่าปัญหาที่ยังไม่ได้รับการแก้ไขก็ยังคงเป็นปัญหาสืบเนื่องมาถึงปัจจุบันได้ ทั้งนี้เพื่อที่จะพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน ในองค์ประกอบของด้านการจัดการเรียนการสอน ครูต้องเลือกวิธีการจัดการเรียนการสอนให้สอดคล้องต่อการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหา ดังที่ซิมานาต เชื้อสุวรรณทวี และคณะ (2561, น. 28) กล่าวว่า กระบวนสอนที่ส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียน ประกอบด้วย 4 ขั้น ได้แก่ ขั้นที่ 1 เตรียมความพร้อมและสร้างแรงจูงใจ ขั้นที่ 2 เรียนรู้กระบวนการแก้ปัญหา ขั้นที่ 3 การฝึกแก้ปัญหา และขั้นที่ 4 อภิปรายและสะท้อนผลการเรียนรู้ โดยวิธีการสอนที่สอดคล้องคือ การสอนแนะให้รู้คิด (Cognitively Guided Instruction: CGI) ซึ่งเป็นแนวการสอนที่อยู่บนพื้นฐานว่าองค์ความรู้ของครูเป็นองค์ความรู้ที่มาจากการทำความเข้าใจในการคิดเชิงคณิตศาสตร์ของนักเรียน โดยเป็นการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเกี่ยวกับองค์ความรู้และทักษะในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ (Thomas P. Carpenter, 1996, pp. 1-14) หน้าที่ของครูคือการทำงานย้อนกลับจากการหาข้อผิดพลาด (Error) ของนักเรียนเพื่อตรวจสอบมโนทัศน์ (Concept) ของนักเรียน แล้วจากมโนทัศน์ของนักเรียนนั้นครูจัดการเรียนการสอนต่อ โดยช่วยให้นักเรียนสร้างองค์ความรู้ที่ถูกต้องบนฐานขององค์ความรู้เดิม (Thomas P. Carpenter, 1996, pp. 1-14) ซึ่งขั้นตอนการจัดการเรียนการสอนแนะให้รู้คิด (CGI) มี 4 ขั้นตอน คือ 1. ครูนำเสนอปัญหา/สถานการณ์ปัญหา 2.ครูเป็นผู้ช่วยแนะให้นักเรียนมีความเข้าใจในปัญหาและเปิดโอกาสให้นักเรียนแก้ปัญหา 3.นักเรียนรายงานคำตอบและวิธีการแก้ปัญหา และ 4. ครูและนักเรียนช่วยกันอภิปรายคำตอบและวิธีการที่ใช้ โดยครูมีหน้าที่ตั้งคำถามเพื่อให้เกิดการอภิปรายในห้องเรียน (Carpenter et al, 1999, อ้างถึงใน เวชฤทธิ์ อังกะนัฏขจร, 2552-2553, ตุลาคม-มกราคม, น. 4-5) นอกจากนี้ยังมีงานวิจัยที่สนับสนุนว่าการสอนแนะให้รู้คิดสามารถพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้ดีกว่าการสอนแบบปกติ (ปวันรัตน์ วัฒนะ, 2559, น. 84-85)

องค์ประกอบที่สองที่ส่งผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ คือด้านตัวนักเรียน มีงานวิจัยที่ศึกษาเกี่ยวกับลักษณะความตั้งใจเรียน ความทุ่มเท ความเอาใจใส่ ความรู้สึกและพฤติกรรมของนักเรียนที่มีต่อการเรียนในทางบวก ซึ่งเรียกลักษณะพฤติกรรมเหล่านี้ว่า ความยึดมั่นผูกพันในการเรียนของนักเรียน (Student Engagement) ซึ่งหากนักเรียนมีความยึดมั่นผูกพันในการเรียนจะส่งผลให้ผลการเรียนของนักเรียนดีขึ้น (ทิพย์อาภา กลั่นคำหอม, 2557, น. 265) และสอดคล้องกับงานวิจัยของชลธิชา ใจพนัส (2556, น. 300) ที่พบว่าแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์มีผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

เนื่องจากแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์เป็นความปรารถนา ความคาดหวังในการประสบความสำเร็จ ดังนั้น หากนักเรียนมีความปรารถนา กระตือรือร้น พยายามที่จะทำให้ประสบความสำเร็จในการเรียน คณิตศาสตร์แล้ว ความคาดหวังนั้น ๆ จะเป็นแรงกระตุ้นผลักดันให้นักเรียนมีความตั้งใจ มีมานะ อดทน ในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์กระบวนการอย่างหนึ่งที่สามารถทำให้เกิดความยึดมั่น ผูกพันในการเรียนของนักเรียนได้คือการให้ข้อมูลย้อนกลับเพื่อส่งเสริมการเรียนรู้ (วิจารณ์ พานิช, 2556, น. 85) การให้ข้อมูลย้อนกลับเพื่อส่งเสริมการเรียนรู้ เป็นข้อมูลที่ให้แก่ นักเรียนที่บรรยายถึง พฤติกรรมหรือความสามารถในการเรียนหรือการทำงานของนักเรียนโดยมีเจตนาที่ต้องการพัฒนา พฤติกรรมหรือความสามารถของนักเรียน (เชิดศักดิ์ ไอรมณีรัตน์, 2552, น. 1) การให้ข้อมูลย้อนกลับ เพื่อส่งเสริมการเรียนรู้มี 3 ลักษณะคือ 1) การให้ข้อมูลกระตุ้นการเรียนรู้ (Feed up) เป็นการให้ ข้อมูลเพื่อเสริมสร้างแรงจูงใจภายใน 2) การให้ข้อมูลย้อนกลับ (Feedback) เป็นการให้ข้อมูลเพื่อ ตอบสนองพฤติกรรมของนักเรียน และ 3) การให้ข้อมูลเพื่อการเรียนรู้ต่อยอด (Feed forward) เป็น การให้ข้อมูลเพื่อให้นักเรียนสามารถกลับไปเรียนรู้ได้ด้วยตนเอง (Hattie & Timperley, 2007, p. 86; โชติมา หนูพริก, 2558-2559, พฤศจิกายน - มีนาคม, น. 18; วิชัย วงษ์ใหญ่, 2557, น. 179)

จากข้อมูลดังกล่าวข้างต้นองค์ประกอบที่ส่งผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหา ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนนั้นแบ่งเป็น 2 องค์ประกอบ คือ ด้านการสอนซึ่งวิธีการสอนแนะให้รู้คิด เป็นวิธีการสอนสอดคล้องกับการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหานักเรียน และ ด้านตัวนักเรียนเองที่ครูผู้สอนควรสร้างแรงจูงใจกระตุ้นเพื่อให้นักเรียนเกิดความยึดมั่นผูกพัน ในการเรียน ซึ่งความยึดมั่นผูกพันในการเรียนของนักเรียนสามารถพัฒนาได้จากการให้ข้อมูลย้อนกลับ เพื่อส่งเสริมการเรียนรู้ ทั้งนี้งานวิจัยของ เอสเซอร์เยลและคณะ ระบุไว้ว่า ความยึดมั่นผูกพันใน การเรียนของนักเรียนมีความสัมพันธ์ทางบวกกับความสามารถในการแก้ปัญหาดีกด้วย (Eseryel, Law, Ifenthaler, Ge, & Miller, 2014, pp. 42-53) นั่นคือ วิธีการจัดการเรียนรู้โดยการสอน แนะให้รู้คิดนำมาประยุกต์ใช้ร่วมกับการให้ข้อมูลย้อนกลับเพื่อส่งเสริมการเรียนรู้ จะเป็นวิธีการสอน เพื่อแก้ปัญหาคาราคาความความสามารถในการแก้ปัญหานักเรียนได้ดีกว่าการสอนแนะให้รู้คิดเพียง อย่างเดียว ผู้วิจัยสำรวจจะแนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปี ที่ 5 โรงเรียนจอมสุรางค์อุปถัมภ์การศึกษา 2561 กลางภาคเรียนที่ 1 พบว่าคะแนนเฉลี่ยของ นักเรียนสายการเรียนศิลป์ภาษาค่อนข้างต่ำ ซึ่งข้อสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เน้นการแก้ปัญหาด้านทางคณิตศาสตร์ จึงเห็นได้ว่านักเรียนมีปัญหาด้านการแก้ปัญหาด้านทางคณิตศาสตร์ ดังนั้นกลุ่มนักเรียนสายการเรียนศิลป์ภาษาจึงเป็นกลุ่มที่ผู้วิจัยต้องการพัฒนา

จากเหตุผลดังกล่าวจึงทำให้ผู้วิจัยสนใจที่จะศึกษาผลการจัดการเรียนรู้โดยการสอนแนะให้รู้ คิดร่วมกับการให้ข้อมูลย้อนกลับเพื่อส่งเสริมการเรียนรู้ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ของนักเรียนสายการ เรียนศิลป์ภาษา เพื่อเป็นแนวทางในการจัดการเรียนรู้ที่เอื้อต่อการพัฒนาความสามารถใน

การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนสายการเรียนศิลป์ภาษา อีกทั้งยังเป็นการศึกษากระบวนการคิด กระบวนการแก้ปัญหาของนักเรียนสายการเรียนศิลป์ภาษา เพื่อให้ครูผู้สอนเข้าใจกระบวนการคิดของนักเรียนเหล่านี้มากยิ่งขึ้น

ความมุ่งหมายของการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ตั้งความมุ่งหมายไว้ดังนี้

1. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และความยึดมั่นผูกพันในการเรียนของนักเรียนก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยการสอนแนะให้รู้คิดร่วมกับการให้ข้อมูลย้อนกลับเพื่อส่งเสริมการเรียนรู้
2. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และความยึดมั่นผูกพันในการเรียนของนักเรียนหลังเรียนระหว่างกลุ่มที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยการสอนแนะให้รู้คิดร่วมกับการให้ข้อมูลย้อนกลับเพื่อส่งเสริมการเรียนรู้และกลุ่มที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ

ความสำคัญของการวิจัย

จากการศึกษาค้นคว้าในครั้งนี้ ทำให้ทราบผลของการจัดการเรียนรู้โดยการจัดการเรียนรู้โดยการสอนแนะให้รู้คิดร่วมกับการให้ข้อมูลย้อนกลับเพื่อส่งเสริมการเรียนรู้ ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และความยึดมั่นผูกพันในการเรียนของนักเรียน และเป็นแนวทางในการจัดการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ อีกทั้งยังเป็นการศึกษากระบวนการคิดแก้ปัญหาของนักเรียนสายการเรียนศิลป์ภาษา เพื่อให้ครูผู้สอนเข้าใจกระบวนการคิดของนักเรียนเหล่านี้มากยิ่งขึ้น

ขอบเขตการวิจัย

ประชากรที่ใช้ในการวิจัย

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยในครั้งนี้ เป็นนักเรียนสายการเรียนศิลป์ภาษา ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2561 โรงเรียนจอมสุรางค์อุปถัมภ์ จังหวัดพระนครศรีอยุธยา ซึ่งจัดห้องเรียนแบบคละความสามารถทางคณิตศาสตร์ จำนวน 4 ห้องเรียน รวมจำนวนนักเรียน 166 คน

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 สายการเรียนศิลป์ภาษาที่กำลังศึกษาอยู่ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2561 โรงเรียนจอมสุรางค์อุปถัมภ์ จังหวัดพระนครศรีอยุธยาซึ่งได้มาจากการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling) โดยใช้ห้องเรียนเป็นหน่วยการสุ่ม ด้วยการจับสลากจำนวน 2 ห้องเรียน จากห้องเรียนทั้งหมด 4 ห้องเรียน แล้วสุ่มกลุ่มตัวอย่างที่ได้มาโดยการจับสลาก (Simple Random Sampling) เพื่อเลือกกลุ่มทดลองที่

ใช้การจัดการเรียนรู้โดยการสอนแนะให้รู้คิดร่วมกับการให้ข้อมูลย้อนกลับเพื่อส่งเสริมการเรียนรู้
 1 ห้องเรียน นักเรียนจำนวน 41 คน และกลุ่มควบคุมที่ใช้การจัดการเรียนรู้โดยการสอนแบบปกติ
 1 ห้องเรียน นักเรียนจำนวน 42 คน

ตัวแปรที่ศึกษา

1. ตัวแปรอิสระ แบ่งเป็นดังนี้

1.1 การจัดการเรียนรู้โดยการสอนแนะให้รู้คิดร่วมกับการให้ข้อมูลย้อนกลับเพื่อส่งเสริมการเรียนรู้

1.2 การจัดการเรียนรู้โดยการสอนแบบปกติ

2. ตัวแปรตาม ได้แก่

2.1 ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

2.2 ความยั่งยืนผูกพันในการเรียนของนักเรียน

เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย

เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 รายวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน ค 32102 หน่วยการเรียนรู้ สถิติ เรื่อง ค่ากลางของข้อมูล ซึ่งประกอบด้วยเนื้อหา ดังนี้

มโนทัศน์ค่าเฉลี่ยเลขคณิตเมื่อข้อมูลไม่แจกแจงความถี่	จำนวน 2 คาบ 1 แผน
การแก้โจทย์ปัญหาค่าเฉลี่ยเลขคณิตเมื่อข้อมูลไม่ครบ	จำนวน 2 คาบ 1 แผน
การแก้โจทย์ปัญหาค่าเฉลี่ยเมื่อบันทึกข้อมูลผิดพลาด	จำนวน 2 คาบ 1 แผน
ค่าเฉลี่ยรวมและค่าเฉลี่ยถ่วงน้ำหนัก	จำนวน 2 คาบ 1 แผน
ค่าเฉลี่ยเลขคณิตเมื่อข้อมูลแจกแจงความถี่	จำนวน 2 คาบ 1 แผน
มัธยฐาน ฐานนิยม ข้อสังเกตการใช้ค่ากลาง	จำนวน 2 คาบ 1 แผน
การแก้โจทย์ปัญหาค่ากลางของข้อมูล	จำนวน 2 คาบ 1 แผน

ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย

ดำเนินการวิจัยในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2561 ใช้เวลาในการจัดการเรียนการสอน จำนวน 14 คาบ ทดสอบก่อนเรียน 2 คาบ ทดสอบหลังเรียน 2 คาบ รวม 18 คาบ โดยแต่ละคาบมี ระยะเวลา 50 นาที

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. การจัดการเรียนรู้โดยการสอนแนะให้รู้คิด (Cognitively Guided Instruction: CGI) หมายถึง การจัดการเรียนรู้ที่ครูทำความเข้าใจการคิดเชิงคณิตศาสตร์ของนักเรียนแล้วนำความรู้ที่ได้ไปออกแบบการจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและการแก้ปัญหา ใช้สถานการณ์ปัญหาให้นักเรียนเป็นผู้ลงมือทำ ครูใช้คำถามนำไปสู่กระบวนการคิดเพื่อชี้แนะแนวทางในการแก้ปัญหา และประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนอย่างสม่ำเสมอ การสอนแนะให้รู้คิดมี 4 ขั้นตอน คือ 1) นำเสนอโจทย์ปัญหาเพื่อเป็นการเร้าใจนักเรียน 2) วิเคราะห์ข้อมูลและลงมือปฏิบัติ โดยครูเป็นผู้แนะนักเรียนให้เข้าใจในปัญหา และเปิดโอกาสให้นักเรียนลงมือแก้ปัญหา 3) รายงานคำตอบและวิธีการแก้ปัญหา รวมถึงครูเป็นผู้ตั้งคำถามนักเรียนถึงวิธีการที่นักเรียนเลือกใช้ในการแก้ปัญหา และ 4) อภิปรายคำตอบและวิธีการที่ใช้แก้ปัญหา หลังจากที่นักเรียนรายงานวิธีการแก้ปัญหาและคำตอบแล้ว นักเรียนทั้งชั้นเรียนและครูร่วมกันอภิปรายถึงคำตอบและวิธีการที่ใช้ในแต่ละวิธี

2. การให้ข้อมูลย้อนกลับเพื่อส่งเสริมการเรียนรู้ (Feedback to Enhance Learning) หมายถึง การสื่อสารให้ข้อมูลเพื่อการเรียนรู้เพื่อตอบสนองกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน มีจุดประสงค์เพื่อให้เกิดการเรียนรู้และพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ การให้ข้อมูลย้อนกลับเพื่อส่งเสริมการเรียนรู้ ประกอบด้วย การให้ข้อมูลเพื่อการกระตุ้นการเรียนรู้ (Feed Up) การตรวจสอบความเข้าใจและการให้ข้อมูลย้อนกลับ (Feedback) และการให้ข้อมูลเพื่อการเรียนรู้ต่อยอด (Feed Forward)

1. การให้ข้อมูลเพื่อกระตุ้นการเรียนรู้ (Feed Up) เป็นการให้ข้อมูลพื้นฐานเกี่ยวกับจุดประสงค์การเรียนรู้ วิธีการเรียนรู้ กระบวนการเรียนรู้ สื่อการเรียนรู้ แหล่งการเรียนรู้ ภาระงาน ตลอดจนวิธีการวัดประเมินผล รวมถึงการสร้างแรงจูงใจในการเรียนให้นักเรียนเกิดความตระหนักเห็นคุณค่า และมีเป้าหมายในการเรียน

2. การตรวจสอบความเข้าใจและการให้ข้อมูลย้อนกลับ (Feedback) เป็นการตรวจสอบความเข้าใจของนักเรียน โดยสามารถใช้กระบวนการต่าง ๆ เช่น การสังเกต การใช้คำถาม เป็นต้น จากนั้นครูให้ข้อมูลเพื่อตอบสนองพฤติกรรมนักเรียน ทั้งในระหว่างและหลังจากที่นักเรียนได้ทำกิจกรรมการเรียนรู้ มีจุดมุ่งหมายให้เพื่อทราบว่านักเรียนมีจุดเด่น จุดอ่อนอะไรบ้าง

3. การให้ข้อมูลเพื่อการเรียนรู้ต่อยอด (Feed Forward) เป็นการให้ข้อมูลย้อนกลับเพื่อให้นักเรียนสามารถกลับไปเรียนรู้ต่อเองด้วยตนเองได้ (Self-Learning)

3. การจัดการเรียนรู้โดยการสอนแนะให้รู้คิดร่วมกับการให้ข้อมูลย้อนกลับเพื่อส่งเสริมการเรียนรู้ (Cognitively Guided Instruction and Providing Feedback to Enhance Learning) หมายถึง การจัดการเรียนรู้ที่ครูทำความเข้าใจการคิดเชิงคณิตศาสตร์ของนักเรียน แล้วนำความรู้ที่ได้มาออกแบบการจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและการแก้ปัญหา ใช้สถานการณ์ปัญหาให้นักเรียนเป็นผู้ลงมือทำ ครูใช้คำถามนำไปสู่กระบวนการคิดเพื่อชี้แนะแนวทางการแก้ปัญหา และประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาย่างสม่ำเสมอ มีการสื่อสารให้ข้อมูลเพื่อส่งเสริมการเรียนรู้เพื่อตอบสนองกระบวนการแก้ปัญหาของนักเรียนในทุกขั้นตอนของกระบวนการสอน โดยมีจุดประสงค์เพื่อให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้และพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาด้านคณิตศาสตร์ การจัดการเรียนรู้มี 6 ขั้นตอน ดังนี้

1. ขั้นกระตุ้นความสนใจและนำเสนอปัญหา ครูให้ข้อมูลกระตุ้นการเรียนรู้ (Feed Up) โดยชี้แจงให้นักเรียนทราบเกี่ยวกับจุดประสงค์การเรียนรู้ วิธีการเรียนรู้ ภาระงานที่บ้านที่นักเรียนจะได้รับ เกณฑ์การวัดประเมินผลของการทดสอบ รวมถึงการสร้างแรงจูงใจในการเรียนให้นักเรียนเกิดความตระหนัก เห็นคุณค่า และมีเป้าหมายในการเรียน จากนั้นครูนำเสนอปัญหา

2. ขั้นวิเคราะห์ปัญหาและลงมือปฏิบัติ ครูใช้คำถามนำเพื่อแนะนักเรียนให้นักเรียนสามารถแก้ปัญหาได้ โดยครูให้ข้อมูลย้อนกลับ (Feedback) เป็นระยะ ๆ รวมถึงการเดินดูนักเรียนรายบุคคลขณะลงมือปฏิบัติ เพื่อตรวจสอบความเข้าใจ และคร่อมอบหมายให้นักเรียนตอบคำถามลงในแบบบันทึกข้อมูลย้อนกลับเพื่อส่งเสริมการเรียนรู้รายกลุ่ม

3. ขั้นรายงานคำตอบและวิธีการแก้ปัญหา นักเรียนรายงานวิธีการให้ได้มาซึ่งคำตอบ โดยครูเป็นผู้ตั้งคำถาม เช่น “ทำไมจึงเลือกวิธีนี้ ทำไมจึงเลือกใช้สูตรนี้” เป็นต้น รวมถึงให้นักเรียนตัวแทนแต่ละกลุ่มนำเสนอคำตอบที่นักเรียนเขียนลงในแบบบันทึกข้อมูลย้อนกลับเพื่อส่งเสริมการเรียนรู้รายกลุ่ม จากนั้นครูและเพื่อนในชั้นเรียนร่วมกันให้ข้อมูลย้อนกลับ (Feedback) เพื่อตอบสนองต่อข้อมูลของนักเรียนกลุ่มที่นำเสนอ

4. ขั้นอภิปรายคำตอบและวิธีการที่ใช้แก้ปัญหา ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายถึงวิธีการแก้ปัญหาและคำตอบที่แตกต่างกัน โดยครูเป็นผู้ใช้คำถามให้นักเรียนเกิดการอภิปราย พร้อมให้ข้อมูลย้อนกลับ (Feedback)

5. ขั้นฝึกทักษะ เป็นขั้นตอนที่ครูให้นักเรียนทำแบบฝึกทักษะ และให้ข้อมูลย้อนกลับ (Feedback) เป็นระยะ เช่น “นักเรียนเลือกวิธีแก้ปัญหาลูกทางแล้ว เพียงแต่คำนวณผิดพลาด” “นักเรียนวิเคราะห์โจทย์ถูกต้องแล้ว แต่ยังไม่ครบทุกประเด็น ลองตรวจสอบข้อมูลที่โจทย์ให้มาอีกครั้งหนึ่ง” เป็นต้น

6. ขั้นให้ข้อมูลเพื่อการเรียนรู้ต่อยอด (Feed Forward) เป็นขั้นตอนที่ครูให้ข้อมูลแก่นักเรียน โดยข้อมูลนั้นช่วยให้นักเรียนสามารถต่อยอดความรู้ได้ด้วยตนเอง เช่น “โจทย์การบ้านที่

มอบหมายให้ ใช้ความรู้จากเรื่องการแก้โจทย์ปัญหาค่าเฉลี่ยเลขคณิตเมื่อบันทึกข้อมูลที่ผิด ” เป็นต้น จากนั้นครูแจกแบบบันทึกการให้ข้อมูลย้อนกลับรายบุคคลให้นักเรียนกลับไปเขียน โดยประเด็นการบันทึกประกอบด้วย 1) ความรู้ที่ฉันได้รับในคาบเรียนนี้ 2) ความรู้สึกของฉันต่อคาบเรียนในวันนี้ 3) ปัญหาที่ฉันพบเจอในห้องเรียน/ปัญหาของฉัน 4) ปัญหาฉันได้รับการแก้ไขหรือไม่ แก้ไขอย่างไร หรือนักเรียนอยากให้ครูช่วยแก้ปัญหาอย่างไร 5) สิ่งที่ฉันทำได้ดีในห้องเรียน/สิ่งที่ฉันพัฒนา/สิ่งที่ฉันภูมิใจ และ 6) สิ่งที่ยอยากจะทำบอกครู

4. การจัดการเรียนรู้แบบปกติ หมายถึง การจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการสอนแบบบรรยาย ประกอบการยกตัวอย่าง เป็นการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ตามคู่มือครู สาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 โดยมี ขั้นนำ ขั้นสอน และขั้นสรุป

5. ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถของนักเรียนที่สามารถเข้าใจปัญหา วิเคราะห์ปัญหาได้ เลือกใช้เทคนิคในการแก้ปัญหาที่สอดคล้องกับลักษณะปัญหา สามารถเชื่อมโยงความรู้ที่มีมาประยุกต์ใช้ในการดำเนินการทางคณิตศาสตร์เพื่อให้ได้คำตอบของปัญหา ตามขั้นตอนการแก้ปัญหาของโพลยา 4 ขั้นตอน คือ 1) ทำความเข้าใจปัญหาเป็นขั้นตอนการวิเคราะห์ปัญหาว่ปัญหกำหนดข้อมูลใดมา และโจทย์ต้องการอะไร 2) วางแผนการแก้ปัญหาเป็นขั้นตอนที่เชื่อมโยงข้อมูลที่มีกับปัญหาที่ต้องการแก้และเลือกยุทธวิธีในการแก้ปัญหา 3) ดำเนินการตามแผนเป็นขั้นตอนที่นักเรียนลงมือปฏิบัติตามแผนการแก้ปัญหาที่วางไว้ และ 4) ตรวจสอบผลและสรุปคำตอบ เป็นขั้นตอนที่ตรวจสอบความถูกต้องของคำตอบว่าคำตอบที่ได้สอดคล้องกับสิ่งที่โจทย์ต้องการหรือไม่และเขียนสรุปคำตอบที่ได้ ซึ่งความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์สามารถวัดได้จากคะแนนการทำแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์แบบอัตนัย จำนวน 10 ข้อ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

6. ความยึดมั่นผูกพันในการเรียนของนักเรียน (Student Engagement) หมายถึง ลักษณะของพฤติกรรมที่แสดงออกถึงการมีส่วนร่วมในกิจกรรมในห้องเรียน สนุกกับการเรียน ทุ่มเทให้กับการเรียน กระตือรือร้นในการเรียน เข้าเรียนตรงเวลา มีความรับผิดชอบในการทำบ้านหรืองานที่ได้รับมอบหมาย รวมถึงพฤติกรรมที่สะท้อนให้เห็นว่า นักเรียนเห็นคุณค่าในสิ่งที่ตนเองกำลังเรียนอยู่ ความยึดมั่นผูกพันในการเรียนของนักเรียน แบ่งออกเป็น 3 มิติ ดังนี้

1. ความยึดมั่นผูกพันเชิงพฤติกรรม (Behavioral Engagement) หมายถึง พฤติกรรมของนักเรียนที่มีส่วนร่วมในกิจกรรมในห้องเรียน รวมถึงการเตรียมความพร้อมนอกห้องเรียน ได้แก่ การเป็นอาสาสมัครหาวิธีการแก้ปัญหาหน้าชั้นเรียน การร่วมกิจกรรมกลุ่มในคาบเรียน การทบทวนบทเรียน การปฏิบัติตนตามกฎระเบียบของห้องเรียน

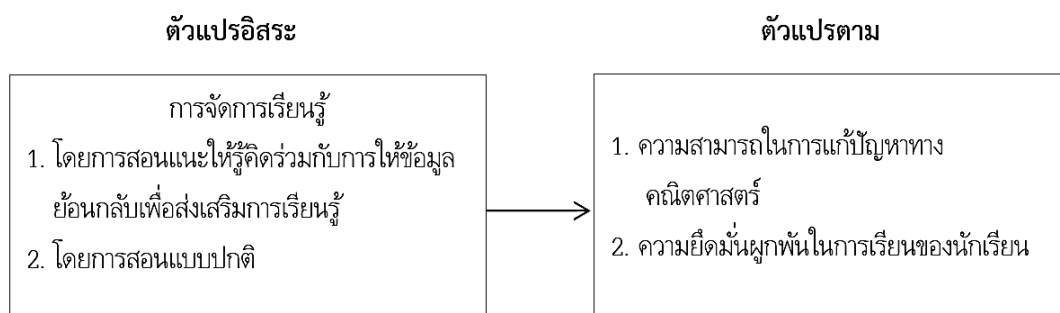
2. ความยึดมั่นผูกพันเชิงอารมณ์ (Emotional Engagement) หมายถึง ทักษะเกี่ยวกับการเรียน การสนุกกับการเรียน ความรู้สึกที่มีต่อครู เพื่อนร่วมชั้น และการเรียน ได้แก่ การแสดงออกด้านอารมณ์ ความรู้สึก ความรู้สึกที่มีต่อห้องเรียนคณิตศาสตร์ ครู และเพื่อนร่วมห้อง เห็นคุณค่าของตนเองขณะเรียนอยู่ในห้องเรียน รวมถึง เห็นคุณค่าของการเรียน

3. ความยึดมั่นผูกพันเชิงปัญญา (Cognitive Engagement) หมายถึง การแสดงความมุ่งมั่น ตั้งใจและความทุ่มเทในการเรียน ได้แก่ ความทุ่มเทในการเรียนรู้ ความพยายามในการเรียนรู้ การกำกับตนเอง การพัฒนาตนเองเพื่อให้บรรลุตามเป้าหมาย

ความยึดมั่นผูกพันในการเรียนของนักเรียนทั้ง 3 มิติ สามารถวัดโดยใช้แบบวัดความยึดมั่นผูกพันของนักเรียนที่ประยุกต์มาจากแบบวัดของยูวดี พันธุ์สุจริต, ทิพอาภา กลิ่นคำหอม และศศิธร รัตนบุตร ซึ่งลักษณะของข้อคำถามเป็นแบบมาตรวัดประมาณค่า 5 ระดับ โดยนักเรียนเป็นผู้ตอบแบบวัดความยึดมั่นผูกพันด้วยตนเอง จำนวน 20 ข้อ

กรอบแนวคิดการวิจัย

ผลการประเมิน O-NET ตั้งแต่ปีการศึกษา 2557 – 2559 พบว่านักเรียนมีคะแนนเฉลี่ย วิชาคณิตศาสตร์ต่ำกว่าร้อยละ 50 และสอดคล้องกับผลการสอบ PISA ที่พบว่าคะแนนนักเรียนมีแนวโน้มลดลงเรื่อย ๆ จากปี 2000 จนถึง 2015 โดยกรอบการประเมิน PISA ในด้านของคณิตศาสตร์ จะเน้นการแก้ปัญหา และกระบวนการทางคณิตศาสตร์ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2558, น. 1-6; สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 3, 2560) ดังนั้น การพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์จึงเป็นสิ่งสำคัญ ซึ่งวิธีการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน นอกจากจะใช้วิธีการสอนที่เหมาะสมต่อการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์แล้ว ยังต้องสร้างความยึดมั่นผูกพันในการเรียนจากตัวนักเรียนเองด้วย ผู้วิจัยจึงเลือกใช้วิธีการจัดการเรียนรู้โดยการสอนแนะให้รู้คิดมาประยุกต์ใช้กับการให้ข้อมูลย้อนกลับเพื่อส่งเสริมการเรียนรู้



ภาพประกอบ 2 กรอบแนวคิดในการวิจัย

สมมติฐานในการวิจัย

1. นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยการสอนแนะให้รู้คิดร่วมกับการให้ข้อมูลย้อนกลับเพื่อส่งเสริมการเรียนรู้มีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และความเชื่อมั่นผู้ฝึกฝนในการเรียนของนักเรียนหลังการจัดการเรียนรู้สูงกว่าก่อนการจัดการเรียนรู้

2. นักเรียนหลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยการสอนแนะให้รู้คิดร่วมกับการให้ข้อมูลย้อนกลับเพื่อส่งเสริมการเรียนรู้มีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และความเชื่อมั่นผู้ฝึกฝนในการเรียนของนักเรียนสูงกว่านักเรียนหลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง และนำเสนอ ดังต่อไปนี้

1. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบกิจกรรมการสอนแนะให้รู้คิด
 - 1.1 การออกแบบการจัดการเรียนรู้ และหลักการสอนคณิตศาสตร์
 - 1.2 ความหมายของการรู้คิด
 - 1.3 ทฤษฎีการเรียนรู้ที่เกี่ยวข้องกับการสอนแนะให้รู้คิด
 - 1.4 หลักการและลักษณะของการสอนแนะให้รู้คิด
 - 1.5 รูปแบบของการสอนแนะให้รู้คิด
 - 1.6 ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ในชั้นเรียนโดยการสอนแนะให้รู้คิด
 - 1.7 บทบาทของครูในชั้นเรียนการสอนแนะให้รู้คิด
 - 1.8 การประเมินในชั้นเรียนการสอนแนะให้รู้คิด
 - 1.9 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสอนแนะให้รู้คิด
2. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการให้ข้อมูลย้อนกลับเพื่อส่งเสริมการเรียนรู้
 - 2.1 ความหมายของการให้ข้อมูลย้อนกลับเพื่อส่งเสริมการเรียนรู้
 - 2.2 องค์ประกอบของการให้ข้อมูลย้อนกลับเพื่อส่งเสริมการเรียนรู้
 - 2.3 หลักการให้ข้อมูลย้อนกลับเพื่อส่งเสริมการเรียนรู้
 - 2.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับข้อมูลย้อนกลับเพื่อส่งเสริมการเรียนรู้
3. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
 - 3.1 ความหมายของปัญหาทางคณิตศาสตร์
 - 3.2 ความหมายของการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
 - 3.3 ลักษณะของความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
 - 3.4 ประเภทของปัญหาทางคณิตศาสตร์
 - 3.5 กระบวนการในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
 - 3.6 กลยุทธ์ที่ใช้ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
 - 3.7 แนวทางการส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
 - 3.8 การวัดและประเมินผลความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
 - 3.9 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

4. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความยึดมั่นผูกพันในการเรียนของนักเรียน

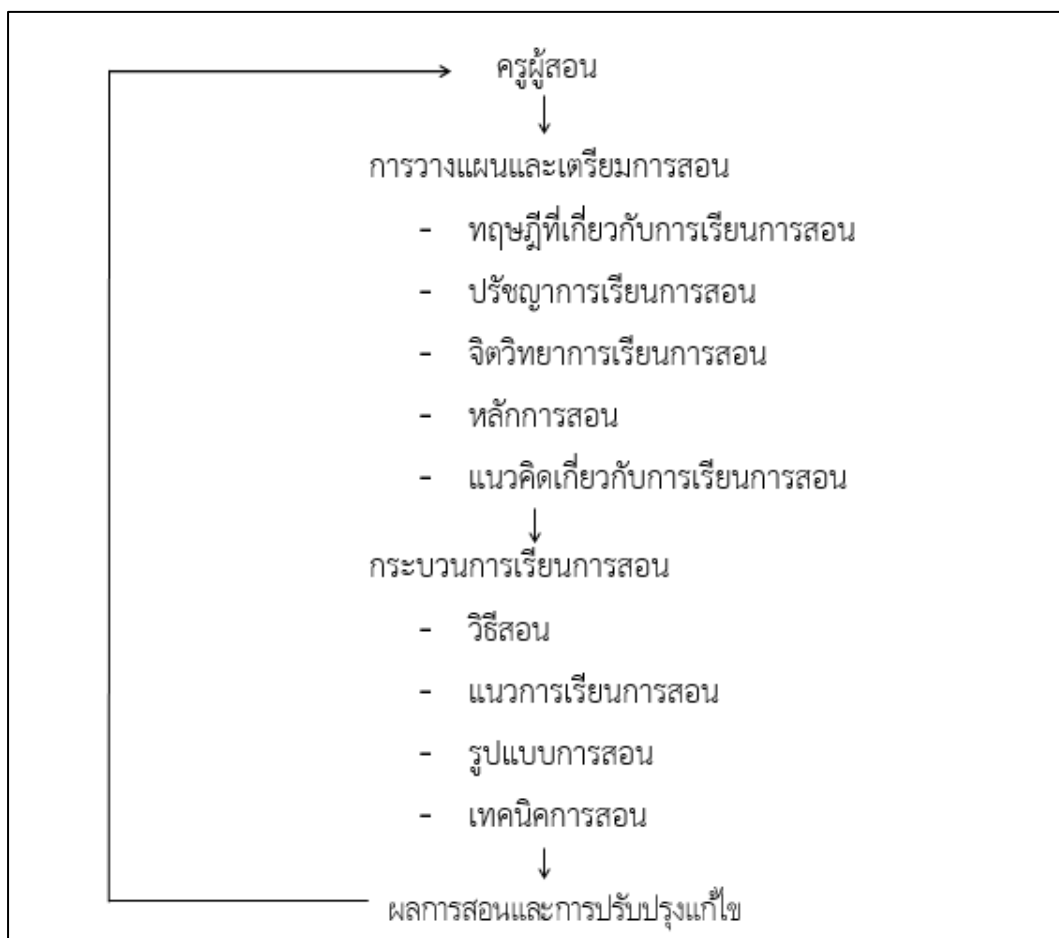
- 4.1 ความหมายของความยึดมั่นผูกพันในการเรียนของนักเรียน
- 4.2 ปัจจัยที่ทำให้เกิดความยึดมั่นผูกพันในการเรียนของนักเรียน
- 4.3 องค์ประกอบของความยึดมั่นผูกพันในการเรียนของนักเรียน
- 4.4 การสร้างความยึดมั่นผูกพันในการเรียนของนักเรียน
- 4.5 การวัดประเมินความยึดมั่นผูกพันในการเรียนของนักเรียน
- 4.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความยึดมั่นผูกพันในการเรียน

1. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบการสอนแนะให้รู้คิด (Cognitively Guided Instruction: CGI)

1.1 การออกแบบการจัดการเรียนรู้ และหลักการสอนคณิตศาสตร์

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ดีนั้น ควรศึกษาวิธีการออกแบบการจัดการเรียนรู้และหลักการสอน รวมถึงการวางแผนอย่างเป็นระบบ เพื่อให้ส่งผลดีที่สุดต่อกระบวนการเรียนการสอน ซึ่งผู้วิจัยศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับการออกแบบการจัดการเรียนรู้และหลักการสอนคณิตศาสตร์ ดังนี้

การออกแบบการจัดการเรียนรู้ หมายถึง การกำหนดรายละเอียดของประเด็นต่าง ๆ อย่างเป็นระบบเพื่อทำให้นักเรียนเกิดกระบวนการเรียนรู้ ซึ่งการจัดการเรียนรู้โดยทั่วไปมี 3 ขั้นตอน คือ ขั้นนำ ขั้นสอนหรือขั้นปฏิบัติ และขั้นสรุป (เชิงหลักการ) ในการออกแบบการเรียนรู้จะต้องกำหนดชื่อวิธีสอน (สุคนธ์ สินธพานนท์, 2555, น. 2) โดยการจัดการจัดการเรียนรู้ควรทำอย่างเป็นระบบ คำนึงถึงสิ่งที่เกี่ยวข้องในกระบวนการจัดการเรียนรู้ โดยภาพประกอบด้านล่างนี้แสดงถึงประเด็นที่ครูควรตระหนักในการวางแผนเพื่อนำไปสู่การออกแบบการจัดการเรียนรู้ (อัมพร ม้าคนอง, 2559, น. 47)



ภาพประกอบ 3 ประเด็นที่ครูควรตระหนักในการออกแบบการจัดการเรียนรู้

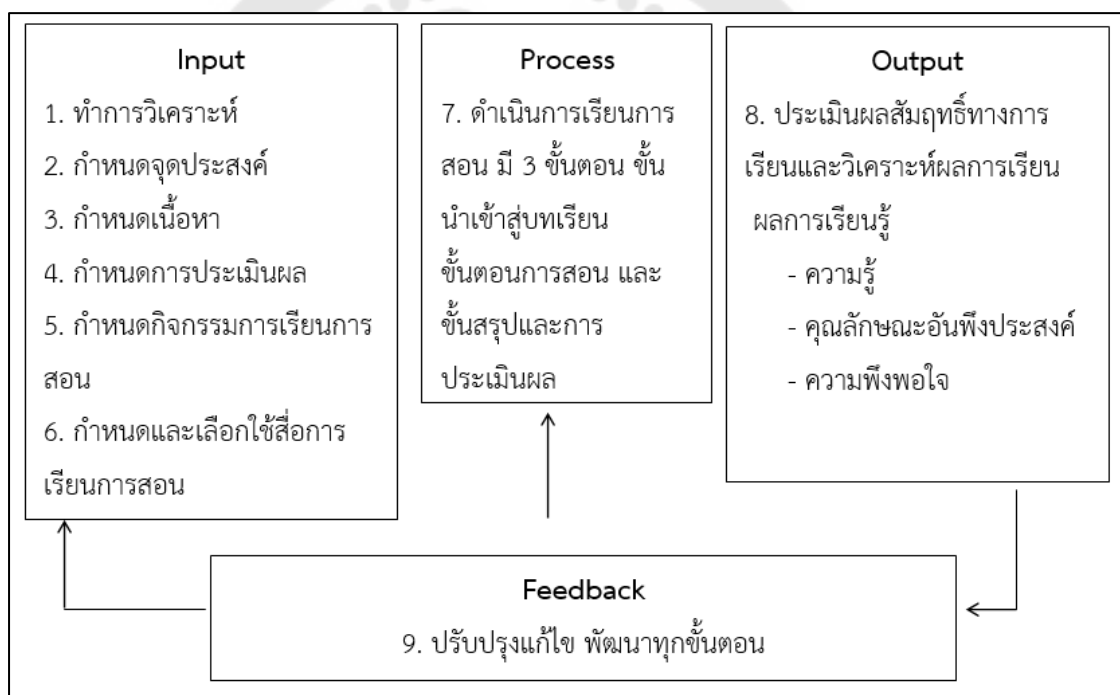
ที่มา: อัมพร ม้าคนอง. (2559). ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์: การพัฒนาเพื่อพัฒนาการ. หน้า 47.

รูปแบบการออกแบบการเรียนรู้ทางคณิตศาสตร์ ที่สอดคล้องกับสมรรถนะสำคัญของนักเรียนตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 ประกอบด้วย 9 ขั้นตอน (สุคนธ์ สิ้นธพานนท์, 2555, น. 96-97) คือ

1. ทำการวิเคราะห์
2. กำหนดจุดประสงค์
3. กำหนดเนื้อหา
4. กำหนดการประเมิน

5. กำหนดกิจกรรมการเรียนการสอน
6. กำหนดและเลือกใช้สื่อการเรียนการสอน
7. ดำเนินการเรียนการสอน
8. ประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและวิเคราะห์ผลการเรียน
9. ปรับปรุงแก้ไข พัฒนาทุกขั้นตอน

การออกแบบการเรียนรู้จึงประกอบด้วยองค์ประกอบต่าง ๆ ที่สัมพันธ์กันอย่างแยกแยะไม่ได้ และในกระบวนการออกแบบการเรียนการสอนจะมีกลไกในการปรับปรุงแก้ไขตนเอง อันได้แก่ กระบวนการให้ข้อมูลย้อนกลับ (Feedback) จากการประเมินผลเพื่อการปรับปรุง (Formative Evaluation) (สุคนธ์ ภูมิเวทย์, 2554, น. 96-97) ตามภาพประกอบ 4



ภาพประกอบ 4 แสดงรูปแบบระบบการจัดการเรียนรู้

ที่มา: สุคนธ์ ภูมิเวทย์. (2554). การออกแบบการจัดการเรียนรู้ (Learning Management Design). หน้า 96-97

หลักการสอนคณิตศาสตร์ที่สำคัญ อัมพร ม้าคนอง (2559, น. 8-9) ได้กล่าวไว้ดังนี้

1. สอนให้นักเรียนเกิดมโนทัศน์ หรือได้ความรู้ทางคณิตศาสตร์จากการคิดและมีส่วนร่วมในการทำกิจกรรมกับผู้อื่น ใช้ความคิดและคำถามที่นักเรียนสงสัยเป็นประเด็นในการอภิปรายเพื่อให้ได้แนวคิดที่หลากหลาย และนำไปสู่ข้อสรุป

2. สอนให้ผู้เรียนเห็นโครงสร้างทางคณิตศาสตร์ ความสัมพันธ์และความต่อเนื่องของเนื้อหาคณิตศาสตร์

3. สอนโดยคำนึงว่าจะให้นักเรียนเรียนอะไร (What) และเรียนอย่างไร (How) ต้องคำนึงถึงเนื้อหาวิชาและกระบวนการเรียนการสอน

4. สอนโดยใช้สิ่งที่เป็นรูปธรรม อธิบายนามธรรม หรือการทำให้สิ่งที่เป็นนามธรรมมาก ๆ เป็นนามธรรมที่ง่ายขึ้น หรือพอที่จะจินตนาการได้มากขึ้น ทั้งนี้เนื่องจากมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์บางอย่างไม่สามารถหาสื่อมาช่วยอธิบายได้

5. จัดกิจกรรมการเรียนการสอน โดยคำนึงถึงประสบการณ์ และความรู้พื้นฐานของนักเรียน

6. สอนโดยใช้การฝึกหัดให้นักเรียนเกิดประสบการณ์ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ทั้งการฝึกรายบุคคล ฝึกเป็นกลุ่ม การฝึกทักษะย่อยทางคณิตศาสตร์ และการฝึกทักษะรวมเพื่อแก้ปัญหาที่ซับซ้อนมากขึ้น

7. สอนเพื่อให้นักเรียนเกิดทักษะการคิดวิเคราะห์เพื่อแก้ปัญหา สามารถให้เหตุผลเชื่อมโยงสื่อสาร และคิดอย่างสร้างสรรค์ ตลอดจนเกิดความอยากรู้อยากเห็นและนำไปคิดต่อ

8. สอนให้นักเรียนเห็นความสัมพันธ์ระหว่างคณิตศาสตร์ในห้องเรียนกับคณิตศาสตร์ในชีวิตประจำวัน

9. ครูควรศึกษาธรรมชาติ และศักยภาพของนักเรียน เพื่อจะได้จัดกิจกรรมการสอนให้สอดคล้องกับนักเรียน

10. สอนให้นักเรียนมีความสุขในการเรียนคณิตศาสตร์ รู้สึกว่าคณิตศาสตร์ไม่ยาก และมีความสนุกสนานในการทำกิจกรรม

11. สังเกต และประเมินการเรียนรู้ และความเข้าใจของนักเรียนขณะเรียนในห้อง โดยใช้คำถามสั้นๆ หรือการพูดคุยปกติ

นอกจากนี้ หลักการสอนคณิตศาสตร์ที่สำคัญ ชมนาด เชื้อสุวรรณทวิ (2542, น. 7) ได้กล่าวไว้ดังนี้

1. ให้นักเรียนได้เข้าใจในพื้นฐานของคณิตศาสตร์ ได้รู้จักใช้ความคิดริเริ่ม รู้เหตุผล และรู้ถึงโครงสร้างทางคณิตศาสตร์

2. การเรียนรู้ ควรเชื่อมโยงกับสิ่งที่เป็นรูปธรรมให้มากที่สุด

3. ความเข้าใจต้องมาก่อนทักษะความชำนาญ
 4. ความเข้าใจอย่างเดียว ไม่เพียงพอต่อการเรียนคณิตศาสตร์ นักเรียนต้องมีทักษะความชำนาญ
 5. เน้นการฝึกฝนให้เกิดทักษะ การสังเกต ความคิดตามลำดับเหตุผล แสดงออกถึงความรู้สึกรู้สึกคิดอย่างมีระบบ ระเบียบ ง่าย สั้น กระชับ ชัดเจน สื่อความหมายได้ มีความละเอียดถี่ถ้วน มีความมั่นใจ แม่นยำ และรวดเร็ว
 6. เน้นการศึกษาและเข้าใจเหตุผล โดยใช้ยุทธวิธีการสอนให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้เข้าใจและค้นพบด้วยตนเอง เกิดความคิดสร้างสรรค์ เกิดการประยุกต์ใช้ได้ โดยไม่จำเป็นต้องเรียนรู้โดยการจดจำหรือเลียนแบบจากครูเท่านั้น
 7. ให้นักเรียนสนุกสนานกับการเรียนคณิตศาสตร์ รู้คุณค่าของการเรียนคณิตศาสตร์ สามารถนำไปใช้ในชีวิตประจำวันได้ และเป็นเครื่องมือในการเรียนรู้เรื่องอื่น ๆ หรือวิชาอื่นต่อไป
 8. การสอนคณิตศาสตร์ไม่ควรเป็นเพียงการบอก ควรใช้คำถามช่วยกระตุ้นให้นักเรียนได้คิดและค้นพบหลักเกณฑ์ ข้อเท็จจริงต่าง ๆ ด้วยตนเอง เคยชินต่อการแก้ปัญหา อันจะเป็นแนวทางให้เกิดความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ มีทักษะในกระบวนการคิดแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
- จากการศึกษาวิธีการออกแบบการจัดการเรียนรู้และหลักการสอนคณิตศาสตร์ แนวคิดที่ผู้วิจัยนำมาปรับใช้ในการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์คือ ก่อนจัดการเรียนการสอน ควรออกแบบกิจกรรมการสอนที่สอดคล้องกับความต้องการของนักเรียน ศึกษาหลักสูตร ตัวชี้วัด เป้าหมายที่ต้องการ รวมถึงศึกษาหลักการสอน ทฤษฎีและจิตวิทยาการสอน เพื่อนำมาปรับใช้กับการสอนในชั้นเรียน อีกทั้งการจัดการเรียนรู้ประกอบไปด้วยขั้นนำ ขั้นสอน และขั้นสรุป นอกจากนี้ กระบวนการสำคัญอีกสิ่งหนึ่งคือการฝึกทักษะ เนื่องจากในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์นักเรียนจะมีเพียงความเข้าใจเพียงอย่างเดียวไม่ได้ นักเรียนต้องมีความชำนาญด้วย ซึ่งความชำนาญสามารถมีได้ต้องผ่านการฝึกทักษะมาก่อน

1.2 ความหมายของการรู้คิด

การให้ความหมายของการรู้คิด มีนักการศึกษาหลายท่านได้ให้ความหมายไว้ ดังนี้
 ทิศนา ขัมมณี (2559, น. 82) กล่าวว่า การรู้คิดเป็นการรู้ตัวถึงความคิดของตนเองในการกระทำอะไรอย่างใดอย่างหนึ่ง หรือการประเมินการรู้คิดของตนเองและใช้ความรู้นั้นในการควบคุมหรือ ปรับการกระทำของตนเอง ซึ่งครอบคลุมการวางแผน การควบคุม กำกับกับการกระทำของตนเอง การตรวจสอบความก้าวหน้า และการประเมินผล

อำภารัตน์ ผลาวรรณ (2556, น. 17) กล่าวว่า การรู้คิดคือ การรู้ตัวถึงความคิดของตนเอง สามารถควบคุมและจัดการกระบวนการคิดให้มีประสิทธิภาพ ในการตรวจสอบข้อมูลเบื้องต้นว่า ตนรู้อะไร ต้องการรู้อะไร และยังไม่รู้อะไร เพื่อใช้ในการวางแผนเลือกวิธีการได้อย่างเหมาะสม

การควบคุมกำกับการกระทำของตนเองให้ดำเนินการตามแผน และการตรวจสอบผลลัพธ์ในกิจกรรมการเรียนรู้ นั้น ๆ ได้

เอสดี เซนเตอร์ (2554) กล่าวว่า การรู้คิด หมายถึง การตระหนักรู้และควบคุมกระบวนการรู้คิดของบุคคล คือรู้ว่าตนกำลังอยู่ในกระบวนการคิดใด และสามารถควบคุมตนเองให้ทำตามนั้นได้ เช่น เรามักนั่งหลับในห้องเรียน (เรารู้ว่าเราเป็นเช่นนั้น) เวลาเข้าห้องเรียนจึงไปนั่งหน้าสุดทุกครั้ง (เพื่อจะได้ไม่หลับ) เป็นต้น

จากการศึกษาความหมายของการรู้คิด ผู้วิจัยสรุปได้ว่า การรู้คิดคือ การที่นักเรียนตระหนักรู้ว่ามีความคิดอย่างไร สามารถควบคุมกระบวนการคิดของตนเองได้อย่างมีประสิทธิภาพ สามารถวางแผน ควบคุมทิศทางของการกระทำของตนเองได้

1.3 ทฤษฎีการเรียนรู้ที่เกี่ยวกับการสอนแนะให้รู้คิด

ทฤษฎีการเรียนรู้ที่เกี่ยวกับการสอนแนะให้รู้คิด (CGI) คือ ทฤษฎีการเรียนรู้ปัญญานิยม (Cognitive Theory) ซึ่งในกลุ่มนี้มีนักจิตวิทยาชื่อ เปียเจต์ (Jean Piaget), บรูเนอร์ (Jerome S. Bruner), ออสซูเบล (David Ausubel) และกานเย (Gagne) โดยมีรายละเอียดดังนี้

1.3.1 ทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของเปียเจต์ โดยพรณี ชูทัย เจนจิต (2538, น. 129-150) กล่าวถึงประวัติและทฤษฎีการเรียนรู้ของเปียเจต์ไว้ดังนี้

เปียเจต์เป็นนักจิตวิทยาชาวสวิส เป็นผู้สนใจศึกษาค้นคว้าเกี่ยวกับเด็ก และมีความเห็นเกี่ยวกับเด็กว่า คือ “ผู้ที่พยายามศึกษาสำรวจโลกของตนเอง ทั้งที่เป็นวัตถุสิ่งของ และบุคคล” จากการที่เด็กได้มีโอกาสปฏิสัมพันธ์ (Interaction) กับสิ่งแวดล้อมรอบข้างทำให้เด็กเกิดความคิดเกี่ยวกับสิ่งต่าง ๆ ที่เป็นรูปธรรม และมีพัฒนาการต่อไปเรื่อย ๆ จนที่สุดแล้วกลายเป็นนามธรรม ดังนั้น สิ่งที่เป็นปัจจัยสำคัญในการพัฒนาทางด้านสติปัญญาและความคิดคือ การที่คนเราได้มีโอกาสปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อมตั้งแต่แรกเกิด ซึ่งทำให้เด็กเริ่มรู้จัก “ตนเอง” (Self) ทฤษฎีของเปียเจต์ที่เป็นแพร่หลายที่สุดในปัจจุบันคือ ทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญา ซึ่งเปียเจต์ ศึกษากระบวนการคิดด้านสติปัญญาของเด็กจากแรกเกิด จนถึงวัยรุ่น โดยเขามีความเชื่อว่า เป้าหมายของพัฒนาการนั้นคือ 1. ความสามารถที่จะคิดอย่างมีเหตุผลกับสิ่งที่เป็นนามธรรม 2. ความสามารถที่จะคิดตั้งสมมติฐานอย่างสมเหตุสมผล และ 3. ความสามารถที่จะตั้งกฎเกณฑ์และการแก้ปัญหา ซึ่งโดยธรรมชาติแล้วมนุษย์มีแนวโน้มพื้นฐานที่ติดตัวมาแต่กำเนิดอยู่ 2 ลักษณะ คือ การจัดและรวบรวม (Organization) และการปรับตัว (Adaptation) โดยการจัดและรวบรวม (Organization) คือ การจัดภายในโดยวิธีรวมกระบวนการต่าง ๆ เข้าเป็นระบบอย่างติดต่อกันเป็นเรื่องเป็นราว และการปรับตัว (Adaptation) คือ การปรับตัวเข้ากับสิ่งแวดล้อมเป็นแนวโน้มที่มีมาแต่กำเนิด การที่คนมีการปรับตัวเนื่องจากการที่มีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อม ซึ่งการปรับตัวนี้ประกอบด้วย 2 กระบวนการ คือ การดูดซึม (Assimilation) และการปรับความแตกต่าง (Accommodation) ผลจากการเปลี่ยนแปลง

ปรับปรุงจะก่อให้เกิดพัฒนาการทางสติปัญญาจากขั้นหนึ่งไปสู่อีกขั้นหนึ่ง จนในที่สุดถึงขั้นที่เรียกว่าความสามารถทางสมองในการแก้ปัญหา (Operation) ซึ่งหมายความว่าความสามารถที่เด็กจะคิดย้อนกลับได้ ซึ่งถือว่าเป็นหัวใจสำคัญของพัฒนาการทางด้านสติปัญญาตามความคิดของเปียเจท์ มโนทัศน์ในทฤษฎีของเปียเจท์ ประกอบไปด้วย การดูดซึม (Assimilation) การปรับเปลี่ยน (Accommodation) ความสมดุล (Equilibration) และความสามารถทางสมองในการแก้ปัญหา (Operation) อธิบายรายละเอียดได้ดังนี้

1. การดูดซึม (Assimilation) เมื่อเด็กมีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งใด จะมีการดูดซึมภาพหรือเหตุการณ์ต่าง ๆ ที่เข้าไปตามประสบการณ์ของแต่ละคน และเด็กจะแสดงพฤติกรรมต่อสิ่งใหม่ดังเช่นที่เคยมีประสบการณ์เดิม เพราะคิดว่าสิ่งใหม่เป็นส่วนหนึ่งของประสบการณ์เดิม การดูดซึมจะมากหรือน้อยเพียงใดนั้นขึ้นอยู่กับประสบการณ์ เด็กเล็ก ๆ ยังมีประสบการณ์แคบ การรู้จักสิ่งแวดล้อมของเด็กยังน้อย การที่เด็กได้มีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อม เด็กจะดูดซึมประสบการณ์ต่าง ๆ เข้าไปเป็น Schema หรือ Structure อยู่ในสมองของแต่ละบุคคล และ Schema นี้จะสะสมเพิ่มพูนเรื่อย ๆ

2. การปรับเปลี่ยน (Accommodation) เป็นความสามารถในการปรับความเข้าใจเดิมให้เข้ากับสิ่งแวดล้อมใหม่ หรือเป็นการเปลี่ยนความคิดเดิมให้สอดคล้องกับสิ่งใหม่

3. ความสมดุล (Equilibration) ในการที่เด็กมีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งใดก็ตามในครั้งแรก เด็กจะพยายามทำความเข้าใจประสบการณ์ใหม่ด้วยการใช้ความคิดเก่าหรือประสบการณ์เดิม (Assimilation) แต่เมื่อปรากฏว่าไม่ประสบความสำเร็จ เด็กจะต้องเปลี่ยนความคิดเกี่ยวกับสิ่งต่าง ๆ (Accommodation) จนกระทั่งในที่สุดเด็กจะสามารถผสมผสานความคิดใหม่นั้นให้กลมกลืนเข้ากันได้กับความคิดเก่า สภาพการณ์เช่นนี้ก่อให้เกิดความสมดุล (Equilibration) ซึ่งทำให้คนสามารถปรับตัวเข้ากับสิ่งแวดล้อมได้ (Adaptation) การที่คนเรามีการปรับปรุงเปลี่ยนแปลงและทำให้อยู่ในสภาพที่สมดุลเช่นนี้ จะนำไปสู่พัฒนาการทางสติปัญญา จากจุดนี้แสดงให้เห็นได้ว่า เด็กมีพัฒนาการจากขั้นหนึ่งไปสู่อีกขั้นหนึ่ง และการเปลี่ยนแปลงนี้จะนำไปสู่สุภาวะ

4. ความสามารถทางสมองในการแก้ปัญหา (Operation) เป็นหัวใจสำคัญของการพัฒนาการสติปัญญา เป็นสภาพที่แสดงให้เห็นถึงความสามารถทางสมองที่คิดแก้ปัญหาต่าง ๆ ได้ ลักษณะสำคัญของความสามารถทางสมองในการแก้ปัญหาคือ ความสามารถที่เด็กจะคิดย้อนกลับได้ (Reversibility) คือ สามารถคิดกลับระหว่างจุดสุดท้ายและจุดเริ่มต้นได้

ขั้นต่าง ๆ ของพัฒนาการทางความรู้ความเข้าใจ (Cognitive Development) ในขณะ que เด็กพัฒนาขึ้นมา เด็กจะมีวิธีการที่จะ จัดการรวบรวมและปรับตัว ต่อสิ่งแวดล้อม ซึ่งจะดูได้จากขั้นสุดท้ายของแต่ละขั้นของความคิดและการแสดงพฤติกรรม ในแต่ละขั้นของพัฒนาการเป็นการก่อ

รูปแบบของพฤติกรรม ซึ่งจะสำเร็จในตัวเองแต่ในขณะเดียวกันก็เป็นจุดเริ่มต้นของขั้นถัดไป
 ขั้นต่าง ๆ มีดังนี้

1. ขั้นประสาทสัมผัสและการเคลื่อนไหว (Sensorimotor Stage) อายุ 0 – 2 ปี
 พฤติกรรมของเด็กในวัยนี้ขึ้นอยู่กับ การเคลื่อนไหวเป็นส่วนใหญ่ เด็กแสดงให้เห็นว่ามีปัญญาด้วยการกระทำ เด็กสามารถแก้ปัญหาได้ แม้ว่าจะไม่สามารถอธิบายได้ด้วยคำพูด เด็กจะต้องมีโอกาสมที่จะมีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อมด้วยตนเอง ซึ่งถือว่าเป็นสิ่งจำเป็นสำหรับการพัฒนาทางด้านสติปัญญา และความคิด ลักษณะเด่นของวัยนี้คือ ระยะของการยึดตนเองเป็นศูนย์กลาง (Egocentricity) เด็กยังไม่สามารถแยกตนออกจากสิ่งแวดล้อมได้

2. ขั้นความคิดก่อนปฏิบัติการ (Preoperation Thought) อายุ 2 – 7 ปี เด็กในวัยนี้
 ยังไม่สามารถคิดย้อนกลับได้ เพียงแต่เริ่มมีความสามารถที่จะเข้าใจเกี่ยวกับเรื่องความคงตัวของสสาร (Conservation) และเริ่มมองของมากกว่าหนึ่งสิ่งได้ในเวลาเดียวกัน (Decentration) แบ่งออกเป็น 2 ระยะ คือ ระยะแรกเป็นระยะที่เด็กเริ่มมีมีโนทัศน์ในเรื่องต่าง ๆ แล้ว เพียงแต่ยังไม่สมบูรณ์และยังไม่มีเหตุผล ลักษณะเด่นของวัยนี้คือ พัฒนาการทางภาษา สามารถใช้ภาษา แต่การใช้ภาษายังเป็นภาษาที่เกี่ยวข้องกับตนเองเป็นส่วนใหญ่ ความคิดความเข้าใจของเด็กวัยนี้ขึ้นอยู่กับ การรับรู้เป็นส่วนใหญ่ ไม่สามารถใช้เหตุผล และระยะที่สอง เป็นระยะที่คิดมีเหตุผลขึ้น แต่ถึงอย่างไรการคิดยังออกมาในลักษณะของการรับรู้มากกว่าความเข้าใจ เด็กมีปฏิกิริยาโต้ตอบกับสิ่งแวดล้อม ใช้เครื่องมือเป็นภาษาในการชักถาม

3. ขั้นการคิดด้วยรูปธรรม (Concrete Operations) อายุ 7 – 11 ปี ความสามารถ
 ของเด็กวัยนี้จะมีพัฒนาในการใช้สมมติอย่างมีเหตุผล รู้จักการแก้ปัญหา (Operation) กับสิ่งต่าง ๆ ที่เป็นรูปธรรมได้ สามารถที่จะเข้าใจเกี่ยวกับเรื่องความคงตัวของสิ่งต่าง ๆ (Conservation) สามารถเข้าใจความสัมพันธ์ของส่วนย่อยส่วนรวม และที่สำคัญมีทักษะในการคิดย้อนกลับ (Reversibility) มีความเข้าใจเกี่ยวกับการจัดหมู่ การแบ่ง โดยมีเกณฑ์อย่างใดอย่างหนึ่งเป็นหลัก

4. ขั้นการคิดด้วยนามธรรม (Formal operations) อายุ 11 – 15 ปี วัยนี้มี
 พัฒนาการด้านความรู้ความเข้าใจถึงระดับสูงสุด และความสามารถที่จะคิดอย่างมีเหตุผลกับปัญหาทุกชนิด สามารถแก้ปัญหาอย่างมีระบบระเบียบ สามารถคิดถึงตัวแปรต่าง ๆ ได้ในเวลาเดียวกัน สามารถนำหลักการไปใช้ในสถานการณ์ต่าง ๆ ได้ เริ่มมีความคิดแบบผู้ใหญ่ สามารถคิดหาเหตุผลนอกเหนือจากข้อมูลที่มีอยู่ มีความพอใจที่จะคิดถึงสิ่งที่ไม่มีตัวตนหรือสิ่งที่เป็นามธรรมได้ มีลักษณะความคิดแบบการตั้งสมมติฐานขึ้นมาแล้วหาข้อสรุป

จากการที่เปียเจต์ ได้เสนอขั้นตอนของพัฒนาการทางความรู้ความเข้าใจ เปียเจต์
 กล่าวว่า ควรปล่อยให้เด็กได้จัดเก็บรวบรวม และปรับตัว กับประสบการณ์ที่พบเจอด้วยตัวของเด็กเอง

เด็กในวัยเดียวกันที่อยู่ในช่วงพัฒนาการทางด้านความรู้ความเข้าใจระดับเดียวกัน จะสามารถสอนกันเองได้อย่างมีประสิทธิภาพมากกว่าที่จะให้ครูสอน

จากการศึกษาทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของเปียเจท์ แนวคิดที่ผู้วิจัยนำมาปรับใช้ในการจัดการเรียนการสอน คือ ในการจัดการเรียนรู้ต้องจัดให้นักเรียนเป็นผู้ลงมือกระทำด้วยตนเองให้มีปฏิสัมพันธ์กับครู เพื่อน และสิ่งแวดล้อม จัดให้มีการทำกิจกรรมกลุ่ม มีการนำเสนอ การพูด การอภิปรายเพื่อให้เกิดการพัฒนาการทางระดับสติปัญญา นำโจทย์ปัญหาที่ใช้หลักการให้เหตุผลมาใช้ในห้องเรียน รวมถึงการสอนการแก้ปัญหาอย่างมีระบบ มีแบบแผน

1.3.2 ทฤษฎีเกี่ยวกับการสอนของบรูเนอร์ โดยพรณี ชูทัย เจนจิต (2538, น. 195-204) กล่าวถึงประวัติและทฤษฎีการเรียนรู้ของบรูเนอร์ไว้ดังนี้

บรูเนอร์เป็นผู้ที่มีความเห็นว่าการจัดการเรียนการสอนนั้น ครูสามารถช่วยจัดประสบการณ์เพื่อช่วยให้เด็กเกิดความพร้อมได้ โดยไม่ต้องรอให้เด็กพร้อมเองตามธรรมชาติ ซึ่งเป็นการเสียเวลา นั้นหมายความว่า ตามความคิดเห็นของบรูเนอร์แล้ว ความพร้อมเป็นสิ่งที่กระตุ้นให้เกิดขึ้นเร็วได้ ทฤษฎีที่คู่ขนานกับทฤษฎีพัฒนาการของเปียเจท์ บรูเนอร์ศึกษาค้นคว้าโดยเน้นการถ่ายทอดของประสบการณ์ด้วยลักษณะต่าง ๆ ดังนี้

1. Enactive Representation ตั้งแต่แรกเกิดจนอายุประมาณ 2 ขวบ เป็นช่วงที่เด็กแสดงให้เห็นถึงความสามารถด้วยการกระทำ และการกระทำด้วยวิธีนี้ยังดำเนินต่อไปเรื่อย ๆ เป็นลักษณะของการถ่ายทอดประสบการณ์ ด้วยการกระทำซึ่งดำเนินไปตลอดชีวิต มิได้หยุดเพียงในช่วงอายุใด บรูเนอร์อธิบายว่า เด็กใช้การกระทำแทนสิ่งต่าง ๆ หรือประสบการณ์ต่าง ๆ เพื่อแสดงให้เห็นถึงความรู้ความเข้าใจของเด็ก ในชีวิตประจำวันบางครั้งจะพบว่าคนโต ยังจะใช้วิธีการแก้ปัญหาด้วยการกระทำ ซึ่งให้ผลดีกว่าการอธิบายด้วยคำพูด เช่น การหัดให้คนว่ายน้ำ เพียงครูผู้สอนแสดงตัวอย่างแล้วให้ผู้เรียนทำตาม เป็นต้น

2. Iconic Representation พัฒนาการทางความคิดในขั้นนี้อยู่ที่การมองเห็นและการใช้ประสาทสัมผัสต่าง ๆ การที่เด็กสามารถถ่ายทอดประสบการณ์หรือเหตุการณ์ต่าง ๆ ด้วยภาพที่เห็นในใจ แสดงให้เห็นถึงพัฒนาการทางความรู้ความเข้าใจซึ่งจะเพิ่มตามอายุ เด็กโตจะยังสามารถสร้างภาพในใจได้มากขึ้น ทั้งนี้เด็กรู้จักที่จะถ่ายทอดประสบการณ์ออกมาเป็นสัญลักษณ์ (Symbolic)

3. Symbolic Representation หมายถึง การถ่ายทอดประสบการณ์ หรือเหตุการณ์ต่าง ๆ โดยการใช้สัญลักษณ์หรือภาษา ซึ่งภาษาเป็นสิ่งที่แสดงให้เห็นถึงความคิด ขั้นนี้เป็นขั้นที่บรูเนอร์ถือว่า เป็นขั้นสูงสุดของพัฒนาการทางด้านความรู้ความเข้าใจ เด็กสามารถหาเหตุผลและในที่สุดจะเข้าใจสิ่งที่เป็นนามธรรมได้ สามารถแก้ปัญหาได้ บรูเนอร์มีความเห็นว่าความรู้ความเข้าใจและภาษามีพัฒนาการขึ้นมาพร้อม ๆ กัน คนทุกคนจะมีพัฒนาการทางด้านความรู้ความ

เข้าใจ โดยผ่านกระบวนการที่เรียกว่า Acting, Imaging และ Symbolizing เป็นกระบวนการที่ต่อเนื่องไปตลอดชีวิต มิใช่ว่าเกิดขึ้นเพียงช่วงใดช่วงหนึ่งในระยะแรกๆ ของชีวิตเท่านั้น

จากการศึกษาทฤษฎีเกี่ยวกับการสอนของบรูเนอร์ ผู้วิจัยนำมาปรับใช้ในการจัดการเรียนเรียนรู้ คือ การรื้อให้นักเรียนพร้อมต่อการจัดการเรียนรู้ เพื่อสร้างการเรียนรู้ที่เป็นสิ่งสำคัญ แต่ในการจัดกระบวนการเรียนรู้จริงนั้นการรื้อให้นักเรียนทุกคนพร้อมเป็นสิ่งที่ยาก นั่นคือ ครูควรช่วยแรงความพร้อมในการเรียนรู้ให้เกิดขึ้นกับนักเรียนโดยใช้กิจกรรมเพื่อกระตุ้นความสนใจ รวมถึงกระบวนการแก้ปัญหาของนักเรียนสามารถเรียนรู้ได้โดย มีครูเป็นต้นแบบการแสดงการแก้ปัญหา

1.3.3 ทฤษฎีการเรียนรู้ที่มีความหมายของออสซูเบล (David Ausubel) โดยพรณี ชูทัย เจนจิต (2538, น. 397-398) กล่าวถึงทฤษฎีการเรียนรู้ของออสซูเบลไว้ดังนี้

ออสซูเบลเป็นผู้ตั้งทฤษฎี A Theory of Meaningful Verbal Learning หรือเรียกอีกชื่อหนึ่งว่า A Theory of Subsumption (การบอกหลักเกณฑ์) โดยอธิบายว่า การเรียนรู้จะเกิดขึ้นได้ถ้าในการเรียนรู้สิ่งใหม่นั้น นักเรียนเคยมีพื้นฐานซึ่งเชื่อมโยงเข้ากับความรู้ใหม่ได้ ซึ่งจะทำให้การเรียนรู้สิ่งใหม่นั้นมีความหมาย แต่ถ้านักเรียนจะต้องเรียนสิ่งใหม่ โดยไม่มีความรู้เดิมเลย ออสซูเบลเรียกการเรียนรู้ในชนิดนี้ว่า การเรียนแบบท่องจำ เพราะนักเรียนเรียนได้ แต่เรียนโดยไม่รู้ความหมาย ออสซูเบลมีความเห็นต่างจากบรูเนอร์ในประเด็นที่ว่า การเรียนที่จะช่วยให้เด็กแก้ปัญหาได้ดีคือวิธี “Expository Teaching” แทนที่จะเป็น “Discovery Learning”

ออสซูเบลมีความเห็นว่า Expository Teaching เป็นการสอนที่จะช่วยให้นักเรียนแก้ปัญหาได้โดยครูจะต้องให้ทั้งกฎเกณฑ์ และผลลัพธ์ ซึ่งเป็นการสอนที่เรียกว่า “Deductive Teaching” ซึ่งหมายถึง การที่ครูเริ่มต้นสอนจากนิยามหรือกฎเกณฑ์ไปหาคำตอบที่ต้องการเป็นวิธีการที่ครูเสนอเนื้อหาที่จะเรียนทั้งหมดให้กับนักเรียน โดยที่นักเรียนไม่ต้องไปศึกษาสำรวจตามลำพัง ซึ่งแตกต่างจากการสอนของบรูเนอร์

ออสซูเบลแนะนำเทคนิค Advance Organizers โดยเทคนิคนี้ช่วยให้การเรียนรู้มีความหมาย และทั้งยังช่วยความจำคือ “Advance Organizers” ในการสอนวิธีบรรยายถ้าครูใช้เทคนิคนี้จะได้ดี ทำให้ นักเรียนจะเข้าใจบทเรียน และช่วยให้การเรียนรู้มีความหมายหลักโดยทั่วไปคือ การจัดเรียบเรียงข้อมูลข่าวสารที่ต้องการให้นักเรียนเรียนรู้ออกเป็นหมวดหมู่หรือให้หลักการกว้างๆก่อนที่นักเรียนจะเรียนรู้ความรู้ใหม่ หรือแบ่งบทเรียนออกเป็นหัวข้อที่สำคัญ ๆ ถ้ามีความคิดรวบยอดที่สำคัญเกี่ยวกับหัวข้อที่จะต้องเรียนรู้ใหม่ ควรอธิบายให้นักเรียนทราบก่อนที่จะสอนบทถัดไปเสมอ โดยเทคนิค Advance Organizers เป็นการสร้างการเชื่อมโยงระหว่างสิ่งที่นักเรียนได้เรียนรู้มาแล้ว กับความคิดรวบยอดที่จำเป็นต้องเรียนใหม่ ซึ่งทำให้นักเรียนมีความเข้าใจเนื้อหาที่จะเรียนใหม่ และช่วยความจำได้ดีขึ้น

จากการศึกษาทฤษฎีการเรียนรู้ที่มีความหมายของออสซูเบล ผู้วิจัยนำมาปรับใช้ในการจัดการเรียนรู้ คือ การจัดกระบวนการเรียนการสอน ครูควรบอกขอบเขตของเนื้อหาล่วงหน้า เพื่อให้นักเรียนเห็นภาพกว้าง ๆ เช่น ผู้วิจัยสอนหน่วยการเรียนรู้ สถิติ เรื่อง ค่ากลางของข้อมูล ควรแบ่งหัวข้อให้นักเรียนเห็นเป็นประเด็นต่าง ๆ ถึงขอบเขตเรื่องที่นักเรียนต้องเรียน คือ ค่าเฉลี่ยเลขคณิต มัธยฐาน ฐานนิยม เป็นต้น เพื่อให้นักเรียนมีมโนทัศน์เกี่ยวกับหัวข้อต่าง ๆ และสามารถเชื่อมโยงความรู้แต่ละมโนทัศน์เข้าหากันได้

1.3.4 ทฤษฎีการเรียนรู้ของกานเย (Gagne) โดยพรณี ชูทัย เจนจิต (2538, น. 408)
กล่าวถึงทฤษฎีการเรียนรู้ของกานเย ไว้ดังนี้

กานเย (Gagne) เสนอเกี่ยวกับการเรียนรู้ควรศึกษาทั้งกลุ่มพฤติกรรมนิยม (S-R Associationism) และ กลุ่มพุทธินิยม (Cognitive-Field Theory) เพราะโดยที่แท้จริงไม่มีทฤษฎีใดทฤษฎีหนึ่งที่สามารถอธิบายเกี่ยวกับการเรียนรู้ได้ทุกแง่ เขาจึงจัดประเภทการเรียนรู้ออกเป็นชั้นต่าง ๆ โดยความรู้ในระดับที่สูงกว่าต้องอาศัยความรู้ในระดับที่ต่ำกว่า ดังนั้น ในการจัดการสอนจะต้องคำนึงเกี่ยวกับเนื้อหาว่าจะต้องจัดให้เป็นลำดับขั้นตอนก่อนหลัง ทั้งเนื้อหาและมโนทัศน์ต่าง ๆ ที่จะให้เรียน ต้องเรียงจากง่ายเพื่อเป็นฐานในการเรียนสิ่งที่ยากต่อไป ประเภทของการเรียนรู้ทั้ง 8 ประเภท มีดังนี้

1. การเรียนรู้สัญญาณ (Signal Learning) เป็นการเรียนรู้สัญญาณลักษณะที่ไม่มี ความหมายเป็นคำพูด แต่เมื่อได้รับสัญญาณซ้ำ ๆ จะเกิดมีความหมายในการรับรู้ และเป็นการเรียนรู้ ที่ตอบสนองต่อสิ่งที่รับรู้ด้วยประสาทสัมผัส และเน้นให้นักเรียนนำเอาปฏิกิริยาตอบสนองที่มีอยู่แล้ว จากประสบการณ์เดิมมาสัมพันธ์กับสิ่งเร้าใหม่ การเรียนรู้ระดับนี้เทียบได้กับการตอบสนองอย่างไม่มีเงื่อนไข หรือการเรียนรู้เงื่อนไขแบบคลาสสิกของพาฟลอฟ

2. การเรียนรู้การตอบสนองต่อสิ่งเร้า (Stimulus Response Learning) การเรียนรู้ ในขั้นนี้พิจารณาเพียง 2 กระบวนการ ที่ติดต่อกันระหว่างสิ่งเร้ากับการตอบสนอง ซึ่งเป็นการแสดง ปฏิกิริยาตอบสนองต่อสิ่งเร้าหนึ่ง ตัวอย่างของการเรียนรู้ในขั้นนี้หายากในชีวิตจริง เพราะคนจะมี การเรียนรู้อย่างซับซ้อนต่อเนื่องกันไป และสะสมประสบการณ์ตลอดระยะเวลา จึงแทบจะไม่พบ พฤติกรรมเรียนรู้ที่เกิดขึ้นเฉพาะจุด หรือตัดตอนเฉพาะสิ่งเร้ากับการตอบสนองหนึ่ง ๆ เท่านั้น การเรียนรู้ในขั้นนี้เปรียบเทียบกับ การเรียนรู้แบบลองผิดลองถูก (Trial and Error Learning) ของธอร์นไดน์ และการเรียนรู้แบบการวางเงื่อนไขแบบแสดงการกระทำของสกินเนอร์ หมายความว่า คนจะกระทำพฤติกรรมตามความสมัครใจ หรือทำเพราะมีความต้องการจะทำ การเรียนรู้ในขั้นนี้ การเสริมแรงเป็นสิ่งจำเป็น เพราะนักเรียนต้องการการกระทำต่อสิ่งเร้าก่อน จึงจะได้รับผลตอบสนอง หรือได้รับแรงเสริมหลังจากการกระทำนั้น ๆ และสิ่งเร้ากับการตอบสนองที่เกิดขึ้นในระยะใกล้เคียง

หรือเกิดขึ้นทันที จะมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงมากกว่าการทิ้งระยะห่างกัน และถ้าให้สิ่งเร้าซ้ำ ๆ กัน หลายครั้งจะช่วยให้การเรียนรู้ดีขึ้น

3. การเรียนรู้ลูกโซ่ (Chaining: Skill Learning) เป็นการเชื่อมโยงสิ่งเร้ากับการตอบสนอง แต่ละอันตามลำดับขั้น โดยการเชื่อมโยงตั้งแต่ 2 คู่ หรือมากกว่านั้น สิ่งสำคัญของการเรียนรู้แบบลูกโซ่นี้คือ การแยกแยะและเชื่อมโยงสิ่งเร้ากับการตอบสนองที่เคยได้เรียนรู้มาแล้ว โดยต้องเรียนแต่ละตัวที่เชื่อมโยงกันตามลำดับขั้นที่ถูกต้อง วิธีที่จะทำให้นักเรียนเรียนลูกโซ่ได้ดี ครูต้องให้สิ่งที่บอกแนะ (Cues) ที่จะช่วยให้กิจกรรมสำเร็จ และให้เรียนแต่ละขั้นตอนอย่างถูกต้อง และให้ฝึกทำกิจกรรมแต่ละขั้นซ้ำ ๆ เพื่อเกิดความกลมกลืนในการปฏิบัติกิจกรรม แล้วจึงให้ฝึกทำกิจกรรมทั้งชุดอย่างต่อเนื่อง เมื่อเรียนสำเร็จ นักเรียนสามารถปฏิบัติกิจกรรมนั้นอย่างต่อเนื่องและกลมกลืน ข้อสำคัญของการเรียนทักษะต้องมีการเสริมแรงเมื่อนักเรียนทำได้ถูกต้อง การขาดแรงเสริมอาจทำให้นักเรียนหยุดเรียนได้ ดังนั้นครูจะต้องมีความสามารถในการวิเคราะห์ “งาน” ที่จะให้ฝึก แล้วจัดกิจกรรมเป็นลำดับขั้น ส่วนการเรียนกิจกรรมนั้นอาจจะใช้วิธีเรียงตามลำดับ หรือใช้วิธีเรียงจากกิจกรรมสุดท้ายขึ้นไปก็ได้

4. การเรียนรู้ความสัมพันธ์เชื่อมโยงด้านภาษา (Verbal Association) การพูดภาษาต่าง ๆ ของมนุษย์จัดอยู่ในประเภทการเรียนรู้แบบลูกโซ่ (Chaining) ความแตกต่างกันตรงที่เป็นลูกโซ่ภาษาหรือเป็นทักษะในการปฏิบัติงานต่าง ๆ เท่านั้น โดยปกติคนจะเรียนรู้ภาษาจากการบอกเล่าหรือสอน นักเรียนจะเชื่อมโยงระหว่างสิ่งเร้ากับการสังเกตสิ่งเร้า ในการเรียนลูกโซ่ภาษากรณีที่เรียนแบบท่องจำ (Rote Learning) คนจะเรียนรู้ได้ประมาณ 7 ตัวเชื่อม (บวกลบ 2 ตัวเชื่อม) ถ้าจะทำลูกโซ่ยาวๆ จะต้องแบ่งลูกโซ่ออกเป็นส่วนๆ หรือเป็นตอนๆ แล้วใช้วิธีท่องแล้วทวนย้อนกลับตลอดเวลา ซึ่งจะเป็นการย่ำให้จำได้ การจำสิ่งที่เคยเรียนรู้มาแล้ว หรือเคยคุ้นเคยมาก่อน นักเรียนจะจำได้มากขึ้น หลักการในการเรียนรู้ในลักษณะนี้ นักเรียนต้องมีพื้นฐานในการเรียนการตอบสนองต่อสิ่งเร้ามาก่อน (S-R Learning) และจะต้องรู้รหัสเชื่อมโยง (Coding Connection) มาก่อน ยิ่งนักเรียนเรียนรู้รหัสได้มากเท่าใดก็จะเรียนได้เร็วเท่านั้น การเรียนลูกโซ่ภาษานั้นหากนักเรียนเอาหลักหัวใจนักปราชญ์มาช่วยจะทำให้เรียนได้ดีขึ้น นอกจากนี้การทบทวนก็เป็นวิธีการเรียนลูกโซ่ที่ดีวิธีการหนึ่ง การอ่านอาจจะอ่านเป็นตอนๆ หรืออ่านทั้งหมดก็ได้

5. การเรียนรู้การจำแนก (Discrimination Learning) เป็นการเรียนรู้ที่จะจำแนกความแตกต่างของสิ่งเร้าที่กำหนดให้จำนวนหนึ่ง ส่วนใหญ่การเรียนในห้องเรียนจะเรียนแยกความแตกต่าง หรือเปรียบเทียบความแตกต่างของสิ่งเร้าหลายๆ อย่าง ดังนั้นการเรียนรู้ประเภทนี้จึงจัดเป็นการเรียนรู้การจำแนกแบบพหุคูณ (Multiple Discrimination Learning)

6. การเรียนรู้มโนทัศน์ (Concept Learning) เป็นการสนองต่อสิ่งเร้าด้วยความสามารถในการจัดประเภท ระดับ จำพวก และจัดกลุ่มได้ถูกต้อง เป็นการเรียนสรุปรวบยอด

สิ่งที่แตกต่างออกมาเป็นมโนทัศน์ หรือการจัดสิ่งกระจัดกระจายออกเป็นกลุ่มๆ เป็นเรื่อง การเรียนรู้นี้อาศัยความสามารถในการเห็นและแยกแยะความแตกต่างก่อนจึงจะสรุปออกมาเป็นมโนทัศน์ได้ กานเยได้จัดการเรียนมโนทัศน์ระดับนี้ เป็นการเรียนมโนทัศน์ที่เป็นรูปธรรม (Concrete Concept) หมายถึงมโนทัศน์ที่เกี่ยวข้องกับสิ่งที่สามารถสัมผัส สังเกตได้โดยตรง มีรูปแบบนี้สามารถชี้ชัดได้ มโนทัศน์เหล่านี้อาจจะเป็นคุณลักษณะของวัตถุก็ได้ ในการสอนให้นักเรียนเกิดมโนทัศน์ ทำได้ด้วยการให้นักเรียนได้รับข้อมูลต่าง ๆ อย่างเป็นขั้นตอน เพื่อให้นักเรียนได้รับความคิดที่มีระเบียบ หรือการอธิบาย และชี้ให้เห็นหลักการที่สำคัญของเรื่อง หรือให้นักเรียนได้สรุปหรืออธิบาย “ตัวร่วม” ที่พบในข้อมูลที่ให้ หรือสอนให้คิดและให้ลงมือปฏิบัติเพื่อให้เข้าใจข้อมูลอย่างถ่องแท้ การเกิดมโนทัศน์ด้วยตัวนักเรียนเองจะมีความหมายและจดจำได้ดีกว่าที่ครูเป็นผู้บอกให้ และสิ่งสำคัญในการเรียนมโนทัศน์คือ นักเรียนจะต้องได้เห็นตัวอย่างทั้งทางบวกและทางลบหลายตัวอย่างสลับกัน

7. การเรียนรู้กฎ (Rule Learning) และการเรียนรู้หลักการ (Principle Learning) กฎและหลักการเป็นประโยคที่แสดงความสัมพันธ์ของมโนทัศน์ตั้งแต่ 2 มโนทัศน์หรือมากกว่าขึ้นไป การจะมีมโนทัศน์จำนวนเท่าใดหรือซับซ้อนเพียงใด ขึ้นอยู่กับการนำกฎเกณฑ์ไปใช้งาน หรืออาจกล่าวได้ว่า การเรียนรู้กฎเกณฑ์เป็นประเภทหนึ่งของการจัดการเรียนการสอนลูกโซ่มโนทัศน์ ซึ่งเป็นความสัมพันธ์ของมโนทัศน์ (Defined or Relation Concept) ซึ่งเป็นมโนทัศน์โดยคำจำกัดความ (Definition) มีความเป็นนามธรรม (Abstract) ไม่สามารถสังเกตได้ต้องอาศัยความคิดและจินตนาการ ดังนั้น ประโยคหรือข้อความของมโนทัศน์ระดับนี้จะต้องแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความคิดที่มาเกี่ยวข้องกันเสมอ

8. การเรียนรู้การแก้ปัญหา (Problem Solving) ปัญหาคือ กลุ่มของเหตุการณ์ที่เกิดขึ้น คนจะใช้กฎเกณฑ์ หลักการ และทฤษฎีเพื่อแก้ปัญหา (แก้ไขเหตุการณ์) ไปสู่เป้าหมายที่วางไว้ เมื่อสามารถแก้ปัญหาได้สำเร็จ นักเรียนก็จะเกิดการเรียนรู้ใหม่ ได้รับประสบการณ์ใหม่ที่จะนำไปใช้ในสถานการณ์เดิม หรือสถานการณ์ใหม่ หรืออีกนัยหนึ่ง นักเรียนเกิดสมรรถภาพใหม่ในการเรียนรู้หลังจากการแก้ปัญหาหนึ่งๆ ได้สำเร็จ

ซึ่งลำดับขั้นการเรียนรู้ของกานเย สามารถนำมาสร้างเป็นภาพประกอบการอธิบาย ลำดับขั้นได้ (เพราพรณ เปลี่ยนภู, 2542, น. 146) ดังภาพประกอบ 5 ดังนี้



ภาพประกอบ 5 ลำดับขั้นประเภทการเรียนรู้ของกานเย

ที่มา: เพราพรรณ เปลี่ยนภู. (2542). จิตวิทยาการศึกษา Educational psychology. หน้า 146.

จากการศึกษาทฤษฎีการเรียนรู้ของกานเย แนวคิดที่ผู้วิจัยนำมาปรับใช้ในการจัดการเรียนการสอน คือ เนื่องจากกระบวนการเรียนรู้ของนักเรียนเป็นลักษณะลูกโซ่ ดังนั้นในการจัดกระบวนการเรียนการสอนควรเรียงเนื้อหาให้สอดคล้องโดยเรียงจากระดับความซับซ้อนน้อยไปสู่ความซับซ้อนมาก โดยความรู้เริ่มต้นจะต้องเป็นพื้นฐานในความรู้ขั้นถัดไป รวมถึงเทคนิคการสอนการแก้โจทย์ปัญหา ควรเรียงจากความยากน้อยไปสู่ความยากมาก ควรจัดกิจกรรมในห้องเรียนให้เกิด

แรงจูงใจในการเรียน มีการใช้การเสริมแรงในกิจกรรมต่าง ๆ ในห้องเรียนด้วย นอกจากนี้ การฝึกการแก้โจทย์ปัญหาควรฝึกให้นักเรียนทำซ้ำ ๆ ย้ำ ๆ เพื่อให้เกิดความเข้าใจเกิดเป็นการเรียนรู้อย่างมีความหมาย

1.4 ลักษณะและหลักการของการสอนแนะให้รู้คิด

จากทฤษฎีการเรียนรู้กลุ่มปัญญานิยมข้างต้น นำมาซึ่งแนวการสอนแนะให้รู้คิด (Cognitively Guided Instruction) เป็นการพัฒนาทักษะพื้นฐานในการแก้ปัญหาพัฒนาโดยคาร์เพนเตอร์และคณะ (Carpenter et al, 2000, อ้างถึงใน เวชฤทธิ์ อังชนะภัทรขจร, 2552-2553, ตุลาคม-มกราคม, น. 3) ซึ่งลักษณะของการสอนแนะให้รู้คิดมีดังนี้ (Thomas P. Carpenter, 1996, pp. 1-14)

1. องค์ความรู้ของครูที่เป็นความเข้าใจในการคิดเชิงคณิตศาสตร์ของนักเรียน แล้วนำมารวบเป็นกรอบองค์ความรู้ที่นำไปพัฒนาความรู้ของครู เรียกหลักสูตรนี้ว่า การสอนแนะให้รู้คิด (Cognitively Guided Instruction)

2. การเข้าใจฐานคิดของนักเรียนมีความสัมพันธ์กับการสอนของครู ในมุมขององค์ความรู้ (Content Knowledge) เนื้อหาวิชา (Subject Matter) หลักสูตร (Curriculum) และ วิธีการสอน เพราะการสอนของครูอยู่บนพื้นฐานของสิ่งที่นักเรียนคิด ครูต้องเข้าใจและแปลงให้กลายเป็นความเข้าใจในความสามารถทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน

3. ในการสอนแนะให้รู้คิด ครูจะเริ่มต้นด้วยกรอบความคิดที่ชัดเจนเกี่ยวกับความเข้าใจในกลยุทธ์การแก้ปัญหาของนักเรียน

4. กรอบความคิดที่ครูมีก่อนเริ่มทำการสอนแนะให้รู้คิด คือสิ่งที่ครูตระหนักรู้ดีว่าอะไรเป็นสิ่งที่ยากสำหรับนักเรียน อะไรเป็นสิ่งที่สำคัญและข้อผิดพลาดของนักเรียนส่วนใดที่มักพบบ่อย ซึ่งในการจัดการสอนแนะให้รู้คิด ครูจะเข้าใจโมทัศน์ที่คลาดเคลื่อนของนักเรียน

5. กรอบความคิดของการสอนแนะให้รู้คิด คือ การสอนแนะให้รู้คิดให้ความสำคัญกับสิ่งที่ “นักเรียนทำอะไรได้” มากกว่า “อะไรที่นักเรียนทำไม่ได้”

นอกจากนี้คาร์เพนเตอร์ยังกล่าวถึงการสอนแนะให้รู้คิดว่าเป็นกิจกรรมการสอนที่มีการแนะในการทำกิจกรรม ในแต่ละกิจกรรมจะไม่มีแบบแผนที่ตายตัว เป็นกิจกรรมที่สามารถยืดหยุ่นได้ (Thomas P. Carpenter, 1996, p. 5) โดยหลักการสอนแนะให้รู้คิดมีหลักการที่สำคัญ ดังนี้ (Fennema et al, 1989, อ้างถึงในเวชฤทธิ์ อังชนะภัทรขจร, 2552-2553, ตุลาคม-มกราคม, น. 3)

1. การจัดการเรียนการสอนควรพัฒนาความเข้าใจของนักเรียนโดยเน้นที่ความสำคัญระหว่างทักษะและการแก้ปัญหาใช้การแก้ปัญหาเป็นศูนย์กลางของการเรียนการสอน

2. การจัดการเรียนการสอนควรจัดสถานการณ์ให้นักเรียนลงมือทำกิจกรรมให้นักเรียนได้สร้างความรู้ด้วยตนเองด้วยความเข้าใจ

3. นักเรียนควรสามารถเชื่อมโยงปัญหา มโนทัศน์ หรือทักษะ กับความรู้เดิมที่มีอยู่
4. เนื่องจากการจัดการเรียนการสอนแบบนี้อยู่บนพื้นฐานความรู้และความคิดของนักเรียน จึงต้องมีการประเมินอย่างสม่ำเสมอ โดยไม่ได้ประเมินเพียงว่า นักเรียนแก้ปัญหานั้น ๆ ได้ แต่ประเมินด้วยว่านักเรียนมีวิธีแก้ปัญหายังไร วิธีการประเมินการคิดของนักเรียนที่ได้ผลคือการถามคำถามที่เหมาะสม และฟังคำตอบของนักเรียน

นอกจากนี้คาร์เพนเทอร์ตั้งข้อสังเกตเกี่ยวกับแนวการจัดการเรียนการสอนแนะให้รู้คิด อีกว่า 1) เป็นการพัฒนาความเข้าใจและการคิดเชิงคณิตศาสตร์ของนักเรียน 2) การจัดการเรียนรู้ของครูมีอิทธิพลต่อการพัฒนาความเข้าใจ และการคิดเชิงคณิตศาสตร์ของนักเรียน 3) ความรู้และความเชื่อของครู มีผลต่อการจัดการเรียนการสอน และ 4) ความรู้และความเชื่อของครู ได้รับอิทธิพลมาจากการทำความเข้าใจการคิดเชิงคณิตศาสตร์ของนักเรียน (Carpenter et al, 2000, อ้างถึงใน เวชฤทธิ์ อังกะภทธรขจร, 2552-2553, ตุลาคม-มกราคม, น. 3)

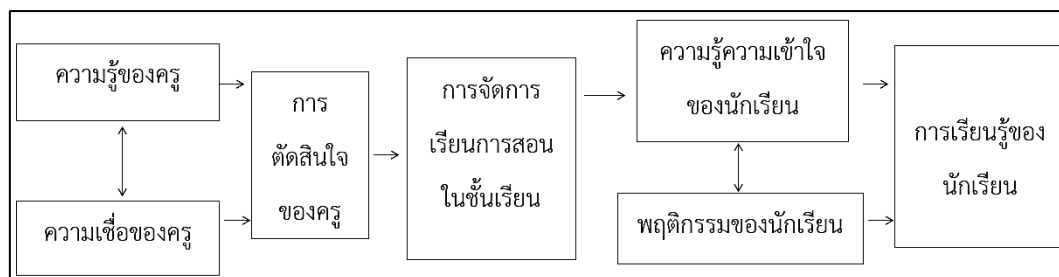
เวชฤทธิ์ อังกะภทธรขจร (2552-2553, ตุลาคม-มกราคม, น. 3) กล่าวว่าลักษณะชั้นเรียนของการสอนแนะให้รู้คิด (CGI) มีลักษณะเน้นให้นักเรียนสร้างความรู้เองด้วยความเข้าใจ เน้นการแก้ปัญหามากกว่าชั้นเรียนเดิม ๆ และชั้นเรียนการสอนแนะให้รู้คิด ครูต้องประเมินการคิดของนักเรียนอยู่เป็นประจำ รวมทั้งมีการประเมินกระบวนการแก้ปัญหาแบบต่าง ๆ

จากการศึกษาลักษณะและหลักการสอนแนะให้รู้คิด ผู้วิจัยสรุปได้ว่า การสอนแนะให้รู้คิดเป็นการจัดการเรียนรู้โดยที่เกิดจากครูเข้าใจกระบวนการคิดแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน นำความเข้าใจนั้นมาออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ โดยครูทำหน้าที่แนะนำ นักเรียนเป็นผู้ลงมือปฏิบัติ ครูต้องประเมินความเข้าใจของนักเรียนอยู่เป็นประจำ และเป็นกิจกรรมที่สามารถยืดหยุ่นได้ตามความเหมาะสมของสถานการณ์

1.5 รูปแบบของการสอนแนะให้รู้คิด

จากความหมายและลักษณะของการสอนแนะให้รู้คตินำมาซึ่งรูปแบบของการสอนแนะให้รู้คิดที่เริ่มต้นตั้งแต่กระบวนการการคิดและความเชื่อของครูนำไปสู่กระบวนการเรียนรู้ของนักเรียน

รูปแบบของการสอนแนะให้รู้คิด (Cognitively Guided Instruction Model) แสดงดังภาพประกอบ 6 (Fennema et al. 1989, อ้างถึงใน เวชฤทธิ์ อังกะภทธรขจร, 2552-2553, ตุลาคม-มกราคม, น. 3)



ภาพประกอบ 6 รูปแบบการสอนแนะให้รู้คิด

ที่มา: เวชฤทธิ์ อังกะภักทรขจร. (2552-2553). การสอนแนะให้รู้คิด (Cognitively Guided Instruction: CGI): รูปแบบหนึ่งของการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์. หน้า 3.

จากภาพประกอบ 6 เป็นการแสดงกระบวนการที่ให้ได้มาซึ่งการเรียนรู้ของนักเรียน โดยเริ่มตั้งแต่ ความเชื่อของครู และความรู้ของครูในการทำความเข้าใจกระบวนการคิดเชิงคณิตศาสตร์ของนักเรียน นำไปสู่การตัดสินใจที่จะออกแบบกระบวนการจัดการเรียนรู้ที่สอดคล้องกับกระบวนการคิดเชิงคณิตศาสตร์ของนักเรียนมากที่สุด จากนั้นนำไปใช้จริงในชั้นเรียน เพื่อให้นักเรียนเกิดความรู้ความเข้าใจ ซึ่งแสดงออกทางพฤติกรรมที่ครูสามารถวัดได้นักเรียนเกิดกระบวนการเรียนรู้

รูปแบบการสอนแนะให้รู้คิด (Cognitively Guided Instruction Model) จะเน้นที่ความรู้ของครูที่เข้าใจการคิดของนักเรียน และความรู้เหล่านี้ยังช่วยแก้ปัญหาองค์ประกอบพื้นฐานของความรู้ด้านศาสตร์การสอน ซึ่งเป็นความรู้ในการอธิบายให้นักเรียนให้เข้าใจ โดยการสอนแนะให้รู้คิดจะเปลี่ยนจากการที่ครูเป็นผู้อธิบายบอกคำตอบหรือบอกแนวทางในการแก้ปัญหาให้กับนักเรียนเป็นครูเป็นผู้ชี้แนะเพื่อให้นักเรียนค้นพบแนวทางในการแก้ปัญหาได้ด้วยตนเอง (Thomas P. Carpenter, 1996, p. 14)

จากการศึกษาเรื่องรูปแบบการสอนแนะให้รู้คิด ผู้วิจัยสรุปได้ว่า ความเชื่อของครูเกี่ยวกับกระบวนการคิดแก้ปัญหาของนักเรียนมีผลต่อการออกแบบการจัดการเรียนการสอน ซึ่งจะส่งผลต่อกระบวนการเรียนรู้ของนักเรียน การสอนแนะให้รู้คิดเป็นการสอนที่ให้นักเรียนเป็นผู้สร้างองค์ความรู้ด้วยตนเองโดยครูเป็นผู้สนับสนุนช่วยเหลือแนะนักเรียน ครูเป็นผู้ใช้คำถามนำไปสู่กระบวนการการแก้ปัญหาของนักเรียน

1.6 ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ในชั้นเรียนโดยการสอนแนะให้รู้คิด

จากรูปแบบของการสอนแนะให้รู้คิด ที่เน้นให้ครูเข้าใจความคิดเชิงคณิตศาสตร์ของนักเรียนนำมาสู่หลักสูตรที่ใช้ในห้องเรียน การสอนแนะให้รู้คิด ที่นิยมใช้มีแหล่งกำเนิดมาจากการวิเคราะห์การพัฒนาทางความคิดทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน โดยลำดับขั้นตอนที่สำคัญ 4 ขั้นตอนในกระบวนการจัดการเรียนรู้ของชั้นเรียน CGI มีดังนี้ (Carpenter et al, 1999, อ้างถึงใน เวชฤทธิ์ อังชนะภัทรขจร, 2552-2553, ตุลาคม-มกราคม, น. 4-5)

ขั้นตอนที่หนึ่ง ครูนำเสนอปัญหา ในขั้นตอนนี้ ครูนำเสนอปัญหาตามวัตถุประสงค์และความมุ่งหมายที่ตั้งไว้ ถ้านักเรียนมีความยุ่งยากในการแก้ปัญหา ครูควรมีการให้ปัญหาที่คล้ายกันกับนักเรียนอีกครั้งหนึ่ง ในการเลือกปัญหา ครูควรเลือกปัญหาที่น่าสนใจ และที่ให้นักเรียนมีประสบการณ์ในการแก้ปัญหาที่หลากหลาย ปัญหาที่เลือกมาควรมีความสอดคล้องกับบริบทในชีวิตจริงของนักเรียน

ขั้นตอนที่สอง ครูช่วยแนะให้นักเรียนมีความเข้าใจในปัญหา และเปิดโอกาสให้นักเรียนแก้ปัญหา ในขั้นตอนนี้ครูควรให้เวลานักเรียนเพื่อทำความเข้าใจในปัญหาที่ให้และช่วยแนะนำจนครูมีความแน่ใจว่า นักเรียนเกิดความเข้าใจและสามารถแก้ปัญหานั้น ๆ ได้แล้ว นอกจากนี้สิ่งสำคัญของชั้นเรียนการสอนแนะให้รู้คิดคือ ในระหว่างนักเรียนแก้ปัญหาครูต้องอำนวยความสะดวกเกี่ยวกับสื่อ อุปกรณ์ หรือเครื่องมือต่าง ๆ ที่นักเรียนต้องการ

ขั้นตอนที่สาม นักเรียนรายงานคำตอบและวิธีการแก้ปัญหา หลังจากที่ได้ครูนำเสนอปัญหา และให้เวลานักเรียนแก้ปัญหาแล้ว ครูจึงเลือกถามนักเรียนเป็นรายบุคคลถึงวิธีการที่พวกเขาใช้ในการแก้ปัญหา พร้อมเหตุผลเพื่อนำเสนอต่อนักเรียนในชั้นเรียน และในระหว่างที่นักเรียนรายงานคำตอบนั้น ครูอาจใช้คำถามเพื่อให้นักเรียนแสดงแนวคิดของตนเองออกมา เช่น “ทำไมนักเรียนถึงเริ่มต้นด้วย...” “นักเรียนแก้ปัญหานั้นอย่างไร” “บอกได้ไหมว่านักเรียนได้คำตอบมาอย่างไร” หรือ “คุณบอกได้ไหมว่ากำลังคิดอะไรอยู่” เป็นต้น

ขั้นตอนที่สี่ ครูและนักเรียนช่วยกันอภิปรายคำตอบและวิธีการที่ใช้ หลังจากให้นักเรียนรายงานคำตอบ วิธีการและเหตุผลของตนเองแล้ว นักเรียนทั้งชั้นช่วยกันอภิปรายถึงคำตอบและวิธีการที่แตกต่างกัน โดยครูเป็นผู้ทำให้เกิดการอภิปรายโดยใช้คำถาม เช่น คำตอบทั้งสองนี้เหมือนหรือต่างกันอย่างไร มีใครปัญหาด้วยวิธีการที่แตกต่างจากที่กล่าวนี้อีกหรือไม่ เป็นต้น และครูควรเชื่อมการอภิปรายโดยถามคำตอบที่อยู่บนพื้นฐานของสิ่งที่นักเรียนตอบ

จากการศึกษาขั้นตอนการสอนแนะให้รู้คิด ผู้วิจัยสรุปได้ว่า ขั้นตอนการสอนแนะให้รู้คิดมี 4 ขั้นตอน เริ่มต้นจาก การนำเสนอปัญหาเพื่อเป็นการเร้าใจนักเรียนและกระตุ้นนักเรียนจากนั้นขั้นตอนที่สอง ขั้นวิเคราะห์ข้อมูลและแก้ปัญหา เป็นขั้นตอนที่ครูใช้วิธีการแนะให้นักเรียนเข้าใจปัญหาและให้นักเรียนลงมือปฏิบัติ จากนั้นขั้นที่สาม ขั้นรายงานคำตอบและวิธีการแก้ปัญหา เป็นขั้นที่ครู

เปิดโอกาสให้นักเรียนเป็นผู้แสดงวิธีการแก้ปัญหา และครูเป็นผู้ตั้งประเด็นคำถาม และ
 ขั้นสุดท้าย ขั้นอภิปรายคำตอบและวิธีการที่ใช้ เป็นขั้นที่ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปวิธีการแก้ปัญหาที่
 ถูกต้อง

1.7 บทบาทของครูในชั้นเรียนการสอนแนะให้รู้คิด

ในการสอนแนะให้รู้คิด บทบาทหน้าที่ของครูมีความสำคัญต่อการจัดการเรียนการสอน
 อย่างยิ่ง เพราะครูต้องทำหน้าที่เป็นผู้สนับสนุนเพื่อให้นักเรียนเกิดองค์ความรู้ได้ด้วยตนเอง โดยครู
 ไม่ใช่ผู้บอกองค์ความรู้นั้นเป้าหมายหน้าที่ของครูคือ การทำงานย้อนกลับจากการหาข้อผิดพลาด
 ของนักเรียนมาตรวจสอบมโนทัศน์ของนักเรียน แล้วจากมโนทัศน์ของนักเรียนนั้น ครูจัดการเรียน
 การสอนต่อ ช่วยให้นักเรียนสร้างองค์ความรู้ที่ถูกต้องบนฐานขององค์ความรู้เดิม นั่นคือ เป็นสิ่งที่
 สำคัญสำหรับครูผู้สอนการแนะให้รู้คิด ที่ต้องสามารถระบุข้อผิดพลาดทางมโนทัศน์ของนักเรียนให้ได้
 (Thomas P. Carpenter, 1996, p. 14) บทบาทของครูในชั้นเรียน CGI มีดังนี้ (Carpenter et al,
 1999, อ้างถึงใน เวชฤทธิ์ อังชนะภัทรขจร, 2552-2553, ตุลาคม-มกราคม, น. 5)

1. ครูควรใช้คำถามหรือการชี้แนะในขณะที่นักเรียนทำกิจกรรมแล้วไม่สามารถ
 แก้ปัญหาได้
2. ครูควรมีความกระตือรือร้นและมีการพัฒนาอย่างต่อเนื่องในการทำความเข้าใจ
 ความคิดของนักเรียนแต่ละคน
3. ครูควรเตรียมสื่อ วัสดุอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่เอื้ออำนวยต่อการแก้ปัญหาของนักเรียน
4. ครูควรสร้างบรรยากาศที่ส่งเสริมให้นักเรียนรู้สึกดีในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์
 และเปิดโอกาสให้นักเรียนสามารถสื่อสารแนวคิดและเหตุผลได้หลากหลาย ไม่ว่าจะเป็นการพูด
 การเขียน การวาดภาพ ซึ่งเป็นแนวทางที่ให้นักเรียนเข้าใจตนเองว่ากำลังคิดอะไร และทำอะไร รวมทั้ง
 ครูสามารถประเมินความคิดและเหตุผลของนักเรียนได้ด้วย
5. ครูควรนำเสนอปัญหา สถานการณ์หรือกิจกรรมที่เหมาะสมกับนักเรียนทุกคน
 และสามารถพัฒนาความรู้ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนได้
6. ครูควรจัดสภาพแวดล้อมที่เอื้อให้นักเรียนสร้างความรู้ได้ด้วยตนเอง แทนที่
 เป็นแต่ผู้ถ่ายทอดความรู้
7. ครูควรส่งเสริมให้นักเรียนทำงานเป็นกลุ่ม และมีการอภิปรายแนวคิดของตนเอง
 กับผู้อื่น ส่งเสริมให้นักเรียนมีปฏิสัมพันธ์กันในชั้นเรียน
8. ครูควรให้เวลาที่เหมาะสมแก่นักเรียนในการแก้ปัญหาต่าง ๆ
9. ครูไม่ควรเตรียมแนวทางการสอนที่ชัดเจนตายตัว หรือใช้สื่ออุปกรณ์การเรียน
 การสอนที่เฉพาะเจาะจง แต่ครูควรเตรียมการสอนต่าง ๆ อย่างกว้างๆ และปรับกิจกรรมการเรียน
 การสอนตามความต้องการหรือแนวความคิดของนักเรียน

จากการศึกษาบทบาทหน้าที่ของครูในการสอนแนะให้รู้คิด ผู้วิจัยสามารถสรุปได้ว่า ครูสอนคณิตศาสตร์ต้องมีความรู้ในเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ที่จะสอนเป็นอย่างดี และใช้หลัก การแก้ปัญหาเป็นเป้าหมายในการจัดการเรียนการสอน เข้าใจความคิดของผู้เรียนในการแก้ปัญหา ต่าง ๆ การตัดสินใจของครูมีฐานคิดจากความรู้ของครูที่มีความเข้าใจในความคิดของนักเรียน นอกจากนี้ยังมีบรรยากาศในชั้นเรียนที่จัดการเรียนรู้เพื่อสอนแนะให้รู้คิด จากลักษณะของห้องเรียน แบบเดิมที่นักเรียนจะมีภาระงานและทำตามที่ครูบอกให้ทำ กระบวนการส่วนใหญ่จะมุ่งประเด็นไปที่ ขั้นตอนการคำนวณเพื่อหาคำตอบจากแต่ละคำถาม ครูคาดหวังให้นักเรียนทุกคนได้กระทำในส่วนที่ เหมือนกันเป็นงานประจำ และมีความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่เหมือนกัน ซึ่งการแก้ปัญหาที่เหมือนกันจะ เป็นการสนับสนุนบริบทของนักเรียนในการฝึกหัดการแสดงลำดับขั้นตอนมากกว่าการแข่งขันนำเสนอ ความคิดและวิธีการในการแก้ปัญหา ฐานคิดของครูจะมาจากการตัดสินใจของครูเองที่ว่าอะไร มีความสำคัญสำหรับนักเรียนในการเรียนรู้ ในขณะที่ห้องเรียนที่จัดการเรียนรู้แนะให้รู้คิด ซึ่งเป็น การสร้างความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่ขึ้นอยู่กับสิ่งที่นักเรียน เปิดโอกาสให้นักเรียนได้เรียนรู้แตกต่างกัน บรรยากาศชั้นเรียนเป็นการรับฟังความคิดเห็นกัน วิธีการแก้ปัญหาของแต่ละคนไม่จำเป็นต้อง เหมือนกัน ขึ้นอยู่กับแนวคิดของแต่ละคนมีการยอมรับฟังความคิดเห็นของเพื่อนๆ ในห้องเรียนด้วย ซึ่งหากต้องการให้เกิดการปฏิรูปการจัดการศึกษาคณิตศาสตร์ นักเรียนทุกระดับต้องได้รับการฝึกให้ สามารถใช้คณิตศาสตร์ได้อย่างเชี่ยวชาญ คือ การร่วมแรงร่วมใจในการหาคำตอบ การอภิปรายโต้เถียงกันในข้อค้นพบหรือคำตอบที่ได้ การเชื่อมโยง ประเมินผล สรุป รวมทั้งการสื่อสารผลลัพธ์ที่ได้ ในขั้นต้นนักเรียนควรจะได้รับการส่งเสริมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ด้วยตนเองมากกว่าการเรียนรู้คณิตศาสตร์ในรูปแบบของการเป็นผู้รับความรู้จากผู้สอนเพียงอย่างเดียว

1.8 การประเมินในชั้นเรียนการสอนแนะให้รู้คิด

การประเมินเป็นสิ่งจำเป็นสำหรับการจัดการเรียนการสอนทุกรูปแบบ เนื่องจาก การประเมินจะเป็นตัวชี้วัดว่าการจัดการเรียนการสอนนั้น ๆ ประสบความสำเร็จสามารถพัฒนา ศักยภาพนักเรียนได้หรือไม่

การประเมินชั้นเรียนการสอนแนะให้รู้คิดนั้นครูควรจะมีการประเมิน ความรู้ ความเข้าใจของนักเรียนบ่อย ๆ และใช้วิธีการที่หลากหลายในการประเมิน เช่น ประเมินโดย การสังเกต การใช้คำถาม การสัมภาษณ์รายบุคคล หรือ การฟังจากการนำเสนอแนวคิดและเหตุผล ของนักเรียน เป็นต้น โดยการประเมินนั้นควรทำควบคู่กันไปกับการเรียนการสอน (NCRMSE, 1992, อ้างถึงในเวชฤทธิ์ อังกะภักทรขจร, 2552-2553, ตุลาคม-มกราคม, น. 6) นอกจากนี้ว่า ครูต้อง เตรียมหลักสูตรและกรอบการสอนแนะให้รู้คิด รวมถึงการประเมินพื้นฐานที่สอดคล้องกันกับ ความสามารถในการคิดทางคณิตศาสตร์ โดยทั่วไปแล้วการสอนแนะให้รู้คิด จะทำให้เห็นบริบทที่

สะท้อนและประเมินความรู้ของครูผู้สอน ดังนั้น การสอนแนะให้รู้คิดจะจัดเนื้อหาให้มีการสะท้อนและมีการประเมิน (Thomas P. Carpenter, 1996, p. 16)

แฮงค์ ได้เปรียบเทียบหลักการในการจัดการสอนแบบดั้งเดิมกับการสอนแนะให้รู้คิด ไว้ดังนี้ (Hanks, 1998, อ้างถึงใน เวชฤทธิ์ อังชนะภัทรขจร, 2552-2553, ตุลาคม-มกราคม, น. 6)

ตาราง 1 แสดงการเปรียบเทียบระหว่างการสอนรูปแบบเดิมและการสอนแนะให้รู้คิด

หัวข้อที่ใช้	การสอนรูปแบบเดิม	การสอนแนะให้รู้คิด
บทบาทครู	ครูจะเป็นผู้ดำเนินการสอนและให้ความรู้แก่นักเรียนโดยตรง	ครูจะมีปฏิสัมพันธ์กับนักเรียนและเป็นสื่อกลางให้เข้าถึงสิ่งแวดล้อม
ปฏิสัมพันธ์ระหว่างนักเรียนกับนักเรียน	นักเรียนเรียนรู้ตามลำพัง	นักเรียนได้เรียนรู้จากการทำงานเป็นกลุ่ม มีการอภิปราย และเสนอความคิดเห็นกับเพื่อน ๆ
หลักสูตร	กิจกรรมต่าง ๆ ในหลักสูตรเป็นแบบเรียนและแบบฝึกจากตำรา	กิจกรรมหลักสูตรจะเป็นการจัดการเกี่ยวกับข้อมูลพื้นฐานและวัสดุอุปกรณ์
เวลา	กำหนดเวลาที่แน่นอนในแต่ละวัน โดยครอบคลุมเนื้อหา จะถือว่าเวลาในการทำกิจกรรมมีความสำคัญ	เวลาในชั้นเรียนใช้ไปในการแก้ปัญหาที่ซับซ้อน โดยนักเรียนจะร่วมกันสะท้อนและอภิปรายตามความคิดของตนเอง
ความคิดรวบยอด	การนำเสนอความคิดรวบยอดให้กับนักเรียนจะมีลักษณะจากส่วนย่อยไปสู่ส่วนรวม โดยใช้ทักษะพื้นฐาน	การนำเสนอความคิดรวบยอดโดยมีลักษณะองค์รวมไปยังส่วนย่อย เป็นการให้แนวคิดหลักที่สำคัญ
มุมมองเกี่ยวกับตัวนักเรียน	นักเรียนถูกมองว่าไม่มีความรู้ ไม่มีข้อมูลใด ๆ การให้ข้อมูลแก่นักเรียนจะทำโดยครู	มองว่านักเรียนมีความคิดและสามารถสร้างทฤษฎีและเชื่อว่านักเรียนเป็นผู้สร้างความรู้เบื้องต้น

ตาราง 1 (ต่อ)

หัวข้อที่ใช้ เปรียบเทียบ	การสอนรูปแบบเดิม	การสอนแนะให้รู้คิด
การประเมินผล	การประเมินผลนักเรียนจะแยกจาก การสอน และการทดสอบจะเกิดการ แบ่งระดับนักเรียน และเน้นการ แข่งขัน	การประเมินผลนักเรียนอยู่ใน ขั้นตอนของการสอน ด้วยการตั้ง คำถาม สังเกต นักเรียนจาก ผลงาน ไม่เน้นการแข่งขัน

ที่มา: เวชฤทธิ์ อังกะภักทรขจร. 2552-2553. การสอนแนะให้รู้คิด (Cognitively Guided Instruction: CGI: รูปแบบหนึ่งของการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์. หน้า 6.

จากการศึกษาการประเมินในชั้นเรียนของการสอนแนะให้รู้คิด ผู้วิจัยสรุปได้ว่าการประเมินของการสอนแนะให้รู้คิดจะสอดคล้องกับกระบวนการจัดการเรียนการสอนอยู่แล้ว โดยการใช้การประเมินบ่อย ๆ เพื่อที่ครูจะสามารถให้ข้อมูลย้อนกลับเพื่อให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ อีกทั้งควรใช้การประเมินที่หลากหลาย เช่นการสังเกต การตอบคำถาม การทำแบบฝึกหัด เป็นต้น

1.9 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสอนแนะให้รู้คิด

ในงานวิจัยนี้ ผู้วิจัยศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องที่ศึกษาตัวแปรการสอนแนะให้รู้คิด (CGI) ดังนี้

เวชฤทธิ์ อังกะภักทรขจร (2551, น. 187-191) ได้ทำการวิจัยเกี่ยวกับ การพัฒนา กิจกรรมการเรียนรู้แบบการสอนแนะให้รู้คิด (CGI) ที่ใช้ทักษะการให้เหตุผลและการเชื่อมโยงโดย บูรณาการสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง การวิเคราะห์ข้อมูลกับสิ่งแวดล้อมศึกษาสำหรับนักเรียน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โดยมีความมุ่งหมายเพื่อพัฒนา กิจกรรมการเรียนรู้แบบการสอนแนะให้รู้คิดที่ใช้ ทักษะการให้เหตุผลและการเชื่อมโยงโดยบูรณาการสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์เรื่อง การวิเคราะห์ ข้อมูลกับสิ่งแวดล้อมศึกษา และเพื่อศึกษาผลการใช้กิจกรรมการเรียนรู้ที่สร้างขึ้นในด้านความเข้าใจ คณิตศาสตร์เรื่อง การวิเคราะห์ข้อมูล ทักษะการให้เหตุผล ทักษะการเชื่อมโยง เจตคติต่อวิชา คณิตศาสตร์ และการสำนึกรักษ์สิ่งแวดล้อม โดยจัดกระทำกับกลุ่มนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6/1 จำนวน 45 คน ของโรงเรียนแย้มวิทยาคาร อำเภอโพธาราม จังหวัดราชบุรี ซึ่งได้มาจากการสุ่มอย่าง ง่าย เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบไปด้วย 1) แผนการจัดการเรียนรู้ 2) แบบทดสอบวัดความ เข้าใจทางคณิตศาสตร์เรื่องการวิเคราะห์ข้อมูล ทักษะการให้เหตุผล และทักษะการเชื่อมโยงทาง

คณิตศาสตร์ 3) แบบสังเกตพฤติกรรมซึ่งมีจำนวน 5 ฉบับ คือแบบสังเกตพฤติกรรมเพื่อศึกษาความเข้าใจทางคณิตศาสตร์เรื่องการวิเคราะห์ข้อมูล ทักษะการให้เหตุผล ทักษะการเชื่อมโยง เจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ และการมีสำนึกรักษ์สิ่งแวดล้อม 4) แบบสัมภาษณ์มี 3 ฉบับ คือ แบบสัมภาษณ์เพื่อศึกษาความเข้าใจทางคณิตศาสตร์เรื่องการวิเคราะห์ข้อมูล ทักษะการให้เหตุผล และทักษะการเชื่อมโยง 5) แบบวัดเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ และ 6) แบบวัดการมีสำนึกรักษ์สิ่งแวดล้อม ซึ่งผลการทดลองผลปรากฏว่า 1) ด้านความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ ด้านการให้เหตุผล และด้านทักษะการเชื่อมโยง พบว่านักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยจากการทำแบบทดสอบภายหลังการทดลองมากกว่าก่อนการทดลองที่ระดับนัยสำคัญ .01 2) ด้านเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ พบว่านักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยจากการทำแบบวัดเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ภายหลังการทดลองมากกว่าก่อนการทดลอง และนักเรียนมีพฤติกรรมที่แสดงเจตคติที่ดีต่อวิชาคณิตศาสตร์ขณะเรียน และ 5) ด้านสำนึกรักษ์สิ่งแวดล้อม พบว่านักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยจากการทำแบบวัดการมีสำนึกรักษ์สิ่งแวดล้อมภายหลังการทดลองมากกว่าก่อนการทดลองที่ระดับนัยสำคัญ .01 และนักเรียนแสดงพฤติกรรมด้านการมีสำนึกรักษ์สิ่งแวดล้อมจากการสังเกตระหว่างเรียน

2. การให้ข้อมูลย้อนกลับเพื่อส่งเสริมการเรียนรู้

2.1 ความหมายของการให้ข้อมูลย้อนกลับเพื่อส่งเสริมการเรียนรู้

การให้ข้อมูลย้อนกลับเพื่อส่งเสริมการเรียนรู้ มีหลายความหมาย ขึ้นอยู่กับบริบทของสิ่งที่นำไปใช้และศาสตร์ที่นำไปใช้ มีผู้ให้ความหมายไว้หลายท่าน ดังนี้

Hattie และ Timperley (2007, p. 81) กล่าวถึงการให้ข้อมูลย้อนกลับเพื่อส่งเสริมการเรียนรู้ว่า การให้ข้อมูลย้อนกลับเป็นมโนทัศน์ของข้อมูลที่ให้โดยตัวแทนของผู้กระทำเช่น ครู เพื่อน หนังสือ พ่อแม่ ตัวเอง หรือประสบการณ์ โดยพิจารณาในแง่ของสมรรถนะ(Performance) หรือความเข้าใจ ครูหรือพ่อแม่สามารถให้ข้อมูลที่ถูกต้องเพื่อทำให้นักเรียนเข้าใจข้อมูลที่ชัดเจน ทั้งนี้สามารถให้กำลังใจนักเรียนและนักเรียนสามารถปรับปรุงคำตอบ หรือการตอบสนองให้ถูกต้อง ดังนั้น การให้ข้อมูลย้อนกลับคือ สมรรถนะ การแสดงการกระทำให้บรรลุผลสำเร็จ (Performance)

Winne และ Butler, 1994, as cited in Hattie และ Timperley (2007, p. 82) สรุปความหมายของการให้ข้อมูลย้อนกลับเพื่อส่งเสริมการเรียนรู้ไว้ว่า ข้อมูลย้อนกลับเพื่อส่งเสริมการเรียนรู้ คือข้อมูลที่นักเรียนสามารถ ยืนยัน เพิ่ม บันทึกใหม่ (Overwrite) ปรับ หรือ เปลี่ยนโครงสร้างใหม่ของข้อมูลในความทรงจำของสมอง ซึ่งข้อมูลเหล่านั้นคือ ความรู้หลัก อภิปัญญา ความเชื่อเกี่ยวกับตนเองและภาระงาน หรือการรู้คิดเกี่ยวกับกลยุทธ์และยุทธวิธี

Mory Edna H (2013, pp. 745-746) ให้ความหมายของการให้ข้อมูลย้อนกลับเพื่อส่งเสริมการเรียนรู้ไว้ดังนี้

1. การให้ข้อมูลย้อนกลับเพื่อส่งเสริมการเรียนรู้ เป็นกระบวนการที่เป็นปัจจัยทำให้เกิดผลปรับเปลี่ยน เปลี่ยนแปลง และแก้ไขด้วยตัวของมันเอง อย่างไรก็ตามความหมายของคำว่าข้อมูลย้อนกลับจะแตกต่างกันไปตามบริบท ระบบ หรือสถานการณ์ที่ใช้ ในกรณีด้านการศึกษานักการวิจัยส่วนใหญ่นิยามคำว่าข้อมูลย้อนกลับไว้ว่า การให้ข้อมูลย้อนกลับ เป็นเนื้อหาหรือส่วนหนึ่งของการจัดการเรียนการสอน

2. การให้ข้อมูลย้อนกลับเพื่อส่งเสริมการเรียนรู้ หมายรวมถึง การสื่อสาร หรือกระบวนการที่ให้ข้อมูลข่าวสารแก่นักเรียนที่เป็นการตอบสนองต่อคำถามในกระบวนการจัดการเรียนการสอน

3. การให้ข้อมูลย้อนกลับเพื่อส่งเสริมการเรียนรู้ เป็นการเปรียบเทียบผลของการกระทำกับเกณฑ์มาตรฐาน เป็นข้อมูลที่แสดงแก่นักเรียนหลังจากที่นักเรียนได้รับการจัดการเรียนรู้ โดยถ่ายทอดได้จากหลายกระบวนการไม่จำเป็นต้องเป็นเพียงจากการตอบคำถามว่าถูกต้องเท่านั้น สามารถถ่ายทอดข้อมูลลักษณะ ความแม่นยำ ระยะเวลา การแนะนำแนวทาง ข้อความที่เป็นการส่งเสริมแรงจูงใจ ลำดับของบทเรียนที่ต้องทำในขั้นตอนถัดไป การเปรียบเทียบกับเกณฑ์ และเป้าหมายของการเรียน เป็นต้น

4. ข้อมูลย้อนกลับเพื่อส่งเสริมการเรียนรู้ ของการจัดการเรียนการสอนแบบใช้คอมพิวเตอร์เป็นฐาน การให้ข้อมูลย้อนกลับคือข้อความทุก ๆ อย่างแสดงเพื่อเป็นการตอบสนองนักเรียน

5. นิยามที่ดีที่สุดของการให้ข้อมูลย้อนกลับเพื่อส่งเสริมการเรียนรู้คือเป็นข้อมูลที่แสดงถึงการเปรียบเทียบระหว่างผลลัพธ์เชิงประจักษ์กับผลลัพธ์ที่ต้องการ

เชิดศักดิ์ ไอรณรัตน์ (2552, น. 1) ให้ความหมายของการให้ข้อมูลย้อนกลับเพื่อส่งเสริมการเรียนรู้ว่า เป็นข้อมูลที่ให้แก่เรียนที่บรรยายถึงพฤติกรรมหรือความสามารถในการเรียนหรือการทำงานของนักเรียน โดยมีเจตนาที่ต้องการพัฒนาพฤติกรรมหรือความสามารถของนักเรียน

โชติมา หนูพริก (น. 4) ได้ให้ความหมายของการให้ข้อมูลย้อนเพื่อส่งเสริมการเรียนรู้ไว้ว่า เป็นองค์ประกอบที่สำคัญในการส่งเสริมการจัดการเรียนรู้และการประเมินผลเพื่อการเรียนรู้ (Assessment for Learning) เป็นการส่งเสริมการมีส่วนร่วมระหว่างนักเรียนและครู พัฒนาความสามารถของนักเรียนโดยมีการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมของนักเรียนในระยะยาว และเป็นการสร้างบรรยากาศในการเรียนรู้แบบเป็นมิตร

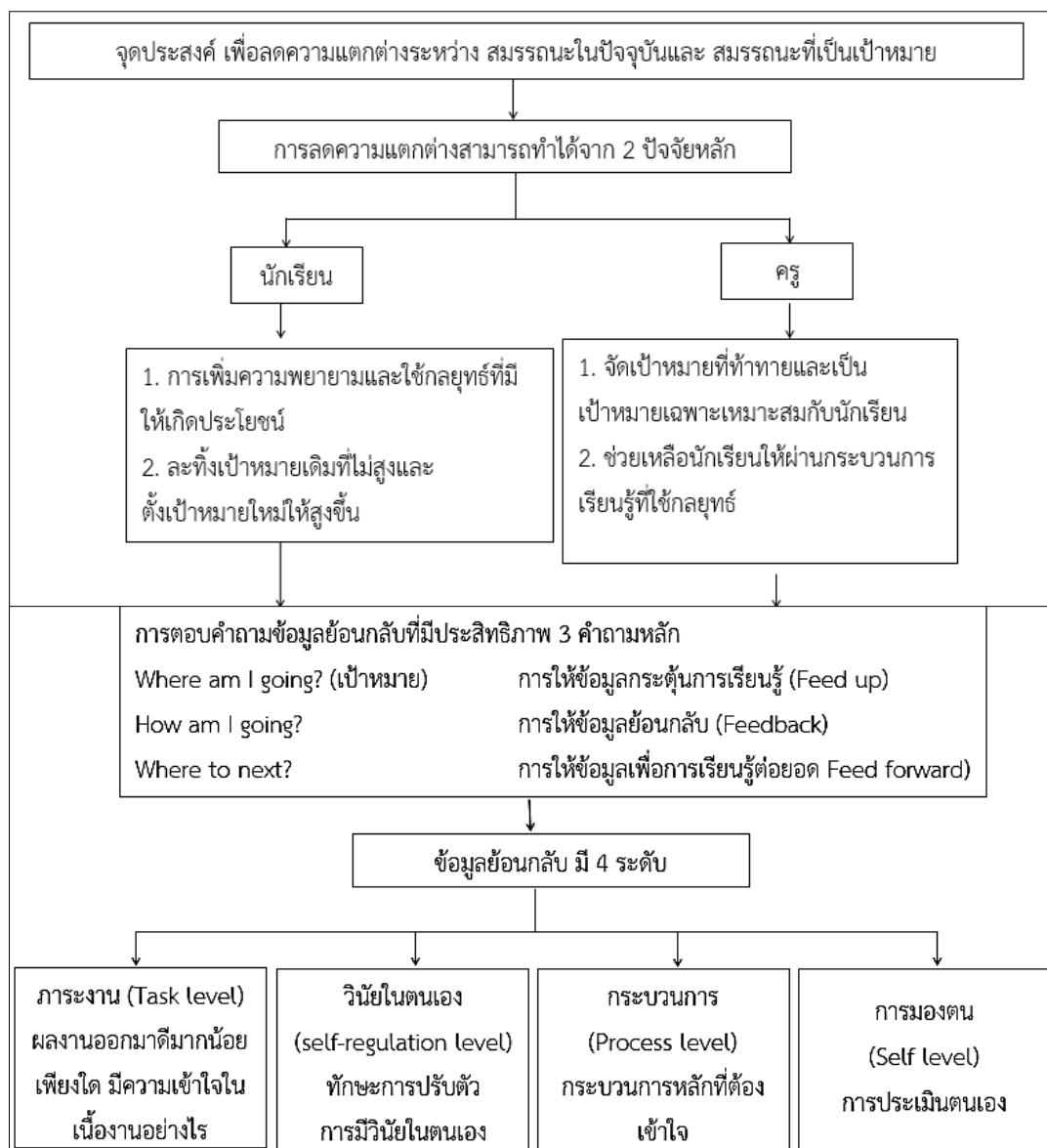
จากการศึกษาความหมายของการให้ข้อมูลย้อนกลับเพื่อส่งเสริมการเรียนรู้ ผู้วิจัยสามารถสรุปความหมายของการให้ข้อมูลย้อนกลับเพื่อส่งเสริมการเรียนรู้ได้ว่าเป็นการสื่อสารเพื่อตอบสนองกระบวนการเรียนรู้ของนักเรียน มีจุดประสงค์เพื่อให้เกิดการเรียนรู้และการพัฒนาความสามารถในด้านต่าง ๆ เป็นการให้ข้อมูลย้อนกลับเพื่อสะท้อนให้นักเรียนทราบเกี่ยวกับสมรรถนะและความเข้าใจโดยเป็นการสะท้อนเน้นทางบวกเพื่อเป็นการสร้างบรรยากาศในการเรียนที่ดี และเป็นการประเมินนักเรียนเบื้องต้น

2.2 ลักษณะของการให้ข้อมูลย้อนกลับเพื่อส่งเสริมการเรียนรู้

การให้ข้อมูลย้อนกลับเพื่อส่งเสริมการเรียนรู้มีหลายลักษณะ แต่ละลักษณะเหมาะสมกับการจัดการเรียนการสอนแต่ละช่วงที่แตกต่างกันออกไป

การให้ข้อมูลย้อนกลับเพื่อส่งเสริมการเรียนรู้ ประกอบด้วย 3 ลักษณะคือ การให้ข้อมูลกระตุ้นการเรียนรู้ (Feed up) การให้ข้อมูลย้อนกลับ (Feedback) และการให้ข้อมูลเพื่อการเรียนรู้ต่อยอด (Feed forward) (Hattie & Timperley, 2007, p. 86; โชติมา หนูพริก, 2558-2559, พฤศจิกายน - มีนาคม, น.18; วิชัย วงษ์ใหญ่, 2557, น. 179) โดยนักการศึกษาแต่ละท่านอธิบายลักษณะของการให้ข้อมูลย้อนกลับไว้ดังนี้

Hattie และ Timperley (2007, pp. 86-87); โชติมา หนูพริก (2558-2559, พฤศจิกายน - มีนาคม, น. 18-26) ได้กล่าวถึงลักษณะการให้ข้อมูลย้อนกลับเพื่อส่งเสริมการเรียนรู้ ทั้ง 3 ลักษณะ ไว้คือ จุดประสงค์หลักของการให้ข้อมูลย้อนกลับเพื่อส่งเสริมการเรียนรู้ ที่ลดความแตกต่างระหว่างความเข้าใจในปัจจุบัน และสมรรถนะ รวมถึงเป้าหมาย การให้ข้อมูลย้อนกลับที่มีประสิทธิภาพจะสามารถตอบคำถามได้ 3 คำถามหลักใหญ่ๆ คือ 1) Where am going? (เป้าหมายคืออะไร) 2) How am going? (กระบวนการอะไรที่ทำให้ไปถึงเป้าหมาย) และ 3) Where to next? (กิจกรรมอะไรที่ต้องทำถัดไป หรือควรทำอะไรที่เป็นการพัฒนาให้ดีขึ้น) ซึ่งคำถามทั้ง 3 คำถามหลักใหญ่นี้สอดคล้องกับลักษณะการให้ข้อมูลย้อนกลับทั้งสามลักษณะคือ 1) การให้ข้อมูลเพื่อกระตุ้นการเรียนรู้ (Feed up) 2) การให้ข้อมูลย้อนกลับ (Feedback) และ 3) การให้ข้อมูลเพื่อการเรียนรู้ต่อยอด (Feed forward) ตามลำดับ แสดงรูปแบบการให้ข้อมูลย้อนกลับเพื่อส่งเสริมการเรียนรู้ไว้ดังภาพประกอบ 7



ภาพประกอบ 7 แสดงรูปแบบการให้ข้อมูลย้อนกลับเพื่อส่งเสริมการเรียนรู้

ที่มา: Hattie, John และ Timperley, Helen. (2007). The Power of Feedback. 77(1): p. 87

Hattie และ Timperley (2007, pp. 86-87) อธิบายเพิ่มเติมว่า การให้ข้อมูลย้อนกลับเพื่อส่งเสริมการเรียนรู้ เป็นการให้ข้อมูลที่หมายรวมถึง การให้ข้อมูลเพื่อกระตุ้นการเรียนรู้ (Feed up) การให้ข้อมูลย้อนกลับ (Feedback) และการให้ข้อมูลเพื่อการเรียนรู้ต่อยอด (Feed Forward) ไว้ดังนี้

1. การกระตุ้นและสร้างแรงจูงใจในการเรียน (Feed up) โดยแจ้งจุดประสงค์การเรียนรู้และการประเมินที่ชัดเจนเพื่อให้นักเรียนเห็นคุณค่าในการเรียนรู้และการประเมิน ทำให้ครูมั่นใจได้ว่า นักเรียนมีความเข้าใจจุดประสงค์การเรียนรู้ ความคิดรวบยอด ภาระงาน และการประเมินผล

2. การให้ข้อมูลสารสนเทศเกี่ยวกับความสำเร็จที่จำเป็นต้องได้รับการพัฒนาหรือปรับปรุงแก้ไขแก่นักเรียน (Feedback)

3. การให้คำแนะนำ ชี้แนะแนวทางพื้นฐานของข้อมูลเชิงประจักษ์ เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนเกิดพัฒนาการเรียนรู้ที่สูงขึ้น (Feed Forward)

วิชัย วงษ์ใหญ่ (2557, น. 175-202) ได้อธิบายลักษณะของการให้ข้อมูลย้อนกลับเพื่อส่งเสริมการเรียนรู้ไว้ว่ามี 3 ลักษณะ ดังนี้

1. การให้ข้อมูลเพื่อกระตุ้นการเรียนรู้ (Feed up) เป็นการให้ข้อมูลพื้นฐานของการเรียนรู้ ได้แก่ จุดประสงค์การเรียนรู้ วิธีการเรียนรู้ กระบวนการเรียนรู้ สื่อการเรียนรู้ แหล่งการเรียนรู้ ภาระงาน ตลอดจนวิธีการวัดและประเมินผลที่ครูจะต้องแจ้งให้นักเรียนทราบก่อนเริ่มการจัดการเรียนการสอน นอกจากนี้ ครูยังต้องสร้างแรงจูงใจภายใน (Inner Motivation) อธิบายให้นักเรียนเห็นความสำคัญของบทเรียนที่จะเรียนในคาบเรียนนั้น ๆ เมื่อนักเรียนทราบถึงประโยชน์ของบทเรียน นักเรียนจะเกิดแรงจูงใจและอยากเรียนรู้ การให้ข้อมูลเพื่อกระตุ้นการเรียนรู้เป็นสิ่งสำคัญมากของกระบวนการจัดการเรียนการสอน เพราะนักเรียนได้ทราบข้อมูลที่สำคัญก่อนจะเริ่มเรียน อีกทั้งยังมีแรงจูงใจและอยากเรียนรู้ การให้ข้อมูลเพื่อกระตุ้นการเรียนรู้ เป็นการดำเนินการด้วยวิธีการต่าง ๆ เพื่อให้นักเรียนเกิดแรงจูงใจในการเรียนรู้ มีวินัยในตนเองทราบผลลัพธ์การเรียนรู้ และแนวทางการเรียนรู้ ซึ่งสิ่งเหล่านี้ล้วนเป็นปัจจัยเกื้อหนุนการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ การให้ข้อมูลเพื่อกระตุ้นการเรียนรู้เป็นขั้นตอนที่สำคัญที่สุดที่ทำให้ให้นักเรียนเกิดแรงจูงใจภายใน (Inner Motivation) ที่นักเรียนเกิดความตระหนักและมีความต้องการในการเรียนรู้ด้วยความใฝ่เรียนรู้ของตนเองมากกว่าปัจจัยภายนอก

การให้ข้อมูลเพื่อกระตุ้นการเรียนรู้ (Feed up) เป็นการสร้างแรงจูงใจ (Motivation) โดยแรงจูงใจ คือการลงทุนส่วนตัวของบุคคลที่อยู่ภายในจิตใจคือ แรงบันดาลใจ (Inspiration) หรือ แรงปรารถนา (Passion) กำกับทิศทางและสร้างความต่อเนื่องการเรียนรู้ของนักเรียนเป็นทรัพยากรส่วนตัวคือ ความสนใจ การจัดการเวลา การใช้ความพยายามของแต่ละคนจนประสบความสำเร็จ ซึ่งทฤษฎีแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ได้อธิบายไว้ว่า สิ่งจูงใจที่ทำให้บุคคลใช้ความพยายามในการทำงานต่าง ๆ ให้ประสบความสำเร็จอย่างดีที่สุดตามที่ได้กำหนดจุดมุ่งหมายไว้นั้นประกอบด้วย 1) ความต้องการความสำเร็จ (Need for Achievement) เป็นความต้องการกระทำการสิ่งต่าง ๆ อย่างเต็มความสามารถของตนเพื่อประสบความสำเร็จ บุคคลที่มีความต้องการใฝ่สัมฤทธิ์แล้วจะมีลักษณะชอบงานที่ท้าทาย

ความสามารถ มีความรับผิดชอบสูง วางแผนการทำงานอย่างเป็นระบบ ตลอดจนต้องการข้อเสนอแนะเพื่อการพัฒนาจากบุคคลรอบข้าง 2) ความต้องการความผูกพัน (Need for Affiliation) เป็นความต้องการยอมรับนับถือจากบุคคลอื่น เป็นส่วนหนึ่งของสังคมหรือกลุ่ม มีสัมพันธภาพที่ดีกับบุคคลอื่น บุคคลที่มีความต้องการความผูกพันจะมีคุณลักษณะของความร่วมมือมากกว่าการแข่งขัน สร้างและรักษาสัมพันธภาพที่ดีกับบุคคลอื่นได้ และ 3) ความต้องการพลังอำนาจ (Need for Power) เป็นความต้องการมีพลังอำนาจหรืออิทธิพลอยู่เหนือบุคคลอื่น บุคคลที่มีความต้องการพลังอำนาจสูงจะมีคุณลักษณะความเป็นผู้นำ กล้าตัดสินใจ ต้องการได้รับการยอมรับหรือยกย่องจากบุคคลอื่น ชอบการแข่งขันเอาชนะ การใช้แรงจูงใจสู่การลงมือทำเพื่อบรรลุความคาดหวังเป้าหมายของนักเรียนแต่ละคนมีหลายเป้าหมายในเวลาเดียวกัน เป้าหมายของครูกับนักเรียนไม่ตรงกัน ครูพึงยึดเป้าหมายของนักเรียนเป็นหลักในการจัดกระบวนการเรียนรู้ให้แก่ นักเรียน เป้าหมายการเรียนรู้ที่นำไปสู่ผลการเรียนที่ลึกซึ้งแตกฉาน ครูควรให้ข้อมูลเพื่อกระตุ้นการเรียนรู้แก่นักเรียนเพื่อให้นักเรียนเกิดแรงจูงใจในการเรียนรู้และพัฒนาตนเอง การมีวินัยในตนเอง การกำหนดเป้าหมายของตนเอง การควบคุมตนเอง และการกำกับตนเอง

ผลของการให้ข้อมูลเพื่อกระตุ้นการเรียนรู้ทำให้เกิดแรงจูงใจภายใน การมีวินัยในตนเอง ทราบผลลัพธ์การเรียนรู้ และทราบแนวทางการเรียนรู้ นำไปสู่ความพร้อมในการเรียน

1.1 จุดมุ่งหมายของการให้ข้อมูลเพื่อกระตุ้นการเรียนรู้

จุดมุ่งหมายของการให้ข้อมูลเพื่อกระตุ้นการเรียนรู้ มีดังนี้

1. สร้างแรงจูงใจภายในการเรียนรู้ของนักเรียน โดยมุ่งเน้นให้นักเรียนได้เรียนรู้และพัฒนาจากความต้องการของตนเอง อย่างไรก็ตามการสร้างแรงจูงใจภายในของนักเรียนที่ยังเล็ก อาจจะต้องใช้แรงจูงใจภายนอกมาก่อน แต่สุดท้ายจะต้องสร้างแรงจูงใจภายในให้เกิดขึ้น

2. กระตุ้นความต้องการและความสนใจในการเรียนรู้และพัฒนาตนเองด้านต่าง ๆ เช่น ความรู้ ความมีวินัย ทักษะการคำนวณ เป็นต้น

3. กระตุ้นแรงบันดาลใจ (Inspiration) ในการที่จะทำกิจกรรมการเรียนรู้ให้ประสบความสำเร็จตามเป้าหมายที่กำหนดไว้

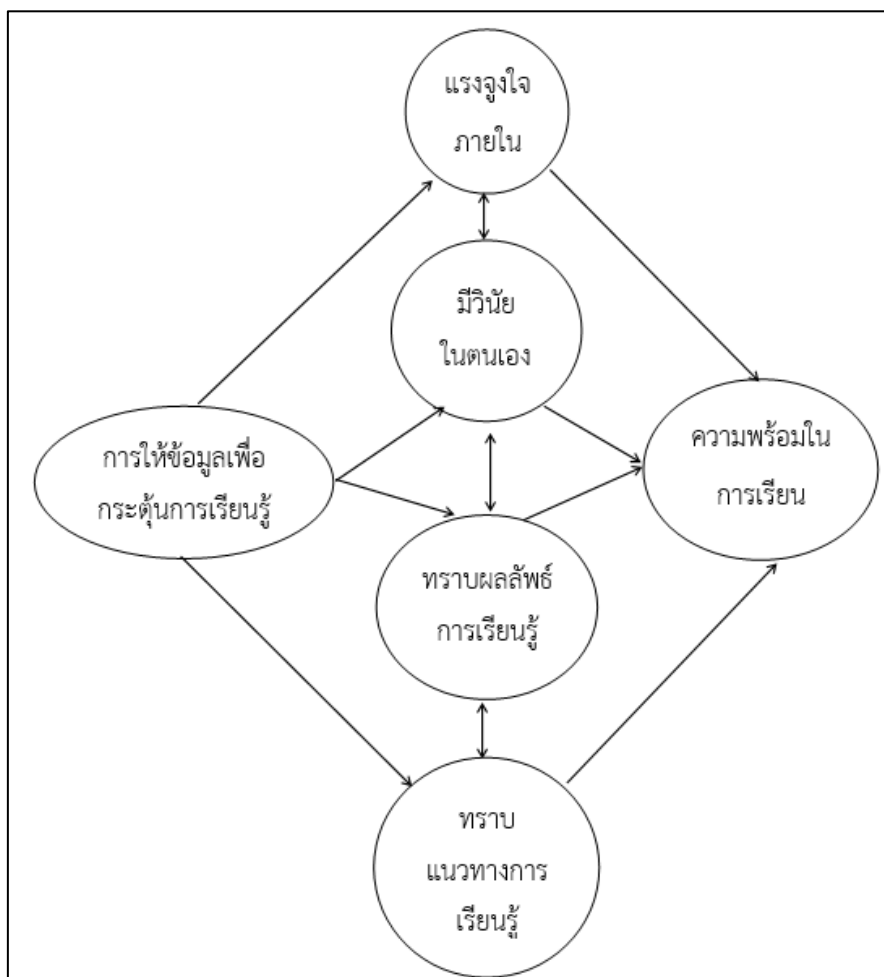
4. กระตุ้นการคิดขั้นสูง ซึ่งเป็นสิ่งจำเป็นต่อการเรียนรู้และการสร้างสรรค์นวัตกรรมของนักเรียน

5. กระตุ้นวินัยในตนเอง (Self - Discipline) ประกอบด้วยการกำหนดเป้าหมายของตนเอง การกำกับตนเองและการควบคุมตนเองซึ่งเป็นปัจจัยสำคัญของการประสบความสำเร็จ

6. สร้างบรรยากาศที่เอื้อต่อการเรียนรู้ ทั้งบรรยากาศทางกายภาพและบรรยากาศทางสังคม และบรรยากาศทางจิตวิทยา

7. สร้างความกระตือรือร้นที่จะปฏิบัติกิจกรรมการเรียนรู้หรือกิจกรรม
การพัฒนาตนเองด้านต่าง ๆ ของนักเรียน

8. ทำให้นักเรียนทราบถึงผลลัพธ์การเรียนรู้ และแนวทางการเรียนรู้



ภาพประกอบ 8 แสดงผลของการให้ข้อมูลเพื่อกระตุ้นการเรียนรู้อย่างมีประสิทธิภาพ

ที่มา: วิชัย วงษ์ใหญ่ . (2557). การโค้ชเพื่อการรู้คิด (Cognitive Coaching). พิมพ์ครั้งที่ 3. หน้า 182

1.2 วิธีการให้ข้อมูลเพื่อกระตุ้นการเรียนรู้ มีหลากหลายวิธี

1.2.1 การใช้คำถามเพื่อกระตุ้นการเรียนรู้

การให้ข้อมูลเพื่อกระตุ้นการเรียนรู้ สามารถทำได้โดยใช้การคำถาม การให้ข้อมูลเพื่อกระตุ้นการเรียนรู้โดยใช้คำถามเป็นการตั้งคำถามที่กระตุ้นความอยากรู้อยากเห็นของนักเรียน มุ่งเน้นให้เกิดแรงจูงใจและความต้องการในการเรียนรู้เป็นสำคัญ คำถามที่กระตุ้นการเรียนรู้ที่ดี สามารถสร้างแรงบันดาลใจในการเรียนรู้ได้ โดยตัวคำถามที่มีประสิทธิภาพส่วนใหญ่มักจะเป็นคำถามที่กระตุ้นความคิดสร้างสรรค์หรือการคิดแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ซึ่งสามารถคิดได้อย่างกว้างขวาง ไม่มีขอบเขตจำกัด ลักษณะของคำถาม จะเป็นคำถามปลายเปิด ให้นักเรียนคิดในสิ่งที่ไม่น่าจะเป็นไปได้ แต่ในความเป็นจริงแล้วสามารถเป็นไปได้ คำถามลักษณะนี้จะดึงดูดความสนใจจากนักเรียนเป็นอย่างดี ซึ่งการใช้คำถามเป็นการมุ่งกระตุ้นการคิดของนักเรียนมากกว่าการได้คำตอบที่ถูกต้อง ครูต้องระวังในการตั้งคำถามในส่วนนี้ ไม่คาดหวังว่านักเรียนจะสามารถตอบได้ถูกต้อง แต่เน้นให้นักเรียนได้แสดงความคิดเห็นของตนเองออกมาให้มากที่สุดและเกิดความอยากรู้ นี่คือการมุ่งหมายของการตั้งคำถามเพื่อกระตุ้นการเรียนรู้ ตัวอย่างการใช้คำถามเพื่อกระตุ้นการเรียนรู้ สามารถแสดงแบ่งตามระดับชั้น และสาระสำคัญได้ดังตาราง 2

ตาราง 2 ตัวอย่างการใช้คำถามเพื่อกระตุ้นการเรียนรู้

สาระสำคัญ	ระดับ	ตัวอย่างคำถาม
คำไทยที่มีหลาย ความหมาย	ป. 3	นักเรียนคิดว่าคำว่า “กิน” ในสองประโยคนี มีความหมายเหมือนหรือต่างกันอย่างไร 1. ฉันกินข้าวก่อนมาโรงเรียน 2. คนทุจริตโกงกินชาติ
ชนราก	ม.1	นักเรียนอยากรู้หรือไม่ว่า ชนราก เหมือนหรือต่างจากรากอย่างไร และเราจะมีวิธีการอย่างไรให้มองเห็นชนราก
เลขยกกำลัง	ม.2	มีเลข 3 อยู่ 2 ตัว นักเรียนคิดว่าจะทำอย่างไรจึงได้คำตอบเท่ากับ 9
การมีสติอยู่กับปัจจุบัน	ทุกระดับ	นักเรียนคิดว่า ความโลภ ความโกรธ ความหลง เราควรกำจัดสิ่งใดก่อน

ตาราง 2 (ต่อ)

สาระสำคัญ	ระดับ	ตัวอย่างคำถาม
จิตสาธารณะ	ใช้ได้กับทุกระดับ	นักเรียนคิดว่านักเรียนสามารถทำประโยชน์ให้กับสังคมเรื่องใดได้บ้าง
ความซื่อสัตย์สุจริต	ใช้ได้กับทุกระดับ	นักเรียนคิดว่า โรงเรียนได้ประโยชน์ร่วมกัน เป็นความคิดที่ถูกต้องหรือไม่
การรับประทานอาหาร สุขภาพ	ใช้ได้กับทุกระดับ	นักเรียนคิดว่าสุขภาพที่ดีเริ่มต้นจากอะไรได้บ้าง นักเรียนคิดว่านักเรียนจะเริ่มมีสุขภาพดีของตนเองอย่างไร
การใช้ App Line ในการ เรียนรู้	ใช้ได้กับทุกระดับ	นักเรียนคิดว่า App Line ใช้ทำอะไรได้บ้าง และนักเรียนสามารถใช้ App Line ทำอะไรบ้าง
การวิจัยเพื่อพัฒนาการ เรียนรู้	อุดมศึกษา	นักศึกษาคิดว่าการวิจัยเพื่อพัฒนาการเรียนรู้ ต้องทำเป็น 5 บทหรือไม่ เพราะเหตุใด
การเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็น ฐาน	อุดมศึกษา	นักศึกษาคิดว่า การเรียนการสอนกับการวิจัย เป็นเรื่องเดียวกันหรือไม่ เพราะเหตุใด
การโค้ชเพื่อการรู้คิด	อุดมศึกษา	นักศึกษาคิดว่าการโค้ชสามารถพัฒนาการคิด ของนักเรียนได้หรือไม่ เพราะเหตุใด
การประเมินตามสภาพจริง	อุดมศึกษา	นักศึกษาคิดว่าการจัดการเรียนการสอนกับการ ประเมินตามสภาพจริง เป็นสิ่งเดียวกันหรือไม่

ที่มา: วิชัย วงษ์ใหญ่. (2557). การโค้ชเพื่อการรู้คิด (Cognitive Coaching). พิมพ์ครั้งที่

3. หน้า 185-186

1.2.2 การใช้สื่อเพื่อกระตุ้นการเรียนรู้

การให้ข้อมูลเพื่อกระตุ้นการเรียนรู้โดยใช้สื่อเป็นอีกวิธีหนึ่งที่สามารถเลือกใช้ได้ตามความสนใจของนักเรียนและสัมพันธ์กับสาระสำคัญที่นักเรียนต้องเรียนรู้ สื่อที่นำมาใช้กระตุ้นการเรียนรู้มีหลากหลายชนิด เช่น ของจริง รูปภาพ คลิป เป็นต้น การเลือกใช้สื่อประเภทใดขึ้นอยู่กับบริบท สาระสำคัญที่ต้องการทำให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ ธรรมชาติของนักเรียน และจุดมุ่งหมายของการกระตุ้นการเรียนรู้

ปัจจุบันมีความเจริญก้าวหน้าทางเทคโนโลยีสูงมาก มีสื่อที่อยู่ในโลกออนไลน์มากมายที่ครูสามารถคัดสรรมาใช้กระตุ้นการเรียนรู้ของนักเรียนได้ การเลือกสื่อออนไลน์ควรสอดคล้องกับระดับพัฒนาการทางสติปัญญาของนักเรียนด้วย สื่อแต่ละชิ้นมีความซับซ้อนในการวิเคราะห์เพื่อทำความเข้าใจในระดับที่ต่างกัน กรณีที่เป็นเด็กเล็กสมควรใช้สื่อตรงไปตรงมา ไม่ซับซ้อน แต่ถ้าเป็นเด็กโตสามารถใช้สื่อที่ซับซ้อนมากขึ้นได้ การใช้สื่อในการกระตุ้นการเรียนรู้ อาจมีการใช้คำถามร่วมด้วย เพื่อให้การกระตุ้นการเรียนรู้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น นักเรียนได้ดูสื่อและตอบคำถามร่วมด้วย เพื่อนำไปสู่กระบวนการเรียนรู้ต่าง ๆ ต่อไป

การเลือกสื่อออนไลน์มีข้อพึงระวังบางประการ เช่น สื่อที่มีความรุนแรงไม่ควรนำมาใช้ไม่ว่าด้วยเหตุผลใด ๆ ก็ตาม เพราะการที่นักเรียนได้ดูสื่อรุนแรงจะเกิดการรับรู้และจดจำไว้ในจิตสำนึก ซึ่งเป็นปัจจัยหนึ่งที่ทำให้นักเรียนมีพฤติกรรมก้าวร้าว ดังนั้นควรเลือกสื่อที่ไม่มี ความรุนแรง แต่มีความสร้างสรรค์ ซึ่งการที่นักเรียนได้ดูสื่อที่สร้างสรรค์ช่วยให้สมองส่วนคิด (สมองส่วนหน้า) ทำงานในเชิงบวก เป็นปัจจัยที่ทำให้เกิดความคิดสร้างสรรค์ต่อไป

1.2.3 การใช้เรื่องเล่าเพื่อกระตุ้นการเรียนรู้

การใช้เรื่องเล่าเป็นอีกวิธีหนึ่งที่ใช้สำหรับการใช้ข้อมูลกระตุ้นการเรียนรู้ที่ครูสามารถเลือกใช้ตามบริบทของการสอน การใช้เรื่องเล่าที่มีประสิทธิภาพสามารถกระตุ้นการเรียนรู้ การคิดขั้นสูงและมิติด้านจิตใจได้เป็นอย่างดี เรื่องเล่าที่ใช้ในการกระตุ้นการเรียนรู้ได้อย่างมีประสิทธิภาพควรเป็นเรื่องจริงที่เกิดกับประสบการณ์ของครู หรือเรื่องที่เกิดขึ้นจริงในอดีต เรื่องราวทางประวัติศาสตร์ การใช้เรื่องเล่า หากครูมีทักษะในการเล่าเรื่องที่มีอรรถรสจะยิ่งกระตุ้นการเรียนรู้ได้มากขึ้นเป็นอย่างมาก อย่างไรก็ตาม การใช้วิธีการเล่าจะเหมาะสมกับนักเรียนที่มีรูปแบบเรียนรู้จากการฟัง นั่นคือ ถ้านักเรียนชอบฟังแล้วการใช้วิธีการเล่าเรื่องจะสามารถกระตุ้นการเรียนรู้ได้ดี การเล่าเรื่องที่กระตุ้นการเรียนรู้ นั้น ครูจะต้องสอดแทรกสาระสำคัญเข้าไปในเนื้อเรื่อง เพื่อให้เรื่องที่เล่าสามารถเชื่อมโยงไปสู่สาระสำคัญที่นักเรียนจะต้องเรียนรู้หรือทักษะที่ต้องปฏิบัติได้ การเล่าเรื่องไม่ใช่เล่าไปเรื่อย ๆ โดยไม่มีสาระสำคัญ การเล่าเรื่องโดยไม่มีสาระสำคัญจะเป็นการเสียเวลาโดยเปล่าประโยชน์และไม่สามารถกระตุ้นการเรียนรู้ได้ เรื่องที่เล่าเป็นสิ่งที่สำคัญมากที่ครูจะต้องคัดสรรมาแล้วเป็นอย่างดี เรื่องที่นำมาเล่าควรมีเนื้อหาที่สร้างสรรค์ สามารถสอดแทรกคุณธรรมจริยธรรมยังสามารถพัฒนามิติทางด้านจิตใจได้ด้วย นับว่าเป็นการลงทุนที่คุ้มค่า ทักษะการเล่าเรื่องที่สำคัญเพื่อกระตุ้นการเรียนรู้และจินตนาการของนักเรียน มีดังนี้

1. การใช้เสียงประกอบการเล่าเรื่องที่สอดคล้องกับเนื้อหาของเรื่อง
2. การใช้ภาษากายประกอบการเล่าเรื่องช่วยการทำความเข้าใจกับเนื้อเรื่อง
3. การสร้างอารมณ์และความรู้สึกร่วมของนักเรียนไปกับเรื่องราวที่เล่า

4. การใช้คำถามสอดแทรกขณะเล่าเรื่อง เพื่อให้ความคิดของนักเรียนอยู่กับเรื่องที่เล่า ทำให้คิดและติดตามตลอดเรื่องเล่า

5. การสรุปเรื่องที่เล่าเพื่อนำไปสู่กระบวนการเรียนรู้ในขั้นตอนต่อไป

6. ทักษะการเล่าเรื่องดังกล่าว ครูควรฝึกฝนให้เกิดความชำนาญ มีหลายครั้งที่ครูเล่าเรื่องแล้วนักเรียนขาดความสนใจกลางคัน ทำให้บรรยากาศในการเรียนรู้สูญหายไป

7. การใช้เรื่องเล่าเพื่อกระตุ้นการเรียนรู้ สามารถทำได้ตลอดเวลาของการสอน โดยไม่มีข้อจำกัดใด ๆ แต่ครูต้องวิเคราะห์และเลือกจังหวะเวลาในการเล่าให้เหมาะสม และทำให้การกระตุ้นการเรียนรู้บรรลุจุดหมาย

1.2.4 การให้นักเรียนลงมือปฏิบัติเพื่อกระตุ้นการเรียนรู้

การให้นักเรียนลงมือปฏิบัติเป็นอีกวิธีการหนึ่งที่ใช้สำหรับการกระตุ้นการเรียนรู้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยครูมีกิจกรรมที่ใช้เวลาไม่มากในการกระตุ้นให้นักเรียนเกิดแรงจูงใจและความต้องการในการเรียนรู้ กิจกรรมสำหรับปฏิบัติสำหรับการกระตุ้นการเรียนรู้ เน้นการสร้างความตื่นตัวและความสนใจ มากกว่าการฝึกทักษะการปฏิบัติในกระบวนการเรียนรู้โดยทั่วไป ลักษณะกิจกรรมการปฏิบัติในการกระตุ้นการเรียนรู้มีความท้าทายความคิดและจินตนาการของนักเรียน ช่วยสร้างบรรยากาศที่เอื้อต่อการเรียนรู้ที่สนุกตื่นเต้น กิจกรรมกระตุ้นการเรียนรู้ไม่ควรยากหรือง่ายเกินไป ครูควรเลือกให้เหมาะสมกับระดับความสามารถของนักเรียน หากกิจกรรมง่ายเกินไป จะไม่น่าสนใจ และถ้ากิจกรรมยากเกินไปจนไม่ทำให้สำเร็จได้ กิจกรรมนั้นก็ไม่สามารถสร้างแรงจูงใจในการเรียนรู้ได้ การกระตุ้นการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรม ครูควรใช้คำถามด้วย เพื่อให้นักเรียนใช้กระบวนการคิดต่าง ๆ เกิดการเห็นคุณค่าและมีเจตคติที่ดีต่อสิ่งที่จะเรียนรู้ต่อไป การใช้กิจกรรมให้นักเรียนปฏิบัติเพื่อกระตุ้นการเรียนรู้จะมีประโยชน์อย่างมาก เพราะนักเรียนได้ใช้ประสาทสัมผัสต่าง ๆ ของร่างกายในการทำกิจกรรม มีปฏิสัมพันธ์เชิงรุก อีกทั้งเป็นปัจจัยที่นำไปสู่การเรียนรู้สาระสำคัญต่าง ๆ อย่างมีประสิทธิภาพ เนื่องจากได้มีประสบการณ์กับสิ่งที่กำลังจะเรียนรู้ อย่างไรก็ตามกิจกรรมที่นักเรียนปฏิบัติเพื่อกระตุ้นการเรียนรู้ควรมีสาระสำคัญที่นักเรียนจะต้องเรียนรู้บูรณาการอยู่ในกิจกรรมนั้น ๆ ด้วย นอกจากนี้ยังสามารถบูรณาการคุณลักษณะได้อีกด้วย แต่อย่าลืมว่ากิจกรรมส่วนนี้ปฏิบัติเพื่อกระตุ้นการเรียนรู้เท่านั้น จุดมุ่งหมายสำคัญคือ การทำให้นักเรียนเกิดแรงจูงใจแรงปรารถนาในการเรียนรู้ต่อไป

การให้ข้อมูลเพื่อกระตุ้นการเรียนรู้สามารถทำได้หลายวิธีการ ครูอาจใช้วิธีการใดวิธีหนึ่ง หรือใช้หลายๆ วิธีร่วมกันก็ได้ แต่ยึดจุดมุ่งหมายเกี่ยวกับแรงจูงใจ แรงบันดาลใจในการเรียนรู้ ที่เป็นรากฐานของความสุขในการเรียน เป็นสำคัญ โดยการให้ข้อมูลเพื่อกระตุ้นการเรียนรู้ มีกิจกรรมสำคัญที่ครูควรดำเนินการ ดังต่อไปนี้

1. สร้างความสนใจในการเรียนรู้
2. สร้างแรงจูงใจในการเรียนรู้
3. สร้างความเชื่อมั่นในตนเองให้กับนักเรียน
4. สร้างแรงปรารถนาในการเรียนให้กับนักเรียน
5. สร้างบรรยากาศที่เอื้อต่อการเรียนรู้
6. กระตุ้นวินัยเชิงบวก (Positive Discipline)
7. สร้างความกระตือรือร้นและพร้อมเรียนรู้
8. กระตุ้นกระบวนการคิดขั้นสูงของนักเรียน
9. สื่อสารผลลัพธ์ของการเรียนรู้ไปยังนักเรียน
10. ทบทวนความรู้เดิมที่จำเป็นต่อการเรียนรู้
11. แจกแจงจุดประสงค์การเรียนรู้
12. แจกแจงภาระงานที่นักเรียนจะได้ปฏิบัติการเรียนรู้
13. แจกแจงประเด็นและเกณฑ์การประเมินให้นักเรียนทราบ โดยนักเรียนมีส่วนร่วมในการกำหนดประเด็น และเกณฑ์การประเมินได้

ส่วนร่วมในการกำหนดประเด็น และเกณฑ์การประเมินได้

2. การให้ข้อมูลย้อนกลับ (Feedback) เป็นการให้ข้อมูลในระหว่าง และหลังจากที่นักเรียนได้ทำกิจกรรมการเรียนรู้ หรือหลังจากที่นักเรียนได้ทำภารกิจอย่างใดอย่างหนึ่ง เกี่ยวกับผลการเรียนของนักเรียน พฤติกรรมต่าง ๆ มีจุดมุ่งหมายให้เพื่อทราบว่ามีจุดเด่น จุดอ่อนอะไรบ้าง จุดที่นักเรียนควรจะปรับปรุง การให้ข้อมูลย้อนกลับที่ดี ควรต้องใช้การสื่อสารเชิงบวก (Positive Communication) ที่ให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ และปรับปรุง พัฒนาตนเอง มีแรงบันดาลใจในการเรียนรู้

2.1 แนวคิดของการให้ข้อมูลย้อนกลับ

การให้ข้อมูลย้อนกลับเป็นการให้ข้อมูลเกี่ยวกับผลการเรียนรู้ของนักเรียน คุณภาพของผลงาน พฤติกรรมคุณธรรม จริยธรรม และค่านิยมอันพึงประสงค์ อันเป็นประโยชน์ต่อการพัฒนานักเรียน ทั้งก่อน ระหว่างและภายหลังที่นักเรียนได้ปฏิบัติกิจกรรมการเรียนรู้ หรือการทำกิจกรรมต่าง ๆ โดยมีจุดประสงค์เพื่อให้นักเรียนทราบถึงจุดแข็งและจุดด้อยที่ต้องปรับปรุงและพัฒนาตนเอง

2.2 ความสำคัญของการให้ข้อมูลย้อนกลับ

การให้ข้อมูลย้อนกลับที่มีประสิทธิภาพ ช่วยทำให้นักเรียนรู้และพัฒนาตนเองอย่างต่อเนื่อง มีแรงบันดาลใจในการเรียนรู้ มองเห็นจุดแข็งและจุดอ่อนที่ต้องพัฒนาตนเอง ทำให้สามารถพัฒนาความรู้ ทักษะ กระบวนการคิด และกระบวนการเรียนรู้ของตนเองได้เต็มศักยภาพ นอกจากนี้ยังนักเรียนได้รับการให้ข้อมูลย้อนกลับที่ชัดเจนยังช่วยทำให้มีเป้าหมายในการพัฒนาตนเองให้

ประสบความสำเร็จยิ่งขึ้นอีกด้วย เนื่องจากการที่นักเรียนทราบจุดบกพร่องของตนเอง จะทำให้เขาสามารถวางแผนและกำหนดวิธีการพัฒนาตนเองได้ตรงตามรูปแบบ การเรียนรู้ (Learning Style) ของตนเองได้

2.3 การให้ข้อมูลย้อนกลับโดยการกล่าวคำพูด

สำหรับการให้ข้อมูลย้อนกลับเชิงสร้างสรรค์นั้น โค้ชจะสื่อสารเชิงบวก (Positive Communication) ด้วยความจริงใจทั้งที่เป็นภาษาพูดและภาษากายที่ทำให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ การปรับเปลี่ยนการกล่าวคำพูดจากแบบเดิมไปสู่แบบใหม่ที่สร้างสรรค์ แสดงได้ดังตารางต่อไปนี้

ตาราง 3 แสดงการให้ข้อมูลย้อนกลับด้วยการพูดแบบใหม่

การพูดแบบเดิม	การพูดแบบใหม่
- บอกให้รู้	- ตั้งคำถามชวนคิด
- ทำตัวเป็นผู้เชี่ยวชาญ	- ชักชวนให้คนอื่นแบ่งปันสิ่งที่ถนัด
- ควบคุมความรู้	- ช่วยดึงประสบการณ์ของนักเรียนออกมา
- ชี้นำทางออก	- แสดงให้คนอื่นรู้ว่าพวกเขาเก่งและฉลาด
- มุ่งแต่วิเคราะห์	- สังเคราะห์หรือนำความคิดของผู้อื่นมาผสมผสานเป็นหนึ่งเดียวและมองภาพรวม

ที่มา: วิชัย วงษ์ใหญ่ . (2557). การโค้ชเพื่อการรู้คิด (Cognitive Coaching). พิมพ์ครั้งที่ 3. หน้า 274.

ตัวอย่างการกล่าวคำพูดอย่างสร้างสรรค์ในการให้ข้อมูลย้อนกลับ ในลักษณะ I massage หรือการสื่อสารความคิดความรู้สึกต่าง ๆ จากครูไปยังนักเรียน ดังตัวอย่างต่อไปนี้

1. การให้ข้อมูลย้อนกลับเพื่อเพิ่มพลังปรารถนา เช่น อะไรที่ช่วยให้งานมีคุณภาพมากยิ่งขึ้น, อะไรคือสิ่งที่คุณเรียนประทับใจมากที่สุดในงานที่ทำ, ครูคิดว่าถ้าเธอใช้ความพยายามเพิ่มขึ้นอีกนิดเธอจะทำงานได้ดีกว่าเดิม เป็นต้น

2. การให้ข้อมูลย้อนกลับเพื่อส่งเสริมการใช้ความพยายาม เช่น ส่วนไหนที่คิดว่าดีที่สุด, เล่าให้ฟังมากกว่านี้ได้ไหม, ยังมีวิธีการพัฒนางานให้ดีขึ้นกว่านี้อีกหรือไม่ ขอให้ใช้

ความมุ่งมั่นและความพยายามมากขึ้น นักเรียนคิดว่ายังมีส่วนใดของงานที่สามารถพัฒนาให้ดีขึ้นอีกหรือไม่ เป็นต้น

3. การให้ข้อมูลย้อนกลับเพิ่มพลังการตรวจสอบตนเอง เช่น ใจของนักเรียนบอกว่าอะไร มีอะไรที่นักเรียนอยากทำให้น้อยลง จากจุดนี้นักเรียนคิดว่าจะทำอะไรต่อไป นักเรียนคิดว่าถ้าทำอย่างนี้แล้วจะเกิดผลเสียอะไร มีส่วนไหนของงานที่นักเรียนอยากใช้เวลากับมันมากขึ้น นักเรียนคิดว่าอะไรเป็นปัจจัยที่ช่วยให้นักเรียนตัดสินใจได้ ครูไม่ค่อยมั่นใจในคำตอบของนักเรียน อยากให้ลองทบทวนดูอีกครั้ง เป็นต้น

4. การสร้าง Self-talk ของตนเองพยายามสร้างชุดประโยคให้ครอบคลุมเป้าหมายของตนเองให้มากที่สุด คิดบวก ใส่พลังงานทั้งหมดลงไปในทุกคำพูดและการสนทนากับตัวเอง เช่น ใช้คำพูดที่เป็นตัวของตัวเอง ใช้คำพูดที่ชัดเจน ครอบคลุม ใช้คำพูดที่เรียบง่าย จำง่าย ใช้คำพูดที่ไม่ทำให้เกิดผลเสียข้างเคียง ใช้คำพูดที่เหมาะสมกับศักยภาพที่เรามี ใช้คำพูดที่เป็นนามธรรม จับต้องได้ เห็นภาพ ตรวจสอบได้ เป็นต้น

2.4 การให้ข้อมูลย้อนกลับที่เน้นการสะท้อนคิดและถอดบทเรียน

การสะท้อนคิด (Reflective Thinking) เป็นการให้นักเรียนคิดไตร่ตรอง ทบทวน พิจารณาสິงต่าง ๆ อย่างรอบคอบ มีเหตุผลด้วยสติและปัญญา เป็นวิธีการทบทวน ประสบการณ์จากการปฏิบัติงานของตนเอง เพื่อนำไปสู่การเรียนรู้ การสร้างความรู้ การค้นพบจุดเด่น และจุดด้อยที่ต้องปรับปรุงแก้ไข เกิดการพัฒนาอย่างต่อเนื่อง

การสะท้อนคิดเป็นกระบวนการช่วยให้เกิดการเรียนรู้ โดยใช้กระบวนการคิดผ่านประสบการณ์ที่มีผลต่ออารมณ์และความรู้สึก ช่วยให้เกิดการหยั่งรู้และค้นพบตนเอง การเขียนบันทึกสะท้อนคิดยังช่วยให้ค้นพบข้อมูลเชิงประจักษ์ที่นำไปสู่การคิดอย่างมีวิจารณญาณ โดยการสะท้อนคิดช่วยพัฒนาการเรียนรู้ ประกอบด้วย 6 ขั้นตอน ดังนี้

1. สร้างความตระหนัก ใช้สถานการณ์กระตุ้นความรู้สึกและความคิด
2. ทบทวนและตระหนักถึงความรู้สึก บรรทุก และแลกเปลี่ยนเรียนรู้
3. ทบทวนข้อเท็จจริง เขียนบันทึก และนำไปแลกเปลี่ยนเรียนรู้
4. หาข้อมูล วิเคราะห์ เพื่อทำความเข้าใจเหตุการณ์นั้น
5. ปรับเปลี่ยนการเรียนรู้ ปรับมุมมอง ความคิด จากการเรียนรู้
6. การนำความรู้จากการสะท้อนคิดไปประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ใหม่

การสะท้อนคิด 3 ระยะ ครูสามารถใช้วิธีการให้ข้อมูลย้อนกลับโดยการให้นักเรียนสะท้อนคิดตนเองตลอดช่วงเวลาของการเรียนรู้ดังนี้

Reflection on action เกิดขึ้นหลังจากประสบการณ์เป็นการมองย้อนสถานการณ์ เพื่อให้เกิดความเข้าใจที่ดียิ่งขึ้น

Reflection in Action เกิดขึ้นในขณะที่อยู่ในสถานการณ์ที่ไม่มีคำตอบชัดเจน และทำให้หยุดคิด เพื่อหาทางออก แก้ปัญหาขณะทำกิจกรรม

Reflection for Action เป็นการเปิดความคิดที่มุ่งจะวางแผนการแก้ปัญหาในอนาคต

การถอดบทเรียน (Lesson – Learned) เป็นวิธีการหนึ่งที่มีแนวโน้มการวิเคราะห์ความรู้และประสบการณ์หลังการปฏิบัติกิจกรรมการเรียนรู้ สามารถพัฒนาการคิดวิเคราะห์สังเคราะห์นำไปสู่การปรับปรุงและพัฒนาการปฏิบัติหรือการเรียนรู้ให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น นอกจากนี้การถอดบทเรียนยังเป็นการให้ข้อมูลย้อนกลับอย่างเป็นระบบต่อคณะทำงานเกี่ยวกับผลการปฏิบัติกิจกรรมที่ดำเนินการแล้วเป็นการกระตุ้นให้คณะทำงานเกิดความตื่นตัวและมีความรู้สึกผูกพัน (Involve) อยู่กับกิจกรรมและเป็นกระบวนการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ร่วมกัน โดยให้เน้นที่ผลการปฏิบัติว่าเป็นไปตาม “สิ่งที่คาดหวัง” อย่างไรให้นักเรียนรู้จักทบทวนตนเองการจับประเด็นความรู้ที่เกิดขึ้นสั้นๆ ภายหลังการทำกิจกรรมของกลุ่มรวมทั้งทบทวนและสะท้อนบทเรียนเพื่อนำไปสู่การวางแผนต่อไป โดยลักษณะการถอดบทเรียนมีดังนี้

1. บทเรียนจะอธิบายเหตุการณ์และเงื่อนไขที่เกิดขึ้น
2. คำอธิบายจะต้องมีคุณค่าไปสู่การปฏิบัติ
3. คำอธิบายจะมีค่าสำคัญหรือสาระสำคัญที่เกิดจากการเรียนรู้
4. บทเรียน คือความรู้เมื่อจบเหตุการณ์หรือบทเรียนที่สังเคราะห์จาก

สารสนเทศที่เก็บสะสมข้อมูลในอดีต

2.5 การสื่อสารเชิงบวกเพิ่มพลังการให้ข้อมูลย้อนกลับ

การสื่อสารเชิงบวกนับว่าเป็นปัจจัยความสำเร็จของการให้ข้อมูลย้อนกลับ เพราะการสื่อสารเชิงบวกช่วยเพิ่มพลังการให้ข้อมูลย้อนกลับไปสู่นักเรียนให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น ให้นักเรียนยอมรับจุดที่ตนเองต้องปรับปรุง อีกทั้งยังช่วยทำให้เกิดแรงบันดาลใจและความมุ่งมั่นในการพัฒนาตนเองอีกด้วย หลักการสื่อสารเชิงบวกมีดังนี้

1. ให้ความสนใจใส่อนักเรียน ในฐานะที่เป็นมนุษย์ มีเกียรติและศักดิ์ศรีที่ต้องให้ความเคารพ ให้ความสำคัญกับมิติทางด้านจิตใจที่อ่อนโยนในฐานะที่ยังเป็นเด็ก
2. ใช้ภาษากายที่มีประสิทธิภาพ ในการสื่อสารอารมณ์ ความรู้สึกถึงความห่วงใย ความรักและความปรารถนาดีต่อนักเรียน เมื่อนักเรียนเกิดการรับรู้ว่าคุณมีความรักให้กับเขา นักเรียนจะมีพลังในการเรียนรู้และพัฒนาตนเองอย่างมาก
3. ใช้ภาษาเชิงบวก หลีกเลี่ยงคำตำหนิ โดยภาษาเชิงบวกเป็นภาษาที่มีพลังสามารถสร้างแรงบันดาลใจและความมุ่งมั่นให้กับนักเรียนเกิดความต้องการพัฒนาตนเอง ความเชื่อมั่น ความภาคภูมิใจ ไม่ใช่ภาษาในเชิงตำหนิตีเดียวน หรือเปรียบเทียบกับนักเรียนคนอื่น ๆ เพราะ

เป็นการบั่นทอนกำลังใจ ความเชื่อมั่น และทำลายความภาคภูมิใจในตนเองซึ่งสิ่งเหล่านี้ล้วนเป็นปัจจัยส่งเสริมการเรียนรู้ที่สำคัญมาก

4. การสื่อสารในแนวราบ เป็นการสื่อสารด้วยภาษาที่มีความเท่าเทียมกัน ระหว่างครูและนักเรียน ในลักษณะของสุนทรีสนทนา และการฟังอย่างลึกซึ้ง ไม่ด่วนตัดสิน ทำให้บรรยากาศการสะท้อนผลการประเมินเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ นักเรียนไม่มีความหวาดกลัว ที่จะรับทราบผลการประเมินมีโอกาสเลือกแนวทางการปรับปรุงและพัฒนาตนเอง กำหนดเป้าหมายและวิธีการพัฒนาตนเองโดยได้รับคำแนะนำจากครู

5. การติดตามพัฒนาการของนักเรียน เป็นส่วนสำคัญที่ทำให้นักเรียนทราบว่า ครูเอาใจใส่พัฒนาการของนักเรียน ทำให้นักเรียนเกิดความรู้สึกว่าตนเองเป็นบุคคลที่มีคุณค่าเป็น ความหวังของครู การได้ถามถึงความก้าวหน้าของการปรับปรุงและพัฒนาตนเอง การให้กำลังใจ ทุกครั้งเมื่อนักเรียนแสดงพฤติกรรมที่สะท้อนถึงการพัฒนาตนเองหรือการเสริมแรงทางบวกให้กับ นักเรียนอย่างสม่ำเสมอ

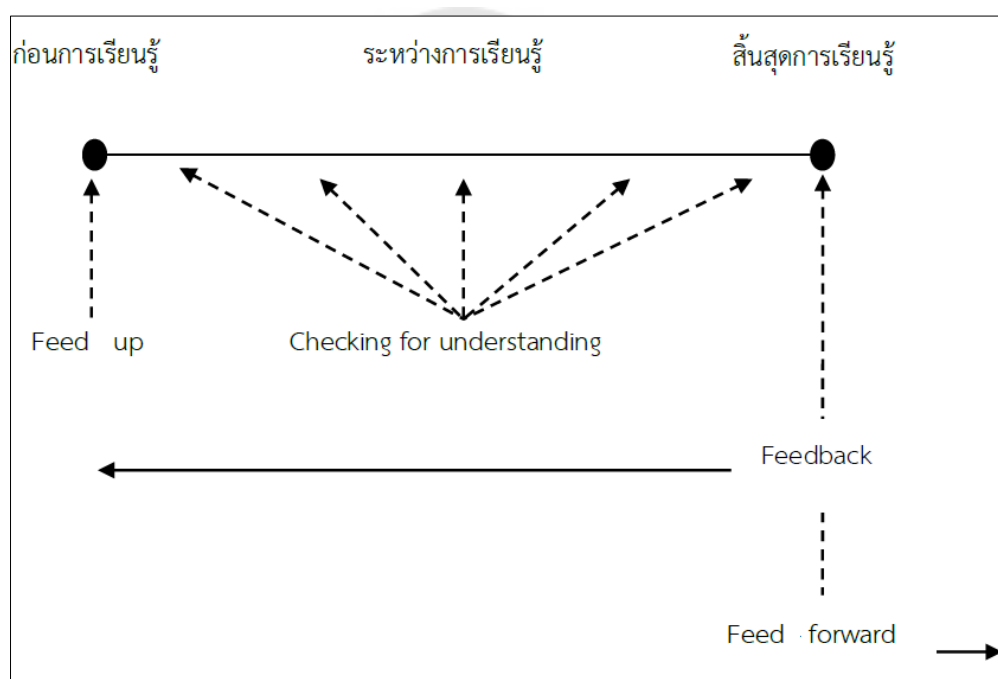
2.6 ทักษะการชื่นชมและเห็นคุณค่า (appreciation skills) เป็นทักษะสำคัญของ ครู การชื่นชมและเห็นคุณค่าเป็นการสื่อสารระหว่างครูและนักเรียนอย่างสร้างสรรค์ ทำให้การเรียน การสอนมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น ทั้งยังเป็นการเสริมสร้างสัมพันธภาพที่ดีอีกด้วย โดยตัวอย่างทักษะ การชื่นชมและเห็นคุณค่า

3. การให้ข้อมูลย้อนกลับเพื่อการเรียนรู้ต่อยอด (Feed Forward) เป็นการให้ข้อมูล ย้อนกลับเพื่อให้นักเรียนสามารถกลับไปเรียนรู้ต่อเองด้วยตนเองได้ (self-learning) มุ่งเน้นการชี้แนะ แนวทาง และวิธีการเรียนรู้ที่เหมาะสมกับนักเรียน อีกทั้งยังเพิ่มแรงบันดาลใจในการเรียน และเป็น การเสริมพลังการเรียนรู้ให้นักเรียน (Empower)

3.1 แนวคิดของการให้ข้อมูลเพื่อการเรียนรู้ต่อยอด (feed forward) ในมิติของ การรู้คิดหรือ Cognitive Science เป็นการให้ข้อมูลสารสนเทศ เพื่อให้นักเรียนสามารถเรียนรู้และ พัฒนาตนเองให้มีคุณภาพมากขึ้น โดยมีจุดเน้นไปที่การเรียนรู้หรือการพัฒนาจะเกิดขึ้นในอนาคต (focus on future learning) มากกว่าการมองย้อนกลับไปที่ผลการเรียนรู้หรือผลงานที่เกิดขึ้นในอดีต การให้ข้อมูลเพื่อการเรียนรู้ต่อยอดเป็นวิธีการพัฒนานักเรียนวิธีการหนึ่งโดยครูให้ข้อมูลแก่นักเรียนว่า สิ่งที่นักเรียนควรจะพัฒนาในอนาคตคืออะไร เพื่อให้นักเรียนไปเรียนรู้และพัฒนาตนเองให้ดียิ่งขึ้น บนฐานความรู้ ทักษะ สมรรถนะ และคุณลักษณะที่มีอยู่ในปัจจุบัน โดยที่อาจจะกระทำกับนักเรียน ทั้งชั้น กลุ่มเล็ก หรือรายบุคคลก็ได้ ทั้งนี้การให้ข้อมูลเพื่อการเรียนรู้ต่อยอด มีจุดมุ่งหมายเพื่อให้ นักเรียนทราบว่า การเรียนรู้ที่จะเกิดขึ้นในครั้งถัดไป (อนาคต) คือเรื่องอะไร มีสาระสำคัญ (concept) อย่างไร จะเรียนรู้อย่างไร จะเตรียมความพร้อมได้อย่างไร เพื่อให้การเรียนรู้ครั้งต่อไปนั้นมี ประสิทธิภาพสูงที่สุด นอกจากนี้การให้ข้อมูลเพื่อการเรียนรู้ต่อยอดยังมุ่งให้นักเรียนแต่ละคนไป

แสวงหาความรู้หรือเรียนรู้ด้วยตนเองเพิ่มเติมให้มีความรู้ความเข้าใจที่ชัดเจน มีทักษะที่คล่องแคล่วมากขึ้น ตามความสนใจของนักเรียนในลักษณะการเรียนรู้ส่วนบุคคล (Individualize Learning) อีกด้วย

การให้ข้อมูลเพื่อกระตุ้นการเรียนรู้ (Feed up) การตรวจสอบความเข้าใจของนักเรียน (Checking for Understanding) และการให้ข้อมูลย้อนกลับ (Feedback) และการให้ข้อมูลเพื่อการเรียนรู้ต่อยอด (Feed Forward) มีความสัมพันธ์กับช่วงเวลาการเรียนรู้ แสดงได้ดังภาพประกอบ 9 ดังนี้



ภาพประกอบ 9 แสดงความสัมพันธ์ของการให้ข้อมูลย้อนกลับเพื่อส่งเสริมการเรียนรู้

ที่มา: วิชัย วงษ์ใหญ่. (2557). การโค้ชเพื่อการรู้คิด (Cognitive Coaching). พิมพ์ครั้งที่ 3. หน้า 296

จากแผนภาพแสดงให้เห็นว่าการให้ข้อมูลเพื่อกระตุ้นการเรียนรู้เน้นที่การสร้าง ความพร้อมและแรงจูงใจในการเรียน การตรวจสอบความเข้าใจเน้นที่ระหว่างการจัดการเรียนรู้หรือ การสอน การให้ข้อมูลย้อนกลับเน้นไปที่การเรียนรู้ในปัจจุบันและที่ผ่านมาในอดีต ส่วนการให้ข้อมูล เพื่อการเรียนรู้ต่อยอดเน้นไปที่การเรียนรู้และการพัฒนาที่จะมีขึ้นในอนาคต

3.2 ความสำคัญของการให้ข้อมูลเพื่อการเรียนรู้ต่อยอด

การให้ข้อมูลเพื่อการเรียนรู้ต่อยอดมีความสำคัญต่อนักเรียนหลายประการ ดังนี้

1. นักเรียนทราบประเด็น หัวข้อ สารสำคัญ หรือทักษะที่จะเรียนรู้ในการเรียนครั้งต่อไป ซึ่งมีความต่อเนื่องหรือเชื่อมโยงจากการเรียนรู้ในครั้งปัจจุบัน
2. นักเรียนสามารถกำหนดเป้าหมายในการเรียนรู้ของตนเองได้ จากการที่เขาทราบว่าจะมีการเรียนรู้อะไรในการเรียนรู้ครั้งต่อไป
3. นักเรียนสามารถวางแผนการเรียนรู้ และการปฏิบัติกิจกรรมต่าง ๆ ที่สอดคล้องกับระดับความสามารถและธรรมชาติของตนเอง เพื่อให้ประสบความสำเร็จในการเรียนรู้ครั้งต่อไปได้
4. นักเรียนสามารถเตรียมความพร้อมเกี่ยวกับเนื้อหาสาระที่จะมีการเรียนรู้ไว้ล่วงหน้าได้ จากการที่ทราบว่าจะมีการเรียนรู้อะไรในครั้งต่อไป
5. นักเรียนสามารถเตรียมการฝึกทักษะพื้นฐานที่จำเป็นต่อการพัฒนาทักษะใหม่ที่จะมีการเรียนรู้ได้
6. นักเรียนได้รับการพัฒนาวินัยในตนเอง อย่างบูรณาการ ผ่านการเตรียมความพร้อมในการเรียนรู้ล่วงหน้า
7. ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการใช้เวลาในการเรียนรู้ โดยจะสามารถใช้เวลาในการเรียนรู้ในสิ่งที่เป็นสาระสำคัญได้มากขึ้น ซึ่งเป็นผลมาจากการเตรียมความพร้อมของนักเรียน

3.3 วิธีการให้ข้อมูลเพื่อการเรียนรู้ต่อยอด

การให้ข้อมูลเพื่อการเรียนรู้ต่อยอดมีวิธีการที่มีประสิทธิภาพหลายวิธี โดยมีวิธีที่สำคัญดังนี้

1. Concept Mapping หรือผังมโนทัศน์ของบทเรียนที่จัดทำขึ้นอย่างเป็นระบบ ก่อนที่จะเริ่มการเรียนรู้ของแต่ละหน่วยการเรียนรู้ โดยมีความครอบคลุมทั้งองค์ความรู้ ทักษะ กระบวนการเรียนรู้ สมรรถนะ และคุณลักษณะ ช่วยทำให้นักเรียนทราบว่าเมื่อสิ้นสุดการเรียนรู้ในหน่วยปัจจุบันแล้ว หน่วยการเรียนรู้ถัดไปเป็นเรื่องอะไร มีประเด็นใดบ้างที่สำคัญ
2. Learning Outcomes Mapping หรือผังผลการเรียนรู้ เป็นการแสดงผลการเรียนรู้ของนักเรียนในแต่ละช่วงเวลาหรือในแต่ละหน่วยการเรียนรู้ให้เห็นว่าเป็นอย่างไร มีพัฒนาการอย่างไร
3. Advance Organizer หรือการให้สังกัปแนวหน้า เป็นการฉายภาพการเรียนรู้ที่จะเกิดขึ้นในอนาคต ครอบคลุมสาระสำคัญ กระบวนการเรียนรู้ แหล่งการเรียนรู้ วัสดุอุปกรณ์ที่ต้องใช้ในการเรียนรู้ ระยะเวลา ตลอดจนวิธีการวัดและประเมินผลช่วยทำให้นักเรียนเห็นภาพของการเรียนรู้โดยรวมในการเรียนรู้ครั้งถัดไป

4. Power Questions หรือการใช้พลังคำถามกระตุ้นให้นักเรียนวินิจฉัยและพัฒนาตนเอง ชี้แนะประเด็นและวิธีการเรียนรู้หรือพัฒนาที่เหมาะสมกับนักเรียน เพิ่มแรงบันดาลใจในการเรียนรู้ ให้กำลังใจนักเรียน และเสริมพลังอย่างต่อเนื่อง เช่น “เธอมั่นใจว่าทำงานชิ้นนี้ดีที่สุดแล้วใช่ไหม” “แน่ใจนะว่าเธอทำสุดฝีมือแล้ว” เป็นต้น

5. Cognitive Guided หรือการชี้แนะทางการรู้คิด เป็นการกล่าวแนะให้นักเรียนใช้กระบวนการคิดด้วยตนเอง ว่าตนเองควรจะมีพัฒนาการเรียนรู้ในอนาคตอย่างไร วิธีการนี้เน้นกระบวนการคิดของนักเรียนเป็นสำคัญ มากกว่าการบอกกล่าวจากครู นับว่าเป็นวิธีที่มีประสิทธิภาพสูงสำหรับนักเรียนที่มีวินัยในตนเอง มีกระบวนการคิดวิเคราะห์ เนื่องจากนักเรียนกลุ่มนี้จะคิดได้เองว่าสิ่งที่ครูชี้แนะนั้นหมายความว่าอย่างไร

6. Group Discussion หรือการอภิปรายกลุ่ม เป็นวิธีการที่ครูเปิดโอกาสให้นักเรียนแต่ละกลุ่มอภิปรายเกี่ยวกับกระบวนการทำงาน ความก้าวหน้า และผลลัพธ์ของกลุ่ม ว่าจะต้องมีการพัฒนาให้ดีขึ้นในอนาคตอย่างไร นักเรียนที่อยู่ในกลุ่มเดียวกันจะร่วมกันวิเคราะห์จุดที่กลุ่มจะต้องพัฒนาโดยใช้ข้อมูลเชิงประจักษ์ต่าง ๆ ช่วยทำให้กลุ่มมีเป้าหมายในการพัฒนาการเรียนรู้ในอนาคตร่วมกัน

7. Classroom based-assessment เป็นการนำผลการประเมินระดับชั้นเรียนในปัจจุบัน มาเป็นข้อมูลสารสนเทศสำหรับการกำหนดประเด็นของการเรียนรู้ในอนาคต โดยครูอาจจะต้องเป็นผู้กำหนดด้วยตนเอง ในกรณีที่เป็นสิ่งที่สำคัญ จำเป็น และอาจจะให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการกำหนดด้วยก็ได้ การให้ข้อมูลเพื่อการเรียนรู้ต่อยอดด้วยวิธีการนี้ช่วยให้การเรียนรู้มีความสอดคล้องกับระดับความรู้ ความสามารถของนักเรียนที่มีอยู่ในปัจจุบัน

8. Root Cause Misconceptions Analysis วิธีการนี้ครูจะนำผลการวินิจฉัยสาเหตุของความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนของนักเรียน มาเป็นข้อมูลสารสนเทศ ในการให้ข้อมูลเพื่อการเรียนรู้ในอนาคตของนักเรียน วิธีการนี้จะเหมาะกับนักเรียนเป็นรายบุคคลมากกว่าทั้งชั้นเรียน เนื่องจากการให้ข้อมูลจะมุ่งเน้นให้นักเรียนไปศึกษาเรียนรู้เพิ่มเติมในประเด็นที่มีความเฉพาะเจาะจงตามความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนของนักเรียน

9. Self – Reflection หรือการสะท้อนคิดด้วยตนเอง เป็นวิธีการให้นักเรียนใช้การคิดสะท้อน (reflective thinking) เกี่ยวกับกระบวนการเรียนรู้ กระบวนการคิด และผลการเรียนรู้ของตนเอง เพื่อค้นหาประเด็นที่ต้องปรับปรุงและพัฒนาให้ดียิ่งขึ้นในอนาคต นักเรียนที่มีรูปแบบการเรียนรู้ด้วยการคิดจะสามารถตอบโจทย์ของครูได้ว่าสิ่งที่จะต้องพัฒนาให้ดีขึ้นในอนาคตนั้นคืออะไร

10. Self – Assessment เป็นการให้ข้อมูลโดยให้นักเรียนประเมินตนเองจากข้อมูลเชิงประจักษ์ ในประเด็นที่ครูเห็นว่านักเรียนสามารถพัฒนาให้ดีขึ้นได้ ด้วยตนเองในอนาคต เน้น

ให้นักเรียนค้นพบด้วยตนเอง โดยการประเมินนี้มีความแตกต่างจากการประเมินโดยทั่วไปในชั้น Checking for Understanding โดยการประเมินในส่วนนี้ มุ่งให้นักเรียนมองตนเองจนค้นพบว่า สิ่งที่สามารถทำให้ดีขึ้นได้ในอนาคตคืออะไร ซึ่งเป็นวิธีการที่เหมาะสมสำหรับนักเรียนที่มีลักษณะมุ่งอนาคตสูง เนื่องจากนักเรียนกลุ่มนี้จะกำหนดเป้าหมายการเรียนรู้ของตนเองได้ดี

11. Dialogue หรือสนทนายสนทนา เป็นการให้การสนทนาพูดคุยในประเด็นต่าง ๆ ของการเรียนรู้ในปัจจุบัน เพื่อนำไปสู่การกำหนดประเด็นและเป้าหมายของการเรียนรู้ในอนาคต วิธีการนี้ครูจะสนทนากับนักเรียนเกี่ยวกับความรู้ ทักษะ กระบวนการเรียนรู้ หรือกระบวนการคิดของนักเรียนในลักษณะกลุ่มเล็กหรือรายบุคคล เพื่อให้นักเรียนคิดใคร่ครวญ ตรวจสอบ เกิดการรับรู้และนำไปสู่การเปลี่ยนแปลงจากด้านใน (Transformative Learning) และเป็นผู้กำหนดประเด็นการเรียนรู้และพัฒนาในอนาคตด้วยตนเอง วิธี Dialogue แตกต่างจากวิธี Self – Reflection และ Self – Assessment อย่างชัดเจนโดยวิธี Dialogue เป็นวิธีที่ครูจะให้ความช่วยเหลือให้นักเรียนให้ค้นพบด้วยตนเองมากกว่าวิธีการ Self – Reflection และ Self – Assessment

จุดเน้นของการให้ข้อมูลย้อนกลับเพื่อส่งเสริมการเรียนรู้ในมิติของ Process Progress และ Product

ตาราง 4 แสดงจุดเน้นการให้ข้อมูลย้อนกลับเพื่อส่งเสริมการเรียนรู้

	Process	Progress	Product
Feed up	ทักษะกระบวนการที่จะได้เรียนรู้ในครั้งนี้	ความก้าวหน้าของการเรียนรู้ในครั้งนี้	ผลผลิตของการเรียนรู้ในครั้งนี้
Checking for understanding	ทักษะกระบวนการของนักเรียนในขณะนี้	ความก้าวหน้าของการเรียนรู้ในขณะนี้	ผลผลิตของการเรียนรู้ในขณะนี้
Feedback	ทักษะกระบวนการที่นักเรียนผ่านมา	ความก้าวหน้าของการเรียนรู้ที่ผ่านมา	ผลผลิตของการเรียนรู้ที่ผ่านมา
Feed forward	ทักษะกระบวนการที่นักเรียนควรพัฒนาในการเรียนรู้ครั้งต่อไป	ความก้าวหน้าของการเรียนรู้ที่นักเรียนควรพัฒนาในการเรียนรู้ครั้งถัดไป	ผลผลิตที่นักเรียนควรพัฒนาในครั้งถัดไปหรือในอนาคต

ที่มา: วิชัย วงษ์ใหญ่. (2557). การโค้ชเพื่อการรู้คิด (Cognitive Coaching). พิมพ์ครั้งที่ 3. หน้า 301

นอกจากนี้ โชติมา หนูพริก (2558-2559, พฤศจิกายน - มีนาคม, น. 24-25) ได้อธิบายขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้ โดยการใช้การให้ข้อมูลย้อนกลับเพื่อส่งเสริมการเรียนรู้เป็นขั้นตอนที่สอดคล้องกับกระบวนการสอนตามหลักการสอนได้ดังนี้

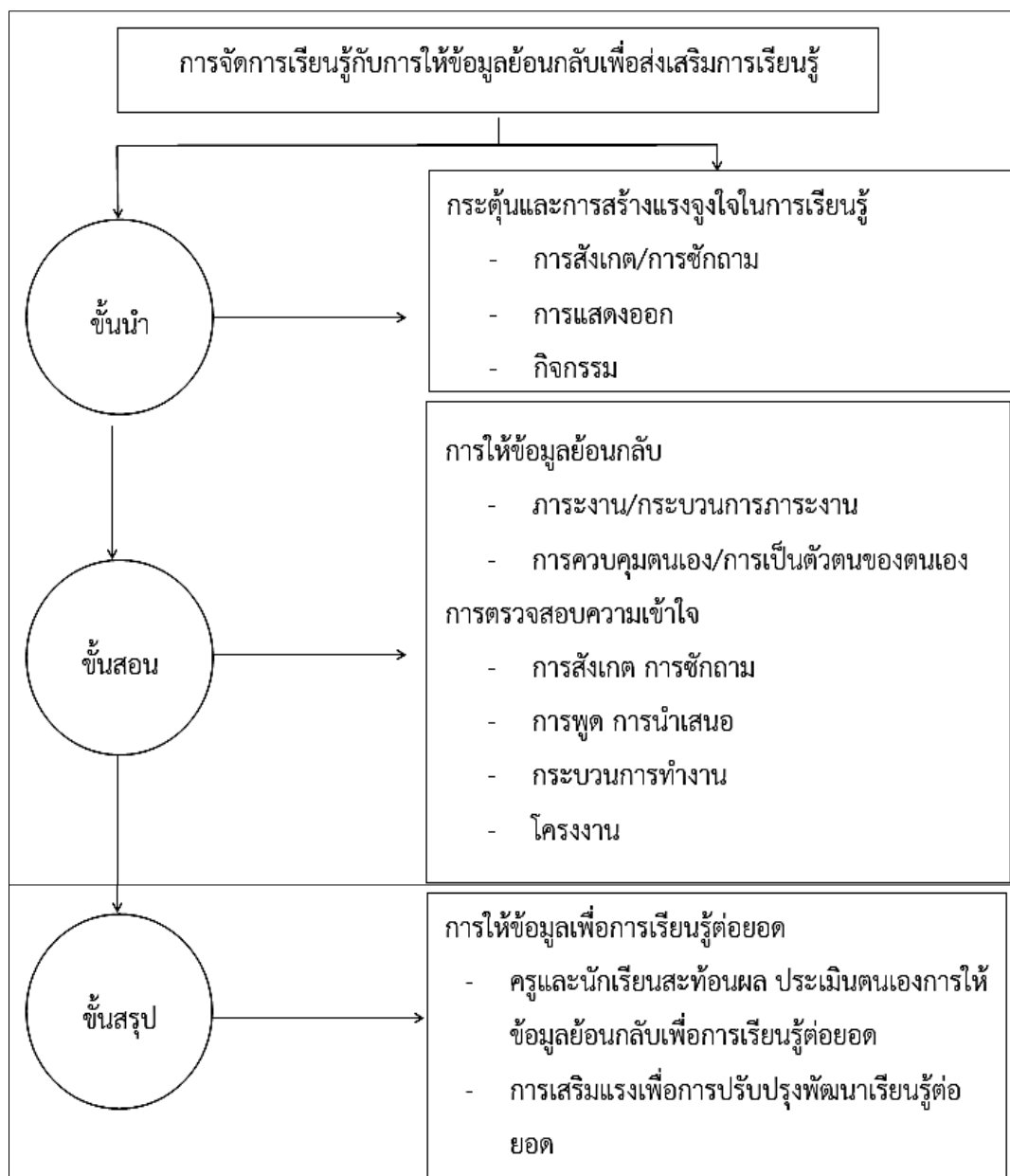
ขั้นที่ 1 การกระตุ้นและสร้างแรงจูงใจในการเรียน (Feed up) โดยแจ้งจุดประสงค์การเรียนรู้ และการประเมินที่ชัดเจน เพื่อให้นักเรียนเห็นคุณค่าในการเรียนรู้ และการประเมิน ทำให้ครูมั่นใจว่านักเรียนมีความเข้าใจในจุดประสงค์ในการเรียนรู้ ความคิดรวบยอด ภาระงาน และการประเมิน

ขั้นที่ 2 การตรวจสอบความเข้าใจ (Checking for Understanding) โดยการประเมินนักเรียนจากการตอบคำถาม การนำเสนอ การเขียน เพื่อตรวจสอบความเข้าใจของนักเรียน ซึ่งเป็นการประเมินแบบ Formative Assessment

ขั้นที่ 3 การให้ข้อมูลย้อนกลับ (Feedback) เป็นการให้ข้อมูลสารสนเทศ ข้อเท็จจริงเกี่ยวกับความสำเร็จ และสิ่งที่จำเป็นต้องได้รับความจำเป็นในการพัฒนาหรือปรับปรุงแก้ไข

ขั้นที่ 4 การให้คำแนะนำ ชี้แนะแนวทางบทพื้นฐานของข้อมูลเชิงประจักษ์ เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนเกิดการพัฒนาการเรียนรู้ที่สูงขึ้น (Feed Forward)

รูปการจัดการเรียนรู้กับการให้ข้อมูลย้อนกลับเพื่อส่งเสริมการเรียนรู้แก่นักเรียน ของ โชติมา หนูพริก แสดงได้ดังภาพประกอบ 10



ภาพประกอบ 10 แสดงขั้นตอนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ข้อมูลย้อนกลับ

ที่มา : โชติมา หนูพริก. (2559). การประเมินเพื่อการเรียนรู้: การตั้งคำถามและการให้ข้อมูลย้อนกลับเพื่อส่งเสริมการเรียนรู้ Assessment for Learning: Questioning and Feedback to Enhance Learning. วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร. 13(2): 27.

จากการศึกษาลักษณะของการให้ข้อมูลย้อนกลับเพื่อส่งเสริมการเรียนรู้ นั้น ผู้วิจัยสรุปลักษณะการให้ข้อมูลย้อนกลับได้คือ ลักษณะของการให้ข้อมูลย้อนกลับที่ส่งเสริมการเรียนรู้ ประกอบด้วย 3 ลักษณะ คือ 1) การให้ข้อมูลเพื่อกระตุ้นการเรียนรู้ (Feed Up) 2) การตรวจสอบความเข้าใจและการให้ข้อมูลย้อนกลับ (Feedback) และ 3) การให้ข้อมูลเพื่อการเรียนรู้ต่อยอด (Feed Forward)

2.3 หลักการให้ข้อมูลย้อนกลับเพื่อส่งเสริมการเรียนรู้

หลักการให้ข้อมูลย้อนกลับเพื่อส่งเสริมการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพสูงที่สุดนั้น นักการศึกษาแต่ละท่านอธิบายหลักการไว้แตกต่างกัน ดังนี้

Hattie และ Timperley (2007, p. 82) การให้ข้อมูลย้อนกลับที่ส่งเสริมการเรียนรู้ นั้น ต้องให้ข้อมูลที่เชื่อมโยงกับภาระงานหรือกระบวนการนั้น ๆ ที่จะให้นักเรียนเติมเต็มช่องว่างระหว่าง “อะไรที่นักเรียนเข้าใจ” กับ “อะไรที่เป็นเป้าหมายที่นักเรียนควรเข้าใจ” และสามารถให้ข้อมูลย้อนกลับได้อย่างหลากหลายวิธี ซึ่งวิธีเหล่านี้อาจจะเกี่ยวข้องกับด้านจิตใจ เช่น การสร้างความพยายามให้เพิ่มขึ้น (Increasing Effort) การสร้างแรงจูงใจ (Motivation) และความยึดมั่นผูกพันในการเรียน (Engagement)

เชิดศักดิ์ ไธรมณิรัตน์ (2552, น. 2-3) ได้ให้หลักการที่สำคัญของการให้ข้อมูลย้อนกลับที่ส่งเสริมการเรียนรู้ที่ได้นั้น มี 4 ประการ ดังนี้

1. ข้อมูลชัดเจน (Clear Information) เป็นข้อมูลที่ครูให้แก่นักเรียนที่ต้องบรรยายพฤติกรรมหรือความสามารถของนักเรียนอย่างชัดเจนว่าทำอะไรได้ ทำอะไรไม่เหมาะสม โดยเน้นว่าควรเป็นข้อมูลที่ครูมั่นใจว่าถูกต้อง เช่น เป็นสิ่งที่เห็นด้วยตาตนเอง มีเอกสารแสดงชัดเจน ไม่ใช่เป็นข้อมูลที่ได้มาจากการฟังบุคคลที่สาม หรือเป็นข้อมูลที่มาจากการคาดเดาของครู และต้องมีการชี้แจงอย่างชัดเจนว่าพฤติกรรมหรือความสามารถของนักเรียนดังกล่าวเป็นปัญหาอย่างไร จะทำให้ดีขึ้นได้อย่างไร ประเด็นสำคัญคือ ข้อมูลที่ให้แก่นักเรียนนั้นควรเป็นข้อมูลที่มีทั้งข้อมูลเชิงบวก (Positive Feedback) และข้อมูลเชิงลบ (Negative Feedback) หากให้แต่ข้อมูลเชิงลบโดยไม่มีข้อมูลเชิงบวกเลย นักเรียนจะรู้สึกด้อยคุณค่า และมักถอนใจไปเองว่าไม่มีทางที่ตนเองจะดีหรือเก่งตามที่ครูต้องการได้

2. มีเป้าหมายที่ทั้งสองฝ่ายยอมรับ (Mutually Agreed Upon Goals) ครูควรเริ่มต้นโดยการแจ้งให้นักเรียนรับทราบอย่างชัดเจนว่าสิ่งที่กำลังจะบอกนี้เป็นข้อมูลย้อนกลับเพื่อที่จะให้เขาเกิดการปรับปรุงพัฒนาแล้วสำรวจว่านักเรียนที่กำลังรับข้อมูลย้อนกลับอยู่นั้น มีเป้าหมายหรือความคาดหวังอะไรจากการเรียนหรือการปฏิบัติงาน มองว่าเขาเองควรทำอะไรได้หรือทำอะไรไม่ได้ แล้วชี้แจงให้นักเรียนรับทราบว่าความคาดหวังของครู ในพฤติกรรมหรือระดับความรู้ความสามารถของเขาเป็นอย่างไร แล้วเปรียบเทียบให้เห็นชัดเจนว่า พฤติกรรมหรือระดับ

ความสามารถของเขาในส่วนตัวที่เป็นไปในทางที่เหมาะสมแล้ว และพฤติกรรมหรือความสามารถในด้านใดที่เขายังทำได้ไม่ถึงเกณฑ์ที่เป็นเป้าหมาย

3. นักเรียนมีบทบาทชัดเจนในกระบวนการ (Active Role of Learners in The Process) หลักการข้อนี้มีความสำคัญมากและบ่อยครั้งเรามักหลงลืมไป มีหลายครั้งที่ครูต่อว่าหรือตำหนินักเรียนว่ามีพฤติกรรมไม่ดี หรือทำงานที่ได้รับมอบหมายบกพร่อง โดยไม่ได้ฟังความจากนักเรียน ครูควรต้องเริ่มต้นจากการเปิดโอกาสให้นักเรียนได้เล่าเรื่องราวจากมุมมองของเขา ว่าเหตุใดเขาจึงมีพฤติกรรมดังกล่าว เหตุใดเขาจึงมีความบกพร่องในการทำงานที่ได้รับมอบหมาย ซึ่งบ่อยครั้งครูพบว่ามีสาเหตุภายนอกที่อยู่เหนือการควบคุมของนักเรียน เช่น ปัญหาด้านสุขภาพ ปัญหาทางครอบครัว เป็นต้น นักเรียนที่ได้รับข้อมูลย้อนกลับควรมีโอกาสที่จะแสดงการประเมินตนเองว่ามีพฤติกรรมหรือระดับความสามารถของนักเรียนนั้น เหมาะสมหรือไม่ในมุมมองของนักเรียน นอกจากนี้เมื่อครูได้ชี้แนะแนวทางในการพัฒนาปรับปรุงตนให้แก่ นักเรียนแล้ว ครูควรเปิดโอกาสให้นักเรียนได้แสดงความคิดเห็นของนักเรียนเองด้วยว่าเห็นด้วยหรือไม่อย่างไร มีแนวทางในการพัฒนาในส่วนตัวที่นักเรียนคิดว่าน่าจะดำเนินการก่อน แนวทางการพัฒนาด้านใดที่นักเรียนไม่สามารถทำได้

4. ทำด้วยเจตนาดี อารมณ์เป็นกลาง ตั้งใจจะช่วยเหลือนักเรียน (Positive Effect, Empathy, and Support) ครูควรให้ข้อมูลย้อนกลับแก่นักเรียนในขณะที่ไม่ได้มีอารมณ์โกรธหรืออึดใจ ซึ่งการที่เราให้ข้อมูลย้อนกลับแก่นักเรียนในขณะนั้น มักออกมาในรูปแบบที่ดูเหมือนครูใช้นักเรียนเป็นที่ระบายอารมณ์ และข้อมูลย้อนกลับที่ให้ปะปะไปด้วยอคติ ครูควรหลีกเลี่ยงจังหวะที่อารมณ์ตนเองเป็นกลาง มีเจตนาที่ดีที่ต้องการให้นักเรียนเกิดการพัฒนาอย่างเหมาะสม ที่สำคัญคือ การให้ข้อมูลย้อนกลับแก่นักเรียน ต้องทำโดยไม่มีการตัดสินว่านักเรียนคนนั้นดีหรือไม่ดี ถูกหรือผิด แต่เน้นที่พฤติกรรมกระบวนการคิดของนักเรียนเป็นหลัก

จากการศึกษาหลักการให้ข้อมูลย้อนกลับเพื่อส่งเสริมการเรียนรู้ ผู้วิจัยสรุปได้ว่า หลักการให้ข้อมูลย้อนกลับที่มีประสิทธิภาพนั้น ข้อมูลต้องมีความชัดเจนในตัวเอง ผู้รับและผู้ส่งสารเข้าใจตรงกัน และผู้ส่งสารใช้เทคนิคการสื่อสารทางบวก ผู้ส่งสารและผู้รับสารเข้าใจบทบาทหน้าที่ของตนเอง

2.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการให้ข้อมูลย้อนกลับที่ส่งเสริมการเรียนรู้

ในงานวิจัยนี้ ผู้วิจัยศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องที่ศึกษาตัวแปรการให้ข้อมูลย้อนกลับเพื่อส่งเสริมการเรียนรู้ ดังนี้

วันเพ็ญ ประสารัญกิจ (2540, น. 46-48) ได้ทำการวิจัยเกี่ยวกับ การเปรียบเทียบผลของการให้ข้อมูลย้อนกลับควบคู่กับการเสริมแรงแบบต่อเนื่องและแบบเว้นระยะ เพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนวัดช่องนนทรี โดยมีความมุ่งหมายการศึกษาเพื่อ 1) เปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทาง

คณิตศาสตร์ของนักเรียนก่อนและหลังได้รับการให้ข้อมูลย้อนกลับควบคู่กับการเสริมแรงแบบต่อเนื่อง 2) เปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนก่อนและหลังได้รับการให้ข้อมูลย้อนกลับควบคู่กับการเสริมแรงแบบเว้นระยะ และ 3) เปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการให้ข้อมูลย้อนกลับควบคู่กับการเสริมแรงแบบต่อเนื่อง กับนักเรียนที่ได้รับการให้ข้อมูลย้อนกลับควบคู่กับการเสริมแรงแบบเว้นระยะ เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาประกอบไปด้วย โปรแกรมการให้ข้อมูลย้อนกลับควบคู่กับการเสริมแรงแบบต่อเนื่อง โปรแกรมการให้ข้อมูลย้อนกลับควบคู่กับการเสริมแรงแบบเว้นระยะ และแบบทดสอบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ผู้วิจัยดำเนินการทดลองแบบ Randomized Group Pretest-Posttest Design ซึ่งดำเนินการทดลอง 3 ระยะ คือ 1) ระยะก่อนทดลอง เป็นระยะที่ให้นักเรียนทำแบบทดสอบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ 2) ระยะทดลอง เป็นระยะที่ให้นักเรียนในกลุ่มที่ 1 กลุ่มให้ข้อมูลย้อนกลับควบคู่กับการเสริมแรงแบบต่อเนื่องและกลุ่มที่ 2 กลุ่มที่ให้ข้อมูลย้อนกลับควบคู่กับการเสริมแรงแบบเว้นระยะ ได้รับโปรแกรมที่จัดไว้ และ 3) ระยะหลังการทดลอง เป็นระยะที่ให้นักเรียนทั้งสองกลุ่มทำแบบทดสอบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ สถิติที่ใช้คือ t-test dependent samples และ t-test independent samples ผลจากการศึกษาพบว่า 1) นักเรียนที่ได้รับการให้ข้อมูลย้อนกลับควบคู่กับการเสริมแรงแบบต่อเนื่องมีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ดีขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 2) นักเรียนที่ได้รับการให้ข้อมูลย้อนกลับควบคู่กับการเสริมแรงแบบเว้นระยะมีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ดีขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และ 3) นักเรียนที่ได้รับการให้ข้อมูลย้อนกลับควบคู่กับการเสริมแรงแบบต่อเนื่อง กับนักเรียนที่ได้รับข้อมูลย้อนกลับควบคู่กับการเสริมแรงแบบเว้นระยะมีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ดีขึ้นแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

รัชดาพร ศรีรักษา (2547, น. 63-73) ศึกษาเกี่ยวกับ การเปรียบเทียบผลของการเรียนรู้แบบ 4 MAT ควบคู่กับการให้ข้อมูลย้อนกลับแบบทันทีและการให้ข้อมูลย้อนกลับแบบล่าช้าที่มีต่อความเข้าใจในการอ่านวิชาภาษาไทยของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนสุเหร่าดอนสะแก เขตวังทองหลาง กรุงเทพมหานคร โดยความมุ่งหมายของการศึกษาคือ 1) เพื่อเปรียบเทียบความเข้าใจในการอ่านวิชาภาษาไทยของนักเรียนก่อนและหลังได้รับการเรียนรู้แบบ 4 MAT ควบคู่กับการให้ข้อมูลย้อนกลับทันที 2) เพื่อเปรียบเทียบความเข้าใจในการอ่านวิชาภาษาไทยของนักเรียนก่อนและหลังได้รับการเรียนรู้แบบ 4 MAT ควบคู่กับการให้ข้อมูลย้อนหลังแบบล่าช้า และ 3) เพื่อเปรียบเทียบความเข้าใจในการอ่านวิชาภาษาไทยของนักเรียนที่ได้รับการเรียนรู้แบบ 4 MAT ควบคู่กับการให้ข้อมูลย้อนกลับแบบทันทีกับการเรียนรู้แบบ 4 MAT ควบคู่กับการให้ข้อมูลย้อนกลับแบบล่าช้า โดยกลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนสุเหร่าดอนสะแก เขตวังทองหลาง กรุงเทพมหานคร ที่มีความเข้าใจในการอ่านวิชาภาษาไทยต่ำกว่าร้อยละ 50 จำนวน 44 คน ที่ได้มา

จากการสุ่มอย่างง่ายจากประชากร และสุ่มอย่างง่ายเพื่อเข้าทดลองใน 2 กลุ่ม กลุ่มละ 22 คน กลุ่มทดลองที่ 1 ได้รับการเรียนรู้แบบ 4 MAT ควบคู่กับการให้ข้อมูลย้อนกลับแบบทันที กลุ่มที่ 2 ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบ 4 MAT ควบคู่กับการให้ข้อมูลย้อนกลับแบบล่าช้า แบบแผนการทดลองเป็นแบบ Randomized Two Group Pretest-Posttest Design เครื่องมือที่ใช้ในการทดลองเป็นแบบทดสอบความเข้าใจในการอ่านวิชาภาษาไทย สถิติที่ใช้คือการทดสอบค่า t-test dependent และ t-test independent ผลการวิจัยพบว่า 1) นักเรียนที่ได้รับการเรียนรู้แบบ 4 MAT ควบคู่กับการให้ข้อมูลย้อนกลับแบบทันที มีความเข้าใจในการอ่านวิชาภาษาไทยเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 2) นักเรียนที่ได้รับการเรียนรู้แบบ 4 MAT ควบคู่กับการให้ข้อมูลย้อนกลับแบบล่าช้า มีความเข้าใจในการอ่านวิชาภาษาไทยเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และ 3) นักเรียนที่ได้รับการเรียนรู้แบบ 4 MAT ควบคู่กับการให้ข้อมูลย้อนกลับแบบทันทีกับนักเรียนที่ได้รับการเรียนรู้แบบ 4 MAT ควบคู่กับการให้ข้อมูลย้อนกลับแบบล่าช้า มีความเข้าใจในการอ่านวิชาภาษาไทยเพิ่มขึ้นแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ผู้วิจัยสามารถสรุปได้ว่า การให้ข้อมูลย้อนกลับเพื่อส่งเสริมการเรียนรู้สามารถพัฒนาความสามารถในการเรียนของนักเรียนเรื่องนั้น ๆ ได้ เช่น การให้ข้อมูลย้อนกลับเพื่อส่งเสริมการเรียนรู้ สามารถพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้ การให้ข้อมูลย้อนกลับเพื่อส่งเสริมการเรียนรู้สามารถพัฒนาทักษะการอ่านในวิชาภาษาไทยได้ เป็นต้น การให้ข้อมูลย้อนกลับเพื่อส่งเสริมการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพนั้น ควรให้แบบทันทีทันใด หลังจากนักเรียนแสดงพฤติกรรม จะได้ผลดีกว่าการให้ข้อมูลย้อนกลับเพื่อส่งเสริมการเรียนรู้แบบล่าช้า

3. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

3.1 ความหมายของปัญหาทางคณิตศาสตร์

นักการศึกษาและนักวิชาการหลายท่านได้นิยามคำว่า “ปัญหาทางคณิตศาสตร์” ไว้ดังต่อไปนี้

Krulik และ Rudnick (1993, pp. 6-10) กล่าวว่า ปัญหาทางคณิตศาสตร์ คือ สถานการณ์เชิงปริมาณที่ต้องการได้รับการหาคำตอบ เป็นปัญหาลักษณะที่ไม่บ่งบอกวิธีการให้ได้มาซึ่งคำตอบ ความแตกต่างระหว่าง คำถาม (Question) แบบฝึกหัด (Exercise) และ ปัญหาทางคณิตศาสตร์ (Problem) จำแนกได้ดังนี้

คำถาม คือ สถานการณ์ที่สามารถแก้ปัญหาได้จากการนึกความจำ

แบบฝึกหัด คือ สถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับการฝึกฝน การฝึกทักษะให้เชี่ยวชาญขึ้นมีลำดับขั้นตอนในการแก้ปัญหาที่ชัดเจน

ปัญหาทางคณิตศาสตร์ คือ สถานการณ์ที่ต้องผ่านกระบวนการสังเคราะห์ความรู้ที่เคยเรียนมาแล้วมาใช้หาคำตอบ โดยลักษณะของปัญหาที่ดี ต้องมีลักษณะดังต่อไปนี้

1. เป็นปัญหาที่น่าสนใจและท้าทายสำหรับนักเรียน
2. เป็นปัญหาที่ต้องใช้ทักษะการวิเคราะห์และทักษะการสังเกต
3. เป็นปัญหาที่เปิดโอกาสให้มีการอภิปราย มีปฏิสัมพันธ์กัน
4. ปัญหาสัมพันธ์กับความเข้าใจในมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์และการประยุกต์ใช้ทักษะทางคณิตศาสตร์
5. เป็นปัญหาควรที่นำไปสู่หลักการทางคณิตศาสตร์
6. ปัญหาควรมีความหลากหลายของการแก้ปัญหา

Reys, Suydam, และ Lindquist (1995, p. 54) กล่าวว่า ปัญหาทางคณิตศาสตร์ คือ ปัญหาที่เกี่ยวกับสถานการณ์ที่บุคคลต้องการคำตอบ แต่ไม่รู้คำตอบในทันที ต้องหาวิธีในการหาคำตอบ ถ้าปัญหาง่ายเกินไปที่บุคคลเห็นคำถามแล้วสามารถตอบได้ทันที สิ่งนั้นจะไม่เรียกว่าปัญหาทางคณิตศาสตร์

Riedesel, Schwartz, และ Clements (1996, p. 41) กล่าวว่า ปัญหาทางคณิตศาสตร์ คือ ประโยคภาษาที่เป็นประโยคคำถาม เป็นสถานการณ์ที่ยังไม่รู้วิธีการให้ได้มาซึ่งคำตอบเริ่มต้นด้วยสมมติฐาน ประโยคบอกเล่าที่เป็นนัย เมื่อใช้นิยามทำให้ปัญหานั้นกระจางชัดเจน

Musser, Peterson, และ Burger (2013, p. 3) กล่าวว่า ปัญหาทางคณิตศาสตร์เป็นปัญหาที่ใช้วิธีการหาคำตอบที่ต่างจากเดิม ต่างจากวิธีที่เคยใช้มา เป็นการหาคำตอบโดยใช้ความสร้างสรรค์ ซึ่งต่างจาก แบบฝึกหัด (Exercise) เพราะแบบฝึกหัดเป็นการใช้กระบวนการที่เป็นปกติเพื่อให้ได้คำตอบ อย่างไรก็ตามความแตกต่างของสองอย่างนี้ขึ้นอยู่กับอายุของผู้ที่ทำการแก้ปัญหาด้วย เช่น “จงแบ่งดินสอ 96 แท่ง ให้กับเด็กจำนวน 16 คน จะแบ่งได้คนละเท่าไร” สำหรับเด็กเล็กแล้ว ประโยคข้างต้นเป็นปัญหาคณิตศาสตร์ แต่สำหรับผู้ใหญ่หรือเด็กที่โตกว่านั้น ประโยคข้างต้นจะเป็นเพียงแบบฝึกหัด

Thiessen (1989, p. 3) กล่าวว่า ปัญหาทางคณิตศาสตร์ คือ ประโยคที่ถูกใช้บรรยายความหลากหลายของสถานการณ์ ปัญหาถูกแบ่งออกเป็นหลายประเภท เช่น ปัญหาเชิงคำนวณหรือการฝึกฝน ปัญหาที่มีการแปรความทั้งง่ายและยาก ปัญหาเกี่ยวกับกระบวนการ ปัญหาเกี่ยวกับการประยุกต์ใช้ และปัญหาลักษณะเป็นปริศนา

Bond (2008, p. 7) กล่าวว่า ปัญหาทางคณิตศาสตร์ คือ ภารกิจ หรือ สถานการณ์ที่ไม่รู้วิธีการหาคำตอบในทันทีทันใด

วิชัย พาณิชยสว (2546, น. 9) กล่าวว่า โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ คือ ปัญหา หรือสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับปริมาณ ซึ่งสามารถหาคำตอบได้โดยใช้ความรู้ความเข้าใจ และทักษะต่าง ๆ ที่มีอยู่ เป็นเครื่องมือในการแก้ปัญหา หรือสถานการณ์นั้นอย่างเป็นกระบวนการ

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2555, น. 7) กล่าวว่า ปัญหาทางคณิตศาสตร์ คือ สถานการณ์ที่เกี่ยวกับคณิตศาสตร์ซึ่งเผชิญอยู่และต้องการค้นหาคำตอบ โดยที่ยังไม่รู้วิธีการหรือขั้นตอนที่จะได้คำตอบของสถานการณ์นั้นในทันที

สิริพร ทิพย์คง (2544, น. 18-25) กล่าวว่า ปัญหาคณิตศาสตร์ คือ งานที่บุคคลเผชิญอยู่ และต้องการหาคำตอบแต่ไม่สามารถหาคำตอบได้ในทันที ประกอบด้วยสิ่งสำคัญ 3 ประการ คือ ต้องการที่จะค้นหาคำตอบ ตอบคำถามของปัญหานั้นไม่ได้ทันทีทันใด และต้องใช้ความพยายามอย่างสม่ำเสมอจึงจะแก้ปัญหานั้นได้ ปัญหาคณิตศาสตร์เป็นปัญหาที่จะพบในการเรียนคณิตศาสตร์ การแก้ปัญหาดัง ๆ จะต้องใช้ความสามารถในวิธีการแก้ปัญหาและความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่ได้เรียนมา ซึ่งลักษณะของปัญหาที่ดีมีลักษณะ ดังนี้

1. ใช้ภาษาที่กระชับ รัดกุม ถูกต้อง สามารถเข้าใจได้ง่าย
2. แปลกใหม่สำหรับนักเรียน ช่วยกระตุ้นและพัฒนาความคิด ท้าทายความสามารถของนักเรียน
3. ไม่สั้นหรือยาวเกินไป
4. ไม่ยากหรือง่ายเกินไป สำหรับความสามารถของนักเรียนในวัยนั้น ๆ
5. สถานการณ์ของปัญหาเหมาะสมกับวัยของนักเรียน
6. ให้ข้อมูลอย่างเพียงพอ ที่จะนำไปประกอบการพิจารณาแก้ปัญหาได้
7. เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันของนักเรียน
8. ข้อมูลที่มีอยู่จะต้องทันสมัย และเป็นเหตุการณ์ที่เป็นไปได้จริง
9. มีวิธีการหาคำตอบได้มากกว่า 1 วิธี
10. นักเรียนสามารถใช้การวาดภาพลายเส้น แผนภาพไดอะแกรม หรือแผนภูมิช่วยในการแก้ปัญหา

นอกจากนี้ยังกล่าวถึงลักษณะของปัญหาคณิตศาสตร์ โดยสามารถจำแนกได้เป็น 6 ลักษณะ คือ 1. ปัญหาเป็นแบบฝึกทักษะ 2. ปัญหาขั้นตอนเดียว 3. ปัญหาที่ซับซ้อน 4. ปัญหาเกี่ยวกับกระบวนการ เช่น ชุมชนมุแทนนิสของโรงเรียนแห่งหนึ่งมีนักเรียนสนใจเข้าแข่งขันเทนนิสทั้งหมด 15 คน จัดให้แข่งขันได้ครั้งละ 2 คน จะมีวิธีการจัดการแข่งขันให้ทุกคนได้พบกันทั้งหมดกี่ครั้ง เป็นต้น 5. ปัญหาเกี่ยวกับการประยุกต์ เป็นปัญหาที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันในการแก้ปัญหา นักเรียนต้องใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์ในการคิดคำนวณ และพิจารณาตัดสินใจว่าทำอย่างไรจึงจะแก้ปัญหานั้นได้ดีที่สุด 6. ปัญหาในรูปปริศนา เป็นปัญหาที่ไม่สามารถหาคำตอบได้

ทันที ต้องพิจารณาเงื่อนไขของโจทย์และทดลองแก้ปัญหา ซึ่งปัญหาในรูปปริศนาอาจจะเป็นปัญหาเกี่ยวกับคณิตศาสตร์หรือไม่ใช่คณิตศาสตร์โดยตรงก็ได้

ขมนาด เชื้อสุวรรณทวี (2561, น. 166) กล่าวว่า ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เป็นโจทย์คำถามหรือสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาคณิตศาสตร์ ที่ต้องใช้ความรู้และกระบวนการทางคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหา

ปรีชา เนาว์เย็นผล, 2537, อ้างถึงใน กรมวิชาการ (2541, น. 2) ได้ให้ความหมายของปัญหาทางคณิตศาสตร์ สรุปได้ดังนี้

1. เป็นสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ที่ต้องการคำตอบซึ่งอาจจะอยู่ในรูปของเชิงปริมาณ หรือเชิงจำนวน หรือคำอธิบายในลักษณะเหตุผล
2. เป็นสถานการณ์ปัญหาที่ผู้แก้ปัญหาไม่เคยพบเจอ หรือไม่คุ้นเคยมาก่อน ไม่สามารถระบุวิธีการ หรือการหาคำตอบได้ในทันทีทันใด ต้องอาศัยความรู้ ทักษะ ประสบการณ์เดิมช่วยในการหาคำตอบ
3. สถานการณ์ปัญหาของบุคคลหนึ่งๆ อาจจะไม่เป็นสถานการณ์ปัญหาของอีกบุคคลหนึ่ง ขึ้นอยู่กับ เวลา และบุคคลที่เป็นผู้แก้ปัญหา

ประพันธ์ศิริ สุเสารัจ (2556, น. 158) กล่าวว่า ปัญหา (Problem) คือ ความแตกต่างระหว่างสภาพที่เป็นอยู่กับสภาพที่ควรจะเป็นหรือต้องการให้เป็นหรือต้องการให้เกิด หรือถูกบังคับให้เกิด เป็นความแตกต่างระหว่างความจริงที่เป็นอยู่กับความต้องการให้เกิดที่ยิ่งห่างกันมากเท่าใด ปัญหา ก็จะมีมากขึ้นเท่านั้น

มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช สาขาวิชาศึกษาศาสตร์ (2536, น. 7) ได้ให้ความหมายของปัญหาทางคณิตศาสตร์ สรุปได้เป็นข้อๆ ดังนี้

1. เป็นสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ที่ต้องการคำตอบซึ่งอาจจะอยู่ในรูปปริมาณหรือจำนวนหรือคำอธิบายให้เหตุผล
2. เป็นสถานการณ์ที่ผู้แก้ปัญหาไม่คุ้นเคยมาก่อน ไม่สามารถหาคำตอบได้ในทันทีทันใด ต้องใช้ทักษะ ความรู้ และประสบการณ์หลายๆ อย่างประมวลเข้าด้วยกันจึงจะหาคำตอบได้
3. สถานการณ์ใดจะเป็นปัญหาหรือไม่ขึ้นอยู่กับบุคคลผู้แก้ปัญหา และเวลา สถานการณ์หนึ่งอาจเป็นปัญหาสำหรับบุคคลหนึ่ง แต่อาจไม่เป็นปัญหาสำหรับอีกบุคคลหนึ่งก็ได้ และสถานการณ์ที่เคยเป็นปัญหาสำหรับบุคคลหนึ่งในอดีต อาจไม่เป็นปัญหาสำหรับบุคคลนั้นแล้วในปัจจุบัน

จากความหมายของปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่นักการศึกษาและนักวิชาการหลายท่านที่อธิบายไว้ข้างต้นนั้น ผู้วิจัยสรุปได้ว่า ปัญหาทางคณิตศาสตร์ คือ ปัญหาที่เกี่ยวกับสถานการณ์ต่าง ๆ ที่เกี่ยวกับการคำนวณ โดยที่ผู้แก้ปัญหาไม่รู้วิธีการหรือขั้นตอนที่จะนำมาซึ่งคำตอบ ต้องใช้ความรู้และกระบวนการต่าง ๆ ที่เคยเรียนมาเพื่อแก้ปัญหา

3.2 ความหมายของการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

มีนักการศึกษาทั้งในและต่างประเทศให้ความหมายของการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ไว้แตกต่างกัน ดังนี้

Good (1973, p. 439) กล่าวว่า การแก้ปัญหาคือ กระบวนการที่ถูกใช้สำหรับทุก ๆ คน ที่มีภาวะ ที่จะค้นหาหรือศึกษาความสัมพันธ์ของสิ่งใหม่ ๆ โดยการสังเกตหรือใช้ปัญญา เป็นกระบวนการที่ประกอบด้วยการตั้งสมมติฐานอย่างตั้งใจและการตั้งสมมติฐานภายใต้จิตสำนึกโดยใช้ความคิดและความเข้าใจเป็นลักษณะความสัมพันธ์ทั้งแบบง่ายและแบบซับซ้อน และหมายรวมถึงการทดสอบผ่านประสบการณ์ที่ยอมรับได้ในสมมติฐาน กระบวนการนี้จะกลายเป็นวิจัย หากเป็นกระบวนการมีระบบอย่างประณีตในการตรวจสอบสมมติฐาน

Bond (2008, p. 7) กล่าวว่า การแก้ปัญหาคือ กระบวนการที่ใช้เมื่อมีความทู่หมะในการแก้ปัญหาภารกิจ เมื่อนักเรียนทู่หมะ ให้ความสนใจกับปัญหาสถานการณ์แล้วไม่สามารถใช้กลยุทธ์ในการแก้ปัญหาได้ในทันที

Krulik และ Rudnick (1993, p. 6) กระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ คือ กระบวนการ ที่จะทำให้แต่ละบุคคลใช้ความรู้ ทักษะ ความเข้าใจในปัญหามาแก้ไขเพื่อตอบโจทย์สถานการณ์ที่ไม่คุ้นเคย กระบวนการเริ่มจากการเผชิญหน้าปัญหาและจบลงด้วยการได้มาซึ่งคำตอบ และตรวจสอบเงื่อนไขตั้งต้น นักเรียนจะต้องสังเคราะห์ว่าอะไรที่ได้เรียนรู้และจะนำไปประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ใหม่ ๆ ได้อย่างไร และรากฐานของกระบวนการแก้ปัญหาคือ ปัญหาต้องถูกหาคำตอบ

Mathematics (2000, p. 52) กล่าวว่า การแก้ปัญหาคือ การทู่หมะให้กับภารกิจ/งาน ที่ต้องการหาคำตอบโดยใช้วิธีที่ประยุกต์มากกว่าปกติ เพื่อที่จะหาคำตอบนั้น นักเรียนต้องใช้ความรู้ผ่านกระบวนการ เพื่อหาคำตอบ นักเรียนจะได้รับการพัฒนากระบวนการคิดเชิงคณิตศาสตร์

Kennedy (1997, p. 81) กล่าวว่า การแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ คือ การกระทำของแต่ละบุคคลที่เมื่อพบสถานการณ์ปัญหาแล้วจะจัดการแก้ปัญหาที่ละขั้นตอนโดยไม่รู้ในทันทีว่าต้องแก้ปัญหายังไง

Krulik & Reys, 1980, อ้างถึงใน อัมพร ม้าคนอง (2559, น. 39) กล่าวว่า การแก้ปัญหาคือการทำงานโดยใช้กระบวนการที่ยังไม่ทราบมาก่อนในการหาคำตอบของปัญหา การแก้ปัญหาคือทักษะ (Skill) ซึ่งเป็นความสามารถพื้นฐานในการทำความเข้าใจปัญหาและการหา

คำตอบของปัญหา และกระบวนการ (Process) ซึ่งเป็นวิธีการหรือขั้นตอนการทำงานที่มีการวิเคราะห์ และวางแผนโดยมีการใช้เทคนิคต่าง ๆ ประกอบ

อัมพร ม้าคอง (2559, น. 39) กล่าวว่า การแก้ปัญหาเป็นกระบวนการที่ซับซ้อนและเกี่ยวข้องกับความรู้ ทักษะและความสามารถหลายอย่าง เช่น ความรู้ในเนื้อหา ความรู้เกี่ยวกับขั้นตอนการทำงาน ความสามารถในการคิด และความสามารถในการประเมินการทำงานของตนเอง และเกี่ยวข้องกับประสบการณ์ เจตคติ รวมถึงความเชื่อของผู้แก้ปัญหาด้วย

Krulik & Reys, 1980, อ้างถึงใน ยุพิน พิพิธกุล (2530, น. 131) กล่าวถึงการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ สรุปได้คือ การแก้ปัญหาเป็นเป้าหมายอันดับหนึ่งของการเรียนคณิตศาสตร์ อีกทั้งการแก้ปัญหายังเป็นลักษณะของกระบวนการ มีการตีความจากจากแก้ปัญหา มีลำดับขั้นตอนชัดเจน เป็นทักษะพื้นฐานของบุคคล

ยุพิน พิพิธกุล (2530, น. 133) กล่าวถึงการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เป็นกระบวนการที่ประยุกต์ความรู้ที่ได้รับมาตอนแรก หรือความรู้เดิมกับสถานการณ์ใหม่ที่ยังไม่คุ้นเคยปัญหาที่เกิดขึ้นในแบบหนังสือเรียน โดยนักเรียนต้องตีความให้ถูกต้อง ดังนั้น ในการแก้ปัญหาก็เกี่ยวกับการตั้งคำถาม นักเรียนต้องตั้งคำถามอยู่เสมอ เช่น ทำไมจึงเป็นเช่นนั้น นักเรียนต้องรู้จักการวิเคราะห์สถานการณ์ การแปลผล การแสดงผล การเขียนแผนผัง รวมถึงการลองผิดของถูกที่นำมาใช้ในการแก้ปัญหา สิ่งสำคัญต้องรู้ว่าการเรียนต้องการอะไรในการแก้ปัญหานั้น นักเรียนต้องมีความสามารถในการใช้กฎ หรือสูตร เพื่อนำไปสู่ข้อสรุป หรือคำตอบ

ชมนาด เชื้อสุวรรณทวี (2561, น. 166) กล่าวว่า การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เป็นกระบวนการหาคำตอบของปัญหาทางคณิตศาสตร์ซึ่งต้องใช้ความรู้ในเนื้อหาคณิตศาสตร์และกระบวนการคิดอย่างเป็นลำดับขั้นตอน เลือกใช้ยุทธวิธีในการแก้ปัญหาที่เหมาะสม เพื่อให้ได้มาซึ่งคำตอบของปัญหา การเรียนรู้การแก้ปัญหาคือกระบวนการที่เกิดขึ้นภายในตัวผู้เรียน เป็นการใช้กฎเกณฑ์ขั้นสูงเพื่อการแก้ปัญหาที่ซับซ้อนและสามารถนำกฎเกณฑ์ในการแก้ปัญหานี้ไปใช้ในสถานการณ์ที่คล้ายคลึงกันได้

มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช สาขาวิชาศึกษาศาสตร์ (2536, น. 8) กล่าวว่า การแก้ปัญหาคือการหาวิธีการเพื่อให้ได้คำตอบของปัญหาซึ่งผู้แก้ปัญหาคงต้องใช้ความรู้ ความคิด และประสบการณ์เดิม ประมวลเข้ากับสถานการณ์ใหม่ที่กำหนดในปัญหา

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2555, น. 7) กล่าวว่า การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ หมายถึง กระบวนการในการประยุกต์ความรู้ทางคณิตศาสตร์ ขั้นตอน/กระบวนการแก้ปัญหา ยุทธวิธีแก้ปัญหา และประสบการณ์ที่มีอยู่ไปใช้ในการค้นหาคำตอบของปัญหาทางคณิตศาสตร์ ทั้งนี้ เพื่อให้ให้นักเรียนเรียนรู้เกี่ยวกับการแก้ปัญหามีประสิทธิภาพ สถานการณ์ที่นำมาเป็นปัญหาทางคณิตศาสตร์ ควรเป็นสถานการณ์ที่กระตุ้นและดึงดูดความสนใจของนักเรียน

ตลอดจนเป็นสถานการณ์ที่ส่งเสริมให้นักเรียนประยุกต์ความรู้ทางคณิตศาสตร์ ขั้นตอน/กระบวนการแก้ปัญหา และยุทธวิธีแก้ปัญหาที่หลากหลายไปใช้ในการแก้ปัญหา

จากการศึกษาความหมายของการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ผู้วิจัยสรุปได้ว่าการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ คือ กระบวนการเชื่อมโยงในการนำความรู้ที่มีอยู่มาประยุกต์ใช้เพื่อแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยเป็นกระบวนการมีขั้นตอนอย่างชัดเจน

3.3 ลักษณะของความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เป็นหัวใจของคณิตศาสตร์ มโนทัศน์และกระบวนการทางคณิตศาสตร์ใหม่ๆ เป็นผลมาจากสถานการณ์ปัญหาที่นักเรียนลงมือแก้ไข อีกทั้งกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ยังเป็นทักษะพื้นฐานทางคณิตศาสตร์ ด้วยความสำคัญของกระบวนการแก้ปัญหานี้จึงเป็นสาเหตุให้กระบวนการแก้ปัญหายอยู่ในหลักสูตรของโรงเรียนด้วย เพื่อที่จะฝึกทักษะกระบวนการแก้ปัญหา ครูต้องมีโจทย์ปัญหาที่ดีสำหรับนักเรียน โจทย์ปัญหาที่ดีนำไปสู่การพัฒนากระบวนการแก้ปัญหาที่ดี (Krulik & Rudnick, 1993, p. 10) โดยนักการศึกษาแต่ละท่านอธิบายลักษณะของความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ไว้ดังนี้

Gagne, 1989, อ้างถึงใน กรมวิชาการ (2541, น. 3) กล่าวถึงสาระสำคัญของความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ สรุปได้ดังนี้

1. ทักษะทางปัญญา (Intellectual Skills) หมายถึง ความสามารถในการนำกฎ สูตร ความคิดรวบยอด และ/หรือหลักการทางคณิตศาสตร์มาใช้ในการแก้ปัญหาได้อย่างเหมาะสม ทักษะทางปัญญาคือความรู้ที่ผู้เรียนเคยเรียนมาก่อน

2. ลักษณะของปัญหา (Problem Schemata) หมายถึง ข้อมูลในสมองที่เกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหาซึ่งทำให้นักเรียนสามารถเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งที่โจทย์ต้องการกับสิ่งที่กำหนดให้ได้ ข้อมูลเหล่านี้ได้แก่ คำศัพท์ และวิธีการแก้ปัญหาลักษณะต่าง ๆ

3. การวางแผนหาคำตอบ (Planning Strategies) หมายถึง ความสามารถในการใช้ทักษะทางปัญญาและลักษณะของปัญหาในการวางแผนแก้ปัญหา การวางแผนหาคำตอบเป็นกลวิธีการคิด (Cognitive Strategies) อย่างหนึ่ง

4. การตรวจสอบคำตอบ (Validating the Answer) หมายถึง ความสามารถในการตรวจย้อนเพื่อตรวจสอบความถูกต้องและความสมเหตุสมผลของการแก้ปัญหา

Baroody และ Coslick (1993, pp. 2-8) กล่าวถึง ปัจจัยของความสามารถทางคณิตศาสตร์ ประกอบด้วยองค์ประกอบ 3 อย่าง ดังนี้

1. องค์ประกอบด้านความรู้คิด (Cognitive) ประกอบด้วย มโนทัศน์ด้านความรู้ ความเข้าใจ และกลยุทธ์ในการแก้โจทย์ปัญหาที่เป็นสถานการณ์ใหม่

2. องค์ประกอบด้านความรู้สึก (Affective) มีอิทธิพลต่อแนวโน้มในการแก้ปัญหาของนักเรียน

3. องค์ประกอบด้านการรู้คิด (Metacognitive Factor) ประกอบด้วย Self-Regulation เป็นความสามารถในการคิดผ่านการแก้ปัญหาด้วยตนเอง

นอกจากองค์ประกอบทั้งสามดังกล่าวแล้ว ปัจจัยของความสามารถทางคณิตศาสตร์ยังประกอบด้วย ความเข้าใจที่เพียงพอ มีกลยุทธ์ในการแก้ปัญหาที่เพียงพอ มีพื้นฐานความรู้เดิมที่เป็นประโยชน์ต่อการแก้ปัญหา และการเป็นนักแก้ปัญหาที่มีประสิทธิภาพ มีความยืดหยุ่น เป็นต้น

ชมนาด เชื้อสุวรรณทวี (2542, น. 75) กล่าวถึงความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ว่า เป็นความสามารถเฉพาะบุคคล ขึ้นอยู่กับปัจจัยต่าง ๆ หลายอย่างเช่น สติปัญญา ความรู้ มโนคติ ประสบการณ์ แรงจูงใจและทักษะต่าง ๆ ที่เป็นองค์ประกอบ การเรียนการสอนเป็นส่วนหนึ่งที่จะพัฒนาความสามารถในการคิดแก้ปัญหาให้ดีขึ้นโดยอาจมีการจัดการสอนให้นักเรียนรู้จักคิด พิสูจน์หาข้อสรุป การวางแผน ส่งเสริมให้นักเรียนมีประสบการณ์เพื่อนำหลักการไปใช้ในการแก้ปัญหาในชีวิตประจำวันได้

อัมพร ม้าคนอง (2559, น. 39-40) กล่าวถึงความสามารถการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน ดังนี้

1. ใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์ในการทำความเข้าใจปัญหา และวิเคราะห์แนวทางในการแก้ปัญหา
2. ประเมินกระบวนการแก้ปัญหาที่ถือว่าเหมาะสมและมีประสิทธิภาพเพียงใดและประเมินความสมเหตุสมผลหรือความถูกต้องของคำตอบได้
3. พิสูจน์และแปลความหมายผลที่ได้จากการแก้ปัญหาโดยคำนึงถึงปัญหาดั้งเดิม
4. พัฒนาและใช้กลวิธีแก้ปัญหาที่หลากหลาย โดยเน้นปัญหาหลายขั้นตอนและปัญหาที่ไม่คุ้นเคย
5. ปรับเปลี่ยนและขยายความเกี่ยวกับวิธีแก้ปัญหา ใช้แนวคิดในการหาคำตอบและกลวิธีแก้ปัญหากับปัญหาใหม่
6. บูรณาการกลวิธีแก้ปัญหาคณิตศาสตร์เพื่อแก้ปัญหาทั้งในและนอกห้องเรียน
7. สร้างปัญหาและสถานการณ์จากชีวิตประจำวัน ทั้งในและนอกห้องเรียน และตระหนักถึงความสำคัญของปัญหาเหล่านั้น
8. ใช้กระบวนการสร้างแบบจำลองหรือตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์กับสถานการณ์ในชีวิตจริง
9. มีความมั่นใจในการใช้คณิตศาสตร์อย่างมีความหมาย

นอกจากนี้ อัมพร ม้าคนอง (2559, น. 39-40) ยังระบุถึงสิ่งที่ควรเพิ่มและลดในการสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ไว้ดังนี้

สิ่งที่ควรเพิ่ม คือ การแก้ปัญหาโจทย์ที่มีโครงสร้างหลากหลาย และมีความซับซ้อนกว่าปัญหาที่เป็นตัวอย่างและแบบฝึกหัด การอธิบายปัญหาโดยใช้ภาษา ตัวเลข กราฟ รูปเรขาคณิต หรือสัญลักษณ์อื่น ๆ การแก้ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันและการประยุกต์ เทคนิคและกลวิธีแก้ปัญหา การสร้างคำถามจากสถานการณ์ปัญหา และการเปลี่ยนแปลงเงื่อนไขในปัญหา การใช้ปัญหาปลายเปิดและการขยายความคิดเกี่ยวกับการแก้ปัญหา การตรวจสอบความเหมาะสมของวิธีแก้ปัญหา และความสมเหตุสมผลของคำตอบ

สิ่งที่ควรลด คือ การฝึกซ้ำ ๆ การฝึกปัญหาขั้นตอนเดียว และการฝึกปัญหาที่มีโครงสร้างที่นักเรียนคุ้นเคย การฝึกแก้ปัญหาตามประเภทของปัญหา เช่น ปัญหาเกี่ยวกับการโยนเหรียญ ปัญหาเกี่ยวกับอายุ

สุวรร กาญจนมยุร (2532, น. 3-4) กล่าวถึงความสามารถการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ไว้ในส่วนของเทคนิคการสอนการแก้โจทย์ปัญหา ครูต้องฝึกให้นักเรียนมีความสามารถในด้านต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

1. ภาษา ได้แก่ ทักษะการอ่าน ซึ่งหมายถึง อ่านได้คล่อง ชัดเจน รู้จักแบ่งวรรคตอนได้ถูกต้อง ไม่ว่าจะอ่านในใจหรืออ่านออกเสียง ทักษะการเก็บใจความ หมายถึง เมื่ออ่านข้อความของโจทย์ปัญหาแล้วสามารถแบ่งข้อความของโจทย์ได้ว่า ตอนใดเป็นข้อความของสิ่งที่กำหนดให้ ตอนใดเป็นข้อความของสิ่งที่โจทย์ถามหรือสิ่งที่โจทย์ต้องการ และ รู้จักเลือกใช้ความหมายของคำ ถูกต้องตามเจตนาของโจทย์ปัญหา ดังนั้น ครูจำเป็นต้องอธิบายความหมายของคำต่าง ๆ ให้นักเรียนทราบอย่างชัดเจนตลอดเวลาที่สอนคำใหม่ และทบทวนความหมายของคำที่เรียนไปแล้วเสมอ

2. ความเข้าใจ ได้แก่ ทักษะจับใจความ กล่าวคือ อ่านโจทย์ปัญหาหลายๆ ครั้งแล้วสามารถจับใจความได้ว่า เรื่องอะไร โจทย์กำหนดอะไรให้บ้าง โจทย์ต้องการทราบอะไร ทักษะตีความ กล่าวคือ อ่านโจทย์ปัญหาแล้วสามารถตีความ และแปลความได้ เช่น แปลความในโจทย์ให้เป็นประโยคสัญลักษณ์ การบวก การลบ การคูณ การหารได้ และทักษะแปลความ กล่าวคือ จากประโยคสัญลักษณ์ที่แปลความมาจากโจทย์ปัญหานั้น สามารถสร้างโจทย์ปัญหาใหม่ในลักษณะเดียวกันได้อีกหลายโจทย์ปัญหา

3. การคิดคำนวณ ได้แก่ ทักษะการบวก ลบ คูณ หารจำนวน ทักษะการยกกำลัง ทักษะการแก้สมการ นักเรียนต้องมีทักษะดังกล่าวเป็นอย่างดี กล่าวคือ สามารถดำเนินการทางคณิตศาสตร์ได้อย่างแม่นยำ

4. การย่อความและสรุปความได้ครบถ้วน กล่าวคือ ขึ้นแสดงวิธีทำ นักเรียนจำเป็นต้องฝึกทักษะต่อไปนี้ คือ ทักษะในการย่อความ เพื่อเขียนข้อความจากโจทย์ปัญหาในลักษณะ

ย่อความได้รัดกุม ชัดเจน ครอบคลุมตามประเด็นสำคัญ และทักษะในการสรุปความ หมายถึง สามารถสรุปความจากสิ่งที่กำหนดให้ มาเป็นความรู้ใหม่ได้ถูกต้อง

5. ฝึกทักษะการแก้โจทย์ปัญหา ได้แก่ ฝึกทักษะตามตัวอย่าง ฝึกทักษะจากการแปลความ และฝึกทักษะจากหนังสือเรียน

ไพฑูรย์ สินลารัตน์ (2558, น. 129-130) ได้กล่าวถึงความสามารถในการแก้ปัญหา ต้องปลูกฝัง “คุณลักษณะนักคิดแก้ปัญหา” ที่เรียกว่า คุณลักษณะ “3 รู้” มีดังนี้

1. รู้คิด (Metacognition) เพราะการรู้คิดคือหัวใจสำคัญที่จะนำไปสู่การคิดแก้ปัญหาที่จะนำไปสู่การคิดแก้ปัญหาที่มีประสิทธิภาพ นั่นคือ นักเรียนจำเป็นต้องมีความเข้าใจและมีความตั้งใจจะแก้ปัญหานั้น ๆ ก่อน จึงจะเกิดความมุ่งมั่นในการที่จะแสวงหากระบวนการแก้ปัญหาที่เหมาะสมกับสถานการณ์ของปัญหานั้นได้อย่างเหมาะสม

2. รู้จริง (Deep Knowledge) กระบวนการแก้ปัญหาที่มีประสิทธิภาพที่จะสามารถแก้ไขปัญหานั้นได้ ผู้แก้ปัญหานั้นต้องมีความเข้าใจลักษณะเฉพาะของปัญหาทั้งที่เป็นพื้นฐานของปัญหาและต้องมีความเข้าใจโครงสร้างของปัญหา (Deep Structure) อย่างถ่องแท้จึงจะสามารถกำหนดวิธีการแก้ปัญหาที่เหมาะสมในแต่ละขั้นตอนของปัญหาได้ และเมื่อมีความสามารถนี้ติดตัวแล้ว ก็จะเป็นการง่ายที่จะถ่ายโอนสิ่งที่ตนรู้ไปประยุกต์ใช้กับสถานการณ์ใหม่ๆ ได้ไม่ยาก

3. รู้ทำ (Do Automaticity) เนื่องจากการแก้ปัญหาที่มีประสิทธิภาพต้องเป็นกระบวนการคิดของสมองที่ตอบสนองเหตุการณ์หนึ่งๆ อย่างทันทีทันใด ซึ่งกระบวนการดังกล่าวสามารถฝึกฝนได้ แต่จะต้องฝึกฝนอย่างสม่ำเสมอโดยเริ่มต้นจากกระบวนการง่ายๆ (Initial Learning) และพัฒนาไปสู่ขั้นของการสร้างทักษะ (Skill Building) และพัฒนาไปสู่ขั้นของการรู้รอบ (Sense of Mastery) ซึ่งการฝึกฝนซ้ำ ๆ จะทำให้เกิดความชำนาญและเกิดกระบวนการเรียนรู้ในระยะยาวในที่สุด ซึ่งควรมีการจัดกระบวนการเรียนรู้ให้เกิดขึ้นอย่างต่อเนื่องผ่านการเรียนรู้ในระบบโรงเรียน และควรฝึกอย่างต่อเนื่อง

สุคนธ์ สินธพานนท์ (2555, น. 104) กล่าวว่า ความสามารถในการแก้ปัญหาวทางคณิตศาสตร์ คือ การนำประสบการณ์เดิมที่เกิดจากการเรียนรู้มาเป็นฐานการแก้ปัญหาในสถานการณ์หรือปัญหาใหม่ โดยมีขั้นตอนหรือกระบวนการในการแก้ปัญหาให้บรรลุตามเป้าประสงค์ที่กำหนดไว้ ความสามารถในการคิดแก้ปัญหของแต่ละคนจะแตกต่างกัน ขึ้นอยู่กับวุฒิภาวะทางสมอง ประสบการณ์ ความสนใจ สติปัญญา ความพร้อม แรงจูงใจ อารมณ์ และสภาพแวดล้อม

จากการศึกษาลักษณะความสามารถในการแก้ปัญหา ผู้วิจัยสรุปได้ว่า ลักษณะความสามารถในการแก้ปัญหาคือ ความสามารถของนักเรียนที่สามารถเข้าใจปัญหา วิเคราะห์ปัญหาได้ สามารถเลือกใช้เทคนิคกระบวนการที่เหมาะสมในการแก้ปัญหาได้ มีความสามารถในการบูรณา

การความรู้เดิมที่มีมาประยุกต์ใช้สำหรับการแก้ปัญหา ทั้งนี้ระดับความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ขึ้นอยู่กับความชำนาญในการฝึกฝนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

3.4 ประเภทของปัญหาทางคณิตศาสตร์

ประเภทของปัญหาทางคณิตศาสตร์มีหลายประเภท นักการศึกษาแต่ละคนแบ่งประเภทของปัญหาแตกต่างกันไป ขึ้นอยู่กับใช้เกณฑ์ใดเป็นประเด็น หรือขึ้นอยู่กับมุมมองของแต่ละคน ทั้งนี้ประเภทของปัญหาที่นักการศึกษาแบ่งไว้ มีดังนี้

Hatfield และ Bitter (1993, p. 37) ระบุว่าปัญหาถูกแบ่งออกเป็น 3 ประเภทใหญ่ ๆ ดังนี้

1. ปัญหาปลายเปิด (Open-ended Question) เป็นปัญหาที่สามารถมีคำตอบที่เป็นไปได้อย่างหลากหลาย เป็นชนิดของปัญหาที่เน้นกระบวนการแก้ปัญหา มากกว่าคำตอบของปัญหา
2. ปัญหาค้นพบ (Discovery Questions) เป็นปัญหาที่มีคำตอบในขั้นสุดท้ายเพียงคำตอบเดียว แต่กระบวนการแก้ปัญหาที่จะนำมาซึ่งคำตอบนั้นมีได้หลากหลายวิธี
3. ปัญหาที่ต้องแนะแนวทางให้ค้นพบ (Guided Discovery Questions) เป็นปัญหาที่แตกต่างจากปัญหาปกติ ประกอบด้วยคำชี้แนะ/คำใบ้ เพื่อที่ป้องกันไม่ให้นักเรียนเกิดความท้อแท้ และยอมแพ้ในการแก้ปัญหา

Barnett (1982, p. 144) กล่าวว่า จุดประสงค์ของวิชาคณิตศาสตร์คือช่วยให้นักเรียนมีความพยายาม ดิ้นรนในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยปัญหามีสองประเภท ดังนี้

1. ปัญหาธรรมดา (Routine Word Problem) เป็นปัญหาที่พบบ่อยในชีวิตประจำวัน เป็นการประยุกต์ใช้ของกฎ รูปแบบ และวิธีการคำนวณทางคณิตศาสตร์ มาแก้ปัญหา
2. ปัญหาที่ไม่ธรรมดา (Nonroutine Problem) เป็นปัญหาที่ต้องใช้ความคิดสร้างสรรค์ในการแก้ปัญหา เป็นการประยุกต์ใช้กระบวนการปกติ เข้าสู่กระบวนการแปลงเป็นแผนภาพ การประมาณค่า การทำนาย การให้เหตุผล การทำให้อยู่ในรูปอย่างง่าย การหารูปแบบ การทำย้อนกลับ และการตัดสินใจความสัมพันธ์

Thiessen (1989, pp. 3-4) ระบุว่า ประเภทของปัญหา มีทั้งหมด 6 ประเภท ดังนี้

1. ปัญหาเชิงคำนวณ หรือ ปัญหาเชิงแบบฝึกหัดฝึกฝน (Computational or Drill Exercises) เป็นปัญหาที่ใช้สำหรับฝึกวิธีการคำนวณ และขั้นตอนการคำนวณเบื้องต้น
2. ปัญหาที่เป็นข้อความอย่างง่าย หรืออีกชื่อคือ ปัญหาที่เป็นประโยคภาษาแบบธรรมดา (routine verbal problems)
3. ปัญหาที่เป็นข้อความซับซ้อน (Complex Translation Problems) เป็นสถานการณ์ปัญหาที่มีหลายขั้นตอน หรือหลายการดำเนินการ

4. ปัญหาประยุกต์ (Applied Problems) เป็นปัญหาที่มีความซับซ้อนมากกว่า 1 ขั้นตอน หรือ มากกว่า 1 ขั้นตอน เป็นปัญหาที่เกี่ยวข้องกับทักษะทางคณิตศาสตร์ด้านจำนวน นักเรียนต้องตัดสินใจว่าข้อมูลใดที่โจทย์ให้มา จะเก็บข้อมูลเหล่านั้นอย่างไร นักเรียนจำเป็นต้องประยุกต์สิ่งที่นักเรียนรู้อยู่ก่อน เช่น การวัดประเมน การคำนวณ เรขาคณิต การประมาณค่า และสถิติ นักเรียนที่แก้ไขปัญหาลักษณะนี้จะซาบซึ้งในประโยชน์ของคณิตศาสตร์

5. ปัญหาเกี่ยวกับกระบวนการ (Process Problems) เป็นปัญหาที่นักเรียนไม่เคยเรียนมาก่อน หรือ รู้ลำดับขั้นตอนในการแก้ปัญหามาก่อนที่จะสามารถนำมาใช้เพื่อหาคำตอบได้ในทันที

6. ปัญหาลักษณะปริศนา (Puzzle Problems) เป็นปัญหาที่ไม่ได้ใช้วิธีปกติในการหาคำตอบ บางทีอาจไม่จำเป็นต้องใช้ความรู้เกี่ยวกับคณิตศาสตร์ หรือกลยุทธิใด ๆ การแก้ปัญหาลักษณะนี้ได้ 1 ปัญหาไม่จำเป็นว่าจะแก้ปัญหาลักษณะนี้ข้อถัดไปได้ นักเรียนแก้ปัญหาโดยการวิเคราะห์สถานการณ์

สุร กาญจนมยุร (2532, น. 5-6) กล่าวว่า ลักษณะของโจทย์ปัญหา อาจมีได้หลายลักษณะ เช่น อยู่ในลักษณะของคำทาย อยู่ในลักษณะของรูปภาพ อยู่ในลักษณะของสัญลักษณ์ อยู่ในลักษณะของข้อความ เป็นต้น

มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช สาขาวิชาศึกษาศาสตร์ (2536, น. 8-11) ได้แบ่งประเภทของปัญหาคณิตศาสตร์ออกเป็น 2 ประเภท โดยพิจารณาจากจุดประสงค์ของปัญหา ดังนี้

1. ปัญหาให้ค้นหา (Problem to Find) อาจเป็นปัญหาในเชิงทฤษฎีหรือในเชิงปฏิบัติก็ได้ เป็นปัญหาที่มีจุดประสงค์ให้ค้นหาคำตอบที่ต้องการซึ่งอาจอยู่ในรูปปริมาณหรือจำนวน เป็นปัญหาให้หาวิธีการ หรือหาเหตุผล โดยปัญหาให้ค้นหามีส่วนสำคัญแบ่งได้เป็น 3 ส่วน คือ สิ่งที่ต้องการหา สิ่งที่กำหนดให้ เงื่อนไขเชื่อมโยงระหว่างสิ่งที่ต้องการหากับสิ่งที่กำหนดให้ ซึ่งสิ่งที่เป็นเงื่อนไขเชื่อมโยงระหว่างสิ่งที่ต้องการหากับสิ่งที่กำหนดให้ในบางปัญหาอาจไม่ได้ระบุอย่างชัดเจนในตัวปัญหา ผู้แก้ปัญหาก็ต้องใช้ความรู้และประสบการณ์เดิมของตนมากำหนดเงื่อนไข

2. ปัญหาให้พิสูจน์ (Problem to Prove) มีจุดประสงค์ให้แสดงการให้เหตุผลว่า “ข้อความที่กำหนดให้เป็นจริง” หรือ “ข้อความที่กำหนดให้เป็นเท็จ” ปัญหาให้พิสูจน์ส่วนใหญ่อยู่ในรูป “ถ้า p แล้ว q” ส่วนสำคัญของปัญหานี้สามารถแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ 1. สิ่งที่กำหนดให้ หรือสมมติฐาน และ 2. สิ่งที่ต้องการพิสูจน์ หรือผลสรุป การแยกส่วนสำคัญของปัญหาให้พิสูจน์ช่วยให้ปัญหามีความชัดเจนขึ้น สามารถกำหนดแนวทางในการแก้ปัญหาก็ได้รวดเร็วขึ้น

การแบ่งปัญหาออกเป็น 2 ประเภท ตามแนวคิดของโพลยา มีประโยชน์ในการกำหนดประเด็นต่าง ๆ ในการศึกษาเกี่ยวกับการแก้ปัญห แต่ปัญหาบางปัญหาอาจมีรูปแบบทั้ง

สองรูปแบบอยู่ในปัญหาเดียวกันก็ได้ เช่น บางปัญหาให้ค้นหา เมื่อได้คำตอบแล้ว อาจต้องมีการพิสูจน์ ยืนยันว่าคำตอบที่ได้นั้นถูกต้องหรือเป็นจริงในกรณีทั่วไป

อุษณีย์ อนุรุทธวงศ์ (2556, น. 212-213) แม้ว่าปัญหาจะมีอยู่หลายประเภท แต่เมื่อเราพิจารณาในมิติของวิธีการแก้ปัญหาก็พบว่า ปัญหาบางอย่างเป็นปัญหาที่มีกฎเกณฑ์ในการแก้ตายตัวเหมือนโจทย์คณิตศาสตร์ที่เราทำ แต่มีปัญหาที่ไม่มีวิธีการเป็นสูตรตายตัว ต้องอาศัยองค์ประกอบหลายๆ อย่างในการร่วมกันมาแก้ จึงสามารถจำแนกปัญหาออกได้ เป็น 2 ประเภท ดังนี้

1. การแก้ปัญหามีรูปแบบอยู่แล้ว (Solving a Problem) เป็นการแก้ปัญหที่ผู้แก้รู้จัดเจนว่ามีกติกา หรือมีวิธีการอย่างไร เช่น การแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ $39 + 35 = ?$ โจทย์ปัญหาเหล่านี้ ผู้ถาม และผู้ตอบจะรู้กติกาว่าคำตอบเป็นเช่นไร สามารถตรวจสอบว่าข้อผิดพลาดมาจากอะไร

2. กระบวนการแก้ปัญห (Problem-Solving) เป็นกลยุทธ์หรือ กระบวนการทางความคิดที่ไม่ได้มีกฎ กติกา แนวทางที่ตายตัวว่า ต้องหาทางแก้ปัญหอย่างไร ผู้ที่ได้รับโจทย์ต้องหาหนทางที่ได้ผลอย่างมีประสิทธิภาพ การแก้ปัญหานั้น หากมีการยึดติดกับวิธีคิดดั้งเดิมจะไม่เรียกว่า เป็นกระบวนการแก้ปัญหามีหลายรูปแบบ

กรมวิชาการ (2541, น. 2) แบ่งประเภทของปัญหาทางคณิตศาสตร์ไว้ว่ามี 2 ลักษณะ คือ

1. ปัญหาปกติ (Routine Problems) เป็นปัญหาที่พบในหนังสือเรียนและหนังสือทั่วไป ผู้แก้ปัญหามีความคุ้นเคยในโครงสร้างและวิธีการแก้

2. ปัญหาไม่ปกติ (Nonroutine Problems) เป็นปัญหาที่เน้นกระบวนการคิด และปริศนาต่าง ๆ ผู้แก้ปัญหามustประมวลความรู้ ความสามารถอย่างหลากหลายเข้าด้วยกัน เพื่อนำมาใช้ในการแก้ปัญห

ยุพิน พิพิธกุล (2530, น. 133) ระบุว่า การแก้ปัญหามustใช้หลายๆ มโนคติ (Concepts) หรือหลายทฤษฎี หลายสูตรมาผสมผสานจึงสามารถแก้ปัญหได้ เรื่องใดที่ทำโดยวิธีง่ายๆ จะไม่เรียกว่าการแก้ปัญห ประเภทของปัญหาที่ทำให้นักเรียนฝึกคิด สามารถแบ่งออกได้เป็นลักษณะ ดังนี้ ปัญหาที่นักเรียนต้องค้นหาความจริง หรือข้อสรุปใหม่ที่นักเรียนยังไม่เคยเรียนมาก่อน ปัญหาเกี่ยวกับวิธีการ การพิสูจน์ทฤษฎีบท ปัญหาเกี่ยวกับเนื้อหาคณิตศาสตร์ ที่อาศัยนิยามทฤษฎีบทต่าง ๆ ซึ่งจะถูกนำมาใช้ ปัญหาที่ต้องอาศัยกระบวนการทางคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญห

Kutz, 1991, อ้างถึงใน สิริพร ทิพย์คง (2544, น. 26-30) ได้แบ่งการแก้ปัญหามustออกเป็นประเภทใหญ่ 2 ประเภท คือ

1. การแก้ปัญหที่พบเห็นทั่วไปหรือโจทย์ปัญหา (Routine or Word Problem Solving) เป็นปัญหาที่พบกันโดยทั่วไป หรือปัญหาที่นักเรียนคุ้นเคย เป็นปัญหาที่มีโครงสร้างที่ไม่ซับซ้อน ผู้แก้ปัญหามีความคุ้นเคยกับโครงสร้าง ลักษณะของปัญหา และวิธีการแก้ปัญห

2. การแก้ปัญหที่ไม่เคยพบเห็นมาก่อน (Non-routine Problem Solving) เป็นปัญหาที่มีเคยพบเห็นมาก่อนหรือปัญหาที่นักเรียนไม่คุ้นเคย เป็นปัญหาที่มีโครงสร้างซับซ้อน ผู้แก้ปัญหจะต้องประมวลความรู้ ความคิดรวบยอด และหลักการต่าง ๆ ที่นำมาใช้ในการแก้ปัญห ซึ่งแบ่งออกเป็น 2 ลักษณะ คือ

2.1 ปัญหากระบวนการ (Process Problem) เป็นปัญหาที่ต้องใช้กระบวนการคิด อย่างมีลำดับขั้นตอนในการแก้ปัญห นักเรียนต้องเข้าใจโจทย์ วางแผนแก้ปัญหและดำเนินการแก้ปัญห ตลอดจนคิดหาวิธีการคิดแบบต่าง ๆ เพื่อจะได้ยุทธวิธีการคิดที่หลากหลาย

2.2 ปัญหาในรูปปริศนา (Puzzle Problem) เป็นปัญหาที่ท้าทาย และให้ความสนุกสนาน เป็นปัญหาที่ทำให้นักเรียนได้มีโอกาสทดลองเล่น อาจเป็นโจทย์คณิตศาสตร์ นันทนาการ ปัญหาลักษณะนี้ทำให้มองเห็นความยืดหยุ่นของความคิด การคาดเดา และมองปัญหาในหลายลักษณะ

วิชัย พาณิชยสว (2546, น. 10-12) แบ่งโจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ออกเป็น 2 ประเภท ใหญ่ๆ ดังนี้

1. โจทย์ปัญหาในชั้นเรียน (Standard Textbook Problems) เป็นโจทย์ปัญหาที่พบเห็นอยู่ทั่วไปในหนังสือเรียน ซึ่งใช้ในการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ ลักษณะเด่นของโจทย์ปัญหาประเภทนี้ คือสามารถหาคำตอบด้วยวิธี และลำดับขั้นตอนที่ใช้อยู่เป็นประจำ โจทย์ปัญหาในชั้นเรียนเกือบทั้งหมดเป็นโจทย์ปัญหาลักษณะจำเจ (Routine Problems) โจทย์ปัญหาจำเจ เป็นโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ในรูปแบบที่นักเรียนเคยเห็นจนคุ้นเคย สามารถหาคำตอบด้วยวิธีที่เป็นข้อกำหนดกฎเกณฑ์เดิม ๆ โดยนักเรียนจะแปลเรื่องราวของโจทย์เป็นประโยคสัญลักษณ์ และคำนวณหาคำตอบได้ทันที โจทย์ปัญหาจำเจนี้อาจเป็นโจทย์ปัญหาชั้นเดียว หรือโจทย์ปัญหาหลายชั้นก็ได้ โจทย์ปัญหาจำเจนี้ เมื่อนักเรียนพบบ่อยครั้งขึ้น จนในที่สุดนักเรียนสามารถเชื่อมโยงรูปแบบโจทย์ปัญหาเก่าและใหม่ที่เหมือนกันได้ จึงรู้วิธีหาคำตอบของโจทย์ปัญหาใหม่ โดยใช้ความสามารถในการคิดเพียงขั้นความรู้ความจำ กับขั้นความเข้าใจ

2. โจทย์ปัญหาที่เน้นกระบวนการแก้ปัญห (Process Problems) เป็นโจทย์ปัญหาไม่จำเจ (Nonroutine Problems) นักเรียนไม่สามารถหาคำตอบได้โดยการแปลเรื่องราวของโจทย์เป็นประโยคสัญลักษณ์ และคิดคำนวณหาคำตอบตามวิธีที่ใช้อยู่เดิม ๆ แต่นักเรียนต้องวางแผนคิดหากลวิธี (Strategies) มาใช้ในการแก้ปัญห โจทย์ประเภทนี้อาจเกี่ยวข้องกับเหตุการณ์ใน

ชีวิตประจำวันของบุคคล หรือ เป็นปัญหาเกี่ยวกับการเชื่อมโยงกับเนื้อหาวิชาอื่น และบางครั้งคำตอบของโจทย์ปัญหามีได้มากกว่า 1 คำตอบ

จากการศึกษาประเภทของปัญหาทางคณิตศาสตร์ ผู้วิจัยสรุปได้ว่า ประเภทของปัญหาทางคณิตศาสตร์มีหลายประเภทดังนี้ ปัญหาปลายเปิด ปัญหาเชิงคำนวณ ปัญหาเชิงพิสูจน์ ปัญหาธรรมชาติที่ไม่ต้องใช้ความคิดสร้างสรรค์ ปัญหาที่เน้นกระบวนการแก้ปัญหาที่ใช้ความคิดสร้างสรรค์ และปัญหาเชิงปริศนา

3.5 กระบวนการในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

นักการศึกษาอธิบายกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ไว้ หลายขั้นตอน นักการศึกษาแต่ละท่านจะอธิบายขั้นตอนแตกต่างกันไป ดังนี้

Polya, อ้างถึงใน ชมนาด เชื้อสุวรรณ ทวี (2542, น. 166-167); มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช สาขาวิชาศึกษาศาสตร์ (2536, น. 12-16); วิชัย พาณิชยสว (2546, น. 13-31); สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2555, น. 9-11); สิริพร ทิพย์คง (2544, น. 34-38); อัมพร ม้าคนอง (2559, น. 41) กระบวนการแก้ปัญหาของโพลยา มีนักการศึกษาหลายท่านที่ทำการศึกษา สามารถสรุปกระบวนการแก้ปัญหาของโพลยา ได้ดังนี้

1. ขั้นทำความเข้าใจปัญหา (Understanding the Problem) ขั้นตอนนี้เป็นขั้นเริ่มต้นของการแก้ปัญหาที่ต้องการ ให้นักเรียนคิดเกี่ยวกับปัญหา และตัดสินใจว่าอะไรคือสิ่งที่ต้องการค้นหา โดยแบ่งขั้นทำความเข้าใจปัญหาออกเป็น 2 ขั้นตอนย่อย ๆ ดังนี้

ขั้นตอนย่อยแรก เป็นการมองไปที่สาระของตัวปัญหา โดยพยายามตอบคำถามต่อไปนี้ให้ได้ ปัญหาต้องการอะไร , ปัญหาชัดเจนหรือไม่ , มีข้อมูลอะไรอยู่เบื้องหลังบ้าง , มีคำศัพท์เฉพาะ บทนิยาม ความคิดรวบยอด กฎ สูตร ทฤษฎีที่ต้องการ คำอธิบายเพิ่มเติมหรือไม่ , ปัญหากำหนดข้อมูลอะไรให้บ้าง , ข้อมูลที่กำหนดให้เพียงพอหรือไม่ , มีข้อมูลอะไรบ้างที่เกี่ยวข้อง , มีข้อมูลอื่น ๆ ที่ต้องการทราบเพิ่มเติมหรือไม่ รวมถึงข้อมูลต่าง ๆ ที่กำหนดมีความสัมพันธ์เกี่ยวข้องกันอย่างไร ถึงแม้ว่าจะไม่สามารถตอบคำถามนี้ได้ทั้งหมดในตอนแรก แต่คำถามต่าง ๆ ข้างต้นนี้ควรอยู่ในใจผู้แก้ปัญหาเมื่อเริ่มต้นแก้ปัญหา มีอยู่บ่อยครั้งที่ในขั้นตอนนี้ต้องการเขียนรูป หรือเขียนแผนภูมิช่วย ต้องการการแยกแยะลักษณะปัญหาให้ชัดเจน การเขียนปัญหาที่กำหนดให้ใหม่ด้วยถ้อยคำของผู้แก้ปัญหาเอง เป็นวิธีการหนึ่งที่จะทำให้ผู้แก้ปัญหามีความเข้าใจดีขึ้น

ขั้นตอนย่อยที่สอง เป็นการมองไปที่ธรรมชาติหรือประเภทของคำตอบของปัญหา คำตอบของปัญหาจะอยู่ในรูปแบบใด คำตอบเป็นจำนวน อยู่ในรูปกฎ สูตร หรือรูปทั่วไป หรือว่าคำตอบต้องการคำอธิบายให้เหตุผล แม้ว่าในขั้นตอนนี้เรายังไม่ได้คำตอบของปัญหา แต่ควรจะต้องให้เห็นว่ารูปแบบของปัญหาที่ต้องการนั้นเป็นอย่างไร

2. **ขั้นวางแผน (Devising a Plan)** เป็นขั้นที่นักเรียนมองเห็นความสำคัญของข้อมูลต่าง ๆ ในโจทย์อย่างชัดเจน เป็นขั้นเชื่อมโยงระหว่างข้อมูลในปัญหากับสิ่งที่ต้องการทราบ หากไม่สามารถเชื่อมโยงได้ในทันที อาจต้องใช้ปัญหาอื่นช่วยให้ได้แผนงานแก้ปัญหาในที่สุด ผู้แก้ปัญหาอาจเริ่มต้นด้วยการคิดว่าตนเคยเห็นปัญหาลักษณะนี้จากที่ไหนมาก่อนหรือไม่ หรือเคยเห็นปัญหาในรูปแบบที่คล้ายคลึงกันหรือไม่ จะใช้ความรู้หรือวิธีการใดในการแก้ปัญหา จะแก้ปัญหาส่วนใดก่อน จะแปลงข้อมูลที่มีอยู่ใหม่เพื่อให้สิ่งที่ต้องการทราบกับข้อมูลที่มีอยู่มีความสัมพันธ์กันมากขึ้นได้หรือไม่ กำหนดเป็นวิธีการและเทคนิค หรือยุทธวิธีในการแก้ปัญหา

3. **ขั้นลงมือแก้ปัญหา (Carry out the Plan)** เป็นขั้นตอนของการคำนวณหาคำตอบ ตามที่ได้วางแผนไว้ในขั้นตอนที่ 2 แล้ว เป็นการดำเนินตามยุทธวิธีที่เลือกใช้ จนกระทั่งสามารถหาคำตอบได้ หรือค้นพบวิธีการแก้ปัญหาใหม่ ผู้แก้ปัญหามustใช้ความรู้ ประสบการณ์เดิมที่มีอยู่ประมวลเข้าด้วยกัน มีทักษะการคิดคำนวณที่ดี ถูกต้องแม่นยำ และต้องมีสมาธิควบคุมการคิดคำนวณในแต่ละขั้นปลื้กย่อย และมีการตรวจสอบในแต่ละขั้นปลื้กย่อยของงานที่ทำว่าถูกต้องหรือไม่ เพราะหากคิดคำนวณผิดพลาดตั้งแต่ต้น แม้ว่าจะทำตามขั้นตอนการแก้ปัญหาได้ดีแต่ก็หมดความหมายไปเพราะคำตอบสุดท้ายไม่ถูกต้อง โดยสรุปแล้วสิ่งที่นักเรียนต้องปฏิบัติในขั้นตอนนี้ คือ

3.1 ประมวลคำตอบของโจทย์ปัญหา

3.2 ตรวจสอบการคิดคำนวณทุกขั้นตอนย่อย ๆ อย่างระมัดระวัง

3.3 ตรวจสอบว่าคำตอบที่ได้ มีเหตุผลสอดคล้องกับข้อมูลที่โจทย์กำหนดให้หรือไม่

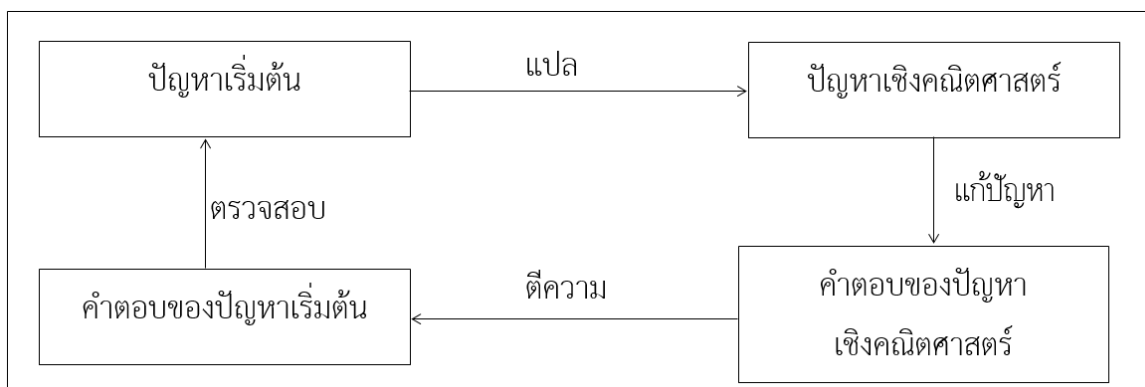
3.4 ตรวจสอบว่าปัญหานี้ มีคำตอบอื่นอีกหรือไม่

3.5 สรุปคำตอบที่ได้ให้ชัดเจน และตรงตามที่โจทย์ถาม

4. **ขั้นทบทวนปัญหาและคำตอบ (Looking Back)** ขั้นตอนนี้ต้องการให้นักเรียนมองย้อนกลับไปยังคำตอบที่ได้มาว่าสอดคล้องกับข้อมูลและเงื่อนไขที่กำหนดไว้ในตอนต้นหรือไม่ โดยเริ่มจากการตรวจสอบความถูกต้อง ความสมเหตุสมผลของคำตอบและยุทธวิธีที่ใช้ในการแก้ปัญหา แล้วพิจารณาว่ามีคำตอบหรือมียุทธวิธีแก้ปัญหาแบบอื่นอีกหรือไม่ สำหรับนักเรียนที่คาดเดาคำตอบก่อนลงมือปฏิบัติ ก็สามารถเปรียบเทียบหรือตรวจสอบความสมเหตุสมผลของคำตอบที่คาดเดา และคำตอบจริงที่คำนวณได้ การตรวจสอบนอกจากจะช่วยให้พบข้อบกพร่องที่อาจมีอยู่เพื่อการปรับปรุงแก้ไขให้ดีขึ้นแล้ว ยังช่วยให้ผู้แก้ปัญหาเข้าใจกระบวนการแก้ปัญหาทั้งกระบวนการได้ดีขึ้น เกิดความคิดในการพัฒนากระบวนการแก้ปัญหาให้ดีขึ้นกว่าเดิม สามารถขยายวิธีการแก้ปัญหาไปใช้ให้กว้างขวางกว่าเดิมอีกด้วย

โดยทั่วไป ปัญหา มักจะกำหนดในรูปถ้อยคำจากการพูดหรือการเขียน ในการแก้ปัญหามักจะเริ่มต้นจากการแปลถ้อยคำเหล่านั้นให้เป็นปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่สมมูลกันโดยใช้

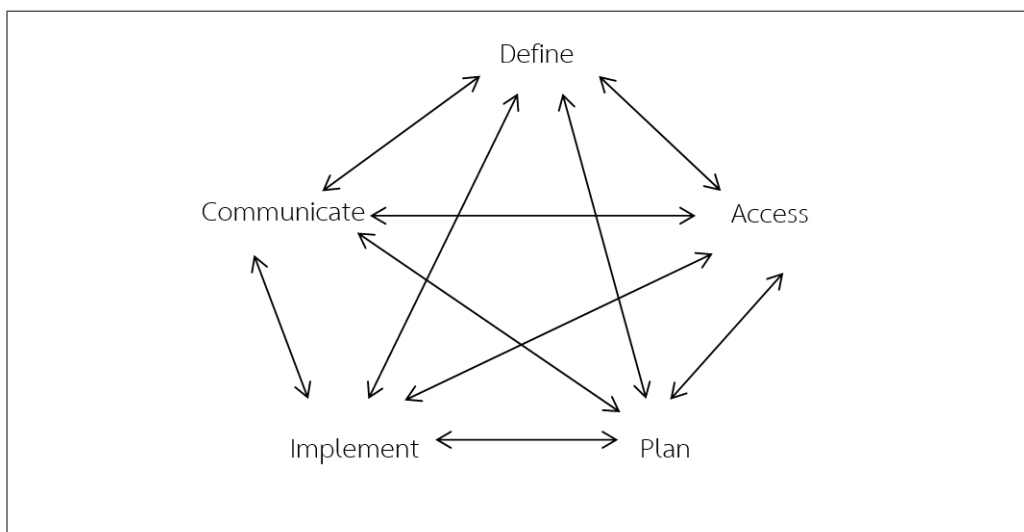
ภาษาหรือสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ แล้วดำเนินการแก้ปัญหาหาคำตอบของปัญหา จากนั้นต้องแปลความหมาย นำกลับไปอธิบายคำตอบของปัญหาเริ่มต้น กระบวนการสามารถแสดงได้ในภาพประกอบ 11 ดังนี้



ภาพประกอบ 11 แสดงกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

ที่มา : คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช. (2536). ประมวลสาระชุดวิชา สาระและวิธีทางวิชาคณิตศาสตร์ หน่วยที่ 12-15 (Foundations and Methodologies in Mathematics). หน้า 16-17.

นอกจากนี้ The Integrated Mathematics Science and Technology, อ้างถึงใน อัมพร ม้าคนอง (2559, น. 42) เสนอกระบวนการแก้ปัญหา DAPIC ซึ่งเป็นกระบวนการแก้ปัญหาที่ บูรณาการกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และกระบวนการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์เข้าด้วยกัน โดย DAPIC เป็นชื่อที่เกิดจากการนำตัวอักษรตัวแรกขององค์ประกอบในกระบวนการแก้ปัญหา มาเรียงเป็นชื่อเรียกกระบวนการ เพื่อสื่อถึงความหมายของกระบวนการและเพื่อให้ง่ายต่อการนำไปใช้ แสดงกระบวนการได้ดังภาพประกอบ 12 ดังนี้



ภาพประกอบ 12 แสดงกระบวนการแก้ปัญหา DAPIC

ที่มา : อัมพร ม้าคนอง. (2559). ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์: การพัฒนาเพื่อพัฒนาการ. หน้า 42.

จากภาพประกอบ กระบวนการแก้ปัญหา DAPIC ย่อมาจาก D: Define เป็นการทำความเข้าใจปัญหา กำหนดหรือระบุปัญหาให้มีความชัดเจน A: Access เป็นการระบุหรือเข้าถึงข้อมูลที่เกี่ยวข้อง และที่จะใช้ในการแก้ปัญหา P: Plan เป็นการหาวิธีที่เหมาะสมในการแก้ปัญหา และวางแผนการดำเนินงาน I: Implement เป็นการนำแผนที่วางไว้มานำปฏิบัติ พร้อมทั้งมีการปรับแผนให้ดีขึ้น C: Communicate เป็นการนำผลจากการดำเนินการมาวิเคราะห์ สรุป และสื่อสาร กระบวนการ DAPIC เป็นกระบวนการยืดหยุ่น ไม่ซับซ้อน ไม่มีการกำหนดว่าต้องเริ่มต้นจากองค์ประกอบใด และไม่จำเป็นต้องทำตามเป็นลำดับขั้นตอนหรือเป็นวงจร ผู้แก้ปัญหาจะพิจารณาตามลักษณะของปัญหาว่าควรเริ่มต้นจากองค์ประกอบใด และจะใช้องค์ประกอบใดบ้าง ด้วยความยืดหยุ่นดังกล่าว กระบวนการแก้ปัญหา DAPIC จึงถูกนำมาใช้อย่างกว้างขวางในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในระดับมัธยมศึกษา

สำเร็จ บุญเรืองรัตน์ (2554, น. 11-17) วิธีคิดหรือการแสวงหาวิธีทางเพื่อแก้ปัญหาให้ได้ผลตามที่ปรารถนา แบบ System Approach นั้น มีระบบการคิดเป็นขั้นตอนดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นนิยามปัญหา เป็นขั้นศึกษาวิเคราะห์ วิพากษ์ วิจัยเพื่อให้รู้ถึงแก่นเกี่ยวกับปัญหาว่า ปัญหานั้นคืออะไร

ขั้นที่ 2 ขั้นตั้งวัตถุประสงค์ เป็นการกำหนดเป้าหมายหรือวัตถุประสงค์เพื่อการแก้ปัญหานั้น ๆ ว่าจะให้สัมฤทธิ์ผลด้านใด เป็นปริมาณมากน้อยเพียงใด และมีคุณภาพสูงต่ำ

เพียงใด วัตถุประสงค์ที่คิดกันในขั้นนี้ ต้องเขียนให้ชัดเจน ไม่ให้เกิดความคลุมเครือ วัตถุประสงค์ต้องสามารถดำเนินการได้

ขั้นที่ 3 ขั้นการสร้างเครื่องมือไว้คอยตรวจผล

ขั้นที่ 4 ขั้นเลือกหาวิธีการปฏิบัติ เป็นขั้นคิดค้นหาวิธีการต่าง ๆ ที่จะใช้ดำเนินการไปสู่เป้าหมายที่วางไว้ ควรมองหาหลายๆ ทาง หลายแง่มุม มองหาทางอย่างเปิดใจกว้าง พิจารณาข้อดีและข้อเสียของแต่ละทาง

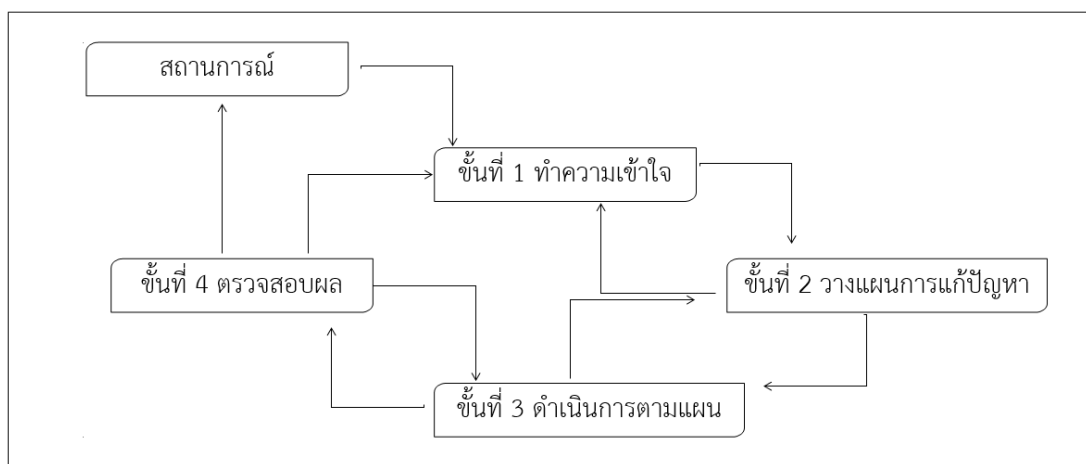
ขั้นที่ 5 ขั้นเลือกวิธีที่ดีที่สุดมาดำเนินงาน ขั้นนี้ต่อจากขั้นก่อนหน้า เป็นขั้นที่นำเอาวิธีการแก้ปัญหาที่หลากหลายวิธีจากขั้นที่ 4 มาพิจารณาเพื่อเลือกเอาวิธีการที่ดีที่สุด

ขั้นที่ 6 ขั้นทดลอง เมื่อเลือกวิธีการได้แล้ว ลงมือปฏิบัติตามวิธีการที่เลือก

ขั้นที่ 7 ขั้นการวัดและการประเมินผล เมื่อทำการทดลองและปฏิบัติแล้ว นำเอาเครื่องมือที่สร้างไว้ในขั้นที่ 3 มาวัดผลเพื่อนำไปประเมินว่า การแก้ปัญหาสำเร็จตามเป้าหมายเพียงใด

ขั้นที่ 8 ขั้นการปรับปรุงและการขยายการปฏิบัติงาน จากการวัดและประเมินในขั้นที่ 7 แล้ว จะทำให้ทราบว่า การดำเนินการแก้ปัญหานั้นได้ผลตามวัตถุประสงค์หรือไม่ ได้ทราบถึงข้อบกพร่องเพื่อการปรับปรุง

Wilson, Fernandez และ Hadaway, 1993, อ้างถึงใน สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2555, น. 9-11) เสนอแนะกรอบแนวคิดเกี่ยวกับกระบวนการแก้ปัญหาที่แสดงถึงความเป็นพลวัต มีลำดับไม่ตายตัว สามารถวนเวียนได้ ดังภาพประกอบ 13



ภาพประกอบ 13 แสดงกระบวนการแก้ปัญหาพลวัต

ที่มา : สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2555). ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์. หน้า 9-11.

เมื่อเผชิญปัญหานักเรียนต้องเริ่มทำความเข้าใจกับปัญหาก่อน หลังจากนั้นวางแผนแก้ปัญหา พร้อมทั้งกำหนดยุทธวิธีที่เหมาะสมในการแก้ปัญหานั้น แล้วดำเนินการแก้ปัญหานั้นที่วางแผนไว้ในตอนต้น จนกระทั่งสามารถหาคำตอบได้ และสุดท้ายพิจารณาความถูกต้อง ความสมเหตุสมผลของคำตอบที่ได้ สำหรับลูกศรนั้น เป็นการแสดงการพิจารณาหรือตัดสินใจที่จะเคลื่อนการกระทำจากขั้นตอนหนึ่งไปสู่ขั้นตอนหนึ่ง และสามารถพิจารณาย้อนกลับตามลูกศรได้เมื่อมีปัญหาหรือข้อสงสัย

Krulik และ Rudnick (1993, pp. 39-51) เสนอขั้นตอนกระบวนการแก้ปัญหาของนักเรียนเป็นขั้นตอนดังนี้

1. อ่านและคิด (Read and Think) เมื่อนักเรียนอ่านปัญหาแล้วนักเรียนต้องตีความปัญหาที่เป็นภาษา วิเคราะห์ความสัมพันธ์ นึกย้อนไปถึงสถานการณ์ปัญหาที่เคยแก้ เป็นการวิเคราะห์ปัญหาอย่างละเอียด ซึ่งประกอบด้วยข้อเท็จจริงและคำถาม ขั้นตอนของกระบวนการนี้สิ่งที่นักเรียนควรทำคือ จากสถานการณ์ปัญหาสามารถระบุข้อเท็จจริง และคำถามได้ จินตนาการตามสถานการณ์ บอกเงื่อนไขที่โจทย์กำหนด และแปลงภาษาจากโจทย์ให้เป็นภาษาของนักเรียนเอง

2. สำรวจและวางแผน (Explore and Plan) เป็นขั้นตอนที่นักเรียนวิเคราะห์และสังเคราะห์ข้อมูลที่อยู่ในปัญหา เมื่อนักเรียนอ่านปัญหา นักเรียนจะเกิดความคิด และการวางแผนเป็นรูปเป็นร่าง อย่างไรก็ตามคำตอบที่สามารถเป็นไปได้จะถูกสำรวจในขั้นตอนนี้ สิ่งทีนักเรียนควรทำในขั้นตอนนี้คือ เรียบเรียงข้อมูล ระบุให้ได้ว่าข้อมูลมีเพียงพอหรือมากเกินไปหรือไม่ วาดแผนภาพ ตาราง กราฟ หรือโมเดลแสดงข้อมูล

3. เลือกกลยุทธ์วิธี (Select a Strategy) นักเรียนต้องเลือกกลยุทธ์ที่เหมาะสมกับการแก้ปัญหานั้นสอดคล้องกับขั้นตอนที่ 2 โดยกลยุทธ์ที่พบบ่อยในการแก้ปัญหามีหลากหลายวิธี โดยบางวิธีอาจจะใช้เดี่ยว ๆ บางวิธีอาจต้องผสมผสานกับอีกวิธีหนึ่ง เพื่อให้ได้คำตอบ ไม่มีกลยุทธ์ใดที่ดีที่สุด แต่ละบุคคลจะเลือกวิธีทางที่แตกต่างในการแก้ปัญหานั้นแตกต่างกัน

4. ขั้นตอนการหาคำตอบ ปัญหาหนึ่งๆจะถูกแก้ด้วยความเข้าใจและยุทธวิธีในการแก้ปัญหา โดยนักเรียนต้องใช้ทักษะทางคณิตศาสตร์ การคำนวณที่แม่นยำ จำนวนเต็ม ทศนิยม เศษส่วน เรขาคณิต พีชคณิต เป็นต้น

5. ขั้นการสะท้อนและแผ่ขยาย สิ่งทีนักเรียนควรทำในขั้นตอนนี้คือ ตรวจสอบคำตอบ หาคำตอบอื่น ๆ ที่อาจจะหาคำตอบได้ ลองถามตัวเองต่อว่า “ถ้าหาก....” ในประโยคสถานการณ์คำถาม อภิปรายคำตอบที่ได้มา สร้างปัญหาใหม่ๆ ที่น่าสนใจ

Parnes, 1992, อ้างถึงใน อุษณีย์ อนุรุทธ์วงศ์ (2556, น. 217-218) ใช้กระบวนการแก้ปัญหาย่างสร้างสรรค์ (Creative Problem – Solving: CPS) ในกระบวนการแก้ปัญหา ซึ่งมีขั้นตอนดังนี้

1. ขั้นค้นพบจุดมุ่งหมาย (Objective Finding) ขั้นนี้เกิดความตระหนักหรือรู้ว่าจุดประสงค์คืออะไร หรืออะไรเป็นสิ่งที่ท้าทายน่าหาคำตอบ ที่อาจใช้การเรียงลำดับของปัญหา
2. ขั้นการหาข้อมูลความจริง (Fact Finding) เป็นการหาข้อมูลเกี่ยวกับปัญหา และสำรวจข้อมูลเกี่ยวกับสถานการณ์ของปัญหา เมื่อได้ตัวปัญหาแล้วก็สามารถหาข้อมูลเกี่ยวกับเรื่องที่ต้องการแก้ปัญหาได้
3. ขั้นการหาปัญหา (Problem Finding) เป็นการสร้างความกระจ่างว่าอะไรคือปัญหาที่แท้จริง อะไรคือประเด็นที่ต้องการคำตอบ เพื่อที่จะบรรลุจุดประสงค์
4. ค้นหาความคิด และยุทธศาสตร์ (Idea Finding) เป็นการกระตุ้นและระดมให้คิดหาวิธีแก้ปัญหามากที่สุด เสนอความคิดในการแก้ปัญหา
5. ขั้นค้นพบทางออก (Solution Finding) เป็นการก้าวจากความคิดมาสู่ทางออก
6. ขั้นการแสวงหาการยอมรับ (Acceptance Finding) เป็นช่วงการวางกลยุทธ์ที่ทำให้เกิดผลทางการปฏิบัติที่กว้างขึ้น

Bloom, 1956, อ้างถึงใน สุคนธ์ สินธพานนท์ (2555, น. 107) ได้เสนอขั้นตอนการคิดแก้ปัญหา ดังนี้

- ขั้นที่ 1 เมื่อนักเรียนได้พบปัญหา นักเรียนจะคิดค้นหาสิ่งที่เคยพบเห็นที่เกี่ยวข้องกับปัญหา
- ขั้นที่ 2 นักเรียนจะใช้ผลจากขั้นที่ 1 มาสร้างรูปแบบของปัญหาขึ้นมาใหม่
- ขั้นที่ 3 จำแนกแยกแยะปัญหา
- ขั้นที่ 4 การเลือกใช้ทฤษฎี หลักการ ความคิด และวิธีการที่เหมาะสมกับปัญหา
- ขั้นที่ 5 การใช้ข้อสรุปของวิธีการแก้ปัญหา
- ขั้นที่ 6 ผลที่ได้จากการแก้ปัญหา

Eberle และ Stanish, 1977, อ้างถึงใน ประพันธ์ศิริ สุเสารัจ (2556, น. 171-174) กล่าวถึงกระบวนการแก้ปัญหา สามารถสรุปได้ว่า การที่นักเรียนจะมีความสามารถในการแก้ปัญหาต่าง ๆ ต้องมีทักษะและกระบวนการแก้ปัญหาที่เพียงพอ นั่นคือ นักเรียนต้องได้รับการฝึกฝนการคิดแก้ปัญหา ด้วยวิธีการที่หลากหลาย อีกทั้งปลูกฝังให้นักเรียนรู้สึกสนุกกับการแก้ปัญหา โดยขั้นตอนในการฝึกคิดแก้ปัญหามีทั้งหมด 6 ขั้นตอน ดังนี้

1. ขั้นตระหนักรู้ปัญหา (Sensing Problem and Challenges) เป็นขั้นตระหนักตื่นตัว กับสิ่งที่เป็นปัญหา
2. ขั้นค้นหาสาเหตุของปัญหา หรือขั้นรวบรวมข้อมูลเพื่ออธิบายปัญหา (Data Finding)

3. ขั้นกำหนดปัญหา (Problem Finding) เป็นขั้นตอนที่ระบุว่าอะไรคือปัญหา อะไรคือปัญหาหลักและอะไรคือปัญหารองลงมา

4. ค้นหาแนวทางในการแก้ปัญหา (Idea Finding) เป็นขั้นค้นหาวิธีในการแก้ปัญหาที่เหมาะสมให้ได้มากมายหลายๆ วิธี โดยพยายามคิดค้นหาวิธีทั้งที่เป็นปกติ หรือ เป็นวิธีที่แหวกแนว แปลกๆ ใหม่ๆ

5. ขั้นค้นหาข้อสรุปและเลือกวิธีการแก้ปัญหา (Solution Finding) เป็นขั้นค้นหาข้อสรุปว่าจากแนวทางการแก้ปัญหา แนวทางใดเป็นแนวทางที่ดีและเหมาะสมที่สุดสำหรับการแก้ปัญหานั้น

6. ขั้นยอมรับข้อสรุปและดำเนินการแก้ปัญหา (Acceptance Finding) โดยการดำเนินการแก้ปัญหามีความหมายถึง การแก้ปัญหาจากแนวทางที่เลือกมาใช้ มีการวางแผนเป็นขั้นเป็นตอน

ชมนาด เชื้อสุวรรณทวิ (2542, น. 75) กล่าวว่า กระบวนการคิดแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์มี 3 ขั้นตอนด้วยกันคือ

ขั้นที่ 1 วิเคราะห์ปัญหา ทำความเข้าใจปัญหา โดยอาศัยทักษะการแปลความหมาย การวิเคราะห์ข้อมูล โจทย์ถามอะไรและให้ข้อมูลอะไรมาบ้าง จำแนกแยกแยะสิ่งที่เกี่ยวข้องกับปัญหา และสิ่งที่ไม่เกี่ยวข้องกับปัญหาให้แยกออกจากกัน

ขั้นที่ 2 การวางแผนแก้ปัญหา จะสมมติสัญลักษณ์อย่างไร จะต้องหาว่าข้อมูลต่าง ๆ เกี่ยวข้องสัมพันธ์กันอย่างไร สิ่งที่ไม่รู้เกี่ยวข้องกับสิ่งที่รู้แล้วอย่างไร หาวิธีการแก้ปัญหาโยนากฎเกณฑ์ หลักการ ทฤษฎีต่าง ๆ ประกอบกับข้อมูลที่มีอยู่แล้ว เสนอออกมาในรูปของวิธีการ

ขั้นที่ 3 การคิดคำนวณ หาคำตอบที่ถูกต้อง เป็นขั้นที่ต้องคิดคำนวณแก้สมการคิดหาคำตอบที่ถูกต้องสมบูรณ์ที่สุดของปัญหา โดยวิธีการตามแผนที่วางไว้ จะต้องรู้จักวิธีการคำนวณที่เหมาะสมตลอดจนตรวจสอบวิธีการและคำตอบด้วย

ประพันธ์ศิริ สุเสารัจ (2556, น. 161-163) กล่าวถึงขั้นตอนของกระบวนการแก้ปัญหา (Problem Solving Process) ไว้ว่า ควรเป็นไปตามลำดับขั้น ไม่ควรข้ามขั้นตอนใดขั้นตอนหนึ่ง แต่ละขั้นตอนต้องเป็นไปอย่างรอบคอบ จนมั่นใจว่า ไม่ได้มองข้ามหรือละเลยสิ่งใดไป เมื่อได้รับคำตอบหรือข้อสรุปที่ถูกต้องเหมาะสม จึงจะสามารถเริ่มขั้นตอนถัดไป กระบวนการเหล่านี้จะช่วยให้มีความรู้ มีความรอบคอบ และเตือนความจำที่จะช่วยนำไปใช้ในการแก้ปัญหา มี 6 ขั้นตอน ดังนี้

1. ขั้นกำหนดปัญหา (Problem Definition) เป็นขั้นตอนแรกที่มีความสำคัญที่สุด ความผิดพลาดและความล้มเหลวในการแก้ปัญหาเกิดจากการกำหนดปัญหาที่ไม่ถูกต้อง ขั้นตอนนี้เป็นการรวบรวมปัญหาและกำหนดว่า ปัญหาคืออะไร อะไรคือเป้าหมายของความสำเร็จในปัญหา แล้วต้องบันทึกเป้าหมายความสำเร็จนั้นโดยการบันทึกไว้ นักคิดหลายคนไม่ยอมทำการเขียนรายการ

ความสำเร็จตามที่ต้องการไว้ โดยจะจดจำมันไว้ในสมอง แต่เมื่อเวลาผ่านไปจะจำไม่ได้หรือจำได้ แต่เพียงเลือนราง เป็นผลให้การดำเนินการแก้ปัญหาไม่เป็นไปตามเป้าหมายที่ตั้งไว้ การกำหนดปัญหา จึงเป็นเครื่องมือในการควบคุม บังคับให้เราคิดถึงปัญหาที่เราต้องการแก้ไขหรือพัฒนาอย่างแท้จริง ในขั้นนี้ไม่เพียงแต่จะเป็นการบันทึก เขียนรายการปัญหาลงไปเพื่อเตือนความจำเท่านั้น แต่ยังเป็น การตรวจสอบความสำเร็จที่เกิดขึ้นด้วยว่า ได้มีการแก้ไขปัญหาดตรงจุดหรือไม่ จะทำให้เกิดความมั่นใจ ได้ว่า ไม่มีการตอบปัญหานอกเรื่อง นอกประเด็น หรือมีการแก้ปัญหาแต่เพียงบางส่วนเท่านั้น เนื่องจากคนส่วนใหญ่มักมีการแก้ปัญหาเฉพาะเรื่องแรกๆ หรือเฉพาะเรื่องที่สำคัญๆ เท่านั้น มักจะ ละเลยกับปัญหาเล็กหรือปัญหาอื่น ๆ ที่ตามมาภายหลัง

2. ขั้นวิเคราะห์ปัญหา (Problem Analysis) ขั้นตอนนี้เป็นการตรวจสอบและหา สาเหตุของปัญหาว่า สภาพการณ์ที่กำลังเป็นอยู่ในปัจจุบันว่าเป็นอย่างไร ขณะนี้เรากำลังทำอะไร มีสิ่ง ใดที่เกี่ยวข้องหรือไม่เกี่ยวข้องกับปัญหา เป็นการพิจารณาว่า ทำไมเราจึงต้องทำเรื่องนี้ เราทำ เรื่องนี้เพราะต้องการอะไร สถานการณ์สภาพแวดล้อมปัจจุบันเป็นอย่างไร ขั้นตอนนี้จึงเป็น การทบทวนตรวจสอบและเป็นการสร้างความมั่นใจว่า ใน การกำหนดปัญหาในขั้นที่ 1 นั้นเป็น ปัญหาที่เราต้องการแก้ไขจริง ๆ และยืนยันว่ายังคงถูกต้องหรือไม่ เพราะคนส่วนใหญ่มักจะพบว่า ปัญหาที่เขาต้องการแก้ไขจริง ๆ นั้นไม่ตรงกับการกำหนดปัญหาตามขั้นตอนที่ 1

3. ขั้นหาวิธีการแก้ปัญหาที่เป็นไปได้ (Generation Possible Solutions) เมื่อได้ ปัญหาที่แท้จริงที่ต้องการเปลี่ยนแปลงแก้ไขโดยผ่านการวิเคราะห์มาเป็นอย่างดีแล้ว ขั้นตอนที่ต่อไปคือ เราจะต้องหาทางเลือกวิธีการแก้ปัญหาที่เหมาะสมและเป็นไปได้มาให้มาก และพิจารณาแต่ละวิธีการ แก้ปัญหาต่าง ๆ เหล่านั้นอย่างรอบคอบ ลุ่มลึก ประเมินผลที่จะเกิดขึ้นทั้งส่วนตัวและสังคมอย่างรอบ ด้าน เพื่อจะตัดสินใจเลือกสรรวิธีการที่เป็นไปได้เท่านั้น บางแนวทางที่ไม่เกี่ยวข้อง ที่ไม่สอดคล้อง ไม่เหมาะสมกับปัญหาก็ตัดทิ้งไป ในขั้นตอนนี้เป็นการเลือกและรวบรวมวิธีการแก้ปัญหาหลายๆ แนวทาง ยังไม่จำเป็นต้องประเมินสรุปว่าวิธีการใดดีที่สุดต่อการแก้ปัญหา แต่ควรพิจารณาวิธีที่ เลือกสรรมาแล้วอย่างพินิจ พิจารณารวกับว่ามันเป็นความคิดใหม่ๆ

4. ขั้นวิเคราะห์วิธีการแก้ปัญหา (Analyzing the Solutions) วิธีการแก้ปัญหาที่ ผ่านการวิเคราะห์มาอย่างดีแล้ว อาจมีอยู่หลายวิธี จำเป็นจะต้องนำวิธีเหล่านั้นมาวิเคราะห์ โดย การบันทึก เขียนข้อดีและข้อเสีย และรายละเอียดต่าง ๆ ของวิธีการต่าง ๆ เหล่านั้นลงไปทุกวิธี ใน ขั้นตอนนี้จะไม่ทำการประเมินวิธีการเหล่านั้นเป็นอันดับว่าวิธีใดดีที่สุด แต่เป็นเพียงบอกจุดแข็งข้อดี และจุดอ่อน ข้อเสียของแต่ละวิธีการเท่านั้น เพราะถ้าเราทำการประเมินไปแล้วว่าวิธีใดดีไม่ดี ไม่เหมาะสม เราก็จะไม่สนใจและไม่มีการบันทึกข้อมูล ไม่มีการเขียนรายการและรายละเอียดของ วิธีการเหล่านั้นลงไป เนื่องจากเราได้ตัดสินใจไปแล้วว่ามันไม่ดี มันใช้ไม่ได้ สิ่งเหล่านี้จะทำให้เราละเลย

วิธีการบางวิธีไป อย่างไรก็ตาม รายการข้อดี ข้อเสียหรือรายละเอียดต่าง ๆ ที่เราเขียนลงไปนั้นจะต้องมีข้อดี มีความแปลกใหม่ น่าสนใจ ทำให้เกิดความพยายามและเกิดแรงจูงใจในการแก้ปัญหา

5. ขั้นเลือกวิธีการแก้ปัญหาที่ดีที่สุด (Selecting the Best Solutions) เมื่อเราพิจารณาวิธีการแก้ปัญหาอย่างรอบคอบและเข้าใจมันอย่างทะลุปรุโปร่งแล้ว ขั้นตอนนี้เป็นขั้นตอนการพิจารณาทางเลือกที่ดีที่สุด เป็นการตัดสินใจว่าจะใช้วิธีการใด และวิธีการใดที่เราควรตัดทิ้งไป โดยพิจารณาทุก ๆ ทางเลือก และตัดสินใจจากการใช้เครื่องมือประเมินทางเลือกที่เหมาะสมว่าจะนำไปใช้ได้หรือไม่เพียงใด อาจจะเป็นแบบประเมินแบบประมาณค่า แบบตรวจสอบรายการว่าใช่หรือไม่ใช่ได้หรือไม่ได้ เพราะบางทีความจริงกับความคิดก็อาจไปด้วยกันหรือไม่ก็ได้ ต้องตรวจสอบความเป็นไปได้ของวิธีการเหล่านั้นด้วย นอกจากนี้การประเมินจากสัญชาตญาณและอารมณ์ก็อาจนำมาใช้ในการเลือกตัดสินใจด้วยก็ได้ เพราะสัญชาตญาณเกิดจากการสะสมประสบการณ์ชีวิตที่มีมายาวนาน ในขั้นตอนนี้ต้องเขียนรายละเอียดให้มากและลุ่มลึกเพื่อสรุปว่าแต่ละวิธีมีข้อดี ข้อเสียอะไรบ้าง และพิจารณาซ้ำอีกครั้งหนึ่งจากรายการที่เขียนไว้แล้วจึงตัดสินใจเลือก

6. ขั้นวางแผนดำเนินการแก้ปัญหา (Planning the Next Course of Action) เมื่อเลือกวิธีการแก้ปัญหาได้แล้ว ขั้นตอนนี้จึงเป็นการวางแผนการดำเนินการแก้ปัญหา โดยเขียนรายการที่จะต้องทำอะไรบ้างที่เกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหา ซึ่งจะมีรายการที่ต้องเขียนเป็นจำนวนมาก เพราะจะมีหลายสิ่งหลายอย่างเข้ามาเกี่ยวข้อง

ไพฑูรย์ สินลารัตน์ (2558, น. 130-132) มีทัศนะเกี่ยวกับกระบวนการแก้ปัญหาว่า กระบวนการคิดแก้ปัญหามูลฐานอริยสัจสี่นั้น สามารถนิยามตามกระบวนการคิดตามลำดับขั้นที่เรียกว่า “2C2S” ได้ดังนี้

1. การนิยามปัญหาให้ชัดเจน (ทุกซ์) (Clarify the Problem) คือ ขั้นตอนแรกและเป็นขั้นตอนที่สำคัญที่สุดในการทำความเข้าใจปัญหาให้ถ่องแท้ เพราะถ้าหากไม่สามารถระบุปัญหาที่แท้จริงได้แล้วการแก้ปัญหาก็ไม่อาจสำเร็จได้ ซึ่งการทำความเข้าใจปัญหาให้ถ่องแท้ หรือการกำหนดหัวข้อแห่งปัญหานั้นจะต้องมีการสืบเสาะแสวงหาความจริงของสิ่งที่ปัญหา

2. การระบุสาเหตุของปัญหา (สมุทัย) (Cause of Problem) เป็นการชี้ให้เห็นว่าปัญหานั้นมีอยู่จริง โดยการหาหลักฐานมาสนับสนุนเพื่ออ้างอิงข้อเท็จจริงของปัญหานั้น ๆ และเมื่อพบปัญหาที่แท้จริงแล้ว ซึ่งอาจมีมากกว่าหนึ่งปัญหาก็ต้องนำมาศึกษาเรียงลำดับตามความสำคัญเร่งด่วน ซึ่งอาจมีมากกว่าหนึ่งปัญหา ก็ต้องนำมาศึกษาเรียงลำดับตามความสำคัญเร่งด่วน โดยพยายามกำหนดปมของปัญหาให้ชัดขึ้น ซึ่งหากปมปัญหายังมีความไม่ชัดเจน จำเป็นที่จะต้องวิเคราะห์ปัญหานั้น ๆ ในรายละเอียดเพื่อแตกประเด็นปัญหาให้ชัดเสียก่อน

3. การกำหนดวิธีการแก้ปัญหา (นิโรธ) (Solutions for Solve the Problem) โดยกำหนดแนวทาง วิธีการ ขั้นตอนในการแก้ปัญหา รวมทั้งบทบาทของผู้แก้ปัญหาให้ชัดเจน เพื่อให้บรรลุเป้าหมายที่กำหนดไว้อย่างถูกต้อง

4. การลงมือปฏิบัติ (มรรค) (Solved problem) เป็นการนำแนวทางหรือวิธีการในการแก้ปัญหาที่กำหนดไว้มาปฏิบัติ ซึ่งเมื่อปฏิบัติอย่างถูกต้องแล้วปัญหาดังกล่าวจะหมดไปในที่สุด

จากการศึกษากระบวนการในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ผู้วิจัยนำความรู้ที่ได้มาใช้ในการออกแบบแบบฝึกหัดการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยแบ่งเป็น 4 ขั้นตอน ตามกระบวนการของโพลยา คือ ขั้นที่ 1 ทำความเข้าใจปัญหา ขั้นที่ 2 วางแผนการแก้ปัญหา ขั้นที่ 3 ดำเนินการแก้ปัญหา และขั้นที่ 4 ตรวจสอบผลและสรุปคำตอบ

3.6 กลยุทธ์ที่ใช้ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

กลยุทธ์ในการแก้ปัญหามีแต่ละกลยุทธ์มีจุดเด่น จุดด้อยแตกต่างกันไป การนำกลยุทธ์ไปใช้ขึ้นอยู่กับลักษณะของโจทย์ปัญหา นักการศึกษาแต่ละท่านแบ่งกลยุทธ์ในการแก้ปัญหาวาดังนี้

Hatfield และ Bitter (1993, pp. 38-41) กล่าวถึง กลยุทธ์ในการสอนสำหรับการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ว่า กลยุทธ์เป็นวิธีการสำหรับการแก้ปัญหา โดยมีปัจจัยสองอย่างคือ 1. ระดับทักษะของนักเรียน 2. เครื่องมือทางคณิตศาสตร์ที่นักเรียนใช้จนเกิดความชำนาญ นักเรียนสามารถเปรียบเทียบความคล้ายคลึงของสถานการณ์ปัญหา หรือประสบการณ์ที่จะระบุว่ากลยุทธ์ใดที่นักเรียนควรใช้แก้ปัญหา ปัญหาที่ซับซ้อนจะต้องใช้กลยุทธ์ที่มากกว่า 1 กลยุทธ์ ดังนั้น นักเรียนควรจะเรียนรู้เกี่ยวกับกลยุทธ์ในการแก้ปัญหามากที่สุดเท่าที่จะสามารถทำได้

1. กลยุทธ์ในการประมาณค่าและตรวจสอบ (Estimation and Check) กลยุทธ์นี้มีประสิทธิภาพกับการแก้ปัญหา 2 ลักษณะ คือ 1. ในปัญหาที่มีข้อมูลอยู่น้อย ๆ มีขอบเขตข้อมูลของคำตอบ และ 2. เป็นปัญหาที่เกี่ยวข้องกับตัวแปรมาก ๆ หรือปัญหาที่ขนาดใหญ่

2. การใช้รูปแบบ (Looking for Patterns) ปัญหาบางปัญหาออกแบบมาให้หารูปแบบของข้อมูลที่กำหนดให้ เพื่อที่จะทำนายข้อมูลที่ไม่ได้ให้มา

3. ข้อมูลที่ให้มาไม่เพียงพอ (Insufficient Information) บางครั้งปัญหาให้ข้อมูลมาไม่พอในการแก้ปัญหา

4. การวาดภาพ กราฟ หรือตาราง (Drawing Pictures, Graphs, and Tables) ปัญหาบางปัญหามีลักษณะซับซ้อนและทำให้นักเรียนยากในการทำความเข้าใจปัญหา หรือปัญหาเป็นรูปธรรม นักเรียนจึงมองไม่เห็นปัญหาที่ชัดเจน จึงจำเป็นต้องสร้างภาพเพื่อช่วยให้เห็นได้ชัดขึ้น เช่นการวาดภาพ กราฟ หรือตาราง เช่น การวาดกราฟจะช่วยให้นักเรียนเห็นความสัมพันธ์ของข้อมูลที่กำหนดให้ การทำให้เห็นเป็นภาพช่วยให้นักเรียนมองเห็นขั้นตอนในการแก้ปัญหามากยิ่งขึ้น

5. การกำจัดข้อมูลที่ไม่เกี่ยวข้องออกไป (Elimination of Extraneous Data) ปัญหาบางปัญหามักออกมาให้บรรจุทั้งข้อมูลที่จำเป็นและไม่จำเป็นสำหรับการแก้ปัญหา นักเรียนจึงจำเป็นต้องกำจัดข้อมูลที่ไม่เกี่ยวข้องออกไป เพื่อป้องกันการเสียเวลาในการวิเคราะห์ข้อมูลที่ให้มาเกิน

6. พัฒนารูปแบบและเขียนสมการ (Developing Formulas and Writing Equations) การสร้างรูปแบบสมการมีประโยชน์อย่างมากที่จะแทนค่าตัวเลขแล้วทำให้ได้คำตอบของปัญหาเลย

7. แบบจำลอง (Modeling) โครงสร้างทางกายภาพเป็นจะตัวแทนหรือแบบจำลองของปัญหาที่ช่วยให้นักเรียนเกิดมโนทัศน์ในการสร้างกระบวนการแก้ปัญหา นักเรียนจะสนใจในปัญหาที่นักเรียนสามารถจับต้องได้

8. ทำย้อนกลับ (Working Backwards) เหมาะกับเนื้อหาลักษณะเรขาคณิต

9. การทำแผนผัง (Flowcharting) เป็นสิ่งที่ครูจะช่วยให้นักเรียนเห็นกระบวนการแก้ปัญหาได้โดยใช้แผนผัง

Kennedy (1997, p. 82); Thiessen (1989, pp. 12-17); Reys และคนอื่น ๆ (1995, pp. 62-66) เสนอกลยุทธ์ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ไปในทางเดียวกัน ดังนี้

1. การแก้ปัญหาตามสัญญาชญาณ หรือ ด้วยความรู้ที่มีอยู่ (Act It Out)
2. การวาดภาพ แผนภาพ หรือตาราง (Make a Drawing, Diagram, or Table)
3. หารูปแบบ (Look for a Pattern)
4. การใช้แบบจำลอง (Make a Model)
5. คำนวนอย่างเป็นระบบสำหรับทุกคำตอบที่สามารถเป็นไปได้ (Account Systematically for All Possibilities, or Make an Organized List)
6. เดาและตรวจสอบ (Guess and Check)
7. ทำย้อนกลับ (Work Backward)
8. ระบุสิ่งที่โจทย์ต้องการ สิ่งที่กำหนด และ ข้อมูลที่ต้องการ (Identify Wanted, Given, and Needed Information)
9. เปลี่ยนมุมมอง (Break Set, or Change Your Point of View)
10. แก้ปัญหาจากโจทย์ที่คุ้นเคย (Solve a Simpler or Similar Problem)
11. เขียนเป็นประโยคเปิด (Write an Open Sentence)
12. เขียนเป็นประโยคสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ (Write a Mathematical Sentence)
13. เขียนเป็นประโยคของตนเอง (Restate the Problem)
14. ใช้เหตุผลทางตรรกศาสตร์ (Use Logical Reasoning)

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2555, น. 11-35) กล่าวว่า การแก้ปัญหาหนึ่งๆ นอกจากนักเรียนจะต้องมีความรู้พื้นฐานที่เพียงพอและเข้าใจกระบวนการแก้ปัญหาที่ดีแล้ว การเลือกใช้ยุทธวิธีแก้ปัญหาที่เหมาะสมและมีประสิทธิภาพสูงสุด ก็เป็นอีกปัจจัยที่ช่วยในการแก้ปัญหา ถ้านักเรียนมีความคุ้นเคยกับยุทธวิธีในการแก้ปัญหามากมายแล้ว นักเรียนจะสามารถเลือกยุทธวิธีเหล่านี้ขึ้นมาใช้ได้ทันที ยุทธวิธีการแก้ปัญหาที่เป็นเครื่องมือสำคัญในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่พบบ่อย มีดังต่อไปนี้

1. การค้นหาแบบรูป เป็นการวิเคราะห์ปัญหาและค้นหาความสัมพันธ์ของข้อมูลที่มีลักษณะเป็นระบบหรือเป็นแบบรูปในสถานการณ์ปัญหานั้น ๆ แล้วคาดเดาคำตอบ ซึ่งคำตอบที่ได้จะยอมรับว่าเป็นคำตอบที่ถูกต้องเมื่อผ่านการตรวจสอบยืนยัน ยุทธวิธีนี้มักจะใช้ในการแก้ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับเรื่องจำนวนและเรขาคณิต การฝึกฝนการค้นหาแบบรูปในเรื่องดังกล่าวเป็นประจำ จะช่วยนักเรียนในการพัฒนาความรู้ลึกเชิงจำนวนและทักษะการสื่อสาร ซึ่งเป็นทักษะที่ช่วยให้นักเรียนสามารถประมาณและคาดคะเน จำนวนที่พิจารณาโดยไม่ต้องคิดคำนวณก่อน ตลอดจนสามารถสะท้อนความรู้ ความเข้าใจในแนวคิดทางคณิตศาสตร์และกระบวนการคิดของตนได้

2. การสร้างตาราง เป็นการจัดระบบข้อมูลใส่ในตาราง ตารางที่สร้างขึ้นจะช่วยให้การวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ อันจะนำไปสู่การค้นพบแบบรูปหรือข้อชี้แนะอื่น ๆ ตลอดจนช่วยให้ไม่หลงลืมหรือสับสนในกรณีใดกรณีหนึ่ง เมื่อต้องการแสดงกรณีที่เป็นไปได้ทั้งหมดของปัญหา

3. การเขียนภาพหรือแผนภาพ เป็นการอธิบายสถานการณ์และแสดงความสัมพันธ์ของข้อมูลต่าง ๆ ของปัญหาด้วยภาพหรือแผนภาพ ซึ่งการเขียนภาพหรือแผนภาพจะช่วยให้เข้าใจปัญหาได้ง่ายขึ้น และบางครั้งก็สามารถหาคำตอบของปัญหาได้โดยตรงจากภาพ

4. การแจกกรณีที่เป็นไปได้ทั้งหมด เป็นการจัดระบบข้อมูลโดยแยกเป็นกรณี ๆ ที่เกิดขึ้นทั้งหมด ในการแจกกรณีที่เป็นไปได้ทั้งหมด นักเรียนอาจจัดกรณีที่ไม่ใช่ออกก่อน แล้วค่อยค้นหาแบบรูปหรือแบบรูปของกรณีที่เหลืออยู่ ถ้าไม่มีระบบในการแจกกรณีที่เหมาะสมยุทธวิธีนี้ก็จะไม่มีประสิทธิภาพ ยุทธวิธีนี้จะใช้ได้ดีถ้าปัญหานั้นมีจำนวนกรณีที่เป็นไปได้แน่นอน ซึ่งบางครั้งเราอาจใช้การค้นหาแบบรูปและการสร้างตารางมาช่วยการแจกกรณีด้วยก็ได้

5. การคาดเดาและตรวจสอบ เป็นการพิจารณาข้อมูลและเงื่อนไขต่าง ๆ ที่ปัญหากำหนดผสมผสานกับประสบการณ์เดิมที่เกี่ยวข้อง มาสร้างข้อความคาดการณ์ แล้วตรวจสอบความถูกต้องของข้อความคาดการณ์นั้น ถ้าการคาดเดาไม่ถูกต้องก็คาดเดาใหม่โดยอาศัยประโยชน์จากความไม่ถูกต้องของการคาดเดาในครั้งแรกๆ เป็นกรอบในการคาดเดาคำตอบของปัญหาลงครั้งต่อไป นักเรียนควรคาดเดาอย่างมีเหตุผลและมีทิศทาง เพื่อให้สิ่งที่คาดเดานั้นเข้าใกล้คำตอบที่ต้องการมากที่สุด

6. การทำงานแบบย้อนกลับ เป็นการวิเคราะห์ปัญหาที่พิจารณาจากผล ย้อนกลับ ไปสู่เหตุ โดยเริ่มจากข้อมูลที่ได้ในขั้นตอนสุดท้าย แล้วคิดย้อนขั้นตอนกลับมาสู่ข้อมูลที่ได้ในขั้นตอน เริ่มต้น การคิดแบบย้อนกลับใช้ได้กับการแก้ปัญหาที่ต้องการอธิบายถึงขั้นตอนการได้มาซึ่งคำตอบ

7. การเขียนสมการ เป็นการแสดงความสัมพันธ์ของข้อมูลที่กำหนดของปัญหาในรูป ของสมการ ซึ่งบางครั้งอาจเป็นอสมการก็ได้ ในการแก้สมการ นักเรียนต้องวิเคราะห์สถานการณ์ ปัญหาเพื่อหาว่า ข้อมูลและเงื่อนไขที่กำหนดมามีอะไรบ้าง และสิ่งที่ต้องการหาคืออะไร หลังจากนั้น กำหนดตัวแปรแทนสิ่งที่ต้องการหาหรือแทนสิ่งที่เกี่ยวข้องกับข้อมูลที่กำหนดมาให้ แล้วเขียนสมการ หรืออสมการแสดงความสัมพันธ์ของข้อมูลเหล่านั้น ในการหาคำตอบของสมการหรืออสมการ มักใช้ สมบัติของการเท่ากันมาช่วยในการแก้สมการ ซึ่งได้แก่ สมบัติสมมาตร สมบัติถ่ายทอด สมบัติการบวก และสมบัติการคูณ และเมื่อใช้สมบัติของการเท่ากันมาช่วยแล้ว ต้องมีการตรวจสอบคำตอบของ สมการตามเงื่อนไขของปัญหา ถ้าเป็นไปตามเงื่อนไขของปัญหาถือว่าคำตอบที่ได้ถูกต้องของปัญหานี้ ยุทธวิธีนี้มักใช้ในปัญหาทางพีชคณิต

8. การเปลี่ยนมุมมอง เป็นการเปลี่ยนการคิดหรือมุมมองให้แตกต่างไปจากที่คุ้นเคย หรือที่ต้องทำตามขั้นตอนทีละตอน ทั้งนี้เพื่อให้ปัญหาแก้ได้ง่ายขึ้น ยุทธวิธีนี้มักใช้ในกรณีที่แก้ปัญหา ด้วยยุทธวิธีอื่นไม่ได้ผล สิ่งสำคัญที่สุดของยุทธวิธีนี้คือ การเปลี่ยนมุมมองที่แตกต่างไปจากเดิม

9. การแบ่งเป็นปัญหาย่อย เป็นการแบ่งปัญหาใหญ่หรือปัญหาที่มีความซับซ้อน หลายขั้นตอนออกเป็นปัญหาย่อยหรือเป็นส่วนๆ ซึ่งในการแบ่งเป็นปัญหาย่อยนั้นนักเรียนอาจลด จำนวนของข้อมูลลง หรือเปลี่ยนให้เป็นปัญหาที่คุ้นเคยหรือเคยแก้ปัญหานั้นมาก่อน

10. การให้เหตุผลทางตรรกศาสตร์ เป็นการอธิบายข้อความหรือข้อมูลที่ปรากฏอยู่ ในปัญหานั้นว่าเป็นจริง โดยใช้เหตุผลทางตรรกศาสตร์มาช่วยในการแก้ปัญหา บางปัญหาเราใช้การให้ เหตุผลทางตรรกศาสตร์ร่วมกับการคาดเดา และตรวจสอบหรือการเขียนภาพและแผนภาพ จนทำให้ บางครั้งเราไม่สามารถแยกการให้เหตุผลทางตรรกศาสตร์ออกจากยุทธวิธีอื่นได้อย่างชัดเจน ยุทธวิธีนี้ มักใช้บ่อยในปัญหาทางเรขาคณิตและพีชคณิต

11. การให้เหตุผลทางอ้อม เป็นการแสดงหรืออธิบายข้อความหรือข้อมูลที่ปรากฏ อยู่ในปัญหานั้นว่าเป็นจริง โดยการสมมติว่าข้อความที่ต้องการแสดงนั้นเป็นเท็จ แล้วหาข้อขัดแย้ง ยุทธวิธีนี้มักใช้กับปัญหาที่ยากแก่การแก้ปัญหาโดยตรง และง่ายที่จะหาข้อขัดแย้งเมื่อกำหนดให้ ข้อความที่จะแสดงเป็นเท็จ

จากแนวคิดข้างต้นแม้ว่าจะมีหลากหลายยุทธวิธี แต่ไม่มียุทธวิธีใดที่ดีที่สุด ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับ สถานการณ์ปัญหาที่เผชิญอยู่ ปัญหาทางคณิตศาสตร์บางปัญหาสามารถแก้ได้มากกว่าหนึ่งยุทธวิธี เพื่อให้การแก้ปัญหามีประสิทธิภาพ นักเรียนควรจะต้องมีความรู้คณิตศาสตร์หรือแหล่งความรู้อื่น ๆ ที่ สามารถสืบค้นได้อย่างเพียงพอ อีกทั้งต้องรู้ขั้นตอนและกระบวนการแก้ปัญหาอย่างถูกต้อง รู้จัก

เลือกใช้ยุทธวิธีให้เหมาะสมกับปัญหา ตลอดจนควรมีประสบการณ์ในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์อย่างเพียงพอ

โซเบล แมค เอ (2544, น. 35-67) เสนอยุทธวิธีในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ไว้ดังนี้

1. ยุทธวิธีในการแก้ปัญหาลองผิดลองถูก ปัญหาบางข้อแก้ได้ดีที่สุดด้วยการลองผิดลองถูก โดยการคิดอย่างมีเหตุผลไปพร้อม ๆ กับกระบวนการ นักเรียน

2. ยุทธวิธีในการใช้อุปกรณ์ ตัวอย่าง หรือการร่าง บ่อยครั้งที่ปัญหาข้อหนึ่งสามารถแก้ได้ดีเมื่อมีความเข้าใจโดยการวาดรูป หรือร่างรูป พับแผ่นกระดาษ ตัดเส้นเชือก หรือใช้อุปกรณ์ง่าย ๆ ทัวไปที่มีอยู่แล้วให้เกิดประโยชน์ ยุทธวิธีนี้ ทำให้นักเรียนเห็นเป็นสภาพจริง ช่วยกระตุ้นให้สนใจในปัญหา

3. ยุทธวิธีในการค้นหารูปแบบ การค้นหารูปแบบแล้วรูปทั่วไปเป็นยุทธวิธีแก้ปัญหามีประสิทธิภาพ ครูจำเป็นต้องค้นหาปัญหาที่เหมาะสมที่จะสร้างความสนใจให้นักเรียน และกระตุ้นนักเรียนให้ใช้ยุทธวิธีนี้ให้เป็นประโยชน์

4. ยุทธวิธี การแสดงออกมา ปัญหาบางข้อแก้ได้ดีที่สุดโดยการใช้ยุทธวิธีแสดงสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องนั้นออกมาจริง ๆ วิธีการเช่นนี้ทำให้นักเรียนกลายเป็นผู้มีส่วนร่วมอย่างมีชีวิตชีวา มากกว่าเป็นผู้นั่งดูอยู่คนเดียว และยังช่วยให้นักเรียนมองเห็นและเข้าใจความหมายของปัญหา ปัญหาปกติทั่วไปหลายข้อในพีชคณิตเบื้องต้นที่เกี่ยวกับ เวลา อัตรา และระยะทาง เหมาะสมกับใช้ยุทธวิธีการแสดงออกมาเป็นอย่างยิ่ง ซึ่งไม่เพียงแต่ทำให้มองเห็นรายละเอียดของปัญหาได้ชัดเจนขึ้น แต่ยังช่วยในการสอนด้วย

5. ยุทธวิธีการทำรายการ ตาราง หรือแผนภูมิ ปัญหาที่เกี่ยวกับการใช้รายการ ตาราง และแผนภูมิ ครูควรช่วยให้นักเรียนอ่านโจทย์แล้วสร้างรายการ ตาราง หรือแผนภูมิตามที่โจทย์กำหนด

อัมพร ม้าคนอง (2559, น. 44-45) กล่าวถึงกลวิธีในการแก้ปัญหาวัวว่า การแก้ปัญหาคณิตศาสตร์แต่ละปัญหา อาจใช้วิธีการที่แตกต่างกันด้วยกลวิธีแก้ปัญหาก็เป็นเครื่องมือที่จะช่วยให้นักเรียนคิด และแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ได้สำเร็จ กลวิธีการแก้ปัญหามีอยู่หลากหลาย ดังนี้

1. การลองผิดลองถูก (Trial and Error) เป็นวิธีที่นักเรียนมักใช้กับปัญหาที่สามารถจะทดสอบคำตอบได้ แม้จะเป็นวิธีที่ไม่แน่นอนว่าจะได้คำตอบช้าหรือเร็ว แต่ก็ เป็นวิธีที่นักเรียนสามารถทำได้สะดวก

2. การวาดภาพ (Picture) บางครั้งการวาดภาพประกอบก็ทำให้นักเรียนเข้าใจความซับซ้อนและบริบทของปัญหาง่ายขึ้น หรือทำให้ปัญหาที่เป็นนามธรรมเป็นรูปธรรมมากขึ้น

3. การสร้างโมเดล (Model) เป็นวิธีการแก้ปัญหโดยใช้การจำลองโมเดลของปัญหา เช่น การใช้สมการหรือกราฟสร้างโมเดล

4. การค้นหารูปแบบ (Pattern) ปัญหาบางอย่างมีรูปแบบ การค้นหารูปแบบทั่วไปของปัญหาอาจทำให้พบความสัมพันธ์บางอย่าง และอาจมีประโยชน์ในการหาคำตอบ

5. การสร้างรายการ ตาราง และแผนภูมิ (List, Table and Chart) การจัดระบบหรือค้นหาความสัมพันธ์ของข้อมูลโดยใช้ตารางหรือแผนภูมิอาจทำให้นักเรียนเข้าใจปัญหาชัดเจนมากขึ้น และอาจทำให้การแก้ปัญหาง่ายขึ้น

6. การทำงานย้อนกลับ (Working Backward) เป็นการแก้ปัญหาโดยเริ่มต้นจากคำตอบที่ต้องการแล้วมองย้อนกลับไปหาข้อมูลหรือวิธีการแก้ปัญหาก่อนหน้า เพื่อจะตัดสินใจว่าจะต้องใช้ข้อมูลหรือทำงานอะไรก่อน

7. การใช้ปัญหาที่คุ้นเคย และง่ายกว่า (Familiar and Simpler Problem) เป็นการแก้ปัญหาให้อยู่ในรูปแบบที่เคยแก้ได้ หรือสามารถใช้วิธีแก้ปัญห่อื่นที่ง่ายกว่า

8. การใช้เหตุผลเชิงตรรกะ (Logical Reasoning) เป็นการแก้ปัญหาโดยใช้หลักการที่เป็นเหตุเป็นผล และไม่เกิดข้อขัดแย้ง เนื่องจากปัญหาคณิตศาสตร์บางอย่างไม่เกี่ยวข้องกับการคำนวณ แต่ต้องใช้เหตุผลในการคิด เช่น การเปรียบเทียบปริมาตรของภาชนะ การเรียงลำดับขั้นตอนการทำงาน เป็นต้น

กลวิธีแต่ละกลวิธีข้างต้น อาจเหมาะสมกับบางปัญหา แต่ไม่สามารถใช้ได้กับบางปัญหา การเลือกใช้จึงควรพิจารณาว่า กลวิธีนั้น ๆ ช่วยให้ตนเองเข้าใจปัญหา และมองเห็นแนวทางการแก้ปัญหามากขึ้นหรือไม่

มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช สาขาวิชาศึกษาศาสตร์ (2536, น. 25-76) บรรยายถึงกลยุทธ์วิธีในการปัญหาทางคณิตศาสตร์ไว้ทั้งหมด 10 ยุทธวิธี ดังต่อไปนี้

1. ยุทธวิธีเดาและตรวจสอบ เป็นยุทธวิธีพื้นฐานที่มักนำมาใช้แก้ปัญหาย่อยเสมอ โดยเฉพาะในระดับประถมศึกษา นักเรียนใช้ยุทธวิธีนี้น้อย ๆ เช่น ในการหารยาว นักเรียนต้องเดาผลหาร แล้วลองนำผลหารนั้นไปคูณกับตัวหาร ตรวจสอบผลคูณว่า มากกว่าตัวตั้ง หรือ น้อยกว่าตัวตั้งเกินไปหรือไม่ เมื่อตรวจสอบแล้วก็ปรับผลหารให้เหมาะสม จนกระทั่งได้ผลหารที่ถูกต้อง

2. ยุทธวิธีเขียนภาพ แผนภูมิ และสร้างแบบจำลอง ช่วยให้เห็นปัญหาอย่างเป็นรูปธรรม ทำให้ผู้แก้ปัญหาเกิดความรู้สึกว่าได้สัมผัสกับตัวปัญหานั้นอย่างแท้จริง การเขียนภาพ แผนภูมิ และสร้างแบบจำลองช่วยให้ผู้แก้ปัญหาทำความเข้าใจเกี่ยวกับปัญหาได้ง่ายขึ้น นอกจากนี้ยังช่วยให้ผู้แก้ปัญหาสามารถกำหนดแนวทางการวางแผนการแก้ปัญหาได้อย่างชัดเจนอีกด้วย

2.1 ยุทธวิธีเขียนภาพ คำกล่าวที่ว่าภาพเพียงภาพเดียวมีค่ามากกว่าคำ 1,000 คำ สามารถนำมาใช้ได้ดีในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ การเขียนภาพเพื่อแสดงข้อมูล แสดงความสัมพันธ์ของข้อมูลที่กำหนดไว้ในปัญหาช่วยให้ผู้แก้ปัญหาทำความเข้าใจกับปัญหาได้รวดเร็ว

ชัดเจน เกิดแนวคิดในการแก้ปัญหา โดยเฉพาะปัญหาเกี่ยวกับรูปเรขาคณิต อาจจำเป็นต้องใช้การเขียนภาพในขั้นตอนการดำเนินการแก้ปัญหาตลอดจนในขั้นตรวจสอบคำตอบ

2.2 ยุทธวิธีเขียนแผนภูมิ มีปัญหาหลายแบบที่ไม่จำเป็นต้องเขียนภาพที่คล้ายของจริงแสดงสถานการณ์ของปัญหา เราเพียงแต่เขียนแผนภูมิแสดงสาระสำคัญของปัญหาก็เพียงพอแล้ว การเขียนแผนภูมิมีประโยชน์เช่นเดียวกับการเขียนภาพ กล่าวคือ นอกจากจะช่วยให้มองเห็นปัญหาเป็นรูปธรรมมากยิ่งขึ้นแล้ว ยังช่วยเพิ่มความชัดเจนในการทำความเข้าใจกับปัญหาอีกด้วย โดยใช้ยุทธวิธีการเขียนแผนภูมิในการแก้ปัญหาทำได้ 2 ลักษณะ คือ ใช้เพื่อแจกแจงกรณีที่เป็นไปได้ และ ใช้เพื่อแสดงสาระสำคัญของปัญหา

2.3 ยุทธวิธีการสร้างแบบจำลอง คล้ายกับการเขียนภาพและแผนภูมิ คือทำให้ปัญหามีความชัดเจน การสร้างแบบจำลองเพื่อแสดงความเป็นรูปธรรม สามารถจับต้องได้ เคลื่อนไหวได้ เพื่อแสดงสถานการณ์ของปัญหา รวมถึงการใช้สื่อนั้นในการแก้ปัญหา

3. ยุทธวิธีสร้างตาราง เราสามารถใช้ตารางแสดงข้อมูลให้เป็นระบบระเบียบ ช่วยให้มองเห็นความเกี่ยวข้อง ความสัมพันธ์ของข้อมูลได้ชัดเจนมากขึ้น อันจะนำไปสู่การหาคำตอบของปัญหา โดยการใช้กลยุทธ์สร้างตารางมีประเด็นที่ควรพิจารณาดังนี้

3.1 สร้างตารางเพื่อแสดงกรณีต่าง ๆ ที่เป็นไปได้ทั้งหมด กรณีต่าง ๆ เหล่านี้ได้จากการขยายความข้อมูลที่กำหนดไว้ในปัญหา ซึ่งกรณีต่าง ๆ จะต้องมีการจำกัดจึงจะสามารถพิจารณาทุกกรณีที่เป็นไปได้

3.2 สร้างตารางเพื่อแสดงกรณีที่เป็นไปได้บางกรณี ปัญหาบางปัญหาไม่จำเป็นต้องแสดงกรณีต่าง ๆ ที่เป็นไปได้ทั้งหมด เพียงแต่แสดงบางกรณีที่ผู้แก้ปัญหาคาดเดาจะนำไปสู่คำตอบปัญหาก็เพียงพอแล้ว เป็นการใช้อยุทธวิธีตารางเพื่อใช้ผสมผสานกับยุทธวิธีเดาและตรวจสอบ

3.3 สร้างตารางเพื่อค้นหาความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูล 2 ชุด (หรือมากกว่า) โดยสร้างเป็นตารางสองทางแล้วพิจารณาขยายความสัมพันธ์ในกรณีที่เป็นไปไม่ได้ออกไป เพื่อให้เหลือจำนวนกรณีที่เป็นไปได้น้อยลง ทำให้ง่ายในการพิจารณาเพื่อนำไปสู่คำตอบของปัญหา

3.4 สร้างตารางเพื่อค้นหารูปแบบทั่วไปของความสัมพันธ์ ข้อมูลที่แสดงอย่างเป็นระเบียบในตาราง จะช่วยให้ผู้แก้ปัญหาใช้กระบวนการคิดแบบอุปนัย สร้างรูปแบบทั่วไปของความสัมพันธ์ของข้อมูลที่ปัญหากำหนดให้ได้ ซึ่งจะต้องมีการตรวจสอบยืนยันว่ารูปแบบทั่วไปนี้เป็นจริง โดยกระบวนการนิรนัย ก่อนที่จะนำไปใช้ต่อไป

4. ยุทธวิธีใช้ตัวแปร การใช้ตัวแปรแทนจำนวนที่ไม่ทราบค่าเป็นวิธีการแก้ปัญหาอย่างหนึ่งที่ใช้กันในวิชาพีชคณิต ผู้แก้ปัญหาสามารถสร้างความสัมพันธ์ของข้อมูลต่าง ๆ ที่ปัญหากำหนดกับตัวแปรที่สมมติขึ้น และในปัญหาบางปัญหาสามารถสร้างความสัมพันธ์ตามเงื่อนไขที่ปัญหา

กำหนดให้อยู่ในรูปสมการได้ ยุทธวิธีใช้ตัวแปรสามารถนำมาใช้ในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ได้ 2 ลักษณะ คือ

4.1 ใช้ตัวแปรสร้างความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูล แล้วพิจารณาหาคำตอบของปัญหาจากความสัมพันธ์ที่สร้างขึ้น

4.2 สร้างสมการ ความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลต่าง ๆ ของปัญหาในรูปแบบการเท่ากัน สามารถสร้างสมการที่สอดคล้องกับปัญหานั้นได้ การหาคำตอบทำโดยแก้สมการหรือพิจารณาคำตอบจากสมการนั้น

5. ยุทธวิธีค้นหารูปแบบ เป็นยุทธวิธีที่สำคัญมากในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์เหมาะที่จะนำมาใช้แก้ปัญหเกี่ยวกับรูปแบบของจำนวน ผู้แก้ปัญหจะต้องศึกษาข้อมูลที่มีอยู่และวิเคราะห์ค้นหาความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลเหล่านั้น และคาดเดาคำตอบ ซึ่งอาจเป็นคำตอบที่ถูกต้องหรือไม่ถูกต้องก็ได้ จากปัญหาเดียวกัน ข้อมูลชุดเดียวกัน ผู้แก้ปัญหแต่ละคน อาจค้นพบคำตอบที่แตกต่างกันก็ได้

6. ยุทธวิธีแบ่งเป็นกรณี ปัญหาคณิตศาสตร์หลายปัญหาสามารถแก้ปัญหได้ง่ายขึ้น เมื่อแบ่งเป็นกรณี มากกว่า 1 กรณี ซึ่งในแต่ละกรณีจะมีความชัดเจนมากขึ้น เมื่อแก้ปัญหของแต่ละกรณีเสร็จแล้ว นำคำตอบของทุกกรณีที่ได้นำมาพิจารณาร่วมกัน จึงจะได้ภาพรวมซึ่งเป็นคำตอบของปัญหาเริ่มต้น

7. ยุทธวิธีใช้การให้เหตุผลทางตรง มักพบอยู่ตลอดเวลาในการแก้ปัญหโดยผู้แก้ปัญหามักใช้ร่วมกับยุทธวิธีอื่น ๆ ข้อความที่เกี่ยวข้องกับการให้เหตุผลทางตรง มักอยู่ในรูป “ถ้า A แล้ว B” โดยที่ข้อความ A เป็นเหตุบังคับให้เกิดข้อความ B การใช้เหตุผลทางตรงการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์เป็นการใช้ข้อมูลที่ปัญหากำหนดให้ ประมวลผลเข้ากับความรู้ และประสบการณ์ที่ผู้แก้ปัญหามีอยู่แล้วให้เหตุผลนำไปสู่คำตอบของปัญหาที่ต้องการ ปัญหาที่ใช้ยุทธวิธีนี้อาจไม่มีการคำนวณเลยก็ได้ แต่เป็นการเน้นการให้เหตุผล

8. ยุทธวิธีใช้การให้เหตุผลทางอ้อม ปัญหาคณิตศาสตร์บางปัญหาไม่ถนัดที่จะแก้ปัญหโดยการใช้การให้เหตุผลทางตรง ในกรณีเช่นนี้การใช้เหตุผลทางอ้อมนับว่าเป็นวิธีทางที่ดีที่สุดวิธีหนึ่งที่จะนำมาใช้แก้ปัญห ในการใช้การให้เหตุผลทางอ้อมเพื่อแสดงว่าเงื่อนไข “A” เป็นจริง ทำได้โดยสมมติว่าเงื่อนไข “not A” เป็นจริง หลังจากนั้นหาเหตุผลมาแสดงว่าเป็นไปไม่ได้ที่จะ “not A” เป็นจริง ดังนั้นจึงสรุปได้ว่า “A” เป็นจริง ปัญหาที่ใช้การเหตุผลทางอ้อมมักเป็นปัญหาให้พิสูจน์สำหรับปัญหาให้ค้นหาจะใช้การให้เหตุผลโดยการพิสูจน์เพื่ออธิบายคำตอบของปัญหา

9. ยุทธวิธีทำย้อนกลับ ปัญหาบางปัญหาสามารถแก้ได้ง่ายกว่า ถ้าเริ่มต้นแก้ปัญหโดยพิจารณาจากผลลัพธ์สุดท้ายแล้วมองย้อนกลับมาสู่ตัวปัญหาอย่างมีขั้นตอน ยุทธวิธีมองย้อนกลับ

ใช้กระบวนการคิดวิเคราะห์โดยพิจารณาจากผลย้อนกลับไปหาเหตุ ซึ่งจะต้องหาเงื่อนไขเชื่อมโยงระหว่างสิ่งที่ต้องการหากับสิ่งที่กำหนดให้

10. ยุทธวิธีสร้างปัญหาขึ้นมาใหม่ ปัญหาบางปัญหาก็แก้ปัญหานั้นเลยโดยตรง อาจจะได้ยาก การสร้างปัญหาขึ้นมาใหม่ให้เกี่ยวข้องกับปัญหาเดิม แล้วศึกษาวิธีการแก้ปัญหามาจากปัญหาใหม่ที่สร้างขึ้นนี้เป็นวิธีหนึ่งที่จะช่วยให้เกิดแนวคิดในการแก้ปัญหาเริ่มต้น ปัญหาที่สร้างขึ้นใหม่อาจสร้างให้ครอบคลุมปัญหาเดิมทั้งหมด หรือสร้างขึ้นใหม่เพียงบางส่วนของปัญหาเดิมก็ได้ ยุทธวิธีแก้ปัญหามาโดยการสร้างปัญหาขึ้นมาใหม่แบ่งออกเป็น 3 ลักษณะ คือ

10.1 ยุทธวิธีนี้ถึงปัญหาที่สัมพันธ์กัน ผู้แก้ปัญหามีความสามารถในการนึกถึงปัญหาที่เกี่ยวข้องกับปัญหาที่กำลังเผชิญอยู่ เป็นความสามารถที่ผู้แก้ปัญหามองเห็นโครงสร้างทางคณิตศาสตร์ (mathematical structure) กับปัญหาที่ผู้แก้ปัญหากำลังเผชิญอยู่ ผู้แก้ปัญหามีลักษณะเช่นนี้ได้ต้องผ่านการฝึกฝนที่มากพอ จนกระทั่งมองเห็นโครงสร้างทางคณิตศาสตร์ของปัญหาต่าง ๆ อย่างชัดเจน แล้วใช้เป็นตัวเชื่อมโยงความสัมพันธ์ของปัญหาเหล่านั้นด้วยกัน

10.2 ยุทธวิธีแก้ปัญหาย่อยกว่า ปัญหาที่มีความยุ่งยากซับซ้อน ถ้าหาคำตอบจากตัวปัญหานั้นตรง ๆ อาจทำได้ยาก เมื่อใช้ยุทธวิธีมองปัญหาย่อยกว่า โดยการสร้างปัญหาใหม่ที่ง่ายกว่า ย่อยกว่าแต่มีความสัมพันธ์ มีโครงสร้างเช่นเดียวกันกับปัญหาเริ่มต้น กระบวนการที่ใช้ในการแก้ปัญหามาใหม่ จะทำให้ผู้แก้ปัญหามองเห็นแนวทางในการแก้ปัญหามาเริ่มต้นได้

10.3 ยุทธวิธีกำหนดเป้าหมายรอง ภายใต้ความพยายามวางแผนสำหรับการแก้ปัญหามาปัญหา กลับกลายเป็นว่าปัญหานั้นสามารถแก้ได้ ถ้าสามารถค้นหาคำตอบจากปัญหาที่ง่ายกว่าหรือคุ้นเคยกว่าได้ ในกรณีเช่นนี้ การหาคำตอบของปัญหาที่ง่ายกว่าจะกลายเป็นเป้าหมายรองที่นำไปถึงเป้าหมายหลักของการแก้ปัญหามาเริ่มต้นที่กำหนด

จากการศึกษากลยุทธ์ในการแก้ปัญหามา ผู้วิจัยสรุปได้ว่า กลยุทธ์ในการแก้ปัญหามาสามารถแบ่งออกเป็นกลยุทธ์ต่าง ๆ คือ 1) กลยุทธ์การใช้ภาพหรือแบบจำลอง 2) กลยุทธ์การประมาณค่า 3) กลยุทธ์การทำย้อนกลับ 4) กลยุทธ์การใช้แบบรูป 5) กลยุทธ์การเขียนเป็นประโยคสัญลักษณ์ และ 6) กลยุทธ์การลองผิดลองถูก

3.7 แนวทางการส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหามาทางคณิตศาสตร์

ในการส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหามาทางคณิตศาสตร์ สามารถทำได้หลากหลายวิธี ขึ้นอยู่กับลักษณะของนักเรียน และบริบทภายนอก โดยนักการศึกษาแต่ละท่านอธิบายการส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหามาไว้ดังนี้

อัมพร ม้าคนอง (2559, น. 47) กล่าวถึง การพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหามาไว้ว่า การพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหามาให้นักเรียน สามารถสรุปเป็น 3 แนวทาง ดังนี้

1. การสอนผ่านการแก้ปัญหา (Teaching via Problem Solving) เป็นการสอนความรู้หรือการพัฒนาทักษะใด ๆ โดยใช้ปัญหาเป็นสื่อหรือเครื่องมือในการเรียนรู้ เช่น การให้ปัญหาคณิตศาสตร์เพื่อให้นักเรียนวิเคราะห์แก้ปัญหา และเรียนรู้สิ่งใหม่

2. การสอนให้แก้ปัญหา (Teaching for Problem Solving) เป็นการสอนที่เน้นการฝึกให้นักเรียนใช้กระบวนการแก้ปัญหากับปัญหาที่หลากหลาย และมีโครงสร้างแตกต่างกัน เพื่อให้เกิดประสบการณ์ในการแก้ปัญหามากพอที่จะสามารถนำไปประยุกต์ใช้

3. การสอนกระบวนการแก้ปัญหา (Teaching about Problem Solving) เป็นการสอนให้นักเรียนเข้าใจและเรียนรู้เกี่ยวกับกระบวนการแก้ปัญหา เทคนิค และกลวิธีการแก้ปัญหา เช่น การสอนกระบวนการแก้ปัญหของ Polya กระบวนการแก้ปัญหา DAPIC ที่บูรณาการกระบวนการแก้ปัญหทางวิทยาศาสตร์กับคณิตศาสตร์

การแก้ปัญหาที่ดีมีกรรมถึงการวิเคราะห์และอภิปรายเกี่ยวกับคำตอบและวิธีการที่ใช้ว่าถูกต้องเหมาะสม หรือมีประสิทธิภาพเพียงใด และควรขยายไปถึงปัญหาลักษณะเดียวกันในสถานการณ์อื่น ๆ รวมทั้งให้โอกาสนักเรียนในการสร้างสถานการณ์หรือปัญหาใหม่บนฐานของปัญหาเก่า

สุคนธ์ สินธพานนท์ (2555, น. 112) เสนอแนวทางการส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ไว้ ดังนี้

1. ฝึกให้นักเรียนได้ทำงานหรือทำกิจกรรมอยู่เสมอ การทำงานหรือทำกิจกรรมจะช่วยสร้างประสบการณ์เพิ่มขึ้น และจะมีหนทางในการคิดแก้ปัญหามากขึ้น
2. ฝึกให้นักเรียนได้เรียนรู้จากการปฏิบัติจริง เมื่อครูได้ให้ความรู้แก่นักเรียนแล้ว ควรได้ทดลองปฏิบัติจริงด้วย หรือถ้าเรื่องนั้นไม่สามารถปฏิบัติได้ก็อาจให้แก้ปัญหาโดยการทดสอบความรู้นั้นด้วยการค้นคว้าข้อมูลจากแหล่งต่าง ๆ เป็นการฝึกให้นักเรียนคิดแก้ปัญหา
3. ฝึกให้นักเรียนเป็นผู้มีเหตุผล ให้มีความเชื่อมั่น
4. ฝึกให้นักเรียนรู้จักวิจารณ์ กำหนดวิธีการคิดแก้ปัญหด้วยการวิเคราะห์ วิจารณ์ปัญหา โดยกำหนดวิธีการวิเคราะห์ วิจารณ์ออกเป็นขั้นๆ ได้แก่ การกำหนดปัญหา รวบรวมข้อเท็จจริง ตั้งสมมติฐาน ทดสอบสมมติฐาน และประเมินผล
5. ฝึกให้นักเรียนรู้จักการวิเคราะห์ สังเคราะห์ และฝึกให้รู้จักออกความคิดเห็น การฝึกให้นักเรียนได้แสดงความคิดเห็นอยู่เสมอ จะช่วยให้นักเรียนได้ฝึกการใช้ความคิดของตนเอง แต่ครูจะต้องช่วยเหลืออยู่เสมอ เพราะนักเรียนอาจแสดงความคิดเห็นในสิ่งที่ไม่ถูกต้องก็ได้
6. จัดสิ่งเร้า หรือมีการกระตุ้นที่ดี จัดสถานการณ์ใหม่ หรือเสนอปัญหาหรือประเด็นที่ท้าทายน่าสนใจ และมีวิธีการแก้ปัญหาได้หลายวิธีมาให้นักเรียนได้ฝึกฝนการแก้ปัญหา และปัญหาที่หยิบยกมาให้นักเรียนฝึกนั้น นักเรียนต้องยังไม่เคยประสบมาก่อน และอยู่ในวิสัยที่นักเรียนจะสามารถ

แก้ปัญหาก็ได้ การฝึกแก้ปัญหานั้นครูควรได้ชี้แนะให้นักเรียนตีปัญหาให้แตกก่อน ถ้าเป็นปัญหาใหญ่ก็แตกเป็นปัญหาย่อย ๆ แล้วคิดแก้ปัญหาย่อยแต่ละปัญหา การฝึกฝนให้นักเรียนแก้ปัญหาใด ๆ ก็ตาม ครูไม่ควรบอกวิธีแก้ปัญหาก็ได้

7. จัดบรรยากาศการเรียนรู้ หรือจัดสิ่งแวดล้อมซึ่งเป็นสภาพภายนอกของนักเรียน เป็นไปในทางเปลี่ยนแปลงได้ เพื่อให้นักเรียนมีความรู้สึกว่าเขาสามารถคิดค้นเปลี่ยนแปลงอะไรได้บ้าง มีอิสระในการคิด กล้าคิด กล้าแสดงออก

กล่าวได้ว่า ในการจัดการเรียนรู้ให้นักเรียนรู้จักคิดแก้ปัญหานั้น ควรให้นักเรียนได้ฝึกกระบวนการคิดแก้ปัญหาย่อยๆ ด้วยวิธีการที่หลากหลาย จัดบรรยากาศให้เอื้อต่อการคิดแก้ปัญหาก็ได้ อีกทั้งควรฝึกให้นักเรียนมีความเชื่อมั่นในตนเองอย่างมีเหตุผล

วิชย พาณิชยสว (2546, น. 94) เชื่อว่า ครูน่าจะเป็นบุคคลที่มีบทบาทสำคัญที่สุดใน การพัฒนาความสามารถด้านการแก้ปัญหาด้านคณิตศาสตร์ของนักเรียน เมื่อครูเริ่มต้น แนวโน้มที่ ผู้ปกครองจะปฏิบัติตามเพื่อสนองตอบแนวการสอนของครูก็จะตามมา แนวทางพัฒนาความสามารถ ในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน มีประเด็นที่สำคัญอยู่คือครูต้องพัฒนาโจทย์ ปัญหา แทรกเข้าไปในการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ ในช่วงเวลาและสถานการณ์ที่เหมาะสม เมื่อ โจทย์ปัญหาได้รับการพัฒนา กระบวนการเรียนการสอนก็จะพัฒนาตามไปด้วยไม่ว่าจะเป็นพฤติกรรม การสอนของครู รวมทั้งการวัดและการประเมินผลก็จะมีผลหลากหลายมากยิ่งขึ้น อีกทั้งโจทย์ ปัญหาในหนังสือเรียนที่นักเรียนใช้เป็นแบบฝึกหัด หลังจบการเรียนรู้เนื้อหาสาระในแต่ละเรื่องนั้นยังม ีความสำคัญ และจำเป็นต่อการเรียนการสอนคณิตศาสตร์อยู่ เพราะเป็นแบบฝึกพื้นฐานที่จะช่วย ให้นักเรียนมีความคิดรวบยอด และทักษะการคิดคำนวณที่ดี

จากการศึกษาแนวทางการส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาด้านคณิตศาสตร์ ผู้วิจัย สรุปได้ว่า การส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหานักเรียนสามารถทำได้โดยการให้นักเรียนฝึก กระบวนการแก้ปัญหาย่อยๆ ฝึกทำโจทย์จำนวนมาก ๆ เพื่อให้เกิดความชำนาญ ครูนำเสนอโจทย์ ปัญหาที่หลากหลายเพื่อพัฒนาศักยภาพนักเรียนให้สูงขึ้น ฝึกให้นักเรียนวิเคราะห์กระบวนการ แก้ปัญหาในแต่ละวิธีที่เลือกใช้

3.8 การวัดและประเมินผลความสามารถในการแก้ปัญหาด้านคณิตศาสตร์

การวัดและประเมินผลที่ดีควรมีการวางแผนที่เป็นลำดับขั้นตอนชัดเจน อีกทั้งใน การสร้างเครื่องมือในการวัด ต้องตอบสนองจุดประสงค์หรือพฤติกรรมที่ต้องการวัด ผู้วิจัยศึกษา เอกสารที่เกี่ยวข้อง โดยแบ่งออกเป็น 3 หัวข้อ ดังนี้

3.8.1 จุดประสงค์ของการวัดผลประเมินผลคณิตศาสตร์

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2555, น. 10-11) กล่าวถึง จุดประสงค์ของการวัดผลประเมินผลคณิตศาสตร์ไว้ ดังนี้

การวัดผลประเมินผลคณิตศาสตร์ในปัจจุบันนี้มุ่งเน้นการประเมินตามสภาพจริงด้วยการวัดและการประเมินเกี่ยวกับสมรรถภาพที่เกิดขึ้นจริงหรือที่ใกล้เคียงกับสภาพจริง รวมทั้งการประเมินเกี่ยวกับสมรรถภาพของนักเรียนเพิ่มเติมจากความรู้ที่ได้จากการท่องจำ โดยใช้วิธีการประเมินที่หลากหลายจากการที่นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติจริง ได้เผชิญกับปัญหาหรือสถานการณ์ที่เป็นจริงหรือสถานการณ์จำลอง ได้แก่ปัญหา สืบค้นและนำความรู้ไปใช้ รวมทั้งแสดงออกทางความคิด การวัดผลประเมินผลดังกล่าวมีจุดประสงค์สำคัญดังนี้

1. เพื่อตรวจสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและตัดสินผลการเรียนรู้ตามสาระการเรียนรู้ มาตรฐานการเรียนรู้ และผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง ว่านักเรียนได้เรียนรู้ตามผลการเรียนรู้ที่คาดหวังหรือไม่ เพื่อจะได้จำผลจากการตรวจสอบไปปรับปรุงและพัฒนาให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ที่ดียิ่งขึ้น
2. เพื่อวินิจฉัยความรู้ทางคณิตศาสตร์และทักษะที่นักเรียนจำเป็นต้องใช้ในชีวิตประจำวัน เช่น ความสามารถในการแก้ปัญหา การสืบค้น การให้เหตุผล การสื่อสาร การสื่อความหมาย การนำความรู้ไปใช้ การคิดสร้างสรรค์ การควบคุมกระบวนการคิด และนำผลที่ได้จากการวินิจฉัยนักเรียนไปใช้เป็นแนวทางในการจัดการเรียนรู้ให้เหมาะสม
3. เพื่อรวบรวมข้อมูลและจัดทำข้อมูลสารสนเทศด้านการจัดการเรียนรู้ โดยใช้ข้อมูลจากการประเมินผลที่ได้ในการสรุปผลการเรียนของนักเรียนและเป็นข้อมูลย้อนกลับแก่นักเรียนหรือผู้เกี่ยวข้องตามความเหมาะสม รวมทั้งนำข้อมูลสารสนเทศไปใช้วางแผนบริหารการจัดการศึกษาของสถานศึกษา

การกำหนดจุดประสงค์ของการวัดผลประเมินผลอย่างชัดเจน จะช่วยให้เลือกใช้วิธีการและเครื่องมือวัดผลได้อย่างมีประสิทธิภาพ สามารถวัดได้ในสิ่งที่ต้องการวัดและนำผลที่ได้ไปใช้งานได้จริง

3.8.2 ขั้นตอนการสร้างเครื่องมือวัดผลประเมินผลคณิตศาสตร์

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2555, น. 17-23) แบ่งขั้นตอนการสร้างเครื่องมือวัดผลประเมินผลคณิตศาสตร์ไว้ 3 ระยะ ดังนี้

ระยะที่ 1 ขั้นตอนการวางแผน การวางแผนสร้างเครื่องมือในการวัดผลประเมินผลเป็นขั้นตอนแรกและมีความสำคัญมาก เนื่องจากการวางแผนที่ดีจะช่วยให้สร้างเครื่องมือที่มีเนื้อหาสาระและผลการเรียนรู้ที่คาดหวังที่เหมาะสมและอยู่ในกรอบของมาตรฐานการเรียนรู้ของหลักสูตร ซึ่งจะส่งผลให้เครื่องมือที่สร้างขึ้นมีคุณภาพ ขั้นตอนการวางแผนมีดังนี้

1. การศึกษาหลักสูตรและมาตรฐานการเรียนรู้ การศึกษาหลักสูตรและมาตรฐานการเรียนรู้ ช่วยให้สามารถกำหนดกรอบแนวคิดของเนื้อหาสาระและผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง

ที่เหมาะสมในแต่ละระดับชั้นเนื่องจากเนื้อหาสาระที่ปรากฏในมาตรฐานการเรียนรู้ จะมุ่งเน้นการวัดระดับความรู้ คาคคิด การแก้ปัญหา หรือการประยุกต์ใช้ที่แตกต่างกัน

2. การวิเคราะห์พฤติกรรมที่ต้องการวัดการวิเคราะห์พฤติกรรมที่ต้องการวัดสามารถพิจารณาได้โดยตรงจากมาตรฐานการเรียนรู้ เนื่องจากมาตรฐานการเรียนรู้จะประกอบด้วยกรอบเนื้อหาสาระโดยทั่วไป ระดับพฤติกรรมที่สามารถวัดได้ประกอบด้วยความรู้ความจำ ความเข้าใจ การนำไปใช้ การวิเคราะห์การสังเคราะห์ การประเมินค่า ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ และคุณลักษณะอันพึงประสงค์ รวมทั้งสามารถประเมินสมรรถภาพ และทักษะการคิดไปพร้อมกันได้ด้วย

3. การกำหนดน้ำหนักความสำคัญของเนื้อหาและพฤติกรรมที่ต้องการวัดการกำหนดน้ำหนักความสำคัญของเนื้อหาและพฤติกรรมที่ต้องการวัดเป็นขั้นตอนที่ต้องทำก่อนลงมือสร้างเครื่องมือวัดผลประเมินผล เพื่อเป็นการกำหนดความสำคัญของเนื้อหาและระดับพฤติกรรมที่ระบุไว้ในมาตรฐานการเรียนรู้ เนื่องจากเนื้อหาในสาระการเรียนรู้ของแต่ละระดับชั้นมีความสำคัญไม่เท่ากัน

4. การเลือกชนิดของเครื่องมือวัดเครื่องมือวัดผลประเมินผลมีอยู่หลากหลาย การที่จะเลือกใช้เครื่องมือลักษณะใดนั้น ขึ้นอยู่กับพฤติกรรมที่ต้องการวัด ระดับของนักเรียน ผู้ประเมิน การนำไปใช้เป็นรายบุคคลหรือรายกลุ่ม การเลือกเครื่องมือที่เหมาะสมจะช่วยให้วัดในสิ่งที่ต้องการได้ใกล้เคียงกับความเป็นจริง ซึ่งจะทำให้ผลการประเมินที่ได้มีความน่าเชื่อถือมากขึ้น

ระยะที่ 2 ขั้นตอนการสร้าง หลังจากได้วางแผนการสร้างเครื่องมือแล้ว ขั้นตอนถัดไปเป็นการสร้างหรือจัดทำเครื่องมือลักษณะต่าง ๆ ตามที่กำหนดไว้ รวมทั้งการตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือ และปรับปรุงเครื่องมือให้มีคุณภาพ ซึ่งมีขั้นตอนที่สำคัญ 3 ขั้นตอน ดังนี้

1. การออกแบบเครื่องมือ การสร้างเครื่องมือจะเริ่มด้วยการสร้างเครื่องมือฉบับร่าง เป็นการออกแบบเครื่องมือที่ใช้วัดพฤติกรรมของนักเรียน และการออกแบบการตรวจและประเมินพฤติกรรม รวมทั้งการกำหนดเกณฑ์การประเมิน การให้คะแนน การออกแบบแบบบันทึกคะแนน การกำหนดวิธีการแปลความหมายคะแนนที่ได้วางแผนไว้แล้ว

2. การตรวจสอบคุณภาพ หลังจากที่ได้เครื่องมือฉบับร่าง ควรมีการตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือในเบื้องต้นตามประเด็นที่ทำบันทึกไว้ และถ้าต้องการให้เครื่องมือมีความน่าเชื่อถือยิ่งขึ้น จำเป็นต้องมีการนำเครื่องมือไปทดลองใช้ก่อน โดยเลือกกลุ่มนักเรียนที่เป็นตัวแทนที่ดีของกลุ่มที่ใช้จริง ซึ่งคุณภาพของเครื่องมือมีหลายประการ ดังนี้

2.1 ความเที่ยงตรง (Validity) หมายถึง ความถูกต้องแม่นยำ หรือความตรงของเครื่องมือในการวัดในสิ่งที่ต้องการวัด ความเที่ยงตรงเป็นการวัดคุณภาพที่เกี่ยวข้องกับจุดมุ่งหมายสำคัญของการนำเครื่องมือไปใช้ ในการสร้างเครื่องมือจำเป็นต้องมีการตรวจสอบความเที่ยงตรง

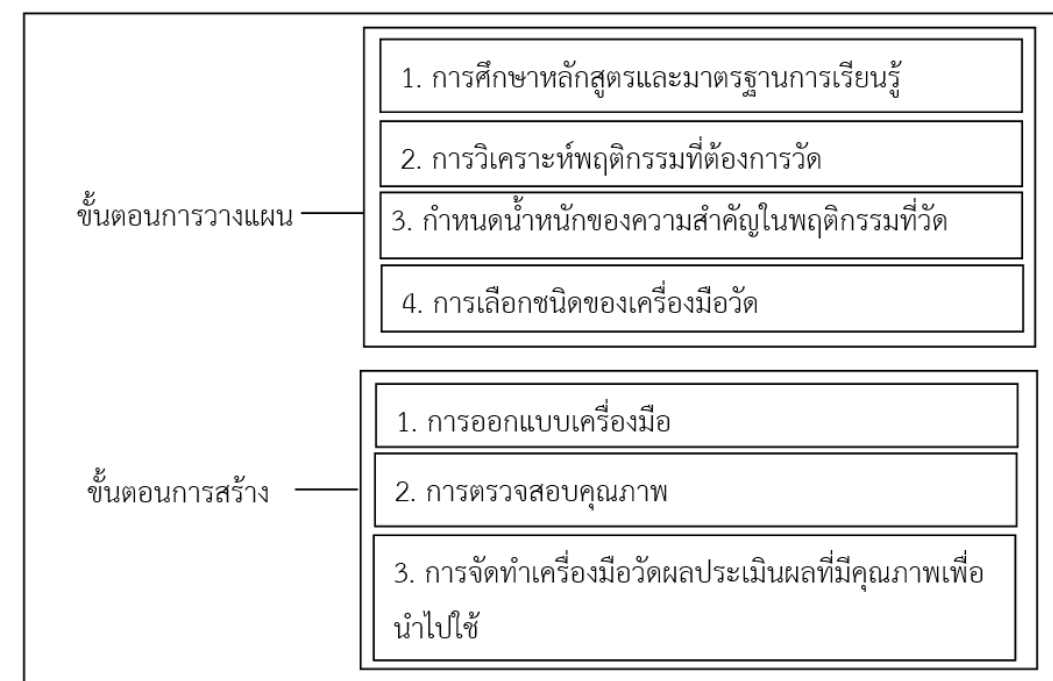
โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ความเที่ยงตรงตามเนื้อหา โดยให้ผู้เชี่ยวชาญเป็นผู้พิจารณาเนื้อหาและ
วัตถุประสงค์ของเครื่องมือที่ต้องการวัด

2.2 ความเชื่อมั่น (Reliability) หมายถึง ความคงเส้นคงวาของผลการวัด
จากเครื่องมือชนิดเดียวกันที่ทำการวัดซ้ำ แล้วได้ผลเหมือนเดิมหรือใกล้เคียงกับผลเดิมมากที่สุด
การตรวจสอบความเชื่อมั่นของเครื่องมือมีอยู่หลายประเภท ได้แก่ ความเชื่อมั่นเชิงความคงที่
ความเชื่อมั่นเชิงความเท่าเทียมกัน และความเชื่อมั่นเชิงความสอดคล้องภายใน

2.3 ความยาก (Difficulty) หมายถึง อัตราส่วนของจำนวนผู้ตอบถูกต้อง
จำนวนผู้ตอบทั้งหมด การหาค่าความยากเป็นวิธีตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือในระบบอิงกลุ่ม และ
มีลักษณะเป็นการวิเคราะห์รายข้อ ไม่ใช่เป็นการวิเคราะห์ภาพรวมทั้งฉบับ

2.4 อำนาจการจำแนก (Discrimination) หมายถึง ความสามารถในการ
การจำแนกกลุ่มผู้สอบออกเป็นกลุ่มเก่งและกลุ่มอ่อน การหาค่าอำนาจจำแนกเป็นวิธีตรวจสอบ
คุณภาพของเครื่องมือในระบบอิงกลุ่ม มีลักษณะเป็นการวิเคราะห์รายข้อ

ระยะที่ 3 การจัดทำเครื่องมือวัดผลประเมินผลที่มีคุณภาพเพื่อนำไปใช้ หลังจากมี
การหาคุณภาพของเครื่องมือ นำข้อมูลที่ได้มาปรับปรุงเครื่องมือให้มีคุณภาพ นอกจากนี้ยังต้องให้
ความสำคัญกับปัจจัยที่มีผลต่อความถูกต้องในการวัด เช่น ความชัดเจนของคำชี้แจงหรือคำสั่ง
การกำหนดเวลาในการตอบ เป็นต้น สามารถแสดงขั้นตอนวิธีการสร้างเครื่องมือในแต่ละระยะได้
ดังภาพประกอบที่ 14



ภาพประกอบ 14 แสดงขั้นตอนการสร้างเครื่องมือวัดผลประเมินผลคณิตศาสตร์

ที่มา : สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2555). ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์. พิมพ์ครั้งที่ 3. หน้า 17.

3.8.3 การประเมินผลการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2555, น. 127-131) กล่าวถึงเกณฑ์การประเมินผลการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ไว้ว่า การประเมินผลการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ควรมีรายการประเมินที่แสดงถึงขั้นตอนของการแก้ปัญหาและจะต้องกำหนดเกณฑ์การให้คะแนนที่มีรายละเอียดเพียงพอที่จะใช้ประเมินผลนักเรียน นอกจากนี้ควรมีการบันทึกเพิ่มเติมในกรณีที่นักเรียนแสดงถึงความสามารถในการมองปัญหาย้อนกลับ โดยการตรวจสอบขั้นตอนการแก้ปัญหาวិธีแก้ปัญหาและคำตอบที่ได้ ตลอดจนการขยายผลการแก้ปัญหให้อยู่ในรูปของหลักการทั่วไปได้

เกณฑ์การประเมินผลการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์สามารถพิจารณาได้จากรายการประเมิน 4 ประเด็นคือ 1. ความเข้าใจปัญหา 2. การเลือกยุทธวิธีการแก้ปัญหา 3. การใช้ยุทธวิธีการแก้ปัญหา และ 4. การสรุปคำตอบ ทั้งนี้อาจกำหนดเกณฑ์การประเมินผลแบบเกณฑ์รวมที่

พิจารณาขั้นตอนการแก้ปัญหาของนักเรียนในภาพรวม โดยกำหนดระดับคุณภาพเป็น 4 ระดับ ดังตัวอย่างต่อไปนี้

ตาราง 5 ตัวอย่างเกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

คะแนน/ความหมาย	เกณฑ์การพิจารณา
4 (ดีมาก)	- เข้าใจปัญหาได้ถูกต้องชัดเจน - เลือกวิธีการที่สามารถแก้ปัญหาได้ถูกต้อง เหมาะสม สอดคล้องกับปัญหา นำวิธีการแก้ปัญหาไปใช้ได้อย่างถูกต้อง และแสดงการแก้ปัญหาเป็นลำดับขั้นตอนได้อย่างชัดเจน - สรุปคำตอบได้ถูกต้อง สมบูรณ์
3 (ดี)	- เข้าใจปัญหาได้ถูกต้องชัดเจน - เลือกวิธีการที่สามารถแก้ปัญหาได้ถูกต้อง เหมาะสม สอดคล้องกับปัญหา นำวิธีการแก้ปัญหาไปใช้ได้อย่างถูกต้อง แต่การแสดงลำดับขั้นตอนการแก้ปัญหายังไม่ชัดเจน - สรุปคำตอบได้ถูกต้อง แต่ยังไม่สมบูรณ์
2 (พอใช้)	- เข้าใจปัญหาบางส่วนไม่ถูกต้อง - เลือกวิธีการที่สามารถแก้ปัญหาได้ถูกต้อง แต่ไม่เหมาะสมหรือไม่ครอบคลุมประเด็นของปัญหา นำวิธีการแก้ปัญหาไปใช้ได้ถูกต้อง แต่การแสดงลำดับขั้นตอนการแก้ปัญหายังไม่ชัดเจน - สรุปคำตอบได้ถูกต้องบางส่วน หรือสรุปคำตอบไม่ครบถ้วน
1 (ปรับปรุง)	- เข้าใจปัญหาบางส่วนไม่ถูกต้อง - เลือกวิธีการแก้ปัญหาไม่ถูกต้อง และนำวิธีการแก้ปัญหาไปใช้ไม่ถูกต้อง หรือไม่แสดงลำดับขั้นตอนการแก้ปัญหา - ไม่มีการสรุปคำตอบ หรือสรุปคำตอบไม่ถูกต้อง

ที่มา : สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2555). ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์. พิมพ์ครั้งที่ 3. หน้า 128.

การประเมินผลการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนในแต่ละครั้ง ผู้ประเมินอาจกำหนดน้ำหนักคะแนนของการแก้ปัญหาแตกต่างกันได้ตามความสำคัญของปัญหา และจะต้องนำผลการประเมินที่ได้แต่ละครั้งมาพิจารณา เพื่อสรุปผลการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน โดยอาจใช้ค่าร้อยละของคะแนนรวมที่ได้เปรียบเทียบกับเกณฑ์ที่ใช้สรุปผลการประเมิน ซึ่งแบ่งระดับคุณภาพออกเป็น 4 ระดับ และต้องมีการบันทึกลงในแบบบันทึกผลการประเมินแบบเกณฑ์รวมของการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ไว้ด้วย

แบบประเมินผลการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์									
ชื่อนักเรียน..... ชั้น ห้อง									
ครั้งที่	วัน/ เดือน/ปี	ลักษณะการทำงาน		คะแนนตามระดับคุณภาพ				น้ำหนัก คะแนน	คะแนนที่ได้ (คะแนนx น้ำหนัก)
		เดี่ยว	กลุ่ม	4	3	2	1		
1									
2									
.									
.									
.									
รวม									

ร้อยละของคะแนนรวม = $\frac{\text{คะแนนที่ได้รวม}}{(\text{น้ำหนักคะแนนรวม} \times 4)} \times 100 = \dots\dots\dots$

สรุประดับคุณภาพของผลงาน ☐ ดีมาก ☐ ดี ☐ พอใช้ ☐ ต้องปรับปรุง

ข้อเสนอแนะ/ปัญหาที่ควรแก้ไข

ลงชื่อผู้ประเมิน วันที่

ภาพประกอบ 15 แสดงแบบบันทึกผลการประเมินแบบเกณฑ์รวมของการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

ที่มา : สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2555). ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์. พิมพ์ครั้งที่ 3. หน้า 129.

ในกรณีที่ผู้ประเมินต้องการตรวจสอบการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนในแต่ละประเด็นย่อยตามกระบวนการแก้ปัญหา อาจกำหนดเกณฑ์การประเมินผลแบบเกณฑ์ย่อยที่มีการกำหนดระดับคุณภาพของแต่ละประเด็นย่อย เป็น 3 ระดับ คือ 1, 2 และ 3 ดังตัวอย่างต่อไปนี้

ตาราง 6 แสดงตัวอย่างเกณฑ์การประเมินผลแบบเกณฑ์ย่อยของการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

รายการประเมิน	คะแนน (ระดับคุณภาพ)	เกณฑ์การพิจารณา
1. ความเข้าใจ ปัญหา	3 (ดี)	- เข้าใจปัญหาได้ถูกต้อง
	2 (พอใช้)	- เข้าใจปัญหาได้ถูกต้องเป็นบางส่วน
	1 (ต้องปรับปรุง)	- เข้าใจปัญหาน้อยมากหรือไม่เข้าใจปัญหา
2. การเลือก ยุทธวิธีการ แก้ปัญหา	3 (ดี)	- เลือกวิธีการที่สามารถแก้ปัญหาได้ถูกต้อง เหมาะสม และสอดคล้องกับปัญหา
	2 (พอใช้)	- เลือกวิธีการที่สามารถแก้ปัญหาได้ถูกต้อง แต่ยังไม่เหมาะสม หรือไม่ครอบคลุมประเด็นของปัญหา
	1 (ต้องปรับปรุง)	- เลือกวิธีการแก้ปัญหาไม่ถูกต้อง หรือไม่สามารถเลือกวิธีการแก้ปัญหาได้
3. การใช้ยุทธวิธี การแก้ปัญหา	3 (ดี)	- นำวิธีการแก้ปัญหาไปใช้ได้และแสดงการแก้ปัญหาเป็นลำดับขั้นตอนชัดเจน
	2 (พอใช้)	- นำวิธีการแก้ปัญหาไปใช้ได้ถูกต้อง แต่แสดงลำดับขั้นตอนการแก้ปัญหาไม่ชัดเจน
	1 (ต้องปรับปรุง)	- นำวิธีการแก้ปัญหาไปใช้ไม่ถูกต้อง หรือไม่แสดงลำดับขั้นตอนการแก้ปัญหา
4. การสรุป คำตอบ	3 (ดี)	- สรุปคำตอบได้ถูกต้อง สมบูรณ์
	2 (พอใช้)	- สรุปคำตอบได้ถูกต้องบางส่วน หรือสรุปคำตอบไม่ครบถ้วน
	1 (ต้องปรับปรุง)	- ไม่มีการสรุปคำตอบ หรือสรุปไม่ถูกต้อง

ที่มา : สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2555). ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์. พิมพ์ครั้งที่ 3. หน้า 129.

เมื่อได้ผลการประเมินการแก้ปัญหาครบทุกครั้งแล้ว รวมคะแนนที่ได้ในแต่ละครั้ง เพื่อสรุปผลการประเมินการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน โดยใช้ค่าร้อยละของคะแนนรวม เป็นเกณฑ์ในการตัดสินผลเช่นเดียวกับเกณฑ์ของการทำแบบฝึกหัด และบันทึกลงในแบบบันทึกผล

แบบประเมินผลการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์																							
ชื่อนักเรียน..... ชั้น ห้อง																							
ครั้งที่	ว/ด/ป	ลักษณะการทำงาน	รายการประเมิน																				
			ความเข้าใจปัญหา					การเลือกยุทธวิธี					การใช้ยุทธวิธี					การสรุปคำตอบ					
			3	2	1	น้ำหนัก	คะแนนที่ได้	3	2	1	น้ำหนัก	คะแนนที่ได้	3	2	1	น้ำหนัก	คะแนนที่ได้	3	2	1	น้ำหนัก	คะแนนที่ได้	
1																							
2																							
.																							
.																							
.																							
รวม																							
%			คะแนนที่ได้รับรวม																				
			$\% = \frac{\text{คะแนนที่ได้รับรวม}}{(\text{น้ำหนักคะแนนรวม} \times 3)} \times 100$																				
ระดับคุณภาพในแต่ละรายการประเมิน																							
1. ความเข้าใจปัญหา ☐ ดีมาก ☐ ดี ☐ พอใช้ ☐ ต้องปรับปรุง 2. การเลือกยุทธวิธีการแก้ปัญหา ☐ ดีมาก ☐ ดี ☐ พอใช้ ☐ ต้องปรับปรุง 3. การใช้ยุทธวิธีแก้ปัญหา ☐ ดีมาก ☐ ดี ☐ พอใช้ ☐ ต้องปรับปรุง 4. การสรุปคำตอบ ☐ ดีมาก ☐ ดี ☐ พอใช้ ☐ ต้องปรับปรุง ร้อยละของคะแนนรวมทั้งสี่รายการ = สรุประดับคุณภาพของผลงาน ☐ ดีมาก ☐ ดี ☐ พอใช้ ☐ ต้องปรับปรุง																							

ภาพประกอบ 16 แสดงแบบบันทึกการประเมินแบบเกณฑ์ย่อย

ที่มา : สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2555). ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์. พิมพ์ครั้งที่ 3. หน้า 130.

จากการศึกษาการวัดและการประเมินผลความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ผู้วิจัยนำความรู้มาประยุกต์ใช้ในการออกแบบการวัดและประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยแบ่งเกณฑ์การให้คะแนนออกเป็นตามขั้นตอนของโพลยา และแต่ละขั้นตอนต้องระบุเกณฑ์การพิจารณาให้ระดับคะแนนอย่างครอบคลุม

3.9 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

ในงานวิจัยนี้ ผู้วิจัยศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องที่ศึกษาตัวแปรความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ดังนี้

สุภาพร ปิ่นทอง (2554, ตุลาคม-มีนาคม, น. 132-135) ได้ทำการวิจัยชื่อเรื่องว่า การเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง อสมการ และเจตคติต่อการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการสอนโดยใช้รูปแบบ SSCS และการสอนโดยใช้เทคนิค KWDL ซึ่งมีความมุ่งหมายของการวิจัยคือ 1) เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ก่อนและหลังได้รับการสอนโดยใช้รูปแบบ SSCS และรูปแบบ KWDL 2) เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ที่ได้รับการสอนโดยใช้รูปแบบ SSCS และการสอนโดยใช้เทคนิค KWDL 3) เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ที่ได้รับการสอนโดยใช้รูปแบบ SSCS กับการสอนโดยใช้เทคนิค KWDL 4) เพื่อเปรียบเทียบเจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์ก่อนและหลังได้รับการสอนโดยใช้รูปแบบ SSCS และการสอนโดยใช้เทคนิค KWDL 5) เปรียบเทียบเจตคติต่อการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ที่ได้รับการสอนโดยใช้รูปแบบ SSCS กับการสอนโดยใช้เทคนิค KWDL โดยกลุ่มตัวอย่างได้จากการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster random sampling) เครื่องมือที่ใช้ประกอบด้วยแผนการสอน แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ แบบวัดเจตคติ สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลคือ t -test for dependent samples, t -test for one sample และ t -test for independent samples ผลการทดลองปรากฏว่า 1) นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยรูปแบบ SSCS และการสอนโดยใช้เทคนิค KWDL มีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ สูงกว่าก่อนได้รับการจัดการเรียนการสอน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 2) นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้รูปแบบ SSCS กับเทคนิค KWDL มีความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ หลังได้รับการสอนโดยใช้รูปแบบ SSCS และการสอนโดยใช้เทคนิค KWDL ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ขึ้นไปอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 3) นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยรูปแบบ SSCS และการสอนโดยใช้เทคนิค KWDL มีเจตคติที่ดีต่อวิชาคณิตศาสตร์สูงกว่าก่อนได้รับการสอนโดยใช้รูปแบบ SSCS กับการสอนโดยใช้เทคนิค KWDL อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และ 5) นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้รูปแบบ SSCS กับการสอนโดยใช้เทคนิค KWDL มีเจตคติต่อการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ไม่แตกต่างกัน

อำภารัตน์ ผลาวรรณ (2556, น. 96-129) ศึกษาเกี่ยวกับผลการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนแบบแนะให้รู้คิด (CGI) เรื่อง ความน่าจะเป็น ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ความตระหนักในการรู้คิด และความมีวินัยในตนเองของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยมีจุดมุ่งหมายเพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ความตระหนักในการรู้คิด และความมี

วินัยในตนเอง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ก่อนและหลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนแบบแนะให้รู้คิด เรื่องความน่าจะเป็น และเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ หลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนแบบแนะให้รู้คิด เรื่อง ความน่าจะเป็นกับเกณฑ์ โดยเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย 1) แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมการเรียนการสอนแบบแนะให้รู้คิด 2) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ 3) แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ 4) แบบสอบถามวัดความตระหนักในการรู้คิด 5) แบบสอบถามวัดความมีวินัยในตนเอง โดยใช้แบบแผนการวิจัยแบบ One-Group-Pretest-Posttest Design วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้ค่าสถิติ t-test for Dependent sample และ t-test for One Sample ผลการวิเคราะห์ข้อมูลพบว่า 1) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนแบบแนะให้รู้คิด สูงกว่าก่อนได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 2) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนแบบแนะให้รู้คิด สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 3) ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนแบบแนะให้รู้คิด สูงกว่าก่อนได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ผู้วิจัยสรุปได้ดังนี้ ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ สามารถพัฒนาขึ้นได้โดยใช้กระบวนการจัดการเรียนรู้ที่เน้นนักเรียนเป็นศูนย์กลาง ใช้การเน้นให้นักเรียนเป็นผู้ลงมือปฏิบัติ ครูเป็นผู้เสนอปัญหาและเป็นผู้กระตุ้น ดังงานวิจัยของสุภาพร ปิ่นทอง ที่ใช้การจัดการเรียนรู้รูปแบบ SSCS ร่วมกับเทคนิค KWDL ที่เน้นให้นักเรียนเป็นผู้แก้ปัญหาด้วยตนเอง รวมถึงงานวิจัยของ อำภรณ์ ภาววรรณที่ใช้การจัดการเรียนรู้แบบแนะให้รู้คิด (CGI) โดยการจัดการเรียนการสอนลักษณะนี้จะเน้นให้ครูเป็นผู้ชี้แนะ อำนวยความสะดวกในการเรียนรู้ และนักเรียนเป็นผู้ปฏิบัติ เป็นผู้ลงมือในการแก้ปัญหา

4. ความยึดมั่นผูกพันในการเรียนของนักเรียน

4.1 ความหมายของความผูกพันในการเรียนของนักเรียน (Student Engagement)

ความยึดมั่นผูกพันในการเรียนของนักเรียน มีที่มาจากภาษาอังกฤษคำว่า Student Engagement เมื่อนำมาแปลมาเป็นไทย มีผู้นำมาแปลได้หลายความหมายเช่น ความทุ่มเทกับการเรียน ความยึดมั่นในการเรียนของนักเรียน ซึ่งในที่นี้ผู้วิจัยใช้คำว่า ความยึดมั่นผูกพันในการเรียนของนักเรียน มีนักวิจัย นักการศึกษาหลายท่านให้ความหมายของความยึดมั่นผูกพันในการเรียนของนักเรียนไว้ดังนี้

Barkley (2009, pp. 4-5) อธิบายไว้ว่าอาจารย์ในมหาวิทยาลัยส่วนใหญ่ให้ความหมายของคำว่า student engagement คือ ความยึดมั่นผูกพันของนักเรียนที่กำลังพยายามทำให้การเรียนรู้ของตนเองมีความหมาย หรือ ยึดมั่นผูกพันเกี่ยวข้องกับงานที่ทำที่ใช้ ทักษะความคิดระดับสูง (Higher Order Thinking Skill) เช่น ทักษะการวิเคราะห์ ทักษะการแก้ปัญหา นอกจากนี้เบ็กเลอร์ยังกล่าวไว้ว่า นักเรียนที่เกิดความยึดมั่นผูกพันจะสนใจเฉพาะสิ่งที่เขาต้องการจะเรียนรู้ เมื่อนักเรียนเกิดความยึดมั่นผูกพันเขาจะทำสิ่งนั้น ๆ ได้ดีเกินกว่าที่มาตรฐานกำหนดไว้ และคำที่อธิบายคำว่า ความยึดมั่นผูกพันในการเรียนของนักเรียน (Student Engagement) ได้คือคำว่า “น่าหลงใหล” และ “ความน่าตื่นเต้น” และความยึดมั่นผูกพันในการเรียนของนักเรียน ยังเป็นกระบวนการของผลผลิตที่เกิดจากประสบการณ์ในภาวะความต่อเนื่อง และผลจากการผสมผสานกันระหว่าง แรงจูงใจ (Motivation) และ การเรียนรู้เชิงรุก (Active Learning)

Barkley, as cited in Council และ Medicine (2004, p. 4) ได้ให้นิยามของความยึดมั่นผูกพันในการเรียนของนักเรียนไว้ว่า ความถี่ที่นักเรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรม ซึ่งนั่นเป็นสิ่งที่แสดงให้เห็นถึง ประสิทธิภาพของการจัดการศึกษา และ ความหลากหลายในกิจกรรม และ ปฏิสัมพันธ์ระหว่าง ในและนอกห้องเรียน

วิจารณ์ พานิช (2556, น. 2) กล่าวถึงความยึดมั่นผูกพันในการเรียนของนักเรียน ไว้ว่า คือ ผู้เรียนสนุกกับการเรียน ผู้ใจให้จดจ่ออยู่กับการเรียน หลักการพื้นฐานคือ คนเราจะเรียนสิ่งใดสิ่งหนึ่งได้ดี เมื่อมีความสนใจ มีใจจดจ่ออยู่กับสิ่งนั้น หรือกล่าวว่า การเรียนรู้เริ่มต้นจากความสนใจ

นพมาศ ว่องวิทย์สกุล (2558, น. 8) ความยึดมั่นผูกพันในการเรียนของนักเรียน คือ การที่นักเรียนเข้าไปมีส่วนร่วมในการทำกิจกรรมต่าง ๆ ภายในโรงเรียนโดยแสดงออกพฤติกรรมที่มีความกระตือรือร้นต่อเนื่อง และการแสดงออกทางด้านอารมณ์ ความรู้สึกในการอยากมีส่วนร่วม และเป็นส่วนหนึ่งของโรงเรียนด้วยความเต็มใจ ทั้งในด้านวิชาการ กระบวนการเรียนรู้ และด้านกิจกรรม ซึ่งพฤติกรรมและอารมณ์ความรู้สึกเหล่านี้อาจไม่ได้จำกัดเฉพาะเวลาที่นักเรียนอยู่ในโรงเรียนเท่านั้น ไม่ว่าจะเป็นนอกห้องเรียน นอกโรงเรียน นักเรียนยังคงมีความสนใจในการเรียนและการทำกิจกรรมอย่างต่อเนื่องตลอดเวลาเช่นกัน

จากการศึกษาความหมายของความยึดมั่นผูกพันในการเรียนจากนักวิจัยและนักการศึกษา ทั่วไปได้สรุปว่า ความยึดมั่นผูกพันในการเรียนของนักเรียนคือ ลักษณะของพฤติกรรมที่แสดงออกถึงการมีส่วนร่วมในกิจกรรมในห้องเรียน สนุกกับการเรียน พุ่มพู่ให้กับการเรียน กระตือรือร้นในการเรียน เข้าเรียนตรงเวลา มีความรับผิดชอบในการทำการบ้านหรืองานที่ได้รับมอบหมาย รวมถึงพฤติกรรมที่สะท้อนให้เห็นว่า นักเรียนเห็นคุณค่าในสิ่งที่ตนเองกำลังเรียนอยู่

4.2 ปัจจัยที่ทำให้เกิดความยึดมั่นผูกพันในการเรียนของนักเรียน

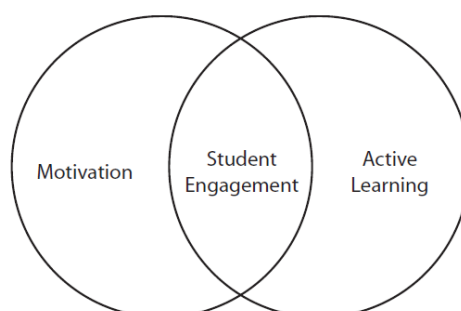
ผู้วิจัยได้ศึกษาปัจจัยที่ทำให้เกิดความยึดมั่นผูกพันในการเรียนของจากการอ่านบทความต่างประเทศ และบทความภาษาไทย ได้มีผู้กล่าวถึงองค์ประกอบที่ทำให้เกิดความยึดมั่นผูกพันในการเรียนไว้ ดังนี้

ปัจจัยที่ทำให้เกิดความยึดมั่นผูกพันในการเรียนของนักเรียนคือ แรงจูงใจ (Motivation) และ การเรียนเชิงรุก (Active learning) ห้องเรียนต้องประกอบไปด้วยความตื่นตัว นักเรียนมีแรงจูงใจสูง และการศึกษาจะไร้ความหมาย หากความกระตือรือร้นไม่มีผลในกระบวนการเรียนรู้ในทางกลับกัน นักเรียนที่จะมีการเรียนรู้แบบเชิงรุก Actively Learning แต่ไม่มีความเต็มใจ และต่อต้าน นักเรียนเหล่านี้จะไม่เกิดความยึดมั่นผูกพันในการเรียน ผลลัพธ์ที่เกิดจาก แรงจูงใจ (Motivation) และ การเรียนเชิงรุก (Active Learning) โดยหากขาดอย่างใดอย่างหนึ่งไปจะไม่เกิดความยึดมั่นผูกพันในการเรียน (Student Engagement) อย่างแน่นอน เพราะ ความยึดมั่นผูกพันในการเรียนไม่ใช่ผลลัพธ์ขององค์ประกอบใดองค์ประกอบหนึ่ง แต่เป็นผลผลิต ผลลัพธ์จากทั้งสององค์ประกอบ

ความยึดมั่นผูกพันในการเรียน เกิดในภาวะต่อเนื่อง มันเริ่มต้นและมีส่วนเกี่ยวเนื่องกันของแรงจูงใจ (Motivation) และ การเรียนเชิงรุก (Active learning) โดยทั้งสองนี้ทำงานร่วมกัน และสร้างความยึดมั่นผูกพันอย่างเข้มข้น ในภาวะความต่อเนื่อง สุดท้ายแล้วจะเป็นการเปลี่ยนแปลงประสบการณ์สูงสุด ที่ประกอบไปด้วย สิ่งที่มีค่าของการศึกษา (Barkley, 2009, pp. 5-8)

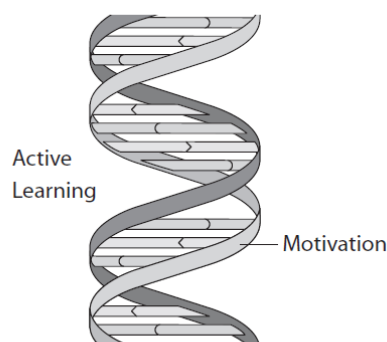
FIGURE 1.1.

Venn Diagram Model of Student Engagement



ภาพประกอบ 17 แสดงรูปแบบแผนภาพเวนน์ของความยึดมั่นผูกพันในการเรียนของนักเรียน

ที่มา: Barkley, Elizabeth F. (2009). Student Engagement Techniques: A Handbook for College Faculty. p. 6

FIGURE 1.2.**Double Helix Model of Student Engagement**

Source: U.S. National Library of Medicine, DNA diagram (<http://ghr.nlm.nih.gov/handbook/basics/dna>)

ภาพประกอบ 18 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบแรงจูงใจและการเรียนเชิงรุก

ที่มา : Barkley, Elizabeth F. (2009). Student Engagement Techniques: A Handbook for College Faculty. pp. 7

ดังนั้น ผู้วิจัยจึงสรุปว่า ความยึดมั่นผูกพันในการเรียนของนักเรียนเกิดจากปัจจัย 2 ส่วนคือ แรงจูงใจ และการเรียนเชิงรุก ซึ่งสองส่วนประกอบนี้มีความสำคัญอย่างละเท่าๆ กัน หากขาดองค์ประกอบใดองค์ประกอบหนึ่งไปจะไม่ทำให้เกิดความยึดมั่นผูกพันในการเรียน

4.3 องค์ประกอบของความยึดมั่นผูกพันในการเรียน

จากการศึกษาเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับองค์ประกอบของความยึดมั่นผูกพันในการเรียนรู้ นักวิจัยและนักการศึกษาหลายท่านแบ่งองค์ประกอบไว้ตรงกัน ซึ่งประกอบเป็น 3 องค์ประกอบ คือ ความยึดมั่นผูกพันเชิงพฤติกรรม ความยึดมั่นผูกพันเชิงอารมณ์ และความยึดมั่นผูกพันเชิงปัญญา ซึ่งแต่ละองค์ประกอบมีลักษณะ ดังนี้

1. ความยึดมั่นผูกพันเชิงพฤติกรรม (Behavioral Engagement) คือ การแสดงออกด้านพฤติกรรมที่แสดงออกทางร่างกายที่นักเรียนเกี่ยวข้องกับการเรียนในวิชานั้น ๆ ในด้านบวก มีความกระตือรือร้นและจริงจังกับการเรียน มีส่วนร่วมด้วยความเต็มใจ (นพมาศ ว่องวิทย์สกุล, 2558, น. 9-10) พฤติกรรมที่แสดงให้เห็นถึงความคิดของนักเรียนเกี่ยวกับการศึกษาโดยเน้นเป็นความทุ่มเทเชิงจิตวิทยา โดยมีความปรารถนาที่มากกว่าความต้องการทั่วไป และชอบความท้าทาย (Connel และ Wellborn, 1991, อ้างถึงใน บงกช วงศ์หล่อสายชล, 2555, น. 11-12)

2. ความยึดมั่นผูกพันเชิงอารมณ์ (Emotional Engagement) การแสดงออกด้านอารมณ์ ความรู้สึกของนักเรียนที่มีต่อการเรียน เพื่อนร่วมชั้น ครูอาจารย์ กิจกรรม และรวมถึงสิ่งแวดล้อมต่าง ๆ ภายในห้องเรียน (นพมาศ ว่องวิทย์สกุล, 2558, น. 9-10) รวมถึงความรู้สึกของนักเรียนที่รู้สึกว่าเป็นส่วนหนึ่งของห้องเรียน รู้สึกว่าตนเองมีคุณค่าเมื่อเรียนในวิชานั้น (Finn, 1989, as cited in บงกช วงศ์หล่อสายชล, 2555, น. 11)

3. ความยึดมั่นผูกพันเชิงปัญญา (Cognitive Engagement) การแสดงออกด้านพฤติกรรมของนักเรียนที่แสดงถึงความมุ่งมั่นตั้งใจ ความเพียรพยายามเพื่อให้ประสบความสำเร็จในการเรียน (นพมาศ ว่องวิทย์สกุล, 2558, น. 9-10) รวมถึงการรับรู้และความเชื่อของนักเรียนเกี่ยวกับตัวเอง โรงเรียน ครู และเพื่อน เช่นการควบคุมตนเอง แรงจูงใจ การได้รับความเอาใจใส่จากครูหรือเพื่อน ความทะเยอทะยานและความคาดหวัง (Jimerson et al, 2003, as cited in ยุวดี พันธุ์สุจริต, 2554, น. 8-9)

จากการศึกษาองค์ประกอบของความยึดมั่นผูกพันในการเรียนของนักเรียน ผู้วิจัยสามารถสรุปได้ว่าองค์ประกอบต่าง ๆ มีลักษณะดังนี้ 1. ความผูกพันเชิงพฤติกรรม (Behavioral Engagement) คือ พฤติกรรมของนักเรียนที่มีส่วนร่วมในกิจกรรมในห้องเรียน 2. ความผูกพันเชิงอารมณ์ (Emotional Engagement) คือ ทักษะคิดเกี่ยวกับการเรียน การสนุกกับการเรียน ความรู้สึกที่มีต่อครู เพื่อนร่วมชั้น และการเรียน 3. ความผูกพันเชิงปัญญา (Cognitive Engagement) คือ การแสดงความมุ่งมั่น ตั้งใจและความทุ่มเทในการเรียน

4.4 วิธีการสร้างความยึดมั่นผูกพันในการเรียนของนักเรียน

มีนักการศึกษาหลายท่านกล่าวถึงวิธีการสร้างความยึดมั่นผูกพันในการเรียนของนักเรียน ดังนี้

วิจารณ์ พานิช (2556, น. 22-25) กล่าวถึงการสร้างความยึดมั่นผูกพันในการเรียนของนักเรียนว่า เกิดจากการจัดการเรียนการสอนอย่างเป็นระบบและเป็นองค์รวม จุดสำคัญคือ ต้องไม่คิดการสร้างความสนใจเรียนเป็นรายวิชา (ซึ่งเป็นการคิดและดำเนินการระดับ micro) เท่านั้น ต้องคิดและดำเนินการอย่างระดับ macro หรือระดับภาพรวม ต้องดำเนินการอย่างมีระบบ ซึ่งเรียกวิธีคิดและดำเนินการจัดการเรียนรู้แบบนี้ว่าการจัดกระบวนการเรียนรู้โดยคำนึงถึงมิติความเป็นมนุษย์ และเคารพความเป็นมนุษย์ของนักเรียน นอกจากนี้ วิธีการส่งเสริมความยึดมั่นผูกพันในการเรียนของนักเรียนคือการประเมิน เพราะ การประเมินเพื่อเป็นข้อมูลย้อนกลับ ให้ครูปรับการเรียนการสอน และให้นักเรียนปรับการเรียนรู้ของตนเอง เป็นสิ่งมีค่ายิ่ง นั่นคือ ต้องใช้การประเมินเพื่อพัฒนา (Formative Assessment) ไม่ใช่เพื่อการตรวจสอบ หรือเพื่อบอกว่าได้ หรือตก (Summative Evaluation) การสร้างความยึดมั่นผูกพันในการเรียนของนักเรียนสามารถแจกแจงได้ดังนี้

1. สร้างความยึดมั่นผูกพันในการเรียนของนักเรียนด้วยบุคลิกของครู
2. สร้างความยึดมั่นผูกพันในการเรียนของนักเรียนด้วยโครงสร้างรายวิชา โดยใช้เนื้อหาจากหลากหลายวัฒนธรรม และเปิดโอกาสให้นักเรียนเรียนตามความสะดวกของตน เปิดโอกาสให้มีเมนูกิจกรรมการเรียนรู้ให้นักเรียนเป็นผู้เลือก ให้โอกาสนักเรียนเลือกเกรดของตนเองได้

Barkey Elizabeth F., 2010, อ้างถึงใน วิจารณ์ พานิช (2556, น. 22) กล่าวถึงการสร้างความยึดมั่นผูกพันในการเรียนของนักเรียน ไว้ 2 องค์ประกอบดังนี้

1. สร้างด้วยบุคลิกของครู โดยครูมีบุคลิกดึงดูด คล่องแคล่วว่องไว เอาใจใส่นักเรียน เป็นรายบุคคล ไม่ปล่อยให้เด็กที่ไม่เข้าใจรู้สึกท้ออยู่คนเดียว สนับสนุนนักเรียนโดยใช้การให้ข้อมูลย้อนกลับ (Feedback) โดยเน้นการสื่อสารทางบวกเพื่อให้กำลังใจ

2. สร้างด้วย โครงสร้างรายวิชา ดังนี้

- 2.1 ใช้เนื้อหาจากหลากหลายวัฒนธรรม
- 2.2 เปิดโอกาสให้นักเรียนเรียนตามความสะดวกของตนเอง
- 2.3 เปิดโอกาสให้มีเมนูกิจกรรมการเรียนรู้ให้นักเรียนเป็นคนเลือก
- 2.4 ให้โอกาสนักเรียนเลือกเกรดของตนเองได้ ซึ่งหมายความว่า หากนักเรียนอยากได้เกรดดี ก็ต้องเรียนหนัก และต้องพิสูจน์ว่า ระดับผลการเรียนที่ตนอยากได้คู่ควรกับพฤติกรรม การเรียนของตนเอง โดยที่ต้องมีการทำงานและสอบ สะสมคะแนน ในการประเมินที่หลากหลายรูปแบบ รวมถึงวิธีแบบ Face – to – Face กับครู ซึ่งเป็นวิธีที่ทดสอบวัดระดับความลึกซึ้งของการเรียนรู้ของนักเรียนได้

Archambault, L.S. Pagai, C. Fitzpatrick, อ้างถึงใน ยุวดี พันธุ์สุจริต (2554, น. 6) กล่าวเกี่ยวกับปัจจัยในการสร้างความยึดมั่นผูกพันในการเรียนของนักเรียนว่า ความยึดมั่นผูกพันในการเรียนของนักเรียน และความสัมพันธ์ระหว่างครูกับนักเรียน มีเกี่ยวข้องกัน มีความสัมพันธ์กันทางบวก โดยหากครูและนักเรียนมีความสัมพันธ์ที่ดีต่อกัน นักเรียนจะมีความผูกพันในการเข้าห้องเรียน

จากการศึกษาวิธีการสร้างความยึดมั่นผูกพันในการเรียนของนักเรียน ผู้วิจัยสรุปได้ว่าวิธีการสร้างความยึดมั่นผูกพันในการเรียนของนักเรียนทำได้หลากหลายวิธี เช่น การจัดการประเมินเป็นระยะ เพื่อนำไปสู่การให้ข้อมูลย้อนกลับเพื่อส่งเสริมการเรียนรู้ (Feedback) รวมถึงการเสริมสร้างความสัมพันธ์ที่ดีระหว่างนักเรียนและครู โดยครูควรมีบุคลิกที่คล่องแคล่ว ว่องไว เอาใจใส่นักเรียน ให้ข้อมูลย้อนกลับแก่นักเรียนเป็นรายบุคคล

4.5 การวัดประเมินความยึดมั่นผูกพันในการเรียน

การวัดและการประเมินความยึดมั่นผูกพันในการเรียน สามารถวัดได้โดยการวัดประเมินตามสภาพจริง ซึ่งมีหลายลักษณะ

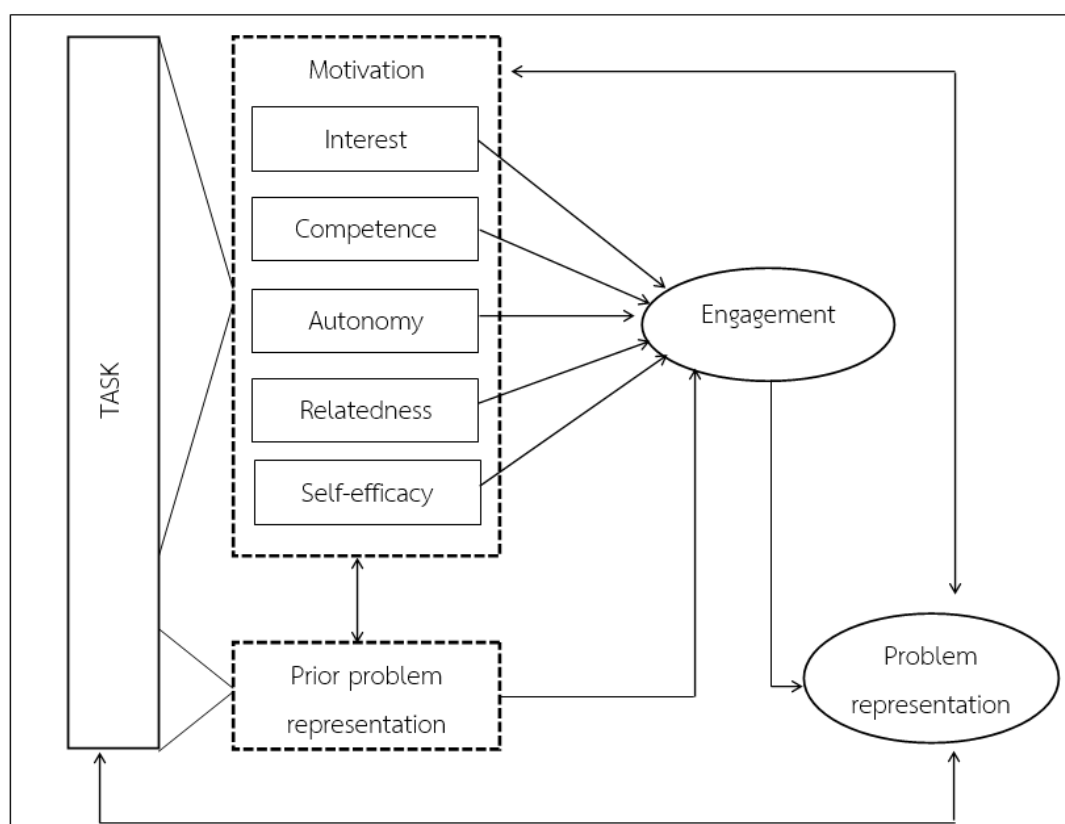
Chapman E., 2003, อ้างถึงใน นพมาศ ว่องวิทย์สกุล (2558, น. 10-11) ได้กล่าวถึงวิธีวัดความยึดมั่นผูกพันในการเรียนของนักเรียนไว้หลากหลายวิธี ซึ่งวิธีที่พบมากที่สุดคือการวัดข้อมูลผ่านรายงานตนเอง หรือแบบรายงานตนเอง นอกจากนี้ยังมีวิธีอื่นอีก ดังนี้

1. แบบรายงานตนเอง (Self-Reports)
2. แบบตรวจสอบรายการ และมาตราประมาณค่า (Checklists and Rating Scales)
3. การสังเกตโดยตรง (Direct Observations)
4. การวิเคราะห์ผลงาน
5. การศึกษาแบบเจาะลึกกับกรณีศึกษา

4.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความยึดมั่นผูกพันในการเรียน

ในงานวิจัยนี้ ผู้วิจัยศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องที่ศึกษาตัวแปรความยึดมั่นผูกพันในการเรียนของนักเรียน ดังนี้

Eseryel และคนอื่น ๆ (2014, pp. 42-53) ทำการศึกษาเรื่อง การสืบสอบความสัมพันธ์ระหว่างแรงจูงใจ ความยึดมั่นผูกพัน และการแก้ปัญหา ในการจัดการเรียนรู้แบบ Game-Based Learning โดยจุดประสงค์ของการวิจัยคือ เพื่อศึกษาความสัมพันธ์และการมีปฏิสัมพันธ์ต่อกันระหว่างตัวแปรตามทั้ง 3 ตัวแปร คือ 1) แรงจูงใจ (Motivation) 2) ความยึดมั่นผูกพัน (Engagement) และ 3) ความสามารถในการแก้ปัญหา (Problem-Solving Performance) ระบุว่าสถานการณ์ของการสอน Game-Based Learning เป็นตัวส่งเสริมให้นักเรียนเกิดแรงจูงใจและความยึดมั่นผูกพัน แต่น่าเสียดายที่มีนักวิจัยจำนวนน้อยที่ศึกษาไปถึงตัวแปรความสามารถในการแก้ปัญหาด้วย เอสเซอร์เยลและคณะ จึงสนใจที่จะหาความสัมพันธ์ของ แรงจูงใจ ความยึดมั่นผูกพัน และความสามารถในการแก้ปัญหา สมมติฐานย่อยของการวิจัยแบ่งออกได้ดังนี้ 1) ระดับของความสนใจระหว่างทำกิจกรรมแปรผันตามความยึดมั่นผูกพันในการเรียนของนักเรียน 2) ความสามารถในการรับรู้ของนักเรียนแปรผันตามความยึดมั่นผูกพันในการเรียนของนักเรียน 3) ความสามารถในการควบคุมตนเองแปรผันตามความยึดมั่นผูกพันในการเรียนของนักเรียน 4) ปฏิสัมพันธ์แปรผันตรงกับความยึดมั่นผูกพันในการเรียนของนักเรียน และ 5) ระดับความสามารถของตนเองในการทำงานแปรผันตรงกับความยึดมั่นผูกพันในการเรียนของนักเรียน 6) ความยึดมั่นผูกพันในการเรียนของนักเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหามีความสัมพันธ์กันทางบวกกับความสามารถในการแก้ปัญหของนักเรียน



ภาพประกอบ 19 แสดงอิทธิพลของแรงจูงใจและโครงสร้างทางปัญญาของการแก้ปัญหา

ที่มา: Eseryel, D., Law, V., Ifenthaler, D., Ge, X., & Miller, R. (2014). An Investigation of the Interrelationships between Motivation, Engagement, and Complex Problem Solving in Game-based Learning. *Educational Technology & Society*, 17(1): หน้า 45

ประชากรในการทดลองนี้คือนักเรียนระดับมัธยมศึกษาในชนบทรัฐตะวันตกกลางของสหรัฐอเมริกา โดยกลุ่มตัวอย่างคือนักเรียนทั้งหมด 10 ห้องเรียน จำนวน 88 คน เป็นนักเรียนหญิง 50 คนและนักเรียนชาย 38 คน ที่ได้รับอนุญาตจากผู้ปกครองในการมีส่วนในการทดลองครั้งนี้ นักเรียนในกลุ่มตัวอย่างมีอายุโดยเฉลี่ย 14.6 ปี ที่เล่นเกมอย่างน้อย 2 ครั้งต่อสัปดาห์ เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบไปด้วย 1) กิจกรรมเกม Mc Latin's Adventures ที่ออกแบบมาสำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 2 – 3 เป็นลักษณะให้นักเรียนเล่นบทเป็นนักวิจัยที่ต้องดำรงชีวิตให้อยู่รอดในดินแดนที่ไม่คุ้นเคย เป็นลักษณะติดเกาะ บนดาวเคราะห์ที่อื่นที่ห่างไกลจากโลก จุดประสงค์ของเกมนี้คือการสามารถบุกเบิกอาณานิคมใหม่และกลายเป็นผู้ชนะของเกม 2) สถานการณ์ปัญหาที่ซับซ้อน

เป็นลักษณะให้นักเรียนเล่นบทนักวิจัยที่มีภารกิจคือ การพัฒนาก่อตั้งชุมชนใหม่ที่เพิ่งสร้าง อาณานิคมในดินแดนที่เพิ่งค้นพบและมนุษย์สามารถดำรงชีวิตอยู่ได้ นักเรียนจะได้รับการกระตุ้นให้ คิดว่า มนุษย์ต้องการการอยู่รอดในปัจจุบันต่าง ๆ โดยคำตอบจะอยู่ในรูปของสถานการณ์ของปัญหา 3) แบบสอบถามวัดแรงจูงใจ ประกอบด้วยข้อคำถามวัดนักเรียนด้านความสนใจ จำนวน 7 ข้อ วัดความสามารถในการรับรู้ของนักเรียนจำนวน 5 ข้อ วัดความสามารถในการควบคุมตนเอง จำนวน 5 ข้อ วัดการมีปฏิสัมพันธ์ จำนวน 8 ข้อ และวัดระดับความสามารถของตนเองจำนวน 4 ข้อ ขั้นตอน การวิจัยเริ่มต้น ก่อนจะใช้การสอนโดยกิจกรรมเกม McLarin's Adventure ให้นักเรียนทำ แบบทดสอบก่อนเรียนเกี่ยวกับสถานการณ์ปัญหาที่ซับซ้อนที่ต้องการผลลัพธ์ให้อยู่ในรูปแบบตัวแทน รวมถึงให้นักเรียนทำแบบสอบถามวัดแรงจูงใจ จากนั้นดำเนินการเริ่มกิจกรรมเกม McLarin's Adventure หลังจากนั้นให้นักเรียนทำแบบทดสอบหลังเรียนทั้งสถานการณ์ปัญหาที่ซับซ้อนและ แบบสอบถามวัดแรงจูงใจ ผลสรุปจากการวิจัยนี้คือ แรงจูงใจและความเชื่อมั่นผูกพันใน Game-based Learning ส่งผลกระทบต่อผลลัพธ์ของความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียน

ทิพย์อาภา กลิ่นคำหอม (2557, น. 64-70) ได้ทำการวิจัยชื่อเรื่องว่า โมเดลเชิงสาเหตุ ของความยึดมั่นผูกพันของนักเรียนและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่เกิดจากอิทธิพลของครู ซึ่งเขาสงสัย ว่า โมเดลเชิงสาเหตุของความยึดมั่นผูกพันของนักเรียนและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่เกิดจากอิทธิพล ของครู ที่พัฒนาขึ้นสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์หรือไม่ และความยึดมั่นผูกพันของนักเรียนและ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเกิดจากอิทธิพลของครูอย่างไร โดยประชากรที่ใช้ในการวิจัยคือ นักเรียน ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ในเขตกรุงเทพมหานคร 4 สังกัด โดยได้มาจากการสุ่มตัวอย่างแบบหลาย ขั้นตอน (Multi-stage Random Sampling) ตัวแปรที่ใช้ในการวิจัยประกอบไปด้วยตัวแปรที่สังเกต ได้ จำนวน 10 ตัว และตัวแปรแฝงจำนวน 4 ตัว เช่น ตัวแปรความยึดมั่นผูกพันของครู ตัวแปร การปฏิบัติการสอนของครู ตัวแปรความยึดมั่นผูกพันในการเรียนของนักเรียน และตัวแปรผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบไปด้วยแบบสอบถาม ซึ่งเป็นแบบสอบถามมี 3 ตอน ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไป ตอนที่ 2 แบบวัดความยึดมั่นผูกพันของครูและการปฏิบัติการสอนของครู ตอนที่ 3 แบบวัดความยึดมั่นผูกพันในการเรียนของนักเรียน ซึ่งการวิเคราะห์ข้อมูลแบ่งออกเป็น 2 ตัว คือ การวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้นโดยใช้สถิติบรรยายและการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อตอบตามวัตถุประสงค์ ของการวิจัย ผลการศึกษาพบว่า 1) โมเดลเชิงสาเหตุของความยึดมั่นผูกพันในการเรียนของนักเรียน และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่เกิดจากอิทธิพลของครูที่พัฒนาขึ้นมีความสอดคล้องกลมกลืนกับข้อมูล เชิงประจักษ์ และ 2) อิทธิพลของครูส่งผลทางตรงและทางอ้อมต่อความยึดมั่นผูกพันในการเรียนของ นักเรียนและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยความยึดมั่นของครูมีอิทธิพลบางส่วนต่อความยึดมั่นผูกพัน ของนักเรียน และความยึดมั่นผูกพันของนักเรียนมีอิทธิพลบางส่วนส่งไปยังผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความเชื่อมั่นผูกพันในการเรียนของนักเรียน ความรู้ที่ผู้วิจัยนำมาประยุกต์ใช้คือ ความเชื่อมั่นผูกพันในการเรียนของนักเรียนมีอิทธิพลต่อความสามารถในการแก้ปัญหา นั่นคือตัวแปรตามในการวิจัยนี้เป็นตัวแปรตามที่มีความสัมพันธ์กัน ในการวัดความเชื่อมั่นผูกพันในการเรียนของนักเรียนสามารถทำได้โดยการใช้แบบสอบถามวัดความเชื่อมั่นผูกพันในการเรียนซึ่งมีลักษณะเป็นมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ



บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ดำเนินการตามขั้นตอนดังนี้

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

การกำหนดประชากรและการสุ่มกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรที่ใช้ในการวิจัย

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยในครั้งนี้ เป็นนักเรียนสายการเรียนศิลปภาษา ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2561 โรงเรียนจอมสุรางค์อุปถัมภ์ จังหวัดพระนครศรีอยุธยา จำนวน 4 ห้องเรียน รวมจำนวนนักเรียน 166 คน ซึ่งจัดห้องเรียนแบบคละความสามารถ

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 สายการเรียนศิลปภาษาที่กำลังศึกษาอยู่ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2561 โรงเรียนจอมสุรางค์อุปถัมภ์ จังหวัดพระนครศรีอยุธยาซึ่งได้มาจากการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling) โดยใช้ห้องเรียนเป็นหน่วยการสุ่ม ด้วยการจับสลากจำนวน 2 ห้องเรียนจากห้องเรียนทั้งหมด 4 ห้องเรียน แล้วสุ่มกลุ่มตัวอย่างที่ได้มาโดยการจับสลาก (Simple Random Sampling) เพื่อเลือกกลุ่มทดลองที่ใช้การจัดการเรียนรู้โดยการสอนแนะให้รู้คิดร่วมกับการให้ข้อมูลย้อนกลับเพื่อส่งเสริมการเรียนรู้ จำนวน 1 ห้องเรียน จำนวนนักเรียน 41 คน และกลุ่มควบคุมที่ใช้การจัดการเรียนรู้โดยการสอนแบบปกติ จำนวน 1 ห้องเรียน จำนวนนักเรียน 42 คน

เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย

เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หน่วยการเรียนรู้ สถิติ เรื่อง ค่ากลางของข้อมูล จำนวน 7 แผนการจัดการเรียนรู้ ซึ่งประกอบไปด้วยเนื้อหา ดังนี้

มโนทัศน์ค่าเฉลี่ยเลขคณิตเมื่อข้อมูลไม่แจกแจงความถี่	1 แผน	เวลา 2 คาบ
การแก้โจทย์ปัญหาค่าเฉลี่ยเลขคณิตเมื่อข้อมูลไม่ครบ	1 แผน	เวลา 2 คาบ
การแก้โจทย์ปัญหาค่าเฉลี่ยเลขคณิตเมื่อบันทึกข้อมูลผิด	1 แผน	เวลา 2 คาบ

ค่าเฉลี่ยเลขคณิตถ่วงน้ำหนักและค่าเฉลี่ยเลขคณิตรวม	1 แผน	เวลา 2 คาบ
ค่าเฉลี่ยเลขคณิตเมื่อข้อมูลแจกแจงความถี่	1 แผน	เวลา 2 คาบ
มัธยฐาน ฐานนิยม และข้อสังเกตการใช้ค่ากลาง	1 แผน	เวลา 2 คาบ
การแก้โจทย์ปัญหาค่ากลางข้อมูล	1 แผน	เวลา 2 คาบ
รวม	7 แผน	เวลา 14 คาบ

ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย

ดำเนินการวิจัยในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2561 ใช้เวลาในการจัดการเรียนการสอน กลุ่มละ 14 คาบ ทดสอบก่อนเรียน จำนวน 2 คาบ ทดสอบหลังเรียน จำนวน 2 คาบ รวม 18 คาบ โดยแต่ละคาบมีระยะเวลา 50 นาที

การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยมีดังนี้

1. แผนการจัดการเรียนรู้โดยการสอนแนะให้ผู้คิดร่วมกับการให้ข้อมูลย้อนกลับเพื่อส่งเสริมการเรียนรู้
2. แผนการจัดการเรียนรู้แบบปกติ
3. แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
4. แบบวัดความยึดมั่นผูกพันในการเรียนของนักเรียน

ขั้นตอนการสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. แผนการจัดการเรียนรู้โดยการสอนแนะให้ผู้คิดร่วมกับการให้ข้อมูลย้อนกลับเพื่อส่งเสริมการเรียนรู้ ผู้วิจัยมีวิธีดำเนินการดังนี้

1.1 ศึกษาแนวคิด ทฤษฎีการเรียนรู้ หลักการ รูปแบบแนวการจัดการเรียนการสอน และขั้นตอนการจัดการเรียนการสอนแนะให้ผู้คิดจากเอกสาร ตำราต่าง ๆ รวมถึงศึกษาความหมาย องค์ประกอบ กลยุทธ์ เนื้อหาที่ใช้ในการให้ข้อมูลย้อนกลับเพื่อส่งเสริมการเรียนรู้ และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1.2 ศึกษาหลักสูตรการจัดการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 และหลักสูตรสถานศึกษา โรงเรียนจอมสุรางค์อุปถัมภ์ จังหวัดพระนครศรีอยุธยา กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โดยศึกษาในประเด็น สาระการเรียนรู้ มาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัด เนื้อหา และเกณฑ์การวัด ประเมินผล เรื่อง สถิติ

1.3 วิเคราะห์ตัวชี้วัด และสาระการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เพื่อกำหนดตัวชี้วัด และมาตรฐานการเรียนรู้ เรื่อง สถิติ

1.4 จัดทำแผนการจัดการเรียนรู้การสอนแนะให้รู้คิดและการให้ข้อมูลย้อนกลับเพื่อส่งเสริมการเรียนรู้ เรื่อง สถิติ ระดับมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 7 แผนซึ่งแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ประกอบด้วย

1. มาตรฐานการเรียนรู้
2. ตัวชี้วัด
3. จุดประสงค์การเรียนรู้
 - 3.1 ด้านความรู้
 - 3.2 ด้านทักษะ/กระบวนการ
 - 3.3 ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์
4. สาระสำคัญ
5. สาระการเรียนรู้
6. กิจกรรมการเรียนรู้ตามขั้นตอนการสอนแนะให้รู้คิดร่วมกับการให้ข้อมูลย้อนกลับเพื่อส่งเสริมการเรียนรู้
7. การวัดและประเมินผลการเรียนรู้
8. สื่อการเรียนรู้
9. บันทึกหลังสอน

1.5 นำแผนการจัดการเรียนรู้การสอนแนะให้รู้คิดและการให้ข้อมูลย้อนกลับเพื่อส่งเสริมการเรียนรู้ เรื่อง สถิติ ที่สร้างขึ้นเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาปริญญาโทตรวจสอบความถูกต้อง ความสอดคล้องของมาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัดที่สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้และกิจกรรมการเรียนรู้ สื่อการเรียนรู้ และความสอดคล้องระหว่างตัวชี้วัดกับการวัดและการประเมินผลการเรียนรู้ การวัดประเมินผล รวมทั้งความสอดคล้องระหว่างขั้นตอนกระบวนการสอนกับนิยามเชิงปฏิบัติการ นำข้อเสนอแนะที่ได้มาปรับปรุง

1.6 นำแผนการจัดการเรียนรู้การสอนแนะให้รู้คิดและการให้ข้อมูลย้อนกลับเพื่อส่งเสริมการเรียนรู้ เรื่องสถิติ ที่แก้ไขปรับปรุงเรียบร้อยแล้วเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญด้านหลักสูตรและการสอนคณิตศาสตร์ และด้านวัดและประเมินผล จำนวน 3 ท่าน เพื่อตรวจสอบความสอดคล้องของมาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด ความเหมาะสมของเนื้อหา กิจกรรมการเรียนรู้ สื่อการเรียนรู้ การวัดผลและประเมินผล รวมถึงความเหมาะสมของระยะเวลาในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

1.7 นำแผนการจัดการเรียนรู้สอนแนะให้รู้คิดและการให้ข้อมูลย้อนกลับเพื่อส่งเสริมการเรียนรู้ เรื่องสถิติที่ได้รับการแก้ไขจากข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญแล้วไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 สายการเรียนศิลป์ภาษา ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง จากนั้นปรับปรุงแผนการจัดการเรียนรู้ตามปัญหาที่พบในสภาพจริงของห้องเรียนและนำไปใช้กับนักเรียนในกลุ่มทดลอง

2. แผนการจัดการเรียนรู้แบบปกติ เรื่อง สถิติ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ผู้วิจัยมีวิธีดำเนินการดังนี้

2.1 ศึกษาแนวการจัดการเรียนการสอนจากคู่มือครู สารการเรียนรู้คณิตศาสตร์พื้นฐาน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551

2.2 ศึกษาหลักสูตรการจัดการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 และหลักสูตรสถานศึกษา โรงเรียนจอมสุรางค์อุปถัมภ์ จังหวัดพระนครศรีอยุธยา กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยศึกษาในประเด็น สารการเรียนรู้ มาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัด เนื้อหา และเกณฑ์การวัดประเมินผล เรื่อง สถิติ

2.3 วิเคราะห์ตัวชี้วัด และสาระการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง สถิติ เพื่อกำหนดมาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด

2.4 จัดทำแผนการจัดการเรียนรู้แบบปกติ เรื่องสถิติ ระดับมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 7 แผนซึ่งแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ ประกอบด้วย

1. มาตรฐานการเรียนรู้
2. ตัวชี้วัด
3. จุดประสงค์การเรียนรู้
 - 3.1 ด้านความรู้
 - 3.2 ด้านทักษะ/กระบวนการ
 - 3.3 ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์
4. สาระสำคัญ
5. สารการเรียนรู้
6. กิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ
7. การวัดและประเมินผลการเรียนรู้
8. สื่อการเรียนรู้
9. บันทึกหลังสอน

2.5 นำแผนการจัดการเรียนรู้แบบปกติ เรื่อง สถิติ ที่สร้างขึ้นเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาปริญญาโทตรวจสอบความถูกต้องและความสอดคล้องของมาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัดที่สอดคล้องกับ สารการเรียนรู้และกิจกรรมการเรียนรู้ สื่อการเรียนรู้ และความสอดคล้องระหว่างตัวชี้วัดกับการวัดและการประเมินผลการเรียนรู้ การวัดประเมินผล รวมถึงความสอดคล้องระหว่างขั้นตอนการสอนกับนิยามเชิงปฏิบัติการ นำข้อเสนอแนะที่ได้มาปรับปรุง

2.6 นำแผนการจัดการเรียนรู้แบบปกติ เรื่อง สถิติ ที่แก้ไขปรับปรุงเรียบร้อยแล้วเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญด้านหลักสูตรและการสอนคณิตศาสตร์ ด้านวัดและประเมินผล จำนวน 3 ท่าน

เพื่อตรวจสอบความสอดคล้องของมาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด ความเหมาะสมของเนื้อหา กิจกรรมการเรียนรู้ สื่อการเรียนรู้ การวัดผลและประเมินผล รวมถึงความเหมาะสมของระยะเวลาในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

2.7 นำแผนการจัดการเรียนรู้แบบปกติ เรื่องสถิติ ที่ได้รับการแก้ไขจากข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญแล้วไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 สายการเรียนศิลป์ภาษา ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง จากนั้น ปรับปรุงแผนการจัดการเรียนรู้ตามปัญหาที่พบในสภาพจริงของห้องเรียน และนำไปใช้กับนักเรียนในกลุ่มควบคุม

ตาราง 7 เปรียบเทียบการจัดการเรียนรู้โดยการสอนแนะให้รู้คิดร่วมกับการให้ข้อมูลย้อนกลับกับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ

การจัดการเรียนรู้โดยการสอนแนะให้รู้คิด ร่วมกับการให้ข้อมูลย้อนกลับเพื่อส่งเสริมการเรียนรู้	การจัดการเรียนรู้แบบปกติ
1. ขั้นกระตุ้นความสนใจและนำเสนอปัญหา ครูให้ข้อมูลกระตุ้นการเรียนรู้ (Feed Up) โดยชี้แจงให้นักเรียนทราบเกี่ยวกับจุดประสงค์การเรียนรู้ วิธีการเรียนรู้ ภาระงานที่บ้านที่นักเรียนจะได้รับ เกณฑ์การวัดประเมินผลของการทดสอบ รวมถึงครูสร้างแรงจูงใจในการเรียนให้นักเรียนเกิดความตระหนักเห็นคุณค่า และมีเป้าหมายในการเรียน จากนั้นครูนำเสนอปัญหา	ขั้นนำ 1. กระตุ้นความสนใจของนักเรียน โดยใช้ปัญหา/คำถาม/สื่อ เพื่อเชื่อมโยงนำเข้าสู่บทเรียน
2. ขั้นวิเคราะห์ปัญหาและลงมือปฏิบัติ ครูใช้คำถามนำเพื่อแนะนำนักเรียนให้นักเรียนสามารถแก้ปัญหาได้ โดยครูให้ข้อมูลย้อนกลับ (Feedback) เป็นระยะ ๆ รวมถึง การเดินดูนักเรียนรายบุคคลขณะลงมือปฏิบัติ เพื่อตรวจสอบความเข้าใจ และครูมอบหมายให้นักเรียนตอบคำถามลงในแบบบันทึกข้อมูลย้อนกลับเพื่อส่งเสริมการเรียนรู้รายกลุ่ม	ขั้นสอน 2. ครูนำเสนอโจทย์ปัญหา/บทนิยาม/แนวคิด จากนั้นใช้ตัวอย่างประกอบการบรรยายและอธิบาย ครูนำเสนอโจทย์ตัวอย่างเพิ่ม เพื่อให้นักเรียนลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง เฉลยโจทย์ โดยครูเป็นผู้เฉลยเอง หรือบางครั้งนักเรียนสามารถสุ่มนักเรียน 1 – 2 คน เพื่อเฉลย

ตาราง 7 (ต่อ)

การจัดการเรียนรู้โดยการสอนแนะให้รู้คิด ร่วมกับการให้ข้อมูลย้อนกลับ	การจัดการเรียนรู้แบบปกติ
3. ขึ้นรายงานคำตอบและวิธีการแก้ปัญหา นักเรียนรายงานวิธีการให้ได้มาซึ่งคำตอบ โดยครูเป็นผู้ตั้งคำถาม เช่น “ทำไมจึงเลือกวิธีนี้ ทำไมจึงเลือกใช้สูตรนี้” เป็นต้น รวมถึงให้นักเรียนตัวแทนแต่ละกลุ่มนำเสนอคำตอบที่นักเรียนเขียนลงในแบบบันทึกข้อมูลย้อนกลับเพื่อส่งเสริมการเรียนรู้รายกลุ่ม จากนั้นครูและเพื่อนในชั้นเรียนร่วมกันให้ข้อมูลย้อนกลับ (Feedback) เพื่อตอบสนองต่อข้อมูลของนักเรียนกลุ่มที่นำเสนอ 4. ขึ้นอภิปรายคำตอบและวิธีการที่ใช้แก้ปัญหา ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายถึงวิธีการแก้ปัญหาและคำตอบที่แตกต่างกัน โดยครูเป็นผู้ใช้คำถามให้นักเรียนเกิดการอภิปราย พร้อมให้ข้อมูลย้อนกลับ (Feedback) 5. ขึ้นฝึกทักษะ เป็นขั้นตอนที่ครูให้นักเรียนทำแบบฝึกทักษะ และให้ข้อมูลย้อนกลับ (Feedback) เป็นระยะ เช่น “นักเรียนเลือกวิธีแก้ปัญหาที่ถูกต้องแล้ว เพียงแต่คำนวณผิดพลาด” “นักเรียนวิเคราะห์โจทย์ถูกต้องแล้ว แต่ยังไม่ครบทุกประเด็น ลองตรวจสอบข้อมูลที่โจทย์ให้มาอีกครั้งหนึ่ง” เป็นต้น	โดยครูอธิบายประกอบอีกครั้ง จากนั้นครูมอบหมายแบบฝึกหัดให้นักเรียนทำ และอธิบายเพิ่มในกรณีที่นักเรียนไม่สามารถทำแบบฝึกหัดได้

ตาราง 7 (ต่อ)

การจัดการเรียนรู้โดยการสอนแนะให้รู้คิด ร่วมกับการให้ข้อมูลย้อนกลับ	การจัดการเรียนรู้แบบปกติ
6. ขั้นให้ข้อมูลเพื่อการเรียนรู้ต่อยอด (Feed Forward) เป็นขั้นตอนที่ครูให้ข้อมูลเพื่อการเรียนรู้ต่อยอด (Feed Forward) เพื่อนักเรียนสามารถเรียนรู้ด้วยตนเองต่อได้ เช่น “โจทย์การบ้านที่มอบหมายให้ ใช้ความรู้จากเรื่อง การแก้โจทย์ปัญหาค่าเฉลี่ยเลขคณิตเมื่อบันทึกข้อมูลที่ผิด” เป็นต้น จากนั้นครูแจกแบบบันทึกการให้ข้อมูลย้อนกลับรายบุคคลให้นักเรียนกลับไปเขียนเป็นกรบ้าน	ขั้นสรุป 3. ครูและนักเรียนร่วมกับสรุปบทเรียนที่ได้เรียนในคาบเรียนนั้น ๆ และมอบหมายการบ้านให้นักเรียน

3. แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เป็นแบบทดสอบแบบอัตนัย จำนวน 10 ข้อ ใช้เวลา 2 คาบ คาบละ 50 นาที ผู้วิจัยได้ดำเนินการตามลำดับขั้นตอน ดังนี้

3.1 ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการวัดประเมินผล วิธีการสร้างแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

3.2 ศึกษาหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 หลักสูตรสถานศึกษาของโรงเรียนจอมสุรางค์อุปถัมภ์ คู่มือครูการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ และหนังสือแบบเรียนคณิตศาสตร์พื้นฐาน เรื่อง สถิติ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

3.3 วิเคราะห์เนื้อหาและจุดประสงค์การเรียนรู้จากหลักสูตรสถานศึกษา สาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์

3.4 ศึกษาเอกสารเกี่ยวกับวิธีการสร้างแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

3.5 กำหนดจุดมุ่งหมายในการทดสอบ จุดประสงค์ของการเรียนรู้ และกำหนดพฤติกรรมที่แสดงถึงความสามารถที่ต้องการวัด

3.6 กำหนดเกณฑ์การให้คะแนนของแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยกำหนดเกณฑ์การให้คะแนนรูบริก (Rubric Assessment) ซึ่งผู้วิจัยปรับปรุงจาก

เกณฑ์การตรวจให้คะแนนของ เพ็ญลดา ทุ์ไพเราะ (2559, น. 68-69); สถาบันส่งเสริมการสอน
วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2555, น. 129); และ สิริพร ทิพย์คง (2544, น. 113-114) ดังตาราง 8

ตาราง 8 เกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

รายการประเมิน	คะแนน	เกณฑ์การพิจารณา
1. ทำความเข้าใจปัญหา		
1. สิ่งที่โจทย์กำหนดให้	1	- เขียนสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ได้ครบ
	0	- เขียนสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ได้ไม่ครบ/ไม่เขียน
2. สิ่งที่โจทย์ต้องการ	1	- เขียนสิ่งที่โจทย์ถามให้ได้ครบ
	0	- เขียนสิ่งที่โจทย์ถามให้ได้ไม่ครบ/ไม่เขียน
2. วางแผนการแก้ปัญหา	2	- เลือกวิธีการที่สามารถแก้ปัญหาได้ถูกต้อง เหมาะสม และสอดคล้องกับปัญหา
	1	- เลือกวิธีการที่สามารถแก้ปัญหาได้ถูกต้อง แต่ยังไม่เหมาะสม หรือไม่ครอบคลุม
	0	- เลือกวิธีการแก้ปัญหาไม่ถูกต้อง หรือไม่สามารถเลือกวิธีการแก้ปัญหาได้
3. ดำเนินการตามแผน	3	- นำวิธีการแก้ปัญหาไปใช้ได้ถูกต้อง และแสดงการแก้ปัญหาเป็นลำดับขั้นตอนได้อย่างชัดเจน คำนวณคำตอบได้ถูกต้อง
	2	- นำวิธีการแก้ปัญหาไปใช้ได้ถูกต้อง และแสดงการแก้ปัญหาเป็นลำดับขั้นตอนได้อย่างชัดเจน แต่คำนวณคำตอบผิด
	1	- นำวิธีการแก้ปัญหาไปใช้ได้ถูกต้อง แต่การแสดงขั้นตอนการแก้ปัญหายังไม่ชัดเจน
	0	- นำวิธีการแก้ปัญหาไปใช้ไม่ถูกต้อง หรือไม่แสดงลำดับขั้นตอนการแก้ปัญหา

ตาราง 8 (ต่อ)

รายการประเมิน	คะแนน	เกณฑ์การพิจารณา
4. ตรวจสอบคำตอบ	2	- แสดงวิธีการตรวจคำตอบได้ถูกต้อง
	1	- แสดงวิธีการตรวจคำตอบได้ถูกต้องบางส่วน หรือไม่ครบถ้วน
	0	- ไม่ตรวจคำตอบ หรือตรวจคำตอบไม่ถูกต้อง
5. การสรุปคำตอบ	1	- นักเรียนเขียนสรุปคำตอบถูกต้อง
	0	- นักเรียนเขียนสรุปคำตอบไม่ถูกต้อง/เขียนสรุปคำตอบไม่ครบ/นักเรียนไม่เขียนสรุปคำตอบ

3.7 ดำเนินการสร้างแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยผู้วิจัยออกข้อสอบทั้งหมดไว้จำนวน 20 ข้อ นำเสนออาจารย์ที่ปรึกษาเพื่อตรวจสอบความเหมาะสมและให้ข้อเสนอแนะเพื่อการปรับปรุงแก้ไข และดำเนินการปรับปรุงแก้ไข จากนั้นนำแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เสนอต่อผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนคณิตศาสตร์และด้านการวัดประเมินผล จำนวน 3 ท่าน เพื่อตรวจสอบความถูกต้องเหมาะสมความสอดคล้องกับเนื้อหากับประสงค์การเรียนรู้ โดยได้ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC: Index of Objective Congruence) ในช่วง 0.67 – 1.00

3.8 นำแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง สถิติ ที่ผ่านการตรวจและตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญแล้ว ไปทดลองใช้ (Try Out) เพื่อหาคุณภาพของเครื่องมือกับนักเรียนสายการเรียนศิลป์ภาษา โรงเรียนจอมสุรางค์อุปถัมภ์ที่ผ่านการเรียนเรื่อง สถิติมาแล้ว คัดเลือกข้อที่มีความยากง่าย 0.2 – 0.8 และค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.2 ขึ้นไป (ชูศรี วงศ์รัตน์, 2558, น. 74) จำนวน 10 ข้อ ซึ่งแบบวัดความสามารถทางคณิตศาสตร์หาคุณภาพแล้วมีค่าความยากง่ายในช่วง 0.36 – 0.73 และค่าอำนาจจำแนกในช่วง 0.21 – 0.31 จากนั้นนำแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์หาค่าความเชื่อมั่น (Reliability) โดยใช้สูตรสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบัค (Cronbach's Alpha Coefficient) โดยมีค่าเท่ากับ 0.85

3.9 นำแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ที่ผ่านการหาค่าคุณภาพแล้วไปใช้กับนักเรียนในกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

4. ขั้นตอนในการสร้างแบบวัดความยึดมั่นผูกพันในการเรียนของนักเรียน

แบบวัดความยึดมั่นผูกพันในการเรียนของนักเรียน มีลักษณะเป็นมาตราประมาณค่า (Rating Scale) 5 ระดับ ผู้วิจัยสร้างคำถาม โดยศึกษาและพัฒนาจากแบบประเมิน ความยึดมั่นผูกพันในการเรียนของนักเรียน ของยุวดี พันธุ์สุจริต, ศศิธร ธนะบุตร และทิพอาภา กลิ่นคำหอม พร้อมทั้งปรับข้อความให้ตรงตามนิยามเชิงปฏิบัติการของความยึดมั่นผูกพันในการเรียนของนักเรียน ที่ผู้วิจัยได้รวบรวมและศึกษาในงานวิจัยนี้ รวมถึงสร้างข้อความเพิ่มเติม โดยคำถามมีทั้งหมดจำนวน 20 ข้อ

4.1 ผู้วิจัยศึกษาความหมาย องค์ประกอบ วิธีการวัดประเมิน ความยึดมั่นผูกพันในการเรียนของนักเรียน จากเอกสารทั้งภาษาไทยและต่างประเทศ รวมถึงเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง เพื่อนำมากำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ

4.2 ออกแบบตารางกำหนดพฤติกรรมที่ต้องการวัด และจำนวนข้อความ พร้อมทั้งอธิบายลักษณะองค์ประกอบที่วัดให้ละเอียดและสอดคล้องกับนิยามเชิงปฏิบัติการ ดังตาราง 9

ตาราง 9 แสดงโครงสร้างขององค์ประกอบแบบวัดความยึดมั่นผูกพันในการเรียนของนักเรียน

องค์ประกอบที่วัด	ลักษณะ	จำนวน(ข้อ)
ความยึดมั่นผูกพันเชิงพฤติกรรม (Behavior Engagement)	ความรับผิดชอบต่อการเรียน การมีส่วนร่วมทั้งในและนอกห้องเรียน การปฏิบัติตามกฎระเบียบของห้องเรียน	6
ความยึดมั่นผูกพันเชิงอารมณ์ (Emotional Engagement)	การแสดงออกด้านอารมณ์ ความรู้สึก ความรู้สึกที่มีต่อห้องเรียนคณิตศาสตร์ ครู และเพื่อนร่วมห้อง เห็นคุณค่าของตนเองขณะ เรียนอยู่ในห้องเรียน รวมถึง เห็นคุณค่าของ การเรียน	7
ความยึดมั่นผูกพันเชิงปัญญา (Cognitive Engagement)	การตั้งใจเรียน ความทุ่มเทในการเรียนรู้ ความ พยายามในการเรียนรู้ การกำกับตนเอง การ พัฒนาตนเองเพื่อให้บรรลุตามเป้าหมาย	7
รวม		20

4.3 ผู้วิจัยดำเนินการสร้างข้อคำถาม ให้ตรงกับนิยามเชิงปฏิบัติการและโครงสร้างขององค์ประกอบแบบวัดความยึดมั่นผูกพันในการเรียนของนักเรียน จากนั้นนำข้อคำถามที่สร้างขึ้นเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาเพื่อขอคำแนะนำ ตรวจสอบความถูกต้อง ตรวจสอบความสอดคล้องกับนิยามและโครงสร้างขององค์ประกอบทั้ง 3 องค์ประกอบ จากนั้นนำข้อคำถามมาปรับแก้ไข

4.4 นำแบบวัดความยึดมั่นผูกพันในการเรียนของนักเรียนตรวจสอบค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) เสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่าน โดยเป็นผู้เชี่ยวชาญด้านจิตวิทยา จำนวน 3 ท่าน ได้ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ในช่วง 0.67 – 1.00 จากนั้นผู้วิจัยปรับปรุงข้อคำถามตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ

4.5 นำแบบวัดความยึดมั่นผูกพันในการเรียนของนักเรียน ไปทดลองใช้ (Try Out) กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 40 คน เพื่อหาคุณภาพของแบบสอบถามความยึดมั่นผูกพันในการเรียน หาค่าความเชื่อมั่น (Reliability) ใช้สูตรสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบัค (Cronbach's Alpha Coefficient) ได้ค่าเท่ากับ 0.88

4.6 นำแบบวัดความยึดมั่นผูกพันในการเรียนของนักเรียน ที่ผ่านการหาค่าคุณภาพแล้วไปใช้กับนักเรียนในกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

การเก็บรวบรวมข้อมูล

การวิจัยในครั้งนี้ เป็นการศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และความยึดมั่นผูกพันในการเรียนของนักเรียน โดยการสอนแนะให้รู้คิดร่วมกับการให้ข้อมูลย้อนกลับเพื่อส่งเสริมการเรียนรู้ ซึ่งเป็นการวิจัยกึ่งทดลอง (Quasi-Experimental Design) แบบ Pretest-Posttest Control Group Design คือ เป็นการวิจัยที่มีกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม มีการจัดการทดสอบก่อนและหลังการได้รับการจัดการเรียนรู้

ตาราง 10 แบบแผนการทดลอง

กลุ่ม	ทดสอบก่อนเรียน	ทดลอง	ทดสอบหลังเรียน
กลุ่มทดลอง (E)	T_{1E}	X	T_{2E}
กลุ่มควบคุม (C)	T_{1C}	-	T_{2C}

สัญลักษณ์ที่ใช้ในแบบแผนการทดลอง

T_{1E}	แทน	การทดสอบก่อนเรียน (Pre Test) ของกลุ่มทดลอง
T_{2E}	แทน	การทดสอบหลังเรียน (Post Test) ของกลุ่มทดลอง
T_{1C}	แทน	การทดสอบก่อนเรียน (Pre Test) ของกลุ่มควบคุม
T_{2C}	แทน	การทดสอบหลังเรียน (Post Test) ของกลุ่มควบคุม
X	แทน	การจัดการเรียนรู้โดยการสอนแนะให้รู้คิดร่วมกับการให้ข้อมูลย้อนกลับเพื่อส่งเสริมการเรียนรู้
-	แทน	การจัดการเรียนรู้แบบปกติ

ผู้วิจัยได้ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลดังขั้นตอนต่อไปนี้

1. ขอความร่วมมือจากผู้อำนวยการโรงเรียนและหัวหน้ากลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โรงเรียนจอมสุรางค์อุปถัมภ์ อำเภอมะนัง จังหวัดยะลา เพื่อทำการทดลองในการวิจัยครั้งนี้ โดยผู้วิจัยเป็นผู้ดำเนินการจัดการเรียนรู้โดยการสอนแนะให้รู้คิดร่วมกับการให้ข้อมูลย้อนกลับเพื่อส่งเสริมการเรียนรู้ และการจัดการเรียนรู้แบบปกติด้วยตนเอง
2. ชี้แจงให้กลุ่มตัวอย่างทั้งกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ในประเด็นของวิธีการจัดกิจกรรมการจัดการเรียนการสอน จุดประสงค์ วิธีการจัดการเรียนรู้ และวิธีการวัดประเมิน ของวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง สถิติ
3. นำแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ แบบอัตนัย จำนวน 10 ข้อ และแบบวัดความเชื่อมั่นผู้ก่พนักในการเรียนของนักเรียน จำนวน 20 ข้อ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นทดสอบก่อนเรียนกับกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม
4. ดำเนินการจัดการเรียนรู้โดยการสอนแนะให้รู้คิดร่วมกับการให้ข้อมูลย้อนกลับเพื่อส่งเสริมการเรียนรู้ สำหรับกลุ่มทดลอง และการจัดการเรียนรู้แบบปกติสำหรับกลุ่มควบคุม เป็นระยะเวลา 14 คาบเรียน

5. นำแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ จำนวน 10 ข้อ และแบบวัดความยึดมั่นผูกพันในการเรียนของนักเรียน จำนวน 20 ข้อ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมาทดสอบหลังเรียน กับกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

6. เมื่อตรวจให้คะแนนแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และแบบวัดความยึดมั่นผูกพันในการเรียนของนักเรียน แล้วนำคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์ด้วยวิธีทางสถิติโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปเพื่อตรวจสอบสมมติฐาน

การจัดกระทำและวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยมีลำดับขั้นตอนในการวิเคราะห์ข้อมูลดังนี้

1. คำนวณหาค่าสถิติพื้นฐาน ประกอบด้วย ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน คะแนนต่ำสุด คะแนนสูงสุดของคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และคะแนนความยึดมั่นผูกพันในการเรียนของนักเรียน

2. เปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และความยึดมั่นผูกพันในการเรียนของนักเรียนก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยการสอนแนะให้รู้คิดร่วมกับการให้ข้อมูลย้อนกลับเพื่อส่งเสริมการเรียนรู้ด้วยการวิเคราะห์ความแปรปรวนพหุคูณแบบทางเดียว (Multivariate Analysis of Variance: One-Way MANOVA) โดยใช้ Hotelling T^2

3. เปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และความยึดมั่นผูกพันในการเรียนของนักเรียนระหว่างกลุ่มทดลองหลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยการสอนแนะให้รู้คิดร่วมกับการให้ข้อมูลย้อนกลับเพื่อส่งเสริมการเรียนรู้กับกลุ่มควบคุมหลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติด้วยการวิเคราะห์ความแปรปรวนพหุคูณแบบทางเดียว (Multivariate Analysis of Variance: One-Way MANOVA) โดยใช้ Hotelling T^2

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ใช้สถิติการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

1. สถิติพื้นฐาน

1.1 ค่าเฉลี่ย (Mean)

1.2 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

2. สถิติที่ใช้ในการหาประสิทธิภาพเครื่องมือ

2.1 หาค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC: Index of Objective Congruence) ของแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และความยึดมั่นผูกพันในการเรียนของนักเรียน

2.2 หาค่าความยากง่ายและค่าอำนาจจำแนกของแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

2.3 หาค่าความเชื่อมั่นของแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และแบบวัดความยึดมั่นผูกพันในการเรียนของนักเรียน โดยใช้สูตรการหาค่าสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบัค

3. สถิติที่ใช้ทดสอบสมมติฐาน ได้แก่ สถิติวิเคราะห์ความแปรปรวนพหุคูณแบบทางเดียว (Multivariate Analysis of Variance: One-Way MANOVA) โดยใช้ Hotelling T^2 สำหรับการทดสอบสมมติฐานข้อที่ 1 และข้อที่ 2



บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

จากการวิเคราะห์ข้อมูลและการแปลผลการวิเคราะห์ข้อมูลในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้กำหนดสัญลักษณ์ในการนำเสนอ เพื่อให้เกิดความเข้าใจที่ตรงกัน ดังนี้

n	แทน	จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง
M	แทน	ค่าเฉลี่ยของคะแนนกลุ่มตัวอย่าง
SD	แทน	ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน
Min	แทน	คะแนนต่ำสุด
Max	แทน	คะแนนสูงสุด
df	แทน	ระดับความอิสระ (degree of freedom)
F	แทน	ค่าสถิติ Multivariate F Test ที่ใช้ในการคำนวณ

การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลและการแปลผลการวิเคราะห์ข้อมูลในการศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และความยึดมั่นผูกพันในการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยการสอนแนะให้รู้คิดร่วมกับการให้ข้อมูลย้อนกลับเพื่อส่งเสริมการเรียนรู้ในครั้งนี้ ผู้วิจัยได้นำเสนอข้อมูลตามลำดับดังนี้

ส่วนที่ 1 ข้อมูลพื้นฐาน

1. ข้อมูลพื้นฐานของคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้ของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม
2. ข้อมูลพื้นฐานของความยึดมั่นผูกพันในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้ของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

ส่วนที่ 2 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อทดสอบสมมติฐาน

1. ข้อมูลเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และความยึดมั่นผูกพันในการเรียนของนักเรียนระหว่างก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยการสอนแนะให้รู้คิดร่วมกับการให้ข้อมูลย้อนกลับเพื่อส่งเสริมการเรียนรู้ ใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวนพหุคูณแบบทางเดียว (Multivariate Analysis of Variance: One-Way MANOVA) โดยใช้ Hotelling T^2

2. ข้อมูลเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และความยึดมั่น
ผูกพันในการเรียนของนักเรียนระหว่างกลุ่มทดลองหลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยการสอนแนะให้รู้
คิดร่วมกับการให้ข้อมูลย้อนกลับเพื่อส่งเสริมการเรียนรู้กับกลุ่มควบคุมหลังได้รับการจัดการเรียนรู้
แบบปกติใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวนพหุคูณแบบทางเดียว (Multivariate Analysis of
Variance: One-Way MANOVA) โดยใช้ Hotelling T^2

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ส่วนที่ 1 ข้อมูลพื้นฐาน

1. ข้อมูลพื้นฐานของคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ก่อนเรียน
และหลังเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ดังนี้

จากการวิเคราะห์คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของ
นักเรียนกลุ่มทดลอง คะแนนเต็ม 25 คะแนน พบว่าคะแนนของนักเรียนก่อนการทดลองมีค่าต่ำสุด
เท่ากับ 1.50 คะแนน สูงสุดเท่ากับ 7.50 คะแนน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.63 คะแนน ส่วนเบี่ยงเบน
มาตรฐานเท่ากับ 1.35 และคะแนนนักเรียนหลังการทดลองมีค่าต่ำสุดเท่ากับ 4.50 คะแนน สูงสุด
เท่ากับ 23.25 คะแนน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 17.88 มีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 4.51 สำหรับคะแนน
ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มควบคุม คะแนนเต็ม 25 คะแนน
พบว่าคะแนนของนักเรียนก่อนการทดลองมีค่าต่ำสุดเท่ากับ 0.25 คะแนน สูงสุดเท่ากับ 4.50 คะแนน
มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.12 มีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 1.03 และคะแนนนักเรียนหลังการทดลองมี
ค่าต่ำสุดเท่ากับ 6.00 คะแนน สูงสุดเท่ากับ 21.75 คะแนน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 15.33 มีส่วนเบี่ยงเบน
มาตรฐานเท่ากับ 3.99

ตาราง 11 ข้อมูลพื้นฐานของคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

ตัวแปร		n	Min	Max	M	SD
ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์						
กลุ่มทดลอง	ก่อน	41	1.50	7.50	3.63	1.35
	หลัง	41	4.50	23.25	17.88	4.51
กลุ่มควบคุม	ก่อน	42	0.25	4.50	3.12	1.03
	หลัง	42	6.00	21.75	15.33	3.99

2. ข้อมูลพื้นฐานของความยึดมั่นผูกพันในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลองและควบคุม

เมื่อพิจารณาความยึดมั่นผูกพันในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มทดลอง คะแนนเต็ม 100 คะแนน พบว่า ความยึดมั่นผูกพันในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนก่อนการทดลองมีค่าต่ำสุดเท่ากับ 32 คะแนน สูงสุดเท่ากับ 90 คะแนน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 59.07 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 10.07 และความยึดมั่นผูกพันในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังการทดลองมีค่าต่ำสุดเท่ากับ 55 คะแนน สูงสุดเท่ากับ 98 คะแนน ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 81.73 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 8.40 ขณะที่ความยึดมั่นผูกพันในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มควบคุม คะแนนเต็ม 100 คะแนน พบว่า ความยึดมั่นผูกพันในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนก่อนการทดลองมีค่าต่ำสุดเท่ากับ 30 คะแนน ค่าสูงสุดเท่ากับ 91 คะแนน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 58.86 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 10.37 และความยึดมั่นผูกพันในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังการทดลองมีค่าต่ำสุดเท่ากับ 59 คะแนน ค่าสูงสุดเท่ากับ 97 คะแนน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 81.00 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 11.41 แสดงดังตาราง 12

ตาราง 12 ข้อมูลพื้นฐานของคะแนนความยึดมั่นผูกพันในการเรียนของนักเรียน

ตัวแปร		n	Min	Max	M	SD
ความยึดมั่นผูกพันในการเรียน						
กลุ่มทดลอง	ก่อน	41	32.00	90.00	59.07	10.07
	หลัง	41	55.00	98.00	81.73	8.40
กลุ่มควบคุม	ก่อน	42	30.00	91.00	58.86	10.37
	หลัง	42	59.00	97.00	81.00	11.41

ส่วนที่ 2 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อทดสอบสมมติฐาน

1. การวิเคราะห์ข้อมูลเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และความยึดมั่นผูกพันในการเรียนของนักเรียนก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยการสอนแนะให้รู้คิดร่วมกับการให้ข้อมูลย้อนกลับเพื่อส่งเสริมการเรียนรู้ใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวนพหุคูณแบบทางเดียว โดยใช้สถิติ Hotelling T^2

การตรวจสอบข้อตกลงเบื้องต้นของความสัมพันธ์ภายในกลุ่มของตัวแปรตาม โดยใช้ Bartlett's Test of Sphericity ในการตรวจสอบความสัมพันธ์ระหว่างค่าของตัวแปรตาม คือ ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และความยึดมั่นผูกพันในการเรียนของนักเรียน พบว่ามีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 (Sig. = .000) ซึ่งเป็นไปตามข้อตกลงเบื้องต้นของการทดสอบความแปรปรวนตัวแปรพหุคูณ

จากผลการวิเคราะห์ข้อมูลพบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยการสอนแนะให้รู้คิดร่วมกับการให้ข้อมูลย้อนกลับเพื่อส่งเสริมการเรียนรู้มีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และความยึดมั่นผูกพันในการเรียนของนักเรียนหลังการทดลองสูงกว่าก่อนทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ($F = 229.02$, $df = 2$, $sig = .000$) ซึ่งสอดคล้องกับสมมติฐานข้อที่ 1 ดังตาราง 13

ตาราง 13 ผลการเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และความยึดมั่นผูกพันในการเรียนของนักเรียนก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยการสอนแนะให้รู้คิดร่วมกับการให้ข้อมูลย้อนกลับเพื่อส่งเสริมการเรียนรู้

Effect	Multivariate test	Value	F	df	Error df	Sig.
Pre -	Pillai's Trace	.92	229.02	2	39.00	.000
Post	Wilks' Lambda	.08	229.02	2	39.00	.000
	Hotelling's Trace	11.74	229.02	2	39.00	.000
	Roy's Largest Root	11.74	229.02	2	39.00	.000

Bartlett's Test: Likelihood Ratio = .000, Approx. Chi-Square = 44.03, Sig. = .000

เนื่องจากเป็นการวัดซ้ำ 2 ครั้งในพหุตัวแปร ผู้วิจัยจึงวิเคราะห์ GLM Repeated Measures วิเคราะห์ด้วยค่า Hotelling T^2 เมื่อ F มีค่าเท่ากับ 229.02 และมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ดังตาราง 13 เมื่อแทนค่าในสมการ $T^2 = \left[\frac{(n-1)(p)}{(n-p)} \right] F$ เมื่อ n คือ จำนวนนักเรียนและ p คือ จำนวนตัวแปรตาม จะได้ว่า T^2 มีค่าเท่ากับ 469.78 ขณะที่เมื่อเปิดตาราง $.05T^2_{2,40}$ จะได้ค่า T^2 มีค่าเท่ากับ 6.64 ซึ่งจะได้ว่าค่า T^2 จากการคำนวณมีค่ามากกว่าค่า T^2 จากการเปิดตาราง จึงสรุปได้ว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยการสอนแนะให้รู้คิดร่วมกับการให้ข้อมูลย้อนกลับเพื่อส่งเสริมการเรียนรู้มีความสามารถในการแก้ปัญหาและความยึดมั่นผูกพันในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์หลังการทดลองสูงกว่าก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งสอดคล้องกับการแปลผลจากตาราง 13

เมื่อแยกตามตัวแปรความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และความยึดมั่นผูกพันในการเรียนของนักเรียน ตรวจสอบข้อตกลงเบื้องต้นในเรื่อง Compound Symmetry ในการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบวัดซ้ำโดยใช้สถิติ Mauchly's Test of Sphericity พบว่า ความแปรปรวนจากการวัดซ้ำมีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ .05 (Mauchly's = 1.00, Chi-Square = .00, df = 0, sig = .000) ซึ่งเป็นไปตามข้อตกลงเบื้องต้น

ผลการเปรียบเทียบรายตัวแปรตาม พบว่า หลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยการสอนแนะให้รู้คิดร่วมกับการให้ข้อมูลย้อนกลับเพื่อส่งเสริมการเรียนรู้ นักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และความยึดมั่นผูกพันในการเรียนสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ($F = 455.92$, $df = 1$, $sig = .000$ และ $F = 137.33$, $df = 1$, $sig = .000$ ตามลำดับ) ดังตาราง

ตาราง 14 ผลการเปรียบเทียบรายตัวแปรตามระหว่าง ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และความยึดมั่นผูกพันในการเรียนของนักเรียน

Source	Measure		SS	df	MS	F	Sig
Pre - Post	Problem S.	Sphericity Assumed	4166.35	1	4166.35	455.92	.000
		Greenhouse-Geisser	4166.35	1	4166.35	455.92	.000
		Huynh-Feldt	4166.35	1	4166.35	455.92	.000
		Lower-bound	4166.35	1	4166.35	455.92	.000
	Student E.	Sphericity Assumed	10524.89	1	10524.89	137.33	.000
		Greenhouse-Geisser	10524.89	1	10524.89	137.33	.000
		Huynh-Feldt	10524.89	1	10524.89	137.33	.000
		Lower-bound	10524.89	1	10524.89	137.33	.000
Error	Problem S.	Sphericity Assumed	365.53	40	9.14		
		Greenhouse-Geisser	365.53	40	9.14		
		Huynh-Feldt	365.53	40	9.14		
		Lower-bound	365.53	40	9.14		
	Student E.	Sphericity Assumed	3065.61	40	76.64		
		Greenhouse-Geisser	3065.61	40	76.64		
		Huynh-Feldt	3065.61	40	76.64		
		Lower-bound	3065.61	40	76.64		
	Measure	Mauchly's W	Approx. Chi-Square		df	Sig	
Pre -	Problem S.	1.00	.00		0	.000	
Post	Student E.	1.00	.00		0	.000	

2. ข้อมูลเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และความยึดมั่นผูกพันในการเรียนของนักเรียนระหว่างกลุ่มทดลองหลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยการสอนแนะให้รู้คิดร่วมกับการให้ข้อมูลย้อนกลับเพื่อส่งเสริมการเรียนรู้กับกลุ่มควบคุมหลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติด้วยการวิเคราะห์ความแปรปรวนพหุคูณแบบทางเดียว (Multivariate Analysis of Variance: One-Way MANOVA) ดังนี้

ทดสอบข้อตกลงเบื้องต้นของความเป็นเอกพันธ์ของเมตริกซ์ความแปรปรวน - ความแปรปรวนร่วม (Homogeneity of variance - covariance matrices) ของตัวแปรโดยใช้ Box's M test of Covariance Matrices และความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อน (Equality of error variances) พบว่า เมตริกซ์ความแปรปรวน - ความแปรปรวนร่วมของกลุ่มนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยการสอนแนะให้รู้คิดร่วมกับการให้ข้อมูลย้อนกลับเพื่อส่งเสริมการเรียนรู้ และนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (Box's M = 4.82, F = 1.56, sig = .196) กล่าวคือ เมตริกซ์ความแปรปรวน - ความแปรปรวนร่วมของประชากรมีความเป็นเอกพันธ์กัน

ทดสอบข้อตกลงเบื้องต้นของการวิเคราะห์ความแปรปรวนพหุคูณ (one-way MANOVA) เกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรตาม โดยใช้ Bartlett's Test of Sphericity พบว่า ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และความยึดมั่นผูกพันในการเรียนของนักเรียนมีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 (Sig = .008)

เปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และความยึดมั่นผูกพันในการเรียนของนักเรียนระหว่างกลุ่มทดลองหลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยการสอนแนะให้รู้คิดร่วมกับการให้ข้อมูลย้อนกลับเพื่อส่งเสริมการเรียนรู้กับกลุ่มควบคุมหลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติด้วยการวิเคราะห์ความแปรปรวนพหุคูณแบบทางเดียว (Multivariate Analysis of Variance: One-Way MANOVA) พบว่า ความสามารถในการแก้ปัญหาและความยึดมั่นผูกพันในการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้สอนแนะให้รู้คิดร่วมกับการให้ข้อมูลย้อนกลับเพื่อส่งเสริมการเรียนรู้สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 (F = 3.82, df = 2, Sig. = .026) ซึ่งสอดคล้องกับสมมติฐานข้อที่ 2 ดังตาราง 15

ตาราง 15 ข้อมูลเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และความยึดมั่นผูกพันในการเรียนของนักเรียนระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

Effect	Multivariate test	Value	F	Hypothesis df	Error df	Sig.
Group	Pillai's Trace	0.09	3.82	2.00	80.00	.026
	Wilk's Lambda	0.91	3.82	2.00	80.00	.026
	Hotelling's Trace	0.10	3.82	2.00	80.00	.026
	Roy's Largest Root	0.10	3.82	2.00	80.00	.026
Box's M = 4.82, F = 1.56 , Sig = .196						
Bartlett's Test: Kaiser-Meyer-Olkin Measure of Sampling Adequacy = 0.50						
Approx. Chi-Square = 7.12, df = 1 , Sig. = .008						

ผู้วิจัยทดสอบสมมติฐานด้วยสถิติ Hotelling T^2 เมื่อ $F = 3.82$ และมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ดังตาราง 15 แทนค่าในสมการ $T^2 = \left[\frac{(n_1 + n_2 - 2)p}{n_1 + n_2 - p - 1} \right] F$ โดย n คือจำนวนนักเรียนและ p คือจำนวนตัวแปรตาม จะได้ว่า T^2 มีค่าเท่ากับ 7.74 ขณะที่เมื่อเปิดตาราง $.05T^2_{2,82}$ มีค่าเท่ากับ 6.23 ซึ่งจะได้ว่าค่า T^2 จากการคำนวณมีค่ามากกว่าค่า T^2 จากการเปิดตาราง จึงสรุปได้ว่านักเรียนหลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยการสอนแนะให้รู้คิดร่วมกับการให้ข้อมูลย้อนกลับเพื่อส่งเสริมการเรียนรู้มีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และความยึดมั่นผูกพันในการเรียนของนักเรียนสูงกว่านักเรียนหลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งสอดคล้องกับการแปลผลจากตาราง 15

เมื่อแยกตามตัวแปรความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และความยึดมั่นผูกพันในการเรียนของนักเรียน พิจารณาข้อตกลงเบื้องต้นเกี่ยวกับความเป็นเอกพันธ์กันของความแปรปรวนในแต่ละตัวแปรตามพบว่า ความแปรปรวนของความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ของกลุ่มนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยการสอนแนะให้รู้คิดร่วมกับการให้ข้อมูลย้อนกลับเพื่อส่งเสริมการเรียนรู้ และนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($\text{sig} = .385$) แต่ความแปรปรวนของความยึดมั่นผูกพันในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของกลุ่มนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยการสอนแนะให้รู้คิดร่วมกับการให้ข้อมูลย้อนกลับเพื่อส่งเสริมการเรียนรู้ และนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ($\text{sig} = .016$)

เปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และความยึดมั่นผูกพันในการเรียนของนักเรียนพบว่า นักเรียนในกลุ่มทดลองมีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์สูงกว่านักเรียนในกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ .05 ($F = 7.49$, $df = 1$, $sig = .008$) แต่ความยึดมั่นผูกพันในการเรียนของนักเรียนในกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมไม่แตกต่างกัน ($F = 0.11$, $df = 1$, $sig = .741$) ดังตาราง 16

ตาราง 16 ผลการวิเคราะห์แยกตามตัวแปรความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และความยึดมั่นผูกพันในการเรียนของนักเรียน

Test of Between – Subjects Effects						
Source	Dependent Variable	SS	df	MS	F	Sig.
Corrected	Problem Solving	135.62	1	135.62	7.49	.008
Model	Student Engagement	11.11	1	11.11	0.11	.741
Intercept	Problem Solving	22884.04	1	22884.04	1263.58	.000
	Student Engagement	549413.61	1	549413.61	5449.70	.000
Group	Problem Solving	135.62	1	135.62	7.49	.008
	Student Engagement	11.01	1	11.01	0.11	.741
Error	Problem Solving	1466.05	81	18.11		
	Student Engagement	8166.05	81	100.82		
Total	Problem Solving	1602.57	82			
	Student Engagement	8177.16	82			
Levene's Test : Problem Solving		F = .76		Sig. = .385		
: Student Engagement		F = 6.04		Sig. = .016		

บทที่ 5

สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยกึ่งทดลอง (Quasi-Experimental Design) แบบ Pretest-Posttest Control Group Design มีความมุ่งหมายเพื่อศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาและความยึดมั่นผูกพันในการเรียนของนักเรียน เรื่อง สถิติ ของนักเรียนสายการเรียนศิลป์ภาษา ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

ความมุ่งหมายของการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ตั้งความมุ่งหมายไว้ดังนี้

1. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และความยึดมั่นผูกพันในการเรียนของนักเรียนก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยการสอนแนะให้รู้คิดร่วมกับการให้ข้อมูลย้อนกลับเพื่อส่งเสริมการเรียนรู้
2. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และความยึดมั่นผูกพันในการเรียนของนักเรียนหลังเรียนระหว่างกลุ่มที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยการสอนแนะให้รู้คิดร่วมกับการให้ข้อมูลย้อนกลับเพื่อส่งเสริมการเรียนรู้และกลุ่มที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ

สมมติฐานของการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ตั้งสมมติฐานของการวิจัยไว้ดังนี้

1. นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยการสอนแนะให้รู้คิดร่วมกับการให้ข้อมูลย้อนกลับเพื่อส่งเสริมการเรียนรู้มีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และความยึดมั่นผูกพันในการเรียนของนักเรียนหลังการจัดการเรียนรู้สูงกว่าก่อนการจัดการเรียนรู้
2. นักเรียนหลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยการสอนแนะให้รู้คิดร่วมกับการให้ข้อมูลย้อนกลับเพื่อส่งเสริมการเรียนรู้มีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และความยึดมั่นผูกพันในการเรียนของนักเรียนสูงกว่านักเรียนหลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ

วิธีดำเนินการวิจัย

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 สายการเรียนศิลป์ ภาษาที่กำลังศึกษาอยู่ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2561 โรงเรียนจอมสุรางค์อุปถัมภ์ จังหวัดพระนครศรีอยุธยาซึ่งได้มาจากการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling) โดยใช้ห้องเรียนเป็นหน่วยการสุ่ม ด้วยการจับสลากจำนวน 2 ห้องเรียนจากห้องเรียนทั้งหมด 4 ห้องเรียน แล้วสุ่มกลุ่มตัวอย่างที่ได้มาโดยการจับสลาก (Simple Random Sampling) เพื่อเลือกกลุ่มทดลองที่ใช้การจัดการเรียนรู้โดยการสอนแนะให้รู้คิดร่วมกับการให้ข้อมูลย้อนกลับเพื่อส่งเสริมการเรียนรู้ จำนวน 1 ห้องเรียน จำนวนนักเรียน 41 คนและกลุ่มควบคุมที่ใช้การจัดการเรียนรู้โดยการสอนแบบปกติ จำนวน 1 ห้องเรียน จำนวนนักเรียน 42 คน

ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย

ดำเนินการวิจัยในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2561 ใช้เวลาในการจัดการเรียนการสอน จำนวน 14 คาบ ทดสอบก่อนเรียน 2 คาบ ทดสอบหลังเรียน 2 คาบ รวม 18 คาบ โดยแต่ละคาบมีระยะเวลา 50 นาที

เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย

เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 รายวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน ค32102 หน่วยการเรียนรู้ สถิติ เรื่อง ค่ากลางของข้อมูล ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ของกระทรวงศึกษาธิการ และตามหลักสูตรสถานศึกษาของโรงเรียนจอมสุรางค์อุปถัมภ์

ตัวแปรที่ศึกษา

1. ตัวแปรอิสระ คือ การจัดการเรียนรู้โดยการสอนแนะให้รู้คิดร่วมกับการให้ข้อมูลย้อนกลับเพื่อส่งเสริมการเรียนรู้และการจัดการเรียนรู้แบบปกติ
2. ตัวแปรตาม คือ ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และความยึดมั่นผูกพันในการเรียนของนักเรียน

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. แผนการจัดการเรียนรู้โดยการสอนแนะให้รู้คิดร่วมกับการให้ข้อมูลย้อนกลับเพื่อส่งเสริมการเรียนรู้ เรื่อง สถิติ จำนวน 7 แผนการจัดการเรียนรู้ ซึ่งผ่านการตรวจสอบจากกรรมการประเมินความสอดคล้องของมาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด ความเหมาะสมของเนื้อหา กิจกรรมการเรียนรู้ สื่อการเรียนรู้ การวัดผลและประเมินผล รวมถึงความเหมาะสมของระยะเวลาในการจัดกิจกรรมการ

เรียนรู้ ผ่านการประเมินตรวจสอบคุณภาพจากผู้เชี่ยวชาญ แบบมาตราประมาณค่าความคิดเห็น 5 ระดับ ได้ผลภาพรวมอยู่ในระดับมากที่สุด ดังตาราง 17 ภาคผนวก ก

2. แผนการจัดการเรียนรู้แบบปกติ เรื่อง สถิติ จำนวน 7 แผนการจัดการเรียนรู้ ซึ่งผ่านการตรวจสอบจากการประเมินความสอดคล้องของมาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด ความเหมาะสมของเนื้อหา กิจกรรมการเรียนรู้ สื่อการเรียนรู้ การวัดผลและประเมินผล รวมถึงความเหมาะสมของระยะเวลาในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ผ่านการประเมินตรวจสอบคุณภาพจากผู้เชี่ยวชาญ แบบมาตราประมาณค่าความคิดเห็น 5 ระดับ ได้ผลภาพรวมอยู่ในระดับมากที่สุด ดังตาราง 18 ภาคผนวก ก

3. แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เป็นแบบทดสอบอัตนัย จำนวน 10 ข้อ มีค่าดัชนีความสอดคล้องในช่วง $0.67 - 1.00$ มีค่าความยากง่ายในช่วง $0.36 - 0.73$ ค่าอำนาจจำแนกในช่วง $0.21 - 0.31$ และค่าความเชื่อมั่นสัมประสิทธิ์แอลฟาครอนบัค เท่ากับ 0.85

4. แบบวัดความยืดหยุ่นผู้พันในการเรียนของนักเรียน จำนวน 20 ข้อ โดยมีค่าดัชนีความสอดคล้องในช่วง $0.67 - 1.00$ และมีค่าความเชื่อมั่นสัมประสิทธิ์แอลฟาครอนบัค เท่ากับ 0.88

การวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยมีลำดับขั้นตอนในการวิเคราะห์ข้อมูลดังนี้

1. คำนวณหาค่าสถิติพื้นฐาน ประกอบด้วย ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน คะแนนต่ำสุด คะแนนสูงสุด ของคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนความยืดหยุ่นผู้พันในการเรียนของนักเรียน

2. เปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาและความยืดหยุ่นผู้พันในการเรียนของนักเรียนก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยการสอนแนะให้รู้คิดร่วมกับการให้ข้อมูลย้อนกลับ เพื่อส่งเสริมการเรียนรู้ด้วยการวิเคราะห์ความแปรปรวนพหุคูณแบบทางเดียว (Multivariate Analysis of Variance: One-Way MANOVA) โดยใช้สถิติ Hotelling T^2

3. เปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาและความยืดหยุ่นผู้พันในการเรียนของนักเรียนระหว่างกลุ่มที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยการสอนแนะให้รู้คิดร่วมกับการให้ข้อมูลย้อนกลับ เพื่อส่งเสริมการเรียนรู้กับและกลุ่มที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติด้วยการวิเคราะห์ความแปรปรวนพหุคูณแบบทางเดียว (Multivariate Analysis of Variance: One-Way MANOVA) โดยใช้สถิติ Hotelling T^2

สรุปผลการวิจัย

1. นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยการสอนแนะให้รู้คิดร่วมกับการให้ข้อมูลย้อนกลับ เพื่อส่งเสริมการเรียนรู้มีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และความยืดหยุ่นผูกพันในการเรียนหลังการทดลองสูงกว่าก่อนการทดลอง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เมื่อพิจารณาแยกแต่ละตัวแปรตาม พบว่าความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังการทดลองสูงกว่าก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และความยืดหยุ่นผูกพันในการเรียนของนักเรียนหลังการทดลองสูงกว่าก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2. นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยการสอนแนะให้รู้คิดร่วมกับการให้ข้อมูลย้อนกลับ เพื่อส่งเสริมการเรียนรู้มีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และความยืดหยุ่นผูกพันในการเรียนหลังการทดลองสูงกว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เมื่อพิจารณาแยกแต่ละตัวแปรตาม พบว่าหลังการทดลองความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนในกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แต่ความยืดหยุ่นผูกพันในการเรียนของนักเรียนในกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

การอภิปรายผล

การศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และความยืดหยุ่นผูกพันในการเรียนของนักเรียน เรื่อง สถิติ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยการสอนแนะให้รู้คิดร่วมกับการให้ข้อมูลย้อนกลับเพื่อส่งเสริมการเรียนรู้ สามารถอภิปรายผลได้ดังนี้

1. นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยการสอนแนะให้รู้คิดร่วมกับการให้ข้อมูลย้อนกลับ เพื่อส่งเสริมการเรียนรู้ มีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และความยืดหยุ่นผูกพันในการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ เมื่อพิจารณาคะแนนเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานพบว่า ก่อนการจัดการเรียนรู้โดยการสอนแนะให้รู้คิดร่วมกับการให้ข้อมูลย้อนกลับเพื่อส่งเสริมการเรียนรู้ นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เท่ากับ 3.63 และ 1.35 ตามลำดับ และหลังการจัดการเรียนรู้มีคะแนนเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 17.88 และ 4.51 ตามลำดับ พิจารณาได้ว่าหลังการจัดการเรียนรู้โดยการสอนแนะให้รู้คิดร่วมกับการให้ข้อมูลย้อนกลับเพื่อส่งเสริมการเรียนรู้ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนมีคะแนนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างเห็นได้ชัดเจน และมีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานมีค่ามากกว่าก่อนเรียน หมายความว่าคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังเรียนมีการกระจายมากกว่าก่อนเรียน

ทำนองเดียวกันเมื่อพิจารณาค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของความยึดมั่นผูกพันในการเรียนของนักเรียนก่อนการจัดการเรียนรู้ พบว่ามีค่าเท่ากับ 59.07 และ 10.07 ตามลำดับ และหลังการจัดการเรียนรู้ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของความยึดมั่นผูกพันในการเรียนของนักเรียนก่อนการจัดการเรียนรู้ พบว่ามีค่าเท่ากับ 81.73 และ 8.40 ตามลำดับ พิจารณาได้ว่า หลังการจัดการเรียนรู้ระดับความยึดมั่นผูกพันในการเรียนของนักเรียนมีค่ามากกว่าก่อนเรียน และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน มีค่าน้อยกว่าก่อนเรียน หมายความว่าระดับความยึดมั่นผูกพันในการเรียนของนักเรียนหลังเรียนมีการกระจายน้อยกว่าก่อนเรียน จากการวิเคราะห์ข้อมูลพื้นฐานดังกล่าวแสดงให้เห็นว่าการจัดการเรียนรู้โดยการสอนแนะให้รู้คิดร่วมกับการให้ข้อมูลย้อนกลับเพื่อส่งเสริมการเรียนรู้มีผลต่อการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และความยึดมั่นผูกพันในการเรียนของนักเรียน ทั้งนี้เนื่องจากการจัดการเรียนรู้โดยการสอนแนะให้รู้คิดร่วมกับการให้ข้อมูลย้อนกลับเพื่อส่งเสริมการเรียนรู้เป็นกระบวนการที่ช่วยส่งเสริมพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน โดยเป็นกระบวนการสอนบนพื้นฐานความรู้ ความเข้าใจของนักเรียน มีกรอบแนวคิดที่ชัดเจนเกี่ยวกับกลยุทธ์ในการแก้ปัญหานักเรียน ครูเป็นผู้ตระหนักรู้ว่าสิ่งใดเป็นสิ่งที่ยากสำหรับนักเรียน รวมถึงความคลาดเคลื่อนในทัศนคติของนักเรียน (Thomas P. Carpenter, 1996, pp. 1-14) อีกทั้งยังเป็นการจัดการเรียนรู้ที่พัฒนาความเข้าใจของนักเรียนที่เน้นความสำคัญระหว่างทักษะและการแก้ปัญหา ใช้การแก้ปัญหาเป็นศูนย์กลางของการสอน เน้นให้นักเรียนเป็นผู้ลงมือกระทำการแก้ปัญหาด้วยตนเองผ่านการให้การแนะจากครู รวมถึงการให้ข้อมูลย้อนกลับจากครูที่เป็นการให้เพื่อตอบสนองต่อพฤติกรรมในการแก้ปัญหานักเรียน และการให้เพื่อกระตุ้นให้เกิดการเรียนรู้ต่อยอดทำให้นักเรียนสามารถแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้ด้วยตนเอง (Hattie & Timperley, 2007, p. 86; โชติมา หนูพริก, 2558-2559, พฤศจิกายน - มีนาคม, น. 18; วิชัย วงษ์ใหญ่, 2557, น.179) นอกจากนี้การจัดการเรียนรู้โดยการสอนแนะให้รู้คิดร่วมกับการให้ข้อมูลย้อนกลับเพื่อส่งเสริมการเรียนรู้ยังช่วยพัฒนาความยึดมั่นผูกพันในการเรียนของนักเรียนให้สูงขึ้นเนื่องจาก กระบวนการจัดการเรียนรู้ในชั้นเรียนมาจากการที่ครูทำความเข้าใจวิธีการคิดของนักเรียน พื้นฐานความรู้ของนักเรียน และมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ที่นักเรียนสายการเรียนศิลป์ภาษามักจะคลาดเคลื่อน ดังนั้นการจัดการเรียนรู้จึงยึดนักเรียนเป็นศูนย์กลาง ใช้กระบวนการจัดการเรียนรู้บนพื้นฐานความเข้าใจของนักเรียน ครูเปรียบเสมือนเป็นผู้ชี้แนะแนวทางและมีปฏิสัมพันธ์กับนักเรียนทำให้นักเรียนกล้าถาม กล้าแสดงความคิดเห็น มีส่วนร่วมในการจัดกิจกรรมในการเรียน รวมถึงนักเรียนมีความกระตือรือร้นในการทำโจทย์ปัญหา รู้สึกว่าตนเองมีคุณค่าในห้องเรียน อีกทั้งการให้ข้อมูลย้อนกลับของครูยังเป็นตัวกระตุ้นความยึดมั่นผูกพันในการเรียนของนักเรียนเป็นอย่างดี เพราะการให้ข้อมูลย้อนกลับทำให้เกิดปฏิสัมพันธ์ระหว่างครูและนักเรียน นักเรียนสะท้อนปัญหา ความคิด ความรู้สึกให้ครูจากการเขียนแบบบันทึกข้อมูลย้อนกลับ และครูสะท้อนแนวคิด แนวทางการแก้ปัญหา รวมถึงความรู้สึกให้นักเรียน

กลับจากการเขียนตอบกลับในแบบบันทึกข้อมูลย้อนกลับ ทำให้นักเรียนรู้สึกว่าตนเองมีคุณค่า ครูให้ความสำคัญกับนักเรียน และนักเรียนกล้าที่จะเขียนสะท้อนปัญหาต่าง ๆ ที่นักเรียนพบเจอในห้องเรียนให้ครูให้ทราบเพื่อช่วยนักเรียนแก้ปัญหา พร้อมทั้งส่งเสริมกำลังใจให้นักเรียนในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เพื่อให้นักเรียนได้ตระหนักว่าวิชาคณิตศาสตร์มีความสำคัญ เห็นคุณค่าของวิชาคณิตศาสตร์ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Meena Kotecha (2011, June, p. 5) ที่ศึกษาเกี่ยวกับการพัฒนาความยึดมั่นผูกพันในการเรียนของนักเรียนโดยใช้การให้ข้อมูลย้อนกลับ การประเมิน และกิจกรรมในชั้นเรียน โดยพบว่า กิจกรรมการสอนที่หลากหลาย การประเมินความก้าวหน้าและกิจกรรมในห้องเรียนสามารถพัฒนากระบวนการเรียนรู้และเป็นสิ่งอำนวยความสะดวกในการเรียนรู้ของนักเรียน อีกทั้งกิจกรรมกลุ่มยังสามารถพัฒนาปฏิสัมพันธ์ที่ดีระหว่างนักเรียนและครูได้ และการให้ข้อมูลย้อนกลับสามารถพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความยึดมั่นผูกพันในการเรียนของนักเรียนได้ จะเห็นได้ว่าการจัดการเรียนรู้โดยการสอนแนะให้รู้คิดร่วมกับการให้ข้อมูลย้อนกลับเพื่อส่งเสริมการเรียนรู้สามารถพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และความยึดมั่นผูกพันในการเรียนของนักเรียนได้ซึ่งสอดคล้องกับผลการวิจัยของ สุธาร์ตน์ สมรรถการ (2556, น. 100-101) ที่ศึกษาเกี่ยวกับผลการจัดการเรียนรู้แบบการสอนแนะให้รู้คิด (CGI) เรื่องวิธีเรียงสับเปลี่ยนและวิธีจัดหมู่ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความสามารถในการแก้ปัญหา และความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 พบว่า ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 หลังการจัดการเรียนรู้แบบการสอนแนะให้รู้คิด (CGI) สูงกว่าก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยมีคะแนนเฉลี่ย 17.37 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 86.85

ด้วยเหตุผลดังกล่าว จึงเป็นการสนับสนุนว่าการจัดการเรียนรู้โดยการสอนแนะให้รู้คิดร่วมกับการให้ข้อมูลย้อนกลับเพื่อส่งเสริมการเรียนรู้มีส่วนช่วยในการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และความยึดมั่นผูกพันในการเรียนจนทำให้นักเรียนจนนักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาและความยึดมั่นผูกพันในการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2. นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยการสอนแนะให้รู้คิดร่วมกับการให้ข้อมูลย้อนกลับเพื่อส่งเสริมการเรียนรู้มีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และความยึดมั่นผูกพันในการเรียนหลังการทดลองสูงกว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ตรงตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ เมื่อพิจารณาแยกตัวแปรตามตามแต่ละตัวพบว่า หลังการทดลองนักเรียนในกลุ่มทดลองมีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์สูงากว่านักเรียนในกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ .05 แต่ความยึดมั่นผูกพันในการเรียนของนักเรียนในกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมไม่แตกต่างกัน

2.1 นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยการสอนแนะให้รู้คิดร่วมกับการให้ข้อมูลย้อนกลับเพื่อส่งเสริมการเรียนรู้มีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และความยืดหยุ่นผูกพันในการเรียนหลังการทดลองสูงกว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ตรงตามสมมติฐานที่ตั้งไว้และเมื่อพิจารณาแยกตัวแปรตามพบว่าหลังการทดลองนักเรียนในกลุ่มทดลองมีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์สูงกว่านักเรียนในกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ .05

พิจารณาคะแนนเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ พบว่า นักเรียนในกลุ่มควบคุมที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติมีคะแนนเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 15.33 และ 3.99 ตามลำดับ นักเรียนในกลุ่มทดลองที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยการสอนแนะให้รู้คิดร่วมกับการให้ข้อมูลย้อนกลับเพื่อส่งเสริมการเรียนรู้มีคะแนนเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 17.88 และ 4.51 ตามลำดับ ซึ่งจะเห็นได้ว่าคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนในกลุ่มควบคุมมีค่าเฉลี่ยน้อยกว่านักเรียนในกลุ่มทดลอง และคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนในกลุ่มควบคุมมีการกระจายน้อยกว่านักเรียนในกลุ่มทดลองเนื่องจากผู้วิจัยได้จัดทำแผนการจัดการเรียนรู้โดยการสอนแนะให้รู้คิดร่วมกับการให้ข้อมูลย้อนกลับเพื่อส่งเสริมการเรียนรู้ที่ประกอบด้วยขั้นตอนการสอนทั้งหมด 6 ขั้นตอน คือ 1. ขั้นกระตุ้นความสนใจและนำเสนอปัญหา เป็นขั้นที่ครูให้ข้อมูลกระตุ้นการเรียนรู้ (Feed up) โดยสร้างแรงจูงใจในการเรียนและกระตุ้นความสนใจของบทเรียนโดยใช้ปัญหา 2. ขั้นวิเคราะห์ปัญหาและลงมือปฏิบัติ เป็นขั้นตอนที่ครูใช้คำถามนำเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนเกิดการคิดนำไปสู่การแก้ปัญหา โดยในขั้นตอนนี้ครูสอดแทรกการให้ข้อมูลย้อนกลับ (Feedback) ให้กับนักเรียนรายบุคคลและรายกลุ่ม 3. ขั้นรายงานคำตอบและวิธีการแก้ปัญหา เป็นขั้นตอนที่นักเรียนเป็นผู้รายงานวิธีการได้มาซึ่งคำตอบ 4. ขั้นอภิปรายคำตอบและวิธีการที่ใช้ในการแก้ปัญหา เป็นกระบวนการร่วมกันอภิปรายถึงวิธีการแก้ปัญหา และวิธีการที่แตกต่างกัน โดยครูเป็นผู้ใช้คำถามนำให้เกิดการอภิปรายพร้อมให้ข้อมูลย้อนกลับ 5. ขั้นฝึกทักษะ เป็นขั้นที่ครูให้นักเรียนทำแบบฝึกทักษะและให้ข้อมูลย้อนกลับเป็นระยะ 6. ขั้นให้ข้อมูลเพื่อการเรียนรู้ต่อยอด (Feed Forward) เป็นขั้นตอนที่ครูให้ข้อมูลเพื่อการเรียนรู้ต่อยอดเพื่อให้นักเรียนสามารถเรียนรู้ด้วยตนเองต่อได้ โดยในแต่ละขั้นเป็นการใช้กระบวนการสอนแนะให้รู้คิดผนวกกับการให้ข้อมูลย้อนกลับโต้ตอบกับนักเรียนเป็นระยะ การให้ข้อมูลย้อนกลับเพื่อส่งเสริมการเรียนรู้นั้นแบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ การให้ข้อมูลย้อนกลับทางวาจา เป็นการให้ข้อมูลย้อนกลับจากครูสู่นักเรียนผ่านกิจกรรมของชั้นเรียน เป็นการให้ข้อมูลย้อนกลับแบบตอบสนองทันทีทันใด และการให้ข้อมูลย้อนกลับทางการเขียน เป็นการเขียนโต้ตอบการให้ข้อมูลย้อนกลับระหว่างครูและนักเรียนโดยมีประเด็นในการให้ข้อมูลย้อนกลับคือ ความรู้ที่นักเรียนได้รับในชั้นเรียน ความรู้สึกของฉันท่อคาบเรียนนี้ ปัญหาที่ฉันทพบเจอในห้องเรียน นักเรียนแก้ปัญหาอย่างไร/

นักเรียนอยากให้ครูช่วยแก้ปัญหาอย่างไร สิ่งที่ได้ทำได้ดีในคาบเรียนนี้/สิ่งที่ฉันพัฒนา และสิ่งที่ฉันอยากจะทำต่อไป ซึ่งจากแผนการจัดการเรียนรู้โดยการสอนแนะให้รู้คิดร่วมกับการให้ข้อมูลย้อนกลับ เพื่อส่งเสริมการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นนั้นสอดคล้องกับแนวทางการส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของอัมพร ม้าคนอง (2559, น. 47) ที่กล่าวว่า การสอนผ่านการแก้ปัญหาเป็นการสอนความรู้หรือการพัฒนาทักษะใด ๆ โดยใช้ปัญหาเป็นสื่อหรือเครื่องมือในการเรียนรู้ เช่น การให้ปัญหาคณิตศาสตร์เพื่อให้นักเรียนวิเคราะห์แก้ปัญหา และเรียนรู้สิ่งใหม่ อีกทั้งสอดคล้องกับแนวทางการส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของสุคนธ์ สินธพานนท์ (2555, น. 112) ที่กล่าวว่า ครูควรจัดสิ่งเร้า หรือมีการกระตุ้นที่ดี จัดสถานการณ์ใหม่ หรือเสนอปัญหาหรือประเด็นที่ท้าทายน่าสนใจ และมีวิธีการแก้ปัญหาได้หลายวิธีมาให้นักเรียนได้ฝึกฝนการแก้ปัญหา และปัญหาที่หยิบยกมาให้นักเรียนฝึกนั้น นักเรียนต้องยังไม่เคยประสบมาก่อน และอยู่ในวิสัยที่นักเรียนจะสามารถแก้ปัญหาได้ การฝึกแก้ปัญหานั้นครูควรได้ชี้แนะให้นักเรียนตีปัญหาให้แตกก่อน ถ้าเป็นปัญหาใหญ่ก็แตกเป็นปัญหาย่อย แล้วคิดแก้ปัญหาย่อยแต่ละปัญหา การฝึกฝนให้นักเรียนแก้ปัญหาใด ๆ ก็ตาม ครูไม่ควรบอกวิธีแก้ปัญหาให้ตรง ๆ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ ชัยวัฒน์ อัยปาอาจ (2552, น. 98-102) ที่ศึกษาเกี่ยวกับ ผลของการใช้แนวการสอนแนะให้รู้คิดในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์และเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 พบว่า นักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 50 นักเรียนที่ใช้แนวการสอนแนะให้รู้คิดในการจัดกิจกรรมมีความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมแบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2.2 หลังการทดลองความยึดมั่นผูกพันในการเรียนของนักเรียนในกลุ่มทดลองสูงกว่านักเรียนในกลุ่มควบคุมอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

เมื่อพิจารณาคะแนนเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของความยึดมั่นผูกพันในการเรียนของนักเรียน พบว่า นักเรียนในกลุ่มควบคุมที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติมีคะแนนเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 81.00 และ 11.41 ตามลำดับ นักเรียนในกลุ่มทดลองที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยการสอนแนะให้รู้คิดร่วมกับการให้ข้อมูลย้อนกลับเพื่อส่งเสริมการเรียนรู้ มีคะแนนเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 81.73 และ 8.40 ตามลำดับ ซึ่งจะเห็นได้ว่าคะแนนความยึดมั่นผูกพันในการเรียนของนักเรียนในกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุม แต่คะแนนไม่แตกต่างกันถึงขั้นมีนัยสำคัญทางสถิติ แผนการจัดการเรียนรู้โดยการสอนแนะให้รู้คิดร่วมกับการให้ข้อมูลย้อนกลับเพื่อส่งเสริมการเรียนรู้ เป็นเครื่องมือสำหรับการพัฒนาความยึดมั่นผูกพันในการเรียน เนื่องจากการจัดการเรียนรู้แนะให้รู้คิดร่วมกับการให้ข้อมูลย้อนกลับเป็นกระบวนการจัดการเรียนรู้โดยครูเป็นผู้

เป็นผู้กระตุ้นการคิดบนพื้นฐานของความรู้ ความเข้าใจของนักเรียน และให้นักเรียนลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง ทำให้นักเรียนเกิดความเชื่อมั่นผูกพันในการเรียน ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของ วิจารย์ พานิช (2556, น. 44-85) ที่ระบุว่า ความเชื่อมั่นผูกพันในการเรียนนั้นสามารถสร้างขึ้นได้โดยการเรียนแบบลงมือปฏิบัติ รวมถึงการให้ข้อมูลย้อนกลับสามารถทำให้เกิดความเชื่อมั่นผูกพันในการเรียนได้นั้นเป็นจริงตามสมมติฐานข้อที่ 1 ของงานวิจัยนี้ แต่เมื่อผู้วิจัยวิเคราะห์ผลเปรียบเทียบผลหลังเรียนระหว่างนักเรียนในกลุ่มทดลองที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยการสอนแนะให้รู้คิดร่วมกับการให้ข้อมูลย้อนกลับเพื่อส่งเสริมการเรียนรู้และนักเรียนในกลุ่มควบคุมที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ พบว่าความเชื่อมั่นผูกพันในการเรียนของนักเรียนในกลุ่มทดลองสูงกว่านักเรียนในกลุ่มควบคุมอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ เป็นเพราะปัจจัยในการพัฒนาความเชื่อมั่นในการเรียนของนักเรียนนั้นไม่ใช่เพียงแค่การจัดการเรียนรู้โดยให้นักเรียนลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง และการให้ข้อมูลย้อนกลับเท่านั้น แต่ยังเป็นผลมาจากปัจจัยอื่นอีกดังต่อไปนี้ 1. อิทธิพลของครู ความกระตือรือร้นในการสอนของครู ความตื่นตัวในการสอนของครู และความสนุกในการสอนนั้นเป็นส่วนหนึ่งของความเชื่อมั่นผูกพันในการเรียนของครู (teacher engagement) ที่เป็นตัวแปรส่งผ่านไปถึงความเชื่อมั่นผูกพันในการเรียนของนักเรียน (ทิพย์อาภา กลิ่นคำหอม, 2557, น. 34) 2. อิทธิพลจากพ่อแม่ โดยลักษณะและรูปแบบในการดำเนินชีวิตของครอบครัว จะเชื่อมโยงกับความสำเร็จทางการศึกษาของนักเรียนผ่านตัวแปรด้านแรงจูงใจในการเรียน รวมถึงการอบรมเลี้ยงดู ความเชื่อของพ่อแม่ จะเป็นปัจจัยที่สำคัญต่อการสร้างแรงจูงใจในการเรียนของนักเรียนด้วย (ดุสิตา ดิบุคคำ, 2553, น. 37) จากปัจจัยต่าง ๆ ที่สามารถส่งผลต่อความเชื่อมั่นผูกพันในการเรียนของนักเรียน สามารถสรุปได้ว่า นักเรียนในกลุ่มทดลองและนักเรียนในกลุ่มควบคุมได้รับการจัดการเรียนรู้โดยครูผู้สอนคนเดียวกัน นั้นอาจเป็นสาเหตุทำให้ความเชื่อมั่นผูกพันในการเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลองและควบคุมแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ รวมถึงอิทธิพลจากพ่อแม่ เป็นปัจจัยที่ผู้วิจัยไม่ได้ทำการศึกษาหรือควบคุมทำให้ผลการวิจัยในด้านของความเชื่อมั่นผูกพันในการเรียนของนักเรียนไม่เป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้

ข้อเสนอแนะ

จากผลการศึกษาครั้งนี้ ผู้วิจัยได้สรุปข้อเสนอแนะไว้ดังนี้

ข้อเสนอแนะทั่วไป

1. การสร้างสถานการณ์ปัญหาสำหรับการจัดการเรียนรู้โดยการสอนแนะให้รู้คิดร่วมกับการให้ข้อมูลย้อนกลับเพื่อส่งเสริมการเรียนรู้ ที่ใช้สำหรับขั้นตอนการสอนที่ 1 การให้ข้อมูลเพื่อกระตุ้นการเรียนรู้นั้น ไม่ควรเป็นโจทย์ที่ยากเกินไป เนื่องจากนักเรียนจะรู้สึกเบื่อหน่ายและท้อแท้ใน

การแก้ปัญหา รวมถึงควรเป็นสถานการณ์ปัญหาที่เชื่อมโยงกับชีวิตประจำวันเพื่อกระตุ้นความสนใจในโจทย์ปัญหานั้น ๆ

2. การเขียนแบบบันทึกการให้ข้อมูลย้อนกลับรายบุคคล ครูควรให้นักเรียนเขียนในทำยคาบเรียนนั้น ๆ เนื่องจากนักเรียนจะไม่ลืมอารมณ์ ความรู้สึก หรือเนื้อหาความรู้ที่ตนเองเพิ่งได้เรียนไป การให้เวลานักเรียนอย่างพอเหมาะจะทำให้ครูได้รับข้อมูลย้อนกลับที่ครบถ้วน

3. เทคนิคการเขียนโต้ตอบแบบบันทึกการให้ข้อมูลย้อนกลับรายบุคคล ครูไม่ควรใช้ปากกาสีแดง เนื่องจากการใช้ปากกาสีแดงเปรียบเสมือนการตรวจงานนักเรียนและงานนักเรียนนั้นผิด ครูควรใช้ปากกาสีอื่นในการเขียนโต้ตอบ รวมทั้งใช้ภาษาระดับเดียวกับนักเรียนเพื่อลดช่องว่างระหว่างครูและนักเรียน

ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยครั้งต่อไป

มีปัจจัยหลายปัจจัยที่ส่งผลถึงความยึดมั่นผูกพันในการเรียนของนักเรียน เช่น อิทธิพลของครู อิทธิพลของครอบครัว ดังนั้นในการวิจัยครั้งถัดไป สามารถทำการวิเคราะห์เปรียบเทียบความยึดมั่นผูกพันระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมโดยการควบคุมตัวแปรปัจจัยแทรกซ้อนที่สามารถส่งผลถึงตัวแปรตามได้ โดยใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วมพหุคูณแบบทางเดียว (one way MANCOVA) เพื่อจัดอิทธิพลตัวแปรร่วม

บรรณานุกรม



ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-สกุล	วิมลพันธ์ ทรายทอง
วัน เดือน ปี เกิด	27 พฤษภาคม 2535
สถานที่เกิด	อ.เมือง จ.ยะลา
วุฒิการศึกษา	ครุศาสตรปริญญาบัณฑิต จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ที่อยู่ปัจจุบัน	154 หมู่ 5 ตำบลบ้านปึง อำเภอบ้านไร่ จังหวัดอุทัยธานี 61140
รางวัลที่ได้รับ	นิสิตฝึกสอนดีเด่น ประจำปีการศึกษา 2557



- Barkley, E. F. (2009). *Student Engagement Techniques: A Handbook for College Faculty*: Wiley.
- Barnett, C. S. (1982). *Teaching kids math : problem-solving activities to help young children learn and enjoy mathematics*. Englewood Cliffs, N. J.: Prentice-Hall.
- Baroody, A. J., และ Coslick, R. T. (1993). *Problem Solving, Reasoning, and Communicating, K-8: Helping Children Think Mathematically*: Merrill.
- Bond, G. B. D. J. (2008). *Problem-solving in Mathematics: Ages 6-7*: R.I.C. Publications.
- Council, N. R., และ Medicine, I. o. (2004). *Engaging Schools: Fostering High School Students' Motivation to Learn*. Washington, DC: The National Academies Press.
- Eseryel, D., Law, V., Ifenthaler, D., Ge, X., และ Miller, R. (2014). An Investigation of the Interrelationships between Motivation, Engagement, and Complex Problem Solving in Game-based Learning. *Educational Technology & Society*, 17(1), 42-53.
- Good, C. V. (Ed.) (1973) (3th ed.). New York: McGraw-Hill Book Company.
- Hatfield, M. M., และ Bitter, G. G. (1993). *Mathematics Methods for the Elementary and Middle School: A Comprehensive Approach*: Allyn and Bacon.
- Hattie, J., และ Timperley, H. (2007). The Power of Feedback. *Review of Educational Research*, 77(1), 81-112.
- Kennedy, L. M. (1997). *Guiding children's learning of mathematics* (8th ed.). Belmont, Calif.: Belmont, Calif. : Wadsworth.
- Krulik, S., และ Rudnick, J. A. (1993). *Reasoning and Problem Solving: A Handbook for Elementary School Teachers*: Allyn and Bacon.
- Mathematics, N. C. o. T. o. (2000). *Principles and Standards for School Mathematics: An Overview*: National Council of Teachers of Mathematics.
- Meena Kotecha. (2011, June). Enhancing student's engagement through effective feedback, assessment and engaging activities. *Msor Connections*, 11(2), 4-6.
- Mory Edna H. (2013). Feedback research revisited *Handbook of research on educational communications and technology*, 745-783.

- Musser, G. L., Peterson, B. E., และ Burger, W. F. (2013). Mathematics for elementary teachers a contemporary approach, 10th ed. (Brief article) (Book review). *Reference & Research Book News*, 28(6).
- Reys, R. E., Suydam, M. N., และ Lindquist, M. M. (1995). *Helping Children Learn Mathematics: Activity cards*: Allyn and Bacon.
- Riedesel, C. A., Schwartz, J. E., และ Clements, D. H. (1996). *Teaching Elementary School Mathematics*: Allyn and Bacon.
- Thiessen, D. (1989). *Elementary Mathematical Methods*: MacMillan Publishing.
- Thomas P. Carpenter, E. F., & Megan L. Franke. (1996). Cognitively Guided Instruction: A Knowledge Base for Reform in Primary Mathematics Instruction. *The University of Chicago*, 97(1).
- กรมวิชาการ. (2541). การแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์. กรุงเทพฯ: กรมวิชาการ.
- ชมนาด เชื้อสุวรรณทวี. (2542). การสอนคณิตศาสตร์. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร.
- ชมนาด เชื้อสุวรรณทวี. (2561). การเรียนการสอนคณิตศาสตร์ = *Mathematics Instruction*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ชมนาด เชื้อสุวรรณทวี และคณะ. (2561). การพัฒนารูปแบบการพัฒนาวิชาชีพแบบดูแลให้คำปรึกษาเพื่อพัฒนาความสามารถในการจัดการเรียนรู้สำหรับนิสิตฝึกประสบการณ์วิชาชีพครูที่ส่งเสริมความสามารถในการคิดแก้ปัญหาของนักเรียน. *วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร*, 20(4).
- ชลธิชา ใจพนัส. (2556). ปัจจัยบางประการที่ส่งผลต่อความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. *Veridian E-Journal มหาวิทยาลัยศิลปากร*, 6(3), 286-304.
- ชัยวัฒน์ อู่ปาอาจ. (2552). ผลของการใช้แนวการสอนแนะให้รู้คิดในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ และเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 2. (ปริญญามหาบัณฑิต). จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ.
- ชูศรี วงศ์รัตนะ. (2558). เทคนิคการเขียนเค้าโครงการวิจัย: แนวทางสู่ความสำเร็จ (พิมพ์ครั้งที่ 3). กรุงเทพฯ: ศูนย์หนังสือแห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

- เชิดศักดิ์ ไชรมณีรัตน์. (2552). การให้ข้อมูลย้อนกลับ *Providing feedback*. สงขลา: คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.
- โชติมา หนูพริก. เทคนิคการประเมินเพื่อพัฒนาการเรียนรู้: การตั้งคำถามและการให้ข้อมูลย้อนกลับเพื่อส่งเสริมการเรียนรู้. <http://www.curriculumandlearning.com/upload>
- โชติมา หนูพริก. (2558-2559, พฤศจิกายน - มีนาคม). การประเมินเพื่อการเรียนรู้: การตั้งคำถามและการให้ข้อมูลย้อนกลับเพื่อส่งเสริมการเรียนรู้. วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร, 13(2), 18-30.
- ไซเบล แมค เอ. (2544). ศิลปะการสอนคณิตศาสตร์ = *Teaching mathematics : a sourcebook of activities, and strategies*. กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.
- ดุสิตา ดีบุกคำ. (2553). อิทธิพลของลักษณะเป้าหมายของบิดามารดาที่มีต่อพฤติกรรมและความรู้สึกอยากเรียนและผลการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายโดยมีลักษณะเป้าหมายส่วนตนของนักเรียนเป็นตัวแปรส่งผ่าน. (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต). จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ.
- ถนอมพร เลหาจรัสแสง. (2558). ทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 เพื่อการพัฒนาอาจารย์ของมหาวิทยาลัยเชียงใหม่. เชียงใหม่: สำนักบริการเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- ทิพย์อาภา กลิ่นคำหอม. (2557). โมเดลเชิงสาเหตุของความยึดมั่นผูกพันของนักเรียนและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่เกิดจากอิทธิพลของครู. (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต). จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ.
- ทิตนา แชมมณี. (2559). ศาสตร์การสอน: องค์ความรู้เพื่อการจัดกระบวนการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ (พิมพ์ครั้งที่ 20). กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- นพมาศ ว่องวิทย์สกุล. (2558). การพัฒนาโปรแกรมเพื่อส่งเสริมความยึดมั่นผูกพันกับการเรียนและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาภาษาไทย ของนักเรียนชั้นประถมศึกษา: การทดลองแบบอนุกรมเวลา. (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต). จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ.
- บงกช วงศ์หล่อสายชล. (2555). กลยุทธ์การสร้างความยึดมั่นผูกพันกับโรงเรียนของนักเรียนจากผลการวิเคราะห์เอสอีเอ็ม: การพัฒนาและการนำไปปฏิบัติ. (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต). จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ.
- ประพันธ์ศิริ สุเสารัจ. (2556). การพัฒนาการคิด (พิมพ์ครั้งที่ 5). กรุงเทพฯ: ศูนย์หนังสือจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

- ปวันรัตน์ วัฒนนะ. (2559). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์และความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เรื่อง การวัด ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยการสอนแนะให้คิด (CGI) ที่เน้นการเชื่อมโยงระหว่างคณิตศาสตร์กับชีวิตประจำวัน. (ปริญญานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ,
- ปิยะนาถ เหมวิเศษ. (2551). การสร้างกิจกรรมการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ที่เลือกใช้กลยุทธ์ในการแก้ปัญหาที่หลากหลายเพื่อเสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. (ปริญญานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ,
- พรณี ชูทัย เจนจิต. (2538). จิตวิทยาการเรียนการสอน (พิมพ์ครั้งที่ 4). กรุงเทพฯ: ดันฮ็อ แกรมมี.
- เพ็ญลดา ทัพไพเราะ. (2559). ผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบ SSCS ร่วมกับเทคนิคเพื่อนคู่คิด (Think-Pair-Share) เรื่องอัตราส่วนและร้อยละที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2. (ปริญญานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, กรุงเทพฯ.
- เพราพรรณ เปลียนภู. (2542). จิตวิทยาการศึกษา = *Educational psychology* (พิมพ์ครั้งที่ 5). กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.
- ไพฑูรย์ สีนลารัตน์. (2558). ศาสตร์การคิด: รวมบทความเรื่องการคิดและการสอนคิด. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิต.
- มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช สาขาวิชาศึกษาศาสตร์. (2536). ประมวลสาระชุดวิชาสารัตถะและวิทยวิธีทางวิชาคณิตศาสตร์ = *Foundations and methodologies in mathematics*. นนทบุรี: มหาวิทยาลัยมหวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช.
- ยุพิน พิพิธกุล. (2530). การสอนคณิตศาสตร์. กรุงเทพฯ: คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ยุวดี พันธุ์สุจริต. (2554). การวิเคราะห์โมเดลทางเลือกของความยืดหยุ่นผูกพันกับโรงเรียนที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนผ่านการเรียนรู้แบบกลุ่มเล็ก. (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต). จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ.
- รัชดาพร ศรีรักษา. (2547). การเปรียบเทียบผลของการเรียนรู้แบบ 4 MAT ควบคู่กับการให้ข้อมูลย้อนกลับแบบทันทีและการให้ข้อมูลย้อนกลับแบบล่าช้าที่มีต่อความเข้าใจในการอ่านวิชาภาษาไทยของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนสุเหร่าดอนสะแก เขตวัง

- ทองกลาง กรุงเทพมหานคร. (ปริญญานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, กรุงเทพฯ.
- วันเพ็ญ ปรงสำราญกิจ. (2540). การเปรียบเทียบผลของการให้ข้อมูลย้อนกลับควบคู่กับการเสริมแรงแบบต่อเนื่องและแบบเว้นระยะเพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนวัดช่องนนทรี กรุงเทพมหานคร. (ปริญญานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ,
- วิจารณ์ พานิช. (2556). สนุกกับการเรียนในศตวรรษที่ 21 (พิมพ์ครั้งที่ 1). กรุงเทพฯ: มูลนิธิสดศรี-สฤษดิ์วงศ์.
- วิชัย พาณิชยสว. (2546). สอนอย่างไรให้เด็กเก่งโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์. กรุงเทพฯ: สถาบันพัฒนาคุณภาพวิชาการ พว.
- วิชัย วงษ์ใหญ่. (2557). การโค้ชเพื่อการรู้คิด = *Cognitive coaching* (พิมพ์ครั้งที่ 3). ม.ป.ท.: ม.ป.พ.
- วิญ มุลวงศ์. (2559). การพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่จัดการเรียนรู้โดยใช้กรณีศึกษา. *Veridian E-Journal* มหาวิทยาลัยศิลปากร, 9(2), 1691-1704.
- วิสิทธิ์ โรจน์พจนรัตน์. (2542). พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ.2542. กรุงเทพฯ: พัฒนาศึกษา.
- เวชฤทธิ์ อังกนะภัทรขจร. (2552-2553, ตุลาคม-มกราคม). การสอนแนะให้รู้คิด (Cognitively Guided Instruction : CGI) รูปแบบหนึ่งของการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์. วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา, 21(1), 1-11.
- เวชฤทธิ์ อังกนะภัทรขจร. (2551). การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้แบบการสอนแนะให้รู้คิด (CGI) ที่ใช้ทักษะการให้เหตุผลและการเชื่อมโยงโดยบูรณาการสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์เรื่อง การวิเคราะห์ข้อมูลกับสิ่งแวดล้อมศึกษา สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6. (ปริญญาดุษฎีบัณฑิต). มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, กรุงเทพฯ.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2555). ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ (พิมพ์ครั้งที่ 3). กรุงเทพฯ: 3-คิว มีเดีย.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2558). สรุปผลการวิจัย PISA 2015. กรุงเทพฯ: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กระทรวงศึกษาธิการ.

- สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 3. (2560). ผลการทดสอบระดับชาติขั้นพื้นฐาน (O-NET) ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6. www.secondary3.go.th/main
- สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน. (2553). เอกสารประกอบหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (พิมพ์ครั้งที่ 2). กรุงเทพฯ: สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน.
- สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา. (2560). แผนการศึกษาแห่งชาติ (พ.ศ. 2560-2579). กรุงเทพฯ: สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา.
- สำเร็จ บุญเรืองรัตน์. (2554). การปฏิรูปการศึกษา (พิมพ์ครั้งที่ 1). นครราชสีมา: มหาวิทยาลัยวงษ์ชวลิตกุล.
- สิริพร ทิพย์คง. (2544). หนังสือเสริมประสบการณ์การนิเทศศาสตร์ ระดับประถมศึกษา และระดับมัธยมศึกษาตอนต้น เรื่องการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ = *Problem solving*. กรุงเทพฯ: ศูนย์พัฒนาหนังสือ.
- สุคนธ์ ภูริเวทย์. (2554). การออกแบบการจัดการเรียนรู้ = *Learning management design : TL 711 (611) (H)* (พิมพ์ครั้งที่ 1). กรุงเทพฯ: ภาควิชาหลักสูตรและการสอน มหาวิทยาลัยรามคำแหง.
- สุคนธ์ สีนธพานนท์. (2555). พัฒนาทักษะการคิด: ตามแนวปฏิรูปการศึกษา (พิมพ์ครั้งที่ 1). กรุงเทพฯ: ศูนย์หนังสือจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- สุธารัตน์ สมรรถการ. (2556). ผลการจัดการเรียนรู้แบบการสอนแนะให้รู้คิด (CGI) เรื่องวิธีเรียงสับเปลี่ยนและวิธีจัดหมู่ที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความสามารถในการแก้ปัญหาและความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6. (ปริญญานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, กรุงเทพฯ.
- สุภาพร ปิ่นทอง. (2554, ตุลาคม-มีนาคม). การเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์เรื่อง อสมการและเจตคติต่อการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการสอนโดยใช้รูปแบบ SSCS และการสอนโดยใช้เทคนิค KWDL. วารสารวิจัยทางการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มศว, 6(2), 135-143.
- สุวรร กาญจนมยุร. (2532). เทคนิคการสอนคณิตศาสตร์ระดับประถมศึกษา. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ไทยวัฒนาพานิช.
- อัมพร ม้าคนอง. (2559). ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ : การพัฒนาเพื่อพัฒนาการ (พิมพ์ครั้งที่ 3). กรุงเทพฯ: คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

อำภรัตน์ ผลาวรรณ. (2556). ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้การสอนแบบแนะให้รู้คิด (CGI) เรื่อง
ความน่าจะเป็นที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ความสามารถในการ
แก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ความตระหนักในการรู้คิดและความมีวินัยในตนเองของ
นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5. วารสารวิจัยทางการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มศว ปีที่ 8,
ฉบับที่ 1 (เม.ย.-ก.ย. 2556), หน้า 239-251.

อุษณีย์ อนุรุทวงศ์. (2556). ทักษะความคิด : พัฒนาอย่างไร = *High level of thinking skills :
how to develop*. กรุงเทพฯ: อินทร์ณ.

เอสดี เซนเตอร์. (2554). การรู้คิดคืออะไร (Metacognition). <http://oknation.nationtv.tv>







รายนามผู้เชี่ยวชาญ

รายนามผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบความสอดคล้องของแผนการจัดการเรียนรู้โดยการสอนแนะให้รู้คิดร่วมกับการให้ข้อมูลย้อนกลับเพื่อส่งเสริมการเรียนรู้ และแผนการจัดการเรียนรู้แบบปกติ เรื่อง สถิติ ของนักเรียนสายการเรียนศิลป์ภาษา ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

- | | |
|-------------------------------|---|
| 1. ผศ.ดร.จินดิษฐ์ ลออปกิจนิ | หัวหน้าอาจารย์นิเทศ วิชาเอกคณิตศาสตร์
คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย |
| 2. ผศ. ดร.จกมล ทำสวน | อาจารย์ประจำสาขาวิชาคณิตศาสตร์
คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย |
| 3. อาจารย์วรเนตร พิซิตเกริกพล | อาจารย์กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์
โรงเรียนจอมสุรางค์อุปถัมภ์ |

รายนามผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบความสอดคล้องของแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และเกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง สถิติ ของนักเรียนสายการเรียนศิลป์ภาษา ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

- | | |
|-------------------------------|--|
| 1. อาจารย์สุธาร์ตน์ สมรรถการ | อาจารย์กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์
โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ |
| 2. อาจารย์วรเนตร พิซิตเกริกพล | อาจารย์กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์
โรงเรียนจอมสุรางค์อุปถัมภ์ |
| 3. อาจารย์วิจิตรา ป้อมนาค | อาจารย์กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์
โรงเรียนจอมสุรางค์อุปถัมภ์ |

รายนามผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบความสอดคล้องของแบบวัดความยึดมั่นผูกพันในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนสายการเรียนศิลป์ภาษา ระดับมัธยมศึกษาปีที่ 5

- | | |
|-------------------------------|---|
| ผศ.ดร.ปิยวรรณ วิเศษสุวรรณภูมิ | อาจารย์ประจำภาควิชาวิจัยและจิตวิทยาการศึกษา
คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย |
| ผศ.ดร.ชนิศา ตันติเฉลิม | อาจารย์ประจำภาควิชาวิจัยและจิตวิทยาการศึกษา
คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย |
| อาจารย์ ดร.รับขวัญ ภูเขาแก้ว | หัวหน้ากลุ่มกิจกรรมพัฒนาผู้เรียน
โรงเรียนสาธิตจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย(มัธยม) |

ภาคผนวก ข
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้โดยการสอนแนะให้รู้คิดร่วมกับการให้ข้อมูลย้อนกลับเพื่อส่งเสริมการเรียนรู้ เรื่อง สถิติ
2. ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้แบบปกติ เรื่อง สถิติ
3. แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
4. แบบวัดความยึดมั่นผูกพันในการเรียนของนักเรียน

**ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้โดยการสอนแนะให้รู้คิดร่วมกับการให้ข้อมูลย้อนกลับ
เพื่อส่งเสริมการเรียนรู้**

กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์	รหัสวิชา ค32102	รายวิชา คณิตศาสตร์พื้นฐาน
ระดับชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 5	หน่วยการเรียนรู้ สถิติ	เรื่อง การวัดค่ากลางของข้อมูล
หัวข้อย่อย การแก้โจทย์ปัญหาค่าเฉลี่ยเลขคณิตเมื่อข้อมูลไม่ครบ		ระยะเวลา 2 คาบ
ครูผู้สอน นางสาววิมลพันธ์ ทรายทอง		โรงเรียน จอมสุรางค์อุปถัมภ์

1. มาตรฐานการเรียนรู้

มาตรฐาน ค 5.1 เข้าใจและใช้วิธีการทางสถิติในการวิเคราะห์ข้อมูล

มาตรฐาน ค 5.3 ใช้ความรู้เกี่ยวกับสถิติและความน่าจะเป็นช่วยในการตัดสินใจและแก้ปัญหา

มาตรฐาน ค 6.1 มีความสามารถในการแก้ปัญหา การให้เหตุผล การสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์และการนำเสนอ การเชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์และเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ และมีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์

2. ตัวชี้วัด

ค 5.1 ม.4-6/2 : หาค่าเฉลี่ยเลขคณิต มัธยฐาน ฐานนิยม ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และเปอร์เซ็นต์ไทล์ของข้อมูล

ค 5.3 ม.4-6/1 : ใช้ข้อมูลข่าวสารและค่าสถิติช่วยในการตัดสินใจ

ค 6.1 ม.4-6/1 : ใช้วิธีการที่หลากหลายในการแก้ปัญหา

ค 6.1 ม.4-6/2 : ใช้ความรู้ ทักษะ กระบวนการทางคณิตศาสตร์และเทคโนโลยีในการแก้ปัญหาในสถานการณ์ต่าง ๆ ได้อย่างเหมาะสม

ค 6.1 ม.4-6/3 : ให้เหตุผลประกอบการตัดสินใจและสรุปผลได้อย่างเหมาะสม

ค 6.1 ม.4-6/4 : ใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ในการสื่อสาร การสื่อความหมาย และการนำเสนอได้อย่างถูกต้องและชัดเจน

ค 6.1 ม.4-6/5 : เชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ ในคณิตศาสตร์ และนำความรู้ หลักการ กระบวนการทางคณิตศาสตร์ไปเชื่อมโยงกับศาสตร์อื่น ๆ

3. จุดประสงค์การเรียนรู้

ด้านความรู้(K) : นักเรียน

1. สามารถหาค่าเฉลี่ยเลขคณิตเมื่อข้อมูลไม่ครบได้

ด้านทักษะ/กระบวนการ(P) : นักเรียนสามารถ

1. ใช้สัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์เพื่อสื่อความหมายถึงค่าเฉลี่ยเลขคณิตได้
2. แก้ปัญหาค่าเฉลี่ยเลขคณิตเมื่อข้อมูลไม่ครบได้โดยใช้ความรู้เรื่องค่าเฉลี่ยเลขคณิต

ด้านคุณลักษณะ(A) : นักเรียน

1. มีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนรู้
2. เห็นคุณค่าของการเรียนรู้
3. มีความพยายามในการเรียนรู้

4.สาระสำคัญ

ค่าเฉลี่ยเลขคณิต (Arithmetic Mean) เมื่อข้อมูลไม่แจกแจงความถี่ คือ การหาผลรวมของข้อมูลทั้งหมดแล้วหารด้วยจำนวนข้อมูล

การแก้โจทย์ปัญหาค่าเฉลี่ยเลขคณิตเมื่อข้อมูลไม่ครบ สามารถทำได้โดยแทนตัวแปรสำหรับข้อมูลที่ขาดหายไป จากนั้นใช้สูตรการหาค่าเฉลี่ยเลขคณิตและแก้สมการ เพื่อหาคำตอบ

แก้โจทย์ปัญหาค่าเฉลี่ยเลขคณิตมีขั้นตอนกระบวนการแก้ปัญหา 4 ขั้นตอน คือ 1. ทำความเข้าใจปัญหา 2. วางแผนการแก้ปัญหา 3. ดำเนินการตามแผน และ 4. ตรวจสอบผลและสรุปคำตอบ

5. สาระการเรียนรู้

ตัวอย่าง สุชาติสอบย่อยวิชาคณิตศาสตร์ 5 ครั้ง ได้ค่าเฉลี่ยเลขคณิตของคะแนนสอบมีค่า 80 คะแนน โดยทั้งสี่ครั้งที่เขาสอบได้คะแนน 78 , 91 , 75 และ 77 จงหาว่าครั้งสุดท้ายเขาสอบได้กี่คะแนน

ขั้นที่ 1 ทำความเข้าใจปัญหา

- สิ่งที่โจทย์กำหนดให้ :
1. จำนวนครั้งในการสอบย่อย 5 ครั้ง
 2. ค่าเฉลี่ยเลขคณิตมีค่า 80 คะแนน

สิ่งที่โจทย์ต้องการ : คะแนนสอบครั้งสุดท้าย

ขั้นที่ 2 วางแผนการแก้ปัญหา

1. กำหนดตัวแปรได้ดังนี้ $N = 5$, $\bar{x} = 80$ และคะแนนสอบครั้งสุดท้าย x คะแนน

2. ใช้สูตรการหาค่าเฉลี่ยเลขคณิต $\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^N x_i}{N}$ แล้วแทนค่าตัวแปรต่าง ๆ ลงในสูตร

3. ดำเนินการทางคณิตศาสตร์แก้สมการหาค่า x

ขั้นที่ 3 ดำเนินการตามแผน

$$\begin{aligned} \text{สูตรการหาค่าเฉลี่ยเลขคณิต } \bar{x} &= \frac{\sum_{i=1}^N x_i}{N} \\ \text{แทนค่า } 80 &= \frac{78 + 91 + 75 + 77 + x}{5} \\ 400 &= 321 + x \\ x &= 79 \end{aligned}$$

นั่นคือ ครั้งสุดท้ายเขาทำคะแนนได้ 79 คะแนน

ขั้นที่ 4 ตรวจสอบผลและสรุปคำตอบ

จากคะแนนสอบทั้งหมดคือ 78 , 91 , 75 , 77 และ 79 ดำเนินการสอบทั้งหมด 5 ครั้ง

$$\begin{aligned} \text{สูตรการหาค่าเฉลี่ยเลขคณิต } \bar{x} &= \frac{\sum_{i=1}^N x_i}{N} \\ &= \frac{78 + 91 + 75 + 77 + 79}{5} \\ &= \frac{400}{5} \\ \bar{x} &= 80 \text{ (ตรงกับสิ่งที่โจทย์กำหนดให้)} \end{aligned}$$

ดังนั้น ครั้งสุดท้ายเขาทำคะแนนได้ 79 คะแนน

6. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้

คาบที่ 1

1. ขั้นกระตุ้นความสนใจและนำเสนอปัญหา

1.1 ครูให้ข้อมูลกระตุ้นการเรียนรู้ของนักเรียน (Feed Up) โดยชี้แจงให้นักเรียนทราบเกี่ยวกับจุดประสงค์การเรียนรู้ในคาบเรียนนี้ วิธีการเรียนรู้ ภาระงานการบ้านที่นักเรียนจะได้รับ รวมถึงเกณฑ์การวัดและประเมินผลของการทดสอบย่อย จากนั้น ครูทบทวนความรู้เดิมของนักเรียนเกี่ยวกับวิธีการหาค่าเฉลี่ยเลขคณิต (หาจากได้การนำผลบวกของข้อมูลทุกตัวหารด้วยจำนวนของข้อมูล)

1.2 ครูเปิดประเด็นว่า “ถ้านักเรียนรู้ว่า ค่าเฉลี่ยเลขคณิตน้ำหนักของนักเรียนในห้องนี้คือ 65 กิโลกรัม แต่มีเพื่อนนักเรียนคนหนึ่งขาดเรียน นักเรียนคิดว่าเราจะสามารถใช้ข้อมูลที่มีอยู่น้ำหนักของเพื่อนที่ขาดเรียนได้หรือไม่” (นักเรียนบางส่วนคิดว่าสามารถหาได้/นักเรียนบางส่วนคิดว่าไม่สามารถหาได้)

1.3 ครูนำเสนอโจทย์ปัญหาในใบกิจกรรม โดยให้นักเรียนร่วมกันคิดอภิปรายเป็นกลุ่มจำนวน 3 กลุ่ม โดยแต่ละกลุ่มจะได้โจทย์แตกต่างกันดังนี้

โจทย์กลุ่มที่ 1 สมชายทำแบบทดสอบ 6 ครั้งแต่ละครั้งทำคะแนนได้ คือ 20 , 15 , 25 , 21 และ 27 ซึ่งเขาทำคะแนนการสอบครั้งสุดท้ายหายไป ถ้าคะแนนเฉลี่ยของการสอบมีค่า 22 คะแนน อยากทราบว่า คะแนนสอบครั้งสุดท้ายของสมชาย มีค่าเท่าไร

โจทย์กลุ่มที่ 2 สมหญิงบันทึกส่วนสูงของเพื่อนทั้ง 5 คน ได้ คือ 150 , 165 , 156 และ 169 ซึ่งสมหญิงทำบันทึกส่วนสูงของเพื่อนคนสุดท้ายหายไป ถ้าส่วนสูงเฉลี่ยของเพื่อนทั้งห้าคนมีค่า 160 เซนติเมตร อยากทราบว่าส่วนสูงของเพื่อนคนสุดท้ายมีค่าเท่าไร

โจทย์กลุ่มที่ 3 สมศรีได้ค่าขนมตลอด 1 สัปดาห์ตั้งแต่วันจันทร์ถึงวันเสาร์คือ 95 , 70 , 95 , 85 , 100 และ 110 โดยค่าขนมโดยเฉลี่ยตลอด 1 สัปดาห์ คือ 90 บาท อยากทราบว่าวันอาทิตย์สมศรีได้ค่าขนมกี่บาท

เหตุผลที่แบ่งนักเรียนออกเป็น 3 กลุ่ม เนื่องจากในขั้นตอนรายงานคำตอบหากแบ่งนักเรียนหลายกลุ่ม จะทำให้เสียเวลาไปกับการรายงานคำตอบของแต่ละกลุ่ม อีกทั้งประโยชน์ของการแบ่งกลุ่ม เพื่อให้นักเรียนได้เห็นโจทย์ลักษณะเดิมในบริบทที่แตกต่างกันออกไป

2. ขั้นวิเคราะห์ปัญหาและลงมือปฏิบัติ

แม้ว่าจะแบ่งนักเรียนเป็น 3 กลุ่ม แต่ละกลุ่มได้โจทย์ปัญหาที่แตกต่างกัน ครูจะให้นักเรียนในกลุ่มเดียวกัน สามารถปรึกษาช่วยกันทำได้ โดยนักเรียนแต่ละคนจะต้องเขียนแสดงวิธีทำในใบกิจกรรมของตนเอง ซึ่งขั้นตอนนี้ครูจะทำหน้าที่เป็นผู้ช่วยตั้งคำถาม เพื่อให้นักเรียนตระหนักและสามารถหาคำตอบได้ด้วยตนเอง มีขั้นตอนดังนี้

2.1 “จากโจทย์ที่กำหนดให้ โจทย์กำหนดค่าอะไรมาบ้าง” (จำนวนข้อมูล, ค่าเฉลี่ยเลขคณิต)

2.2 “จากสิ่งที่โจทย์กำหนดมา นำมาแทนเป็นสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ได้อย่างไรบ้าง” (จำนวนข้อมูลแทนด้วย N , ค่าเฉลี่ยเลขคณิตแทนด้วย $\bar{x}$)

2.3 “โจทย์ต้องการทราบอะไร และแทนด้วยตัวแปรใดดี” (ค่าข้อมูลที่หายไป แทนด้วย x / ตัวแปรภาษาอังกฤษตัวอื่น ๆ)

2.4 “การหาค่าเฉลี่ยเลขคณิตมีสูตรว่าอย่างไร” ($\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^N x_i}{N}$) จากนั้นครูให้เวลานักเรียนแทนค่าตัวแปรแต่ละตัว โดยใช้คำถามนำเพิ่มว่า “ความหมายของ $\sum_{i=1}^N x_i$ คืออะไร” (ผลรวมของข้อมูล) “ผลรวมข้อมูลในข้อนี้คือเอาข้อมูลใดบวกกันบ้าง” (ข้อมูลทั้งหมดที่โจทย์กำหนดให้) “ครูให้เวลานักเรียนลงมือแก้ปัญหาด้วยตนเอง โดยครูทำหน้าที่เดินตรวจสอบความเข้าใจของนักเรียนจากการแก้โจทย์ปัญหารายบุคคล (Checking for Understanding) อีกทั้ง ครูให้ข้อมูลย้อนกลับ (Feedback) ทางวาจาเพื่อเป็นการสื่อสารทางบวก เช่น “ถูกต้อง เก่งมาก เห็นไหมถ้าพยายามหนักๆ ทำได้” เป็นต้น รวมถึงการให้ข้อมูลย้อนกลับ (Feedback) ทางวาจา ในด้านเนื้อหา เช่น “การย้ายข้างสมการกำจัดตัวส่วนสามารถทำได้โดยการคูณด้วยจำนวนที่เท่ากันทั้งสองข้างของสมการ” เป็นต้น

ในขั้นตอนนี้ ขณะที่ครูใช้คำถามนำ และอธิบายเพิ่มเติม ครูจะเดินดูนักเรียนรายบุคคล ขณะเขียนร่องรอยของการแก้ปัญหา เพื่อตรวจสอบความเข้าใจของนักเรียน (Checking for Understanding) อีกทั้ง ครูให้ข้อมูลย้อนกลับ (Feedback) ในกรณีที่นักเรียนตอบคำถามครูได้โดยเป็นการสื่อสารเชิงบวก เช่น “ถูกต้อง เธอเก่งมาก เธอเริ่มวิเคราะห์โจทย์ได้ดีแล้ว” รวมถึงให้ข้อมูลย้อนกลับกับนักเรียนในด้านเนื้อหา จากนั้นครูให้นักเรียนตอบคำถามลงในแบบบันทึกข้อมูลย้อนกลับรายกลุ่มครั้งที่ 1 ซึ่งเป็นคำถามลักษณะให้นักเรียนสะท้อนสิ่งที่ตนเองคิด รู้สึก รวมถึงความรู้ที่ได้รับ และปัญหาที่นักเรียนมี

3. ขั้นรายงานคำตอบและวิธีการแก้ปัญหา

ครูแบ่งกระดานออกเป็น 3 ส่วน สำหรับนักเรียนแต่ละกลุ่ม โดยแต่ละกลุ่มส่งตัวแทน 1 คน เพื่อเขียนแสดงคำตอบวิธีการหาคำตอบ และตัวแทนอีก 2 คน เป็นผู้ทำหน้าที่อธิบายขั้นตอนในแต่ละขั้น (ให้นักเรียนผู้ที่ทำหน้าที่อธิบายสวมบทบาทเป็นครู เป็นผู้อธิบายในแต่ละขั้น รวมถึงสุ่มถามคำตอบเพื่อนในห้อง เพื่อตรวจสอบความเข้าใจของเพื่อนที่ทำหน้าที่เป็นผู้ฟังอีกด้วย) รวมถึงให้นักเรียนตัวแทนแต่ละกลุ่มนำเสนอคำตอบที่นักเรียนเขียนลงในแบบบันทึกข้อมูลย้อนกลับรายกลุ่มครั้งที่ 1 จากนั้นครูและเพื่อนในชั้นเรียนร่วมกันให้ข้อมูลย้อนกลับ (Feedback)

4. ขั้นตอนิปรายคำตอบและวิธีการที่ใช้แก้ปัญหา

เป็นขั้นตอนที่นักเรียนและครูอภิปรายวิธีการหาคำตอบด้วยกันทั้งห้องเรียน โดยอภิปรายจากสิ่งที่ตัวแทนกลุ่มออกมาเขียนบนกระดาน จากนั้นครูเขียนวิธีการหาคำตอบที่ถูกต้องแบบเป็นลำดับขั้นตอนตามวิธีการกระบวนการแก้ปัญหาของโพลยา พร้อมอธิบายประกอบอีกครั้ง รวมถึงการตรวจคำตอบ

คาบที่ 2

5. ขั้นฝึกทักษะ

5.1 นักเรียนเริ่มทำแบบฝึกทักษะ โดยนักเรียนแต่ละคน จะได้โจทย์ที่เหมือนกันทั้งห้องเรียน (โจทย์ข้อที่ 1 - 5 ในแบบฝึกทักษะ) ครูจะเริ่มใช้คำถามนำ “โจทย์กำหนดอะไรมาบ้าง” “โจทย์ต้องการสิ่งใด” “จากข้อมูลที่ปรากฏเราต้องใช้สมบัติ/สูตรใด” จากนั้นครูเดินตรวจสอบความเข้าใจของนักเรียนรายบุคคล และสามารถอธิบายเพิ่มเติม ในกรณีที่นักเรียนไม่สามารถทำได้

5.2 ครูและนักเรียนร่วมกันเฉลย และอภิปรายด้วยกัน พร้อมตรวจสอบคำตอบ

5.3 ครูตรวจสอบความเข้าใจของนักเรียน โดยการใช้การทดสอบย่อย เป็นโจทย์จำนวน 1 ข้อ(แบบทดสอบย่อย) โดยการทดสอบย่อยนี้ การคิดคะแนนจะคิดคะแนนเฉลี่ยเป็นรายกลุ่ม 1, 2 และ 3 ตามที่แบ่งกลุ่มไว้เมื่อตอนต้นคาบเรียนที่ 1 กลุ่มที่ได้คะแนนเฉลี่ยสูงที่สุด จะได้รับป้ายรางวัล (เพื่อให้ขณะเข้ากลุ่มนักเรียนช่วยกันคิด และเพื่อนที่เข้าใจอธิบายให้เพื่อนที่ไม่เข้าใจฟัง) จากนั้นร่วมกันเฉลยพร้อมให้คะแนน

5.4 ครูแจกแบบบันทึกการให้ข้อมูลย้อนกลับรายบุคคล ครั้งที่ 2 ให้นักเรียนเขียน เพื่อครูนำไปตรวจสอบและให้ข้อมูลย้อนกลับเป็นลายลักษณ์อักษร แล้วนำมาส่งคืนให้นักเรียนในคาบเรียนถัดไป

6. ขั้นให้ข้อมูลเพื่อการเรียนรู้ต่อยอด (Feed forward)

ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปขั้นตอนการแก้ปัญหา รวมถึงมโนทัศน์ของค่าเฉลี่ยเลขคณิต เพื่อเป็นการให้ข้อมูลเพื่อการเรียนรู้ต่อยอด(Feed Forward) ครูมอบหมายการบ้านในหนังสือเรียนสสวท. คณิตศาสตร์พื้นฐาน ม.4-6 เล่ม 3 หน้าที่ 92 ข้อที่ 3 และข้อที่ 9 และอธิบายแนวทางการแก้โจทย์ปัญหาในการบ้านอย่างคร่าวๆ เพื่อเป็นการให้ข้อมูลให้นักเรียนสามารถเรียนรู้ด้วยตนเองได้ และก่อนที่จะหมดคาบไป ครูจะเสริมพลังการเรียนรู้ของนักเรียนด้วยคำพูด เช่น “แม้ว่านักเรียนจะเป็นนักเรียนแผนศิลป์ภาษา แต่ก็มีทักษะทางคณิตศาสตร์ที่ไม่ด้อยไปกว่านักเรียนสายวิทย์คณิตเลย ครูอยากให้นักเรียนพยายามต่อไปแบบนี้อีกทุกคาบ ลองพยายามทำการบ้านที่ได้รับมอบหมาย ครูเชื่อว่านักเรียนต้องทำได้แน่นอน”

7. การวัดผลและประเมินผล

สิ่งที่ต้องการวัดและประเมินผล	วิธีวัด	เครื่องมือวัด	เกณฑ์การวัดและประเมินผล	ผลการประเมิน
ด้านความรู้ (K)				
1. นักเรียนสามารถหาค่าเฉลี่ยเลขคณิตเมื่อข้อมูลไม่ครบได้	ตรวจแบบฝึกทักษะและตรวจแบบทดสอบย่อย	1. แบบฝึกทักษะ 2. แบบทดสอบย่อย	นักเรียนสามารถหาค่าเฉลี่ยเลขคณิตได้ถูกต้องร้อยละ 70 ขึ้นไปของจำนวนข้อทั้งหมดในแบบฝึกทักษะและแบบทดสอบย่อย	
ด้านกระบวนการ (P)				
1. นักเรียนสามารถใช้สัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์เพื่อสื่อความหมายถึงค่าเฉลี่ยเลขคณิตได้	ตรวจแบบฝึกทักษะและตรวจแบบทดสอบย่อย	1. แบบฝึกทักษะ 2. แบบทดสอบย่อย	นักเรียนใช้สัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์เพื่อสื่อความหมายถึงค่าเฉลี่ยเลขคณิตได้ถูกต้องร้อยละ 70 ขึ้นไปของจำนวนข้อทั้งหมดในแบบฝึกทักษะและแบบทดสอบย่อย	
2. นักเรียนสามารถแก้ปัญหาค่าเฉลี่ยเลขคณิตเมื่อข้อมูลไม่ครบได้โดยใช้ความรู้เรื่องค่าเฉลี่ยเลขคณิต	ตรวจแบบฝึกทักษะและตรวจแบบทดสอบย่อย	1. แบบฝึกทักษะ 2. แบบทดสอบย่อย	นักเรียนสามารถแก้ปัญหาค่าเฉลี่ยเลขคณิตเมื่อข้อมูลไม่ครบได้โดยใช้ความรู้เรื่องค่าเฉลี่ยเลขคณิตได้ถูกต้องร้อยละ 70 ขึ้นไปของจำนวนข้อทั้งหมดในแบบฝึกทักษะและแบบทดสอบย่อย	

สิ่งที่ต้องการวัด และประเมินผล	วิธีวัด	เครื่องมือวัด	เกณฑ์การวัดและ ประเมินผล	ผลการ ประเมิน
ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์ (A)				
1. นักเรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนรู้	การสังเกต พฤติกรรมการมีส่วนร่วมในชั้นเรียน	แบบสังเกต พฤติกรรม	นักเรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนรู้ในระดับ ดี ขึ้นไป	
2. นักเรียนเห็นคุณค่าของการเรียน	การสังเกต พฤติกรรมในชั้นเรียน	แบบสังเกต พฤติกรรม	นักเรียนเห็นคุณค่าของการเรียน อยู่ในระดับ ดี ขึ้นไป	
3. นักเรียนมีความพยายามในการเรียนรู้	การสังเกต พฤติกรรมในชั้นเรียน	แบบสังเกต พฤติกรรม	นักเรียนมีความพยายามในการเรียนรู้ อยู่ในระดับ ดี ขึ้นไป	

8. สื่อ / แหล่งเรียนรู้

8.1 ใบกิจกรรม

8.2 แบบบันทึกการให้ข้อมูลย้อนกลับรายกลุ่ม และรายบุคคล

8.4 แบบฝึกทักษะ

8.5 แบบทดสอบย่อย

9. บันทึกหลังสอน

ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยการสอนแนะให้ผู้คิดร่วมกับให้ข้อมูลย้อนกลับเพื่อส่งเสริมการเรียนรู้ที่ส่งผลต่อนักเรียนด้านต่าง ๆ ดังนี้

1. ด้านความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

.....

.....

2. ด้านความยึดมั่นผูกพันในการเรียนของนักเรียน

.....

.....

ปัญหา อุปสรรค

.....

.....

ข้อเสนอแนะ

.....

.....

ลงชื่อ.....

(นางสาววิมลพันธ์ ทรายทอง)

ผู้สอน

ปีการศึกษา 2561

[illegible]

เกณฑ์การให้คะแนน

คุณลักษณะ : นักเรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนการสอน

คะแนน/ ความหมาย	ลักษณะพฤติกรรมของนักเรียน
3 ดีมาก	มีส่วนร่วมในการถาม - ตอบคำถาม แสดงความคิดเห็น รวมถึงการให้ข้อมูลย้อนกลับเพื่อส่งเสริมการเรียนรู้ ตั้งแต่ร้อยละ 80 ขึ้นไปของกิจกรรมในคาบ
2 ดี	มีส่วนร่วมในการถาม - ตอบคำถาม แสดงความคิดเห็น รวมถึงการให้ข้อมูลย้อนกลับเพื่อส่งเสริมการเรียนรู้ ตั้งแต่ร้อยละ 60 – 79 ของกิจกรรมในคาบ
1 พอใช้	มีส่วนร่วมในการถาม - ตอบคำถาม แสดงความคิดเห็น รวมถึงการให้ข้อมูลย้อนกลับเพื่อส่งเสริมการเรียนรู้ ต่ำกว่าร้อยละ 60 ของกิจกรรมในคาบเรียน

คุณลักษณะ : นักเรียนเห็นคุณค่าของการเรียน

คะแนน/ ความหมาย	ลักษณะพฤติกรรมของนักเรียน
3 ดีมาก	- นักเรียนตั้งใจเรียน ฟังครูสอน อธิบาย ฟังเพื่อนแสดงความคิดเห็น ฟังครูและเพื่อนให้ข้อมูลย้อนกลับ รวมถึงให้ข้อมูลย้อนกลับแก่ครูและเพื่อน - นักเรียนไม่ทำกิจกรรมอื่นระหว่างเรียน เช่น เล่นโทรศัพท์ ทำงานวิชาอื่น - นักเรียนไม่พูดคุยนอกบทเรียน ไม่ส่งเสียงดังรบกวนครูและเพื่อน
2 ดี	- นักเรียนตั้งใจเรียน ฟังครูสอน อธิบาย ฟังเพื่อนแสดงความคิดเห็น ฟังครูและเพื่อนให้ข้อมูลย้อนกลับ รวมถึงให้ข้อมูลย้อนกลับแก่ครูและเพื่อน - นักเรียนไม่ทำกิจกรรมอื่นระหว่างเรียน เช่น เล่นโทรศัพท์ ทำงานวิชาอื่น - นักเรียนพูดคุยนอกบทเรียนและส่งเสียงดังรบกวนครู เพื่อนในห้องเรียนบ้างเล็กน้อย
1 พอใช้	- นักเรียนตั้งใจเรียน ฟังครูสอน อธิบาย ฟังเพื่อนแสดงความคิดเห็น ฟังครูและเพื่อนให้ข้อมูลย้อนกลับ รวมถึงให้ข้อมูลย้อนกลับแก่ครูและเพื่อน - นักเรียนทำกิจกรรมอื่นระหว่างเรียน เช่น เล่นโทรศัพท์ บ้างบางเล็กน้อย - นักเรียนพูดคุยนอกบทเรียนและส่งเสียงดังรบกวนครู เพื่อนในห้องเรียนบ้างเล็กน้อย

คุณลักษณะ : นักเรียนมีความพยายามในการเรียนรู้

คะแนน/ ความหมาย	ลักษณะพฤติกรรมของนักเรียน
3 ดีมาก	● นักเรียนพยายามหาคำตอบในใบกิจกรรมขณะเข้ากลุ่ม (คาบที่ 1) ● นักเรียนทำแบบฝึกทักษะด้วยตนเอง (คาบที่ 2) ● นักเรียนถามครู – เพื่อน เมื่อสงสัย/ไม่เข้าใจ ● ทำการบ้านที่ได้รับมอบหมายด้วยตนเอง
2 ดี	● นักเรียนพยายามหาคำตอบในใบกิจกรรมขณะเข้ากลุ่ม (คาบที่ 1) ● นักเรียนทำแบบฝึกทักษะด้วยตนเอง (คาบที่ 2) บ้างเป็นบางข้อ ● นักเรียนถามครู – เพื่อน เมื่อสงสัย/ไม่เข้าใจ ● ทำการบ้านที่ได้รับมอบหมายด้วยตนเอง บ้างเป็นบางข้อ
1 พอใช้	● นักเรียนพยายามหาคำตอบในใบกิจกรรมขณะเข้ากลุ่ม (คาบที่ 1) ● นักเรียนทำแบบฝึกทักษะด้วยตนเอง (คาบที่ 2) บ้างเป็นบางข้อ ● นักเรียนถามครู – เพื่อน เมื่อสงสัย/ไม่เข้าใจ บ้างเป็นบางครั้ง ● ไม่ได้ทำการบ้านที่ได้รับมอบหมายด้วยตนเอง

สื่อประกอบการสอนแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2

ประกอบด้วย

1. ใบกิจกรรม
2. แบบฝึกทักษะ
3. แบบทดสอบย่อย
4. แบบบันทึกการให้ข้อมูลย้อนกลับรายกลุ่ม
5. แบบบันทึกการให้ข้อมูลย้อนกลับรายบุคคล

คำชี้แจง

1. แบ่งนักเรียนออกเป็น 3 กลุ่ม แต่ละกลุ่มจะได้โจทย์ที่แตกต่างกันไปใบกิจกรรม
2. นักเรียนทุกคนจะได้ใบกิจกรรมคนละจำนวน 1 ใบ แบบฝึกทักษะ จำนวน 1 ชุด แบบบันทึกข้อมูลย้อนกลับเพื่อส่งเสริมการเรียนรู้รายบุคคลจำนวน 1 ใบ และแบบทดสอบย่อย จำนวน 1 ใบ
3. นักเรียนแต่ละกลุ่มจะได้รับแบบบันทึกการให้ข้อมูลย้อนกลับเพื่อส่งเสริมการเรียนรู้ กลุ่มละ 1 ชุด

ใบกิจกรรม เรื่อง การแก้โจทย์ปัญหาค่าเฉลี่ยเลขคณิตเมื่อข้อมูลไม่ครบ
สำหรับนักเรียนในกลุ่มที่ 1

สมชายทำแบบทดสอบ 6 ครั้งแต่ละครั้งทำคะแนนได้ คือ 20 , 15 , 25 , 21 และ 27 ซึ่งเขาทำคะแนนการสอบครั้งสุดท้ายหายไป ถ้าคะแนนเฉลี่ยของการสอบมีค่า 22 คะแนน อยากทราบว่า คะแนนสอบครั้งสุดท้ายของสมชาย มีค่าเท่าไร

ร่องรอยการคิด	ขั้นตอนวิธีทำ
	ขั้นที่ 1 ทำความเข้าใจปัญหา สิ่ง โจทย์กำหนดให้ : สิ่ง โจทย์ต้องการ :
	ขั้นที่ 2 วางแผนการแก้ปัญหา สิ่งที่จะได้มาซึ่งคำตอบ นักเรียนต้องดำเนินการอย่างไรบ้าง
	ขั้นที่ 3 ดำเนินการตามแผน เริ่มแก้ปัญหา ได้ดังนี้
	ขั้นที่ 4 ตรวจสอบผลและสรุปคำตอบ

ใบกิจกรรม เรื่อง การแก้โจทย์ปัญหาค่าเฉลี่ยเลขคณิตเมื่อข้อมูลไม่ครบ
สำหรับนักเรียนในกลุ่มที่ 2

สมหญิงบันทึกส่วนสูงของเพื่อนทั้ง 5 คน ได้ คือ 150 , 165 , 156 และ 169 ซึ่งสมหญิงทำบันทึกส่วนสูงของเพื่อนคนสุดท้ายหายไป ถ้าส่วนสูงเฉลี่ยของเพื่อนทั้งห้าคนมีค่า 160 เซนติเมตร อยากทราบว่าส่วนสูงของเพื่อนคนสุดท้ายมีค่าเท่าไร

ร่องรอยการคิด	ขั้นตอนวิธีทำ
	ขั้นที่ 1 ทำความเข้าใจปัญหา สิ่ง โจทย์กำหนดให้ : สิ่ง โจทย์ต้องการ :
	ขั้นที่ 2 วางแผนการแก้ปัญหา สิ่งที่จะได้มาซึ่งคำตอบ นักเรียนต้องดำเนินการอย่างไรบ้าง
	ขั้นที่ 3 ดำเนินการตามแผน เริ่มแก้ปัญหา ได้ดังนี้
	ขั้นที่ 4 ตรวจสอบผลและสรุปคำตอบ

**ใบกิจกรรม เรื่อง การแก้โจทย์ปัญหาค่าเฉลี่ยเลขคณิตเมื่อข้อมูลไม่ครบ
สำหรับนักเรียนในกลุ่มที่ 3**

สมศรีได้ค่าขนมตลอด 1 สัปดาห์ตั้งแต่วันจันทร์ถึงวันเสาร์คือ 95 , 70 , 95 , 85 , 100 และ 110 โดยค่าขนมโดยเฉลี่ยตลอด 1 สัปดาห์ คือ 90 บาท อยากทราบว่าวันอาทิตย์สมศรีได้ค่าขนมกี่บาท

ร่องรอยการคิด	ขั้นตอนวิธีทำ
	ขั้นที่ 1 ทำความเข้าใจปัญหา สิ่ง โจทย์กำหนดให้ : สิ่ง โจทย์ต้องการ :
	ขั้นที่ 2 วางแผนการแก้ปัญหา สิ่งที่จะได้มาซึ่งคำตอบ นักเรียนต้องดำเนินการอย่างไรบ้าง
	ขั้นที่ 3 ดำเนินการตามแผน เริ่มแก้ปัญหา ได้ดังนี้
	ขั้นที่ 4 ตรวจสอบผลและสรุปคำตอบ

แบบฝึกหัด เรื่อง การแก้โจทย์ปัญหาค่าเฉลี่ยเลขคณิตเมื่อข้อมูลไม่ครบ

1. คำนวณที่การชั่งน้ำหนักของตัวเขา 8 ครั้ง หาค่าเฉลี่ยเลขคณิตของน้ำหนักได้ 53 กิโลกรัม และ
บันทึกการชั่งน้ำหนัก 7 ครั้ง ได้ดังนี้ 57 , 55 , 45 , 60 , 55 , 45 , 62 กิโลกรัม โดยที่เขาได้ทำผล
การชั่งน้ำหนักครั้งที่ 8 หายไป จงหาว่าการชั่งน้ำหนักครั้งสุดท้ายนี้เขาน้ำหนักเท่าไร

ขั้นที่ 1 ทำความเข้าใจปัญหา

สิ่งที่โจทย์กำหนดให้ :

สิ่งที่โจทย์ต้องการ :

ขั้นที่ 2 วางแผนการแก้ปัญหา

ขั้นที่ 3 ดำเนินการตามแผน

ขั้นที่ 4 ตรวจสอบผลและสรุปคำตอบ

2. ในการแข่งขันบาสเกตบอล 5 ครั้ง ที่ผ่านมา ผู้เล่นคนหนึ่งทำคะแนนได้ดังนี้ 28 , 29 , 28 , 32 , 28 และยังมีผลการแข่งขันอีกครั้ง ถ้าเขาต้องการให้ค่าเฉลี่ยเลขคณิตของคะแนนที่เขาทำได้ทั้งหมดหกครั้งเป็น 30 เขาจะต้องทำคะแนนในการแข่งขันครั้งที่ 6 เป็นเท่าใด

ขั้นที่ 1 ทำความเข้าใจปัญหา

สิ่งที่โจทย์กำหนดให้ :

สิ่งที่โจทย์ต้องการ :

ขั้นที่ 2 วางแผนการแก้ปัญหา

ขั้นที่ 3 ดำเนินการตามแผน

ขั้นที่ 4 ตรวจสอบผลและสรุปคำตอบ



3. ผู้สอนจะให้ระดับคะแนน 4 ถ้านักเรียนได้สอบคะแนนเฉลี่ยไม่ต่ำกว่า 75 คะแนน จากการสอบย่อยทั้ง 6 ครั้ง ถ้าค่าเฉลี่ยเลขคณิตของการสอบย่อย 5 ครั้ง ของนักเรียนคนหนึ่งเท่ากับ 71 คะแนน อยากทราบว่าในการสอบครั้งที่ 6 เขาจะต้องสอบได้คะแนนอย่างน้อยเท่าใดจึงจะได้ระดับคะแนน 4

ขั้นที่ 1 ทำความเข้าใจปัญหา

สิ่งที่โจทย์กำหนดให้ :

สิ่งที่โจทย์ต้องการ :

ขั้นที่ 2 วางแผนการแก้ปัญหา

ขั้นที่ 3 ดำเนินการตามแผน

ขั้นที่ 4 ตรวจสอบผลและสรุปคำตอบ



4. สมมติว่านักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ของโรงเรียนแห่งหนึ่งมี 35 คน ค่าเฉลี่ยเลขคณิตของอายุของนักเรียนชั้นนี้คือ 15 ปี หลังจากปิดภาคเรียนภาคต้นแล้ว 1 สัปดาห์ มีนักเรียนเข้าใหม่ 1 คน นักเรียนเข้าใหม่นี้อายุ 15 ปี อยากทราบว่า ค่าเฉลี่ยเลขคณิตของอายุนักเรียนทั้ง 36 คน เป็นเท่าไร

ขั้นที่ 1 ทำความเข้าใจปัญหา

สิ่งที่โจทย์กำหนดให้ :

สิ่งที่โจทย์ต้องการ :

ขั้นที่ 2 วางแผนการแก้ปัญหา

ขั้นที่ 3 ดำเนินการตามแผน

ขั้นที่ 4 ตรวจสอบผลและสรุปคำตอบ

คิดเชิงมนทัศน์ของค่าเฉลี่ยเลขคณิต



5. ถ้าค่าเฉลี่ยเลขคณิตน้ำหนักของนักเรียนสามคนคือ 38 กิโลกรัม และนักเรียนคนหนึ่งในกลุ่มนี้หนัก 46 กิโลกรัม ส่วนอีกสองคนน้ำหนักเท่ากัน อยากทราบว่านักเรียนสองคนที่เหลือหนักคนละกี่กิโลกรัม

ขั้นที่ 1 ทำความเข้าใจปัญหา

สิ่งที่โจทย์กำหนดให้ :

สิ่งที่โจทย์ต้องการ :

ขั้นที่ 2 วางแผนการแก้ปัญหา

ขั้นที่ 3 ดำเนินการตามแผน

ขั้นที่ 4 ตรวจสอบผลและสรุปคำตอบ



6. ถ้าค่าเฉลี่ยเลขคณิตของจำนวนเต็มบวกห้าจำนวนคือ 360 และเรียงลำดับจากมากไปน้อยพบว่าสองจำนวนสุดท้ายคือ 102 และ 99 จงหาจำนวนที่มากที่สุดที่เป็นไปได้ของจำนวนเต็มบวกห้าจำนวนนี้

ขั้นที่ 1 ทำความเข้าใจปัญหา

สิ่งที่โจทย์กำหนดให้ :

สิ่งที่โจทย์ต้องการ :

ขั้นที่ 2 วางแผนการแก้ปัญหา

ขั้นที่ 3 ดำเนินการตามแผน

ขั้นที่ 4 ตรวจสอบผลและสรุปคำตอบ



แบบทดสอบย่อย เรื่อง การแก้โจทย์ปัญหาค่าเฉลี่ยเลขคณิตเมื่อข้อมูลไม่ครบ

1. ถ้าน้ำหนักของนักเรียนกลุ่มหนึ่งมี 5 คน คือ 41 46 44 49 และ 43 กิโลกรัม ถ้านักเรียนกลุ่มนี้มีสมาชิกเพิ่มอีก 1 คน ค่าเฉลี่ยเลขคณิตของน้ำหนักของนักเรียนทั้งหมดคนนี้เป็น 46 กิโลกรัม จงหาน้ำหนักของนักเรียนคนที่หก

ขั้นที่ 1 ทำความเข้าใจปัญหา

สิ่งที่โจทย์กำหนดให้ :

สิ่งที่โจทย์ต้องการ :

ขั้นที่ 2 วางแผนการแก้ปัญหา

ขั้นที่ 3 ดำเนินการตามแผน

ขั้นที่ 4 ตรวจสอบผลและสรุปคำตอบ

แบบบันทึกข้อมูลย้อนกลับรายกลับรายกลุ่ม ครั้งที่ 1

1. ความรู้ที่กลุ่มฉันได้รับในคาบเรียนนี้
2. เทคนิคการแก้ปัญหาของกลุ่มฉัน
3. ปัญหาที่กลุ่มฉันพบเจอในห้องเรียน/ปัญหาของกลุ่มฉัน



แบบบันทึกข้อมูลย้อนกลับรายบุคคล

1. ความรู้ที่ฉันได้รับในคาบเรียนนี้ (เนื้อหา)
2. ความรู้สึกของฉันต่อคาบเรียนในวันนี้
3. ปัญหาที่ฉันพบเจอในห้องเรียน/ปัญหาของฉัน /สิ่งที่ฉันต้องพัฒนา
4. ปัญหาฉันได้รับการแก้ไขหรือไม่ แก้ไขอย่างไร หรืออยากให้ครูช่วยแก้ปัญหาอย่างไร
5. สิ่งที่ฉันทำได้ดีในห้องเรียน /สิ่งที่ฉันพัฒนา/สิ่งที่ฉันภูมิใจ
6. สิ่งที่ยากจะบอกครู



ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้แบบปกติ เรื่อง สถิติ

กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ รหัสวิชา ค32102

รายวิชา คณิตศาสตร์พื้นฐาน

ระดับชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 5

หน่วยการเรียนรู้ สถิติ

เรื่อง การวัดค่ากลางของข้อมูล

หัวข้อย่อย การแก้โจทย์ปัญหาค่าเฉลี่ยเลขคณิตเมื่อข้อมูลไม่ครบ

ระยะเวลา 2 คาบ

ครูผู้สอน นางสาววิมลพันธ์ ทรายทอง

โรงเรียน จอมสุรางค์อุปถัมภ์

1. มาตรฐานการเรียนรู้

มาตรฐาน ค 5.1 เข้าใจและใช้วิธีการทางสถิติในการวิเคราะห์ข้อมูล

มาตรฐาน ค 5.3 ใช้ความรู้เกี่ยวกับสถิติและความน่าจะเป็นช่วยในการตัดสินใจและแก้ปัญหา

มาตรฐาน ค 6.1 มีความสามารถในการแก้ปัญหา การให้เหตุผล การสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์และการนำเสนอ การเชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์และเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ และมีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์

2. ตัวชี้วัด

ค 5.1 ม.4-6/2 : หาค่าเฉลี่ยเลขคณิต มัธยฐาน ฐานนิยม ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และเปอร์เซ็นต์ไทล์ของข้อมูล

ค 5.3 ม.4-6/1 : ใช้ข้อมูลข่าวสารและค่าสถิติช่วยในการตัดสินใจ

ค 6.1 ม.4-6/1 : ใช้วิธีการที่หลากหลายในการแก้ปัญหา

ค 6.1 ม.4-6/2 : ใช้ความรู้ ทักษะ กระบวนการทางคณิตศาสตร์และเทคโนโลยีในการแก้ปัญหาในสถานการณ์ต่าง ๆ ได้อย่างเหมาะสม

ค 6.1 ม.4-6/3 : ให้เหตุผลประกอบการตัดสินใจและสรุปผลได้อย่างเหมาะสม

ค 6.1 ม.4-6/4 : ใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ในการสื่อสาร การสื่อความหมาย และการนำเสนอได้อย่างถูกต้องและชัดเจน

ค 6.1 ม.4-6/5 : เชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ ในคณิตศาสตร์ และนำความรู้ หลักการ กระบวนการทางคณิตศาสตร์ไปเชื่อมโยงกับศาสตร์อื่น ๆ

3. จุดประสงค์การเรียนรู้

ด้านความรู้(K) : นักเรียน

1. สามารถหาค่าเฉลี่ยเลขคณิตเมื่อข้อมูลไม่ครบได้

ด้านทักษะ/กระบวนการ(P) : นักเรียนสามารถ

1. ใช้สัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์เพื่อสื่อความหมายถึงค่าเฉลี่ยเลขคณิตได้
2. แก้ปัญหาค่าเฉลี่ยเลขคณิตเมื่อข้อมูลไม่ครบได้โดยใช้ความรู้เรื่องค่าเฉลี่ยเลขคณิต

ด้านคุณลักษณะ(A) : นักเรียน

1. มีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนรู้
2. มีระเบียบวินัยในการเรียน

4. สารสำคัญ

ค่าเฉลี่ยเลขคณิต (Arithmetic mean) เมื่อข้อมูลไม่แจกแจงความถี่ คือ การหาผลรวมของ

ข้อมูลทั้งหมดแล้วหารด้วยจำนวนข้อมูล $\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{N}$ โดย $\sum_{i=1}^n x_i$ แทน ผลรวมของข้อมูล x_i ทุก ๆ ค่า ตั้งแต่ $i = 1$ ถึง $i = n$ การแก้โจทย์ปัญหาค่าเฉลี่ยเลขคณิตเมื่อข้อมูลไม่ครบ สามารถทำได้โดยแทนตัวแปรสำหรับข้อมูลที่ขาดหายไป จากนั้นใช้สูตรการหาค่าเฉลี่ยเลขคณิตและแก้สมการ เพื่อหาคำตอบ

5. สารการเรียนรู้

ค่าเฉลี่ยเลขคณิต (Arithmetic mean) เมื่อข้อมูลไม่แจกแจงความถี่ $\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{N}$ โดย $\sum_{i=1}^n x_i$

แทน ผลรวมของข้อมูล x_i ทุกๆค่าตั้งแต่ $i = 1$ ถึง $i = n$

ตัวอย่างที่ 1 สุชาติสอบย่อยวิชาคณิตศาสตร์ 5 ครั้ง ได้ค่าเฉลี่ยเลขคณิตของคะแนนสอบมีค่า 80 คะแนน โดยทั้งสี่ครั้งที่เขาสอบได้คะแนน 78 , 91 , 75 และ 77 จงหาว่าครั้งสุดท้ายเขาสอบได้ที่คะแนน

$$\begin{array}{llll} \text{สูตรการหาค่าเฉลี่ยเลขคณิต} & \bar{x} & = & \frac{\sum_{i=1}^N x_i}{N} \\ \text{แทนค่า} & 80 & = & \frac{78 + 91 + 75 + 77 + x}{5} \end{array}$$

$$\begin{array}{ll} 400 & = 321 + x \\ x & = 79 \end{array}$$

ดังนั้น ครั้งสุดท้ายเขาทำคะแนนได้ 79 คะแนน

ตัวอย่างที่ 2 ผู้สอนจะให้ระดับคะแนน 4 ถ้านักเรียนได้สอบคะแนนเฉลี่ยไม่ต่ำกว่า 75 คะแนน จากการสอบย่อยทั้ง 6 ครั้ง ถ้าค่าเฉลี่ยเลขคณิตของการสอบย่อย 5 ครั้ง ของนักเรียนคนหนึ่งเท่ากับ 71 คะแนน อยากทราบว่าในการสอบครั้งที่ 6 เขาจะต้องสอบได้คะแนนอย่างน้อยเท่าใดจึงจะได้ระดับคะแนน 4

$$\begin{array}{llll} \text{สูตรการหาค่าเฉลี่ยเลขคณิต} & \bar{x} & = & \frac{\sum_{i=1}^N x_i}{N} \\ & 71 & = & \frac{\sum_{i=1}^5 x_i}{5} \\ & (71)(5) & = & \sum_{i=1}^5 x_i \\ & \sum_{i=1}^5 x_i & = & 355 \end{array}$$

ผู้สอนจะให้ระดับคะแนน 4 ถ้านักเรียนได้สอบคะแนนเฉลี่ยไม่ต่ำกว่า 75 คะแนน
จากการสอบย่อย 6 ครั้ง

ให้ x แทนคะแนนการสอบย่อยครั้งที่ 6

$$\begin{array}{llll} \text{แทนค่า} & 75 & = & \frac{355 + x}{6} \\ & (75)(6) & = & 355 + x \end{array}$$

$$\begin{aligned}
 355 + x &= 450 \\
 x &= 450 - 355 \\
 &= 95
 \end{aligned}$$

ดังนั้น ครึ่งสุดท้ายเขาทำคะแนนได้ 95 คะแนน

ตัวอย่างที่ 3 ถ้าน้ำหนักของนักเรียนกลุ่มหนึ่งมี 5 คน คือ 41 46 44 49 และ 43 กิโลกรัม ถ้านักเรียนกลุ่มนี้มีสมาชิกเพิ่มอีก 1 คน ค่าเฉลี่ยเลขคณิตของน้ำหนักของนักเรียนทั้งหมดคนนี้เป็น 46 กิโลกรัม จงหาน้ำหนักของนักเรียนคนที่หก

$$\begin{aligned}
 \text{สูตรการหาค่าเฉลี่ยเลขคณิต} \quad \bar{x} &= \frac{\sum_{i=1}^N x_i}{N} \\
 \text{ให้น้ำหนักของนักเรียนคนที่ 6 แทนด้วย A} \\
 46 &= \frac{41 + 46 + 44 + 49 + 43 + A}{6} \\
 (46)(6) &= 223 + A \\
 276 &= 223 + A \\
 A &= 276 - 223 \\
 &= 53
 \end{aligned}$$

ดังนั้นนักเรียนคนที่หกมีน้ำหนัก 53 กิโลกรัม

6. กิจกรรมการเรียนรู้

ขั้นนำ

1. ครูใช้กิจกรรม warm up เกม 24 เพื่อเตรียมความพร้อมนักเรียนสู่บทเรียนคณิตศาสตร์
2. ครูทบทวนลักษณะของค่ากลาง และสูตรการหาค่าเฉลี่ยเลขคณิตเมื่อข้อมูลไม่แจกแจงความถี่
3. ครูนำเข้าสู่บทเรียน โดยสุ่มนักเรียนมาห้าคน จากนั้นให้นักเรียนคนที่ 1 – 4 บอกน้ำหนักของตนเอง และนักเรียนคนที่ 5 บอกน้ำหนักให้เพื่อนคนที่ 1 – 4 รู้เท่านั้น จากนั้นเพื่อนคนที่ 1 – 4 เป็นผู้บอกค่าเฉลี่ยน้ำหนัก ครูใช้คำถามต่อว่า ถ้าเป็นเช่นนี้ รู้น้ำหนักของนักเรียนคนที่ 1 – 4 รู้ค่าเฉลี่ยเลขคณิต รู้จำนวนคน จะสามารถหาน้ำหนักของเพื่อนคนที่ 5 ได้หรือไม่

ชั้นสอน

1. ครูเขียนหัวข้อบนกระดาน “การหาค่าเฉลี่ยเลขคณิตเมื่อข้อมูลไม่ครบ”

2. ครูยกตัวอย่างที่ 1 บนกระดาน “สุชาติสอบย่อยวิชาคณิตศาสตร์ 5 ครั้ง ได้ค่าเฉลี่ยเลขคณิตของคะแนนสอบมีค่า 80 คะแนน โดยทั้งสี่ครั้งที่เขาสอบได้คะแนน 78 , 91 , 75 และ 77 จงหาว่าครั้งสุดท้ายเขาสอบได้กี่คะแนน” ครูใช้คำถามนำ “โจทย์ให้ข้อมูลคะแนนนักเรียนมาครบหรือไม่ ถ้าไม่ครบควรทำอะไร” (ไม่ครบ แทนค่าข้อมูลที่เผลอหายด้วยตัวแปร x) จากนั้น ครูถามนักเรียนว่า

สูตรการหาค่าเฉลี่ยเลขคณิตเมื่อข้อมูลแจกแจงความถี่หาอย่างไร ($\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^N x_i}{N}$) จากนั้น ครูสาธิตการแทนค่าให้นักเรียนดู พร้อมอธิบายขั้นตอนการดำเนินการทางคณิตศาสตร์ในการแก้สมการให้นักเรียนฟังอย่างช้า ๆ

3. ครูยกตัวอย่างที่ 2 ในใบความรู้ที่ 2.4 “ผู้สอนจะให้ระดับคะแนน 4 ถ้านักเรียนได้สอบคะแนนเฉลี่ยไม่ต่ำกว่า 75 คะแนน จากการสอบย่อยทั้ง 6 ครั้ง ถ้าค่าเฉลี่ยเลขคณิตของการสอบย่อย 5 ครั้งของนักเรียนคนหนึ่งเท่ากับ 71 คะแนน อยากทราบว่าในการสอบครั้งที่ 6 เขาจะต้องสอบได้คะแนนอย่างน้อยเท่าใดจึงจะได้ระดับคะแนน 4” พร้อมใช้คำถามนำประกอบการสาธิตเบื้องต้น หลังจากให้นักเรียนสามารถแทนค่าทุกตัวแปรได้แล้ว ครูให้เวลานักเรียนลงมือแก้โจทย์ปัญหาเอง โดยครูมีหน้าที่อธิบายเพิ่มเติมในกรณีที่นักเรียนไม่เข้าใจ

4. ครูและนักเรียนร่วมกันเฉลยตัวอย่างที่ 2

5. ครูยกตัวอย่างที่ 3 ในใบความรู้ที่ 2.4 “ถ้าน้ำหนักของนักเรียนกลุ่มหนึ่งมี 5 คน คือ 41 46 44 49 และ 43 กิโลกรัม ถ้านักเรียนกลุ่มนี้มีสมาชิกเพิ่มอีก 1 คน ค่าเฉลี่ยเลขคณิตของน้ำหนักของนักเรียนทั้งหมดนี้เป็น 46 กิโลกรัม จงหาน้ำหนักของนักเรียนคนที่หก” จากนั้นครูใช้คำถามนำเพื่อนำไปสู่ตัวแปร $\bar{x}$, N และ x_i จากนั้นครูให้เวลานักเรียนลงมือแก้โจทย์ปัญหาเอง

6. ครูสุ่มนักเรียนมา 1 คน เพื่อแสดงวิธีทำเฉลยหน้าชั้นเรียน และนักเรียนอีก 1 คน เป็นผู้อธิบายขั้นตอนการแก้โจทย์ปัญหา จากนั้นครูและนักเรียนร่วมชั้นร่วมกันเฉลยอีกครั้งหนึ่ง

7. ครูให้นักเรียนทำกิจกรรม “เกมหาให้เจอ” โดยให้นักเรียนแบ่งกลุ่ม กลุ่มละ 5 – 8 คน ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มตั้งโจทย์คล้ายกับโจทย์ที่ครูนำเข้าสู่บทเรียน โดยสามารถเลือกเป็นน้ำหนัก ส่วนสูง IQ คะแนนสอบวิชาต่าง ๆ เงินที่ได้รับในแต่ละวัน เป็นต้น แต่ละกลุ่มจะต้องเลือกข้อมูลไม่ซ้ำกัน โดยกติกามีดังนี้

7.1 กลุ่มที่ออกมานำเสนอปัญหา สมาชิกทุกคนในกลุ่มจะออกมาหน้าห้อง จะบอกค่าเฉลี่ยของข้อมูลนั้น ๆ และแต่ละคนจะบอกข้อมูลของตนเองยกเว้นคนสุดท้ายจะไม่บอกข้อมูล ให้เพื่อนทั้งห้องหาข้อมูลของคนสุดท้ายให้เจอ

7.2 เพื่อนในห้องที่เหลือจะเป็นผู้คำนวณลงในใบกิจกรรม “เกมหาให้เจอ” โดยครูใช้เวลา 3 นาที จากนั้น กลุ่มที่นำเสนอคำถาม เป็นผู้เฉลย และแสดงวิธีทำบนกระดาน

7.3 ครูและนักเรียนร่วมกันเฉลยอีกครั้งหนึ่ง เป็นลักษณะขั้นตอน 7.1 – 7.3 จนกว่าจะครบทุกกลุ่ม

8. ครูมอบหมายให้นักเรียนทำใบความรู้ที่ 2.4 ข้อ 5 – 7 โดยครูทำหน้าที่เดินสำรวจนักเรียนรายบุคคล และมีหน้าที่อธิบายเพิ่มเติมในกรณีที่นักเรียนสงสัย

9. ครูสุมนักเรียน 4 คน ขึ้นมาเฉลยหน้ากระดาน โดยครูแบ่งกระดานออกเป็น 4 ส่วน จากนั้นครูและนักเรียนในชั้นเรียนร่วมกันตรวจสอบอีกครั้งหนึ่ง

ขั้นสรุป (5 นาที)

1. ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปสูตรการหาค่าเฉลี่ยเลขคณิต และวิธีการแก้โจทย์ปัญหาค่าเฉลี่ยเลขคณิตเมื่อบอกข้อมูลไม่ครบ

7. การวัดผลและประเมินผล

สิ่งที่ต้องการวัดและประเมินผล	วิธีวัด	เครื่องมือวัด	เกณฑ์การวัดและประเมินผล	ผลการประเมิน
ด้านความรู้ (K)				
1. นักเรียนสามารถหาค่าเฉลี่ยเลขคณิตเมื่อข้อมูลไม่ครบได้	ตรวจใบกิจกรรมและใบความรู้	ใบกิจกรรมและใบความรู้	นักเรียนสามารถหาค่าเฉลี่ยเลขคณิตได้ถูกต้องร้อยละ 70 ขึ้นไปของจำนวนข้อทั้งหมดในใบกิจกรรมและใบความรู้	
ด้านกระบวนการ (P)				
1. นักเรียนสามารถใช้สัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์เพื่อสื่อความหมายถึงค่าเฉลี่ยเลขคณิตได้	ตรวจใบกิจกรรมและใบความรู้	ใบกิจกรรมและใบความรู้	นักเรียนใช้สัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์เพื่อสื่อความหมายถึงค่าเฉลี่ยเลขคณิตได้ถูกต้องร้อยละ 70 ขึ้นไปของจำนวนข้อทั้งหมดในใบกิจกรรมและใบความรู้	

สิ่งที่ต้องการวัดและประเมินผล	วิธีวัด	เครื่องมือวัด	เกณฑ์การวัดและประเมินผล	ผลการประเมิน
2.นักเรียนสามารถแก้ปัญหาค่าเฉลี่ยเลขคณิตเมื่อข้อมูลไม่ครบได้โดยใช้ความรู้เรื่องค่าเฉลี่ยเลขคณิต	ตรวจใบกิจกรรมและใบความรู้	ใบกิจกรรมและใบความรู้	นักเรียนสามารถแก้ปัญหาค่าเฉลี่ยเลขคณิตเมื่อข้อมูลไม่ครบได้โดยใช้ความรู้เรื่องค่าเฉลี่ยเลขคณิตได้ถูกต้องร้อยละ 70 ขึ้นไปของจำนวนข้อทั้งหมดในใบกิจกรรมและใบความรู้	
ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์ (A)				
1. นักเรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนรู้	การสังเกตพฤติกรรมการมีส่วนร่วมในชั้นเรียน	แบบสังเกตพฤติกรรม	นักเรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนรู้ในระดับ ดี ขึ้นไป	
2. นักเรียนมีระเบียบวินัยในการเรียน	การสังเกตพฤติกรรมในชั้นเรียน	แบบสังเกตพฤติกรรม	นักเรียนมีระเบียบวินัยในการเรียน อยู่ในระดับ ดี ขึ้นไป	

8. สื่อการเรียนรู้ /แหล่งการเรียนรู้

8.1 ใบความรู้ที่ 2.4 เรื่องการวัดค่ากลางของข้อมูล

8.2 ใบกิจกรรมเกมหาให้เจอ

9. บันทึกหลังสอน

ผลการจัดกิจกรรม

.....

.....

ปัญหา อุปสรรค

.....

.....

ข้อเสนอแนะ

.....

.....

ลงชื่อ.....

(นางสาววิมลพันธ์ ทรายทอง)

ผู้สอน



แบบประเมินคุณลักษณะของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/11
ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2561

ชื่อ - นามสกุล	คุณลักษณะของนักเรียน					
	มีส่วนร่วม ในกิจกรรมการเรียน			มีระเบียบวินัยในการเรียน		
	3	2	1	3	2	1
1.						
2.						
3.						
4.						
5.						
6.						
7.						
8.						
9.						
10.						
11.						
12.						
13.						
14.						
15.						
16.						
17.						
18.						
19.						
20.						
21.						
22.						
23.						
24.						

ชื่อ - นามสกุล	คุณลักษณะของนักเรียน					
	มีส่วนร่วม ในกิจกรรมการเรียน			มีระเบียบวินัยในการเรียน		
	3	2	1	3	2	1
25.						
26.						
27.						
28.						
29.						
30.						
31.						
32.						
33.						
34.						
35.						
36.						
37.						
38.						
39.						
40.						
41.						
42.						
43.						

เกณฑ์การให้คะแนน

คุณลักษณะ : นักเรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนการสอน

คะแนน/ ความหมาย	ลักษณะพฤติกรรมของนักเรียน
3 ดีมาก	มีส่วนร่วมในการถาม - ตอบคำถาม แสดงความคิดเห็น ตั้งแต่ร้อยละ 80 ขึ้นไปของกิจกรรมในคาบเรียน
2 ดี	มีส่วนร่วมในการถาม - ตอบคำถาม แสดงความคิดเห็น ตั้งแต่ร้อยละ 60 – 79 ของกิจกรรมในคาบเรียน
1 พอใช้	มีส่วนร่วมในการถาม - ตอบคำถาม แสดงความคิดเห็น ต่ำกว่าร้อยละ 60 ของกิจกรรมในคาบเรียน

คุณลักษณะ : นักเรียนมีระเบียบวินัยในการเรียน

คะแนน/ ความหมาย	ลักษณะพฤติกรรมของนักเรียน
3 ดีมาก	มีพฤติกรรม เข้าห้องเรียนตรงเวลา ตั้งใจเรียน ฟังครูสอน อธิบาย ไม่ทำกิจกรรมอื่น ขณะเรียน ไม่พูดคุยนอกบทเรียน ตั้งแต่ร้อยละ 80 ขึ้นไป ของพฤติกรรมในคาบเรียน
2 ดี	มีพฤติกรรม เข้าห้องเรียนตรงเวลา ตั้งใจเรียน ฟังครูสอน อธิบาย ไม่ทำกิจกรรมอื่น ขณะเรียน ไม่พูดคุยนอกบทเรียน ตั้งแต่ร้อยละ 60 – 79 ของพฤติกรรมในคาบเรียน
1 พอใช้	มีพฤติกรรม เข้าห้องเรียนตรงเวลา ตั้งใจเรียน ฟังครูสอน อธิบาย ไม่ทำกิจกรรมอื่น ขณะเรียน ไม่พูดคุยนอกบทเรียน ตั้งแต่ร้อยละ 60 – 79 ของพฤติกรรมในคาบเรียน

ใบกิจกรรม “เกมตามหาให้เจอนะ”

กลุ่มที่ 1

กลุ่มที่ 2



แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

วิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน ค32102 ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 สายการเรียนศิลป์ภาษา

คำชี้แจง : จงแสดงวิธีทำอย่างละเอียด

1. สุชาติบันทึกคะแนนสอบย่อยของวิชาคณิตศาสตร์ ทั้งห้าครั้งเป็นดังนี้ 25 , 31 , 33 , 27 , 34 จงหาว่าครั้งที่หกสุชาติต้องสอบย่อยให้ได้กี่คะแนน จึงจะได้คะแนนเฉลี่ยวิชาคณิตศาสตร์เป็น 30 คะแนน

ขั้นที่ 1 ทำความเข้าใจปัญหา

สิ่งที่โจทย์กำหนดให้ :

สิ่งที่โจทย์ต้องการ :

ขั้นที่ 2 วางแผนการแก้ปัญหา

ขั้นที่ 3 ดำเนินการตามแผน

ขั้นที่ 4 ตรวจสอบผลและสรุปคำตอบ

2. ข้อมูลชุดหนึ่งมี 20 จำนวน ค่าเฉลี่ยเลขคณิตของข้อมูลชุดนี้มีค่าเท่ากับ 15 ปรากฏว่า ผู้คำนวณอ่านค่าผิดไป 2 จำนวน คือ 33 และ 21 แต่เขาอ่านเป็น 30 และ 20 ตามลำดับ จงหาค่าเฉลี่ยเลขคณิตที่ถูกต้องของข้อมูลชุดนี้

ขั้นที่ 1 ทำความเข้าใจปัญหา

สิ่งที่โจทย์กำหนดให้ :

สิ่งที่โจทย์ต้องการ :

ขั้นที่ 2 วางแผนการแก้ปัญหา

ขั้นที่ 3 ดำเนินการตามแผน

ขั้นที่ 4 ตรวจสอบผลและสรุปคำตอบ



3. รายได้เฉลี่ยต่อหัวของผู้ประกอบอาชีพในต่างจังหวัด เท่ากับ 6,500 บาทต่อเดือน แต่รายได้เฉลี่ยต่อหัวของผู้ประกอบอาชีพในกรุงเทพฯ เท่ากับ 11,600 บาทต่อเดือน หากจำนวนผู้ประกอบอาชีพต่างจังหวัดเท่ากับ 85% ของจำนวนผู้ประกอบอาชีพในกรุงเทพฯ จงหารายได้เฉลี่ยต่อหัวของคนทั้งสองกลุ่มนี้

ขั้นที่ 1 ทำความเข้าใจปัญหา

สิ่งที่โจทย์กำหนดให้ :

สิ่งที่โจทย์ต้องการ :

ขั้นที่ 2 วางแผนการแก้ปัญหา

ขั้นที่ 3 ดำเนินการตามแผน

ขั้นที่ 4 ตรวจสอบผลและสรุปคำตอบ

4. สมศรีได้เกรดเฉลี่ยของ 4 วิชานี้คือ 2.70 อยากทราบว่าสมศรีได้เกรดวิชาคณิตศาสตร์เท่าไร

วิชา	เกรด	หน่วยกิต
คณิตศาสตร์	x	1.5
ภาษาอังกฤษ	3.5	1
สังคม	4	1.5
วิทยาศาสตร์	1	1

ขั้นที่ 1 ทำความเข้าใจปัญหา

สิ่งที่โจทย์กำหนดให้ :

สิ่งที่โจทย์ต้องการ :

ขั้นที่ 2 วางแผนการแก้ปัญหา

ขั้นที่ 3 ดำเนินการตามแผน

ขั้นที่ 4 ตรวจสอบผลและสรุปคำตอบ

5. ตารางต่อไปนี้แสดงคะแนนสอบของนักเรียน จำนวน 30 คน จงหาค่าเฉลี่ยคะแนนของนักเรียน

คะแนน	13	14	15	16	17	18	19	20
จำนวนนักเรียน	2	3	1	8	6	4	5	1

ขั้นที่ 1 ทำความเข้าใจปัญหา

สิ่งที่โจทย์กำหนดให้ :

สิ่งที่โจทย์ต้องการ :

ขั้นที่ 2 วางแผนการแก้ปัญหา

ขั้นที่ 3 ดำเนินการตามแผน

ขั้นที่ 4 ตรวจสอบผลและสรุปคำตอบ



6. คะแนนสอบวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เป็นดังตารางต่อไปนี้

คะแนน	จำนวนนักเรียน
9 – 13	1
14 – 18	4
19 – 23	7
24 – 28	A
29 – 33	6
34 – 38	8

ถ้าคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนกลุ่มนี้มีค่า 26.5 คะแนน จงหาว่านักเรียนที่สอบได้คะแนนช่วง 24 – 28 มีจำนวนกี่คน

ขั้นที่ 1 ทำความเข้าใจปัญหา

สิ่งที่โจทย์กำหนดให้ :

สิ่งที่โจทย์ต้องการ :

ขั้นที่ 2 วางแผนการแก้ปัญหา

ขั้นที่ 3 ดำเนินการตามแผน

ขั้นที่ 4 ตรวจสอบผลและสรุปคำตอบ

7. จากตาราง จงเลือกค่ากลางที่เหมาะสมกับข้อมูล พร้อมคำนวณหาค่ากลาง

เบอร์รองเท่านั้นนักเรียน	36	37	38	39	40	41	42
จำนวนคู่	2	4	8	13	5	2	1

ขั้นที่ 1 ทำความเข้าใจปัญหา

สิ่งที่โจทย์กำหนดให้ :

สิ่งที่โจทย์ต้องการ :

ขั้นที่ 2 วางแผนการแก้ปัญหา

ขั้นที่ 3 ดำเนินการตามแผน

ขั้นที่ 4 ตรวจสอบผลและสรุปคำตอบ

8. ข้อมูลชุดหนึ่งเป็นจำนวนเต็มเรียงจากน้อยไปมาก คือ 2 , 3 , 3 , 3 , a , 4 , 4 , 7 , 8 , 9 , 11 , b
ถ้าข้อมูลชุดนี้มีค่าเฉลี่ยเลขคณิตมากกว่ามัธยฐานอยู่ 2 จงหา $a+b$

ขั้นที่ 1 ทำความเข้าใจปัญหา

สิ่งที่โจทย์กำหนดให้ :

สิ่งที่โจทย์ต้องการ :

ขั้นที่ 2 วางแผนการแก้ปัญหา

ขั้นที่ 3 ดำเนินการตามแผน



ขั้นที่ 4 ตรวจสอบผลและสรุปคำตอบ

9. สมยศสอบเก็บคะแนนวิชาภาษาอังกฤษทั้งหมด 5 ครั้ง โดยคะแนนมีค่าเฉลี่ยเลขคณิต 78 คะแนน
มัธยฐาน 82 คะแนน ฐานนิยม 67 คะแนน จงหาคะแนนสูงสุดที่สามารถเป็นไปได้

ขั้นที่ 1 ทำความเข้าใจปัญหา

สิ่งที่โจทย์กำหนดให้ :

สิ่งที่โจทย์ต้องการ :

ขั้นที่ 2 วางแผนการแก้ปัญหา

ขั้นที่ 3 ดำเนินการตามแผน

ขั้นที่ 4 ตรวจสอบผลและสรุปคำตอบ

10. ข้อมูลชุดหนึ่งมี 4 จำนวน มีมัธยฐานและฐานนิยมเท่ากับ 20 มีค่าเฉลี่ยเลขคณิตเท่ากับ 32.5 จำนวนที่มีค่ามากที่สุดคือ 75 จงหาค่าจำนวนที่น้อยที่สุด

ขั้นที่ 1 ทำความเข้าใจปัญหา

สิ่งที่โจทย์กำหนดให้ :

สิ่งที่โจทย์ต้องการ :

ขั้นที่ 2 วางแผนการแก้ปัญหา

ขั้นที่ 3 ดำเนินการตามแผน

ขั้นที่ 4 ตรวจสอบผลและสรุปคำตอบ



เกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

รายการประเมิน	คะแนน (ระดับคุณภาพ)	เกณฑ์การพิจารณา
1. ทำความเข้าใจปัญหา 1. สิ่งที่โจทย์กำหนดให้	1 (ดี) 0 (ต้องปรับปรุง)	- เขียนสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ได้ครบ - เขียนสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ไม่ครบ/ไม่เขียน
2. สิ่งที่โจทย์ต้องการ	1 (ดี) 0 (ต้องปรับปรุง)	- เขียนสิ่งที่โจทย์ถามให้ได้ครบ - เขียนสิ่งที่โจทย์ถามให้ได้ไม่ครบ/ไม่เขียน
2. วางแผนการแก้ปัญหา	2 (ดี) 1 (พอใช้) 0 (ต้องปรับปรุง)	- เลือกวิธีการที่สามารถแก้ปัญหาได้ถูกต้อง เหมาะสม และสอดคล้องกับปัญหา - เลือกวิธีการที่สามารถแก้ปัญหาได้ถูกต้อง แต่ยังไม่เหมาะสม หรือไม่ครอบคลุม ประเด็นของปัญหา - เลือกวิธีการแก้ปัญหาไม่ถูกต้อง หรือไม่ สามารถเลือกวิธีการแก้ปัญหาได้
3. ดำเนินการตามแผน	3 (ดีมาก) 2 (พอใช้) 1 (ต้องปรับปรุง) 0 (ต้องปรับปรุง)	- นำวิธีการแก้ปัญหาไปใช้ได้อย่างถูกต้อง และแสดงการแก้ปัญหาเป็นลำดับขั้นตอน ได้อย่างชัดเจน คำนวณคำตอบได้ถูกต้อง - นำวิธีการแก้ปัญหาไปใช้ได้ถูกต้อง และ แสดงการแก้ปัญหาเป็นลำดับขั้นตอนได้ อย่างชัดเจน แต่คำนวณคำตอบสุดท้ายผิด - นำวิธีการแก้ปัญหาไปใช้ได้ถูกต้อง แต่การ แสดงลำดับขั้นตอนการแก้ปัญหาไม่ชัดเจน - นำวิธีการแก้ปัญหาไปใช้ไม่ถูกต้อง หรือไม่ แสดงลำดับขั้นตอนการแก้ปัญหา
4. ตรวจสอบคำตอบ	2 (ดี) 1 (พอใช้) 0 (ต้องปรับปรุง)	- แสดงวิธีการตรวจคำตอบได้ถูกต้อง - แสดงวิธีการตรวจคำตอบได้ถูกต้อง บางส่วน หรือไม่ครบถ้วน - ไม่มีการตรวจคำตอบ หรือตรวจคำตอบไม่ ถูกต้อง

รายการประเมิน	คะแนน (ระดับคุณภาพ)	เกณฑ์การพิจารณา
5. สรุป	1 (ดี) 0 (ต้องปรับปรุง)	- เขียนสรุปได้ถูกต้อง ครบถ้วน - เขียนสรุปไม่ถูกต้อง/ไม่ครบ



แบบวัดความยึดมั่นผูกพันในการเรียนของนักเรียน

คำชี้แจง โปรดใส่เครื่องหมาย ☒ หรือเติมข้อความลงในช่องว่าง..... ให้ตรงกับความเป็นจริง

ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปเกี่ยวกับผู้ตอบแบบสอบถาม

1. ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 สายการเรียนศิลป์ภาษา.....
2. เกรดเฉลี่ยวิชาคณิตศาสตร์ ม.4

ตอนที่ 2 แบบสอบถามพฤติกรรมของนักเรียน

คำชี้แจง ให้นักเรียนอ่านข้อความแล้วโปรดทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องว่างที่ตรงกับ

ข้อเท็จจริงของนักเรียนมากที่สุด ดังนี้

- 5 หมายถึงข้อความนั้นตรงกับข้อเท็จจริงของนักเรียนมากที่สุด
- 4 หมายถึงข้อความนั้นตรงกับข้อเท็จจริงของนักเรียนมาก
- 3 หมายถึงข้อความนั้นตรงกับข้อเท็จจริงของนักเรียนบ้างไม่ตรงบ้าง
- 2 หมายถึงข้อความนั้นตรงกับข้อเท็จจริงของนักเรียนน้อย
- 1 หมายถึงข้อความนั้นตรงกับข้อเท็จจริงของนักเรียนน้อยที่สุด

ข้อ	ประเด็น	5	4	3	2	1
ความยึดมั่นผูกพันเชิงพฤติกรรม (Behavior Engagement)						
1	ฉันทำการบ้านวิชาคณิตศาสตร์เสร็จตามกำหนดเวลาทุกครั้ง					
2	ฉันทบทวนบทเรียนคณิตศาสตร์อย่างสม่ำเสมอ					
3	ฉันกล้าแสดงความคิดเห็นกับเพื่อนและครู					
4	ฉันปฏิบัติตามกฎกติกาของการเรียนวิชาคณิตศาสตร์					
5	ฉันพร้อมที่จะเป็นอาสาสมัครเมื่อครูเปิดโอกาสให้นักเรียนเป็นผู้เฉลยแบบฝึกหัดบนกระดานหน้าห้องเรียน					
6	ฉันไม่เล่นโทรศัพท์มือถือ/ทำการบ้านวิชาอื่น/กิจกรรมอื่นที่ไม่เกี่ยวกับการเรียนขณะเรียนวิชาคณิตศาสตร์					

ข้อ	ประเด็น	5	4	3	2	1
ความยึดมั่นผูกพันเชิงอารมณ์ (Emotional Engagement)						
7	ฉันมีความสุขเมื่อได้เรียนวิชาคณิตศาสตร์					
8	ฉันรู้สึกว่าคุณสนใจนักเรียนทุกคนในห้อง ดูแลนักเรียนอย่างทั่วถึง					
9	ฉันไม่รู้สึกกลัวที่จะถามหรือแสดงความคิดเห็นในวิชาคณิตศาสตร์					
10	ฉันรู้สึกว่าคุณมีคุณค่าเมื่ออยู่ในคาบเรียนวิชาคณิตศาสตร์					
11	เมื่อเรียนวิชาคณิตศาสตร์ฉันรู้สึกว่าเวลาผ่านไปอย่างรวดเร็ว					
12	ฉันรู้สึกว่าการเรียนวิชาคณิตศาสตร์เป็นประโยชน์ต่อตัวเองในอนาคต					
13	ฉันไม่รู้สึกกังวลว่าจะตอบคำถามหรือแก้โจทย์ปัญหาในเนื้อหาที่เรียนไม่ได้					
ความยึดมั่นผูกพันทางปัญญา (Cognitive Engagement)						
14	ฉันมุ่งตั้งใจที่จะเรียนรู้สิ่งที่เรียนในชั้นเรียนให้เข้าใจอย่างแตกฉาน					
15	แม้รู้สึกเหนื่อยหรือง่วงนอนแต่ฉันพยายามตั้งใจเรียนวิชาคณิตศาสตร์ให้ดีที่สุด					
16	เมื่อฉันเรียนไม่เข้าใจฉันมักจะถามเพื่อน/ครู และพยายามหาคำตอบให้ได้					
17	ถ้าฉันแก้โจทย์ปัญหาไม่ได้ในครั้งแรก ฉันจะพยายามในครั้งถัดไป					
18	ฉันพยายามทำการบ้านอย่างรอบคอบให้ถูกต้องมากกว่าการที่จะทำให้เสร็จเพียงอย่างเดียว					
19	ฉันทุ่มเทกับการเรียนวิชาคณิตศาสตร์					
20	ฉันตั้งใจเรียนวิชาคณิตศาสตร์เพื่อให้ได้ผลการเรียนดีที่สุด					

ภาคผนวก ค

ผลการหาคุณภาพเครื่องมือ

1. ผลการประเมินแผนการจัดการเรียนรู้โดยการสอนแนะให้รู้คิดร่วมกับการให้ข้อมูลย้อนกลับเพื่อส่งเสริมการเรียนรู้
2. ผลการประเมินแผนการจัดการเรียนรู้แบบปกติ
3. ผลการประเมินค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์ ของแบบวัดความสามารถแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
4. ผลการประเมินค่าความยากง่าย ค่าอำนาจการจำแนก และค่าความเชื่อมั่นของแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
5. ผลการประเมินค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับนิยามของแบบวัดความยึดมั่นผูกพันในการเรียนของนักเรียน
6. ผลการประเมินค่าความเชื่อมั่นของแบบวัดความยึดมั่นผูกพันในการเรียนของนักเรียน

ตาราง 17 ผลการประเมินแผนการจัดการเรียนรู้โดยการสอนแนะให้รู้คิดร่วมกับการให้ข้อมูลย้อนกลับเพื่อส่งเสริมการเรียนรู้ เรื่อง สถิติ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

แผน ที่	ประเด็นในการประเมิน	Mean	S.D.	การแปล ความหมาย
1	1. มาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด			
	1.1 สอดคล้องกับหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551	5.00	.00	มากที่สุด
	2. จุดประสงค์การเรียนรู้			
	2.1 ครอบคลุมพฤติกรรมด้านความรู้ ทักษะกระบวนการ และคุณลักษณะ	5.00	.00	มากที่สุด
	2.2 สอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด	5.00	.00	มากที่สุด
	3. สารสำคัญ			
	3.1 สอดคล้องกับหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน 2551	5.00	.00	มากที่สุด
	3.2 สอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด	5.00	.00	มากที่สุด
	4. เนื้อหา			
	4.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	4.67	.58	มากที่สุด
	4.2 เนื้อหาถูกต้อง	5.00	.00	มากที่สุด
	5. กิจกรรมการเรียนรู้			
	5.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	5.00	.00	มากที่สุด
	5.2 สอดคล้องกับเนื้อหาในแผนการจัดการเรียนรู้	4.67	.58	มากที่สุด
	5.3 ขั้นตอนการสอนเป็นไปตามหลักการวัดและ ประเมินผล	4.67	.58	มากที่สุด
	5.4 ความชัดเจนของกิจกรรมการเรียนรู้ที่กำหนดไว้	4.33	.58	มากที่สุด
	5.5 ขั้นตอนการจัดกิจกรรมสอดคล้องกับนิยามเชิง ปฏิบัติการ	4.67	.58	มากที่สุด

ตาราง 17 (ต่อ)

แผน ที่	ประเด็นในการประเมิน	Mean	S.D.	การแปล ความหมาย
1	6. สื่อที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้			
	6.1 สอดคล้องกับเนื้อหาที่สอน	5.00	.00	มากที่สุด
	6.2 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	5.00	.00	มากที่สุด
	6.3 มีความเหมาะสมกับวัยของนักเรียน	4.00	1.00	มาก
	7. การวัดและประเมินผล			
	7.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	4.67	.58	มากที่สุด
	7.2 สามารถวัดและประเมินผลสิ่งที่ระบุไว้ได้	4.67	.58	มากที่สุด
	7.3 สอดคล้องกับหลักการวัดและประเมินผล	4.67	.58	มากที่สุด
	8. ระยะเวลา			
	8.1 มีความเหมาะสมกับเนื้อหา	4.67	.58	มากที่สุด
	8.2 มีความเหมาะสมกับขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้	4.33	.58	มากที่สุด
	ภาพรวมทั้งแผนการจัดการเรียนรู้	4.75	.25	มากที่สุด
2	1. มาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด			
	1.1 สอดคล้องกับหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551	5.00	.00	มากที่สุด
	2. จุดประสงค์การเรียนรู้			
	2.1 ครอบคลุมพฤติกรรมด้านความรู้ ทักษะกระบวนการ และคุณลักษณะ	5.00	.00	มากที่สุด
	2.2 สอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด	5.00	.00	มากที่สุด
	3. สารสำคัญ			
	3.1 สอดคล้องกับหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้น พื้นฐาน 2551	5.00	.00	มากที่สุด
	3.2 สอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด	5.00	.00	มากที่สุด

ตาราง 17 (ต่อ)

แผน ที่	ประเด็นในการประเมิน	Mean	S.D.	การแปล ความหมาย
2	4. เนื้อหา			
	4.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	4.67	.58	มากที่สุด
	4.2 เนื้อหาถูกต้อง	5.00	.00	มากที่สุด
	5. กิจกรรมการเรียนรู้			
	5.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	5.00	.00	มากที่สุด
	5.2 สอดคล้องกับเนื้อหาในแผนการจัดการเรียนรู้	4.33	.58	มากที่สุด
	5.3 ขั้นตอนการสอนเป็นไปตามหลักการวัดและ ประเมินผล	4.67	.58	มากที่สุด
	5.4 ความชัดเจนของกิจกรรมการเรียนรู้ที่กำหนดไว้	4.33	.58	มากที่สุด
	5.5 ขั้นตอนการจัดกิจกรรมสอดคล้องกับนิยามเชิง ปฏิบัติการ	4.67	.58	มากที่สุด
	6. สื่อที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้			
	6.1 สอดคล้องกับเนื้อหาที่สอน	4.67	.58	มากที่สุด
	6.2 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	4.33	1.16	มากที่สุด
	6.3 มีความเหมาะสมกับวัยของนักเรียน	4.67	.58	มากที่สุด
	7. การวัดและประเมินผล			
	7.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	5.00	.00	มากที่สุด
	7.2 สามารถวัดและประเมินผลสิ่งที่ระบุไว้ได้	5.00	.00	มากที่สุด
	7.3 สอดคล้องกับหลักการวัดและประเมินผล	5.00	.00	มากที่สุด
	8. ระยะเวลา			
	8.1 มีความเหมาะสมกับเนื้อหา	4.67	.58	มากที่สุด
	8.2 มีความเหมาะสมกับขั้นตอนการจัดกิจกรรมการ เรียนรู้	5.00	.00	มากที่สุด
	ภาพรวมทั้งแผนการจัดการเรียนรู้	4.80	.18	มากที่สุด

ตาราง 17 (ต่อ)

แผน ที่	ประเด็นในการประเมิน	Mean	S.D.	การแปล ความหมาย
3	1. มาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด			
	1.1 สอดคล้องกับหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551	5.00	.00	มากที่สุด
	2. จุดประสงค์การเรียนรู้			
	2.1 ครอบคลุมพฤติกรรมด้านความรู้ ทักษะกระบวนการ และคุณลักษณะ	5.00	.00	มากที่สุด
	2.2 สอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด	5.00	.00	มากที่สุด
	3. สารสำคัญ			
	3.1 สอดคล้องกับหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้น พื้นฐาน 2551	5.00	.00	มากที่สุด
	3.2 สอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด	5.00	.00	มากที่สุด
	4. เนื้อหา			
	4.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	5.00	.00	มากที่สุด
	4.2 เนื้อหาถูกต้อง	5.00	.00	มากที่สุด
	5. กิจกรรมการเรียนรู้			
	5.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	5.00	.00	มากที่สุด
	5.2 สอดคล้องกับเนื้อหาในแผนการจัดการเรียนรู้	4.67	.58	มากที่สุด
	5.3 ขั้นตอนการสอนเป็นไปตามหลักการวัดและ ประเมินผล	4.67	.58	มากที่สุด
	5.4 ความชัดเจนของกิจกรรมการเรียนรู้ที่กำหนดไว้	4.33	.58	มากที่สุด
	5.5 ขั้นตอนการจัดกิจกรรมสอดคล้องกับนิยามเชิง ปฏิบัติการ	4.33	1.16	มากที่สุด
	6. สื่อที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้			
	6.1 สอดคล้องกับเนื้อหาที่สอน	4.33	.58	มากที่สุด
	6.2 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	4.67	.58	มากที่สุด
	6.3 มีความเหมาะสมกับวัยของนักเรียน	4.55	1.00	มากที่สุด

ตาราง 17 (ต่อ)

แผน ที่	ประเด็นในการประเมิน	Mean	S.D.	การแปล ความหมาย
3	7. การวัดและประเมินผล			
	7.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	5.00	.00	มากที่สุด
	7.2 สามารถวัดและประเมินผลสิ่งที่ระบุไว้ได้	5.00	.00	มากที่สุด
	7.3 สอดคล้องกับหลักการวัดและประเมินผล	5.00	.00	มากที่สุด
	8. ระยะเวลา			
	8.1 มีความเหมาะสมกับเนื้อหา	4.67	.58	มากที่สุด
	8.2 มีความเหมาะสมกับขั้นตอนการจัดกิจกรรมการ เรียนรู้	4.67	.58	มากที่สุด
	ภาพรวมทั้งแผนการจัดการเรียนรู้	4.78	.20	มากที่สุด
4	1. มาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด			
	1.1 สอดคล้องกับหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551	5.00	.00	มากที่สุด
	2. จุดประสงค์การเรียนรู้			
	2.1 ครอบคลุมพฤติกรรมด้านความรู้ ทักษะกระบวนการ และคุณลักษณะ	5.00	.00	มากที่สุด
	2.2 สอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด	5.00	.00	มากที่สุด
	3. สาระสำคัญ			
	3.1 สอดคล้องกับหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้น พื้นฐาน 2551	5.00	.00	มากที่สุด
	3.2 สอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด	5.00	.00	มากที่สุด
	4. เนื้อหา			
	4.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	4.67	.58	มากที่สุด
	4.2 เนื้อหาถูกต้อง	5.00	.00	มากที่สุด
	5. กิจกรรมการเรียนรู้			
	5.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	5.00	.00	มากที่สุด
	5.2 สอดคล้องกับเนื้อหาในแผนการจัดการเรียนรู้	4.33	1.16	มากที่สุด

ตาราง 17 (ต่อ)

แผน ที่	ประเด็นในการประเมิน	Mean	S.D.	การแปล ความหมาย
4	5. กิจกรรมการเรียนรู้			
	5.3 ขั้นตอนการสอนเป็นไปตามหลักการวัดและประเมินผล	4.67	.58	มากที่สุด
	5.4 ความชัดเจนของกิจกรรมการเรียนรู้ที่กำหนดไว้	4.33	.58	มากที่สุด
	5.5 ขั้นตอนการจัดกิจกรรมสอดคล้องกับนิยามเชิงปฏิบัติการ	4.67	.58	มากที่สุด
	6. สื่อที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้			
	6.1 สอดคล้องกับเนื้อหาที่สอน	5.00	.00	มากที่สุด
	6.2 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	5.00	.00	มากที่สุด
	6.3 มีความเหมาะสมกับวัยของนักเรียน	4.33	.58	มากที่สุด
	7. การวัดและประเมินผล			
	7.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	5.00	.00	มากที่สุด
	7.2 สามารถวัดและประเมินผลสิ่งที่ระบุไว้ได้	5.00	.00	มากที่สุด
	7.3 สอดคล้องกับหลักการวัดและประเมินผล	5.00	.00	มากที่สุด
	8. ระยะเวลา			
	8.1 มีความเหมาะสมกับเนื้อหา	4.67	.58	มากที่สุด
	8.2 มีความเหมาะสมกับขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้	4.67	.58	มากที่สุด
	ภาพรวมทั้งแผนการจัดการเรียนรู้	4.82	.18	มากที่สุด
5	1. มาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด			
	1.1 สอดคล้องกับหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551	5.00	.00	มากที่สุด
	2. จุดประสงค์การเรียนรู้			
	2.1 ครอบคลุมพฤติกรรมด้านความรู้ ทักษะกระบวนการ และคุณลักษณะ	5.00	.00	มากที่สุด
	2.2 สอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด	5.00	.00	มากที่สุด

ตาราง 17 (ต่อ)

แผน ที่	ประเด็นในการประเมิน	Mean	S.D.	การแปล ความหมาย
5	3. สารสำคัญ			
	3.1 สอดคล้องกับหลักสูตรแกนกลางการศึกษา	5.00	.00	มากที่สุด
	3.2 สอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด	5.00	.00	มากที่สุด
	4. เนื้อหา			
	4.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	4.67	.58	มากที่สุด
	4.2 เนื้อหาถูกต้อง	5.00	.00	มากที่สุด
	5. กิจกรรมการเรียนรู้			
	5.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	5.00	.00	มากที่สุด
	5.2 สอดคล้องกับเนื้อหาในแผนการจัดการเรียนรู้	4.33	1.16	มากที่สุด
	5.3 ขั้นตอนการสอนเป็นไปตามหลักการวัดและ ประเมินผล	4.67	.58	มากที่สุด
	5.4 ความชัดเจนของกิจกรรมการเรียนรู้ที่กำหนดไว้	4.33	.58	มากที่สุด
	5.5 ขั้นตอนการจัดกิจกรรมสอดคล้องกับนิยามเชิง ปฏิบัติการ	4.67	.58	มากที่สุด
	6. สื่อที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้			
	6.1 สอดคล้องกับเนื้อหาที่สอน	5.00	.00	มากที่สุด
	6.2 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	5.00	.00	มากที่สุด
	6.3 มีความเหมาะสมกับวัยของนักเรียน	4.33	.58	มากที่สุด
	7. การวัดและประเมินผล			
	7.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	5.00	.00	มากที่สุด
	7.2 สามารถวัดและประเมินผลสิ่งที่ระบุไว้ได้	5.00	.00	มากที่สุด
	7.3 สอดคล้องกับหลักการวัดและประเมินผล	5.00	.00	มากที่สุด
	8. ระยะเวลา			
	8.1 มีความเหมาะสมกับเนื้อหา	4.67	.58	มากที่สุด
	8.2 มีความเหมาะสมกับขั้นตอนการจัดกิจกรรม	4.67	.58	มากที่สุด
	ภาพรวมทั้งแผนการจัดการเรียนรู้	4.82	.20	มากที่สุด

ตาราง 17 (ต่อ)

แผน ที่	ประเด็นในการประเมิน	Mean	S.D.	การแปล ความหมาย
6	1. มาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด			
	1.1 สอดคล้องกับหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551	5.00	.00	มากที่สุด
	2. จุดประสงค์การเรียนรู้			
	2.1 ครอบคลุมพฤติกรรมด้านความรู้ ทักษะกระบวนการ และคุณลักษณะ	5.00	.00	มากที่สุด
	2.2 สอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด	4.67	.58	มากที่สุด
	3. สารสำคัญ			
	3.1 สอดคล้องกับหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้น พื้นฐาน 2551	5.00	.00	มากที่สุด
	3.2 สอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด	5.00	.00	มากที่สุด
	4. เนื้อหา			
	4.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	4.67	.58	มากที่สุด
	4.2 เนื้อหาถูกต้อง	4.67	.58	มากที่สุด
	5. กิจกรรมการเรียนรู้			
	5.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	4.00	1.00	มาก
	5.2 สอดคล้องกับเนื้อหาในแผนการจัดการเรียนรู้	4.67	.58	มากที่สุด
	5.3 ขั้นตอนการสอนเป็นไปตามหลักการวัดและ ประเมินผล	4.33	.58	มากที่สุด
	5.4 ความชัดเจนของกิจกรรมการเรียนรู้ที่กำหนดไว้	4.33	.58	มากที่สุด
	5.5 ขั้นตอนการจัดกิจกรรมสอดคล้องกับนิยามเชิง ปฏิบัติการ	4.33	.58	มากที่สุด
	6. สื่อที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้			
	6.1 สอดคล้องกับเนื้อหาที่สอน	5.00	.00	มากที่สุด
	6.2 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	5.00	.00	มากที่สุด
	6.3 มีความเหมาะสมกับวัยของนักเรียน	4.67	.58	มากที่สุด

ตาราง 17 (ต่อ)

แผน ที่	ประเด็นในการประเมิน	Mean	S.D.	การแปล ความหมาย
6	7. การวัดและประเมินผล			
	7.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	5.00	.00	มากที่สุด
	7.2 สามารถวัดและประเมินผลสิ่งที่ระบุไว้ได้	4.67	.58	มากที่สุด
	7.3 สอดคล้องกับหลักการวัดและประเมินผล	5.00	.00	มากที่สุด
	8. ระยะเวลา			
	8.1 มีความเหมาะสมกับเนื้อหา	4.33	1.16	มากที่สุด
	8.2 มีความเหมาะสมกับขั้นตอนการจัดกิจกรรมการ เรียนรู้	4.67	.58	มากที่สุด
	ภาพรวมทั้งแผนการจัดการเรียนรู้	4.70	.28	มากที่สุด
7	1. มาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด			
	1.1 สอดคล้องกับหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551	5.00	.00	มากที่สุด
	2. จุดประสงค์การเรียนรู้			
	2.1 ครอบคลุมพฤติกรรมด้านความรู้ ทักษะกระบวนการ และคุณลักษณะ	5.00	.00	มากที่สุด
	2.2 สอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด	5.00	.00	มากที่สุด
	3. สาระสำคัญ			
	3.1 สอดคล้องกับหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน 2551	5.00	.00	มากที่สุด
	3.2 สอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด	5.00	.00	มากที่สุด
	4. เนื้อหา			
	4.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	4.67	.58	มากที่สุด
	4.2 เนื้อหาถูกต้อง	5.00	.00	มากที่สุด
	5. กิจกรรมการเรียนรู้			
	5.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	5.00	.00	มากที่สุด
	5.2 สอดคล้องกับเนื้อหาในแผนการจัดการเรียนรู้	5.00	.00	มากที่สุด

ตาราง 17 (ต่อ)

แผน ที่	ประเด็นในการประเมิน	Mean	S.D.	การแปล ความหมาย
7	5.3 ขั้นตอนการสอนเป็นไปตามหลักการวัดและ ประเมินผล	5.00	.00	มากที่สุด
	5.4 ความชัดเจนของกิจกรรมการเรียนรู้ที่กำหนดไว้	4.33	1.16	มากที่สุด
	5.5 ขั้นตอนการจัดกิจกรรมสอดคล้องกับนิยามเชิง ปฏิบัติการ	4.33	.58	มากที่สุด
6. สื่อที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้				
	6.1 สอดคล้องกับเนื้อหาที่สอน	5.00	.00	มากที่สุด
	6.2 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	5.00	.00	มากที่สุด
	6.3 มีความเหมาะสมกับวัยของนักเรียน	4.67	.58	มากที่สุด
7. การวัดและประเมินผล				
	7.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	5.00	.00	มากที่สุด
	7.2 สามารถวัดและประเมินผลสิ่งที่ระบุไว้ได้	5.00	.00	มากที่สุด
	7.3 สอดคล้องกับหลักการวัดและประเมินผล	5.00	.00	มากที่สุด
8. ระยะเวลา				
	8.1 มีความเหมาะสมกับเนื้อหา	4.67	.58	มากที่สุด
	8.2 มีความเหมาะสมกับขั้นตอนการจัดกิจกรรมการ เรียนรู้	5.00	.00	มากที่สุด
	ภาพรวมทั้งแผนการจัดการเรียนรู้	4.88	.18	มากที่สุด

ตาราง 18 ผลการประเมินแผนการจัดการเรียนรู้แบบปกติ เรื่อง สถิติ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา
ปีที่ 5

แผน ที่	ประเด็นในการประเมิน	Mean	S.D.	การแปล ความหมาย
1	1. มาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด			
	1.1 สอดคล้องกับหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551	4.67	.58	มากที่สุด
	2. จุดประสงค์การเรียนรู้			
	2.1 ครอบคลุมพฤติกรรมด้านความรู้ ทักษะกระบวนการ และคุณลักษณะ	4.67	.58	มากที่สุด
	2.2 สอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด	5.00	.00	มากที่สุด
	3. สารสำคัญ			
	3.1 สอดคล้องกับหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน 2551	4.67	.58	มากที่สุด
	3.2 สอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด	4.67	.58	มากที่สุด
	4. เนื้อหา			
	4.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	4.67	.58	มากที่สุด
	4.2 เนื้อหาถูกต้อง	5.00	.00	มากที่สุด
	5. กิจกรรมการเรียนรู้			
	5.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	5.00	.00	มากที่สุด
	5.2 สอดคล้องกับเนื้อหาในแผนการจัดการเรียนรู้	4.67	.58	มากที่สุด
	5.3 ขั้นตอนการสอนเป็นไปตามหลักการวัดและ ประเมินผล	4.67	.58	มากที่สุด
	5.4 ความชัดเจนของกิจกรรมการเรียนรู้ที่กำหนดไว้	4.33	.58	มากที่สุด
	5.5 ขั้นตอนการจัดกิจกรรมสอดคล้องกับนิยามเชิง ปฏิบัติการ	4.67	.58	มากที่สุด

ตาราง 18 (ต่อ)

แผน ที่	ประเด็นในการประเมิน	Mean	S.D.	การแปล ความหมาย
1	6. สื่อที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้			
	6.1 สอดคล้องกับเนื้อหาที่สอน	4.67	.58	มากที่สุด
	6.2 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	4.67	.58	มากที่สุด
	6.3 มีความเหมาะสมกับวัยของนักเรียน	4.67	.58	มากที่สุด
	7. การวัดและประเมินผล			
	7.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	5.00	.00	มากที่สุด
	7.2 สามารถวัดและประเมินผลสิ่งที่ระบุไว้ได้	5.00	.00	มากที่สุด
	7.3 สอดคล้องกับหลักการวัดและประเมินผล	5.00	.00	มากที่สุด
	8. ระยะเวลา			
	8.1 มีความเหมาะสมกับเนื้อหา	4.33	.58	มากที่สุด
	8.2 มีความเหมาะสมกับขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้	4.67	.58	มากที่สุด
	ภาพรวมทั้งแผนการจัดการเรียนรู้	4.73	.24	มากที่สุด
2	1. มาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด			
	1.1 สอดคล้องกับหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551	4.67	.58	มากที่สุด
	2. จุดประสงค์การเรียนรู้			
	2.1 ครอบคลุมพฤติกรรมด้านความรู้ ทักษะกระบวนการ และคุณลักษณะ	4.67	.58	มากที่สุด
	2.2 สอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด	4.67	.58	มากที่สุด
	3. สารสำคัญ			
	3.1 สอดคล้องกับหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน 2551	4.67	.58	มากที่สุด
	3.2 สอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด	5.00	.00	มากที่สุด

ตาราง 18 (ต่อ)

แผน ที่	ประเด็นในการประเมิน	Mean	S.D.	การแปล ความหมาย
2	4. เนื้อหา			
	4.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	4.67	.58	มากที่สุด
	4.2 เนื้อหาถูกต้อง	5.00	.00	มากที่สุด
	5. กิจกรรมการเรียนรู้			
	5.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	5.00	.00	มากที่สุด
	5.2 สอดคล้องกับเนื้อหาในแผนการจัดการเรียนรู้	4.33	.58	มากที่สุด
	5.3 ขั้นตอนการสอนเป็นไปตามหลักการวัดและ ประเมินผล	5.00	.00	มากที่สุด
	5.4 ความชัดเจนของกิจกรรมการเรียนรู้ที่กำหนดไว้	4.67	.58	มากที่สุด
	5.5 ขั้นตอนการจัดกิจกรรมสอดคล้องกับนิยามเชิง ปฏิบัติการ	4.33	.58	มากที่สุด
	6. สื่อที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้			
	6.1 สอดคล้องกับเนื้อหาที่สอน	5.00	.00	มากที่สุด
	6.2 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	4.67	.58	มากที่สุด
	6.3 มีความเหมาะสมกับวัยของนักเรียน	4.67	.58	มากที่สุด
	7. การวัดและประเมินผล			
	7.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	5.00	.00	มากที่สุด
	7.2 สามารถวัดและประเมินผลสิ่งที่ระบุไว้ได้	5.00	.00	มากที่สุด
	7.3 สอดคล้องกับหลักการวัดและประเมินผล	4.67	.58	มากที่สุด
	8. ระยะเวลา			
	8.1 มีความเหมาะสมกับเนื้อหา	4.67	.58	มากที่สุด
	8.2 มีความเหมาะสมกับขั้นตอนการจัดกิจกรรมการ เรียนรู้	4.33	.58	มากที่สุด
	ภาพรวมทั้งแผนการจัดการเรียนรู้	4.73	.24	มากที่สุด

แผน ที่	ประเด็นในการประเมิน	Mean	S.D.	การแปล ความหมาย
3	1. มาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด			
	1.1 สอดคล้องกับหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551	5.00	.00	มากที่สุด
	2. จุดประสงค์การเรียนรู้			
	2.1 ครอบคลุมพฤติกรรมด้านความรู้ ทักษะกระบวนการ และคุณลักษณะ	5.00	.00	มากที่สุด
	2.2 สอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด	5.00	.00	มากที่สุด
	3. สารสำคัญ			
	3.1 สอดคล้องกับหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้น พื้นฐาน 2551	5.00	.00	มากที่สุด
	3.2 สอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด	5.00	.00	มากที่สุด
	4. เนื้อหา			
	4.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	4.67	.58	มากที่สุด
	4.2 เนื้อหาถูกต้อง	4.67	.58	มากที่สุด
	5. กิจกรรมการเรียนรู้			
	5.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	4.67	.58	มากที่สุด
	5.2 สอดคล้องกับเนื้อหาในแผนการจัดการเรียนรู้	4.33	.58	มากที่สุด
	5.3 ขั้นตอนการสอนเป็นไปตามหลักการวัดและ ประเมินผล	4.67	.58	มากที่สุด
	5.4 ความชัดเจนของกิจกรรมการเรียนรู้ที่กำหนดไว้	4.33	.58	มากที่สุด
	5.5 ขั้นตอนการจัดกิจกรรมสอดคล้องกับนิยามเชิง ปฏิบัติการ	3.67	.58	มาก
	6. สื่อที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้			
	6.1 สอดคล้องกับเนื้อหาที่สอน	4.67	.58	มากที่สุด
	6.2 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	4.33	.58	มากที่สุด
	6.3 มีความเหมาะสมกับวัยของนักเรียน	4.33	.58	มากที่สุด

แผน ที่	ประเด็นในการประเมิน	Mean	S.D.	การแปล ความหมาย
3	7. การวัดและประเมินผล			
	7.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	5.00	.00	มากที่สุด
	7.2 สามารถวัดและประเมินผลสิ่งที่ระบุไว้ได้	5.00	.00	มากที่สุด
	7.3 สอดคล้องกับหลักการวัดและประเมินผล	4.33	1.16	มากที่สุด
	8. ระยะเวลา			
	8.1 มีความเหมาะสมกับเนื้อหา	4.67	.58	มากที่สุด
	8.2 มีความเหมาะสมกับขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้	4.67	.58	มากที่สุด
	ภาพรวมทั้งแผนการจัดการเรียนรู้	4.65	.22	มากที่สุด
4	1. มาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด			
	1.1 สอดคล้องกับหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551	5.00	.00	มากที่สุด
	2. จุดประสงค์การเรียนรู้			
	2.1 ครอบคลุมพฤติกรรมด้านความรู้ ทักษะกระบวนการ และคุณลักษณะ	5.00	.00	มากที่สุด
	2.2 สอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด	5.00	.00	มากที่สุด
	3. สารสำคัญ			
	3.1 สอดคล้องกับหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน 2551	5.00	.00	มากที่สุด
	3.2 สอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด	5.00	.00	มากที่สุด
	4. เนื้อหา			
	4.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	4.33	.58	มากที่สุด
	4.2 เนื้อหาถูกต้อง	4.67	.58	มากที่สุด
	5. กิจกรรมการเรียนรู้			
	5.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	4.67	.58	มากที่สุด
	5.2 สอดคล้องกับเนื้อหาในแผนการจัดการเรียนรู้	4.33	.58	มากที่สุด

ตาราง 18 (ต่อ)

แผน ที่	ประเด็นในการประเมิน	Mean	S.D.	การแปล ความหมาย
4	5. กิจกรรมการเรียนรู้			
	5.3 ขั้นตอนการสอนเป็นไปตามหลักการวัดและประเมินผล	5.00	.00	มากที่สุด
	5.4 ความชัดเจนของกิจกรรมการเรียนรู้ที่กำหนดไว้	4.67	.58	มากที่สุด
	5.5 ขั้นตอนการจัดกิจกรรมสอดคล้องกับนิยามเชิงปฏิบัติการ	3.67	.58	มาก
	6. สื่อที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้			
	6.1 สอดคล้องกับเนื้อหาที่สอน	4.67	.58	มากที่สุด
	6.2 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	4.33	.58	มากที่สุด
	6.3 มีความเหมาะสมกับวัยของนักเรียน	4.00	1.00	มาก
	7. การวัดและประเมินผล			
	7.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	5.00	.00	มากที่สุด
	7.2 สามารถวัดและประเมินผลสิ่งที่ระบุไว้ได้	5.00	.00	มากที่สุด
	7.3 สอดคล้องกับหลักการวัดและประเมินผล	4.33	.58	มากที่สุด
	8. ระยะเวลา			
	8.1 มีความเหมาะสมกับเนื้อหา	4.67	.58	มากที่สุด
	8.2 มีความเหมาะสมกับขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้	4.67	.58	มากที่สุด
	ภาพรวมทั้งแผนการจัดการเรียนรู้	4.65	.22	มากที่สุด
5	1. มาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด			
	1.1 สอดคล้องกับหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551	4.67	.58	มากที่สุด
	2. จุดประสงค์การเรียนรู้			
	2.1 ครอบคลุมพฤติกรรมด้านความรู้ ทักษะกระบวนการ และคุณลักษณะ	4.67	.58	มากที่สุด
	2.2 สอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด	4.67	.58	มากที่สุด

ตาราง 18 (ต่อ)

แผน ที่	ประเด็นในการประเมิน	Mean	S.D.	การแปล ความหมาย
5	3. สาระสำคัญ			
	3.1 สอดคล้องกับหลักสูตรแกนกลางการศึกษา	4.67	.58	มากที่สุด
	3.2 สอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด	4.67	.58	มากที่สุด
	4. เนื้อหา			
	4.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	4.33	.58	มากที่สุด
	4.2 เนื้อหาถูกต้อง	4.67	.58	มากที่สุด
	5. กิจกรรมการเรียนรู้			
	5.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	4.00	1.00	มาก
	5.2 สอดคล้องกับเนื้อหาในแผนการจัดการเรียนรู้	4.67	.58	มากที่สุด
	5.3 ขั้นตอนการสอนเป็นไปตามหลักการวัดและ ประเมินผล	4.33	.58	มากที่สุด
	5.4 ความชัดเจนของกิจกรรมการเรียนรู้ที่กำหนดไว้	4.00	1.00	มาก
	5.5 ขั้นตอนการจัดกิจกรรมสอดคล้องกับนิยามเชิง ปฏิบัติการ	3.33	.58	ปานกลาง
	6. สื่อที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้			
	6.1 สอดคล้องกับเนื้อหาที่สอน	4.33	.58	มากที่สุด
	6.2 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	4.33	.58	มากที่สุด
	6.3 มีความเหมาะสมกับวัยของนักเรียน	4.33	.58	มากที่สุด
	7. การวัดและประเมินผล			
	7.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	5.00	.00	มากที่สุด
	7.2 สามารถวัดและประเมินผลสิ่งที่ระบุไว้ได้	5.00	.00	มากที่สุด
	7.3 สอดคล้องกับหลักการวัดและประเมินผล	4.67	.58	มากที่สุด
	8. ระยะเวลา			
	8.1 มีความเหมาะสมกับเนื้อหา	4.67	.58	มากที่สุด
	8.2 มีความเหมาะสมกับขั้นตอนการจัดกิจกรรม	4.33	.58	มากที่สุด
	ภาพรวมทั้งแผนการจัดการเรียนรู้	4.47	.45	มากที่สุด

แผน ที่	ประเด็นในการประเมิน	Mean	S.D.	การแปล ความหมาย
6	1. มาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด			
	1.1 สอดคล้องกับหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551	5.00	.00	มากที่สุด
	2. จุดประสงค์การเรียนรู้			
	2.1 ครอบคลุมพฤติกรรมด้านความรู้ ทักษะกระบวนการ และคุณลักษณะ	4.67	.58	มากที่สุด
	2.2 สอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด	4.33	.58	มากที่สุด
	3. สาระสำคัญ			
	3.1 สอดคล้องกับหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้น พื้นฐาน 2551	4.67	.58	มากที่สุด
	3.2 สอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด	4.67	.58	มากที่สุด
	4. เนื้อหา			
	4.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	4.33	.58	มากที่สุด
	4.2 เนื้อหาถูกต้อง	4.00	1.00	มาก
	5. กิจกรรมการเรียนรู้			
	5.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	4.67	.58	มากที่สุด
	5.2 สอดคล้องกับเนื้อหาในแผนการจัดการเรียนรู้	4.00	.00	มาก
	5.3 ขั้นตอนการสอนเป็นไปตามหลักการวัดและ ประเมินผล	4.33	.58	มากที่สุด
	5.4 ความชัดเจนของกิจกรรมการเรียนรู้ที่กำหนดไว้	4.33	.58	มากที่สุด
	5.5 ขั้นตอนการจัดกิจกรรมสอดคล้องกับนิยามเชิง ปฏิบัติการ	3.33	.58	ปานกลาง
	6. สื่อที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้			
	6.1 สอดคล้องกับเนื้อหาที่สอน	4.00	.00	มาก
	6.2 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	4.33	.58	มากที่สุด
	6.3 มีความเหมาะสมกับวัยของนักเรียน	4.33	.58	มากที่สุด

แผน ที่	ประเด็นในการประเมิน	Mean	S.D.	การแปล ความหมาย
6	7. การวัดและประเมินผล			
	7.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	4.67	.58	มากที่สุด
	7.2 สามารถวัดและประเมินผลสิ่งที่ระบุไว้ได้	5.00	.00	มากที่สุด
	7.3 สอดคล้องกับหลักการวัดและประเมินผล	4.67	.58	มากที่สุด
	8. ระยะเวลา			
	8.1 มีความเหมาะสมกับเนื้อหา	4.67	.58	มากที่สุด
	8.2 มีความเหมาะสมกับขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้	3.67	.58	มาก
	ภาพรวมทั้งแผนการจัดการเรียนรู้	4.38	.14	มากที่สุด
7	1. มาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด			
	1.1 สอดคล้องกับหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551	4.67	.58	มากที่สุด
	2. จุดประสงค์การเรียนรู้			
	2.1 ครอบคลุมพฤติกรรมด้านความรู้ ทักษะ กระบวนการและคุณลักษณะ	4.33	.58	มากที่สุด
	2.2 สอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด	4.33	.58	มากที่สุด
	3. สารสำคัญ			
	3.1 สอดคล้องกับหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน 2551	4.00	1.00	มาก
	3.2 สอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด	4.67	.58	มากที่สุด
	4. เนื้อหา			
	4.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	4.33	.58	มากที่สุด
	4.2 เนื้อหาถูกต้อง	4.00	1.00	มากที่สุด
	5. กิจกรรมการเรียนรู้			
	5.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	4.00	1.00	มากที่สุด
	5.2 สอดคล้องกับเนื้อหาในแผนการจัดการเรียนรู้	4.33	.58	มากที่สุด

ตาราง 18 (ต่อ)

แผน ที่	ประเด็นในการประเมิน	Mean	S.D.	การแปล ความหมาย
7	5.3 ขั้นตอนการสอนเป็นไปตามหลักการวัดและ ประเมินผล	4.33	.58	มากที่สุด
	5.4 ความชัดเจนของกิจกรรมการเรียนรู้ที่กำหนดไว้	4.33	.58	มากที่สุด
	5.5 ขั้นตอนการจัดกิจกรรมสอดคล้องกับนิยามเชิง ปฏิบัติการ	3.67	1.16	มาก
6. สื่อที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้				
	6.1 สอดคล้องกับเนื้อหาที่สอน	3.67	.58	มาก
	6.2 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	4.33	.58	มากที่สุด
	6.3 มีความเหมาะสมกับวัยของนักเรียน	4.00	.00	มาก
7. การวัดและประเมินผล				
	7.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	4.67	.58	มากที่สุด
	7.2 สามารถวัดและประเมินผลสิ่งที่ระบุไว้ได้	4.67	.58	มากที่สุด
	7.3 สอดคล้องกับหลักการวัดและประเมินผล	4.67	.58	มากที่สุด
8. ระยะเวลา				
	8.1 มีความเหมาะสมกับเนื้อหา	4.33	.58	มากที่สุด
	8.2 มีความเหมาะสมกับขั้นตอนการจัดกิจกรรมการ เรียนรู้	4.33	.58	มากที่สุด
	ภาพรวมทั้งแผนการจัดการเรียนรู้	4.28	.48	มากที่สุด

ตาราง 19 ผลการประเมินค่าดัชนีสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์การเรียนรู้ ของแบบวัด
ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

ข้อ	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ			ค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่าง ข้อสอบกับจุดประสงค์	ผลการพิจารณา
	ท่านที่ 1	ท่านที่ 2	ท่านที่ 3		
1	1	1	1	1.00	ใช้ได้
2	1	1	1	1.00	ใช้ได้
3	1	1	1	1.00	ใช้ได้
4	1	1	0	0.67	ใช้ได้
5	0	1	1	0.67	ใช้ได้
6	1	1	0	0.67	ใช้ได้
7	1	1	1	1.00	ใช้ได้
8	1	1	1	1.00	ใช้ได้
9	1	1	1	1.00	ใช้ได้
10	1	1	1	1.00	ใช้ได้
11	1	1	1	1.00	ใช้ได้
12	1	1	1	1.00	ใช้ได้
13	1	1	1	1.00	ใช้ได้
14	1	1	1	1.00	ใช้ได้
15	1	1	1	1.00	ใช้ได้
16	1	1	1	1.00	ใช้ได้
17	1	1	1	1.00	ใช้ได้
18	1	1	1	1.00	ใช้ได้
19	1	1	1	1.00	ใช้ได้
20	1	1	0	0.67	ใช้ได้

คัดเลือกแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ข้อที่มีค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์ ตั้งแต่ 0.67 ขึ้นไป ซึ่งทุกข้อสามารถนำไปใช้

ตาราง 20 ผลการประเมินค่าความยากง่าย ค่าอำนาจจำแนก และค่าความเชื่อมั่นของแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

ข้อที่	ค่าความยากง่าย (p)	ค่าอำนาจการจำแนก(r)
1	0.83	0.19
2	0.90	0.11
3	0.93	0.10
4	0.66	0.36
5	0.73	0.26
6	0.59	0.26
7	0.70	0.20
8	0.52	0.22
9	0.67	0.18
10	0.56	0.27
11	0.70	0.34
12	0.51	0.26
13	0.57	0.33
14	0.42	0.27
15	0.57	0.26
16	0.36	0.26
17	0.55	0.15
18	0.50	0.21
19	0.49	0.31
20	0.55	0.21

จากตารางผลการวิเคราะห์ค่าความยากและอำนาจการจำแนกของแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ 20 ข้อ ผู้วิจัยเลือกข้อคำถามที่เหมาะสม สำหรับนำไป try out จำนวน 10 ข้อ ดังนี้ ข้อ 5 , ข้อ 6 , ข้อ 8 , ข้อ 10 , ข้อ 12 , ข้อ 14 , ข้อ 16 , ข้อ 18 , ข้อ 19 และ ข้อ 20 จากนั้นผู้วิจัยนำไปทดสอบค่าความเชื่อมั่น Cronbach's Alpha ทั้งฉบับได้เท่ากับ .85

ตาราง 21 ผลการประเมินค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับนิยามของแบบวัดความยึดมั่น
ผูกพันในการเรียนของนักเรียน

ข้อคำถาม	ผลการพิจารณาของ ผู้เชี่ยวชาญ			ดัชนีความสอดคล้อง (IOC)	ผลการ พิจารณา
	ท่านที่ 1	ท่านที่ 2	ท่านที่ 3		
ความยึดมั่นผูกพันเชิงพฤติกรรม					
1	+1	+1	+1	1	ใช้ได้
2	+1	+1	+1	1	ใช้ได้
3	+1	+1	+1	1	ใช้ได้
4	+1	+1	+1	1	ใช้ได้
5	+1	+1	+1	1	ใช้ได้
6	+1	+1	+1	1	ใช้ได้
7	0	+1	+1	0.67	ใช้ได้
8	+1	+1	+1	1	ใช้ได้
9	+1	+1	0	0.67	ใช้ได้
10	+1	+1	+1	1	ใช้ได้
11	0	+1	+1	0.67	ใช้ได้
12	+1	+1	+1	1	ใช้ได้
13	+1	+1	+1	1	ใช้ได้
14	+1	+1	+1	1	ใช้ได้
15	+1	+1	+1	1	ใช้ได้
16	+1	+1	+1	1	ใช้ได้
17	+1	+1	+1	1	ใช้ได้
ความยึดมั่นผูกพันเชิงอารมณ์					
18	+1	+1	+1	1	ใช้ได้
19	+1	+1	+1	1	ใช้ได้
20	+1	+1	+1	1	ใช้ได้
21	+1	+1	+1	1	ใช้ได้
22	+1	+1	+1	1	ใช้ได้

ตาราง 21 (ต่อ)

ข้อคำถาม	ผลการพิจารณาของ ผู้เชี่ยวชาญ			ดัชนีความสอดคล้อง (IOC)	ผลการ พิจารณา
	ท่านที่ 1	ท่านที่ 2	ท่านที่ 3		
23	+1	+1	0	0.67	ใช้ได้
24	+1	+1	+1	1	ใช้ได้
25	+1	+1	+1	1	ใช้ได้
26	+1	+1	+1	1	ใช้ได้
27	+1	+1	+1	1	ใช้ได้
28	+1	+1	+1	1	ใช้ได้
29	+1	+1	+1	1	ใช้ได้
30	+1	+1	+1	1	ใช้ได้
31	+1	+1	+1	1	ใช้ได้
ความยึดมั่นผูกพันเชิงปัญญา					
32	0	+1	+1	0.67	ใช้ได้
33	+1	+1	+1	1	ใช้ได้
34	+1	+1	+1	1	ใช้ได้
35	+1	+1	+1	1	ใช้ได้
36	+1	+1	+1	1	ใช้ได้
37	+1	+1	+1	1	ใช้ได้
38	+1	+1	+1	1	ใช้ได้
39	+1	+1	+1	1	ใช้ได้
40	+1	+1	+1	1	ใช้ได้
41	+1	+1	+1	1	ใช้ได้
42	+1	+1	+1	1	ใช้ได้
43	+1	+1	+1	1	ใช้ได้

คัดเลือกแบบวัดความยึดมั่นผูกพันในการเรียนของนักเรียน ข้อที่มีค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับนิยาม ตั้งแต่ 0.5 ขึ้นไป ผลปรากฏว่าสามารถนำไปใช้ได้ทุกข้อ

ตาราง 22 ผลการประเมินค่าความเชื่อมั่นของแบบวัดความยึดมั่นผูกพันในการเรียนของนักเรียน

ข้อที่	ข้อคำถาม	Cronbach's Alpha if Item Deleted
ความยึดมั่นผูกพันเชิงพฤติกรรม		
1	ฉันทำการบ้านวิชาคณิตศาสตร์เสร็จตามกำหนดเวลา	.87
2	ฉันทบทวนบทเรียนวิชาคณิตศาสตร์อย่างสม่ำเสมอ	.87
3	ฉันกล้าแสดงความคิดเห็นกับเพื่อนและครู	.87
4	ฉันปฏิบัติตามกฎของการเรียนวิชาคณิตศาสตร์	.87
5	ฉันพร้อมที่จะเป็นอาสาสมัครเมื่อครูเปิดโอกาส	.86
6	ฉันไม่เล่นโทรศัพท์มือถือ ทำการบ้านวิชาอื่น กิจกรรมอื่น ขณะเรียนคณิตศาสตร์	.87
7	ฉันมีความสุขเมื่อได้เรียนวิชาคณิตศาสตร์	.87
ความยึดมั่นผูกพันเชิงอารมณ์		
8	ฉันรู้สึกว่าคุณสนใจนักเรียนทุกคนในห้อง คุณเล่นกับนักเรียนอย่างทั่วถึง	.88
9	ฉันไม่รู้สึกลัวที่จะถามหรือแสดงความคิดเห็น	.88
10	ฉันรู้สึกว่าคุณมีคุณค่าเมื่ออยู่ในคาบเรียนวิชาคณิตศาสตร์	.87
11	เมื่อเรียนคณิตศาสตร์ฉันรู้สึกว่าคุณผ่านไปอย่างรวดเร็ว	.87
12	ฉันรู้สึกว่าการเรียนคณิตศาสตร์เป็นประโยชน์ต่อตัวเองในอนาคต	.87
13	ฉันไม่รู้สึกกังวลว่าจะตอบคำถามหรือแก้โจทย์ปัญหาในเนื้อหาที่เรียนไม่ได้	.87
ความยึดมั่นผูกพันเชิงปัญญา		
14	ฉันมุ่งมั่นตั้งใจที่จะเรียนรู้สิ่งที่เรียนในชั้นเรียนให้เข้าใจอย่างแตกฉาน	.87

ตาราง 22 (ต่อ)

ข้อที่	ข้อคำถาม	Cronbach's Alpha if Item Deleted
15	แม้รู้สึกเหนื่อยหรือวุ่นนอนแต่ฉันพยายามตั้งใจเรียนให้ดีที่สุด	.87
16	เมื่อฉันเรียนไม่เข้าใจฉันมักจะถามเพื่อน/ครู และพยายามหาคำตอบให้ได้	.88
17	ถ้าฉันแก้โจทย์ปัญหาไม่ได้ในครั้งแรก ฉันจะพยายามในครั้งถัดไป	.87
18	ฉันพยายามทำการบ้านอย่างรอบคอบให้ถูกต้องมากกว่าการที่จะทำให้เสร็จเพียงอย่างเดียว	.87
19	ฉันทุ่มเทกับการเรียนวิชาคณิตศาสตร์	.87
20	ฉันตั้งใจเรียนวิชาคณิตศาสตร์เพื่อให้ได้ผลการเรียนที่ดีที่สุด	.86
ค่าความเชื่อมั่น Cronbach's Alpha ทั้งฉบับ เท่ากับ 0.88		

ภาคผนวก ง

ผลการเก็บข้อมูล

1. คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง สถิติ ของนักเรียนสายการเรียนศิลป์ภาษา ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยการสอนแนะให้รู้คิดร่วมกับการให้ข้อมูลย้อนกลับเพื่อส่งเสริมการเรียนรู้
2. คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง สถิติ ของนักเรียนสายการเรียนศิลป์ภาษา ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ
3. ร้อยละของความเชื่อมั่นผู้พนักในการเรียนของนักเรียน ก่อนและหลังเรียนของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยการสอนแนะให้รู้คิดร่วมกับการให้ข้อมูลย้อนกลับเพื่อส่งเสริมการเรียนรู้ และนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ

ตาราง 23 คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง สถิติ ของนักเรียนสายการเรียนศิลปภาษา ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยการสอนแนะให้รู้คิดร่วมกับการให้ข้อมูลย้อนกลับเพื่อส่งเสริมการเรียนรู้ (คะแนนเต็ม 25 คะแนน)

เลขที่	ก่อนเรียน	หลังเรียน	เลขที่	ก่อนเรียน	หลังเรียน
1	5	21	22	4	12
2	4	18	23	3	19
3	6	19	24	2	16
4	8	21	25	4	21
5	4	20	26	0	10
6	6	20	27	4	16
7	5	16	28	2	15
8	4	19	29	3	14
9	2	21	30	2	20
10	5	21	31	2	5
11	5	21	32	4	22
12	4	15	33	4	15
13	4	21	34	4	21
14	3	16	35	6	22
15	3	22	36	4	20
16	0	0	37	4	9
17	3	20	38	3	23
18	3	19	39	5	23
19	4	21	40	2	23
20	4	14	41	2	21
21	5	17			

ตาราง 24 คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง สถิติ ของนักเรียนสายการเรียนศิลปภาษา ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ

เลขที่	ก่อนเรียน	หลังเรียน	เลขที่	ก่อนเรียน	หลังเรียน
1	4	18	22	4	16
2	3	12	23	3	16
3	4	18	24	2	12
4	4	13	25	4	21
5	3	21	26	0	16
6	3	15	27	4	7
7	5	22	28	2	15
8	3	20	29	3	15
9	2	19	30	2	15
10	5	19	31	2	16
11	4	17	32	4	6
12	4	16	33	4	17
13	4	14	34	4	17
14	3	15	35	4	9
15	2	13	36	2	14
16	2	14	37	4	19
17	3	18	38	3	18
18	3	19	39	4	13
19	4	21	40	2	8
20	4	19	41	2	14
21	5	6	42	4	18

ตาราง 25 ค่าเฉลี่ยของความยึดมั่นผูกพันในการเรียนของนักเรียน ก่อนและหลังเรียน ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยการสอนแนะให้รู้คิดร่วมกับการให้ข้อมูลย้อนกลับเพื่อส่งเสริมการเรียนรู้ (กลุ่มทดลอง) และนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ (กลุ่มควบคุม)

ข้อคำถาม	ค่าเฉลี่ยของความยึดมั่นผูกพันในการเรียน ของนักเรียน			
	กลุ่มทดลอง		กลุ่มควบคุม	
	ก่อนเรียน	หลังเรียน	ก่อนเรียน	หลังเรียน
ความยึดมั่นผูกพันเชิงพฤติกรรม				
1. ฉันทำการบ้านวิชาคณิตศาสตร์เสร็จตามกำหนดเวลา	3.39	4.44	3.26	4.48
2. ฉันทบทวนบทเรียนวิชาคณิตศาสตร์อย่างสม่ำเสมอ	2.51	3.29	2.52	3.50
3. ฉันกล้าแสดงความคิดเห็นกับเพื่อนและครู	2.66	3.76	2.69	3.64
4. ฉันปฏิบัติตามกฎกติกาของการเรียนวิชาคณิตศาสตร์	3.80	4.63	3.79	4.40
5. ฉันพร้อมที่จะเป็นอาสาสมัครเมื่อครูเปิดโอกาส	2.27	3.78	2.31	4.12
6. ฉันไม่เล่นโทรศัพท์มือถือ ทำงานวิชาอื่น กิจกรรมอื่น ขณะเรียนคณิตศาสตร์	3.20	4.46	3.19	4.17
ความยึดมั่นผูกพันเชิงอารมณ์				
7. ฉันมีความสุขเมื่อได้เรียนวิชาคณิตศาสตร์	2.37	3.78	2.33	3.88
8. ฉันรู้สึกว่าคุณสนใจนักเรียนทุกคนในห้อง ดูแลนักเรียนอย่างทั่วถึง	3.24	4.90	3.24	4.67
9. ฉันไม่รู้สีกกลัวที่จะถามหรือแสดงความคิดเห็น	2.73	4.29	2.76	3.86
10. ฉันรู้สึกว่าคุณมีคุณค่าเมื่ออยู่ในคาบเรียนวิชาคณิตศาสตร์	2.39	3.90	2.36	3.88
11. เมื่อเรียนคณิตศาสตร์ฉันรู้สึกว่าเวลาผ่านไปอย่างรวดเร็ว	2.39	3.49	2.17	3.69

ตาราง 25 (ต่อ)

ข้อคำถาม	ร้อยละของความเชื่อมั่นผูกพันในการเรียน ของนักเรียน			
	กลุ่มทดลอง		กลุ่มควบคุม	
	ก่อนเรียน	หลังเรียน	ก่อนเรียน	หลังเรียน
12. ฉันรู้สึกว่าการเรียนคณิตศาสตร์เป็น ประโยชน์ต่อตัวเองในอนาคต	3.71	3.88	3.69	4.21
13. ฉันไม่รู้สีกังวลว่าจะตอบคำถามหรือแก้ โจทย์ปัญหาในเนื้อหาที่เรียนไม่ได้	2.34	3.51	2.36	3.60
ความเชื่อมั่นผูกพันเชิงปัญญา				
14. ฉันมุ่งมั่นตั้งใจที่จะเรียนรู้สิ่งที่เรียนในชั้น เรียนให้เข้าใจอย่างแตกฉาน	3.05	4.27	3.17	4.17
15. แม้รู้สึกเหนื่อยหรือง่วงนอนแต่ฉันพยายาม ตั้งใจเรียนให้ดีที่สุด	3.27	4.27	3.19	4.12
16. เมื่อฉันเรียนไม่เข้าใจฉันมักจะถามเพื่อน/ ครู และพยายามหาคำตอบให้ได้	3.22	4.54	3.26	4.24
17. ถ้าฉันแก้โจทย์ปัญหาไม่ได้ในครั้งแรก ฉัน จะพยายามในครั้งถัดไป	3.15	4.29	3.14	4.12
18. ฉันพยายามทำการบ้านอย่างรอบคอบให้ ถูกต้องมากกว่าการที่จะทำให้เสร็จเพียงอย่าง เดียว	3.00	4.02	2.98	3.90
19. ฉันทุ่มเทกับการเรียนวิชาคณิตศาสตร์	2.85	3.71	2.88	4.02
20. ฉันตั้งใจเรียนวิชาคณิตศาสตร์เพื่อให้ได้ผล การเรียนที่ดีที่สุด	3.54	4.51	3.57	4.33

ภาคผนวก จ
ตัวอย่างแบบบันทึกการให้ข้อมูลย้อนกลับรายบุคคล

