

การพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวคิดการสร้างความรู้
เพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

สุชีรา ศุภพิมลวรรณ

คุณฉันทิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรการศึกษาคุณวุฒิปันชาติ

สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน

คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา

มิถุนายน 2563

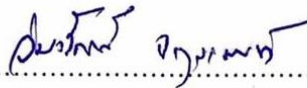
ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยบูรพา

คณะกรรมการควบคุมคุษฎีนิพนธ์และคณะกรรมการสอบคุษฎีนิพนธ์ ได้พิจารณา
คุษฎีนิพนธ์ของ สุชีรา ศุภพิมลวรรณ ฉบับนี้แล้ว เห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรการศึกษาคุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน ของมหาวิทยาลัยบูรพาได้

คณะกรรมการควบคุมคุษฎีนิพนธ์



.....อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก
(ดร.อาพันธ์ชนิด เจนจิต)



.....อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วิมลรัตน์ จตุรานนท์)

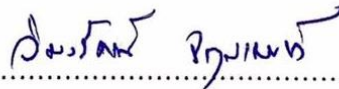
คณะกรรมการสอบคุษฎีนิพนธ์



.....ประธาน
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.รุ่ง เจนจิต)



.....กรรมการ
(ดร.อาพันธ์ชนิด เจนจิต)



.....กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วิมลรัตน์ จตุรานนท์)



.....กรรมการ
(ดร.เสกสรรค์ ทองคำบรรจง)

คณะศึกษาศาสตร์อนุมัติให้รับคุษฎีนิพนธ์ฉบับนี้ เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรการศึกษาคุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน ของมหาวิทยาลัยบูรพา



.....คณบดีคณะศึกษาศาสตร์
(รองศาสตราจารย์ ดร.สญา ชีระวิชิตระกุล)

วันที่... 2 ...เดือน มิถุนายน ...พ.ศ. 2563

งานวิจัยนี้ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยแก่ผู้ประกอบวิชาชีพทางการศึกษา
ระดับบัณฑิตศึกษา คุณฉวีนิพนธ์ จากมูลนิธิทวี บุญยเกตุ
ประจำปีการศึกษา 2561

กิตติกรรมประกาศ

คุษฎีนิพนธ์ฉบับนี้ สำเร็จลงได้ด้วยความกรุณา และความช่วยเหลือเป็นอย่างดีจาก ดร.อาพันธ์ชนิต เจนจิต ประธานกรรมการที่ปรึกษาคุษฎีนิพนธ์ และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วิมลรัตน์ จตุรานนท์ กรรมการที่ปรึกษาคุษฎีนิพนธ์ ที่กรุณาให้คำปรึกษาแนะนำแนวทาง ที่ถูกต้องด้วยความเมตตา ยิ่ง ทำให้ผู้วิจัยได้แนวทางในการศึกษาค้นคว้าและประสบการณ์ต่าง ๆ อย่างกว้างขวาง ตลอดจนตรวจแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ ด้วยความละเอียดถี่ถ้วน และดูแลเอาใจใส่ ด้วยดีเสมอมา รวมทั้งคณะกรรมการสอบคุษฎีนิพนธ์ ประกอบด้วย ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.รุ่ง เจนจิต และดร.เสกสรรค์ ทองคำบรรจง ที่กรุณาให้ข้อเสนอแนะในการปรับปรุงแก้ไขจนทำให้ คุษฎีนิพนธ์ฉบับนี้มีความถูกต้องและสมบูรณ์ยิ่งขึ้น ผู้วิจัยจึงขอกราบขอบพระคุณทุกท่านเป็น อย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้

ขอขอบพระคุณ ดร.คงรัฐ นวลแบ่ง ดร.พาวา พงษ์พันธ์ุ ดร.วีรพงษ์ วงศ์พิณีจ นางทองบิน จรุงวงศ์เสถียร และนางสาวจันทนา อัครเสถียร ผู้ทรงคุณวุฒิที่ให้ข้อเสนอแนะที่เป็น ประโยชน์สำหรับงานวิจัยและให้ความอนุเคราะห์ในการตรวจแก้ไขข้อบกพร่องของเครื่องมือ และ รูปแบบการเรียนการสอนที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ด้วยความละเอียดถี่ถ้วน

เนื่องจากงานวิจัยครั้งนี้ส่วนหนึ่งได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยแก่ผู้ประกอบวิชาชีพทาง การศึกษาระดับบัณฑิตศึกษา คุษฎีนิพนธ์ จากมูลนิธิทิว บุษยเกตุ จึงขอขอบพระคุณ ณ ที่นี้ด้วย คุษฎีนิพนธ์ฉบับนี้จะสำเร็จลงไม่ได้ ถ้าขาดกำลังใจและความช่วยเหลือจากครอบครัว “ศุภพิมลวรรณ” ประกอบด้วย นางสาวระวีวรรณ ศิริพัทธ์ มารดาที่คอยเป็นกำลังใจและช่วยเหลือ ทุกอย่าง และพี่น้องทุกคนที่คอยให้กำลังใจด้วยดีเสมอมา ขอขอบคุณเพื่อนร่วมรุ่นนิติศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการสอนที่ให้ความอบอุ่นและกำลังใจมาตลอด รวมทั้งขอบคุณบุคคลอื่น ๆ ที่มีได้เอ่ยนามไว้ ณ ที่นี้ ที่ให้การสนับสนุนช่วยเหลือและเอื้อเฟื้อผู้วิจัยในการทำคุษฎีนิพนธ์ฉบับนี้ จนสำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

คุณค่าและประโยชน์ของคุษฎีนิพนธ์ฉบับนี้ ขอมอบเป็นกตัญญูกตเวทิตาแด่บุพการี บุรพจารย์และผู้มีพระคุณทุกท่านที่กรุณาอบรมสั่งสอนให้ความรู้และสิ่งดีงามแก่ผู้วิจัย

สุชีรา ศุภพิมลวรรณ

57810129: สาขาวิชา: หลักสูตรและการสอน; กศ.ด. (หลักสูตรและการสอน)

คำสำคัญ: รูปแบบการจัดการเรียนรู้/แนวคิดการสร้างความรู้/ความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์

สุชีรา ศุภพิมลวรรณ: การพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวคิดการสร้างความรู้เพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 (DEVELOPMENT OF MATHEMATICS INSTRUCTIONAL MODEL BASE ON CONSTRUCTIVISM FOR DEVELOPING CREATIVE PROBLEM SOLVING ABILITY OF EIGHTH GRADE STUDENTS) คณะกรรมการควบคุมคดียุติโทษ: อพันชนันต์ เจนจิต, กศ.ด., วิมลรัตน์ จตุรานนท์, ก.ด. 325 หน้า ปี พ.ศ. 2563.

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) พัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวคิดการสร้างความรู้เพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 และ 2) ศึกษาผลการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวคิดการสร้างความรู้เพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 การวิจัยนี้เป็นการวิจัยและพัฒนา โดยมีวิธีการดำเนินการวิจัยแบ่งเป็น 4 ขั้นตอน คือ ขั้นตอนที่ 1 การศึกษาข้อมูลเบื้องต้นเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้ ขั้นตอนที่ 2 การพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ ขั้นตอนที่ 3 การทดลองใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ ขั้นตอนที่ 4 การประเมินผลและปรับปรุง โดยกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ทดลองคือ นักเรียนที่กำลังศึกษาอยู่ในชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2561 โรงเรียนระยองวิทยาคม จำนวน 50 คน ซึ่งได้มาโดยการสุ่มแบบเจาะจง เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง คือ แผนการจัดการเรียนรู้ แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ เรื่องการประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่องการประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าคลาดเคลื่อนไปจากคะแนนจริงของนักเรียน ขนาดของผล และสถิติทดสอบ t - test

ผลการวิจัยสรุปได้ดังนี้

1. รูปแบบการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวคิดการสร้างความรู้เพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 มีองค์ประกอบ 4 องค์ประกอบคือ หลักการ จุดมุ่งหมาย ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้และการวัดและประเมินผล ซึ่งผลการประเมินคุณภาพรูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยผู้เชี่ยวชาญ พบว่า รูปแบบการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสมในระดับมาก

2. ผลของการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวคิดการสร้างความรู้เพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 พบว่า นักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 นักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ หลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 80 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และนักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ หลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 80 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

57810129: MAJOR: CURRICULUM AND INSTRUCTION; Ed.D. (CURRICULUM AND INSTRUCTION)

KEYWORDS: INSTRUCTION MODEL/ CONSTRUCTIVISM/ CREATIVE PROBLEM SOLVING ABILITY

SUCHERA SUPAPIMONWAN: DEVELOPMENT OF MATHEMATICS INSTRUCTIONAL MODEL BASE ON CONSTRUCTIVISM FOR DEVELOPING CREATIVE PROBLEM SOLVING ABILITY OF EIGHTH GRADE STUDENTS. ADVISORY COMMITTEE: APUNCHANIT JENJIT, Ed.D., WIMONRAT CHATURANON, Ph.D. 325 P. 2020.

The purposes of this study were; 1) to develop mathematics instructional model based on constructivism for developing creative problem solving ability of eighth grade students, and 2) to study the effects of the mathematics instructional model based on constructivism for developing creative problem solving ability of eighth grade students. This research was R&D, the research procedure was divided into four steps. The first step was studying basic information for developing instructional model, the second step, developing the instructional model, the third step, conducting a pilot study, the fourth step, evaluating the instructional model. The sample consisted of 50 eighth grade students at Rayongwittayakom School, who studied in the second semester of the 2018 academic year, selected by using purposive sampling. The research instruments consisted of instructional plans on the topic of application of linear equations with one variable, creative problem solving abilities test and an achievement test on the topic of application of linear equations with one variable. The data were analyzed by using mean, standard deviation, effect size, standard error of measurement and t - test.

The research findings were as follows:

1. The mathematics instructional model based on constructivism for developing creative problem solving ability of eighth grade students consisted of four components: principles, objectives, the instructional process, and measurement and evaluations. The quality of the instructional model evaluated by the experts were appropriate in terms of quality at a high level.

2. The results of the mathematics instructional model based on constructivism for developing creative problem solving ability of eighth grade student after the implementation, it was showed that the students got higher scores on creative problem solving after studying with the lesson at .05 level, and gained creative problem solving ability higher than the 80% criterion after studying the lesson at .05 level. Their mathematics learning achievement after learning was higher than before learning at .05 level. Their mathematics learning achievement were higher than the set 80% criterion after learning with the developed model with statistical significance at .05 level.

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	จ
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	ฉ
สารบัญ.....	ช
สารบัญตาราง.....	ฌ
สารบัญภาพ.....	ฎ
บทที่	
1 บทนำ.....	1
ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....	6
สมมติฐานของการวิจัย.....	7
กรอบแนวคิดในการวิจัย.....	7
ประโยชน์ที่ได้รับจากการวิจัย.....	8
ขอบเขตของการวิจัย.....	9
นิยามศัพท์เฉพาะ.....	10
2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	14
หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระ การเรียนรู้คณิตศาสตร์.....	15
การวิจัยและพัฒนาทางการศึกษา.....	24
การพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้.....	33
แนวคิด ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์.....	44
แนวคิดตามทฤษฎีการสร้างความรู้.....	102
การวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์.....	127
ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน.....	130
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	132
3 วิธีดำเนินการวิจัย.....	140
ขั้นตอนที่ 1 การศึกษาข้อมูลเบื้องต้น.....	142
ขั้นตอนที่ 2 การพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้.....	149

สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
ขั้นตอนที่ 3 การทดลองใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้.....	169
ขั้นตอนที่ 4 การประเมินผลและปรับปรุงรูปแบบการจัดการเรียนรู้.....	176
4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	178
ตอนที่ 1 ผลการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวคิด การสร้างความรู้เพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2.....	179
ตอนที่ 2 ผลการประเมินประสิทธิผลของรูปแบบการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตาม แนวคิดการสร้างความรู้เพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ของ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2.....	182
5 สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ.....	194
สรุปผลการวิจัย.....	194
อภิปรายผล.....	195
ข้อเสนอแนะ.....	200
บรรณานุกรม.....	202
ภาคผนวก.....	211
ภาคผนวก ก.....	212
ภาคผนวก ข.....	214
ภาคผนวก ค.....	222
ภาคผนวก ง.....	230
ภาคผนวก จ.....	284
ภาคผนวก ฉ.....	309
ประวัติย่อของผู้วิจัย.....	325

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2-1 โครงสร้างรายวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 2.....	20
2-2 การสังเคราะห์ขั้นตอนกระบวนการวิจัยและพัฒนาที่ใช้ในงานวิจัย.....	31
2-3 การสังเคราะห์ขั้นตอนการแก้ปัญหาจากแนวคิดของนักการศึกษา.....	60
2-4 เกณฑ์การประเมินผลแบบเกณฑ์รวมของการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์.....	66
2-5 เกณฑ์การประเมินผลแบบเกณฑ์ย่อยของการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์.....	67
2-6 สังเคราะห์ขั้นตอนการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์จากแนวคิดนักการศึกษา.....	82
2-7 เกณฑ์การประเมินคุณภาพ (Rubric) ในด้านความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6.....	89
2-8 การสังเคราะห์ขั้นตอนการแก้ปัญหอย่างสร้างสรรค์ตามแนวคิดของผู้วิจัย.....	97
2-9 การวิเคราะห์หลักการนำทฤษฎีการสร้างความรู้ไปใช้ในการจัดการเรียนรู้.....	116
2-10 สังเคราะห์ขั้นตอนกระบวนการเรียนรู้ตามแนวคิดการสร้างความรู้.....	120
2-11 เกณฑ์การประเมินผลการแก้ปัญหอย่างสร้างสรรค์.....	128
3-1 สารสำคัญของจัดการเรียนรู้ตามทฤษฎีการสร้างความรู้.....	144
3-2 สารสำคัญของจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการแก้ปัญหอย่างสร้างสรรค์ ทางคณิตศาสตร์.....	148
3-3 การกำหนดหัวข้อแผนการจัดการเรียนรู้และจำนวนคาบที่ใช้.....	159
3-4 เกณฑ์การตรวจให้คะแนนพฤติกรรมกรรมการแก้ปัญหอย่างสร้างสรรค์.....	163
3-5 วิเคราะห์เนื้อหา จุดประสงค์การเรียนรู้ กับความสอดคล้องของจำนวนคาบ จำนวนข้อสอบในแบบทดสอบ.....	165
4-1 ผลคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหอย่างสร้างสรรค์ ก่อนและหลังเรียน ของกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 50 คน.....	183
4-2 ผลการเปรียบเทียบคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหอย่างสร้างสรรค์ของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ก่อนเรียนและหลังเรียน.....	184
4-3 การเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหอย่างสร้างสรรค์ของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หลังเรียนกับเกณฑ์ (ร้อยละ 80).....	187
4-4 ผลการเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหอย่างสร้างสรรค์ ก่อนเรียน และหลังเรียนจำแนกตามขั้นตอนการแก้ปัญหอย่างสร้างสรรค์.....	188

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้า
4-5 ผลคะแนนผลสัมฤทธิ์การเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ก่อนและหลังเรียนของกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 50 คน.....	190
4-6 แสดงการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียน มัธยมศึกษาปีที่ 2 ก่อนเรียนและหลังเรียน.....	192
4-7 การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา ปีที่ 2 หลังเรียนกับเกณฑ์ (ร้อยละ 80).....	193

สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
1-1 กรอบแนวคิดการวิจัย.....	8
2-1 รูปแบบการวิจัยและพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนของ ดิกค์ และแคเรย์.....	28
2-2 ขั้นตอนของการวิจัยและพัฒนาของวาโร เฟ็งส์ว็สดี.....	30
2-3 ขั้นตอนรูปแบบการจัดการเรียนรู้ของมอร์.....	36
2-4 กระบวนการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ในงานวิจัย.....	42
2-5 รูปแบบขั้นตอนการแก้ปัญหาของเอกเกนและคอซัค.....	58
2-6 สมรรถภาพด้านความคิดสร้างสรรค์ของกิลฟอร์ด.....	77
2-7 แนวคิดของการสร้างความรู้เชิงปัญญา.....	107
2-8 แนวคิดของการสร้างความรู้เชิงสังคม.....	108
2-9 ขั้นตอนกระบวนการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวคิดการสร้างความรู้เพื่อพัฒนา ความสามารถในการแก้ปัญหอย่างสร้างสรรค์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2.....	125
3-1 ขั้นตอนในการดำเนินการวิจัย.....	141
3-2 หลักการของรูปแบบการจัดการเรียนรู้.....	150
3-3 กรอบแนวคิดในการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้.....	152
4-1 แสดงคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการแก้ปัญหอย่างสร้างสรรค์ ก่อนเรียนและ หลังเรียน.....	185
4-2 แสดงคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการแก้ปัญหอย่างสร้างสรรค์ ก่อนเรียนและ หลังเรียน.....	186

บทที่ 1

บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ในศตวรรษที่ 21 เป็นยุคของสังคมและข้อมูลข่าวสารและความเจริญก้าวหน้าทางเทคโนโลยี ส่งผลให้ประเทศต่าง ๆ มีความพยายามในการแข่งขันกันเพื่อการพัฒนา สร้างสรรค์ และคิดค้นข้อความรู้ใหม่ ๆ ทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีให้เจริญก้าวหน้า คณิตศาสตร์ จึงกลายเป็นศาสตร์หนึ่งที่มีความสำคัญและเป็นเครื่องมือที่นำมาใช้ในการศึกษาวิทยาศาสตร์ ตลอดจนศาสตร์อื่น ๆ และคณิตศาสตร์มีบทบาทสำคัญยิ่งต่อการพัฒนาความคิดของมนุษย์ และความเจริญก้าวหน้าของโลก มนุษย์ใช้คณิตศาสตร์เป็นพื้นฐานในการศึกษาวิทยาศาสตร์เทคโนโลยี และศาสตร์อื่น ๆ รวมทั้งใช้คณิตศาสตร์เป็นเครื่องมือในการพัฒนาการคิดที่หลากหลาย ทั้งการคิดวิเคราะห์ สังเคราะห์ คิดอย่างเป็นเหตุเป็นผล คิดอย่างมีวิจารณญาณและคิดอย่างเป็นระบบและมีระเบียบ แบบแผน ลักษณะการคิดดังกล่าวทำให้มนุษย์สามารถวิเคราะห์ปัญหาและสถานการณ์ คาดการณ์ วางแผน ตัดสินใจ และแก้ปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2555 ก) และการพัฒนาผู้เรียนในศตวรรษที่ 21 การจัดการเรียนรู้ต้องเน้นทักษะกระบวนการคิดที่สามารถเน้นให้ผู้เรียนสามารถแก้ปัญหาได้อย่างสร้างสรรค์เพื่อตอบ โจทย์ของการเปลี่ยนแปลงในยุคสมัยนี้ ซึ่งทักษะการคิดที่กล่าวถึงคือ การคิดแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ที่เป็นกระบวนการแก้ปัญหาที่มีความซับซ้อน ที่มาจากแนวคิดใหม่ ๆ อย่างหลากหลาย ประกอบด้วย การคิดเอกชนที่อาศัยความรู้และประสบการณ์เดิม และความคิดนอกนัยจากความคิด สร้างสรรค์ทั้งในด้านการคิดคล่อง ริเริ่ม ชัดหยุ่น และละเอียดลออ ที่ส่งเสริมกันอย่างเหมาะสม เพื่อนำไปปรับใช้ในการแก้ปัญหาได้อย่างสร้างสรรค์ ในยุคสมัยแห่งศตวรรษที่ 21 (พรสวรรค์ วงศ์ตาธรรม, 2558)

แต่จากการศึกษาผลการทดสอบโครงการประเมินผลผู้เรียนนานาชาติหรือ PISA ตั้งแต่ปีค.ศ. 2000 ถึง 2015 ของประเทศไทยสะท้อนให้เห็นคุณภาพการศึกษาไทยที่ค่อนข้างตกต่ำ โดยวิชาคณิตศาสตร์มีแนวโน้มคะแนนต่ำลงโดยในปีพ.ศ. 2015 มีคะแนนต่ำมากที่สุด และเมื่อเทียบกับกลุ่มประเทศในเอเชียแปซิฟิก พบว่า ประเทศไทยมีคะแนนต่ำกว่าค่าเฉลี่ย OECD และอยู่ในอันดับรองสุดท้าย (สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา, 2561, หน้า 33-37) ถ้าพิจารณาผล PISA ในปีค.ศ. 2012 เป็นการประเมินเน้นด้านคณิตศาสตร์ โดยมีน้ำหนักข้อสอบด้านคณิตศาสตร์ 60% และด้านการอ่านและวิทยาศาสตร์อย่างละ 20% ซึ่งข้อสอบจะเน้นวัดผลการแก้ปัญหา

อย่างสร้างสรรค์ (Creative problem solving) ซึ่งต้องอาศัยแนวทางในการแก้ปัญหา
 อย่างหลากหลาย โดยข้อสอบ PISA ให้ความสำคัญกับปัญหาในชีวิตจริงเพราะว่า ประชาชนทุก
 วันนี้ต้องเผชิญหน้ากับกิจกรรมประจำวันที่เกี่ยวข้องกับคณิตศาสตร์ เป็นต้นว่า ปริมาณ รูปทรง มิติ
 ความน่าจะเป็น และแนวคิดทางคณิตศาสตร์ต่าง ๆ อีกมากมาย PISA จึงให้ความสำคัญที่ต้องการ
 ให้นักเรียนเผชิญหน้ากับปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่มีอยู่ในแวดวงของการดำเนินชีวิต ซึ่งเมื่อพิจารณา
 ผลคะแนนเฉลี่ยคณิตศาสตร์ พบว่า ประเทศไทยมีคะแนนเฉลี่ยคณิตศาสตร์ต่ำกว่าค่าเฉลี่ย OECD
 และเมื่อพิจารณาคะแนนเฉลี่ยคณิตศาสตร์เทียบกับประเทศในเขตเศรษฐกิจพบว่าประเทศไทยจัดอยู่
 ในอันดับที่ 50 จาก 65 ประเทศ และเมื่อพิจารณาตามรูปแบบการตอบข้อสอบ ซึ่งประกอบด้วย
 ข้อสอบเลือกตอบ เลือกตอบเชิงซ้อน เขียนตอบแบบเปิด และ เขียนตอบแบบปิด พบว่า นักเรียนทำ
 ข้อสอบแบบเขียนตอบแบบเปิดได้น้อยที่สุด คิดเป็นร้อยละ 15.2 นักเรียนทำข้อสอบแบบเลือกตอบ
 เชิงซ้อนคิดเป็นร้อยละ 41.8 และนักเรียนทำข้อสอบแบบเลือกตอบได้มากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 49.9
 ซึ่งสะท้อนให้เห็นว่านักเรียนขาดทักษะในการทำข้อสอบแบบเขียนตอบ เนื่องจากรูปแบบข้อสอบ
 ในห้องเรียนส่วนใหญ่เป็นข้อสอบแบบเลือกตอบ ทำให้นักเรียนได้ฝึกทักษะด้านการเขียนแสดงวิธี
 ทำไม่เพียงพอ (โครงการ PISA ประเทศไทย สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี,
 2557) และจากความเห็นของนายสุธีระ ประเสริฐสรรพ ถึงสาเหตุที่ไทยได้คะแนนเฉลี่ย PISA น้อย
 เนื่องจากนักเรียนไทยเรียนเพื่อสอบ ไม่ใช่เรียนแบบเข้าใจ ขาดระบบคิดแบบเหตุและผล ซึ่งข้อสอบ
 PISA ถ้านักเรียนไม่เข้าใจ โจทย์ก็ทำไม่ได้ การอ่านเพื่อเข้าใจ โจทย์เป็นปัญหาใหญ่มาก
 (กระทรวงศึกษาธิการ, 2559, หน้า 33-38)

ผลจากการทดสอบ TIMSS คือ โครงการศึกษาแนวโน้มการจัดการศึกษาคณิตศาสตร์และ
 วิทยาศาสตร์ของนักเรียนไทยกับนานาชาติ (Trends in international mathematics and science
 study; TIMSS) โดยทำการประเมินต่อเนื่องทุก 4 ปี สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 และ
 มัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยประเทศไทยเข้าร่วมโครงการตั้งแต่ปีค.ศ. 1995 ซึ่งได้ผลคะแนนสอดคล้อง
 กับการประเมินของ PISA คือ วิชาคณิตศาสตร์มีแนวโน้มคะแนนต่ำลงทั้งสองระดับชั้นที่ทำ
 การประเมิน โดยในปีค.ศ. 2015 ประเทศไทยได้คะแนนเฉลี่ยวิชาคณิตศาสตร์เท่ากับ 431 คะแนน
 จัดอยู่ในกลุ่มระดับ 1 หรือระดับต่ำซึ่งประเมินจาก 4 ระดับ ซึ่งสามารถอธิบายรายละเอียด
 พฤติกรรมตามระดับความสามารถทางการเรียนคณิตศาสตร์ได้ว่า นักเรียนมีความรู้พื้นฐานอยู่บ้าง
 ในเนื้อหาเรื่องจำนวนเต็มและกราฟอย่างง่าย ซึ่งถ้าจะพัฒนาขึ้นไปในระดับอื่น ๆ นักเรียนต้อง
 สามารถประยุกต์ใช้ความรู้พื้นฐานทางคณิตศาสตร์ในสถานการณ์ที่หลากหลาย และเมื่อ
 เปรียบเทียบผลการประเมิน TIMSS วิชาคณิตศาสตร์ของประเทศไทยกับกลุ่มประเทศเอเชีย-

แปซิฟิกซึ่งมีทั้งหมด 10 ประเทศ พบว่า ประเทศไทยจัดอยู่ในลำดับสุดท้าย (สถาบันส่งเสริม การสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2560, หน้า 12-32)

ผลจากการทดสอบทางการศึกษาระดับขั้นพื้นฐาน (O-NET) ของสถาบันทดสอบ การศึกษาแห่งชาติ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ตั้งแต่ปีการศึกษา 2557 – 2560 พบว่า นักเรียนไทยได้ คะแนนรายวิชาคณิตศาสตร์ค่อนข้างต่ำ โดยมีคะแนนเฉลี่ย 26.30 – 29.65 คะแนน จากคะแนนเต็ม 100 คะแนน ซึ่งพบว่าตั้งแต่ปีพ.ศ. 2558 คะแนนเฉลี่ย O-NET คณิตศาสตร์ต่ำลงมาอย่างต่อเนื่อง (สถาบันทดสอบการศึกษาแห่งชาติ, ม.ป.ป.) และเมื่อพิจารณาผลการทดสอบ O-NET ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ปีการศึกษา 2560 โรงเรียนระยองวิทยาคม พบว่า ผลการสอบวัดผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียน โรงเรียนระยองวิทยาคม ได้คะแนนสูงกว่าร้อยละ 50 (= 55.74) และจากการวิเคราะห์ข้อสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่ ทำข้อสอบได้คะแนนน้อยในข้อสอบที่มีลักษณะการวัดความสามารถ ในการคิดวิเคราะห์ ซึ่งเป็นข้อสอบโจทย์ปัญหาที่ต้องใช้วิธีการแก้ปัญหาที่ซับซ้อน ต้องอาศัย ความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ (งานวัดผลและประเมินผลฝ่ายวิชาการ โรงเรียน ระยองวิทยาคม, 2560)

จากสภาพปัญหาผลคะแนน PISA จะเน้นข้อสอบที่ต้องอาศัยการแก้ปัญหาอย่าง สร้างสรรค์ ผลคะแนน TIMSS และผลคะแนน O-NET ของนักเรียนไทยตกต่ำลง สะท้อนให้เห็น คุณภาพการเรียนการสอนในโรงเรียนไม่ดีพอ ทำให้นักเรียนส่วนใหญ่ยังประสบปัญหาเกี่ยวกับ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความสามารถทางคณิตศาสตร์ด้านการแก้ปัญหอย่างสร้างสรรค์ ซึ่งต้องอาศัยแนวทางในการแก้ปัญหอย่างหลากหลาย การแก้ปัญหตามสถานการณ์ปัญหาในชีวิต จริง และนักเรียนทำข้อสอบแบบเขียนตอบแบบเปิดได้น้อย ซึ่งต้องอาศัยการเขียนแสดงวิธี การแก้ปัญหา แต่ในสภาพการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ในปัจจุบัน ฟาฏีนา วงศ์เลขา (2552) กล่าวว่า ครูส่วนใหญ่ยังคงใช้วิธีการสอนแบบบรรยาย โดยไม่คำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคล ของผู้เรียน ทำให้นักเรียนที่เรียนรู้ได้เร็วสามารถเข้าใจเนื้อหาได้ง่าย ส่วนผู้เรียนที่เรียนรู้ช้าหรือฟัง บรรยายไม่ทันหรือไม่เข้าใจเนื้อหาที่บรรยายก็จะเกิดความเบื่อหน่าย ไม่อยากเรียน เมื่อต้องเรียน เรื่องใหม่จะยิ่งประสบปัญหามากขึ้น เพราะขาดความรู้ความเข้าใจในเรื่องเดิมที่เป็นพื้นฐาน ส่งผล ให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำลง และจะมีเจตคติที่ไม่ดีต่อการเรียนคณิตศาสตร์ในที่สุด ดังนั้น เมื่อวิเคราะห์สาเหตุของปัญหาดังกล่าว จะพบว่า สาเหตุหนึ่งของปัญหานี้มาจากครูผู้สอน เนื่องจาก ครูยังเลือกจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่ไม่มีประสิทธิภาพ แต่ปัจจุบันพบว่ามีรูปแบบการจัด การเรียนรู้โดยใช้แนวคิดตามทฤษฎีการสร้างความรู้ (Constructivism) เป็นที่นิยมอย่างแพร่หลาย ในปัจจุบัน เพราะเป็นแนวคิดที่เน้นนักเรียนเป็นสำคัญ คำนึงถึงความต้องการและความแตกต่างของ

นักเรียน ส่งเสริมให้นักเรียนพัฒนาอย่างเต็มศักยภาพ รู้จักวิเคราะห์ห้อย่างมีเหตุผล และสามารถสร้างองค์ความรู้ได้ด้วยตนเอง ซึ่งการสร้างความรู้ด้วยตนเอง สอดคล้องกับแนวการจัดการศึกษาตามพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 และที่แก้ไขเพิ่มเติม (ฉบับที่ 2) พ.ศ. 2545 และ (ฉบับที่ 3) พ.ศ. 2553 ได้กล่าวถึงแนวทางการจัดกระบวนการเรียนรู้ของนักเรียน โดยให้จัดเนื้อหาสาระและกิจกรรมให้สอดคล้องกับความสนใจและความถนัดของนักเรียน โดยคำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคลให้นักเรียนได้ฝึกทักษะ กระบวนการคิด การจัดการ การเผชิญสถานการณ์ และการประยุกต์ความรู้มาใช้เพื่อป้องกันและแก้ไขปัญหา ซึ่งเป็นแนวทางการจัดการเรียนรู้แบบเดียวกับแนวความคิดสร้างความรู้ โดยเน้นนักเรียนเป็นสำคัญ ให้นักเรียนได้มีโอกาสทดลอง ปฏิบัติ ค้นคว้าและแก้ไขปัญหาด้วยตนเอง และจากงานวิจัยของปิยนุช รัตนวรรณ (2544) ที่จัดการเรียนการสอนโดยใช้รูปแบบการสอนตามแนวคิดสร้างสรรค์ความรู้นิยม พบว่า ทำให้ผู้เรียนเข้าใจโจทย์ปัญหาที่เรียนรู้แต่ละครั้งอย่างลึกซึ้ง สามารถเลือกวิธีการแก้ปัญหาด้วยตนเองในขณะที่เรียนรู้ ผู้เรียนมีปฏิสัมพันธ์ทางสังคมกับเพื่อน ครูและแหล่งความรู้ เพื่อตรวจสอบความเข้าใจและแนวทางในการแก้ปัญหา ผ่านการแลกเปลี่ยนเรียนรู้แบบพบหน้า ยิ่งไปกว่านั้นยังส่งผลให้ผู้สอนเปลี่ยนบทบาทจากผู้ถ่ายทอดมาเป็นผู้อำนวยความสะดวกในการเรียนการสอน มีการยอมรับความคิดเห็นของกันและกัน ทั้งครูและผู้เรียนเรียนรู้ไปด้วยกัน ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนมีค่าเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ 77.93 จากเกณฑ์ที่กำหนดไว้ที่ร้อยละ 60 และผู้เรียนร้อยละ 96.77 ผ่านเกณฑ์ดังกล่าว ซึ่งสูงกว่าที่กำหนดไว้ว่าให้มีผู้เรียนผ่านเกณฑ์ร้อยละ 80

ในศตวรรษที่ 21 เทคโนโลยีที่มีการเปลี่ยนแปลงแบบก้าวกระโดด ส่งผลให้การจัดการศึกษาต้อง เปลี่ยนจากกระบวนทัศน์แบบดั้งเดิม (Traditional paradigm) ไปสู่กระบวนทัศน์ใหม่ (New paradigm) ที่เน้นให้ผู้เรียนเป็นศูนย์กลางการเรียนรู้ด้วยการพัฒนาให้ผู้เรียนรู้จักกระบวนการในการสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง จากปัญหาที่มีความซับซ้อนจากการเปลี่ยนแปลงของโลก ซึ่งเป็น โลกแห่งนวัตกรรมที่มุ่งเน้นสร้างสรรค์แปลกใหม่ ไม่ซ้ำเดิม ดังนั้นการจัดการเรียนรู้ต้องเน้นทักษะกระบวนการคิดที่สามารถเน้นให้ผู้เรียนสามารถแก้ไขปัญหาได้อย่างสร้างสรรค์ เพื่อตอบ โจทย์ของการเปลี่ยนแปลงของยุคสมัยในขณะนี้ ซึ่งทักษะการคิดที่กล่าวถึงคือ การคิดแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ที่เป็นกระบวนการทางความคิดในการแก้ปัญหาที่มีความซับซ้อนที่มาจากแนวคิดใหม่ ๆ อย่างหลากหลายประกอบด้วยความคิดเอกนัยที่อาศัยความรู้และประสบการณ์เดิม และความคิดอเนกนัยจากความคิดสร้างสรรค์ทั้งในด้านการคิดคล่อง คิดริเริ่ม คิดยืดหยุ่น และคิดละเอียดลออที่ส่งเสริมกันอย่างเหมาะสม เพื่อนำไปปรับใช้ในการแก้ปัญหาได้อย่างสร้างสรรค์ (พรสวรรค์ วงศ์ตาธรรม, 2558) และการจัดการเรียนการสอนตามกระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์สามารถเป็นแนวทางหนึ่งที่ช่วยฝึกทักษะของผู้เรียนเพื่อเตรียมความพร้อมใน

การดำรงชีวิตในศตวรรษที่ 21 ที่เน้นให้ผู้เรียนมีทักษะด้านการคิดอย่างมีวิจารณญาณ และทักษะในการแก้ปัญหา รวมถึงทักษะด้านการสร้างสรรค์และนวัตกรรมได้เป็นอย่างดี (ณัฐพงษ์ กาญจนฉายา, 2559) และจากการที่ผู้วิจัยได้ศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ของ Yoshi (2004) ได้ศึกษาเรื่องการศึกษาการใช้การแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ของครูในชั้นเรียน พบว่า การใช้การแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ในห้องเรียนช่วยเพิ่มแรงจูงใจ ความเชื่อมั่นในตนเอง และทัศนคติทางบวกอันส่งผลให้นักเรียนมีความกระตือรือร้นและสนใจในการเรียนมากขึ้น นอกจากนี้ความร่วมมือระหว่างนักเรียนและครูที่เพิ่มขึ้น การวางแผนด้านเวลาดีมากขึ้น และการผลิตงานที่มีคุณภาพมากขึ้น มีผลมาจากการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ และจากการศึกษางานวิจัยของเฮเลนนี่ (Heleni, 2014) ได้ศึกษาเรื่องการใช้รูปแบบการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ เพื่อพัฒนาความสามารถของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนมัธยมศึกษาตอนต้นในเปกันbaru พบว่า รูปแบบการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์สามารถพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ได้ โดยนักเรียนได้คะแนนสอบวัดผลสัมฤทธิ์ชุดที่ 1 คิดเป็น 76.47% และคะแนนสอบวัดผลสัมฤทธิ์ชุดที่ 2 คิดเป็น 88.24%

จากการศึกษางานวิจัยทั้งในและต่างประเทศเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวคิดการสร้างความรู้เพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ สรุปได้ว่าการจัดการเรียนรู้โดยใช้แนวคิดการสร้างความรู้ ให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติ ได้เรียนรู้แบบค้นพบได้แสดงความคิดและแสดงออกอย่างสร้างสรรค์ ได้เรียนรู้ผ่านสถานการณ์ปัญหา จะทำให้นักเรียนมีความเข้าใจในเนื้อหามากขึ้น นักเรียนได้คะแนนสอบวัดผลสัมฤทธิ์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน และนักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์มากกว่านักเรียนที่เรียนโดยใช้รูปแบบการเรียนรู้แบบปกติ ผู้วิจัยจึงตัดสินใจพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ โดยใช้ทฤษฎีการสร้างความรู้ และยุทธวิธีในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ซึ่งสังเคราะห์จากแนวคิดของนักการศึกษาเกี่ยวกับการแก้ปัญหา การพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ และความสัมพันธ์ของการแก้ปัญหากับความคิดสร้างสรรค์ เพื่อสร้างเป็นขั้นตอนการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ซึ่งมี 4 ขั้นตอน ดังนี้ 1) ขั้นการเตรียมความพร้อม 2) ขั้นการสร้างองค์ความรู้จากสถานการณ์ปัญหา ซึ่งประกอบด้วย 4 ขั้นตอน ได้แก่ 1. ขั้นทำความเข้าใจปัญหา 2. ขั้นค้นหายุทธวิธีในการแก้ปัญหาอย่างหลากหลาย 3. ขั้นปฏิบัติการแก้ปัญหา 4. ขั้นตรวจสอบการแก้ปัญหาและสรุปคำตอบ 3) ขั้นตรวจสอบความคิดใหม่ 4) ขั้นประเมินผลการเรียนรู้ และจากผลคะแนนทดสอบ PISA ที่วัดนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น เป็นการวัดทักษะการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ในส่วนของกระบวนการของการแก้ปัญหาในชีวิตประจำวันร่วมกับการใช้ความคิดสร้างสรรค์มาช่วยในการค้นหาคำตอบ ซึ่งพบว่านักเรียนไทยได้คะแนนต่ำมาก ผู้วิจัยจึงมุ่งพัฒนานักเรียนระดับ

มัธยมศึกษาตอนต้น ซึ่งในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยทดลองกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เพราะว่าเป็นไปตามทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของเพียเจต์ (Piaget) เด็กในช่วงอายุนี้อาจสามารถคิดในเชิงรูปธรรมและนามธรรมในการคิดแก้ปัญหา การคิดวิเคราะห์ การคิดสังเคราะห์ การสร้างสมมติฐาน การคิดคาดคะเนได้ (อัครา เอิบสุขศิริ, 2556; สุรางค์ ไคว์ตระกูล, 2554; Piaget, 1964 อ้างถึงใน ชนาธิป พรกุล, 2554) ซึ่งสามารถใช้ทฤษฎีการสร้างความรู้มาช่วยพัฒนาการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ให้ผู้เรียนเพราะผู้เรียนเป็นผู้สร้างความรู้ด้วยตนเองในขณะที่ได้รับประสบการณ์ ผ่านการมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียนต่อผู้เรียน และผู้เรียนกับสิ่งแวดล้อมผ่านการแก้ปัญหาสถานการณ์ปัญหาต่าง ๆ ที่กำกวม น่าสงสัย โดยผู้เรียนจะเข้าใจอย่างถ่องแท้ และจากการพิจารณาเนื้อหาในชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 พบว่าเนื้อหาเรื่องการประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว มีสาระสำคัญที่เกี่ยวข้องกับการนำความรู้ในเรื่องต่าง ๆ มาช่วยในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ ซึ่งโจทย์ปัญหาบางข้อมีความซับซ้อนต้องใช้วิธีการในการแก้ปัญหาหลายวิธี ทำให้ผู้เรียนได้คิดหาวิธีการในการแก้ปัญหาแบบใหม่ นำไปสู่การพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ รวมถึงนักเรียนส่วนใหญ่ขาดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ (อำพร อินทปัญญา, 2554, หน้า 4)

จากเหตุผลและความสัมพันธ์ดังกล่าวข้างต้นทำให้ผู้วิจัยสนใจที่จะพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวคิดการสร้างความรู้เพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยในการศึกษาวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยมีความสนใจที่จะนำแนวคิดพื้นฐานของรูปแบบการจัดการเรียนการสอน ประกอบด้วยแนวคิดการสร้างความรู้มาใช้ในการจัดการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยมุ่งเน้นศึกษากระบวนการเรียนรู้และผลผลิตจากการเรียนรู้ของนักเรียนเพื่อให้ได้รูปแบบการจัดการเรียนการสอนที่ดึงดูดความสนใจผู้เรียน เพื่อมุ่งให้นักเรียนสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ สามารถแก้ปัญหาในสถานการณ์ต่าง ๆ ได้อย่างหลากหลายตามแนวทางในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ เน้นการให้นักเรียนแสดงเขียนแสดงแนวทางในการแก้ปัญหา อีกทั้งตอบสนองความต้องการของหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

การวิจัยเพื่อพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวคิดการสร้างความรู้เพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 มีวัตถุประสงค์ ดังนี้

1. เพื่อพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวคิดการสร้างความรู้ เพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2
2. เพื่อศึกษาผลการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวคิดการสร้างความรู้ เพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ในด้านความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์

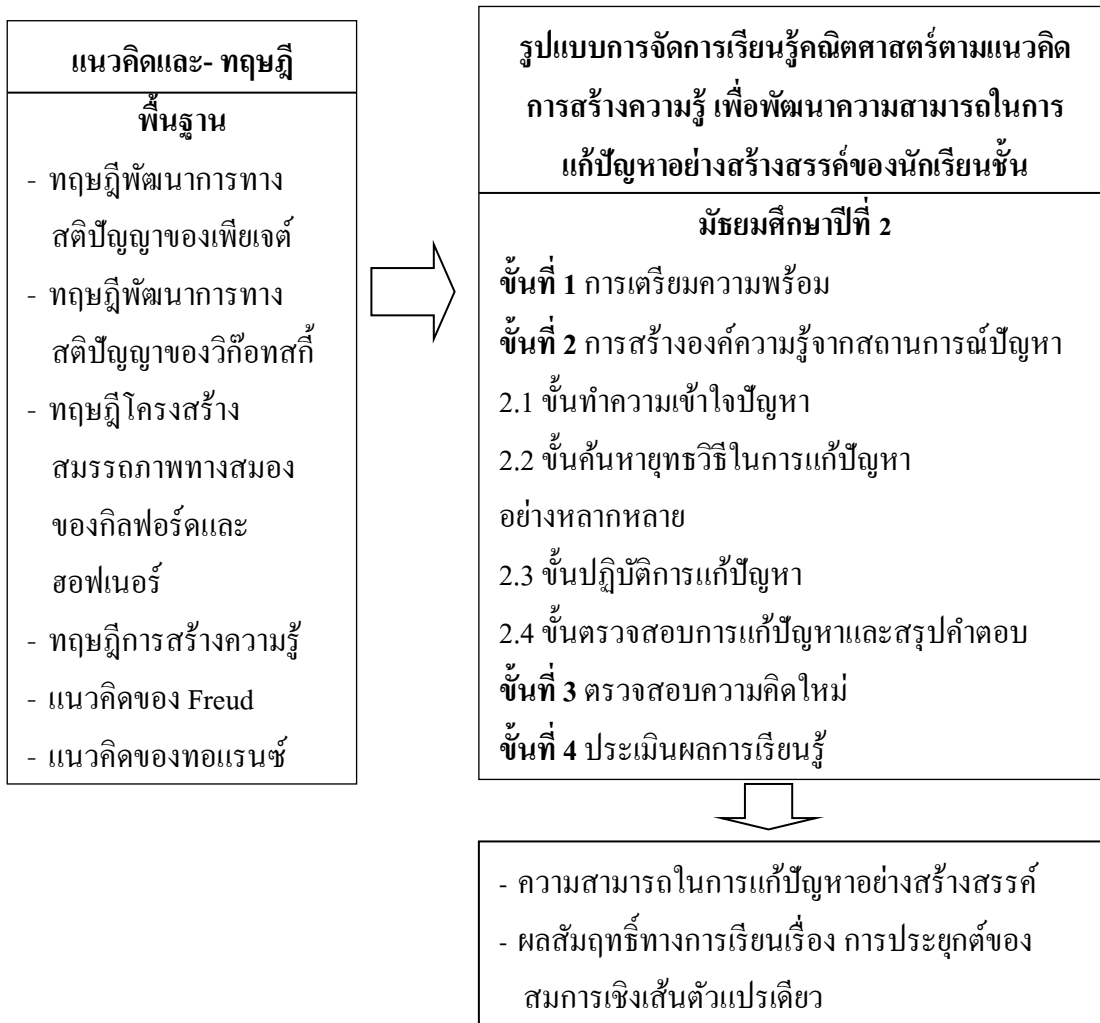
สมมติฐานของการวิจัย

การพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวคิดการสร้างความรู้เพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 มีสมมติฐานของการวิจัยดังต่อไปนี้

1. นักเรียนที่เรียนด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวคิดการสร้างความรู้ เพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน สูงกว่าก่อนเรียน และสูงกว่าเกณฑ์ ร้อยละ 80
2. นักเรียนที่เรียนด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวคิดการสร้างความรู้ เพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ มีความสามารถในการแก้ปัญหาย อย่างสร้างสรรค์ หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนและสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 80

กรอบแนวคิดในการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ศึกษาหลักการ แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง เพื่อสังเคราะห์เป็นกรอบแนวคิดในการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวคิดการสร้างความรู้ เพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 มีกรอบแนวคิดในการวิจัย ดังภาพที่ 1-1



ภาพที่ 1-1 กรอบแนวคิดการวิจัย

ประโยชน์ที่ได้รับจากการวิจัย

1. ผลการวิจัยเป็นข้อมูลหรือแนวทางให้ครูผู้สอนในชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 นำไปใช้ในการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ของนักเรียน
2. กระตุ้นและส่งเสริมให้ครูผู้สอนและผู้ที่เกี่ยวข้องเห็นความสำคัญของการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ของนักเรียนในวิชาคณิตศาสตร์ และในรายวิชาอื่น ๆ
3. กระตุ้นความสนใจเพื่อให้มีการวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาความสามารถทางคณิตศาสตร์ของผู้เรียนในด้านอื่น ๆ ได้แก่ ด้านการให้เหตุผล ด้านการสื่อสาร เป็นต้น
4. ส่งเสริมให้นักวิชาการและผู้ที่เกี่ยวข้องในการบริหารการศึกษาเห็นความสำคัญของการส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ของนักเรียนมากยิ่งขึ้น

ขอบเขตของการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้กำหนดขอบเขตการวิจัย ดังนี้

1. ประชากร

นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2/9 และ 2/10 โรงเรียนระยองวิทยาคม ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2561 จำนวน 100 คน จำนวน 2 ห้องเรียน

2. กลุ่มตัวอย่าง

นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2/10 โรงเรียนระยองวิทยาคม ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2561 จำนวน 1 ห้องเรียน เป็นกลุ่มทดลองจำนวน 50 คน ซึ่งได้มาจากการสุ่มแบบเจาะจง

ข้อจำกัดของการวิจัยที่ทำให้ผู้วิจัยไม่สามารถเลือกสุ่มกลุ่มตัวอย่างจากนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 16 ห้องเรียนได้ เนื่องจากผู้วิจัยได้รับมอบหมายให้ทำการจัดการเรียนรู้ที่นักเรียน 2 ห้องเรียน

3. ตัวแปรที่ใช้ในการวิจัย

ตัวแปรที่ใช้ในการทดลองเพื่อประเมินประสิทธิผลของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้น ประกอบด้วย

1. ตัวแปรจัดกระทำ ได้แก่ รูปแบบการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวคิดการสร้างความรู้เพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหอย่างสร้างสรรค์
2. ตัวแปรตาม ได้แก่ ความสามารถในการแก้ปัญหอย่างสร้างสรรค์ เรื่องการประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่องการประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว

4. เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย

เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ สารการเรขาคณิตศาสตร์พื้นฐาน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 เรื่องการประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว

5. ระยะเวลาในการดำเนินการ

ระยะเวลาในการดำเนินการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวคิดการสร้างความรู้เพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหอย่างสร้างสรรค์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 นั้นใช้เวลาระหว่างเดือน มกราคม พ.ศ. 2562 ถึงเดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2562 โดยใช้เวลาในการดำเนินการทั้งสิ้นจำนวน 16 คาบ (คาบเรียนละ 50 นาที)

นียมศัพท์เฉพาะ

1. รูปแบบการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวคิดการสร้างความรู้เพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หมายถึงแบบแผนการดำเนินการจัดการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น โดยมีแนวคิดและ- ทฤษฎีพื้นฐานได้แก่แนวคิดตาม- ทฤษฎีการสร้างความรู้ - ทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของเพียเจต์ - ทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของวิกอ์ทสกี แนวคิดของ Freud แนวคิดของเทเลอร์และฮอลแลนด์ แนวคิดของทอเรนซ์ - ทฤษฎีโครงสร้างสมรรถภาพทางสมอง ซึ่งนำมาใช้เป็นแนวทางในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้อย่างเป็นขั้นตอนในชั้นเรียน โดยมีขั้นตอนในการจัดการเรียนรู้ที่มุ่งเน้นให้นักเรียนสร้างความรู้ด้วยตนเอง ส่งเสริมให้นักเรียนมีปฏิสัมพันธ์ร่วมกับผู้อื่น ส่งเสริมให้นักเรียนคิดหายุทธวิธีในการแก้ปัญหาอย่างหลากหลาย รูปแบบการจัดการเรียนรู้ประกอบด้วย ทฤษฎี/หลักการ จุดประสงค์ กระบวนการจัดการเรียนรู้ เนื้อหา กิจกรรม และการวัดและประเมินผลซึ่งในกระบวนการจัดการเรียนรู้ ประกอบด้วย 4 ขั้นตอน คือ

ขั้นที่ 1 การเตรียมความพร้อม (Prepare) เป็นขั้นที่ผู้สอนทบทวนความรู้เดิมของนักเรียน โดยให้นักเรียนเชื่อมโยงประสบการณ์เดิมกับเรื่องที่จะเรียนใหม่เข้าด้วยกัน โดยถ้านักเรียนมีความรู้เดิมไม่เพียงพอ ผู้สอนควรเสริมความรู้โดยยกตัวอย่างเพื่อสร้างความเข้าใจในเนื้อหาให้กับนักเรียน

ขั้นที่ 2 การสร้างองค์ความรู้จากสถานการณ์ปัญหา (Creating knowledge) เป็นขั้นที่ผู้สอนจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้สถานการณ์ปัญหาเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความขัดแย้งทางปัญญาผ่านสถานการณ์ปัญหาเข้ากับประสบการณ์เดิมที่มีอยู่ จากการอภิปรายการใช้กลุ่มย่อยแบบคละความสามารถ และให้นักเรียนมีปฏิสัมพันธ์ทางสังคมกับเพื่อนนักเรียนหรือผู้สอน

2.1 ขั้นทำความเข้าใจปัญหา เป็นขั้นที่นักเรียนรวบรวมข้อมูลและค้นหาข้อเท็จจริงเกี่ยวกับปัญหา ค้นหาสิ่งที่โจทย์ให้หาและเงื่อนไขที่โจทย์กำหนด โดยใช้แนวคิดและวิธีการต่าง ๆ เพื่อทำความเข้าใจปัญหา เช่น การเขียนแผนภาพ เขียนสัญลักษณ์แสดงสถานการณ์ และการแยกส่วนต่าง ๆ ของเงื่อนไข

2.2 ขั้นค้นหายุทธวิธีในการแก้ปัญหาอย่างหลากหลาย เป็นขั้นที่นักเรียนคิดหายุทธวิธีการแก้ปัญหาให้มากที่สุด อาจใช้ยุทธวิธีการแก้ปัญหาที่แปลกใหม่แตกต่างไปจากเดิม หรือต่อยอดจากยุทธวิธีเดิม ยุทธวิธีที่ใช้ในการแก้ปัญหามีหลายวิธี เช่น การวาดแผนภาพหรือรูปภาพ การสร้างตารางหรือกราฟ การคาดเดาและตรวจสอบ การสร้างรายการของสิ่งที่เป็นไปได้ทั้งหมด การทำงานย้อนกลับ การเขียนสมการ และการผสมผสาน

2.3 **ขั้นปฏิบัติการแก้ปัญหา** เป็นขั้นที่นักเรียนแก้ปัญหาตามยุทธวิธีการแก้ปัญหาที่วางไว้ และถ้ายุทธวิธีการแก้ปัญหานั้นนักเรียนเลือกไว้ไม่สามารถแก้ปัญหาได้ นักเรียนต้องย้อนกลับไปพิจารณาขั้นค้นหายุทธวิธีในการแก้ปัญหาย่างหลากหลายอีกครั้ง

2.4 **ขั้นตรวจสอบการแก้ปัญหาและสรุปคำตอบ** เป็นขั้นที่นักเรียนตรวจสอบผลลัพธ์ที่ได้จากการแก้ปัญหาว่าถูกต้องหรือไม่ โดยมองย้อนกลับไปทบทวนและตรวจสอบขั้นตอนต่าง ๆ ที่ผ่านมา โดยพิจารณาความสมเหตุสมผลของคำตอบ และพิจารณาว่าน่าจะมีคำตอบอื่นหรือยุทธวิธีการแก้ปัญหาย่างอื่นได้อีกหรือไม่ และสรุปคำตอบที่ได้

ขั้นที่ 3 ตรวจสอบความคิดใหม่ (Check) เป็นขั้นที่ผู้สอนตรวจสอบความรู้ที่เกิดขึ้นกับนักเรียน โดยการให้นักเรียนอภิปรายแลกเปลี่ยนความคิดเห็น การซักถามนักเรียนโดยตรง จากนั้นผู้สอนให้คำชี้แนะเพิ่มเติมกรณีที่นักเรียนเข้าใจไม่ถูกต้องหรือความรู้ที่ได้รับไม่สมบูรณ์

ขั้นที่ 4 ประเมินผลการเรียนรู้ (Assessment) เป็นขั้นที่ผู้สอนให้นักเรียนทบทวนความรู้ใหม่ที่ได้ โดยให้นักเรียนอภิปรายร่วมกัน และนำความรู้ที่ได้ไปใช้แก้ปัญหาในสถานการณ์ต่าง ๆ อย่างหลากหลายทั้งปัญหาที่คุ้นเคยและปัญหาที่แปลกใหม่

2. ความสามารถในการแก้ปัญหาย่างสร้างสรรค์ หมายถึง ความสามารถของนักเรียนในการใช้ความรู้ ความชำนาญทางคณิตศาสตร์ในการคิดหาคำตอบหรือแสดงแนวทางการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ได้หลากหลาย โดยมีการใช้ความคิดสร้างสรรค์มาช่วยในการพัฒนาแนวทางการแก้ปัญหาใหม่ ทำให้ได้ทางเลือกในการแก้ปัญหามากมาย และสามารถตัดสินใจเลือกแนวทางในการแก้ปัญหานั้นที่เหมาะสมที่สุดอย่างมีเหตุผลในการแก้ปัญหานั้น ๆ สามารถวัดได้จากแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาย่างสร้างสรรค์ ประกอบไปด้วยความสามารถ 4 ด้าน ดังต่อไปนี้

1) ความสามารถในการทำความเข้าใจปัญหา หมายถึง ความสามารถในการระบุข้อมูลสำคัญที่ต้องใช้ในการแก้โจทย์ปัญหา สิ่งที่โจทย์ให้หาและเงื่อนไขที่โจทย์กำหนดให้ ซึ่งวัดจากความถูกต้องในการเขียนสิ่งที่โจทย์ให้หาและเงื่อนไขที่โจทย์กำหนดให้

2) ความสามารถค้นหายุทธวิธีในการแก้ปัญหาย่างหลากหลาย หมายถึง ความสามารถในการแสดงให้เห็นถึงการแก้ปัญหานั้นได้หลากหลายรูปแบบ ซึ่งแบ่งออกได้เป็น

การคิดคดลอง วัดจากการแสดงวิธีการแก้ปัญหานั้นได้หลากหลาย

การคิดยืดหยุ่น วัดจากการแสดงวิธีการแก้ปัญหานั้นได้หลากหลายประเภท ซึ่งจำแนกประเภทจากยุทธวิธีการแก้ปัญหานั้นได้แก่ การวาดภาพ การแก้สมการ การสร้างตาราง เป็นต้น การคิดริเริ่ม วัดจากการแสดงวิธีการแก้ปัญหานั้นไม่ซ้ำกับคนอื่น

3) ความสามารถในการปฏิบัติการแก้ปัญหา หมายถึง ความสามารถในการแสดงวิธีการแก้ปัญหาได้เป็นลำดับขั้นตอนและถูกต้อง ซึ่งวัดจากความถูกต้องในการเขียนแสดงวิธีการแก้ปัญหายังเป็นลำดับขั้นตอน

4) ความสามารถในการตรวจสอบการแก้ปัญหาและสรุปคำตอบ หมายถึง ความสามารถในการตรวจสอบความถูกต้องและพิจารณาความสมเหตุสมผลของคำตอบตามเงื่อนไขที่โจทย์กำหนดให้ ซึ่งวัดจากความถูกต้องในการสรุปคำตอบ

3. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ผลการเรียนรู้ของผู้เรียนที่ผู้สอนได้กำหนดไว้ล่วงหน้า ซึ่งวัดจากคะแนนที่ได้จากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องการประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว โดยแบบทดสอบที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเป็นแบบปรนัย 4 ตัวเลือกที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น จำนวน 20 ข้อ คะแนนเต็ม 20 คะแนน

4. การพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ หมายถึง การสร้างและทดสอบคุณภาพของรูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้การวิจัยและพัฒนา ประกอบด้วย 4 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 การศึกษาข้อมูลเบื้องต้น เป็นการสำรวจสภาพปัญหา ความต้องการเพื่อกำหนดเป้าหมายของการจัดการเรียนรู้ ศึกษาแนวคิดและ- ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับเป้าหมายที่ต้องการพัฒนา ประกอบด้วย

- 1) การศึกษาข้อมูลเบื้องต้นเกี่ยวกับหลักสูตรและการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์
- 2) การศึกษาข้อมูลพื้นฐานเกี่ยวกับสภาพและปัญหาการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์
- 3) การศึกษาแนวคิดและ- ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการสร้างความรู้ (Constructivism)
- 4) การศึกษาแนวคิดและ- ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหายังสร้างสรรค์
- 5) การศึกษาแนวทางในการจัดการเรียนรู้การแก้ปัญหายังสร้างสรรค์

ขั้นตอนที่ 2 การพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ เป็นการนำความรู้ที่ได้จากขั้นตอนที่ 1 มาพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ กระบวนการ กิจกรรมการจัดการเรียนรู้ สื่อการจัดการเรียนรู้ และการประเมินผล ประกอบด้วย

- 1) การสร้างรูปแบบการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวคิดการสร้างความรู้
- 2) การประเมินและตรวจสอบคุณภาพของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ก่อนนำไปใช้
- 3) การปรับปรุงรูปแบบการจัดการเรียนรู้ก่อนนำไปทดลองใช้จริง
- 4) การสร้างเครื่องมือในการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้

คณิตศาสตร์ตามแนวคิดการสร้างความรู้เพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหายังสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

ขั้นตอนที่ 3 การทดลองใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ เป็นการทดลองใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้น โดยทดลองนำร่องเพื่อให้ต้นแบบที่พัฒนาขึ้นมีความสมบูรณ์เหมาะสมที่จะนำไปใช้ จากนั้นนำต้นแบบที่สมบูรณ์ไปใช้กับกลุ่มทดลองจริง ประกอบด้วย

1) การศึกษานำร่อง (Pilot study)

2) นำไปทดลองใช้จริง

ขั้นตอนที่ 4 การประเมินผลและปรับปรุงรูปแบบการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ตามแนวคิดการสร้างความรู้ เป็นการนำผลจากการทดลองมาวิเคราะห์เพื่อประเมินผลและปรับปรุงรูปแบบการจัดการเรียนรู้ให้มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น จากนั้นจัดทำรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่สมบูรณ์เพื่อเผยแพร่ให้บุคคลที่สนใจนำมาใช้ ประกอบด้วย

1) ประเมินผลและปรับปรุงรูปแบบการจัดการเรียนรู้

2) จัดทำและเผยแพร่รูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่สมบูรณ์

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การวิจัยครั้งนี้เป็นการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวคิดการสร้างความรู้เพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องเพื่อเป็นแนวทางในการทำวิจัย โดยเสนอตามลำดับหัวข้อดังต่อไปนี้

1. หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์
 - 1.1 หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานระดับมัธยมศึกษาตอนต้น
 - 1.2 โครงสร้างหลักสูตรสถานศึกษา
 - 1.3 สาระและมาตรฐานการเรียนรู้คณิตศาสตร์
 - 1.4 ตัวชี้วัดวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน
 - 1.5 คำอธิบายรายวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน
 - 1.6 โครงสร้างรายวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน
 - 1.7 การจัดการเรียนรู้ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551
2. การวิจัยและพัฒนาทางการศึกษา
3. การพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้
 - 3.1 ความหมายของรูปแบบการจัดการเรียนรู้
 - 3.2 องค์ประกอบของรูปแบบการจัดการเรียนรู้
 - 3.3 การพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้
4. แนวคิด ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์
 - 4.1 ความสามารถในการแก้ปัญหา
 - 4.2 ความสามารถในการคิดสร้างสรรค์
 - 4.3 ความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์
 - 4.4 แนวทางการสอนการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์
 - 4.5 ทฤษฎีขั้นตอนการมีความคิดสร้างสรรค์ในการแก้ปัญหา
5. แนวคิดตามทฤษฎีการสร้างความรู้
6. การวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์
7. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

8. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

8.1 งานวิจัยในประเทศ

8.2 งานวิจัยต่างประเทศ

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้ คณิตศาสตร์

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานระดับมัธยมศึกษาตอนต้น

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น (กระทรวงศึกษาธิการ, 2552, หน้า 21) ได้กำหนดระดับมัธยมศึกษาตอนต้น (ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 – 3) เป็นช่วงสุดท้ายของการศึกษาภาคบังคับ มุ่งเน้นให้ผู้เรียนได้สำรวจความถนัดและความสนใจของตนเอง ส่งเสริมการพัฒนาบุคลิกภาพส่วนตน มีทักษะในการคิดวิจารณ์ ญาณ คิดสร้างสรรค์ และคิดแก้ปัญหา มีทักษะในการดำเนินชีวิต มีทักษะการใช้เทคโนโลยีเพื่อเป็นเครื่องมือในการเรียนรู้ มีความรับผิดชอบต่อสังคม มีความสมดุลทั้งด้านความรู้ ความคิด ความดีงาม และมีความภูมิใจในความเป็นไทย ตลอดจนใช้เป็นพื้นฐานในการประกอบอาชีพหรือการศึกษาต่อ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2552, หน้า 21)

โครงสร้างหลักสูตรสถานศึกษา

1. โครงสร้างหลักสูตรสถานศึกษา ของโรงเรียนระยองวิทยาคม กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น (ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 – 3) ได้แก่

1.1 รายวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1	รหัสวิชา ค21101	เวลาเรียน 60 ชั่วโมง/ ภาคเรียน
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1	รหัสวิชา ค21102	เวลาเรียน 60 ชั่วโมง/ ภาคเรียน
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2	รหัสวิชา ค22101	เวลาเรียน 60 ชั่วโมง/ ภาคเรียน
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2	รหัสวิชา ค22102	เวลาเรียน 60 ชั่วโมง/ ภาคเรียน
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3	รหัสวิชา ค23101	เวลาเรียน 60 ชั่วโมง/ ภาคเรียน
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3	รหัสวิชา ค23102	เวลาเรียน 60 ชั่วโมง/ ภาคเรียน

1.2 รายวิชาคณิตศาสตร์เพิ่มเติม

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1	รหัสวิชา ค21201	เวลาเรียน 40 ชั่วโมง/ ภาคเรียน
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1	รหัสวิชา ค21202	เวลาเรียน 40 ชั่วโมง/ ภาคเรียน
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2	รหัสวิชา ค22201	เวลาเรียน 40 ชั่วโมง/ ภาคเรียน
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2	รหัสวิชา ค22202	เวลาเรียน 40 ชั่วโมง/ ภาคเรียน

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 รหัสวิชา ค23201 เวลาเรียน 40 ชั่วโมง/ ภาคเรียน

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 รหัสวิชา ค23202 เวลาเรียน 40 ชั่วโมง/ ภาคเรียน

สาระและมาตรฐานการเรียนรู้คณิตศาสตร์

สาระและมาตรฐานการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ตามหลักสูตรแกนกลาง การศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (กระทรวงศึกษาธิการ, 2552, หน้า 13) มีดังนี้

สาระที่ 1 จำนวนและการดำเนินการ

มาตรฐาน ค 1.1 เข้าใจถึงความหลากหลายของการแสดงจำนวนและการใช้จำนวนในชีวิตจริง

มาตรฐาน ค 1.2 เข้าใจถึงผลที่เกิดขึ้นจากการดำเนินการของจำนวนและความสัมพันธ์ระหว่างการดำเนินการต่าง ๆ และใช้การดำเนินการในการแก้ปัญหา

มาตรฐาน ค 1.3 ใช้การประมาณค่าในการคำนวณและแก้ปัญหา

มาตรฐาน ค 1.4 เข้าใจระบบจำนวนและนำสมบัติเกี่ยวกับจำนวนไปใช้

สาระที่ 2 การวัด

มาตรฐาน ค 2.1 เข้าใจพื้นฐานเกี่ยวกับการวัด วัดและคาดคะเนขนาดของสิ่งที่ต้องการวัด

มาตรฐาน ค 2.2 แก้ปัญหาเกี่ยวกับการวัด

สาระที่ 3 เรขาคณิต

มาตรฐาน ค 3.1 อธิบายและวิเคราะห์รูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติ

มาตรฐาน ค 3.2 ใช้การนึ่งภาพ (Visualization) ใช้เหตุผลเกี่ยวกับปริภูมิ (Spatial reasoning) และใช้แบบจำลองทางเรขาคณิต (Geometric model) ในการแก้ปัญหา

สาระที่ 4 พีชคณิต

มาตรฐาน ค 4.1 เข้าใจและวิเคราะห์แบบรูป (Pattern) ความสัมพันธ์ และฟังก์ชัน

มาตรฐาน ค 4.2 ใช้นิพจน์ สมการ อสมการ กราฟ และตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ (Mathematical model) อื่น ๆ แทนสถานการณ์ต่าง ๆ ตลอดจนแปลความหมายและนำไปใช้แก้ปัญหา

สาระที่ 5 การวิเคราะห์ข้อมูลและความน่าจะเป็น

มาตรฐาน ค 5.1 เข้าใจและใช้วิธีการทางสถิติในการวิเคราะห์ข้อมูล

มาตรฐาน ค 5.2 ใช้วิธีการทางสถิติและความรู้เกี่ยวกับความน่าจะเป็นในการคาดการณ์ได้อย่างสมเหตุสมผล

มาตรฐาน ค 5.3 ใช้ความรู้เกี่ยวกับสถิติและความน่าจะเป็นช่วยในการตัดสินใจและแก้ปัญหา

สาระที่ 6 ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์

มาตรฐาน ค 6.1 มีความสามารถในการแก้ปัญหา การให้เหตุผล การสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ และการนำเสนอ การเชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์ และเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ และมีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์

ตัวชี้วัดวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน

โรงเรียนระยองวิทยาคม ได้จัดทำหลักสูตรสถานศึกษากลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์พื้นฐาน โดยมีตัวชี้วัดวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 2 ดังนี้

สาระที่ 1 จำนวนและการดำเนินการ

มาตรฐาน ค 1.1 เข้าใจถึงความหลากหลายของการแสดงจำนวนและการใช้จำนวนในชีวิตจริง

ค 1.1 ม.2/1 เขียนเศษส่วนในรูปทศนิยมและเขียนทศนิยมซ้ำในรูปเศษส่วน

ค 1.1 ม.2/2 จำแนกจำนวนจริงที่กำหนดให้และยกตัวอย่างจำนวนตรรกยะและ

จำนวนอตรรกยะ

ค 1.1 ม.2/3 อธิบายและระบุนรากที่สองและรากที่สามของจำนวนจริง

มาตรฐาน ค 1.2 เข้าใจถึงผลที่เกิดขึ้นจากการดำเนินการของจำนวนและความสัมพันธ์ระหว่างการดำเนินการต่าง ๆ และใช้การดำเนินการในการแก้ปัญหา

ค 1.2 ม.2/1 หารากที่สอง และรากที่สามของจำนวนเต็มโดยการแยกตัวประกอบและนำไปใช้ในการแก้ปัญหารวมทั้งตระหนักถึงความสมเหตุสมผลของคำตอบ

ค 1.2 ม.2/2 อธิบายผลที่เกิดขึ้นจากการหารากที่สองและรากที่สามของจำนวนเต็ม เศษส่วนและทศนิยม บอกความสัมพันธ์ของการยกกำลังกับการหารากของจำนวนจริง

มาตรฐาน ค 1.3 ใช้การประมาณค่าในการคำนวณและแก้ปัญหา

ค 1.3 ม.2/1 หาค่าประมาณของรากที่สองและรากที่สามของจำนวนจริงและนำไปใช้ในการแก้ปัญหารวมทั้งตระหนักถึงความสมเหตุสมผลของคำตอบ

มาตรฐาน ค 1.4 เข้าใจระบบจำนวนและนำเสนอบัติเกี่ยวกับจำนวนไปใช้

ค 1.4 ม.2/1 บอกความเกี่ยวข้องของจำนวนจริง จำนวนตรรกยะและจำนวนอตรรกยะ

สาระที่ 2 การวัด

มาตรฐาน ค 2.2 แก้ปัญหาเกี่ยวกับการวัด

ค 2.2 ม.2/1 ใช้ความรู้เกี่ยวกับความยาวและพื้นที่แก้ปัญหาในสถานการณ์ต่าง ๆ

สาระที่ 3 เรขาคณิต

มาตรฐาน ค 3.2 ใช้การนึกภาพ (Visualization) ใช้เหตุผลเกี่ยวกับปริภูมิ (Spatial reasoning) และใช้แบบจำลองทางเรขาคณิต (Geometric model) ในการแก้ปัญหา

ค 3.2 ม.2/1 ใช้สมบัติเกี่ยวกับความเท่ากันทุกประการของรูปสามเหลี่ยมและสมบัติของเส้นขนานในการให้เหตุผลและแก้ปัญหา

ค 3.2 ม.2/2 ใช้ทฤษฎีบทพีทาโกรัสและบทกลับในการให้เหตุผลและแก้ปัญหา

สาระที่ 4 พีชคณิต

มาตรฐาน ค 4.2 ใช้นิพจน์ สมการ อสมการ กราฟ และตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ (Mathematical model) อื่น ๆ แทนสถานการณ์ต่าง ๆ ตลอดจนแปลความหมายและนำไปใช้แก้ปัญหา

ค 4.2 ม.2/1 แก้โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวพร้อมทั้งตระหนักถึงความสมเหตุ สมผลของคำตอบ

สาระที่ 6 ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์

มาตรฐาน ค 6.1 มีความสามารถในการแก้ปัญหา การให้เหตุผล การสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ และการนำเสนอ การเชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์ และเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ และมีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์

ค 6.1 ม.2/1 ใช้วิธีการที่หลากหลายแก้ปัญหา

ค 6.1 ม.2/2 ใช้ความรู้ ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์และเทคโนโลยีในการแก้ปัญหาในสถานการณ์ต่าง ๆ ได้อย่างเหมาะสม

ค 6.1 ม.2/3 ให้เหตุผลประกอบการตัดสินใจ และสรุปผลได้อย่างเหมาะสม

ค 6.1 ม.2/4 ใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ในการสื่อสาร การสื่อความหมาย และการนำเสนอได้อย่างถูกต้องและชัดเจน

ค 6.1 ม.2/5 เชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ ในคณิตศาสตร์และนำความรู้ หลักการ กระบวนการทางคณิตศาสตร์ไปเชื่อมโยงกับศาสตร์อื่น ๆ

ค 6.1 ม.2/6 มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์

คำอธิบายรายวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน

คำอธิบายรายวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน ค 22102 คณิตศาสตร์ 4 สำหรับการจัดสาระการเรียนรู้สำหรับวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 2 มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาศักยภาพผู้เรียนให้มีความรู้ ความเข้าใจ มีความคิดรวบยอด คิดคำนวณ ตระหนักในทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ และนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน

ในเนื้อหาเกี่ยวกับความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับจำนวนจริง ประกอบด้วย จำนวนตรรกยะ จำนวน
อตรรกยะและจำนวนจริง รากที่สองและรากที่สาม

ทฤษฎีบทพีทาโกรัส ประกอบด้วย สมบัติของรูปสามเหลี่ยมมุมฉากตามทฤษฎีบท
พีทาโกรัสและบทกลับ ในด้านของความสัมพันธ์ของความยาวของด้านและพื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยม
จัตุรัสบนด้านทั้งสามของรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก บทพิสูจน์ของทฤษฎีบทพีทาโกรัส การนำทฤษฎี
บทพีทาโกรัสและบทกลับไปใช้ในการแก้ปัญหา

การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ประกอบด้วย การแก้โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับ
จำนวน อายุ พื้นที่และปริมาตร อัตราส่วนและร้อยละ และอัตราเร็ว กำไร ขาดทุน การแก้โจทย์
ปัญหาโดยใช้สมการเป็นวิธีหนึ่งที่นักเรียนสามารถนำไปประยุกต์ใช้แก้ปัญหาที่อาจพบใน
ชีวิตประจำวัน ได้

เส้นขนาน ประกอบด้วย สมบัติของเส้นขนานและการนำสมบัติเหล่านั้น ไปใช้ในการให้
เหตุผลเกี่ยวกับขนาดของมุมภายในของรูปสามเหลี่ยม รูปสามเหลี่ยมสองรูปที่สัมพันธ์กันแบบ
มุม - มุม - ด้าน การให้เหตุผลและแก้ปัญหาโดยใช้สมบัติของเส้นขนานและความเท่ากันทุก
ประการของรูปสามเหลี่ยม

โดยจัดประสบการณ์หรือสร้างสถานการณ์ในชีวิตประจำวันที่ได้ตัวให้ผู้เรียนได้ศึกษา
ค้นคว้าโดยการปฏิบัติจริง ทดลอง สรุป รายงาน เพื่อพัฒนาทักษะ/ กระบวนการในการคิดคำนวณ
การแก้ปัญหา การให้เหตุผล การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ และนำประสบการณ์ด้านความรู้
ความคิด ทักษะกระบวนการที่ได้ไปใช้ในการเรียนรู้สิ่งต่าง ๆ และใช้ในชีวิตประจำวัน
อย่างสร้างสรรค์ รวมทั้งเห็นคุณค่าและมีเจตคติที่ดีต่อคณิตศาสตร์ สามารถทำงานอย่างมีระบบ
ระเบียบ มีความรอบคอบ มีความรับผิดชอบ มีวิจารณญาณและความเชื่อมั่นในตนเอง

การวัดและประเมินผล ใช้วิธีการที่หลากหลายตามสภาพความเป็นจริงให้สอดคล้องกับ
เนื้อหาและทักษะที่ต้องการวัด

โครงสร้างรายวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน

จากคำอธิบายรายวิชานำมาจัดทำเป็นโครงสร้างรายวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน ค 22102
คณิตศาสตร์ 4 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 2 เวลา 60 คาบ จำนวน 1.5 หน่วยกิต
ดังตารางที่ 2-1

ตารางที่ 2-1 โครงสร้างรายวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 2

ลำดับ ที่	ชื่อหน่วย การเรียนรู้	มาตรฐาน การเรียนรู้/ ตัวชี้วัด	สาระสำคัญ	เวลา (คาบ)	น้ำหนัก (คะแนน)
1	ความรู้ เบื้องต้น เกี่ยวกับ จำนวนจริง	ค 1.1 ม.2/1-3 ค 1.2 ม.2/1-2 ค 1.3 ม.2/1 ค 1.4 ม.2/1	1. จำนวนตรรกยะ 2. จำนวนอตรรกยะ 3. รากที่สอง 4. รากที่สาม	16	30
2	ทฤษฎีบทพีทา โกรัส	ค 3.2 ม.2/2	1. สมบัติของรูปสามเหลี่ยม มุมฉาก 2. ทฤษฎีบทพีทาโกรัส 3. บทกลับของทฤษฎีบท พีทาโกรัส 4. การนำไปใช้	14	20
3	การประยุกต์ ของสมการเชิง เส้นตัวแปร เดียว	ค 4.2 ม.2/1 ค 6.1 ม.2/1-6	1. การอ่านวิเคราะห์โจทย์ ปัญหาและการวางแผน แก้ปัญหา 2. การแก้โจทย์สมการเชิงเส้น ตัวแปรเดียวเกี่ยวกับ จำนวน 3. การแก้โจทย์สมการเชิงเส้น ตัวแปรเดียวเกี่ยวกับอายุ 4. การแก้โจทย์สมการเชิงเส้น ตัวแปรเดียวเกี่ยวกับ อัตราส่วน 5. การแก้โจทย์สมการเชิงเส้น ตัวแปรเดียวเกี่ยวกับร้อยละ	16	25

ตารางที่ 2-1 (ต่อ)

ลำดับ ที่	ชื่อหน่วย การเรียนรู้	มาตรฐาน การเรียนรู้/ ตัวชี้วัด	สาระสำคัญ	เวลา (คาบ)	น้ำหนัก (คะแนน)
			6. การแก้โจทย์สมการเชิงเส้น ตัวแปรเดียวเกี่ยวกับกำไรและ ขาดทุน		
			7. การแก้โจทย์สมการเชิงเส้น ตัวแปรเดียวเกี่ยวกับความยาว และพื้นที่		
			8. การแก้โจทย์สมการเชิงเส้น ตัวแปรเดียวเกี่ยวกับของผสม		
4	เส้นขนาน	ค 3.2 ม.2/1	1. เส้นขนาน 2. เส้นขนานและมุมภายใน 3. เส้นขนานและมุมแย้ง 4. เส้นขนานและมุมภายนอกกับมุม ภายใน 5. เส้นขนานและรูปสามเหลี่ยม 6. การนำสมบัติเส้นขนานไปใช้	14	25
			รวม	60	100

การวิจัยในครั้งนี้ใช้ผู้วิจัยทดลองโดยใช้เนื้อหาเรื่องการประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว เพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ซึ่งในกระบวนการจัดการเรียนรู้จะมีการกระตุ้นให้นักเรียนได้แก้ปัญหาโดยใช้ยุทธวิธีในการแก้ปัญหาอย่างหลากหลาย ได้ใช้ยุทธวิธีการแก้ปัญหาที่แตกต่างไปจากเดิม หรือต่อยอดจากยุทธวิธีการแก้ปัญหาเดิม

การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวอยู่ในสาระที่ 4 พิชคณิต มาตรฐาน ค 4.2 ใช้นิพจน์ สมการ อสมการ กราฟ และตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ (Mathematical model) อื่น ๆ แทนสถานการณ์ต่าง ๆ ตลอดจนแปลความหมายและนำไปใช้แก้ปัญหา ค 4.2 ม.2/1 แก้โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวพร้อมทั้งตระหนักถึงความสมเหตุ สมผลของคำตอบและ

สาระที่ 6 ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ และใช้เวลาในการจัดการเรียนรู้ 16 คาบ (คาบเรียนละ 50 นาที)

การจัดการเรียนรู้ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551

การจัดการเรียนรู้ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551

(กระทรวงศึกษาธิการ, 2552, หน้า 25-26) ได้กล่าวถึงแนวทางในการพัฒนาผู้เรียนให้มีคุณสมบัติตามเป้าหมายหลักสูตร โดยประกอบด้วย หลักการจัดการเรียนรู้ กระบวนการเรียนรู้ การออกแบบการจัดการเรียนรู้ บทบาทของผู้สอนและผู้เรียน และการวัดและประเมินผลการเรียนรู้ ดังนี้

1. หลักการจัดการเรียนรู้

การจัดการเรียนรู้เพื่อให้ผู้เรียนมีความรู้ความสามารถตามมาตรฐานการเรียนรู้ สมรรถนะสำคัญ และคุณลักษณะอันพึงประสงค์ตามที่กำหนดไว้ในหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน โดยยึดหลักว่า ผู้เรียนมีความสำคัญที่สุด เชื่อว่าทุกคนมีความสามารถเรียนรู้และพัฒนาตนเองได้ ยึดประโยชน์ที่เกิดกับผู้เรียน กระบวนการจัดการเรียนรู้ต้องส่งเสริมให้ผู้เรียนสามารถพัฒนาตามธรรมชาติและเต็มตามศักยภาพ คำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคลและพัฒนาการทางสมองเน้นให้ความสำคัญทั้งความรู้ และคุณธรรม

2. กระบวนการเรียนรู้

การจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ ผู้เรียนจะต้องอาศัยกระบวนการเรียนรู้ที่หลากหลาย เป็นเครื่องมือที่จะนำพาตนเองไปสู่เป้าหมายของหลักสูตร กระบวนการเรียนรู้ที่จำเป็นสำหรับผู้เรียน อาทิ กระบวนการเรียนรู้แบบบูรณาการ กระบวนการสร้างความรู้ กระบวนการคิด กระบวนการทางสังคม กระบวนการเผชิญสถานการณ์และแก้ปัญหา กระบวนการเรียนรู้จากประสบการณ์จริง กระบวนการปฏิบัติ ลงมือทำจริง กระบวนการจัดการ กระบวนการวิจัย กระบวนการเรียนรู้การเรียนรู้ของตนเอง กระบวนการพัฒนาลักษณะนิสัย

กระบวนการเหล่านี้เป็นแนวทางในการจัดการเรียนรู้ที่ผู้เรียนควรได้รับการฝึกฝนพัฒนา เพราะจะสามารถช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ได้ดี บรรลุเป้าหมายของหลักสูตร ดังนั้นผู้สอนจึงจำเป็นต้องศึกษาทำความเข้าใจในกระบวนการเรียนรู้ต่าง ๆ เพื่อให้สามารถเลือกใช้ในการจัดการกระบวนการเรียนรู้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

3. การออกแบบการจัดการเรียนรู้

ผู้สอนต้องศึกษาหลักสูตรสถานศึกษาให้เข้าใจถึงมาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัด สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน คุณลักษณะอันพึงประสงค์ แล้วจึงพิจารณาออกแบบการจัดการเรียนรู้ โดยเลือกใช้วิธีสอนและเทคนิคการสอน สื่อ/แหล่งเรียนรู้ การวัดและประเมินผล เพื่อให้ผู้เรียนได้พัฒนาเต็มตามศักยภาพและบรรลุตามมาตรฐานการเรียนรู้ซึ่งเป็นเป้าหมายที่กำหนด

4. บทบาทของผู้สอนและผู้เรียน

การจัดการเรียนรู้เพื่อให้ผู้เรียนมีคุณภาพตามเป้าหมายของหลักสูตร ทั้งผู้สอนและผู้เรียนควรมีบทบาท ดังนี้

4.1 บทบาทของผู้สอน

4.1.1 ศึกษาวิเคราะห์ผู้เรียนเป็นรายบุคคล แล้วนำข้อมูลมาใช้ในการวางแผนการจัดการเรียนรู้ที่ท้าทายความสามารถของผู้เรียน

4.1.2 กำหนดเป้าหมายที่ต้องการให้เกิดขึ้นกับผู้เรียน ด้านความรู้และทักษะกระบวนการ ที่เป็นความคิดรวบยอด หลักการและความสัมพันธ์ รวมทั้งคุณลักษณะอันพึงประสงค์

4.1.3 ออกแบบการเรียนรู้และจัดการเรียนรู้ที่ตอบสนองความแตกต่างระหว่างบุคคลและพัฒนาการทางสมอง เพื่อนำผู้เรียนไปสู่เป้าหมาย

4.1.4 จัดบรรยากาศที่เอื้อต่อการเรียนรู้ และดูแลช่วยเหลือผู้เรียนให้เกิดการเรียนรู้

4.1.5 จัดเตรียมและเลือกใช้สื่อให้เหมาะสมกับกิจกรรม นำภูมิปัญญาท้องถิ่น เทคโนโลยีที่เหมาะสมมาประยุกต์ใช้ในการจัดการเรียนการสอน

4.1.6 ประเมินความก้าวหน้าของผู้เรียนด้วยวิธีการที่หลากหลาย เหมาะสมกับธรรมชาติของวิชาและระดับพัฒนาการของผู้เรียน

4.1.7 วิเคราะห์ผลการประเมินมาใช้ในการซ่อมเสริมและพัฒนาผู้เรียน รวมทั้งปรับปรุงการจัดการเรียนการสอนของตนเอง

4.2 บทบาทของผู้เรียน

4.2.1 กำหนดเป้าหมาย วางแผนและรับผิดชอบการเรียนรู้ของตนเอง

4.2.2 เสาะแสวงหาความรู้ เข้าถึงแหล่งการเรียนรู้ วิเคราะห์ สังเคราะห์ ข้อความรู้ ตั้งคำถาม คิดหาคำตอบหรือหาแนวทางแก้ปัญหาด้วยวิธีการต่าง ๆ

4.2.3 ลงมือปฏิบัติจริง สรุปสิ่งที่ได้เรียนรู้ด้วยตนเอง และนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ต่าง ๆ

4.2.4 มีปฏิสัมพันธ์ ทำงาน ทำกิจกรรมร่วมกับกลุ่มและครู

4.2.5 ประเมินและพัฒนากระบวนการเรียนรู้ของตนเองอย่างต่อเนื่อง

5. การวัดและประเมินผลการเรียนรู้

การวัดและประเมินผลการเรียนรู้ของผู้เรียนต้องอยู่บนหลักการพื้นฐานสองประการ คือการประเมินเพื่อพัฒนาผู้เรียนและเพื่อตัดสินผลการเรียน ในการพัฒนาคุณภาพการเรียนรู้ของผู้เรียนให้ประสบผลสำเร็จนั้น ผู้เรียนจะต้องได้รับการพัฒนาและประเมินตามตัวชี้วัดเพื่อให้บรรลุ

ตามมาตรฐานการเรียนรู้ สะท้อนสมรรถนะสำคัญ และคุณลักษณะอันพึงประสงค์ของผู้เรียนซึ่งเป็นเป้าหมายหลักในการวัดและประเมินผลการเรียนรู้ในทุกๆระดับไม่ว่าจะเป็นระดับชั้นเรียน ระดับสถานศึกษา ระดับเขตพื้นที่การศึกษา และระดับชาติ การวัดและประเมินผลการเรียนรู้เป็นกระบวนการพัฒนาคุณภาพผู้เรียน โดยใช้ผลการประเมินเป็นข้อมูลและสารสนเทศที่แสดงพัฒนาการ ความก้าวหน้า และความสำเร็จทางการเรียนของผู้เรียน ตลอดจนข้อมูลที่เป็นประโยชน์ต่อการส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดการพัฒนาและเรียนรู้อย่างเต็มตามศักยภาพ

การวัดและประเมินผลการเรียนรู้ระดับชั้นเรียน เป็นการวัดและประเมินผลที่อยู่ในกระบวนการจัดการเรียนรู้ ผู้สอนดำเนินการเป็นปกติและสม่ำเสมอ ในการจัดการเรียนการสอน ใช้เทคนิคการประเมินอย่างหลากหลาย เช่น การซักถาม การสังเกต การตรวจการบ้าน การประเมินโครงการ การประเมินชิ้นงาน/ภาระงาน แฟ้มสะสมงาน การใช้แบบทดสอบ ฯลฯ โดยผู้สอนเป็นผู้ประเมินเองหรือเปิดโอกาสให้ผู้เรียนประเมินตนเอง เพื่อนประเมินเพื่อน ผู้ปกครองร่วมประเมิน การประเมินระดับชั้นเรียนเป็นการตรวจสอบว่า ผู้เรียนมีพัฒนาการความก้าวหน้าในการเรียนรู้ อันเป็นผลมาจากการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนหรือไม่ และมากน้อยเพียงใด มีสิ่งที่จะต้องได้รับการพัฒนาปรับปรุงและส่งเสริมในด้านใด นอกจากนี้ยังเป็นข้อมูลให้ผู้สอนใช้ปรับปรุงการเรียนการสอนของตนด้วย ทั้งนี้โดยสอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด

การวิจัยในครั้งนี้ใช้หลักการจัดการเรียนรู้ที่ว่าผู้เรียนมีความสำคัญที่สุด เชื่อว่าทุกคนมีความสามารถเรียนรู้และพัฒนาตนเองได้ ยึดประโยชน์ที่เกิดกับผู้เรียนกระบวนการจัดการเรียนรู้ต้องส่งเสริมให้ผู้เรียน สามารถพัฒนาตามธรรมชาติและเต็มตามศักยภาพ คำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคลและพัฒนาการทางสมองเน้นให้ความสำคัญทั้งความรู้ และใช้กระบวนการสร้างความรู้ กระบวนการเผชิญสถานการณ์และแก้ปัญหาในการจัดการเรียนรู้

การวิจัยและพัฒนาทางการศึกษา

การนำเสนอเกี่ยวกับการวิจัยและพัฒนาทางการศึกษา ประกอบด้วยข้อมูล 2 ส่วน ได้แก่ ความหมายของการวิจัยและพัฒนาทางการศึกษาและกระบวนการวิจัยและพัฒนาทางการศึกษา ซึ่งนำเสนอรายละเอียด ดังนี้

ความหมายของการวิจัยและพัฒนาทางการศึกษา

นักการศึกษาได้ให้ความหมายของการวิจัยและพัฒนาทางการศึกษา ดังนี้

ศิริชัย กาญจนวาสิ (2559, หน้า 1) ได้กล่าวไว้ว่า การวิจัยและพัฒนาทางการศึกษา เป็นวิธีวิทยาการวิจัยแบบหนึ่งที่ประยุกต์หลักการวิจัยและพัฒนา (R&D) มาใช้ทางการศึกษา เพื่อสร้างนวัตกรรมหรือประดิษฐ์กรรมทางการศึกษาที่สามารถเผยแพร่ และนำไปใช้ประโยชน์ในการพัฒนา

การศึกษาไทย ทั้งระบบการบริหารจัดการศึกษา หลักสูตรและการสอน การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ สื่อการสอนและเทคโนโลยีการศึกษา และการวัดและประเมินผลการศึกษา

พฤทธิ ศิริบรรณพิทักษ์ (2550, หน้า 1) ได้กล่าวไว้ว่า การวิจัยและพัฒนาทางการศึกษา ตรงกับภาษาอังกฤษว่า Educational Research and Development (R&D) เป็นการพัฒนาการศึกษา โดยพื้นฐานการวิจัย (Research based educational development) เป็นกลยุทธ์หรือวิธีการสำคัญ วิธีหนึ่งที่นิยมใช้ในการปรับปรุง เปลี่ยนแปลง หรือพัฒนาการศึกษา โดยเน้นหลักเหตุผลและ ตรรกวิทยา เป้าหมายหลักคือ ใช้เป็นกระบวนการในการพัฒนาและตรวจสอบคุณภาพของ ผลิตภัณฑ์ทางการศึกษา (Educational products) ผลิตภัณฑ์ทางการศึกษา หมายถึง 1) วัตถุประสงค์ทางการศึกษา อันได้แก่ หนังสือแบบเรียน फिल्म สไลด์ เทปเสียง เทปโทรทัศน์ คอมพิวเตอร์ และ โปรแกรมคอมพิวเตอร์ ฯลฯ และ 2) วิธีการและกระบวนการทางการศึกษา เช่น ระบบการสอนและ เทคนิคการสอนแบบต่าง ๆ

บอร์กและกอลล์ (Borg & Gall, 1989, p. 782) ได้กล่าวไว้ว่า การวิจัยและพัฒนาทางการศึกษา เป็นกระบวนการที่ใช้ในการพัฒนาและตรวจสอบผลิตภัณฑ์ทางการศึกษา โดยผลิตภัณฑ์ ไม่ได้หมายถึงแค่ตำราภาพยนตร์การสอนและซอฟต์แวร์คอมพิวเตอร์ แต่รวมถึงวิธีการสอนและ โปรแกรม เช่น โปรแกรมการศึกษาเรื่องยาเสพติดหรือโปรแกรมการพัฒนาคณาจารย์ โครงการวิจัย และพัฒนาในปัจจุบันมุ่งเน้นที่การพัฒนาโปรแกรมเป็นหลัก โปรแกรมเป็นระบบการเรียนรู้ ที่ซับซ้อน ซึ่งรวมถึงวัสดุที่พัฒนาขึ้นเป็นพิเศษและบุคลากรที่ผ่านการฝึกอบรมเพื่อทำงานในบริบท เฉพาะ

จากความหมายของการวิจัยและพัฒนาทางการศึกษาที่กล่าวมาสรุปได้ว่า การวิจัยและพัฒนาทางการศึกษา หมายถึง การพัฒนาการศึกษาโดยพื้นฐานการวิจัย เป็นกลยุทธ์หรือวิธีการ สำคัญวิธีหนึ่งที่นิยมใช้ในการปรับปรุง เปลี่ยนแปลง หรือพัฒนาการศึกษา โดยเน้นหลักเหตุผลและ ตรรกวิทยา เป้าหมายหลักคือ ใช้เป็นกระบวนการในการพัฒนาและตรวจสอบคุณภาพของ ผลิตภัณฑ์ทางการศึกษา โดยผลิตภัณฑ์ทางการศึกษา หมายถึง 1) วัตถุประสงค์ทางการศึกษา อันได้แก่ หนังสือแบบเรียน फिल्म สไลด์ เทปเสียง เทปโทรทัศน์ คอมพิวเตอร์ และ โปรแกรม คอมพิวเตอร์ ฯลฯ และ 2) วิธีการและกระบวนการทางการศึกษา เช่น ระบบการสอนและเทคนิค การสอนแบบต่าง ๆ ซึ่งในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยใช้รูปแบบการวิจัยและพัฒนา (Research and development) ในการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวคิดการสร้างความรู้ เพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

กระบวนการวิจัยและพัฒนาทางการศึกษา

การวิจัยและพัฒนาทางการศึกษา มีกระบวนการที่นักวิจัยและนักการศึกษากำหนดขึ้น จึงอาจมีรูปแบบที่แตกต่างกัน ได้แก่

Gall, Gall, and Borg (2007, pp. 589-591) ได้กล่าวถึงรูปแบบการวิจัยและพัฒนาทางการศึกษาที่นิยมใช้กันมากของ Dick and Carey ซึ่งออกแบบวงจรการวิจัยและพัฒนา (R&D cycle) ประกอบไปด้วย 10 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 ระบุเป้าหมายของการจัดการเรียนรู้ (Identify instructional goals) ซึ่งการระบุเป้าหมายของการจัดการเรียนรู้ จะทำโดยการวิเคราะห์ความต้องการ (Need analysis) ก่อน แล้วจึงกำหนดเป้าหมายของการจัดการเรียนรู้

ขั้นตอนที่ 2 วิเคราะห์การจัดการเรียนรู้ (Conduct instructional analysis) ขั้นตอนนี้ อาจทำก่อนหรือหลังขั้นตอนที่ 3 หรืออาจจะทำไปพร้อมๆ กันก็ได้ การวิเคราะห์การจัดการเรียนรู้ เป็นการดำเนินการเพื่อกำหนดทักษะการเรียนรู้ ขั้นตอนการดำเนินการและภาระงานของผู้เรียนที่จะทำให้ผู้เรียนบรรลุตามเป้าหมายที่กำหนด

ขั้นตอนที่ 3 วิเคราะห์ผู้เรียนและบริบท (Analyze learners and contexts) เป็นการศึกษาทักษะเบื้องต้นและทัศนคติของผู้เรียน ซึ่งนำมาใช้ออกแบบการจัดการเรียนรู้ ความรู้ใหม่ และทักษะที่ต้องใช้

ขั้นตอนที่ 4 เขียนจุดประสงค์เชิงปฏิบัติ (Write performance objectives) ในที่นี้ก็คือ การเขียนวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมที่สามารถวัดได้หรือสังเกตได้ของบทเรียนแต่ละหน่วย ซึ่งผู้เรียนจะต้องแสดงออกในรูปของงานหรือภารกิจหลังจากสิ้นสุดบทเรียนแล้ว โดยนำผลลัพธ์ที่ได้จาก 3 ขั้นตอนแรกมาพิจารณา ซึ่งเครื่องมือที่ใช้ประกอบด้วย แบบประเมินผล กลยุทธ์การจัดการเรียนรู้ และสื่อการจัดการเรียนรู้

ขั้นตอนที่ 5 พัฒนาเครื่องมือประเมินผล (Develop assessment instruments) ซึ่งเครื่องมือประเมินผลที่สร้างขึ้นต้องตรงกับความรู้และทักษะเฉพาะในจุดประสงค์เชิงปฏิบัติ

ขั้นตอนที่ 6 พัฒนากลยุทธ์ด้านการจัดการเรียนรู้ (Develop instructional strategy) เป็นการพัฒนาขึ้นเพื่อช่วยเหลือผู้เรียนให้บรรลุเป้าหมายจุดประสงค์เชิงปฏิบัติ

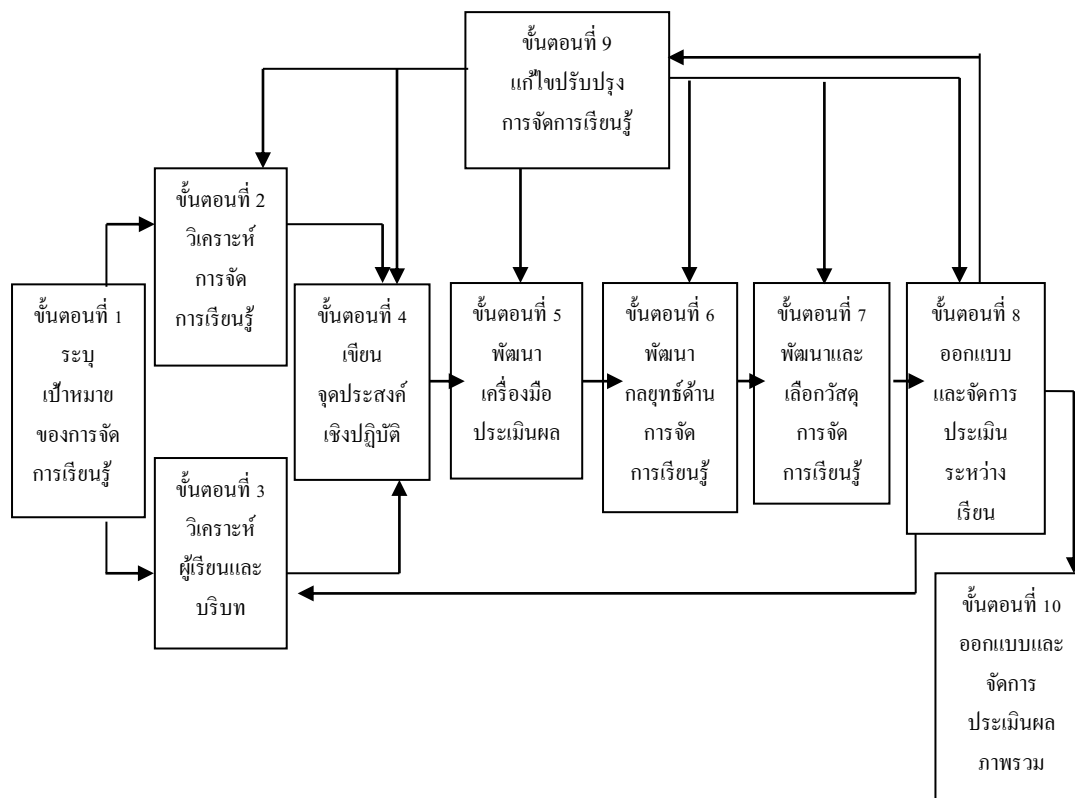
ขั้นตอนที่ 7 พัฒนาและเลือกวัสดุการจัดการเรียนรู้ (Develop and select instructional materials) เป็นขั้นตอนการพัฒนาสื่อการจัดการเรียนรู้ ซึ่งรวมถึงสื่อสิ่งพิมพ์ เช่น ตำราเรียน คู่มือการฝึกอบรมหรือสื่ออื่น ๆ เช่น ระบบวิดีโอเชิงโต้ตอบ (Interactive video systems) ถ้ากลยุทธ์ในการจัดการเรียนรู้ของคุณ ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้หรือแนวทางที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้

ขั้นตอนที่ 8 ออกแบบและจัดการประเมินระหว่างเรียน (Design and conducts formative evaluation) เป็นขั้นตอนการประเมินระหว่างการจัดการเรียนรู้ เพื่อนำข้อมูลไปใช้ตัดสินใจปรับปรุงการจัดการเรียนรู้ในขั้นตอนที่ 9

ขั้นตอนที่ 9 แก้ไขปรับปรุงการจัดการเรียนรู้ (Revise instruction) เป็นขั้นตอนของการนำผลการประเมินระหว่างดำเนินการมาใช้ปรับปรุงการเรียนการสอน โดยอาจพิจารณาปรับปรุงได้ตั้งแต่ขั้นตอนที่ 1 ถึงขั้นตอนที่ 7 แล้วแต่ผลการประเมินว่าจะต้องปรับปรุงในขั้นตอนใด อาจเป็นการปรับปรุงเป้าหมายการจัดการเรียนรู้ การวิเคราะห์การจัดการเรียนรู้ การวิเคราะห์ผู้เรียนและบริบท จุดประสงค์เชิงปฏิบัติ เครื่องมือการประเมิน กลยุทธ์การจัดการเรียนรู้ และสื่อการจัดการเรียนรู้ ให้มีผลการประเมินระหว่างดำเนินการเป็นที่น่าพึงพอใจ

การประเมินระหว่างดำเนินการสามารถแบ่งออกเป็น 3 ระดับ ได้แก่ 1) การทดลองสื่อการจัดการเรียนรู้แบบหนึ่งต่อหนึ่ง (ผู้ประเมิน 1 คน ผู้เรียน 1 คน) 2) การทดลองกลุ่มเล็กกับผู้เรียน 6-8 คน 3) การทดลองภาคสนามกับทั้งชั้นเรียน ขั้นตอนการประเมินผลนี้ขึ้นอยู่กับวิธีการรวบรวมข้อมูลเชิงคุณภาพอย่างมาก ตัวอย่างเช่น การสัมภาษณ์และการสังเกตโดยนักวิจัย จากผลลัพธ์เบื้องต้น โปรแกรมการศึกษาจะได้รับการแก้ไขและพัฒนาเพิ่มเติม และทดลองใช้กับผู้เรียนจำนวนมาก การประเมินอีกครั้งเกี่ยวข้องกับวิธีการเชิงคุณภาพเป็นหลักแม้ว่าอาจใช้วิธีการเชิงปริมาณ (เช่น การทดสอบประสิทธิภาพหรือการจัดอันดับ) จากผลลัพธ์เหล่านี้โปรแกรมจะได้รับการปรับปรุงและเผยแพร่ออกไปมากขึ้นและจากนั้นจะมีการทดลองภาคสนามในสถานการณ์ที่ค่อนข้างใกล้เคียงกับบริบทที่จะใช้ในท้ายที่สุด (เช่น ชั้นเรียนที่มีขนาดของจำนวนนักเรียนปกติ)

ขั้นตอนที่ 10 ออกแบบและจัดการประเมินผลภาพรวม (Design and conduct summative evaluation) เป็นขั้นตอนเมื่อจบกระบวนการพัฒนาผลิตภัณฑ์หรือโปรแกรม ซึ่งการประเมินผลภาพรวมในขั้นตอนที่ 10 นี้ไม่ใช่ส่วนหนึ่งของกระบวนการออกแบบ เพราะไม่เกี่ยวข้องกับผู้ออกแบบการจัดการเรียนรู้ แต่เกี่ยวข้องกับบุคคลภายนอกที่มาประเมิน แสดงได้ดังภาพที่ 2-1



ภาพที่ 2-1 รูปแบบการวิจัยและพัฒนาการเรียนการสอนของ Dick and Carey (2005 cited in Gall et al., 2007, p. 590)

วาโร เฟ็งส์วส์ดี (2552, หน้า 3-4) ได้นำเสนอขั้นตอนกระบวนการวิจัยและพัฒนาประกอบไปด้วย 4 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 การสำรวจ สังเคราะห์สภาพปัญหาและความต้องการ เป็นการดำเนินการวิจัยเชิงสำรวจ (Survey research) หรือการสังเคราะห์เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องเพื่หาคำตอบเกี่ยวกับสภาพปัญหาความต้องการเกี่ยวกับผลิตภัณฑ์รวมทั้งลักษณะที่เหมาะสมของผลิตภัณฑ์ที่ต้องการให้พัฒนา ผลการดำเนินการในขั้นตอนนี้จะทำให้ผู้วิจัยสามารถพัฒนาผลิตภัณฑ์ได้สอดคล้องเหมาะสมกับความต้องการของกลุ่มเป้าหมายที่จะใช้ผลิตภัณฑ์ที่พัฒนาขึ้น

ขั้นตอนที่ 2 การออกแบบพัฒนาผลิตภัณฑ์ เป็นการดำเนินการ โดยการนำความรู้และผลการวิจัยที่ได้จากขั้นตอนที่ 1 มาพัฒนาผลิตภัณฑ์โดยการกำหนดวัตถุประสงค์เฉพาะของการพัฒนาผลิตภัณฑ์ การกำหนดวิธีที่จะพัฒนาผลิตภัณฑ์ และทรัพยากรที่ต้องการเพื่อการพัฒนาผลิตภัณฑ์ทั้งในด้านกำลังคน งบประมาณ วัสดุ ครุภัณฑ์ และระยะเวลา หลังจากนั้นจึงดำเนินการพัฒนาผลิตภัณฑ์ให้มีลักษณะหรือรูปแบบตามความต้องการของกลุ่มเป้าหมาย ส่วนผลิตภัณฑ์ที่จะ

พัฒนามีลักษณะอย่างไรหรือส่วนประกอบของผลิตภัณฑ์มีอะไรบ้างจะขึ้นอยู่กับชนิดของผลิตภัณฑ์นั้น ๆ ในขั้นตอนของการพัฒนาผลิตภัณฑ์นี้จะต้องใช้บุคลากรที่มีความเชี่ยวชาญเฉพาะทางในการสร้างผลิตภัณฑ์แต่ละชนิด

ขั้นตอนที่ 3 การทดลองใช้ผลิตภัณฑ์ เมื่อสร้างผลิตภัณฑ์เสร็จแล้วจะต้องนำไปตรวจสอบความเหมาะสมและประสิทธิภาพของผลิตภัณฑ์ ถ้าหากผลการตรวจสอบความเหมาะสมและประสิทธิภาพยังไม่เป็นที่พึงพอใจหรือมีบางส่วนที่ไม่สมบูรณ์จะต้องดำเนินการปรับปรุงแก้ไขจนกระทั่งผลิตภัณฑ์มีความเหมาะสมและมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนด สำหรับการทดลองใช้ผลิตภัณฑ์จะดำเนินการ ดังนี้

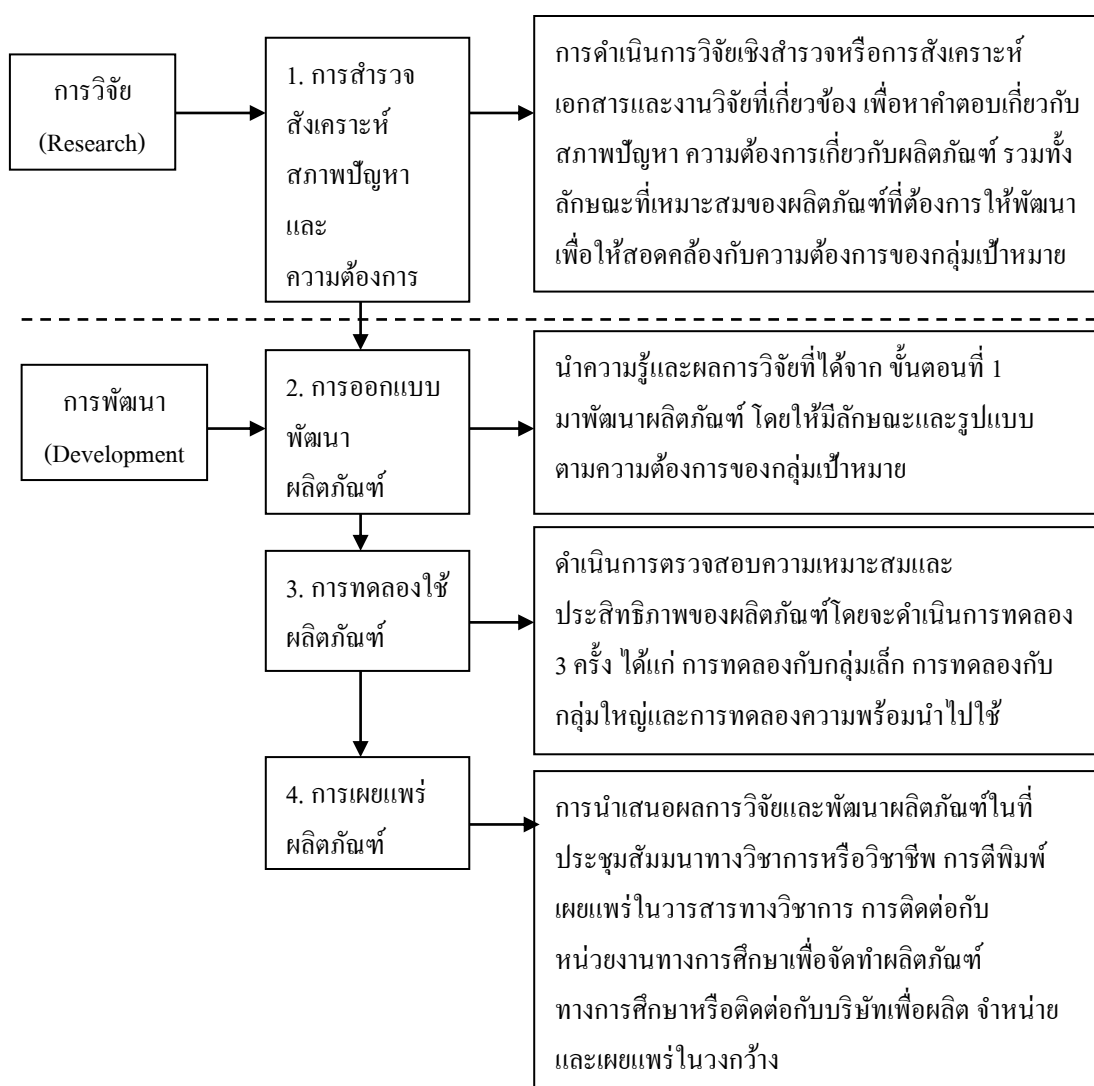
1. การทดลองกับกลุ่มเป้าหมายขนาดเล็ก เป็นการทดลองเบื้องต้น โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อรวบรวมผลประเมินเชิงคุณภาพเบื้องต้นของผลิตภัณฑ์ มักนิยมทดลองใช้ผลิตภัณฑ์ในโรงเรียน 1-3 โรงเรียน เด็กนักเรียน 6-12 คน เก็บรวบรวมข้อมูลโดยสังเกต สัมภาษณ์ สอบถาม แล้วนำข้อมูลไปวิเคราะห์เพื่อปรับปรุงรูปแบบของผลิตภัณฑ์

2. การทดลองกับกลุ่มเป้าหมายขนาดใหญ่ เป็นการนำผลิตภัณฑ์ไปทดลองกับกลุ่มเป้าหมายที่มีขนาดใหญ่ หรือเรียกว่ากลุ่มนำร่อง (Pilot group) ซึ่งได้แก่ การนำไปใช้ในโรงเรียน 5-15 โรงเรียน มีจำนวนนักเรียน 30-100 คน โดยมีการทดสอบก่อนและหลังการใช้ผลิตภัณฑ์ นำผลที่ประเมินเปรียบเทียบกับวัตถุประสงค์หรือกลุ่มควบคุมที่เหมาะสม วัตถุประสงค์หลักของการทดลองใช้ผลิตภัณฑ์ในกลุ่มขนาดใหญ่ เพื่อต้องการที่จะบ่งชี้ว่าผลิตภัณฑ์ที่พัฒนาขึ้นเป็นไปตามวัตถุประสงค์ของการพัฒนาหรือไม่ ระเบียบวิธีวิจัยที่ใช้ในการดำเนินการของขั้นตอนนี้จะใช้วิธีการวิจัยเชิงทดลอง (Experimental design) แล้วนำผลการวิจัยมาแก้ไขปรับปรุงผลิตภัณฑ์

3. การทดลองความพร้อมนำไปใช้ หลังจากปรับปรุงรูปแบบผลิตภัณฑ์จนมีความมั่นใจในด้านคุณภาพ ผู้วิจัยจึงนำรูปแบบไปทดลองใช้ เพื่อตรวจสอบความพร้อมสู่การปฏิบัติ โดยนำไปใช้ในโรงเรียน 10-30 โรงเรียน นักเรียน 40-200 คน รวบรวมข้อมูลโดยการสัมภาษณ์และสังเกต เพื่อตรวจสอบว่าผลิตภัณฑ์ทางการศึกษาที่พัฒนาขึ้นมีความพร้อมที่จะนำไปใช้ในโรงเรียนได้หรือไม่เพียงใด แล้วนำสารสนเทศที่ได้จากขั้นตอนนี้มาแก้ไขปรับปรุงผลิตภัณฑ์ เช่น คู่มือในการใช้ผลิตภัณฑ์มีความชัดเจนหรือไม่ เป็นต้น การดำเนินการในขั้นตอนนี้เป็นการประเมินผลการใช้ผลิตภัณฑ์ในภาพรวมทั้งหมด ซึ่งจะประเมินทั้งตัวผลิตภัณฑ์ กระบวนการใช้ผลิตภัณฑ์ ผลที่ได้รับจากการใช้ผลิตภัณฑ์ ปัญหาและอุปสรรคต่าง ๆ เป็นต้น ผลที่ได้จากการประเมินจะนำไปสู่การตัดสินใจปรับปรุงผลิตภัณฑ์นั้น ๆ หากพิจารณาแล้วพบว่าไม่คุ้มค่าหรือเสี่ยงอันตรายก็จะยุติการใช้ผลิตภัณฑ์นั้น แต่ถ้าหากผลการประเมินพบว่าผลิตภัณฑ์ที่พัฒนาขึ้นสามารถนำไปใช้ได้เป็น

อย่างดีก็จะนำไปสู่การดำเนินการขั้นต่อไปคือการจดลิขสิทธิ์ การเผยแพร่ และการประชาสัมพันธ์
ในวงกว้าง

ขั้นตอนที่ 4 การเผยแพร่ผลิตภัณฑ์ เป็นการนำผลการวิจัยและผลิตภัณฑ์ไปเผยแพร่ เช่น
การนำเสนอในที่ประชุมสัมมนาทางวิชาการหรือวิชาชีพ การตีพิมพ์เผยแพร่ในวารสารทางวิชาการ
การติดต่อกับหน่วยงานทางการศึกษาเพื่อจัดทำผลิตภัณฑ์ทางการศึกษาเผยแพร่ไปในโรงเรียน
ต่าง ๆ หรือติดต่อกับบริษัทเพื่อผลิตจำหน่ายและเผยแพร่ในวงกว้างต่อไป แสดงได้ดังภาพที่ 2-2



ภาพที่ 2-2 ขั้นตอนของการวิจัยและพัฒนาของวาโร เฟ็งสวัสดิ์ (วาโร เฟ็งสวัสดิ์, 2552, หน้า 4)

จากการศึกษากระบวนการวิจัยและพัฒนาจากนักวิจัยและนักการศึกษาข้างต้น
ผู้วิจัยได้นำกระบวนการวิจัยและพัฒนามาสังเคราะห์ขั้นตอนกระบวนการวิจัยและพัฒนา

ที่ใช้ในงานวิจัย ดังตารางที่ 2-2

ตารางที่ 2-2 การสังเคราะห์ขั้นตอนกระบวนการวิจัยและพัฒนาที่ใช้ในงานวิจัย

ขั้นตอนกระบวนการวิจัยและพัฒนาของ Gall et al. (2007)	ขั้นตอนกระบวนการวิจัยและ พัฒนาของ วาโร เฟ็งสวัสดิ์ (2552)	การสังเคราะห์ขั้นตอน กระบวนการวิจัยและพัฒนา ของผู้วิจัย
1) ระบุเป้าหมายของการจัดการเรียนรู้ ทำโดยการวิเคราะห์ความต้องการก่อน แล้วจึงกำหนดเป้าหมายของการจัดการเรียนรู้	1) การสำรวจ สังเคราะห์ สภาพปัญหาและความต้องการ เป็นการดำเนินการวิจัย	1) การศึกษาข้อมูลเบื้องต้น เป็นการสำรวจ สภาพปัญหา ความต้องการ เพื่อกำหนดเป้าหมายของ
2) วิเคราะห์การจัดการเรียนรู้ เป็นการดำเนินการเพื่อกำหนดทักษะ การเรียนรู้ ขั้นตอนการดำเนินการและ ภาระงานของผู้เรียนที่จะทำให้ผู้เรียนบรรลุ ตามเป้าหมายที่กำหนด	เชิงสำรวจหรือการสังเคราะห์ เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง เพื่อหาคำตอบเกี่ยวกับ สภาพปัญหา ความต้องการ เกี่ยวกับผลิตภัณฑ์ รวมทั้ง ลักษณะที่เหมาะสมของ ผลิตภัณฑ์ที่ต้องการให้พัฒนา	การจัดการเรียนรู้ และศึกษา แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง กับเป้าหมายที่ต้องการพัฒนา
3) วิเคราะห์ผู้เรียนและบริบท เป็นการศึกษาทักษะเบื้องต้นและทัศนคติ ของผู้เรียน ซึ่งนำมาใช้ออกแบบการจัด การเรียนรู้ ความรู้ใหม่ และทักษะที่ต้องใช้	เพื่อให้สอดคล้องกับ ความต้องการของกลุ่มเป้าหมาย	
4) เขียนจุดประสงค์เชิงปฏิบัติ เป็นการเขียนวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม ที่สามารถวัดได้หรือสังเกตได้ของบทเรียน แต่ละหน่วย ซึ่งผู้เรียนจะต้องแสดงออก ในรูปของงานหรือภารกิจหลังจากสิ้นสุด บทเรียน ซึ่งเครื่องมือที่ได้ประกอบด้วย แบบประเมินผล กลยุทธ์การจัดการเรียนรู้ และสื่อการจัดการเรียนรู้	2) การออกแบบพัฒนา ผลิตภัณฑ์ เป็นนำความรู้และผลการวิจัย ที่ได้จาก ขั้นตอนที่ 1 มาพัฒนา ผลิตภัณฑ์ โดยให้มีลักษณะและ รูปแบบตามความต้องการของ กลุ่มเป้าหมาย	2) การพัฒนารูปแบบ การจัดการเรียนรู้ เป็นการนำความรู้ที่ได้จาก ขั้นตอนที่ 1 มาพัฒนารูปแบบ การจัดการเรียนรู้ กระบวนการ กิจกรรม การจัดการเรียนรู้ สื่อ การจัดการเรียนรู้ และ การประเมินผล
5) พัฒนาเครื่องมือประเมินผล ซึ่งเครื่องมือประเมินผลที่สร้างขึ้นต้องตรง กับความรู้และทักษะเฉพาะในจุดประสงค์ เชิงปฏิบัติ		
6) พัฒนากลยุทธ์ด้านการจัดการเรียนรู้ เป็นการพัฒนาขึ้นเพื่อช่วยเหลือผู้เรียนให้ บรรลุเป้าหมายจุดประสงค์เชิงปฏิบัติ		

ตารางที่ 2-2 (ต่อ)

ขั้นตอนกระบวนการวิจัยและพัฒนาของ Gall et al. (2007)	ขั้นตอนกระบวนการวิจัยและ พัฒนาของ วาโร เฟ็งส์วัตตี	การสังเคราะห์ขั้นตอน กระบวนการวิจัยและพัฒนา ของผู้วิจัย
7) พัฒนาและเลือกวัสดุการจัดการเรียนรู้ เป็นขั้นตอนการพัฒนาสื่อการจัดการเรียนรู้ แผนการจัดการเรียนรู้หรือแนวทางที่ใช้ใน การจัดการเรียนรู้		
8) ออกแบบและจัดการประเมินระหว่าง เรียน เป็นขั้นตอนการประเมินระหว่างการจัดการ เรียนรู้ เพื่อนำข้อมูลไปใช้ตัดสินใจปรับปรุง การจัดการเรียนรู้ในขั้นตอนที่ 9	3) การทดลองใช้ผลิตภัณฑ์ เป็นการตรวจสอบ ความเหมาะสมและ ประสิทธิภาพของผลิตภัณฑ์ โดยจะดำเนินการทดลอง 3 ครั้ง ได้แก่ การทดลองกับกลุ่มเล็ก การทดลองกับกลุ่มใหญ่และ การทดลองความพร้อมนำไปใช้	3) การทดลองใช้รูปแบบ การจัดการเรียนรู้ เป็นการทดลองใช้รูปแบบ การจัดการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้น โดยทดลองนำร่องเพื่อให้ ต้นแบบที่พัฒนาขึ้นมี ความสมบูรณ์ เหมาะสมที่จะ นำไปใช้ จากนั้นนำต้นแบบ ที่สมบูรณ์ไปใช้กับ กลุ่มเป้าหมาย
9) แก้ไขปรับปรุงการจัดการเรียนรู้ เป็นการนำผลการประเมินระหว่าง ดำเนินการมาใช้ปรับปรุงการเรียนการสอน โดยอาจพิจารณาปรับปรุงได้ตั้งแต่ขั้นตอน ที่ 1 ถึงขั้นตอนที่ 7 แล้วแต่ผลการประเมิน ว่าจะต้องปรับปรุงในขั้นตอนใด	4) การเผยแพร่ผลิตภัณฑ์ เป็นการนำเสนอผลการวิจัย และพัฒนาผลิตภัณฑ์ในที่ ประชุมสัมมนาทางวิชาการหรือ วิชาชีพ การตีพิมพ์เผยแพร่ ในวารสารทางวิชาการ	4) การประเมินผลและ ปรับปรุงรูปแบบการจัด การเรียนรู้ เป็นการนำผลจาก การทดลองมาวิเคราะห์เพื่อ ประเมินผลและปรับปรุง
10) ออกแบบและจัดการประเมินผล ภาพรวม เป็นขั้นตอนเมื่อจบ กระบวนการพัฒนาผลิตภัณฑ์หรือ โปรแกรม ซึ่งการประเมินผลภาพรวมใน ขั้นตอนที่ 10 นี้ไม่ใช่ส่วนหนึ่งของ กระบวนการออกแบบ เพราะไม่เกี่ยวข้อง กับผู้ออกแบบการจัดการเรียนรู้	การติดต่อกับหน่วยงานทาง การศึกษาเพื่อจัดทำผลิตภัณฑ์ ทางการศึกษาหรือติดต่อกับ บริษัทเพื่อผลิต จำหน่าย และ เผยแพร่ในวงกว้าง	รูปแบบการจัดการเรียนรู้ให้มี ความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น จากนั้น จัดทำรูปแบบการจัด การเรียนรู้ที่สมบูรณ์เพื่อ เผยแพร่ให้บุคคลที่สนใจ นำมาใช้

จากตารางที่ 2-2 การสังเคราะห์ขั้นตอนกระบวนการวิจัยและพัฒนาที่ใช้ในงานวิจัย แสดงให้เห็นว่า กระบวนการวิจัยและพัฒนา (R&D) ผู้วิจัยจะต้องตรวจสอบและปรับปรุงต้นแบบ นวัตกรรมอย่างต่อเนื่องในลักษณะของ R&D คือ การวิจัยครั้งที่ 1 (R1) การพัฒนาครั้งที่ 1 (D1) การวิจัยครั้งที่ 2 (R2) การพัฒนาครั้งที่ 2 (D2) การวิจัยครั้งที่ 3 (R3) การพัฒนาครั้งที่ 3 (D3), ..., การวิจัยครั้งที่ n (Rn) การพัฒนาครั้งที่ n (Dn) ซึ่งผู้วิจัยสามารถทำวิจัยและพัฒนาได้มากกว่า 2 ครั้ง เพื่อให้ได้นวัตกรรมที่มีประสิทธิภาพมาก เนื่องจากได้ผ่านกระบวนการตรวจสอบและปรับปรุง หลายขั้นตอน จากการสังเคราะห์ขั้นตอนกระบวนการวิจัยและพัฒนา ผู้วิจัยได้ออกแบบ แนวทางการดำเนินการวิจัยแบบ R&D เป็น 4 ขั้นตอน ดังต่อไปนี้

ขั้นตอนที่ 1 การศึกษาข้อมูลเบื้องต้น เป็นการสำรวจสภาพปัญหา ความต้องการ เพื่อกำหนดเป้าหมายของการจัดการเรียนรู้ ศึกษาแนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับเป้าหมายที่ต้องการพัฒนา

ขั้นตอนที่ 2 การพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ เป็นการนำความรู้ที่ได้จากขั้นตอนที่ 1 มาพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ กระบวนการ กิจกรรมการจัดการเรียนรู้ สื่อการจัดการเรียนรู้ และการประเมินผล

ขั้นตอนที่ 3 การทดลองใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ เป็นการทดลองใช้รูปแบบ การจัดการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้น โดยทดลองนำร่องเพื่อให้ต้นแบบที่พัฒนาขึ้นมีความสมบูรณ์ เหมาะสมที่จะนำไปใช้ จากนั้นนำต้นแบบที่สมบูรณ์ไปใช้กับกลุ่มทดลองจริง

ขั้นตอนที่ 4 การประเมินผลและปรับปรุงรูปแบบการจัดการเรียนรู้ เป็นการนำผลจาก การทดลองมาวิเคราะห์เพื่อประเมินผลและปรับปรุงรูปแบบการจัดการเรียนรู้ให้มีความสมบูรณ์ ยิ่งขึ้น จากนั้นจัดทำรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่สมบูรณ์เพื่อเผยแพร่ให้บุคคลที่สนใจนำมาใช้

การพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้

การนำเสนอแนวคิดเกี่ยวกับการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ประกอบด้วยข้อมูล 3 ประเด็น ได้แก่ ความหมาย องค์ประกอบ และกระบวนการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ ซึ่งนำเสนอรายละเอียด ดังนี้

ความหมายของรูปแบบการจัดการเรียนรู้

คำว่า รูปแบบการสอน รูปแบบการเรียนการสอน และรูปแบบการจัดการเรียนรู้อย่างคงเป็น คำที่มีการนำมาใช้ในความหมายที่เหมือนกัน นักการศึกษาหลายท่านได้ให้ความหมายของรูปแบบ การจัดการเรียนรู้ไว้ ดังนี้

ทิสนา เขมมณี (2560, หน้า 221) ได้ให้ความหมายของรูปแบบการสอน คือ สภาพลักษณะของการเรียนการสอนที่ครอบคลุมองค์ประกอบสำคัญซึ่งได้รับการจัดไว้อย่างเป็นระเบียบ ตามหลักปรัชญา ทฤษฎี หลักการ แนวคิดหรือความเชื่อต่าง ๆ โดยประกอบด้วย กระบวนการหรือขั้นตอนสำคัญในการเรียนการสอน รวมทั้งวิธีสอนและเทคนิคการสอนต่าง ๆ ที่สามารถช่วยให้สภาพการเรียนการสอนนั้นเป็นไปตามทฤษฎี หลักการหรือแนวคิดที่ยึดถือ รูปแบบจะต้องได้รับการพิสูจน์ ทดสอบ หรือยอมรับว่ามีประสิทธิภาพ สามารถใช้เป็นแบบแผนในการเรียนการสอนให้บรรลุวัตถุประสงค์เฉพาะของรูปแบบนั้น ๆ

เซเลอร์ อเล็กซานเดอร์และเลวิส (Saylor, Alexander, & Lewis, 1981, p. 271) ได้ให้ความหมายของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ (Teaching model) หมายถึงแบบ (Pattern) ของการจัดการเรียนรู้ที่มีการจัดกระทำเชิงพฤติกรรมขึ้นจำนวนหนึ่งที่มีความแตกต่างกัน เพื่อจุดหมายที่เฉพาะเจาะจงอย่างใดอย่างหนึ่ง

จอยซ์, เวลล์ และคาลฮอล (Joyce, Weil, & Calhoun, 2015, p. 5) กล่าวว่า รูปแบบการจัดการเรียนรู้ (Model of teaching) หมายถึง วิธีการสร้างสิ่งส่งเสริมการจัดการเรียนรู้ที่กระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดกระบวนการเรียนรู้ โดยผู้เรียนได้เรียนรู้ผ่านการมีปฏิสัมพันธ์กับองค์ประกอบต่าง ๆ ของรูปแบบการจัดการเรียนรู้เป็นวิธีการสร้างสิ่งส่งเสริมการเรียนรู้และกระตุ้นให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ผ่านการมีปฏิสัมพันธ์กัน ซึ่งแต่ละรูปแบบจะช่วยให้ผู้เรียนบรรลุวัตถุประสงค์ต่างกัน ได้แก่ ด้านความรู้ คุณค่า ทักษะ การจัดการเรียนรู้ช่วยพัฒนาความสามารถของผู้เรียนทั้งทางสังคม และทางด้านวิชาการ การเลือกใช้การจัดการเรียนรู้โดยการวางแผน พิจารณาจากบทเรียนที่สอน และหลักสูตร แล้วนำมาออกแบบวัสดุอุปกรณ์ และโปรแกรมมัลติมีเดียที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้ การจัดการเรียนรู้ที่เลือกเป็นองค์ประกอบพื้นฐานสำหรับโรงเรียน โดยมีเป้าหมายทั่วไปคือเพื่อให้โรงเรียนมีมาตรฐานสูง การใช้รูปแบบจะออกแบบจากโรงเรียน หลักสูตร หน่วยการสอน และบทเรียน ซึ่งหลักสำคัญในการออกแบบโดยใช้ปรัชญาและจิตวิทยาในการสอน รวมถึงทฤษฎีพื้นฐาน ในการออกแบบ เพื่ออธิบายเหตุผลที่ผู้สร้างรูปแบบคาดหวังว่าหลักจากออกแบบจะบรรลุเป้าหมายที่กำหนดไว้

จากแนวคิดดังกล่าวข้างต้นสามารถสรุปได้ว่า รูปแบบการจัดการเรียนรู้ หมายถึงแบบแผนการดำเนินการจัดการเรียนรู้โดยมีความสัมพันธ์กับหลักปรัชญา จิตวิทยาในการจัดการเรียนรู้ ทฤษฎี หลักการ แนวคิดหรือความเชื่อต่าง ๆ เป็นพื้นฐาน เพื่อพัฒนาผู้เรียนให้บรรลุวัตถุประสงค์เฉพาะของรูปแบบนั้น ๆ

องค์ประกอบของรูปแบบการจัดการเรียนรู้

รูปแบบการจัดการเรียนรู้มีองค์ประกอบสำคัญต่าง ๆ ดังที่นักการศึกษาหลายท่านให้หลักการ ดังนี้

จอยซ์ และคณะ (Joyce, et al., 2000, pp. 13-14) กล่าวถึงองค์ประกอบร่วมของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ ดังนี้

1. เป้าหมายของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่ต้องการให้เกิดขึ้น
2. หลักปรัชญาและหลักจิตวิทยาที่ใช้ในการจัดการเรียนและการสอน ซึ่งต้องอาศัยทฤษฎีที่เกี่ยวข้องเป็นพื้นฐานเพื่อให้สามารถอธิบายว่ารูปแบบที่สร้างขึ้นนั้นจะมีผลลัพธ์ตามเป้าหมายที่กำหนดไว้
3. รายละเอียดเกี่ยวกับขั้นตอนการสอนหรือการดำเนินการสอน
4. การประเมินผลที่แสดงให้เห็นถึงผลที่คาดว่าจะเกิดขึ้นจากการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้

มอร์ (Moore, 2015, pp. 170-171) ได้กล่าวถึง องค์ประกอบสำคัญของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ ซึ่งสามารถดำเนินการเป็นวงจรประกอบด้วย 7 ขั้นตอน ดังนี้

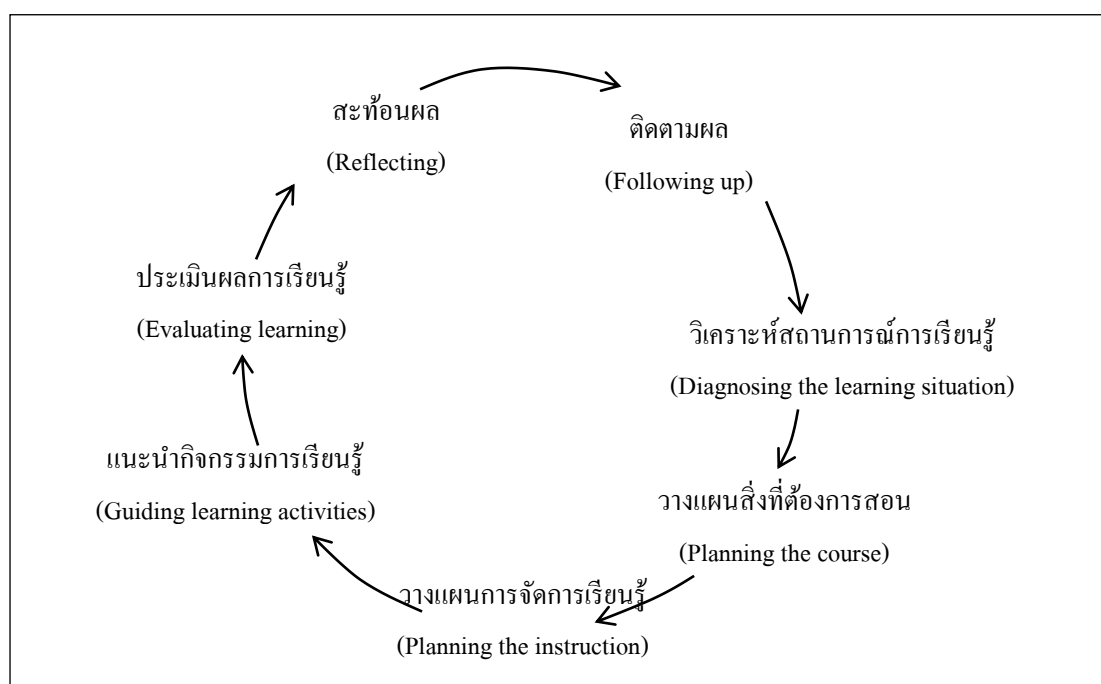
1. ขั้นการวิเคราะห์สถานการณ์การเรียนรู้ (Diagnosing the learning situation) เกี่ยวกับการเลือกหลักสูตร โดยพิจารณาจากเชื้อชาติ ที่ตั้งและเขตพื้นที่ เพื่อพิจารณาความต้องการของนักเรียน ความต้องการของสังคม และเนื้อหารายวิชา โดยการเปรียบเทียบเนื้อหาความรู้มาตรฐานของนักเรียนกับสิ่งที่ต้องการรู้ จากนั้นกำหนดแนวคิดที่ต้องการสอน สอนซ้ำหรือสอนโดยการขยายเนื้อหาความรู้
2. ขั้นวางแผนสิ่งที่ต้องการสอน (Planning the course) โดยการร่างข้อมูลที่ต้องการสอนได้แก่ ที่มาของเนื้อหา ลำดับเนื้อหา และเวลาที่ต้องใช้ในการสอน
3. ขั้นวางแผนการจัดการเรียนรู้ (Planning the instruction) โดยเขียนจุดประสงค์การเรียนรู้ หลังจากนั้นเลือกยุทธวิธีและกิจกรรมที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้เพื่อให้นักเรียนบรรลุเป้าหมายที่ตั้งไว้
4. ขั้นแนะนำกิจกรรมการเรียนรู้ (Guiding learning activities) โดยครูแนะนำการทำกิจกรรมเป็นลำดับขั้นตอน โดยใช้ความรู้ของนักเรียน ทฤษฎีการเรียนรู้ และกระบวนการสอนที่มีประสิทธิภาพ
5. ขั้นประเมินผลการเรียนรู้ (Evaluating learning) เป็นการกำหนดเพื่อตรวจสอบว่านักเรียนบรรลุเป้าหมายตามจุดประสงค์ของบทเรียนหรือไม่ โดยการทดสอบ การนำเสนอหรือชิ้นงาน ผลการเรียนรู้ของนักเรียนจะช่วยให้ครูเตรียมการสอนต่อไปกล่าวคือ ถ้านักเรียนสามารถ

แสดงสิ่งที่เรียนรู้ได้ ให้เริ่มวงจรถัดไป แต่ถ้านักเรียนไม่สามารถอธิบายสิ่งที่เรียนรู้ได้ให้ไปขั้นตอนถัดไป

6. ขั้นสะท้อนผล (Reflecting) เป็นสิ่งที่ครูควรสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้จากการวิเคราะห์ข้อมูลที่สอนว่าบรรลุจุดประสงค์หรือไม่ หรือควรสอนบทเรียนซ้ำอีกครั้ง

7. ขั้นติดตามผล (Following up) การเสริมข้อมูลที่นักเรียนได้เรียนรู้ให้สมบูรณ์หรือเพิ่มเติมความรู้ให้นักเรียน และเมื่อแน่ใจว่านักเรียนได้รับความรู้เรียบร้อยแล้วให้เริ่มกระบวนการสอนเรื่องใหม่ต่อไป

ขั้นตอนรูปแบบการจัดการเรียนรู้ของมอร์สามารถนำมาเขียนเป็นวงจรประกอบด้วย 7 ขั้นตอน ดังแสดงในภาพที่ 2-3



ภาพที่ 2-3 ขั้นตอนรูปแบบการจัดการเรียนรู้ของมอร์ (Moore, 2015, p. 171)

ทิสนา เขมมณี (2560, หน้า 221-222) ได้กล่าวถึงองค์ประกอบสำคัญของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ ดังนี้

1. มีปรัชญา ทฤษฎี หลักการ แนวคิด หรือความเชื่อที่เป็นพื้นฐานหรือเป็นหลักของรูปแบบการจัดการเรียนรู้นั้น ๆ

2. มีการบรรยายและอธิบายสภาพหรือลักษณะของการจัดการเรียนการสอนที่สอดคล้องกับหลักการที่ยึดถือ

3. มีการจัดระบบ คือ มีการจัดองค์ประกอบและความสัมพันธ์ขององค์ประกอบของระบบให้สามารถนำผู้เรียนไปสู่เป้าหมายของระบบหรือกระบวนการนั้น ๆ

4. มีการอธิบายหรือให้ข้อมูลเกี่ยวกับวิธีสอนและเทคนิคการสอนต่าง ๆ อันจะช่วยให้กระบวนการจัดการเรียนรู้นั้น ๆ เกิดประสิทธิภาพสูงสุด

อาภรณ์ ใจเที่ยง (2553, หน้า 8-9) กล่าวว่า องค์ประกอบย่อยที่ทำให้การจัดการเรียนรู้เกิดความสมบูรณ์ไม่บกพร่อง ได้แก่

1. การตั้งจุดประสงค์การสอน เป็นองค์ประกอบสำคัญอันดับแรกของการสอน ทำให้ผู้สอนทราบว่าสอนเพื่ออะไร ให้ผู้เรียนเกิดพฤติกรรมใดบ้าง มากน้อยเพียงใด เป็นการสอนที่มีเป้าหมาย ขณะเดียวกันการตั้งจุดประสงค์การสอนจะเป็นประโยชน์ต่อผู้สอนในการเตรียมเนื้อหา การสอน การเลือกใช้วิธีสอน เลือกใช้สื่อการสอน และการวัดผลให้สอดคล้องกับจุดประสงค์การสอน

2. การกำหนดเนื้อหา องค์ประกอบข้อนี้ หมายรวมถึง การเลือกและการจัดลำดับเนื้อหาที่สอนด้วย การกำหนดเนื้อหาจะทำให้ผู้สอนได้ทราบว่าสอนอะไร ผู้สอนควรได้รับประสบการณ์ใดบ้าง ประสบการณ์ใดควรได้รับก่อน และในขอบเขตมากน้อยเพียงใดจึงจะเหมาะสม การกำหนดเนื้อหาไว้ล่วงหน้าจะทำให้การสอนมีสาระคุ้มค่ากับเวลาที่ผ่านไปและมีคุณค่าแก่ผู้เรียน

3. การจัดกิจกรรมการเรียนการสอน ข้อนี้เป็นองค์ประกอบสำคัญเช่นกัน เพราะทำให้ผู้สอนทราบว่าสอนอย่างไร ใช้วิธีการใดในการเสนอหรือสร้างประสบการณ์ให้แก่ผู้เรียน ซึ่งจะต้องใช้วิธีการที่เหมาะสม อาจใช้วิธีเดียวหรือหลายวิธีในการสอนแต่ละครั้ง โดยจะต้องเป็นวิธีที่เหมาะสมกับลักษณะของเนื้อหาวิชากับผู้เรียน กับสภาพห้องเรียน และสอดคล้องกับจุดประสงค์การสอนที่กำหนดไว้

4. การใช้สื่อการสอน สื่อการสอนเป็นส่วนสำคัญในการช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ได้ชัดเจนและเร็วขึ้น ตลอดจนช่วยสร้างความสนใจได้ดี สื่อการสอนที่ดีจะช่วยให้การสอนดำเนินไปได้ราบรื่นและสะดวกคล่องตัวแก่ผู้เรียน การเตรียมสื่อการสอนทำให้ผู้สอนทราบว่าใช้อะไรเป็นสื่อช่วยสร้างประสบการณ์ให้แก่ผู้เรียน เพื่อให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ได้ดีที่สุด

5. การวัดผลประเมินผล องค์ประกอบข้อนี้ช่วยให้ผู้สอนทราบว่า การสอนที่ผ่านมานั้นบรรลุผลหรือไม่ มากน้อยเพียงใด ผู้เรียนเกิดผลสัมฤทธิ์ตามจุดประสงค์ที่กำหนดไว้หรือไม่ มีตอนใดหรือจุดประสงค์ข้อใดบ้างที่ยังไม่บรรลุ ทำให้ผู้สอนสามารถแก้ไขข้อบกพร่องได้ตรงจุด

การวัดผลประเมินผลนี้มีประโยชน์ทั้งต่อผู้เรียนและผู้สอน ผู้สอนจึงต้องทำการวัดผลประเมินผลทุกครั้งที่สอน

ดังนั้นจากแนวคิดดังกล่าวข้างต้นสามารถสรุปได้ว่าองค์ประกอบของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ประกอบด้วย 1. หลักการ 2. จุดมุ่งหมาย 3. ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ และ 4. การวัดผลและประเมินผลการเรียนรู้

กระบวนการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้

รูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่สามารถนำไปใช้พัฒนาผู้เรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพ จะต้องผ่านกระบวนการพัฒนาและจัดองค์ประกอบต่าง ๆ อย่างเป็นระบบ ซึ่งนักการศึกษาได้อธิบายแนวทางการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ไว้ ดังนี้

ทิตานา เขมมณี (2560, หน้า 201-204) ได้กล่าวถึง ขั้นตอนในการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ไว้ 10 ขั้นตอน ได้แก่

1. กำหนดจุดมุ่งหมายการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ให้ชัดเจน
2. ศึกษาหลักการ/ ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง เพื่อกำหนดองค์ประกอบและเห็นแนวทางในการจัดความสัมพันธ์ขององค์ประกอบต่าง ๆ ของรูปแบบการจัดการเรียนรู้
3. ศึกษาสภาพการณ์และปัญหาที่เกี่ยวข้อง เพื่อช่วยในการค้นพบองค์ประกอบที่สำคัญที่จะช่วยให้รูปแบบการจัดการเรียนรู้มีประสิทธิภาพเมื่อนำไปใช้จริง ปัญหาและอุปสรรคต่าง ๆ เป็นสิ่งที่ต้องนำมาพิจารณาในการจัดองค์ประกอบและจัดความสัมพันธ์ขององค์ประกอบทั้งหลาย การนำข้อมูลจากความเป็นจริงมาใช้ในการสร้างรูปแบบจะช่วยจัดหรือป้องกันปัญหาอันจะทำให้รูปแบบนั้นขาดประสิทธิภาพ
4. กำหนดองค์ประกอบของรูปแบบ ได้แก่ การพิจารณาว่า มีอะไรบ้างที่สามารถช่วยให้เป้าหมายหรือจุดมุ่งหมายบรรลุผลสำเร็จ
5. จัดกลุ่มองค์ประกอบของรูปแบบ ได้แก่ การนำองค์ประกอบที่กำหนดไว้มาจัดหมวดหมู่เพื่อความสะดวกในการคิดและดำเนินการในขั้นต่อไป
6. จัดความสัมพันธ์ขององค์ประกอบของรูปแบบ โดยพิจารณาว่าองค์ประกอบใดเป็นเหตุและเป็นผลขึ้นต่อกันในลักษณะใด สิ่งใดควรมาก่อนมาหลัง สิ่งใดสามารถดำเนินการคู่ขนานกันไปได้ ขั้นนี้เป็นขั้นที่ใช้เวลาในการพิจารณา ซึ่งนอกจากจะอาศัยหลักตรรกะแล้วยังสามารถใช้วิธีการทดสอบทางสถิติเข้ามาช่วยหาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรทั้งหลายได้ว่า อะไรสัมพันธ์กันโดยตรงหรือโดยอ้อม
7. เขียนแผนผังแสดงรูปแบบ โดยนำเสนอความคิดของตนออกมาเป็นผังจำลองขององค์ประกอบของรูปแบบ และการจัดความสัมพันธ์ขององค์ประกอบนั่นเอง

8. ทดลองใช้รูปแบบเพื่อศึกษาผลที่เกิดขึ้น

9. ประเมินผลกระทบ โดยการศึกษาผลที่เกิดขึ้นจากการทดลองรูปแบบว่าได้ผลตามเป้าหมายหรือไม่ใกล้เคียงกับเป้าหมายที่กำหนดไว้

10. ปรับปรุงรูปแบบโดยปรับปรุงรูปแบบให้ดีขึ้น

บราวน์ และกรีน (Brown, & Green, 2016, pp. 11-12) ได้กล่าวว่าวิธีการพื้นฐานในการพัฒนากระบวนการจัดการเรียนรู้ที่นิยมใช้กันคือรูปแบบแอดดี (ADDIE model) มีวิธีการดำเนินการ 5 ขั้นตอน ได้แก่ การวิเคราะห์ (Analyze) การออกแบบ (Design) การพัฒนา (Develop) การนำไปใช้ (Implement) และการประเมินผล (Evaluate) ซึ่งสอดคล้องกับ ริชี เคลน และเทรซี (Richey, Klein, & Tracey, 2011, pp. 19-20) ที่กล่าวถึงรูปแบบแอดดี และได้อธิบายรายละเอียดในแต่ละขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 การวิเคราะห์ กิจกรรมที่ปฏิบัติในขั้นนี้ ได้แก่

1. การวิเคราะห์ปัญหาและความต้องการในการจัดการเรียนรู้
2. การวิเคราะห์ระบบ สิ่งแวดล้อม และสภาพขององค์กร เพื่อพิจารณาถึงทรัพยากรและอุปสรรคต่าง ๆ
3. การศึกษาลักษณะของกลุ่มประชากร
4. การวิเคราะห์เป้าหมายและจุดประสงค์ว่าเป็นการเรียนรู้ในลักษณะใด เช่น การเรียนรู้เนื้อหา การเรียนรู้ทักษะ หรือการเรียนรู้ที่เป็นความต้องการเฉพาะ

ขั้นที่ 2 การออกแบบกิจกรรมที่ปฏิบัติในขั้นนี้ ได้แก่

1. การกำหนดเป้าหมาย จุดประสงค์ที่สามารถสังเกตได้ วัดได้
2. การจัดลำดับเป้าหมายและจุดประสงค์ให้ง่ายต่อการเรียนและการปฏิบัติ
3. การวางแผนการประเมินผลการเรียนรู้และการปฏิบัติ
4. การพิจารณากลวิธีการเรียนการสอนให้เหมาะกับเนื้อหา การจัดกลุ่มการทำกิจกรรมของผู้เรียนในลักษณะต่าง ๆ ในลักษณะกลุ่มและรายบุคคล

5. การคัดเลือกสื่อการเรียนการสอน

ขั้นที่ 3 การพัฒนา กิจกรรมที่ปฏิบัติในขั้นนี้ ได้แก่

1. การสร้างสื่อ/ กิจกรรมหรือโปรแกรมการเรียนการสอนตามที่ได้ออกแบบไว้
2. การทดสอบ (Try out) สื่อ/ กิจกรรมหรือโปรแกรมการเรียนการสอนกับกลุ่มเป้าหมาย
3. การปรับปรุงสื่อ/ กิจกรรมหรือโปรแกรมการเรียนการสอน

ขั้นที่ 4 การนำไปใช้ กิจกรรมที่ปฏิบัติในขั้นนี้ ได้แก่

1. การเผยแพร่ สื่อ/ กิจกรรมหรือโปรแกรมการเรียนการสอนที่สร้างขึ้น เช่น การติดตั้ง การซ่อมบำรุงสื่อ การจัดอบรมให้ครูรู้วิธีการใช้สื่อ/ กิจกรรมหรือโปรแกรมการเรียนการสอนที่สร้างขึ้น การให้คำแนะนำและนิเทศการใช้สื่อ/ กิจกรรมหรือโปรแกรมการเรียนการสอน
2. การให้ความช่วยเหลือ สนับสนุนให้ครูยอมรับสื่อ/ กิจกรรมหรือโปรแกรมการเรียนการสอนที่สร้างขึ้นและนำสื่อไปใช้

ขั้นที่ 5 การประเมิน กิจกรรมที่ปฏิบัติในขั้นนี้ ได้แก่

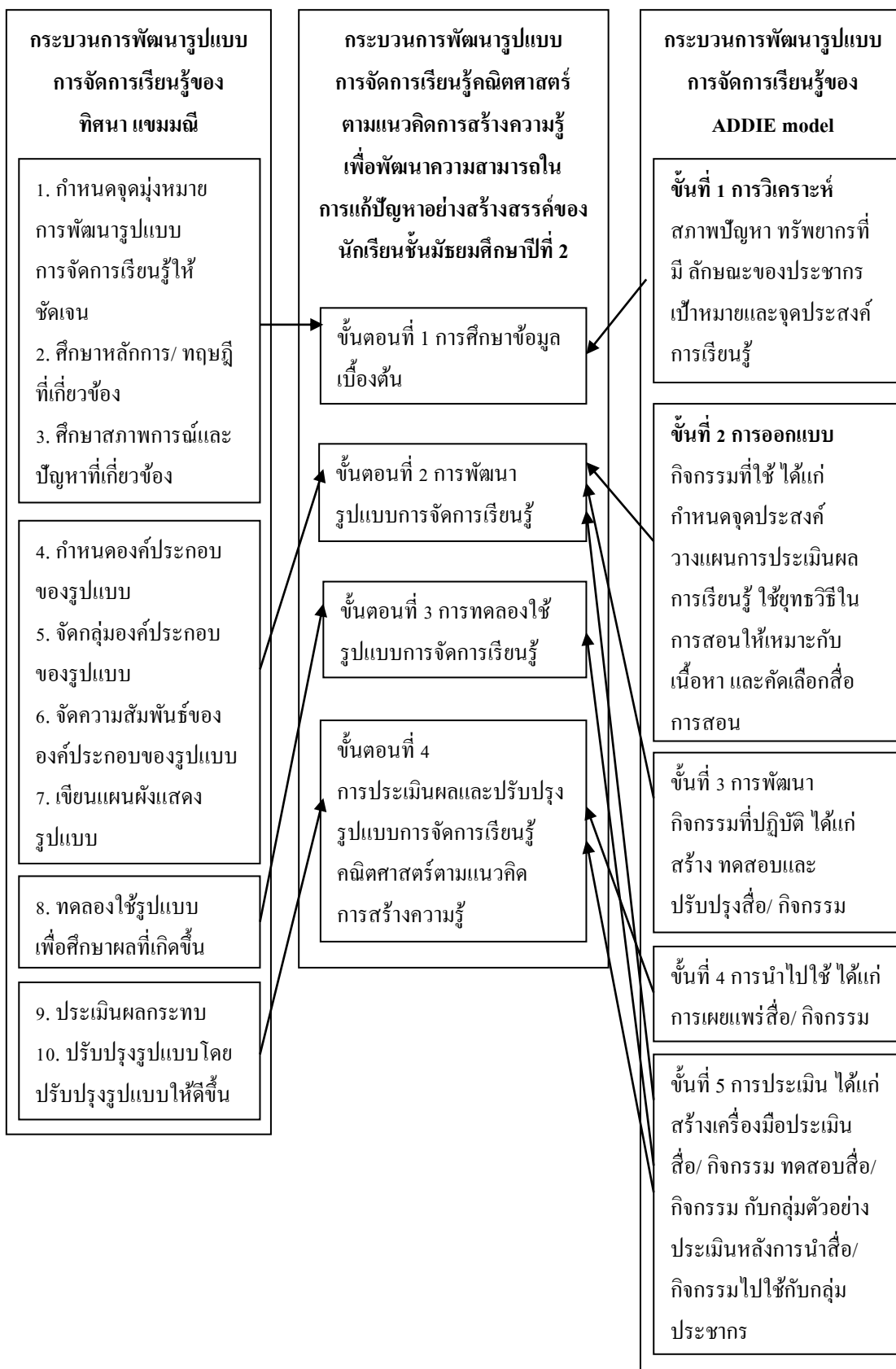
1. การสร้างเครื่องมือเพื่อประเมินสื่อ/ กิจกรรมหรือโปรแกรมการเรียนการสอน ตามจุดประสงค์ที่กำหนดไว้
2. การทดสอบ (Try-out) สื่อ/ กิจกรรมหรือโปรแกรมการเรียนการสอนและเครื่องมือวัด ประเมินผลกับกลุ่มตัวอย่าง เพื่อวินิจฉัยผลการเรียนรู้ที่เกิดจากผู้เรียน และรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับความสำเร็จและความล้มเหลวในการใช้โปรแกรมการเรียนการสอนที่สร้างขึ้นเพื่อนำไปปรับปรุงให้สมบูรณ์
3. การประเมินภายหลังการนำสื่อ/ กิจกรรมหรือโปรแกรมการเรียนการสอน ไปใช้กับ กลุ่มประชากร

การศึกษาค้นคว้าเกี่ยวกับการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้สามารถสรุปขั้นตอนสำคัญในการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ได้ดังนี้ (Brown, & Green, 2016, pp. 11-12; Richey et al., 2011, pp. 19-21; ทิศนา แคมมณี, 2560, หน้า 201-204)

1. การวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้นเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้ ได้แก่ สภาพปัญหาและความต้องการในการจัดการเรียนรู้
2. การศึกษาหลักการ แนวคิดทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง เพื่อนำมาใช้เป็นพื้นฐานของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่จะสร้าง
3. กำหนดองค์ประกอบของรูปแบบ ได้แก่ การพิจารณาว่า มีอะไรบ้างที่สามารถช่วยให้เป้าหมายหรือจุดมุ่งหมายบรรลุผลสำเร็จ
4. การกำหนดแนวทางในการจัดการเรียนรู้ไปใช้
5. การทดสอบประสิทธิภาพของรูปแบบการจัดการเรียนรู้
6. การปรับปรุงรูปแบบการจัดการเรียนรู้

จากการศึกษาแนวคิดเกี่ยวกับการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้สรุปได้ว่า การพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ต้องทำอย่างเป็นระบบ โดยเริ่มจากการศึกษาข้อมูลเบื้องต้นเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้ สภาพปัญหาและความต้องการในการจัดการเรียนรู้ ศึกษาหลักการ แนวคิดหรือ

ทฤษฎีที่ใช้เป็นพื้นฐานในการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ กำหนดองค์ประกอบสำคัญของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ ซึ่งจะต้องมีความสอดคล้องกับการกำหนดแนวทางในการนำรูปแบบการจัดการเรียนรู้ไปใช้ ประเมินความเป็นไปได้ของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ จากนั้นจึงนำผลที่ได้มาปรับปรุงและพัฒนาเพื่อให้ได้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่มีคุณภาพ ซึ่งในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้สังเคราะห์กระบวนการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ของ ADDIE model และทฤษฎีแมมมณี มาใช้ในการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ในงานวิจัย ดังภาพที่ 2-4



ภาพที่ 2-4 กระบวนการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ในงานวิจัย

ในการวิจัยและพัฒนา รูปแบบการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวคิดการสร้างความรู้ เพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 มีรายละเอียดในแต่ละขั้นตอน ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 การศึกษาข้อมูลเบื้องต้น เป็นการสำรวจสภาพปัญหา ความต้องการ เพื่อกำหนดเป้าหมายของการจัดการเรียนรู้ ศึกษาแนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับเป้าหมายที่ต้องการพัฒนา ประกอบด้วย

1. การศึกษาข้อมูลเบื้องต้นเกี่ยวกับหลักสูตรและการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์
2. การศึกษาข้อมูลพื้นฐานเกี่ยวกับสภาพและปัญหาการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์
3. การศึกษาแนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการสร้างความรู้ (Constructivism)
4. การศึกษาแนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์
5. การศึกษาแนวทางในการจัดการเรียนรู้การแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์

ขั้นตอนที่ 2 การพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ เป็นการนำความรู้ที่ได้จากขั้นตอนที่ 1 มาพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ กระบวนการ กิจกรรมการจัดการเรียนรู้ สื่อการจัดการเรียนรู้ และการประเมินผล ประกอบด้วย

1. การสร้างรูปแบบการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวคิดการสร้างความรู้
2. การประเมินและตรวจสอบคุณภาพของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ก่อนนำไปใช้
3. การปรับปรุงรูปแบบการจัดการเรียนรู้ก่อนนำไปทดลองใช้จริง
4. การสร้างเครื่องมือในการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์

ตามแนวคิดการสร้างความรู้เพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

ขั้นตอนที่ 3 การทดลองใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ เป็นการทดลองใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้น โดยทดลองนำร่องเพื่อให้ต้นแบบที่พัฒนาขึ้นมีความสมบูรณ์เหมาะสมที่จะนำไปใช้ จากนั้นนำต้นแบบที่สมบูรณ์ไปใช้กับกลุ่มทดลองจริง ประกอบด้วย

1. การศึกษานำร่อง (Pilot study)
2. นำไปทดลองใช้จริง

ขั้นตอนที่ 4 การประเมินผลและปรับปรุงรูปแบบการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ตามแนวคิดการสร้างความรู้ เป็นการนำผลจากการทดลองมาวิเคราะห์เพื่อประเมินผลและปรับปรุงรูปแบบการจัดการเรียนรู้ให้มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น จากนั้นจัดทำรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่สมบูรณ์เพื่อเผยแพร่ให้บุคคลที่สนใจนำมาใช้ ประกอบด้วย

1. ประเมินผลและปรับปรุงรูปแบบการจัดการเรียนรู้

2. จัดทำและเผยแพร่รูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่สมบูรณ์

แนวคิด ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์

ในส่วนแรกผู้วิจัยได้นำเสนอความสามารถในการแก้ปัญหา ความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ ความสัมพันธ์ของการแก้ปัญหากับความคิดสร้างสรรค์ ความหมายของการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ เพื่อเป็นพื้นฐานความรู้ไปสู่การสังเคราะห์ขั้นตอนการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ที่ใช้ในงานวิจัย ดังนี้

ความสามารถในการแก้ปัญหา

การนำเสนอความสามารถในการแก้ปัญหประกอบด้วยข้อมูล ได้แก่ ความหมายของปัญหา ความหมายของปัญหาทางคณิตศาสตร์ ความหมายของการแก้ปัญหา ความหมายของการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ ปัจจัยที่มีผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ ประโยชน์ของการแก้ปัญหา ยุทธวิธีที่นิยมนำมาใช้ในการแก้ปัญหา แนวทางในการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหา ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหา ขั้นตอนกระบวนการแก้ปัญหา และการประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ โดยนำเสนอรายละเอียดตามประเด็นดังต่อไปนี้

ความหมายของปัญหา (Problem)

เมเยอร์และวิทท็อก (Mayer & Wittrock, 2006, p. 288 cited in Eggen & Kauchak, 2010, p. 258) กล่าวว่าปัญหา คือสิ่งที่ผู้แก้ปัญหารู้สิ่งที่ต้องการหาคำตอบแต่ขาดแนวทางที่ชัดเจนในการแก้ปัญหาให้สำเร็จ

ครูลิก, รูดนิค และมิลู (Krulik, Rudnick, & Milou, 2003, p. 91) กล่าวว่าปัญหา คือสถานการณ์ที่เกี่ยวกับจำนวนหรือความต้องการในการแก้ปัญหาเป็นรายบุคคลหรือกลุ่มซึ่งยังไม่พบแนวทางในการแก้ปัญหา

อุษณีย์ อนุรุทวงศ์ (2555, หน้า 212) กล่าวว่าปัญหาเป็นสถานการณ์ที่ต้องการการคิดการแก้ไขที่ได้มาจากการสังเคราะห์ และความรู้ที่เคยเรียนรู้แต่ก่อน มาใช้ให้เหมาะสมกับสถานการณ์ซึ่งมักจะเกี่ยวข้องกับสิ่ง 3 สิ่งนี้ คือ

1. การยอมรับว่าเป็นปัญหาหรือรู้ว่า นี่คือปัญหา หรือสังเกตว่าเป็นสิ่งที่ควรได้รับการแก้ไขแม้ว่าคนอื่นอาจมองข้าม และคิดว่าเป็นเรื่องปกติ
2. อุปสรรคของปัญหาหรืออุปสรรคของจุดมุ่งหมาย
3. สิ่งที่เป็นอุปสรรคจนเกิดความต้องการที่จะแก้ไขให้บรรลุจุดมุ่งหมาย

จอห์น (Jones, 2003 cited in Barmby, Thompson, & Bolden, 2014) กล่าวว่าปัญหา หมายถึง เส้นทางการไปสู่คำตอบที่ไม่ชัดเจน

จากความหมายทั้งหมด สรุปได้ว่าปัญหา หมายถึงสถานการณ์ที่ให้บางสิ่งมาไม่ครบและ ผู้แก้ปัญหาต้องการแก้ไข หากคำตอบโดยใช้ความรู้เดิม มาช่วยแก้ไขให้บรรลุเป้าหมาย

ความหมายของปัญหาทางคณิตศาสตร์ (Mathematical problem)

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2555 ก, หน้า 7) ได้ระบุปัญหาทางคณิตศาสตร์หมายถึง สถานการณ์ที่เกี่ยวกับคณิตศาสตร์ซึ่งเผชิญอยู่และต้องการค้นหาคำตอบ โดยที่ยังไม่รู้วิธีการหรือขั้นตอนที่จะได้คำตอบของสถานการณ์นั้นในทันที

ชาร์ลส์และเลสเตอร์ (Charles & Lester, 1982, p. 5) กล่าวว่าปัญหาทางคณิตศาสตร์เป็น สถานการณ์หรืองานคณิตศาสตร์ (Mathematics tasks) ที่ผู้เรียนเผชิญและต้องการค้นหาคำตอบ โดยในขณะนั้นเขายังไม่เห็นลู่ทางในการหาคำตอบและเขาต้องใช้ความพยายามในการหาคำตอบ

แอนเดอร์สันและพินกรี (Anderson & Pingry, 1973, p. 228) กล่าวว่า ปัญหาทางคณิตศาสตร์เป็นสถานการณ์หรือคำถามที่ต้องการวิธีการแก้ไขหรือหาคำตอบ ซึ่งผู้ตอบจะทำได้ต้องมีวิธีการที่เหมาะสม ใช้ความรู้ ประสบการณ์และการตัดสินใจที่เหมาะสม

อดัม (Adam, 1977, p. 176) กล่าวว่า ปัญหาทางคณิตศาสตร์เป็นสถานการณ์ที่เกี่ยวกับ ปริมาณและคำตอบที่ต้องการจะเกี่ยวข้องกับปริมาณด้วย ซึ่งจะรวมถึงปัญหาที่เป็นภาษา ปัญหาที่เป็นเรื่องราว และปัญหาที่เป็นคำพูด

จากความหมายทั้งหมด สรุปได้ว่า ปัญหาทางคณิตศาสตร์ หมายถึงสถานการณ์ที่เผชิญอยู่และต้องการค้นหาคำตอบ โดยมีข้อมูลบางส่วนให้ ซึ่งผู้แก้ปัญหาไม่รู้วิธีการหรือ ขั้นตอนที่จะได้คำตอบของปัญหานั้นในทันที

ความหมายของการแก้ปัญหา (Problem solving)

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2555 ข, หน้า 77) ได้กล่าวถึงการแก้ปัญหา เป็นการประยุกต์ความรู้ ขั้นตอนหรือกระบวนการทางคณิตศาสตร์ กลวิธีและยุทธวิธีแก้ปัญหา และประสบการณ์ที่มีอยู่ไปใช้ในการแก้ปัญหา ซึ่งปัญหาทางคณิตศาสตร์มักเป็นปัญหาที่ผู้เรียนไม่คุ้นเคยมาก่อน และต้องใช้การคิดที่หลากหลาย เช่น คิดวิเคราะห์ คิดเชื่อมโยง คิดเชิงตรรกะเพื่อหาแนวทางหรือวิธีการแก้ปัญหาที่มีประสิทธิภาพที่สุด

ไอเซนค (Eysenck, 2010, p. 458) ได้กล่าวว่า การแก้ปัญหาเป็นกิจกรรมเกี่ยวกับความรู้ ความเข้าใจที่เกี่ยวข้องกับการรับรู้ปัญหาผ่านขั้นตอนวิธีในการแก้ปัญหา ในรูปแบบต่าง ๆ ของการคิดเกี่ยวกับการแก้ปัญหบางอย่าง โดยมีลักษณะสำคัญในการแก้ปัญหา ดังนี้

1. จุดมุ่งหมายของสิ่งที่ต้องการแก้ปัญหา (กล่าวคือ เป้าหมาย)
2. ขึ้นอยู่กับการควบคุมขั้นตอนการดำเนินงานและไม่มีขั้นตอนการแก้ปัญหาคัดโนมัต

ปัญหาจะเกิดขึ้นเมื่อไม่สามารถหาวิธีในการแก้ปัญหาได้ในทันที ดังนั้น ปัญหาสำหรับคนส่วนใหญ่ (ได้แก่ การคำนวณคณิตศาสตร์) อาจจะไม่เป็นปัญหาสำหรับคนบางส่วนที่มีความเชี่ยวชาญในเรื่องคณิตศาสตร์ (เช่น นักคณิตศาสตร์)

กู๊ด (Good, 1973, p. 518) อธิบายว่าการแก้ปัญหาเป็นแบบแผนหรือวิธีการซึ่งอยู่ในสภาวะยุ่งยากลำบาก หรืออยู่ในสภาวะที่พยายามตรวจสอบข้อมูลที่ทำมาได้ ซึ่งมีความเกี่ยวข้องกับปัญหา มีการตั้งสมมติฐานและการตรวจสอบสมมติฐาน ภายใต้การควบคุมมีการเก็บข้อมูลจากการทดลองเพื่อหาความสัมพันธ์นั้นว่าจริงหรือไม่

คูเปอร์ (Cooper, 1986 อ้างถึงใน ไพฑูรย์ สินลารัตน์ และคณะ, 2558, หน้า 128) ได้อธิบายว่า การแก้ปัญหา เป็นความพยายามในการหาวิธีการแก้ไขสถานการณ์อย่างเป็นลำดับขั้น เพื่อให้บรรลุเป้าหมายที่ตั้งไว้ โดยที่ตนเองอาจไม่สามารถรู้วิธีการแก้ปัญหานั้น ได้อย่างทันทีทันใด

จากนักการศึกษาที่กล่าวมาข้างต้นสรุปได้ว่า การแก้ปัญหาเป็นการรับรู้ปัญหา ผ่านขั้นตอนวิธีการแก้ปัญหา และประยุกต์ใช้ความรู้เดิมมาช่วยในการแก้ปัญหา โดยมี การตั้งสมมติฐานของปัญหาและตรวจสอบผลที่ได้ว่าเป็นจริงหรือไม่

ความหมายของการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์

โพลยา (Polya, 1980, p. 1) กล่าวว่า การแก้ปัญหาคณิตศาสตร์เป็นการหาแนวทาง/วิธีการที่จะนำสิ่งที่ไม่รู้ในปัญหา หรือสิ่งที่ยุ่งยากออกไป เป็นการหาวิธีการที่ต้องการความสำเร็จในการแก้ไขอุปสรรคที่เผชิญเพื่อที่จะให้ได้ข้อสรุปและคำตอบที่ชัดเจน

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2555 ก, หน้า 7) กล่าวว่า การแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ หมายถึงกระบวนการในการประยุกต์ความรู้ทางคณิตศาสตร์ ขั้นตอน/กระบวนการแก้ปัญหา ยุทธวิธีแก้ปัญหา และประสบการณ์ที่มีอยู่ไปใช้ในการค้นหาคำตอบของปัญหาทางคณิตศาสตร์

อัมพร ม้าคอง (2547, หน้า 94) กล่าวว่า การแก้ปัญหาคณิตศาสตร์เป็นกระบวนการที่ซับซ้อนและเกี่ยวข้องกับความรู้ ทักษะและความสามารถหลายอย่าง เช่น ความรู้ในเนื้อหา ความรู้เกี่ยวกับขั้นตอนการทำงาน ทักษะการคิด และความสามารถในการประเมินการทำงานของตนเอง นอกจากนี้ยังเกี่ยวข้องกับประสบการณ์ เจตคติ และความเชื่อของผู้แก้ปัญหานั้นด้วย

จากการศึกษาข้างต้นสรุปได้ว่า การแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ หมายถึง การประยุกต์ความรู้ต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์มาใช้ในการแก้ปัญหาที่ผู้เรียนไม่คุ้นเคยมาก่อน โดยอาศัยกระบวนการคิดอย่างหลากหลาย ได้แก่ การคิดวิเคราะห์ คิดเชื่อมโยง คิดเชิงตรรกะ เพื่อหาคำตอบของปัญหาทางคณิตศาสตร์

ปัจจัยที่ส่งผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2555 ข, หน้า 77) ได้กล่าวถึง ปัจจัยที่ส่งผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ ดังนี้

1. ความสามารถในการทำความเข้าใจปัญหา เป็นความสามารถในการใช้ความรู้ ความเข้าใจที่มีอยู่มาใช้แปลความ ตีความหรือวิเคราะห์เพื่อให้มีความเข้าใจในปัญหารวมถึง การเลือกใช้เทคนิคหรือกลวิธีที่จะช่วยทำให้ปัญหามีความชัดเจนมากขึ้นซึ่งจะนำไปสู่แนวทาง ในการหาคำตอบ
2. ความรู้พื้นฐานความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่ผู้เรียนมีอยู่ เป็นสิ่งสำคัญที่ทำให้ผู้เรียนคิด และหาวิธีแก้ปัญหา ผู้เรียนที่มีความรู้พื้นฐานดี จะสามารถเชื่อมโยงความรู้ที่มีไปใช้ ในการแก้ปัญหาได้อย่างหลากหลายและมีประสิทธิภาพ
3. ประสบการณ์ในการแก้ปัญหา ผู้เรียนที่มีประสบการณ์ในการแก้ปัญหามักสามารถ ระลึกถึงขั้นตอนและวิธีการแก้ปัญหา รวมถึงกลวิธีแก้ปัญหาได้หลากหลาย ทำให้สามารถตัดสินใจ เลือกใช้วิธีแก้ปัญหาที่มีประสิทธิภาพได้อย่างรวดเร็ว
4. เจตคติต่อการแก้ปัญหา ผู้เรียนที่มีเจตคติที่ดีต่อการแก้ปัญหา จะมีความพยายามและความอดทนในการแก้ปัญหา ซึ่งในกระบวนการแก้ปัญหานั้น ไม่ว่าจะได้คำตอบหรือไม่ ผู้เรียนจะ ได้เรียนรู้และพัฒนาประสบการณ์จากการคิดและการทำงานเพื่อแก้ปัญหา

ประโยชน์ของการแก้ปัญหา

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2555 ข, หน้า 78) ได้ระบุ ประโยชน์ของการแก้ปัญหาคือเป็นกระบวนการที่จะทำให้ผู้เรียนมีทักษะในการนำความรู้ คณิตศาสตร์ไปใช้งานจริง การเรียนรู้จากการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์จะช่วยให้ผู้เรียนมีแนวทาง ในการคิดที่หลากหลาย มีนิสัยกระตือรือร้นและมีความมั่นใจในการแก้ปัญหาที่เผชิญอยู่ทั้งภายใน และภายนอกห้องเรียน ตลอดจนเป็นทักษะพื้นฐานที่ผู้เรียนสามารถนำไปใช้แก้ปัญหาคณิตศาสตร์ อื่น ๆ ในชีวิตประจำวันได้ตลอดชีวิต

สุคนธ์ สินธพานนท์, วรรัตน์ วรรณเลิศลักษณ์และพรณี สินธพานนท์ (2551, หน้า 104) ได้กล่าวถึงประโยชน์ของความสามารถในการคิดแก้ปัญหา ดังนี้

1. ทำให้เป็นผู้ที่ตื่นตัวในการเรียนรู้ปัญหา เพราะปัญหาจะเป็นสิ่งที่สร้างแรงจูงใจ ในการเรียนรู้
2. มีประสบการณ์ตรงในการเรียนรู้ รู้จักหาข้อมูลต่าง ๆ มาเป็นพื้นฐานสำคัญ ในการวิเคราะห์เพื่อการแก้ปัญหา

3. สามารถนำวิธีการคิดแก้ปัญหาไปประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหาต่าง ๆ ทำให้สามารถแก้ไขปัญหาต่าง ๆ ที่ผ่านเข้ามาในชีวิตได้อย่างถูกต้อง ส่งผลต่อการส่งเสริมสุขภาพจิต

4. ทำให้เป็นผู้ที่มีความหนักแน่นมั่นคง ใจกว้างยอมรับฟังความคิดเห็นซึ่งกันและกัน และมีการช่วยเหลือกัน

5. เป็นคนไม่เชื่อง่าย มีเหตุผลก่อนการตัดสินใจ

6. มีความรับผิดชอบต่อสังคม รับผิดชอบต่องานที่ได้รับมอบหมาย

7. สามารถทำงานร่วมกันอย่างเป็นประชาธิปไตย

8. ทำให้เป็นผู้ที่มีความจำในข้อมูลและวิธีการต่าง ๆ ได้ดี เพราะในการแก้ปัญหามักจะต้องคิดหาเหตุผลข้อมูลต่าง ๆ มาสัมพันธ์กัน

9. ทำให้เป็นผู้มีความรู้ ความคิด และทัศนกว้าง

จากการศึกษาข้างต้นพบว่า สรุปได้ว่าประโยชน์ของการแก้ปัญหา เป็นกระบวนการที่ผู้เรียนควรจะเรียนรู้ ฝึกฝนและพัฒนาให้เกิดทักษะขึ้นในตัวผู้เรียน เพราะการแก้ปัญหาช่วยให้ผู้เรียนมีประสบการณ์ตรงในการเรียนรู้ ได้นำความรู้คณิตศาสตร์ไปใช้แก้ปัญหาในสถานการณ์จริง มีแรงจูงใจในการเรียนรู้ มีความกระตือรือร้น มีความมั่นใจ รับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น มีเหตุผล ซึ่งเป็นทักษะพื้นฐานที่ผู้เรียนสามารถนำไปใช้แก้ปัญหาอื่น ๆ ในชีวิตประจำวันได้ตลอดชีวิต

ยุทธวิธีที่นิยมนำมาใช้ในการแก้ปัญหา

เคนเนดี (Kennedy, 1979, pp. 82-100) กล่าวว่า เมื่อต้องเผชิญกับปัญหา ผู้แก้ปัญหาต้องทำการสำรวจสิ่งที่กำหนดมาให้และเลือกยุทธวิธีที่สามารถแก้ปัญหาได้ ผู้แก้ปัญหาที่ดีต้องเลือกใช้ยุทธวิธีในการแก้ปัญหาให้เหมาะสม ยุทธวิธีที่นิยมนำมาใช้ในการแก้ปัญหา ได้แก่

1. การแสวงหาแบบรูป (Look for patterns) เป็นยุทธวิธีที่สำคัญทางคณิตศาสตร์ มีการใช้แบบรูปในการประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหามathematics อย่างมากมาย เช่น การค้นหาแบบรูปจากการจัดเรียงบล็อก

2. การวาดแผนภาพหรือรูปภาพ (Draw a diagram or picture) เป็นการแปลงสถานการณ์ปัญหาให้แสดงในรูปแผนภาพ

3. การสร้างแบบจำลอง (Make a model) มีลักษณะคล้ายคลึงกับรูปภาพ (Diagram) แต่การสร้างแบบจำลองจะใช้การวาดภาพมากกว่าเพื่อแสดงแนวทางการแก้ปัญหา เช่น การเล่นเกมสำหรับนักเรียนประถมศึกษาเพื่อฝึกการซื้อและการขาย การใช้แบบจำลองนาฬิกาเพื่อใช้บอกเวลา การใช้แบบจำลองสามมิติ เช่น ลูกบาศก์ พีระมิด และรูปเรขาคณิตสามมิติ เพื่อให้นักเรียนได้ศึกษาเกี่ยวกับรูป ซึ่งแบบจำลองมีประโยชน์มากกว่ารูปภาพ เพราะนักเรียนสามารถเคลื่อนย้ายได้

4. การสร้างตารางหรือกราฟ (Construct a table or graph) ซึ่งใช้ในการเก็บข้อมูลทางสถิติ ใช้ในการนำเสนอข้อมูล หรือใช้สำหรับการจัดการข้อมูลสำหรับการแก้ปัญหา

5. การคาดเดาและตรวจสอบ (Guess and check) เป็นการคาดเดาแนวทางการแก้ปัญหา เพื่อให้ได้คำตอบ และผู้แก้ปัญหาก็จะตรวจสอบเงื่อนไขของปัญหาอีกครั้งเพื่อปรับปรุงการคาดเดาให้ดีขึ้นจนมั่นใจว่าได้คำตอบที่ถูกต้อง

6. การสร้างรายการของสิ่งที่เป็นไปได้ทั้งหมด (Account for all possibilities) เป็นยุทธวิธีที่ดีเมื่อปัญหามีความเป็นไปได้จำนวนจำกัด และสามารถนำตารางมาช่วยในการแสดงความเป็นไปได้ของคำตอบ

7. การแสดงสถานการณ์ (Act it out) เป็นยุทธวิธีที่ให้นักเรียนนำปัญหามาสร้างเป็นสถานการณ์จำลองเสมือนจริง เช่น นักเรียนประถมศึกษาสามารถสร้างสถานการณ์ให้ห้องเรียนเป็นร้านค้า และให้นักเรียนมีประสบการณ์ในการซื้อและขายสินค้า โดยนักเรียนที่อายุมากกว่า จะมีประสบการณ์สามารถคำนวณได้ถูกต้อง และทำงานตรงตามเวลาที่กำหนดได้ดีกว่า

8. การเขียนประโยคทางคณิตศาสตร์ (Write a mathematical sentence) เป็นสิ่งที่ใช้เพื่อวัตถุประสงค์ 2 ประการ คือ 1. เพื่อแสดงว่านักเรียนมีความเข้าใจในสถานการณ์ปัญหา 2. เพื่อแสดงว่าสิ่งใดเป็นสิ่งที่ต้องคำนวณเพื่อแก้ปัญหา นักเรียนที่เขียนประโยคทางคณิตศาสตร์ได้ถูกต้อง แสดงให้เห็นถึงความเข้าใจในสถานการณ์ปัญหาและความสามารถในการดำเนินการเพื่อหาคำตอบ

9. การแปลงปัญหา (Restate the problem) เป็นการแปลงหรือปรับปัญหา เช่น การปรับจำนวนให้น้อยลงหรือคล้ายคลึงกับจำนวนเดิมเพื่อให้ง่ายต่อการแก้ปัญหา

10. การระบุสิ่งที่กำหนดให้และสิ่งที่ต้องการหาคำตอบ (Identify wanted-given information) เป็นยุทธวิธีที่ช่วยในการค้นหาสิ่งที่ต้องการหาคำตอบ โดยที่สิ่งที่ต้องการหาคำตอบ อาจอยู่ในรูปผลรวม ผลต่าง ผลคูณ ผลหาร หรือตอบในรูปอื่น และสิ่งที่กำหนดมาให้อาจจะอยู่ในรูปคู่ปัจจัย การคูณและการแยกตัวประกอบ หรือการจัดกลุ่มสิ่งเหล่านี้ เป็นต้น

11. การแยกชุดของสิ่งที่กำหนด หรือการเปลี่ยนรูปแบบสิ่งที่กำหนดมาให้ใหม่ (Break set, or change your point of view) เป็นการละทิ้งสิ่งที่ได้สังเกตมาก่อนในการแก้ปัญหา และกำหนดวิธีการแก้ปัญหาใหม่ที่แตกต่างจากวิธีเดิม การเปลี่ยนมุมมองปัญหาและสังเกตที่ส่วนประกอบของปัญหา นำลักษณะปัญหาที่เคยเรียนรู้มาพิจารณาพร้อม และจินตนาการถึงวิธีในการแก้ปัญหา

ครูลิขิต และคณะ (Krulik et al., 2003, pp. 94-100) ได้แนะนำยุทธวิธีที่ใช้ในการแก้ปัญหา คณิตศาสตร์แบบฮิวริสติก (Heuristics) เป็นแนวทางในการแก้ปัญหาเพื่อนำไปสู่คำตอบแต่ไม่สามารถยืนยันความถูกต้องของคำตอบ ได้แก่

1. การหาแบบรูป (Look for a pattern) เป็นแนวทางพื้นฐานในการเรียนคณิตศาสตร์ ซึ่งนักเรียนส่วนใหญ่จะใช้ในการสังเกตรูปแบบของจำนวนและรูปภาพ
 2. การวาดแผนภาพ (Draw a diagram) เป็นเครื่องมือในการเขียนแสดงปัญหาโดยการวาดภาพหรือเขียนแผนภาพแทนสถานการณ์ปัญหา
 3. การคาดเดาและตรวจสอบ (Guess and test) เป็นยุทธวิธีต้องระมัดระวังในการสร้างตารางเพื่อให้เห็นแนวทางในการทำงาน
 4. การให้เหตุผลเชิงตรรกะ (Use logical reasoning) ใช้กับปัญหาที่ไม่ใช่ปัญหาเชิงจำนวน ต้องอาศัยตรรกะในการคิดแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
 5. การทำงานย้อนกลับ (Work backward) เป็นวิธีการแก้ปัญหาโดยพิจารณาสถานการณ์สุดท้ายของปัญหาเป็นขั้นเริ่มต้นการแก้ปัญหา และสถานการณ์เริ่มต้นของปัญหาเป็นขั้นสุดท้ายของการแก้ปัญหา
 6. การเขียนสมการ (Write an equation) เป็นทักษะทางคณิตศาสตร์ด้านพีชคณิตช่วยในแปลงปัญหาให้อยู่ในรูปสมการเพื่อช่วยในการแก้ปัญหา
 7. การลดและเพิ่ม (Reduce and expand) เป็นยุทธวิธีที่ลดความซับซ้อนของปัญหาโดยการลดจำนวนกรณีที่เกิดขึ้น และเขียนแบบรูปแสดงจำนวนเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นจากการสังเกตต่อไป เช่น การหาวิธีการจับมือของนักบาสเก็ตบอล 2 ทีมว่านักบาสเก็ตบอลจะต้องจับมือกันทั้งหมดกี่ครั้ง
 8. การแก้ปัญหาโดยการทำให้ง่ายขึ้น (Solve a simpler problem) เนื่องจากบางปัญหาอยู่ในรูปจำนวนที่มีค่ามาก รูปทศนิยมหรือเศษส่วน ซึ่งลำบากต่อการดำเนินการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ดังนั้นการเปลี่ยนจำนวนให้อยู่ในรูปอย่างง่ายจะช่วยให้แก้ปัญหาได้ง่ายขึ้น เช่น การประมาณค่าเศษส่วนให้อยู่ในรูปจำนวนเต็มเพื่อให้ง่ายต่อการคำนวณ
 9. การสร้างสถานการณ์จำลองหรือการทดลอง (Simulate or experiment) ใช้สำหรับบางเหตุการณ์ที่ไม่เหมาะสมในการทดลองจริง จะใช้การสร้างสถานการณ์จำลองขึ้นมาช่วยให้เห็นภาพในการแก้ปัญหา อาจจะมีการสร้างสัญลักษณ์ขึ้นมาในสมการเพื่อแสดงปัญหา
 10. การสร้างตาราง (Make a table) เป็นแนวทางที่สำคัญในการจัดการข้อมูล ตารางช่วยแสดงข้อมูลให้ดูง่ายขึ้นและเห็นรูปแบบของข้อมูล
 11. การย้อนกลับและสะท้อนผล (Look back and reflect) เป็นการทบทวนว่าคำตอบที่ได้รับถูกต้อง สมเหตุสมผลหรือไม่ พิจารณาปัจจัยที่ใช้ในการเลือกยุทธวิธีในการหาคำตอบ และสามารถใช้อุทธวิธีนี้ในสถานการณ์อื่นได้หรือไม่
- โครงการคณิตศาสตร์ในเขตพื้นที่ (Lane county mathematics project, 1984 cited in Eysenck, 2010, pp. 41-44) ได้แนะนำยุทธวิธีที่ใช้ในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์มี 5 แบบ ดังนี้

1. คาดเดาและตรวจสอบ (Guess and check) ซึ่งการใช้ทักษะนี้ทำให้คาดเดาและตรวจสอบปัญหาเกี่ยวกับเงื่อนไขของปัญหา ผลที่ได้ช่วยให้ผู้แก้ปัญหาสามารถสร้างข้อคาดการณ์ใหม่ คาดเดาปัญหาได้ละเอียดขึ้น
2. การหาแบบรูป (Look for a pattern) ในบางปัญหาอาจต้องสังเกตหารูปแบบ ซึ่งบางครั้งอาจอยู่ในรูปของภาพ อยู่ในรูปตัวเลขหรือทั้งสองอย่าง เมื่อค้นหารูปแบบได้แล้วปัญหาที่ได้รับก็จะได้รับการแก้ไข
3. การจัดทำรายการอย่างเป็นระบบ (Make a systematic list) ซึ่งทักษะนี้ใช้เมื่อจำเป็นต้องอธิบายทางเลือกที่เป็นไปได้ทั้งหมด และการสร้างรายการอย่างเป็นระบบนี้ช่วยให้ตัดรายการของเหตุการณ์ที่เป็นไปไม่ได้ออก
4. การทำและใช้รูปวาดหรือแบบจำลอง (Make and use a drawing or model) ในบางปัญหาสามารถแก้ไขได้ง่ายจากการใช้รูปวาดหรือแบบจำลอง โดยวาดจากเงื่อนไขของปัญหาซึ่งทำให้ผู้แก้ปัญหาเห็นแนวทางการแก้ปัญหา
5. การกำจัดสิ่งที่เป็นไปไม่ได้ (Eliminate possibilities) การใช้ทักษะการแก้ปัญหาช่วยให้ผู้แก้ปัญหาสามารถลดจำนวนปัญหาที่เป็นไปไม่ได้จากสิ่งที่กำหนดให้ และเมื่อลดจำนวนลงได้แล้วก็จะสามารถจัดการกับปัญหานั้นได้

จากการศึกษาข้างต้นพบว่า ยุทธวิธีที่นิยมนำมาใช้ในการแก้ปัญหามีหลายแบบ ซึ่งในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยจะนำเสนอยุทธวิธีการแก้ปัญหาที่นิยมใช้ในเรื่องการการประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ได้แก่ การวาดแผนภาพหรือรูปภาพ (Draw a diagram or picture) การสร้างตารางหรือกราฟ (Construct a table or graph) การคาดเดาและตรวจสอบ (Guess and check) การทำงานย้อนกลับ (Work backward) การเขียนสมการ เป็นต้น โดยผู้วิจัยจะนำเสนอสถานการณ์ปัญหาให้กับผู้เรียน เพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนได้แสดงแนวทางในการแก้ปัญหามากมาย

แนวทางการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหา

บาร์รูดีและคิลแพทริก (Baroody, 1993; Kilpatrick, 1989 อ้างถึงใน อัมพร ม้าคอง, 2554, หน้า 47) ได้เสนอแนวทางการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาให้ผู้เรียน ซึ่งสามารถสรุปเป็น 3 แนวทาง ดังนี้

1. การสอนผ่านการแก้ปัญหา (Teaching with problem solving) เป็นการสอนความรู้หรือพัฒนาทักษะใด ๆ โดยใช้ปัญหาเป็นสื่อหรือเครื่องมือในการเรียนรู้ เช่น การให้ปัญหาคณิตศาสตร์เพื่อให้ผู้เรียนวิเคราะห์ แก้ปัญหา และเรียนรู้สิ่งใหม่

2. การสอนให้แก้ปัญห (Teaching for problem solving) เป็นการสอนที่เน้นการฝึกให้ผู้เรียนใช้กระบวนการแก้ปัญหากับปัญหาที่หลากหลายและมีโครงสร้างแตกต่างกัน เพื่อให้เกิดประสบการณ์ในการแก้ปัญหามากพอที่จะสามารถนำไปประยุกต์ใช้

3. การสอนกระบวนการแก้ปัญห (Teaching about problem solving) เป็นการสอนให้ผู้เรียนเข้าใจและเรียนรู้เกี่ยวกับกระบวนการแก้ปัญห เทคนิค และกลวิธีการแก้ปัญห เช่น การสอนกระบวนการแก้ปัญหของโพลยา กระบวนการแก้ปัญห DAPIC ที่บูรณาการกระบวนการแก้ปัญหาวិทยาศาสตร์กับคณิตศาสตร์

กรมวิชาการ (2537, หน้า 11) ได้เสนอแนะการจัดการเรียนการสอนของครูโดยการจัดสถานการณ์ภายนอกต่าง ๆ เพื่อช่วยผู้เรียนเกิดกระบวนการแก้ปัญห ดังต่อไปนี้

1. จัดสถานการณ์ที่เป็นสถานการณ์ใหม่ ๆ และมีวิธีการแก้ปัญหได้หลาย ๆ วิธีมาให้ผู้เรียนได้ฝึกฝนการแก้ปัญหให้มาก ๆ

2. ปัญหาที่ผู้สอนได้หยิบยกมาให้ผู้เรียนได้ฝึกฝนนั้นควรเป็นปัญหาที่ไม่พ้นวิสัยของผู้เรียนหรือต้องอยู่ภายในกรอบของทักษะเขาวินิจฉัยของผู้เรียน

3. การฝึกแก้ปัญหานั้นผู้สอนควรจะได้แนะนำให้ผู้เรียนได้ตีปัญหให้แตกก่อนว่าเป็นปัญหาเกี่ยวกับอะไร และถ้าเป็นปัญหาใหม่ ควรแตกออกเป็นปัญหาย่อย ๆ แล้วคิดแก้ปัญหาย่อยแต่ละปัญหา ซึ่งถ้าสามารถแก้ปัญหาย่อยได้หมดทุกข้อก็แสดงว่าสามารถแก้ปัญหใหญ่ได้

4. จัดบรรยากาศของการเรียนการสอน หรือจัดสิ่งแวดล้อมซึ่งเป็นสภาพภายนอกของผู้เรียนให้ไปในลักษณะที่เปลี่ยนแปลงได้ไม่ตายตัว ผู้เรียนก็จะแสดงความรู้สึกว่าเขาสามารถคิดค้นเปลี่ยนแปลงอะไรได้บ้างในบทบาทต่าง ๆ ของตัวเอง เช่น การจัดห้องเรียนให้มีสภาพการเปลี่ยนแปลงได้บ้าง การสร้างบรรยากาศที่เป็นกันเองระหว่างผู้สอนและผู้เรียน หรือให้ผู้เรียนมีอิสระในการคิดแก้ปัญหด้วยตัวเอง

5. ให้โอกาสผู้เรียนได้ฝึกคิดอยู่เสมอในสถานการณ์ต่าง ๆ

6. การฝึกฝนการแก้ปัญห หรือการแก้ปัญหใด ๆ ก็ตามผู้สอนไม่ควรจะบอกวิธีการแก้ปัญหให้ตรง ๆ เพราะถ้าบอกไปแล้วผู้เรียนจะไม่ได้ใช้ยุทธศาสตร์ในการคิดของตนเอง จากการศึกษาข้างต้น สรุปได้ว่าแนวทางในการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหามีดังนี้

1. เลือกปัญหาที่หลากหลายและมีโครงสร้างแตกต่างกัน เพื่อให้เกิดประสบการณ์ในการแก้ปัญหามากพอที่จะสามารถนำไปประยุกต์ใช้

2. เลือกปัญหาที่ไม่พ้นวิสัยของผู้เรียนหรือต้องอยู่ภายในกรอบของทักษะเขาวินิจฉัยของผู้เรียน

3. สนับสนุนให้ผู้เรียนคิดวิธีการแก้ปัญหาโดยวิธีของตนเอง แล้วอภิปรายหาวิธีที่ถูกต้องเหมาะสม

4. ส่งเสริมให้ผู้เรียนคิดค้น กลวิธีการแก้ปัญหาที่หลากหลาย ที่แปลกใหม่โดยครูอาจแนะนำ และอธิบายถึงวิธีการที่ถูกต้องเหมาะสม

5. ผู้สอนไม่ควรจะบอกวิธีการแก้ปัญหาให้ตรง ๆ ควรให้ผู้เรียนได้ใช้ยุทธศาสตร์ในการคิดของตนเองก่อน

6. ผู้สอนควรสร้างบรรยากาศที่เป็นกันเองกับผู้เรียน

ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหา

แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหา ได้แก่ กระบวนการทางสติปัญญา (Cognitive processing) เป็นกระบวนการที่เกิดขึ้นระหว่างการเรียนรู้แก้ปัญหา โดยกระบวนการทางสติปัญญาประกอบไปด้วยทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของเพียเจต์ (Piaget's theory of intellectual development) และทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของวิกอทสกี (Vygotsky's theory of cognitive development) (Schunk, 2014, p. 303) ดังนี้

ทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของเพียเจต์

ทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของเพียเจต์เป็นทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหา โดยเพียเจต์ แบ่งขั้นพัฒนาการทางสติปัญญาด้านการแก้ปัญหามนุษย์ตามลำดับอายุเป็น 4 ขั้น (Eggen & Kauchak, 2010, pp. 37-41; Woolfolk, 2016, pp. 72-78; Joyce & Weil, 1972, p. 190) ดังนี้

1. ระยะการแก้ปัญหาจากการสัมผัสสิ่งเร้าและการเคลื่อนไหวร่างกาย (Sensorimotor stage) ช่วงอายุตั้งแต่แรกเกิดจนถึง 2 ปี เด็กวัยนี้จะแสดงออกโดยการกระทำ (Action) สามารถแสดงพฤติกรรมในการแก้ปัญหาเช่น การปิดฝา การเทของคว่ำลง การเขย่าภาชนะ และการปล่อยวัตถุตกสู่พื้น และเด็กสามารถจัดประเภทสิ่งของที่เหมือนกันและแยกประเภทสิ่งของที่แตกต่างกัน

2. ระยะการแก้ปัญหาค้นหาความคิด การเข้าใจแต่ยังไม่สามารถให้เหตุผลอย่างลึกซึ้ง (Preoperational stage) อยู่ในช่วงอายุ 2 – 7 ปี เด็กวัยนี้มีพัฒนาการทางด้านภาษาอย่างรวดเร็ว และพัฒนาการด้านการใช้สัญลักษณ์ เด็กในวัยนี้ยังไม่สามารถที่จะเข้าใจว่าสิ่งที่เท่ากันแม้ว่าจะเปลี่ยนรูปร่างหรือแปรสภาพหรือเปลี่ยนที่วาง ควรจะยังคงเท่ากันและยังไม่สามารถที่จะเปรียบเทียบสิ่งของมากและน้อย ความยาว น้ำหนักและปริมาตร ได้อย่างแท้จริงและมีการยึดตนเองเป็นศูนย์กลาง ไม่สามารถที่จะเข้าใจความคิดเห็นของผู้อื่น

3. ระยะแก้ปัญหาค้นหาเหตุผลเชิงรูปธรรม (Concrete operational stage) อยู่ในช่วงอายุ 7 – 11 ปี เด็กวัยนี้มีพัฒนาการทางสติปัญญาก้าวหน้ามากขึ้นหลายประการ สามารถแก้ปัญหา

โดยอาศัยความเข้าใจพื้นฐาน 3 ประการคือ ลักษณะเฉพาะ (Identity) การทำให้เท่ากัน (Compensation) และการคิดย้อนกลับ (Reversibility) แต่การคิดยังต้องอาศัยพื้นฐานของประสบการณ์ที่เป็นรูปธรรมอยู่ เด็กวัยนี้ไม่สามารถแก้ปัญหามาจากการลองผิดลองถูก (Trial and error) การให้เหตุผลจากสมมติฐาน และแก้ปัญหามาตรมที่ซับซ้อน

4. ระยะแก้ปัญหโดยใช้ความคิดอย่างมีเหตุผลเชิงนามธรรม (Formal operational stage) อยู่ในช่วงอายุตั้งแต่ 11 ปีขึ้นไป ในขั้นนี้เด็กสามารถคิดในเชิงรูปธรรมและนามธรรมในการคิดแก้ปัญห สามารถใช้การให้เหตุผลแบบอุปนัย (Inductive reasoning) และการให้เหตุผลแบบนิรนัย (Deductive reasoning) การคิดอย่างเป็นระบบ การคิดวิเคราะห์ การคิดสังเคราะห์ การสร้างและใช้สมมติฐาน การคิดคาดคะเน เป็นต้น แต่ยังไม่สามารถคิดได้ลึกซึ้ง รอบคอบเท่าผู้ใหญ่เนื่องจากขาดประสบการณ์ ทั้งนี้มีคุณภาพการคิดของแต่ละบุคคลย่อมขึ้นอยู่กับพันธุกรรมและการเรียนรู้ในวัยที่ผ่านมาด้วย

จากการศึกษาทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของเพียเจต์ พบว่าช่วงอายุมีผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหของนักเรียน ซึ่งในการวิจัยนี้กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 อยู่ในช่วงอายุ ตั้งแต่ 11 ปีขึ้นไป ซึ่งจากทฤษฎีจะพบว่านักเรียนในช่วงอายุนี้จะสามารถคิดในเชิงรูปธรรมและนามธรรมในการคิดแก้ปัญหได้ สามารถให้เหตุผลแบบอุปนัย นิรนัย สามารถคิดอย่างเป็นระบบ คิดวิเคราะห์ คิดสังเคราะห์ได้ แต่คุณภาพการคิดของแต่ละบุคคลขึ้นอยู่กับพันธุกรรมและการเรียนรู้ในวัยที่ผ่านมา

ทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของวิกอทสกี

ทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของวิกอทสกี เป็นทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการแก้ปัญห โดยทฤษฎีของวิกอทสกีเน้นความสำคัญของปฏิสัมพันธ์ทางสังคมที่มีผลต่อพัฒนาการทางสติปัญญา โดยกล่าวว่าพัฒนาการทางสติปัญญาของเด็กขึ้นกับปฏิสัมพันธ์ทางสังคม โดยมีวัฒนธรรมเป็นตัวกำหนดความรู้ ความคิด เจตคติ ค่านิยม ให้กับเด็ก เขาเชื่อว่าสิ่งที่เด็กได้สัมผัสรับรู้ไม่ว่าจะเป็นประสบการณ์ตรงหรือผ่านทางสื่อต่าง ๆ เช่น หนังสือ วิทยุ โทรทัศน์ (ปัจจุบันต้องรวมถึงคอมพิวเตอร์ด้วย) ตัวเลข ระบบทางคณิตศาสตร์ เครื่องหมาย และสัญลักษณ์ ฯลฯ ล้วนมีภาษาเป็นเครื่องมือสำคัญที่ช่วยให้เด็กเกิดพัฒนาการทางสติปัญญา (Woolfolk, 1998 อ้างถึงใน อชรา เอิบสุขศิริ, 2556, หน้า 60) และการพัฒนาทางสติปัญญาจะก้าวหน้าอย่างรวดเร็วเมื่อนักเรียนมีปฏิสัมพันธ์กับบุคคลที่มีความรู้หรือความสามารถมากกว่า เช่นครอบครัวและครู (Palincsar, 1998 cited in Woolfolk, 2016, p. 84)

วิกอทสกีได้เสนอว่าพัฒนาการทางสติปัญญาสามารถแบ่งได้เป็น 2 ชั้น (Diaz & Berk, 1992 อ้างถึงใน อชรา เอิบสุขศิริ, 2556, หน้า 62-63; สุรางค์ ไคว์ตระกูล, 2554, หน้า 63) ได้ดังนี้

ขั้นที่ 1 ระดับสติปัญญาขั้นพื้นฐาน (Elementary mental process) เป็นความสามารถที่เกิดขึ้นตามธรรมชาติโดยไม่ต้องอาศัยการเรียนรู้ เช่น การจดจำ การหีบจับสิ่งของ ฯลฯ

ขั้นที่ 2 ระดับสติปัญญาขั้นสูง (Higher mental process) เป็นความสามารถที่พัฒนามาจากการมีปฏิสัมพันธ์กับบุคคลและสภาพแวดล้อม การอบรมเลี้ยงดู โดยมีภาษาเป็นเครื่องมือสำคัญในการคิดและการพัฒนาสติปัญญา

เนื่องจากวิกอทสกีให้ความสำคัญกับภาษาว่าเป็นเครื่องมือหลักในการพัฒนาสติปัญญา โดยเขาได้แบ่งพัฒนาการทางภาษาออกเป็น 3 ขั้น ได้แก่

ขั้นที่ 1 ภาษาสังคม (Social speech) เป็นภาษาที่เด็กใช้ในการติดต่อสัมพันธ์กับผู้อื่น ในช่วงอายุ 0-3 ปี เพื่อสื่อสารความคิดความต้องการ อารมณ์ความรู้สึกของตนเองกับผู้อื่น

ขั้นที่ 2 ภาษาพูดกับตนเอง (Egocentric speech) เป็นภาษาที่เด็กใช้พูดกับตนเองในช่วงอายุ 3-7 ปี โดยไม่เกี่ยวข้องกับผู้อื่น เพื่อช่วยในการคิด ตัดสินใจแสดงพฤติกรรม

ขั้นที่ 3 ภาษาในตนเอง (Inner speech) วิกอทสกีอธิบายว่ามนุษย์ต้องใช้ภาษาในการคิด เด็กจะต้องพัฒนาภาษาภายในใจ ซึ่งเป็นการช่วยให้พัฒนาการทางสติปัญญาพัฒนาสูงขึ้นตามระดับอายุ การพัฒนาภาษาภายในตนเองเกิดขึ้นในช่วงอายุประมาณ 7 ปี เมื่อเด็กพบปัญหาที่ยุ่งยากมากขึ้น เขาเรียนรู้ที่จะแก้ปัญหาด้วยการคิดวางแผน ค่อยๆ แก้ปัญหาไปตามขั้นตอนโดยใช้ภาษาภายในตนเอง ในขณะที่เด็กเรียนรู้แก้ปัญหาด้วยตนเองนั้น เขาอาจพบบางปัญหาที่เขาคิดคนเดียวไม่ออก แต่หากได้รับความร่วมมือจากกลุ่มเพื่อนเขาจะสามารถแก้ปัญหานั้นได้สำเร็จ วิกอทสกีเรียกระดับความสามารถนี้ว่าจุดที่เด็กสามารถแก้ปัญหาได้สำเร็จหากได้รับความช่วยเหลือสนับสนุน (The zone of proximal development)

จากการศึกษาทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของวิกอทสกี พบว่า ช่วงอายุมีผลต่อการพัฒนาการทางภาษา ซึ่งพัฒนาการทางภาษามีผลต่อการมีปฏิสัมพันธ์กับบุคคลและสภาพแวดล้อม ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียน ซึ่งในการวิจัยนี้กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 มีระดับสติปัญญาขั้นสูง มีภาษาในตนเอง สามารถพัฒนาความคิดวางแผน แก้ปัญหาด้วยตนเองได้ แต่บางปัญหาที่ไม่สามารถคิดได้ด้วยตนเองอาจจะต้องอาศัยความช่วยเหลือจากบุคคลอื่น

จากทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหาทั้งทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของวิกอทสกี และทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของวิกอทสกี พบว่าช่วงอายุมีผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียน โดยนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 สามารถคิดในเชิงรูปธรรมและนามธรรมในการคิดแก้ปัญหาได้ สามารถให้เหตุผลแบบอุปนัย นิรนัย สามารถคิดอย่างเป็นระบบ

คิดวิเคราะห์ คิดสังเคราะห์ได้ และนักเรียนจะพัฒนาความสามารถแก้ปัญหาได้อย่างรวดเร็วเมื่อนักเรียนมีปฏิสัมพันธ์กับบุคคลที่มีความรู้หรือความสามารถมากกว่า เช่นครูรอบครัวและครู

ขั้นตอนกระบวนการแก้ปัญหา

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2555 ข, หน้า 78) ได้ระบุถึงกระบวนการแก้ปัญหาที่นิยมใช้ในการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ ซึ่งประกอบด้วยขั้นตอนสำคัญ 4 ขั้นตอน ดังนี้

1. ทำความเข้าใจปัญหา ผู้เรียนจะต้องวิเคราะห์เพื่อทำความเข้าใจปัญหาในประเด็นต่างๆ เช่น คำถามของปัญหาคืออะไร ข้อมูลที่กำหนดให้มีอะไรบ้าง ต้องการข้อมูลเพิ่มเติม การวิเคราะห์ปัญหาจะช่วยให้เข้าใจปัญหาชัดเจนมากขึ้น

2. วางแผนการแก้ปัญหา เป็นการคิดวางแผนเพื่อหาวิธีการแก้ปัญหาโดยใช้ข้อมูลที่ได้จากการวิเคราะห์ไว้แล้ว ผู้เรียนต้องใช้ความรู้และประสบการณ์ในการแก้ปัญหามาประกอบการวางแผน

3. ดำเนินการแก้ปัญหา เป็นการลงมือแก้ปัญหาตามแผนที่วางไว้และการตรวจสอบความถูกต้องหรือความสมเหตุสมผลของการแก้ปัญหา

4. ตรวจสอบการแก้ปัญหา เป็นการประเมินการแก้ปัญหาในภาพรวมทั้งด้านกลวิธีและวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหา การตัดสินใจ และการนำไปประยุกต์ใช้รวมถึงการขยายผลการแก้ปัญหาไปสู่การแก้ปัญหาไปสู่การแก้ปัญหาอื่น ๆ

โพลยา (Polya, 1945 cited in Krulik et al., 2003, p. 93) กล่าวว่า กระบวนการแก้ปัญหาประกอบด้วยขั้นตอนสำคัญ 4 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 ทำความเข้าใจปัญหา (Understand the problem)

พิจารณาสิ่งที่ไม่ทราบค่า สังเกตข้อมูลและเงื่อนไขที่กำหนดให้ โดยการวาดรูปเขียนสัญลักษณ์แสดงสถานการณ์ และการแยกรายละเอียดส่วนต่าง ๆ ของเงื่อนไข

ขั้นที่ 2 วางแผนแก้ปัญหา (Devise a plan)

หาความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลกับสิ่งที่ไม่รู้ โดยใช้ประสบการณ์เดิมในการหาแนวทางการแก้ปัญหา

ขั้นที่ 3 ดำเนินการตามแผน (Carry out the plan)

ลงมือปฏิบัติตามแนวทางหรือแผนที่วางไว้ โดยเริ่มจากการตรวจสอบความเป็นไปได้ของแผนที่วางไว้ เพิ่มรายละเอียดต่าง ๆ ของแผนที่วางไว้ให้สมบูรณ์ขึ้นแล้วลงมือปฏิบัติตามแผนที่วางไว้ จนสามารถหาคำตอบได้

ขั้นที่ 4 ตรวจสอบผล (Look back)

ตรวจสอบผลลัพธ์โดยมองย้อนกลับไปยังคำตอบที่ได้มา โดยเริ่มจากการตรวจสอบความถูกต้อง ความสมเหตุสมผลของคำตอบ แล้วพิจารณาว่ามีคำตอบหรือยุทธวิธีแก้ปัญหาอื่นอีกหรือไม่

วอลแลซ (Wallace, ม.ป.ป. อ้างถึงใน มาโกโตะ, 2551, หน้า 19) ได้เสนอขั้นตอนการแก้ปัญหา 4 ขั้นตอนโดยใช้ความคิดของแต่ละบุคคล ดังนี้

1. การเตรียมการให้รอบคอบ (Preparation) เป็นการรวบรวมข่าวสารข้อมูลที่หลากหลายเกี่ยวกับปัญหานั้น แล้วทำการวิเคราะห์หลาย ๆ มุมมอง จากนั้นคิดถึงประเด็นหลักของปัญหาอย่างจริงจัง หรือเรียกว่า “การคิดให้รอบคอบ”

2. การบ่มเพาะความคิด (Incubation) เมื่อพิจารณาปัญหาอย่างจริงจังแล้วอย่าเพิ่งรีบร้อนหาหนทางแก้ไขแบบทางลัดให้รอดด้วยความอดทนเหมือนค่อย ๆ ต้มไข่จนกว่าจะสุก เพราะถ้าพยายามคิดด้วยความตั้งใจและมีจิตสำนึกอย่างจริงจังแล้วความเคยชินที่มีอยู่เดิมจะค่อย ๆ ซึมซับเข้าไปอยู่ในก้นบึ้งของสมองหรือหมายความว่าค่อย ๆ ซึมเข้าไปสู่ส่วนเดิมที่มีอยู่ หลังจากนั้นค่อยค้นหาข่าวสารข้อมูล ดังนั้น “การบ่มเพาะความคิด” จึงหมายความว่าให้ค่อย ๆ คิดไปเรื่อย ๆ

3. การเกิดประกายความคิด (Illumination) เมื่อเชื่อมโยงกับข่าวสารข้อมูลเดิม ๆ ที่ดูเหมือนจะไม่เกี่ยวข้องหรือข่าวสารข้อมูลจากภายนอกก็จะเกิด “ประกายความคิด” ขึ้นทันที

4. การพิสูจน์ให้เห็นจริง (Verification) ต้องทำการ “พิสูจน์” ว่าความคิดนั้นสามารถทำให้เป็นจริงได้หรือไม่

เอกเกนและคอสซัค (Eggen & Kauchak, 2010, pp. 259-262) ได้แสดงลำดับขั้นตอนการแก้ปัญหา 5 ขั้นตอน ดังนี้

1. ระบุปัญหา (Identify the problem) ต้องอาศัยความอดทนและความรอบคอบ อุปสรรคของการระบุปัญหา ได้แก่ ความรู้เดิมที่ใช้สำหรับแก้ปัญหาไม่เพียงพอ ขาดประสบการณ์ในการจำกัดความปัญหา ความเร่งรีบในการแก้ปัญหา และการคิดแบบเอกนัย (Convergent thinking)

2. การเขียนแสดงปัญหา (Representing the problem) เป็นการนำปัญหามาเขียนแสดงให้ชัดเจนขึ้น เช่น การเขียนในรูปแบบผัง (Diagram) เพื่อช่วยให้ผู้เรียนจำปัญหาที่ซับซ้อนได้ง่ายขึ้น

3. การเลือกยุทธวิธีในการแก้ปัญหา (Selecting a strategy) โดยพื้นฐานมี 2 แบบคือ

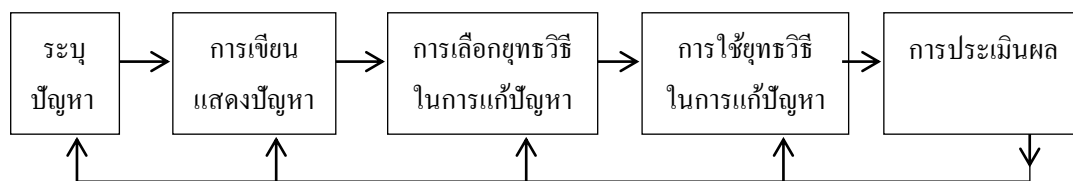
1) การเลือกขั้นตอนวิธีในการแก้ปัญหา (Algorithms) ซึ่งสามารถเลือกใช้ขั้นตอนในการแก้ปัญหาได้หลากหลายวิธี และ 2) การเลือกแก้ปัญหาแบบฮิวริสติก (Heuristics) ซึ่งเป็นยุทธวิธีในการแก้ปัญหาที่ไม่มีขั้นตอนวิธีชัดเจน ใช้กับงานที่ซับซ้อนและไม่คุ้นเคย การแก้ปัญหาแบบ

ฮิวริสติกได้แก่ การลองผิดลองถูก (Trial and error) ส่วนใหญ่ใช้เป็นขั้นตอนแรกในการแก้ปัญหาที่ไม่คุ้นเคย แต่ช่วยให้ผู้เรียนมีประสบการณ์ในการแก้ปัญหา การวิเคราะห์ความสัมพันธ์จากผลลัพธ์ที่ต้องการหา กับปัญหา (Means-ends analysis) เป็นการแบ่งปัญหาออกเป็นส่วนย่อย ๆ แล้วทำแต่ละส่วนนั้นให้สำเร็จ ซึ่งเหมาะกับการแก้ปัญหาที่ไม่ชัดเจน มีหลายคำตอบ การแก้ปัญหาโดยอาศัยปัญหาที่คล้ายคลึง (Drawing analogies) เป็นการแก้ปัญหาที่ไม่คุ้นเคยโดยใช้วิธีการเปรียบเทียบกับแนวทางการแก้ปัญหาที่มีอยู่ ซึ่งถ้าผู้เรียนนึกปัญหาที่คล้ายคลึง ไม่ออกจะเป็นขั้นตอนที่ยากในการแก้ปัญหา เนื่องจากไม่สามารถเชื่อมโยงกับปัญหาที่เคยทำมาแล้ว

4. การใช้ยุทธวิธีในการแก้ปัญหา (Implementing the strategy) เป็นขั้นตอนหลังจากนิยามปัญหาให้ชัดเจน การเขียนแสดงแทนปัญหา และการเลือกยุทธวิธีในการแก้ปัญหาซึ่งถ้าขั้นตอนข้างต้นนี้มีประสิทธิภาพก็จะช่วยให้แก้ปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพ

5. การประเมินผล (Evaluating the results) เป็นขั้นตอนสุดท้ายในการแก้ปัญหาคือต้องอาศัยการรู้คิด (Metacognitive knowledge) ในการช่วยสะท้อนผลการดำเนินการทั้งหมดครูสามารถพัฒนาการรู้คิดของนักเรียน โดยให้นักเรียนแสดงแนวทางการหาคำตอบของปัญหา

รูปแบบขั้นตอนการแก้ปัญหา แสดงในภาพที่ 2-5 ดังนี้



ภาพที่ 2-5 รูปแบบขั้นตอนการแก้ปัญหาของเอกเกนและคอคซ์ (Eggen & Kauchak, 2010, p. 259)

ครูลิก และคณะ (Krulik et al., 2003, pp. 93-100) ได้เสนอขั้นตอนในการแก้ปัญหาโดยใช้ฮิวริสติก (Heuristic) ดังนี้

1. การอ่านและสำรวจ (Read and explore) เป็นขั้นตอนแรกที่นักเรียนต้องทำความเข้าใจว่าปัญหาคืออะไรและกำหนดสิ่งที่ต้องการหาคำตอบ และเลือกใช้ข้อมูลที่เหมาะสมเพื่อนำไปสู่การหาคำตอบ ตรวจสอบว่ามีข้อมูลเพียงพอหรือไม่ และอะไรคือข้อมูลส่วนเกิน

2. การเลือกยุทธวิธีในการแก้ปัญหา (Select a strategy) เป็นขั้นตอนที่ต้องอาศัยกระบวนการวิพากษ์ (Critical) และในการแก้ปัญหาที่นักเรียนไม่คุ้นเคย นักเรียนต้องอาศัยความคิดสร้างสรรค์ (Creative) ในการแสดงปัญหาและพิจารณาจากเงื่อนไขว่าควรใช้ยุทธวิธีใดในการแก้ปัญหาจึงจะเหมาะสม โดยส่วนใหญ่แล้วจะใช้หลายยุทธวิธีผสมกันในการแก้ปัญหา

ยุทธวิธีที่ใช้ในการแก้ปัญหา ได้แก่ การค้นหาแบบรูป (Look for a pattern) การวาดแผนภาพ (Draw a diagram) การคาดเดาและตรวจสอบ (Guess and check) การให้เหตุผลเชิงตรรกะ (Use logical reasoning) การทำงานย้อนกลับ (Work backward) การเขียนสมการ (Write an equation) การลดและเพิ่ม (Reduce and expand) การแก้ปัญหาโดยการทำให้ปัญหาย่อยง่ายขึ้น (Solve a simpler problem) การเขียนตามเงื่อนไข (Act it out) การสร้างสถานการณ์จำลองหรือการทดลอง (Simulate or experiment) การสร้างตาราง (Make a table) และการเขียนแสดงรายการอย่างละเอียด (Exhaustive learning)

3. การแก้ปัญหา (Solve the problem) โดยใช้ทักษะเลขคณิต พีชคณิตและทักษะด้านอื่น ๆ ทางคณิตศาสตร์มาทำการแก้ปัญหตามแผนที่วางไว้เพื่อหาคำตอบ

4. การมองย้อนกลับและสะท้อนผล (Look back and reflect) เป็นการตรวจสอบผลที่ได้โดยพิจารณาย้อนกลับจากการคำนวณความถูกต้องของตัวเลข การใช้วิธีการหาคำตอบ และพิจารณาว่าสามารถนำวิธีการแก้ปัญหานี้ไปใช้แก้ปัญหาอื่นได้หรือไม่

ขั้นตอนเหล่านี้ไม่ได้แสดงการดำเนินการแก้ปัญหาเป็นลำดับขั้นตอนที่เรียงลำดับไว้ ผู้แก้ปัญหสามารถปรับเปลี่ยนได้ตามความเหมาะสม

จากการศึกษาแนวคิดของนักการศึกษาเกี่ยวกับขั้นตอนการแก้ปัญหของ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2555 ข) โพลยา (Polya, 1945 cited in Krulik et al., 2003) วอลเลซ (Wallace, ม.ป.ป. อ้างถึงใน มาโกโตะ, 2551) เอกเคนและคอคซ์ (Eggen & Kauchak, 2010) และครูลิก และคณะ (Kruklik et al., 2003) ซึ่งพบว่าขั้นตอนการแก้ปัญหามีขั้นตอนการแก้ปัญหบางขั้นตอนเหมือนกันและบางขั้นตอนมีความแตกต่างกันอยู่บ้าง ซึ่งผู้วิจัยนำแนวคิดของนักการศึกษาดังกล่าวนี้มาวิเคราะห์ เปรียบเทียบขั้นตอนการแก้ปัญหา และสังเคราะห์แนวคิดของนักการศึกษาได้ขั้นตอนการแก้ปัญหา ดังตารางที่ 2-3

ตารางที่ 2-3 การสังเคราะห์ขั้นตอนการแก้ปัญหาจากแนวคิดของนักการศึกษา

ลำดับ ขั้นตอน การ แก้ปัญหา	ขั้นตอนการแก้ปัญหาตามแนวคิดของนักการศึกษา					ผลการสังเคราะห์ ขั้นตอนการแก้ปัญหา ของผู้วิจัย
	สสวท. (2555)	Polya (1945)	Wallace (ม.ป.ป.)	Eggen and Kauchak (2010)	Krulik, Rudnick, & Milou (2003)	
1	<p>ทำความเข้าใจปัญหา</p> <p>-ผู้เรียนวิเคราะห์เพื่อทำความเข้าใจปัญหาในประเด็นต่าง ๆ เช่น คำถามของปัญหาคืออะไร ข้อมูลที่กำหนดให้ มีอะไรบ้าง ต้องการข้อมูลเพิ่มเติม การวิเคราะห์ปัญหาจะช่วยให้อ่านใจปัญหาชัดเจนมากขึ้น</p>	<p>ทำความเข้าใจปัญหา</p> <p>-พิจารณาสิ่งที่ไม่ทราบค่า สังเกตข้อมูลและเงื่อนไขที่กำหนดให้ โดยการวาดรูป เขียนสัญลักษณ์แสดงสถานการณ์ และ</p> <p>การแยกส่วนต่าง ๆ ของเงื่อนไข</p>	<p>เตรียมการให้รอบคอบ</p> <p>-เป็นการรวบรวมข่าวสารข้อมูลที่หลากหลายเกี่ยวกับปัญหานั้น แล้วทำการวิเคราะห์หลายๆ มุมมอง จากนั้นคิดถึงประเด็นหลักของปัญหาอย่างจริงจัง หรือเรียกว่า “การคิดให้รอบคอบ”</p>	<p>ระบุปัญหา</p> <p>-ต้องอาศัยความอดทนและความรอบคอบ อุปสรรคของการระบุปัญหา ได้แก่ ความรู้เดิมที่ใช้สำหรับแก้ปัญหาไม่เพียงพอ ขาดประสบการณ์ ในการจำกัดความปัญหา ความเร่งรีบ ในการแก้ปัญหา และ การคิดแบบ เอกลักษณ์</p>	<p>การอ่านและสำรวจ</p> <p>-เป็นขั้นตอนแรกที่นักเรียนต้องทำความเข้าใจว่าปัญหาคืออะไรและกำหนดสิ่งที่ต้องการหาคำตอบ และเลือกใช้ข้อมูลที่เหมาะสม เพื่อนำไปสู่การหาคำตอบ ตรวจสอบว่ามีข้อมูลเพียงพอหรือไม่ และอะไรคือข้อมูลส่วนเกิน</p>	<p>ขั้นทำความเข้าใจปัญหา</p> <p>-เป็นขั้นที่นักเรียนรวบรวมข้อมูลและค้นหาข้อเท็จจริงเกี่ยวกับปัญหาค้นหาสิ่งที่โจทย์ให้หา และเงื่อนไขที่โจทย์กำหนด โดยใช้แนวคิด และวิธีการต่าง ๆ เพื่อทำความเข้าใจปัญหา เช่น การเขียนแผนภาพ เขียนสัญลักษณ์แสดงสถานการณ์ และการแยกส่วนต่าง ๆ ของเงื่อนไข</p>

ตารางที่ 2-3 (ต่อ)

ลำดับ ขั้นตอน การ แก้ปัญหา	ขั้นตอนการแก้ปัญหาตามแนวคิดของนักการศึกษา					ผลการสังเคราะห์ขั้นตอน การแก้ปัญหของผู้วิจัย
	สสวท. (2555)	Polya (1945)	Wallace (ม.ป.ป.)	Eggen and Kauchak (2010)	Krulik, Rudnick, & Milou (2003)	
2	วางแผน การแก้ปัญหา -เป็นการค้นหา แนวทางที่เป็นไปได้ ในการแก้ปัญหา โดยใช้ข้อมูลที่มีอยู่ มาวิเคราะห์ ซึ่งผู้เรียนต้องอาศัย ความรู้และ ประสบการณ์เดิมมา ช่วยในการวางแผน แก้ปัญหา	วางแผน แก้ปัญหา -การหา ความสัมพันธ์ ระหว่างข้อมูล กับสิ่งที่ไม่รู้ โดยใช้ ประสบการณ์ เดิมในการหา แนวทาง การแก้ปัญหา	บ่มเพาะความคิด - เป็นการค่อยๆ คิด ไปเรื่อย ๆ คิดด้วย ความตั้งใจค้นหา ข่าวสารข้อมูล จากปัญหา	การเขียนแสดง ปัญหา -เป็นการนำปัญหามา เขียนแสดง ให้ชัดเจนขึ้น เช่น การเขียนในรูป แผนผัง (Diagram) เพื่อช่วยให้ผู้เรียน จำปัญหาที่ซับซ้อน ได้ง่ายขึ้น	การเลือกยุทธวิธี ในการแก้ปัญหา -เป็นขั้นตอนที่ต้องอาศัย กระบวนการวิพากษ์ (Critical) และในการแก้ปัญหานั้นนักเรียน ไม่คุ้นเคย นักเรียนต้องอาศัย ความคิดสร้างสรรค์ (Creative) ในการแสดงปัญหาและพิจารณา จากเงื่อนไขว่าควรใช้ยุทธวิธีใด ในการแก้ปัญหาจึงจะเหมาะสม โดยส่วนใหญ่แล้วจะใช้หลาย ยุทธวิธีผสมกันในการแก้ปัญหา	ขั้นวางแผนแก้ปัญหา -เป็นขั้นที่นักเรียนค้นหา ความเชื่อมโยงหรือความสัมพันธ์ ระหว่างข้อมูลและสิ่งที่ไม่ทราบค่า แล้วนำความสัมพันธ์นั้นมารวมกับ ประสบการณ์เดิมเพื่อใช้ ในการวางแผนแก้ปัญหา โดย ในการวางแผนแก้ปัญหานั้นไม่คุ้นเคย นักเรียนอาจต้องใช้ความคิด สร้างสรรค์ในการช่วยพิจารณา วางแผนแก้ปัญหา

ตารางที่ 2-3 (ต่อ)

ลำดับ ขั้นตอน การ แก้ปัญหา	ขั้นตอนการแก้ปัญหาตามแนวคิดของนักการศึกษา					ผลการสังเคราะห์ขั้นตอน การแก้ปัญหาของผู้วิจัย
	สสวท. (2555)	Polya (1945)	Wallace (ม.ป.ป.)	Eggen and Kauchak (2010)	Krulik, Rudnick, & Milou (2003)	
3	ดำเนินการ แก้ปัญหา -เป็นการลงมือ แก้ปัญหา ตามแผนที่วาง ไว้และ การตรวจสอบ ความถูกต้อง หรือความ สมเหตุสมผล ของการ แก้ปัญหา	ดำเนินการตามแผน -ลงมือปฏิบัติตาม แนวทางหรือแผนที่วาง ไว้ โดยเริ่มจาก การตรวจสอบความ เป็นไปได้ของแผน เพิ่มเติมรายละเอียดต่าง ๆของแผนให้ชัดเจนแล้ว ลงมือปฏิบัติจนกระทั่ง สามารถหาคำตอบได้	เกิดประกาย ความคิด -เมื่อเชื่อมโยงกับ ข่าวสารข้อมูล เดิมๆ ที่ดูเหมือน จะไม่เกี่ยวข้อง หรือข่าวสารข้อมูล จากภายนอก ก็จะ เกิด “ประกาย ความคิด” ขึ้นทันที	การเลือกยุทธวิธี ในการแก้ปัญหา -โดยพื้นฐานมี 2 แบบคือ 1) การเลือกขั้นตอนวิธี ในการแก้ปัญหา (Algorithms) ซึ่งสามารถเลือกใช้ขั้นตอน ในการแก้ปัญหาได้หลากหลาย วิธี และ 2) การเลือกแก้ปัญหา แบบฮิวริสติก (heuristics) ซึ่งเป็นยุทธวิธีในการแก้ปัญหา ที่ไม่มีขั้นตอนวิธีชัดเจน ใช้กับ งานที่ซับซ้อนและไม่คุ้นเคย	การแก้ปัญหา -โดยใช้ทักษะเลขคณิต พีชคณิตและทักษะ ด้านอื่น ๆ ทางคณิตศาสตร์มา แก้ปัญหาตามแผนที่ วางไว้เพื่อหาคำตอบ	ขั้นเลือกยุทธวิธี ในการแก้ปัญหา -เป็นขั้นที่นักเรียนเลือกใช้ ขั้นตอนหรือยุทธวิธีใน การแก้ปัญหาได้หลากหลาย ซึ่ง ยุทธวิธีที่ใช้ในการแก้ปัญหา ได้แก่ ค้นหาแบบรูป (Look for a pattern), คาดเดาและตรวจสอบ (Guess and check), การทำงาน ย้อนกลับ (Work backward), การจัดและขยายความ (Reduce and expand), ลองเขียน ตามเงื่อนไข (Act it out), สร้าง ตาราง (Make a table) เป็นต้น

ตารางที่ 2-3 (ต่อ)

ลำดับ ขั้นตอน การ แก้ปัญหา	ขั้นตอนการแก้ปัญหาตามแนวคิดของนักการศึกษา					ผลการสังเคราะห์ขั้นตอน การแก้ปัญหาของผู้วิจัย
	สวท. (2555)	Polya (1945)	Wallace (ม.ป.ป.)	Eggen and Kauchak (2010)	Krulik, Rudnick, & Milou (2003)	
4	ตรวจสอบการแก้ปัญหา -เป็นการประเมิน การแก้ปัญหาในภาพรวม ทั้งด้านยุทธวิธีและ วิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหา การตัดสินใจ และการนำไป ประยุกต์ใช้รวมถึง การขยายผล การแก้ปัญหาไปสู่ การแก้ปัญหาอื่น ๆ	ตรวจสอบผล -ตรวจสอบผลลัพท์ โดยมองย้อนกลับ ไปยังคำตอบที่ได้มา โดยเริ่มจาก การตรวจสอบ ความถูกต้อง ความสมเหตุสมผล ของคำตอบ แล้วพิจารณา ว่ามีคำตอบหรือ ยุทธวิธีแก้ปัญหา อย่างอื่นอีกหรือไม่	พิสูจน์ให้เห็นจริง -ต้องทำ การ “พิสูจน์” ว่าความคิดนั้น สามารถทำให้เป็น จริงได้หรือไม่	การใช้ยุทธวิธี ในการแก้ปัญหา -เป็นขั้นตอนหลังจาก การนิยามปัญหาให้ชัดเจน การเขียนแสดงแทนปัญหา การเลือกใช้ยุทธวิธี ในการแก้ปัญหา ซึ่งถ้ากระบวนการทั้งหลาย เหล่านี้มีประสิทธิภาพ ก็จะช่วยใช้การแก้ปัญหา เกิดประสิทธิภาพ	การมองย้อนกลับ และสะท้อนผล -เป็นการตรวจสอบ ผลที่ได้โดยพิจารณา ย้อนกลับจากการคำนวณ ความถูกต้องของตัวเลข การใช้วิธีการหาคำตอบ และพิจารณาว่าสามารถ นำวิธีการแก้ปัญหานี้ไป ใช้แก้ปัญหาลอื่นได้ หรือไม่	ขั้นตอนการตามแผน -เป็นขั้นที่นักเรียนลงมือ แก้ปัญหาดตามแนวทาง การแก้ปัญหาที่วางไว้ ถ้า แนวทางหรือยุทธวิธีที่เลือกไว้ ไม่สามารถแก้ปัญหาได้ นักเรียนต้องค้นหาแนวทางหรือ ยุทธวิธีแก้ปัญหาใหม่อีกครั้ง

ตารางที่ 2-3 (ต่อ)

ลำดับ ขั้นตอน การ แก้ปัญหา	ขั้นตอนการแก้ปัญหาตามแนวคิดของนักการศึกษา					ผลการสังเคราะห์ขั้นตอน การแก้ปัญหาของผู้วิจัย
	สสวท. (2555)	Polya (1945)	Wallace (ม.ป.ป.)	Enggen and Kauchak (2010)	Krulik, Rudnick, & Milou (2003)	
5				<p>การประเมินผล -เป็นขั้นตอนสุดท้าย ในการแก้ปัญหา ต้องอาศัยการรู้ คิด (Metacognitive knowledge) ในการช่วยสะท้อนผล การดำเนินการทั้งหมด ครูสามารถพัฒนาการรู้คิดของ นักเรียนโดยให้นักเรียนแสดง แนวทางการหาคำตอบของปัญหา</p>		<p>ขั้นตรวจสอบการแก้ปัญหา และคำตอบ -เป็นขั้นที่นักเรียนตรวจสอบ การแก้ปัญหาแต่ละขั้นว่าถูกต้อง หรือไม่ ตรวจสอบคำตอบที่ได้ว่า ถูกต้องหรือไม่ สามารถใช้ ผลลัพธ์หรือวิธีการแก้ปัญหานั้น กับปัญหาอื่น ๆ ได้หรือไม่</p>

จากตารางที่ 2-3 สังเคราะห์ขั้นตอนการแก้ปัญหาจากแนวคิดของนักการศึกษา ผู้วิจัยสรุปขั้นตอนการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ตามแนวคิดนักการศึกษา ดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นทำความเข้าใจปัญหา เป็นขั้นที่นักเรียนรวบรวมข้อมูลและค้นหาข้อเท็จจริงเกี่ยวกับปัญหา ค้นหาสิ่งที่โจทย์ให้หาและเงื่อนไขที่โจทย์กำหนด โดยใช้แนวคิดและวิธีการต่าง ๆ เพื่อทำความเข้าใจปัญหา เช่น การเขียนแผนภาพ เขียนสัญลักษณ์แสดงสถานการณ์ และการแยกส่วนต่าง ๆ ของเงื่อนไข

ขั้นที่ 2 ขั้นวางแผนแก้ปัญหา เป็นขั้นที่นักเรียนค้นหาความเชื่อมโยงหรือความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลและสิ่งที่ไม่ทราบค่า แล้วนำความสัมพันธ์นั้นมารวมกับประสบการณ์เดิมเพื่อใช้ในการวางแผนแก้ปัญหา โดยในการวางแผนแก้ปัญหานั้นไม่คุ้นเคย นักเรียนอาจต้องใช้ความคิดสร้างสรรค์ในการช่วยพิจารณาวางแผนแก้ปัญหา

ขั้นที่ 3 ขั้นเลือกยุทธวิธีในการแก้ปัญหา เป็นขั้นที่นักเรียนเลือกใช้ขั้นตอนหรือยุทธวิธีในการแก้ปัญหาได้หลากหลาย ซึ่ง ยุทธวิธีที่ใช้ในการแก้ปัญหา ได้แก่ ค้นหาแบบรูป (Look for a pattern), คาดเดาและตรวจสอบ (Guess and check), การทำงานย้อนกลับ (Work backward), การขจัดและขยายความ (Reduce and expand), ลองเขียนตามเงื่อนไข (Act it out), สร้างตาราง (Make a table) เป็นต้น

ขั้นที่ 4 ขั้นดำเนินการตามแผน เป็นขั้นที่นักเรียนลงมือแก้ปัญหตามแนวทางการแก้ปัญหาที่วางไว้ ถ้าแนวทางหรือยุทธวิธีที่เลือกไว้ไม่สามารถแก้ปัญหาได้ นักเรียนต้องค้นหาแนวทางหรือยุทธวิธีแก้ปัญหใหม่อีกครั้ง

ขั้นที่ 5 ขั้นตรวจสอบการแก้ปัญหาและสรุปคำตอบ เป็นขั้นที่นักเรียนตรวจสอบการแก้ปัญหาแต่ละขั้นว่าถูกต้องหรือไม่ ตรวจสอบคำตอบที่ได้ว่าถูกต้องหรือไม่ สามารถใช้ผลลัพธ์หรือวิธีการแก้ปัญหานั้นกับปัญหาอื่น ๆ ได้หรือไม่

การประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2555 ข, หน้า 127-131)

ได้ออกแบบเกณฑ์การประเมินผลแบบเกณฑ์รวมของการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ ดังตารางที่ 2-4

ตารางที่ 2-4 เกณฑ์การประเมินผลแบบเกณฑ์รวมของการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

คะแนน(ระดับคุณภาพ)	เกณฑ์การพิจารณา
4 (ดีมาก)	<ul style="list-style-type: none"> - เข้าใจปัญหาได้ถูกต้องชัดเจน - เลือกวิธีที่สามารถแก้ปัญหาได้ถูกต้อง เหมาะสม สอดคล้องกับปัญหา - นำวิธีการแก้ปัญหาไปใช้ได้ถูกต้อง และแสดงการแก้ปัญหาเป็นลำดับขั้นตอนได้อย่างชัดเจน - สรุปคำตอบได้ถูกต้อง สมบูรณ์
3 (ดี)	<ul style="list-style-type: none"> - เข้าใจปัญหาได้ถูกต้องชัดเจน - เลือกวิธีการที่สามารถแก้ปัญหาได้ถูกต้อง เหมาะสม สอดคล้องกับปัญหา นำวิธีการแก้ปัญหาไปใช้ได้ถูกต้อง แต่การแสดงลำดับขั้นตอนการแก้ปัญหายังไม่ชัดเจน - สรุปคำตอบได้ถูกต้อง แต่ยังไม่สมบูรณ์
2 (พอใช้)	<ul style="list-style-type: none"> - เข้าใจปัญหาบางส่วนไม่ถูกต้อง - เลือกวิธีการที่สามารถแก้ปัญหาได้ถูกต้อง แต่ไม่เหมาะสมหรือไม่ครอบคลุมประเด็นของปัญหา นำวิธีการแก้ปัญหาไปใช้ได้ถูกต้อง แต่การแสดงลำดับขั้นตอนการแก้ปัญหายังไม่ชัดเจน - สรุปคำตอบได้ถูกต้องบางส่วน หรือสรุปคำตอบไม่ครบถ้วน
1 (ต้องปรับปรุง)	<ul style="list-style-type: none"> - เข้าใจปัญหาบางส่วนไม่ถูกต้อง - เลือกวิธีการแก้ปัญหาไม่ถูกต้อง และนำวิธีการแก้ปัญหาไปใช้ไม่ถูกต้อง หรือไม่แสดงลำดับขั้นตอนของการแก้ปัญหา - ไม่มีการสรุปคำตอบ หรือสรุปคำตอบไม่ถูกต้อง

การประเมินผลการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของผู้เรียนในแต่ละครั้ง ผู้ประเมินอาจกำหนดน้ำหนักคะแนนของการแก้ปัญหาดังกล่าวได้ตามความสำคัญของปัญหา และจะต้องนำผลการประเมินที่ได้แต่ละครั้งมาพิจารณา เพื่อสรุปผลการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของผู้เรียน โดยอาจใช้ค่าร้อยละของคะแนนรวมที่ได้เปรียบเทียบกับเกณฑ์ที่ใช้สรุปผลการประเมิน ซึ่งแบ่งระดับคุณภาพเป็น 4 ระดับ ดังตัวอย่างต่อไปนี้

ระดับดีมาก

หมายถึง ได้คะแนนคิดเป็นร้อยละ 80 ขึ้นไป

ระดับดี หมายถึง ได้คะแนนคิดเป็นร้อยละ 60 – 79

ระดับพอใช้ หมายถึง ได้คะแนนคิดเป็นร้อยละ 40 – 59

ระดับต้องปรับปรุง หมายถึง ได้คะแนนคิดเป็นร้อยละต่ำกว่า 40

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ได้ออกแบบเกณฑ์การประเมินผลแบบเกณฑ์ย่อยของการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยกำหนดระดับคุณภาพของแต่ละประเด็นย่อยเป็น 3 ระดับ คือ 1, 2 และ 3 ดังตารางที่ 2-5

ตารางที่ 2-5 เกณฑ์การประเมินผลแบบเกณฑ์ย่อยของการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

รายการประเมิน	คะแนน (ระดับคุณภาพ)	เกณฑ์การพิจารณา
1. ความเข้าใจปัญหา	3 (ดี)	- เข้าใจปัญหาได้ถูกต้อง
	2 (พอใช้)	- เข้าใจปัญหาได้ถูกต้องเป็นบางส่วน
	1 (ต้องปรับปรุง)	- เข้าใจปัญหาได้น้อยมากหรือไม่เข้าใจปัญหา
2. การเลือกยุทธวิธีการแก้ปัญหา	3 (ดี)	- เลือกวิธีการที่สามารถแก้ปัญหาได้ถูกต้องเหมาะสม และสอดคล้องกับปัญหา
	2 (พอใช้)	- เลือกวิธีการที่สามารถแก้ปัญหาได้ถูกต้อง แต่ยังไม่เหมาะสมหรือไม่
	1 (ต้องปรับปรุง)	- ครอบคลุมประเด็นของปัญหาเลือกวิธีการแก้ปัญหาไม่ถูกต้องหรือไม่สามารถเลือกวิธีการแก้ปัญหาได้
3. การใช้ยุทธวิธีการแก้ปัญหา	3 (ดี)	- นำวิธีการแก้ปัญหาไปใช้ได้อย่างถูกต้องและแสดงการแก้ปัญหาเป็นลำดับขั้นตอน ได้อย่างชัดเจน
	2 (พอใช้)	- นำวิธีการแก้ปัญหาไปใช้ได้ถูกต้อง แต่การแสดงลำดับขั้นตอนการแก้ปัญหายังไม่ชัดเจน

ตารางที่ 2-5 (ต่อ)

รายการประเมิน	คะแนน (ระดับคุณภาพ)	เกณฑ์การพิจารณา
	1 (ต้องปรับปรุง)	- นำวิธีการแก้ปัญหาไปใช้ไม่ถูกต้อง หรือไม่แสดงลำดับขั้นตอน การแก้ปัญหา
4. การสรุปคำตอบ	3 (ดี)	- สรุปคำตอบได้ถูกต้อง สมบูรณ์
	2 (พอใช้)	- สรุปคำตอบได้ถูกต้องบางส่วน หรือสรุปคำตอบไม่ครบถ้วน
	1 (ต้องปรับปรุง)	- ไม่มีการสรุปคำตอบ หรือสรุปคำตอบไม่ ถูกต้อง

เมื่อได้ผลการประเมินการแก้ปัญหาครบทุกครั้งแล้ว ต้องรวมคะแนนที่ได้ในแต่ละครั้ง มาพิจารณาเพื่อสรุปผลการประเมินการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของผู้เรียน โดยอาจใช้ค่าร้อยละ ของคะแนนรวมมาใช้เป็นเกณฑ์ในการตัดสินผลเช่นเดียวกับเกณฑ์ของการทำแบบฝึกหัด และ ต้องมีการบันทึกลงในแบบบันทึกผลการประเมินไว้ด้วย

ความสามารถในการคิดสร้างสรรค์

การนำเสนอเกี่ยวกับความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ประกอบด้วยข้อมูล ได้แก่ ความหมายของความคิดสร้างสรรค์ องค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์ แนวทางการพัฒนา ความคิดสร้างสรรค์ แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการคิดสร้างสรรค์ ความสำคัญของการคิด สร้างสรรค์ ขั้นตอนการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ และการประเมินความสามารถในการคิด สร้างสรรค์ โดยนำเสนอรายละเอียดตามประเด็นดังต่อไปนี้

ความหมายความคิดสร้างสรรค์

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2555 ข, หน้า 81) ได้ระบุว่า ความสามารถในการคิดริเริ่มสร้างสรรค์ เป็นกระบวนการคิดที่อาศัยความรู้พื้นฐาน จินตนาการ และวิจารณญาณ ในการพัฒนาหรือคิดค้นองค์ความรู้หรือสิ่งประดิษฐ์ใหม่ ๆ ที่มีคุณค่าและ เป็นประโยชน์ต่อตนเองและสังคม ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์มีหลายระดับ ตั้งแต่ระดับพื้นฐานที่สูง กว่าความคิดพื้น ๆ เพียงเล็กน้อยไปจนถึงความคิดที่อยู่ในระดับสูงมาก บางครั้งมากจนไร้ขอบเขต จำกัด คนอื่นคิดไปไม่ถึงจนมองดูเหมือนว่าเป็นการเพ้อฝัน ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์

ในทางคณิตศาสตร์มักเป็นความคิดที่แปลกใหม่ในการแก้ปัญหาหรือทำงานทางคณิตศาสตร์ เช่น การคิดหาวิธีการแก้ปัญหาที่แปลกใหม่

กิลฟอร์ด (Guilford, 1967, p. 139) กล่าวว่าความคิดสร้างสรรค์เป็นความคิดแบบอเนกนัย (Divergent thinking) คือ คิดหลายทิศทาง หลายแง่ หลายมุม คิดได้กว้างไกล ลักษณะความคิดเช่นนี้จะนำไปสู่การประดิษฐ์สิ่งแปลกใหม่ รวมทั้งการคิดหาวิธีการแก้ปัญหาให้สำเร็จด้วยความคิดแบบอเนกนัย (Divergent thinking) ประกอบด้วย ความคิดริเริ่ม (Originality) ความคล่องในการคิด (Fluency) ความยืดหยุ่นในการคิด (Flexibility) และความละเอียดลออ (Elaboration)

พัคคอร์ เบเกตโต้ และดาว (Plucker, Beghetto, & Dow, 2004 cited in Eggen & Kauchak, 2010, p. 264) กล่าวว่า ความคิดสร้างสรรค์ คือความสามารถในการผลิตสิ่งของที่ไม่ได้เลียนแบบหรือแนวทางแก้ปัญหาที่มีประสิทธิผล

อัมพร ม้าคนอง (2554, หน้า 64) กล่าวว่า ความคิดสร้างสรรค์เป็นการคิดระดับสูง เป็นความสามารถของผู้เรียนในการคิดออกนอกกรอบความคิดเดิมที่มีอยู่ ทำให้ได้แนวทางใหม่ ๆ ที่ไม่เคยมีมาก่อนจึงเป็นความคิดที่ถูกสร้างขึ้นใหม่โดยไม่มีกรอบเลียนแบบความคิดอื่น ๆ เป็นความสามารถในการคิดสิ่งแปลกใหม่ หาแนวทางใหม่ในการแก้ปัญหา และนำความคิดมาผสมผสานเป็นแนวคิดใหม่ที่แตกต่างจากเดิม

มาโก โดะ (2551, หน้า 14) กล่าวว่า ความคิดสร้างสรรค์ คือ การยึดกุมรับรู้ปัญหาแล้วทำการผสมผสานกลุ่มข่าวสารข้อมูลที่มีความแตกต่างหลากหลายให้รวมกันเป็นหนึ่งเดียวแล้วทำการแก้ไขและสร้างให้เกิดคุณค่าใหม่ ๆ ไม่ว่าจะในระดับสังคมหรือแต่ละบุคคล

ฮิกกินส์ (2554, หน้า 22) กล่าวว่า ความคิดสร้างสรรค์ คือทักษะของการสร้างบางสิ่งใหม่ อันเป็นบางสิ่งแรกที่เริ่มซึ่งมีคุณค่าต่อบุคคล กลุ่ม องค์กร อุตสาหกรรมหรือสังคม คำสำคัญใหม่ในคำจำกัดความนี้คือคำว่า ทักษะ ความคิดสร้างสรรค์ไม่ใช่บางอย่างที่ลึกลับซึ่งเกิดขึ้นกับคนไม่กี่คนเท่านั้น ทุกคนมีขีดความสามารถด้านความคิดสร้างสรรค์มาแต่กำเนิด และใคร ๆ ก็สามารถเรียนรู้วิธีที่จะปลดปล่อยมันออกมาได้

วูลฟอล์ค (Woolfolk, 2008 cited in Barmby, et al., 2014, p. 366) กล่าวว่า ความคิดสร้างสรรค์เป็นความสามารถ เพื่อสร้างผลงานที่เป็นต้นฉบับ แต่ยังคงเหมาะสมและเป็นประโยชน์

เบิร์กส์ตอม (Bergstrom, 1984 cited in Barmby, et al., 2014) กล่าวว่าความคิดสร้างสรรค์ คือ ประสิทธิภาพการทำงานที่แต่ละคนจะผลิตสิ่งใหม่ และไม่สามารถคาดเดาได้

สุคนธ์ สินธพานนท์ และคณะ (2551, หน้า 30) กล่าวว่า ความคิดสร้างสรรค์ หมายถึง ความสามารถของบุคคลที่แสดงความคิดหลายทิศทาง หลายแง่มุม คิดได้กว้างไกล โดยนำประสบการณ์ที่ผ่านมาเป็นพื้นฐานที่ทำให้เกิดความคิดใหม่ อันนำไปสู่การประดิษฐ์คิดค้นพบ

สิ่งต่าง ๆ ที่แปลกใหม่ ความคิดสร้างสรรค์ประกอบด้วย ความคิดริเริ่ม ความคล่องในการคิด ความยืดหยุ่นในการคิด และความละเอียดลออ

ชัยวัฒน์ สุทธิรัตน์ (2559, หน้า 100) กล่าวว่า การคิดสร้างสรรค์ เป็นกระบวนการคิด แบบอเนกนัยที่บูรณาการประสบการณ์ที่มีอยู่แล้วมาสร้างงานให้มีรูปแบบใหม่ที่แตกต่าง ไปจากเดิม เพื่อแก้ปัญหาเรื่องใดเรื่องหนึ่ง ซึ่งการคิดสร้างสรรค์มีองค์ประกอบหลัก 3 ส่วนคือ

1. ความคล่องแคล่วในการคิด (Fluency) เป็นความสามารถสร้างคำตอบได้ในปริมาณมากในเวลา ที่จำกัด 2. ความยืดหยุ่นในการคิด (Flexibility) เป็นการคิดหาคำตอบได้หลายประเภท หลายทิศทาง หลายรูปแบบ และ 3. ความคิดริเริ่ม (Originality) เป็นความคิดที่แปลกใหม่ แตกต่างจากความคิด ธรรมดาและไม่ซ้ำกับความคิดที่มีอยู่ทั่วไป หากต้องการให้ผู้เรียนคิดสร้างสรรค์เก่ง ผู้สอนต้องให้ อิสระในการคิดแก่ผู้เรียน ไม่ตีกรอบคำตอบ สร้างบรรยากาศที่เป็นกันเอง มีเวลาเพียงพอที่จะให้ ผู้เรียนได้คิดและรับฟังทุกคำตอบของผู้เรียน

ออสบอร์น (Osborn, 1957 อ้างถึงใน ถวัลย์ มาศจรัส, 2553, หน้า 26) กล่าวว่า ความคิด สร้างสรรค์เป็นจินตนาการเพื่อประยุกต์ เพื่อแก้ไขปัญหามีมนุษย์กำลังเผชิญ ซึ่งจินตนาการ เป็นลักษณะสำคัญของความคิดสร้างสรรค์ที่นำไปสู่การประดิษฐ์คิดค้นหรือการผลิตสิ่งแปลกใหม่

เวสต์คอตและสมิท (Westcott & Smith, 1963 อ้างถึงใน ถวัลย์ มาศจรัส, 2553, หน้า 26) ความคิดสร้างสรรค์เป็นกระบวนการทางสมองที่บูรณาการจากประสบการณ์เดิมจนเกิดแนวคิดใหม่ ที่มีลักษณะเฉพาะ โดยไม่จำเป็นต้องเป็นสิ่งใหม่ระดับโลกเสมอไป

ทอเรนซ์ (Torrance, 1972 อ้างถึงใน ถวัลย์ มาศจรัส, 2553, หน้า 26) กล่าวว่า ความคิด สร้างสรรค์เป็นกระบวนการบูรณาการประสบการณ์ทั้งหมดที่มีเพื่อสร้างรูปแบบใหม่ ความคิดใหม่ หรือผลิตใหม่ที่แปลกแตกต่างไปจากเดิม

โรเบิร์ต (Robert, 1988 อ้างถึงใน สมศักดิ์ ภู่วิภาดาพรรณ, 2553, หน้า 79) กล่าวว่า ความคิดสร้างสรรค์เป็นความสามารถในการมองเห็นสิ่งต่าง ๆ ในแง่มุมใหม่ ๆ เป็นการคิดที่ไม่ ธรรมดาหรือเป็นการกระทำสิ่งต่าง ๆ ได้อย่างมีเอกลักษณ์เฉพาะตัวหรือไม่ซ้ำแบบใครอย่างมี ความแปลกใหม่ เป็นการเชื่อมโยงสิ่งที่ไม่สัมพันธ์ให้กลายเป็นสิ่งใหม่ได้อย่างเหมาะสม

โดยสรุปแล้ว ความคิดสร้างสรรค์ หมายถึง ความสามารถของบุคคลที่แสดงความคิด หลายทิศทาง หลายแง่มุม คิดได้กว้างไกล เป็นการคิดระดับสูง โดยนำประสบการณ์ที่ผ่านมา เป็นพื้นฐานที่ทำให้เกิดการคิดสิ่งแปลกใหม่ หาแนวทางใหม่ในการแก้ปัญหา ความคิดสร้างสรรค์ ประกอบด้วย ความคิดริเริ่ม ความคิดคล่องแคล่ว ความคิดยืดหยุ่นและความละเอียดลออ ซึ่งคุณสมบัติของความคิดสร้างสรรค์มีดังนี้ เป็นความคิดริเริ่ม แปลก ใหม่ แตกต่าง ผสมผสาน บูรณาการและจินตนาการ

องค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์

องค์ประกอบของการคิดสร้างสรรค์ที่มีความเหมาะสมกับการจัดการศึกษา และสามารถนำไปปรับใช้ให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุดส่วนใหญ่แล้วจะยึดตามแนวคิดของทอเรนซ์ และกิลฟอร์ด ดังนี้

ทอเรนซ์ (Torrance, 1962 อ้างถึงใน ชัยวัฒน์ สุทธิรัตน์, 2559) เสนอองค์ประกอบของการคิดสร้างสรรค์ว่ามี 3 ประการ ดังนี้

1. ความคล่องแคล่วในการคิด (Fluency) หมายถึงความสามารถของบุคคลในการคิดหาคำตอบได้อย่างคล่องแคล่วรวดเร็ว และสามารถสร้างคำตอบได้ในปริมาณมากในเวลาที่กำหนด เช่น ให้นักเรียนคิดถึงชื่อสงของที่ทำจากวัสดุในท้องถิ่นมาให้มากที่สุดในเวลา 3 นาที

2. ความยืดหยุ่นในการคิด (Flexibility) หมายถึงความสามารถของบุคคลในการคิดหาคำตอบได้หลายประเภท หลายทิศทาง หลายรูปแบบ เช่น ให้นักเรียนระบุชื่อสัตว์มาให้มากที่สุดแล้วช่วยกันจัดกลุ่มสัตว์ว่ามีกี่ประเภท หากจัดได้หลายประเภทจะถือว่ามีความคิดยืดหยุ่นสูง

3. ความคิดริเริ่ม (Originality) หมายถึง ลักษณะการคิดที่แปลกใหม่ แตกต่างจากความคิดธรรมดาและไม่ซ้ำกับความคิดที่มีอยู่ทั่วไป เช่น ให้นักเรียนนำเศษวัสดุไปประดิษฐ์ของใช้ในชีวิตประจำวัน โดยมีรูปแบบไม่ซ้ำกับของใช้เดิม ๆ เลย

กิลฟอร์ด (Guilford, 1967, pp. 145 – 151) กล่าวว่า ความคิดสร้างสรรค์เป็นความสามารถทางสมองที่คิดได้กว้างไกลหลายทิศทางหรือเรียกว่าลักษณะการคิดแบบบอนเนกนัย ซึ่งสามารถแบ่งองค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์ออกเป็น 4 ประการ ดังนี้

1. ความคิดริเริ่ม (Originality) หมายถึง ลักษณะความคิดแปลกใหม่ซึ่งแตกต่างไปจากความคุ้นเคย ความริเริ่มแปลกใหม่ในที่นี้อาจแสดงออกในรูปลักษณะทางผลผลิตหรือกระบวนการคิดก็ได้ เช่น เมื่อเห็นรูปสี่เหลี่ยม การตีความจากความเคยชินจะรับรู้ว่าเป็นรูปสี่เหลี่ยม แต่หากพยายามคิดให้แตกต่างออกไป จะเห็นว่ารูปนั้นอาจเป็นสองมุมฉาก เป็นเส้นตรงสี่เส้น หรือเป็นการเรียงตัวของจุดก็ได้ ซึ่งเป็นการมองเห็นความสัมพันธ์ใหม่ที่ต่างจากความคิดเดิมที่เรียกว่าความคิดริเริ่ม

2. ความคล่องแคล่วในการคิด (Fluency) หมายถึง ความสามารถในการผลิตความคิดที่แตกต่างและหลากหลายภายใต้กรอบจำกัดของเวลา เป็นความสามารถเบื้องต้นซึ่งจะนำไปสู่การคิดอย่างมีคุณภาพ และการคิดเพื่อการแก้ปัญหาอย่างมีประสิทธิภาพต่อไป ดังตัวอย่างเช่นเดียวกับองค์ประกอบที่ 1 ของทอเรนซ์ที่นำเสนอไปแล้ว

3. ความยืดหยุ่นในการคิด (Flexibility) หมายถึง ความสามารถในการคิดนอกกรอบ ไม่ตกอยู่ภายใต้กฎเกณฑ์หรือความคุ้นเคย ความยืดหยุ่นช่วยให้สามารถมองเห็นสิ่งต่าง ๆ ในแง่มุม

ใหม่ จึงนับเป็นปัจจัยสนับสนุนให้เกิดความคล่องแคล่วให้พัฒนาความคิดแตกแขนงในทิศทางที่แตกต่าง ไม่ซ้ำซ้อนนำไปสู่การคิดอย่างมีคุณภาพ และเกิดการสร้างสรรค์สิ่งใหม่เช่นเดียวกับตัวอย่างในองค์ประกอบที่ 2 ของทอเรนซ์

4. ความละเอียดลออในการคิด (Elaboration) หมายถึงการคิดตกแต่งในรายละเอียด เพื่อขยายความคิดหลักให้สมบูรณ์ ความละเอียดลออของการคิดจะสัมพันธ์กับความสามารถในการสังเกต บุคคลที่สังเกตเก่งจะไม่ละเลยในรายละเอียดเล็ก ๆ น้อย ๆ ที่ผู้อื่นอาจมองข้ามไป เช่น การให้นักเรียนสังเกตภาพที่สนใจแล้วให้อธิบายถึงความสวยงามของภาพว่ามีในจุดใดบ้างซึ่งนักเรียนที่คิดละเอียดลออจะมองเห็นรายละเอียดเล็ก ๆ น้อย ๆ และอธิบายความงามของภาพได้อย่างลึกซึ้ง

จากแนวคิดที่กล่าวมาข้างต้น อาจสรุปได้ว่าองค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์มี 4 องค์ประกอบ คือ ความคิดคล่อง ความคิดยืดหยุ่น ความคิดริเริ่ม และความคิดละเอียดลออ

แนวทางการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์

จากการศึกษาแนวทางการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ ซึ่งนักการศึกษาหลายท่านได้เสนอแนะแนวทางต่าง ๆ ไว้ดังนี้

เอกเกนและคอคซัค (Eggen & Kauchak, 2010, p. 264) เชื่อว่าสภาพแวดล้อมในห้องเรียนมีผลต่อการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ ซึ่งผู้วิจัยได้เสนอแนวทางในการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียน ดังนี้

1. ช่วยนักเรียนพัฒนาความรู้ที่จำเป็น
2. สร้างบรรยากาศที่ผู้เรียนรู้สึกมีอิสระในการเสนอแนวคิดและการออกความคิดเห็น
3. การสื่อสารอย่างสร้างสรรค์เป็นสิ่งที่มีความสำคัญ โดยเฉพาะความกระตือรือร้น

ในการเสนอความคิดที่แปลกใหม่ และการให้รางวัลนักเรียนที่มีความคิดริเริ่ม

4. ควรหลีกเลี่ยงการเปรียบเทียบข้อดี ข้อเสียในการเสนอความคิดเห็นของนักเรียน

ในการประเมินผล เพื่อเป็นการลดความกดดันของนักเรียน

อัมพร ม้าคนอง (2554, หน้า 65-66) ได้เสนอแนวทางในการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ให้กับผู้เรียนสรุปได้ดังต่อไปนี้

1. เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้เรียนรู้จากความคิดของตน
2. สร้างประเด็นเพื่อท้าทายและกระตุ้นให้ผู้เรียนต้องการค้นหาและทดลอง
3. สร้างบรรยากาศของการเรียนรู้อย่างเสรี ให้ผู้เรียนมีอิสระในการคิดและแสดงออก

โดยผู้สอนต้องลดการจำกัดกรอบความคิดและความสนใจของผู้เรียน

4. พยายามให้ผู้เรียนตั้งคำถาม ในขณะที่เดียวกันก็ให้ความสนใจและตอบคำถามแปลกๆ ของผู้เรียน

5. ลดการอธิบาย แต่ชี้แนวทางให้ผู้เรียนคิด จินตนาการ และสร้างสรรค์ผลงานและแนวคิดใหม่ ๆ จากประสบการณ์ของตนเอง

6. ผู้สอนไม่ควรเน้นคำตอบ ผลลัพธ์ หรือข้อสรุปมากเกินไป ควรยอมรับในความคลาดเคลื่อนหรือข้อผิดพลาดที่อาจเกิดขึ้นจากวิธีหรือการคิดสร้างสรรค์

ถวัลย์ มาศจรูส (2553, หน้า 64-65) กล่าวถึง ความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ มีองค์ประกอบที่ใช้ในการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ ซึ่งได้ผ่านการทดลองประสิทธิภาพจากสถานศึกษาที่เข้าร่วมโครงการ ได้แก่ โรงเรียนสตรีมหาพฤฒาราม ในพระบรมราชินูปถัมภ์ กรุงเทพมหานคร โรงเรียนบดินทร์เดชา (สิงห์ สิงหเสนี) กรุงเทพมหานคร โรงเรียนจิระศาสตร์วิทยา จังหวัดพระนครศรีอยุธยา โดยมีองค์ประกอบการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ 4 องค์ประกอบ ดังนี้

1. การเรียนรู้ด้วยตนเอง เป็นการเรียนรู้ที่เกิดจาก
 - 1.1 การเรียนรู้ที่ผู้สอนเป็นผู้อำนวยความสะดวก
 - 1.2 การค้นคว้าวิจัยและแก้ไขปัญหาด้วยตนเอง
 - 1.3 การแลกเปลี่ยนความคิดเห็นและประสบการณ์กับผู้อื่น
 - 1.4 การคิดสร้างสรรค์สิ่งใหม่ด้วยตนเอง
 - 1.5 การหาคำตอบที่หลากหลายจากแหล่งความรู้ประเภทต่าง ๆ
 - 1.6 การรับรู้ว่ามีคำตอบใดที่สมบูรณ์
 - 1.7 การทดลองปฏิบัติด้วยตนเองก่อน แล้วจึงสรุปองค์ความรู้
 - 1.8 การประเมินคุณค่าของสิ่งที่สร้างสรรค์ได้
2. การแสวงหาคำตอบโดย
 - 2.1 การแนะนำของผู้สอน
 - 2.2 การสืบค้นจากสื่อต่าง ๆ อาทิ ห้องสมุด อินเทอร์เน็ต วิทยุ โทรทัศน์ และสื่อภายใน ชุมชน
 - 2.3 การใช้ตัวเลขและข้อมูลเพื่อวิเคราะห์เปรียบเทียบ
 - 2.4 การพบ ปรัชญาผู้เชี่ยวชาญ วิทยากรท้องถิ่น
 - 2.5 การเปรียบเทียบคำตอบกับผลของการเรียนรู้

3. รู้จักการคิดวิเคราะห์ จาก

3.1 การตั้งคำถาม การค้นหาคำตอบ และการพัฒนาสมมติฐานเพื่อนำไปสู่
การสร้างสรรค์

3.2 การแลกเปลี่ยนความคิดเห็นอย่างหลากหลาย

3.3 การค้นคว้าข้อมูล ข่าวสารและทดลองปฏิบัติเพื่อค้นหาคำตอบ

3.4 การจำแนกความแตกต่างและการคิดวิเคราะห์

3.5 การคิดอย่างเป็นระบบ

3.6 การค้นพบตัวเองด้วยการเรียนรู้จากผู้อื่น

4. การสังเคราะห์ สร้างสรรค์และประเมินค่าการสังเคราะห์สร้างสรรค์โดย

4.1 ผ่านกระบวนการเรียนรู้อย่างเป็นระบบ

4.2 การสร้างองค์ความรู้จากการจัดกระบวนการเรียนรู้

4.3 การสร้างสรรค์ประยุกต์ใช้สิ่งที่มีอยู่แล้วให้เกิดคุณค่ายิ่งขึ้น

4.4 การสร้างสรรค์หรือค้นพบสิ่งใหม่ด้วยตนเอง

4.5 การประเมินค่า มีการประเมินค่าจากผลงานอันเกิดจากการสร้างสรรค์ อาทิใน
เรื่องประวัติความเป็นมา ความงาม ประโยชน์ใช้สอย

คลอสไมเออร์ (Klausmeier, 1984 อ้างถึงใน สุรางค์ โคว์ตระกูล, 2554, หน้า 143-144)
ได้รวบรวมหลักการส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ไว้ 5 อย่างคือ

1. การสร้างสถานการณ์ หรือสิ่งแวดล้อมที่เปิดโอกาสให้นักเรียนได้แสดงออก รวมทั้ง
จัดอุปกรณ์การเรียนการสอนหลายอย่าง เพื่อนักเรียนจะได้แสดงออกทั้งทางด้านความคิดเห็น
การเขียนและทางด้านศิลปะ

2. พยายามส่งเสริมทัศนคติที่ดีของครูและของนักเรียนต่อความคิดสร้างสรรค์ เช่น มีใจ
กว้างที่จะรับความคิดริเริ่มใหม่ ๆ ไม่หัวเราะเยาะคนที่มีความคิดที่แปลกไปจากตน

3. ส่งเสริมการใช้ความคิดเอกลัคนัย เช่น ในชั่วโมงภาษาไทย ควรจะส่งเสริมให้นักเรียน
เขียนทั้งร้อยกรองและร้อยแก้ว และสนับสนุนให้ทุกคนตั้งจุดประสงค์ของงาน และครูอนุญาตให้
ใช้เวลาตามที่ต้องการ

4. ส่งเสริมให้สร้างผลงาน ควรจะสังเกตว่านักเรียนคนใดบ้างที่มีความคิดสร้างสรรค์
โดยไม่คำนึงถึงอายุ เด็กเล็กที่มีความคิดสร้างสรรค์ก็ควรจะสนับสนุนตามความสามารถ ไม่ควร
จะใช้เกณฑ์จำกัดว่างานบางอย่างเป็นของผู้ใหญ่หรือเด็กโตเท่านั้น ผลงานเป็นส่วนสำคัญที่จะให้
กำลังใจแก่ผู้มีความคิดสร้างสรรค์

5. ควรให้ข้อมูลย้อนกลับ (Feedback) เพื่อนักเรียนจะได้ทราบว่าตนเองทำดีหรือไม่ดีอย่างไร แต่ครูจะต้องระวังไม่ตึงนักเรียนให้หมดกำลังใจ

ครูลิกและรูดนิค (Krulik & Rudnick, 1999 อ้างถึงใน อัมพร ม้าคนอง, 2554, หน้า 66) กล่าวว่า การพัฒนาการคิดริเริ่มสร้างสรรค์ ผู้สอนไม่ควรจบการแก้ปัญหาเพียงเพราะได้คำตอบที่ต้องการ แต่ควรขยายปัญหานั้นให้มากกว่าคำตอบที่ได้ เพื่อที่จะกระตุ้นให้ผู้เรียนคิดวิเคราะห์และสร้างสรรค์ โดยลักษณะของคำถามหรือกิจกรรมที่ส่งเสริมการพัฒนาการคิดริเริ่มสร้างสรรค์คือ 1) การให้ทางเลือกหรือวิธีการแก้ปัญหาเดิมที่แตกต่างจากวิธีทั่ว ๆ ไป และ 2) การให้สถานการณ์ที่ผู้เรียนต้องตัดสินใจ โดยใช้ความคิดและประสบการณ์ส่วนตัว

มาโกโตะ (2551, หน้า 39-40) ได้สรุปเทคนิควิธีคิดอย่างสร้างสรรค์ออกเป็น 4 ประเภท ได้แก่

1. เทคนิควิธีคิดแบบกระจาย โดยแบ่งออกเป็น
 - 1.1 วิธีคิดเชื่อมโยงอิสระ ได้แก่ วิธี Brain storming วิธี Brain writing วิธี Card BS วิธี Card BW วิธีการยกจุดบกพร่อง และวิธีการยกประเด็นที่คาดหวัง
 - 1.2 วิธีคิดเชื่อมโยงแบบบังคับ ได้แก่ วิธีการยกคุณลักษณะพิเศษ วิธี Checklist วิธี Matrix
 - 1.3 วิธีคิดเชื่อมโยงแบบคล้ายคลึงเปรียบเทียบ ได้แก่ ซีเน็คติกส์ วิธีกอร์ดอน วิธี NM
2. เทคนิควิธีคิดแบบรวบรวม ได้แก่
 - 2.1 วิธีแบบช่องว่าง ได้แก่ วิธีแบบอนุमान และวิธีแบบอุปนัย
 - 2.2 วิธีแบบเครือข่าย ได้แก่ วิธีแบบสาเหตุและผลลัพธ์ และวิธีตามการไหลของเวลา
3. เทคนิควิธีคิดแบบควบคุมรวม ได้แก่ วิธี Work design วิธีไฮบริด (Hybrid)
4. เทคนิควิธีคิดแบบพฤติกรรม ได้แก่
 - 4.1 วิธีแบบรวมสมมติ ได้แก่ วิธีฝึกฝนด้วยตัวเอง การนอนหลับ โยคะหรือเซ็น
 - 4.2 วิธีแบบแลกเปลี่ยน ได้แก่ การวิเคราะห์แบบแลกเปลี่ยน (TA) Encounter group
 - 4.3 วิธีแบบการแสดง ได้แก่ ละครจิตวิทยา และ Role playing

สรุปได้ว่า การพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ สามารถทำได้โดยการจัดกิจกรรมกลุ่ม เพื่อระดมความคิด สมาชิกในกลุ่มร่วมกันเสนอวิธีการในการแก้ปัญหาอย่างหลากหลาย ผู้สอนควรเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้เรียนรู้จากความคิดของตน ลดการอธิบายและให้ความสนใจและตอบคำถามแปลก ๆ ของผู้เรียน ผู้สอนไม่ควรจบการแก้ปัญหาเพียงเพราะได้คำตอบที่ต้องการ แต่ควรขยายปัญหานั้นให้มากกว่าคำตอบที่ได้ เพื่อที่จะกระตุ้นให้ผู้เรียนคิดวิเคราะห์และสร้างสรรค์ โดยลักษณะของคำถามหรือกิจกรรมที่ส่งเสริมการพัฒนาการคิดริเริ่มสร้างสรรค์คือ 1) การหาวิธี

การแก้ปัญหาที่แตกต่างจากวิธีเดิม และ 2) การใช้สถานการณ์เพื่อให้ผู้เรียนได้ตัดสินใจ โดยอาศัยความคิด ประสบการณ์ส่วนตัวและผู้สอนต้องยอมรับในความคลาดเคลื่อนหรือข้อผิดพลาดที่อาจเกิดขึ้นจากวิธีหรือการคิดสร้างสรรค์

แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการคิดสร้างสรรค์

นักจิตวิทยาและนักการศึกษาหลายท่านได้ศึกษาความคิดสร้างสรรค์ และให้แนวคิดหลักการเกี่ยวกับเรื่องนี้แตกต่างกันออกไปตามความเชื่อและประสบการณ์ สามารถสรุปออกมาเป็นทฤษฎีต่าง ๆ ดังนี้

แนวคิดของเทเลอร์และฮอลแลนด์ (Taylor & Holland, 1964) ที่เชื่อว่า ผลงานของความคิดสร้างสรรค์คนนั้น ไม่จำเป็นต้องเป็นขั้นสูงสุดเสมอไป คือไม่จำเป็นต้องคิดค้นคว้าประดิษฐ์ของใหม่ ๆ ที่ยังไม่มีผู้ใดคิดมาก่อนเลยหรือสร้างทฤษฎีที่ต้องใช้ความคิดด้านนามธรรมอย่างสูงยิ่ง แต่ความคิดสร้างสรรค์ของคนนั้นอาจจะเป็นขั้นหนึ่งใน 6 ขั้นต่อไปนี้

ขั้นที่หนึ่ง เป็นความคิดสร้างสรรค์ขั้นต้นที่สุด จัดเป็นสังขมดาสามัญคือ เป็นพฤติกรรมหรือการแสดงออกของคนโดยทั่วไปอย่างอิสระ ซึ่งพฤติกรรมนั้นไม่จำเป็นต้องอาศัยความคิดริเริ่มหรือทักษะแต่อย่างใด เป็นเพียงแต่ให้กล้าแสดงออกอย่างอิสระเท่านั้น

ขั้นที่สอง เป็นงานที่ผลิตออกมาโดยผลงานนั้น ขั้นนี้จำเป็นต้องอาศัยทักษะบางประการแต่ไม่จำเป็นต้องเป็นสิ่งใหม่สำหรับบุคคลทั่วไป แต่เป็นสิ่งใหม่สำหรับตนเอง

ขั้นที่สาม ขั้นสร้างสรรค์ เป็นขั้นที่แสดงความคิดใหม่ของบุคคลที่ไม่ได้มีการลอกเลียนแบบจากใคร แม้ว่าความคิดนั้นอาจจะมีคนอื่นคิดไว้แล้วก็ตาม

ขั้นที่สี่ เป็นขั้นสร้างความสร้างสรรค์ ขั้นประดิษฐ์สิ่งใหม่โดยไม่ซ้ำแบบใคร เป็นขั้นที่ผู้กระทำได้แสดงให้เห็นถึงความสามารถของตนเองที่มีความแตกต่างไปจากผู้อื่น

ขั้นที่ห้า เป็นขั้นการพัฒนาปรับปรุงผลงานในขั้นที่สี่เพื่อให้มีประสิทธิภาพและประโยชน์มากยิ่งขึ้น

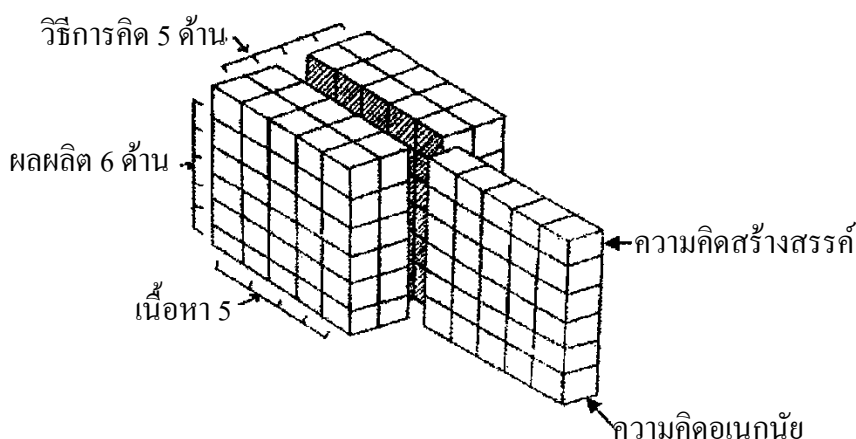
ขั้นที่หก เป็นขั้นความคิดสร้างสรรค์สุดยอดสามารถคิดสิ่งที่เป็นนามธรรมขั้นสูงสุดได้ เช่น ชาลส์ ดาร์วิน (Charles Darwin) คิดตั้งทฤษฎีวิวัฒนาการขึ้น เป็นต้น

แนวคิดของฟรอยด์ (Freud, 1940 อ้างถึงใน ลักษณา สิริวัฒน์, 2558, หน้า 167) ที่เชื่อว่า ความขัดแย้งเป็นต้นเหตุทำให้บุคคลคิดอย่างสร้างสรรค์ เนื่องจากในขณะที่บุคคลมีความขัดแย้งขึ้นมาสภาวะจิตก็จะตกอยู่ในสภาพวิตกกังวล เพราะต้องการขจัดความขัดแย้งให้หมดไปจากลักษณะของจิตที่มีความรู้สึกรัดกั้ววลดังกล่าวจะกระตุ้นให้เกิดความคิดต่าง ๆ ขึ้นมาอย่างมากมายเพื่อหาวิธีเอาชนะความขัดแย้งนั้นให้ได้เพื่อให้อึดใจผ่อนคลายความกังวลลงไปจนรู้สึกสบายใจและความคิดต่าง ๆ ทั้งหลายที่เกิดขึ้นนั้นคือความคิดสร้างสรรค์นั่นเอง

ทอเรนซ์ (Torrance, 1979) ได้กล่าวไว้ว่าความคิดสร้างสรรค์จะแสดงออกตลอดกระบวนการของความรู้สึกหรือการเห็นปัญหา การรวบรวมความคิดเพื่อตั้งเป็นสมมติฐานการสอนและการดัดแปลงสมมติฐาน ตลอดจนวิธีการเผยแพร่ผลสรุปที่ได้รับ ทฤษฎีของทอเรนซ์นี้อาจขยายความได้ว่า ผู้ที่มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์เมื่อเห็นและเข้าใจปัญหาจะรวบรวมประสบการณ์และข้อสนเทศต่าง ๆ เข้าด้วยกัน เป็นการประมวลข้อมูลทั้งหมดที่มีอยู่มาใช้เพื่อแสวงหาวิธีเผชิญปัญหาหรือแก้ปัญหา ที่เป็นวิธีใหม่ที่แตกต่างไปจากวิธีเดิม

ทฤษฎีโครงสร้างทางปัญญาของกิลฟอร์ด (Guilford's Structure of Intellect Model)

กิลฟอร์ด (Guilford, 1959 cited in Lefrancois, 2000, pp. 307-309) ได้ทำแบบจำลองโครงสร้างทางสติปัญญา ซึ่งแบบจำลองนี้เกี่ยวกับสติปัญญาและความคิดสร้างสรรค์ เป็นรูปแบบจำลองสามมิติ ประกอบด้วยมิติการคิด (Operations) มิติเนื้อหา (Contents) และมิติผลการคิด (Products) ซึ่งแบบจำลองนี้สามารถใช้อธิบายความสามารถทั้งหมดของมนุษย์ ได้ทั้งหมด 120 แบบ โดยแบ่งเป็นมิติวิธีการคิด 5 ด้าน มิติเนื้อหา 5 ด้าน และมิติผลผลิต 6 ด้าน ดังภาพที่ 2-6



ภาพที่ 2-6 สมรรถภาพด้านความคิดสร้างสรรค์ของกิลฟอร์ด

ทฤษฎีโครงสร้างทางปัญญาของกิลฟอร์ด มีรายละเอียดแต่ละมิติ ดังนี้

มิติที่ 1 การคิด (Operations) เป็นกิจกรรมทางสมองที่สำคัญ เป็นการรวบรวมข้อมูลข่าวสารที่ได้รับและพยายามเข้าใจความหมายประกอบ

1. การรับรู้และเข้าใจ (Cognition) หมายถึง การที่คนเราสามารถค้นพบ รู้จักสิ่งต่าง ๆ ที่อยู่รอบๆ ตัว และมีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับสิ่งนั้น ๆ

2. การจำ (Memory) หมายถึง ความสามารถที่จะจำสิ่งต่าง ๆ และเรียกมาใช้ได้เมื่อต้องการ

3. การคิดอเนกนัย (Divergent thinking) เป็นความคิดที่เน้นความคิดใหม่ ๆ ที่น่าจะเป็นไปได้หลายแบบ ความคิดประเภทนี้มีความสำคัญต่อความคิดสร้างสรรค์

4. การคิดเอกนัย (Convergent thinking) เป็นความคิดที่เน้นเรื่องความถูกต้องของคำตอบที่ยอมรับ โดยทั่วไปว่าเป็นคำตอบที่ดีที่สุด

5. การประเมินค่า (Evaluation) การตัดสินใจโดยถือ ความถูกต้องเหมาะสมและความพึงปรารถนาเป็นเกณฑ์

การคิดเอกนัย (Convergent thinking) และการคิดอเนกนัย (Divergent thinking) เกี่ยวกับความคิดสร้างสรรค์เกี่ยวข้องกับเนื่องจากการคิดเอกนัย (Convergent thinking) เป็นการเลือกคำตอบที่ถูกต้องเพียงคำตอบเดียวในการตอบปัญหา ซึ่งเป็นปัจจัยสำคัญในการทำข้อสอบ การคิดอเนกนัยเกี่ยวกับการแสดงวิธีการแก้ปัญหาอย่างหลากหลายหรือเป็นการตั้งสมมติฐานอย่างหลากหลายเป็นส่วนสำคัญของการคิดสร้างสรรค์

มิติ 2 เนื้อหา (Contents) เป็นการจัดจำพวกหรือประเภทของข้อมูลข่าวสารที่ได้รับ แบ่งออกเป็น 4 จำพวก คือ

2.1 ภาพ (Figural) หมายถึง ข้อมูลข่าวสารที่เป็นรูปธรรม เช่น รูปภาพ

2.2 สัญลักษณ์ (Symbolic) หมายถึง ข้อมูลข่าวสารที่อยู่ในรูปเครื่องหมายต่าง ๆ เช่น ตัวเลข รหัส

2.3 ภาษา (Semantic) หมายถึง ข้อมูลข่าวสารที่มักจะอยู่ในรูปความหมายซึ่งแทนด้วยถ้อยคำหรือรูปภาพที่มีความหมาย

2.4 พฤติกรรม (Behavioral) หมายถึง ข้อมูลข่าวสารที่ได้จากกระทำทางที่ใช้ในการปฏิสัมพันธ์ระหว่างบุคคล เช่น อารมณ์

มิติที่ 3 ผลการคิด (Products) เป็นแบบต่าง ๆ ที่ใช้ในการคิด ประกอบด้วย

3.1 แบบหน่วย (Units) คือสิ่งใดสิ่งหนึ่งที่รวมตัวสมบูรณ์ เป็นหน่วยที่มีลักษณะเฉพาะตัว

3.2 แบบกลุ่ม (Classes) หมายถึงกลุ่มของหน่วยต่าง ๆ ที่มีคุณสมบัติร่วมกัน

3.3 แบบความสัมพันธ์ (Relations) หมายถึงการเชื่อมโยงของหน่วยหรือจำพวกของข้อมูลข่าวสาร หรือหลักการและกฎเกณฑ์ที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความคิดรวบยอด

3.4 แบบระบบ (Systems) หมายถึง โครงสร้าง หรือการรวมหน่วยจำพวกของข้อมูลข่าวสารหรือการแสดงความสัมพันธ์ที่ซับซ้อนของส่วนประกอบ ซึ่งอาจจะเป็นทฤษฎี กฎเกณฑ์ หรือหลักการ

3.5 แบบการแปลงรูป (Transformations) หมายถึงการเปลี่ยนแปลงต่าง ๆ ของข้อมูลข่าวสาร

3.6 แบบประยุกต์ (Implications) หมายถึงการอธิบายหรือเปรียบเทียบข้อมูลข่าวสารที่มีอยู่ในรูปของการคาดคะเนหรือการทำนาย

ทั้งนี้ ความคิดสร้างสรรค์ได้อยู่ในมิติที่ 1 คือ วิธีการคิดที่เป็นการคิดออกนอกนัย (Divergent thinking) เป็นการคิดที่เน้นความคิดใหม่ ๆ ที่น่าจะเป็นไปได้หลายแบบ สามารถเปลี่ยนวิธีการแก้ปัญหาได้หลายรูปแบบ นำไปสู่การหาคำตอบหรือวิธีการแก้ปัญหาที่หลากหลาย ซึ่งกิลฟอร์ดได้ให้ความสนใจในวิธีการคิดแบบออกนอกนัยเป็นเพราะเป็นวิธีการคิดที่ส่งผลการคิดอย่างพิเศษหลากหลายซึ่งแสดงให้เห็นถึงความคิดสร้างสรรค์

ความสำคัญของการคิดสร้างสรรค์

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2555 ก, หน้า 113) ได้ระบุว่าความคิดสร้างสรรค์ เป็นทักษะและกระบวนการที่นักเรียนควรจะเรียนรู้ ฝึกฝน และพัฒนาให้เกิดขึ้นในตัวนักเรียน การฝึกฝนความคิดริเริ่มสร้างสรรค์จะช่วยให้เด็กมีแนวทางการคิดที่หลากหลาย มีกระบวนการคิด จินตนาการในการประยุกต์ที่จะนำไปสู่การคิดค้นสิ่งประดิษฐ์ที่แปลกใหม่ที่คนส่วนใหญ่คาดคิดไม่ถึงหรือมองข้าม ตลอดจนส่งเสริมให้นักเรียนมีนิสัยกระตือรือร้น ไม่ย่อท้อ อยากรู้อยากเห็น อยากค้นคว้าและทดลองสิ่งใหม่ ๆ อยู่เสมอ

สุคนธ์ สินธพานนท์ และคณะ (2551, หน้า 31) ได้กล่าวว่า ความคิดสร้างสรรค์ มีประโยชน์ต่อตนเองและสังคม เนื่องจากได้แสดงออกอย่างอิสระทั้งด้านความคิดและการปฏิบัติ ได้ทำงานหรือผลิตชิ้นงานที่แปลกใหม่ สร้างนิสัยในการทำงานที่ดี มีความพยายาม อุตสาหะ ช่วยแก้ปัญหาสังคม ช่วยให้สังคมมีความเจริญก้าวหน้า มีคุณภาพชีวิตที่ดี จากการค้นพบในด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ทำให้ได้ผลิตสิ่งที่เป็นประโยชน์ต่อการใช้ชีวิตอยู่

เพอร์กินส์ (1981 cited in Gelfand, 1988, p. 24) กล่าวว่า คนที่มีความคิดสร้างสรรค์สามารถจำได้มากกว่า มีประสิทธิภาพมากกว่า สังเกตเกี่ยวกับตัวเองและสิ่งแวดล้อมมากกว่า และมีความเข้าใจมากกว่าเมื่อเทียบกับคนที่ไม่มีความคิดสร้างสรรค์

โดยสรุปแล้วการคิดริเริ่มสร้างสรรค์ ช่วยให้นักเรียนมีแนวทางการคิดที่หลากหลาย ได้แสดงออกอย่างอิสระทั้งด้านความคิดและการปฏิบัติ มีกระบวนการคิด จินตนาการในการประยุกต์ที่จะนำไปสู่การคิดค้นสิ่งประดิษฐ์ที่แปลกใหม่ที่คนส่วนใหญ่คาดคิดไม่ถึงหรือมองข้าม ตลอดจนส่งเสริมให้นักเรียนมีนิสัยกระตือรือร้น อุตสาหะ อยากค้นคว้าและทดลองสิ่งใหม่ ๆ อยู่เสมอ

ขั้นตอนการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์

วอลลาซและ โคแกน (Wallach & Kogan, 1965 อ้างถึงใน ลักขณา สิริวัฒน์, 2558, หน้า 166-167) ได้กล่าวไว้ว่า กระบวนการของความคิดสร้างสรรค์เกิดจากความคิดสิ่งใหม่ ๆ โดยการลองผิดลองถูก (Trial and Error) และได้แบ่งขั้นตอนในการคิดริเริ่มสร้างสรรค์ไว้เป็น 4 ขั้นตอนตามลำดับ ดังนี้

1. ขั้นเตรียม (Preparation) เป็นขั้นที่เริ่มพบปัญหา ซึ่งสามารถเกิดขึ้นได้ตลอดเวลา ในกิจวัตรประจำวัน อันเป็นระยะที่เกิดจากความอยากรู้อยากเห็นของมนุษย์โดยธรรมชาติ และจะมีการเตรียมตัวศึกษาปัญหา จัดเตรียมข้อมูลต่าง ๆ เช่น ข้อมูลเกี่ยวกับขั้นตอนการดำเนินงาน ข้อมูลระบุปัญหา ข้อมูลที่เป็นข้อเท็จจริงตลอดจนความรู้ความเข้าใจในส่วนที่เกี่ยวข้อง เพื่อเตรียมไว้สำหรับการแก้ปัญหา ยกตัวอย่างเช่น นักประดิษฐ์คิดค้นคนสำคัญของโลก Michael Faraday มีความสนใจเกี่ยวกับแม่เหล็กกระแสไฟฟ้าและมอเตอร์ไฟฟ้าขึ้น การเก็บรวบรวมข้อมูลของแต่ละบุคคลนั้นสามารถกระทำได้ในหลาย ๆ วิธีแตกต่างกัน เช่น บางคนชอบฟังผู้อื่นพูด บรรยาย แต่ไม่ชอบการอ่าน บางคนชอบทั้งฟังและอ่าน บางคนชอบสังเกตการกระทำของผู้อื่น (On the job training) ในขณะที่บางคนชอบลองทำเองแบบลองผิดลองถูก (Trial and error)

2. ขั้นพิกัด หรือ บ่มตัว (Inaction) เป็นขั้นของการเก็บสะสม กรุ่นคิด ใช้ความคิดเพื่อแก้ปัญหา โดยการทบทวนปัญหา ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูล ความรู้ และปัญหาที่กำลังเผชิญอยู่ บางครั้งขั้นตอนนี้อาจเป็นขั้นตอนของความสับสน วุ่นวายกับข้อมูลทั้งเก่าและใหม่ที่อยู่ในสมอง ทำให้ไม่สามารถขมวดความคิดได้จึงต้องปล่อยความคิดไว้เฉย ๆ เพื่อให้เกิดการคิดหลอมรวมเป็นความคิดใหม่ขึ้นมา ช่วงนี้จะเกิดความคิดหลากหลายทางเพื่อแก้ปัญหาจนกระทั่งได้คำตอบที่ต้องการ ซึ่งระยะเวลาของการพิกัดจะยาวนานเพียงใดขึ้นอยู่กับความมุ่งมั่นที่จะหาคำตอบ ความมีสมาธิ ตลอดจนข้อมูลที่มีอยู่

3. ขั้นความคิดกระจ่าง (Inspiration or illumination) เป็นขั้นที่ความสับสนได้ผ่านการเรียบเรียง จัดลำดับ และเชื่อมโยงความสัมพันธ์ต่าง ๆ เข้าด้วยกันเป็นจินตนาการหรือผลที่ได้จากความคิดที่เกิดขึ้นในสมองนั้นผุดขึ้นมาอย่างทันทีทันใด แล้วทำให้เกิดแนวทางในการแก้ปัญหา อันเป็นการพบความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลความรู้และแนวทางในการแก้ปัญหา จนสามารถกำหนดสมมติฐานของปัญหาต่าง ๆ ได้อย่างถูกต้อง เช่น Archimedes คิดเรื่องปริมาตรของวัตถุได้ในขณะที่อยู่ในอ่างอาบน้ำ และค้นพบสูตรกลศาสตร์เรื่องการลอยตัว (Buoyancy) เมื่อลงอาบน้ำในอ่างที่มีน้ำเต็มอยู่ เป็นต้น

4. ขั้นการปรับปรุงหรือขั้นพิสูจน์ (Revision or verification) เป็นระยะที่ความคิดที่คิดออกนั้นได้รับการประเมิน กลั่นกรอง ตรวจสอบ ตกแต่งความคิดให้มีความสมบูรณ์และมั่นใจ

มากยิ่งขึ้น เป็นขั้นของการปรับปรุงโดยมีการปรุงแต่งสิ่งที่ค้นพบให้สมบูรณ์และดียิ่งขึ้น
ทำการทดสอบหรือพิสูจน์ในสิ่งประดิษฐ์ใหม่ ทบทวนจุดมุ่งหมายที่ตั้งไว้ พิจารณาผลงาน
อย่างรอบคอบ เปรียบเทียบผลดีผลเสีย ทดสอบความสัมพันธ์กับคำตอบที่พบถึงความเหมาะสม
มีสิ่งที่จะต้องปรับปรุงตัดแปลงหรือไม่ มีการพิสูจน์ความจริงและทดสอบจนเป็นที่แน่ใจแล้วจึงตั้ง
กฎเกณฑ์ แนวความคิด หรือวิธีแก้ปัญหาแบบใหม่

ทอเรนซ์ (Torrance, 1964 อ้างถึงใน อัมพร ม้าคนอง, 2554, หน้า 65) ได้กล่าวถึง
กระบวนการเกิดความคิดสร้างสรรค์ไว้ว่าประกอบด้วย 4 ขั้นตอน ดังนี้

1. ขั้นเริ่มต้น เป็นขั้นของการเริ่มต้นคิด ซึ่งมักจะต้องการรวบรวมข้อมูลสารสนเทศ
และแนวคิดต่าง ๆ เพื่อทำความเข้าใจในปัญหาหรือสถานการณ์
2. ขั้นคิดไตร่ตรอง เป็นขั้นที่ต้องใช้ความคิดอย่างหลากหลายโดยมีการเชื่อมโยง
ทั้งระหว่างข้อมูลระหว่างกระบวนการ และระหว่างข้อมูลกับกระบวนการ
3. ขั้นเกิดความคิดแปลกใหม่ เป็นขั้นที่มองเห็นความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งที่คิด ซึ่งเป็น
สิ่งที่แปลกใหม่ไม่เหมือนกับที่มีคนคิดไว้
4. ขั้นปรับปรุง เป็นขั้นการปรับความคิดที่เกิดในขั้นที่ 3 ให้เหมาะสมกับบริบทและ
เงื่อนไขของปัญหา

ฮัตชินสัน (Hutchinson, n.d. อ้างถึงใน ไพฑูรย์ สีนลรัตน์ และคณะ, 2558, หน้า 101-
102) ระบุว่า การคิดสร้างสรรค์นั้นเป็นกระบวนการเชื่อมโยงความรู้ที่มีอยู่เข้าด้วยกัน อันจะนำไปสู่
การแก้ปัญหาใหม่ที่คิดใช้เวลาการคิดเพียงสั้น ๆ อย่างรวดเร็วหรือยาวนานก็อาจเป็นไปได้
โดยมีลำดับขั้นตอน ดังนี้

1. ขั้นเตรียม เป็นการรวบรวมประสบการณ์ มีการลองผิดลองถูกและตั้งสมมติฐาน
เพื่อแก้ปัญหา
2. ขั้นครุ่นคิดขัดข้องใจ เป็นระยะที่มีอารมณ์เครียด อันสืบเนื่องจากการครุ่นคิดแต่ยังคิด
ไม่ออก
3. ขั้นของการเกิดความคิด เป็นระยะที่เกิดความคิดในสมองเป็นการมองเห็นวิธี
แก้ปัญหาหรือพบคำตอบ
4. ขั้นพิสูจน์ เป็นระยะการตรวจสอบประเมินผลโดยใช้เกณฑ์ต่าง ๆ เพื่อดูคำตอบที่คิด
ออกมานั้นเป็นจริงหรือไม่

Osborn (1957 อ้างถึงใน อารี รังสินันท์, 2526) ได้เสนอขั้นตอนการจัดการเรียนรู้
แบบส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ ไว้ดังนี้

- ขั้นที่ 1 การชี้ถึงปัญหา เป็นการระบุหรือทราบประเด็นปัญหา

ขั้นที่ 2 การเตรียมและรวบรวมข้อมูล เป็นขั้นเตรียมการรวบรวมข้อมูลเพื่อใช้ในการคิดแก้ปัญหา

ขั้นที่ 3 การวิเคราะห์ เป็นขั้นคิดพิจารณาและแจกแจงข้อมูล

ขั้นที่ 4 การใช้ความคิด หรือคัดเลือกเพื่อหาทางเลือกต่าง ๆ เป็นขั้นพิจารณาอย่างละเอียดรอบคอบ และหาทางเลือกที่เป็นไปได้ไว้หลาย ๆ ทาง

ขั้นที่ 5 การคิด (Incubation) และการทำให้กระจ่าง (Illumination) เป็นขั้นที่ทำให้จิตใจว่างและในที่สุดก็เกิดความคิดแวบแล้วกระจ่างขึ้น

ขั้นที่ 6 การสังเคราะห์หรือการบรรจุชิ้นส่วนต่าง ๆ เข้าด้วยกัน

ขั้นที่ 7 การประเมินผล เป็นการคัดเลือกจากคำตอบที่มีประสิทธิภาพที่สุด

จากการศึกษาแนวคิดของนักการศึกษาเกี่ยวกับขั้นตอนการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ของ วอลลาซและ โทแกน (1965 อ้างถึงใน ลักขณา สิริวัฒน์, 2558) ทอเรนซ์ (1964 อ้างถึงใน อัมพร ม้าคนอง, 2554) ฮัตชินสัน (n.d. อ้างถึงใน ไพฑูรย์ สินลารัตน์ และคณะ, 2558) และ Osborn (1957 อ้างถึงใน อารี รังสินันท์, 2526) ผู้วิจัยได้สร้างตารางสังเคราะห์ขั้นตอนการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ ได้ 4 ขั้นตอน ดังตารางที่ 2-6

ตารางที่ 2-6 สังเคราะห์ขั้นตอนการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์จากแนวคิดนักการศึกษา

ลำดับ ขั้นตอนการ พัฒนา ความคิด สร้างสรรค์	Wallach and Kogan (1965)	Torrance (1964)	Hutchinson (n.d.)	Osborn (1957)	ผลการสังเคราะห์ ขั้นตอน การพัฒนา ความคิด สร้างสรรค์ของ ผู้วิจัย
1	ขั้นเตรียม -เป็นขั้นที่เริ่มพบ ปัญหา ซึ่งสามารถ เกิดขึ้นได้ตลอดเวลา ในกิจวัตรประจำวัน อันเป็นระยะที่เกิดจาก ความอยากรู้อยากเห็น ของมนุษย์	ขั้นเริ่มต้น -เป็นขั้นของ การเริ่มต้นคิด ซึ่งมักจะต้องมี การรวบรวม ข้อมูล สารสนเทศ และแนวคิด ต่าง ๆ	ขั้นเตรียม -เป็นการ รวบรวม ประสบการณ์ มีการลงมือ ลองถูกและ ตั้งสมมติฐาน เพื่อแก้ปัญหา	ขั้นการชี้ถึง ปัญหา -เป็นการระบุ หรือทราบ ประเด็น ปัญหา	ขั้นวิเคราะห์ ปัญหา -เป็นขั้นที่นักเรียน รวบรวมข้อมูล ค้นหาข้อเท็จจริง และใช้แนวคิด ต่าง ๆ เพื่อทำ ความเข้าใจปัญหา หรือสถานการณ์

ตารางที่ 2-6 (ต่อ)

ลำดับ ขั้นตอน การพัฒนา ความคิด สร้างสรรค์	Wallach and Kogan (1965)	Torrance (1964)	Hutchinson (n.d.)	Osborn (1957)	ผลการสังเคราะห์ ขั้นตอน การพัฒนา ความคิด สร้างสรรค์ของ ผู้วิจัย
2	<p>ขั้นพิกัด หรือบมตัว</p> <p>-เป็นขั้นของการเก็บ สะสม กรุ่นคิด ใช้ ความคิดเพื่อแก้ปัญหา โดยการทบทวนปัญหา ศึกษาความสัมพันธ์ ระหว่างข้อมูล ความรู้ และปัญหาที่กำลังเผชิญ อยู่ บางครั้งขั้นตอนนี้ อาจเป็นขั้นตอนของ ความสับสน วุ่นวายกับ ข้อมูลทั้งเก่าและใหม่ ที่อยู่ในสมอง ทำให้ไม่ สามารถขมวดความคิด ได้จึงต้องปล่อย ความคิดไว้เฉียบ ๆ เพื่อให้เกิดการขบคิด หลอมรวมเป็นความคิด ใหม่ขึ้นมา ช่วงนี้จะเกิด ความคิดหลากหลาย ทางเพื่อแก้ปัญหา จนกระทั่ง ได้คำตอบ ที่ต้องการ</p>	<p>ขั้นคิดไตร่ตรอง</p> <p>-เป็นขั้นที่ต้อง ใช้ความคิด อย่างหลากหลาย โดยมี การเชื่อมโยงทั้ง ระหว่างข้อมูล ระหว่าง กระบวนการ และระหว่าง ข้อมูลกับ กระบวนการ</p>	<p>ขั้นกรุ่นคิด</p> <p>ขัดข้องใจ</p> <p>-เป็นระยะที่มี อารมณ์เครียด อันสืบ เนื่องจาก การกรุ่นคิด แต่ยังคง ไม่ออก</p>	<p>ขั้นการ</p> <p>เตรียมและ รวบรวม ข้อมูล -เป็นขั้น เตรียม การรวบรวม ข้อมูล เพื่อใช้ใน การคิด แก้ปัญหา</p>	<p>ขั้นค้นหาวิธีการ</p> <p>แก้ปัญหา</p> <p>-เป็นขั้นที่นักเรียน คิดหาแนวทาง การแก้ปัญหา ที่หลากหลาย โดยพิจารณาจาก เงื่อนไขของ ปัญหา นักเรียน อาจใช้แนวทาง แก้ปัญหาที่แปลก ใหม่ หรือปรับวิธี การแก้ปัญหาจาก แนวคิดเดิมที่มีอยู่</p>

ตารางที่ 2-6 (ต่อ)

ลำดับ ขั้นตอน การพัฒนา ความคิด สร้างสรรค์	Wallach and Kogan (1965)	Torrance (1964)	Hutchinson (n.d.)	Osborn (1957)	ผลการสังเคราะห์ ขั้นตอน การพัฒนา ความคิด สร้างสรรค์ของ ผู้วิจัย
3	<p>ขั้นความคิดกระฉ่าง</p> <p>-เป็นขั้นที่ความสับสน ได้ผ่านการเรียบเรียง จัดลำดับ และเชื่อมโยง ความสัมพันธ์ต่าง ๆ เข้าด้วยกัน</p> <p>เป็นจินตนาการหรือ ผลที่ได้จากความคิด ที่เกิดขึ้นในสมองนั้น ผูกขึ้นมาอย่าง ทันทีทันใด แล้วทำให้ เกิดแนวทางที่มองเห็น ทางในการแก้ปัญหา อันเป็นการพบ ความสัมพันธ์ระหว่าง ข้อมูลความรู้และ แนวทางใน การแก้ปัญหา จนสามารถกำหนด สมมติฐานของปัญหา ต่าง ๆ ได้อย่างถูกต้อง</p>	<p>ขั้นเกิดความคิด แปลกใหม่</p> <p>-เป็นขั้นที่ มองเห็น ความสัมพันธ์ ระหว่างสิ่งที่คิด ซึ่งเป็นสิ่งที่ แปลกใหม่ ไม่เหมือนกับที่ มีคนอื่นคิดไว้</p>	<p>ขั้นของการ เกิดความคิด</p> <p>-เป็นระยะที่ เกิดความคิด ในสมองเป็น การมองเห็น วิธีแก้ปัญหา หรือพบ คำตอบ</p>	<p>ขั้นการ วิเคราะห์</p> <p>-เป็นขั้นคิด พิจารณาและ แจกแจง ข้อมูล</p>	<p>ขั้นการวิเคราะห์</p> <p>วิธีการแก้ปัญหา</p> <p>-เป็นขั้นที่นักเขียน ใช้ความรู้หรือ ประสบการณ์เดิม มาช่วย ในการพิจารณา ความเหมาะสม ของวิธีแก้ปัญหา</p>

ตารางที่ 2-6 (ต่อ)

ลำดับ ขั้นตอน การพัฒนา ความคิด สร้างสรรค์	Wallach and Kogan (1965)	Torrance (1964)	Hutchinson (n.d.)	Osborn (1957)	ผลการสังเคราะห์ ขั้นตอน การพัฒนา ความคิด สร้างสรรค์ของ ผู้วิจัย
4	<p>ขั้นปรับปรุงหรือขั้น พิสูจน์</p> <p>-เป็นระยะที่ความคิด ที่คิดออกนั้นได้รับ การประเมิน กลั่นกรอง ตรวจสอบ ตกแต่ง ความคิดให้มี ความสมบูรณ์และ มั่นใจมากยิ่งขึ้น โดยมี การปรุงแต่งสิ่งที่ค้นพบ ให้สมบูรณ์และดียิ่งขึ้น ทำการทดสอบหรือ พิสูจน์ในสิ่งประดิษฐ์ ใหม่ ทบทวน จุดมุ่งหมายที่ตั้งไว้ พิจารณาผลงานอย่าง รอบคอบ เปรียบเทียบ ผลดีผลเสีย ทดสอบ ความสัมพันธ์กับ คำตอบที่พบถึงความ เหมาะสม มีการพิสูจน์ ความจริงและทดสอบ จนเป็นที่แน่ใจแล้วจึง ตั้งกฎเกณฑ์</p>	<p>ขั้นปรับปรุง</p> <p>-เป็นขั้น การปรับ ความคิดที่เกิด ในขั้นที่ 3 ให้ เหมาะสมกับ บริบทและ เงื่อนไขของ ปัญหา</p>	<p>ขั้นพิสูจน์</p> <p>-เป็นระยะ การ ตรวจสอบ ประเมินผล โดยใช้เกณฑ์ ต่าง ๆ เพื่อดู คำตอบที่คิด ออกมานั้น เป็นจริง หรือไม่</p>	<p>ขั้นการใช้</p> <p>ความคิด หรือคัดเลือก เพื่อหาทาง เลือกต่าง ๆ -เป็นขั้น พิจารณา อย่างละเอียด รอบคอบ และหาทาง เลือกที่ เป็นไปได้ไว้ หลาย ๆ ทาง</p>	<p>ขั้นตรวจสอบ</p> <p>คำตอบ -เป็นขั้นที่นักเรียน คัดเลือกคำตอบ ที่มีประสิทธิภาพ ที่สุด โดยใช้ เกณฑ์ต่าง ๆ เพื่อพิจารณา ความถูกต้องของ คำตอบ</p>

ตารางที่ 2-6 (ต่อ)

ลำดับ ขั้นตอน การพัฒนา ความคิด สร้างสรรค์	Wallach and Kogan (1965)	Torrance (1964)	Hutchinson (n.d.)	Osborn (1957)	ผลการสังเคราะห์ ขั้นตอน การพัฒนา ความคิด สร้างสรรค์ของ ผู้วิจัย
5				ขั้นการคิด และการทำให้ กระจ่าง -เป็นขั้นที่ ทำให้จิตใจ ว่างและ ในที่สุดก็เกิด ความคิดแวบ แล้วกระจ่าง ขึ้น	
6				ขั้นการ สังเคราะห์ หรือการบรรจุ ชิ้นส่วนต่าง ๆ เข้าด้วยกัน	
7				ขั้นการ ประเมินผล เป็นการ คัดเลือกจาก คำตอบที่มี ประสิทธิ ภาพที่สุด	

จากตารางที่ 2-6 สังเคราะห์ขั้นตอนการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ ผู้วิจัยสรุปขั้นตอนของการพัฒนาการคิดริเริ่มสร้างสรรค์ ดังต่อไปนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นวิเคราะห์ปัญหา เป็นขั้นที่นักเรียนรวบรวมข้อมูล ค้นหาข้อเท็จจริง และใช้แนวคิดต่าง ๆ เพื่อทำความเข้าใจปัญหาหรือสถานการณ์

ขั้นที่ 2 ขั้นค้นหาวิธีการแก้ปัญหา เป็นขั้นที่นักเรียนคิดหาแนวทางการแก้ปัญหาที่หลากหลาย โดยพิจารณาจากเงื่อนไขของปัญหา นักเรียนอาจใช้แนวทางแก้ปัญหาที่แปลกใหม่หรือปรับวิธีการแก้ปัญหาจากแนวคิดเดิมที่มีอยู่

ขั้นที่ 3 ขั้นการวิเคราะห์วิธีการแก้ปัญหา เป็นขั้นที่นักเรียนใช้ความรู้หรือประสบการณ์เดิม มาช่วยในการพิจารณาความเหมาะสมของวิธีแก้ปัญหา

ขั้นที่ 4 ขั้นตรวจสอบคำตอบ เป็นขั้นที่นักเรียนคัดเลือกคำตอบที่มีประสิทธิภาพที่สุด โดยใช้เกณฑ์ต่าง ๆ เพื่อพิจารณาความถูกต้องของคำตอบ

การประเมินความสามารถในการคิดสร้างสรรค์

การวัดและการประเมินความสามารถในการคิดสร้างสรรค์สามารถวัดได้หลายแนวทาง แต่ละแนวทางจะมีวิธีการวัดหลายวิธีซึ่งเครื่องมือที่ใช้ในการวัดก็แตกต่างกันไป การวัดความสามารถในการคิดสร้างสรรค์เป็นการวัดตามองค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์ ที่ยึดตามแนวคิดทฤษฎีที่กำหนด

แนวทางการประเมินการคิดสร้างสรรค์

แนวทางการประเมินการคิดสร้างสรรค์สามารถทำได้หลายแนวทางได้แก่ 1. ประเมินการคิดสร้างสรรค์อยู่ในการเรียนการสอนปกติและงานการจัดกิจกรรม 2. ประเมินการคิดสร้างสรรค์โดยใช้เครื่องมือหรือแบบทดสอบประเมินการคิดสร้างสรรค์โดยเฉพาะ และ 3. ประเมินการคิดสร้างสรรค์จากการบูรณาการตัวชี้วัดของการคิดสร้างสรรค์ร่วมกับการประเมินผลในวิชาอื่น (ไพฑูริย์ สีนลรัตน์ และคณะ, 2559, หน้า 35-43) ดังนี้

1. ประเมินการคิดสร้างสรรค์อยู่ในการเรียนการสอนปกติและงานการจัดกิจกรรม

การประเมินการคิดสร้างสรรค์อยู่ในการเรียนการสอนปกติและงานการจัดกิจกรรม เช่น ประเมินจากการทำงาน จากการทำโครงการของผู้เรียน การประเมินใช้ประเมินตามสภาพจริง ใช้ควบคู่ไปกับการสอนหรือให้ทำกิจกรรมและประเมินไปพร้อม ๆ กัน ผู้เรียนที่ไม่มีความสามารถในการคิดสร้างสรรค์จะสามารถเสนอผลงานที่แสดงออกถึงความสามารถในการสร้างสรรค์ได้ดี การประเมินแบบนี้ผู้เรียนจะสนุกสนานและได้รับการพัฒนาไปพร้อมกันด้วย

2. ประเมินการคิดสร้างสรรค์โดยใช้เครื่องมือหรือแบบทดสอบประเมินการคิด สร้างสรรค์โดยเฉพาะ

การประเมินแบบนี้ต้องมีการสร้างแบบวัดความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ โดยเฉพาะ โดยการวัดความสามารถทางการคิดของของบุคคลผู้สร้างเครื่องมือจะต้องมีความรู้ในแนวคิดหรือทฤษฎีเกี่ยวกับ “การคิดสร้างสรรค์” เพื่อนำมาเป็นกรอบหรือโครงสร้างของการคิดเมื่อกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการของโครงสร้างหรือองค์ประกอบของการคิดสร้างสรรค์แล้วจะทำให้ได้ตัวชี้วัดหรือลักษณะพฤติกรรมเฉพาะที่เป็นรูปธรรมซึ่งสามารถบ่งชี้ถึงโครงสร้างหรือองค์ประกอบของการคิดสร้างสรรค์แล้วจึงเขียนข้อความตามตัวชี้วัดหรือลักษณะเฉพาะของพฤติกรรมแต่ละองค์ประกอบของการคิดสร้างสรรค์นั้น ซึ่งการพัฒนาแบบทดสอบความสามารถทางการคิดสร้างสรรค์มีขั้นตอนการดำเนินการที่สำคัญ ดังนี้

2.1 กำหนดจุดมุ่งหมายของแบบทดสอบสิ่งสำคัญของการสร้างแบบทดสอบก็คือ การกำหนดจุดมุ่งหมายซึ่งผู้พัฒนาแบบทดสอบจะต้องพิจารณาจุดมุ่งหมายของการนำแบบทดสอบไปใช้ว่าต้องการใช้วัดความสามารถทางการคิดสร้างสรรค์แบบทั่ว ๆ ไปหรือต้องการวัดความสามารถทางการคิดสร้างสรรค์เฉพาะรายวิชา (Aspect-specific) เช่น การคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ความคิดสร้างสรรค์ทางศิลปะ หรือความคิดสร้างสรรค์ทางภาษาไทย เป็นต้น

2.2 กำหนดกรอบของการทดสอบและนิยามเชิงปฏิบัติการของการคิดสร้างสรรค์ ผู้พัฒนาแบบทดสอบควรศึกษาเอกสารแนวคิดทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับความสามารถทางการคิดสร้างสรรค์ตามจุดมุ่งหมายที่ต้องการ

2.3 สร้างผังข้อสอบ (Table of specification) การสร้างผังข้อสอบเป็นการกำหนดเค้าโครงของแบบทดสอบวัดความสามารถทางการคิดสร้างสรรค์ที่ต้องการสร้างว่าต้องการให้ครอบคลุมโครงสร้างหรือองค์ประกอบใดบ้างและกำหนดว่าแต่ละส่วนมีน้ำหนักความสำคัญมากน้อยเพียงใด ตัวอย่างตารางวิเคราะห์ผังข้อสอบสามารถศึกษาได้จากหนังสือด้านการวัดผลและประเมินผลโดยทั่วไป

2.4 กำหนดเกณฑ์การให้คะแนน โดยกำหนดเป็นเกณฑ์การประเมินคุณภาพ (Rubric) เพื่อให้การให้คะแนนทำได้ชัดเจนและมีความหมายมากขึ้น ดังเช่นตัวอย่างการสร้างเกณฑ์การประเมินในตารางที่ 2-7

ตารางที่ 2-7 เกณฑ์การประเมินคุณภาพ (Rubric) ในด้านความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียน
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน, 2555 อ้างถึงใน
ไพฑูริย์ สีนลารัตน์ และคณะ, 2560, หน้า 43)

พฤติกรรมบ่งชี้	ดีเยี่ยม (3)	ดี (2)	พอใช้/ ผ่านเกณฑ์ ขั้นต่ำ (1)	ปรับปรุง (0)
คิดอย่างสร้างสรรค์ เพื่อนำไปสู่ การประยุกต์ สร้างสิ่งใหม่ ในทางบวกเกี่ยวกับ ตนเองและสังคม	คิดคล่อง คิดหลากหลาย คิดริเริ่ม แปลกใหม่ คิดในทางบวก และประยุกต์	คิดคล่อง คิดหลากหลาย คิดริเริ่ม แปลก ใหม่ คิดใน ทางบวกและ ประยุกต์	คิดคล่อง คิดหลากหลาย คิดในทางบวก และประยุกต์ สร้างสิ่งใหม่ได้	คิดคล่อง คิดหลากหลาย คิดในทางบวก และประยุกต์ สร้างในสิ่งใหม่
ได้อย่างเหมาะสม	สร้างสิ่งใหม่ เกี่ยวกับตนเอง และสังคม	สร้างสิ่งใหม่ เกี่ยวกับตนเอง หรือสังคม		

2.5 เขียนข้อสอบกำหนดรูปแบบของการเขียนข้อสอบตัวคำถามตัวคำตอบและวิธีการ
ตรวจให้คะแนน จากนั้นลงมือร่างข้อสอบตามผังข้อสอบที่กำหนดไว้จนครบทุกองค์ประกอบ
ตรวจสอบความชัดเจนของภาษาที่ใช้โดยผู้เขียนข้อสอบเองและผู้ตรวจสอบที่มีความเชี่ยวชาญ
ในการสร้างข้อทดสอบเพื่อตรวจสอบคุณภาพด้านความเที่ยงตรงตามเนื้อหา

2.6 นำแบบทดสอบไปทดลองตรวจสอบคุณภาพโดยตรวจสอบคุณภาพของข้อสอบ
เป็นรายข้อและทั้งฉบับ

2.7 นำแบบทดสอบไปใช้จริง

3. การวัดความคิดสร้างสรรค์ตามแนวคิดของกิลล์ฟอร์ด (Guilford) เป็นการวัดความคิด
สร้างสรรค์ของคน โดยใช้องค์ประกอบสี่ด้านของความคิดสร้างสรรค์มาใช้วางแผนการผลิตผลงาน
ที่แตกต่างของบุคคล โดยมีภาพรวมของมาตรการวัด (ไพฑูริย์ สีนลารัตน์ และคณะ, 2559, หน้า 44-
48) ดังนี้

คิดคล่อง: การตอบสนองอย่างรวดเร็ว

คิดยืดหยุ่น: มีวิธีการหลายประเภทของการตอบสนอง

คิดริเริ่ม: การตอบสนองที่ใหม่ไม่เหมือนใคร

คิดละเอียดลออ: มีรายละเอียดของการตอบสนองมาก

การกำหนดเกณฑ์การให้คะแนนองค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์สี่ด้านเป็น
ดังนี้

3.1 ด้านความคิดคล่อง เกณฑ์การให้คะแนนความคิดคล่อง พิจารณาจากคำตอบ
ที่เป็นไปได้ ตามเงื่อนไขของคำถามโดยให้คะแนนคำตอบละ 1 คะแนน ตามปริมาณคำตอบที่ไม่ซ้ำ
กัน โดยกำหนดตัวอย่างค่าคะแนน ดังนี้

ตอบได้ 5 รูป	ได้ 5 คะแนน
ตอบได้ 4 รูป	ได้ 4 คะแนน
ตอบได้ 3 รูป	ได้ 3 คะแนน
ตอบได้ 2 รูป	ได้ 2 คะแนน
ตอบได้ 1 รูป	ได้ 1 คะแนน
ไม่ตอบเลย	ได้ 0 คะแนน

ทั้งนี้คะแนนสูงสุดจะเป็นที่คะแนนขึ้นอยู่กับปริมาณงานที่ผู้เขียนข้อทดสอบ
กำหนด

3.2 ด้านความคิดยืดหยุ่น เกณฑ์การให้คะแนนความคิดยืดหยุ่น พิจารณาจากคำตอบ
ที่เป็นไปได้ ซึ่งจะจัดกลุ่ม หรือจัดประเภทของคำตอบของนักเรียนแต่ละคน ตามวิธีการคิด
ที่แตกต่างกันต่อสิ่งเร้า หรือเงื่อนไขที่กำหนดให้ โดยให้คะแนนคำตอบเป็นกลุ่ม หรือประเภทละ
1 คะแนน ตัวอย่างค่าคะแนนดังนี้

ตอบได้ 5 กลุ่ม/ ประเภท	ได้ 5 คะแนน
ตอบได้ 4 กลุ่ม/ ประเภท	ได้ 4 คะแนน
ตอบได้ 3 กลุ่ม/ ประเภท	ได้ 3 คะแนน
ตอบได้ 2 กลุ่ม/ ประเภท	ได้ 2 คะแนน
ตอบได้ 1 กลุ่ม/ ประเภท	ได้ 1 คะแนน
ไม่ตอบเลย	ได้ 0 คะแนน

ทั้งนี้คะแนนสูงสุดจะเป็นที่คะแนนขึ้นอยู่กับปริมาณงานที่ผู้เขียนข้อทดสอบ
กำหนด

3.3 ด้านความคิดริเริ่ม เกณฑ์การให้คะแนนความคิดริเริ่ม พิจารณาจากความคิด
ของคำตอบของนักเรียนทั้งหมด ที่เป็นความคิดแปลกใหม่แตกต่างไปจากธรรมดาในการตอบ

คำตอบใดที่กลุ่มตัวอย่างตอบซ้ำ ๆ กันมาก ๆ ก็ไม่ให้คะแนน หรือไม่ได้เลย ถ้าคำตอบยิ่งซ้ำกับคนอื่นน้อยหรือไม่ซ้ำกับคนอื่นเลยก็จะได้คะแนนมากขึ้น โดยมีตัวอย่างในการให้คะแนนดังนี้

ไม่ตอบเลยหรือคำตอบซ้ำร้อยละ 12 ขึ้นไป	ให้ 0 คะแนน
คำตอบซ้ำร้อยละ 6-11 ขึ้นไป	ให้ 1 คะแนน
คำตอบซ้ำร้อยละ 3-5 ขึ้นไป	ให้ 2 คะแนน
คำตอบซ้ำร้อยละ 2	ให้ 3 คะแนน
คำตอบซ้ำร้อยละ 1	ให้ 4 คะแนน
คำตอบไม่ซ้ำใครเลย	ให้ 5 คะแนน

ทั้งนี้คะแนนสูงสุดจะเป็นที่คะแนนขึ้นอยู่กับปริมาณงานที่ผู้เขียนข้อทดสอบ

กำหนด

3.4 ด้านความคิดละเอียดลออ เกณฑ์การให้คะแนนความคิดละเอียดลออ พิจารณาจากผลงานของคำตอบที่เป็นไปได้ ตามเงื่อนไข ซึ่งให้รายละเอียดในผลงานที่แตกต่างกันในคำตอบของนักเรียนแต่ละคน ตามวิธีการคิดที่แตกต่างกันต่อสิ่งเร้า หรือเงื่อนไขที่กำหนดให้ โดยให้คะแนนคำตอบตามความละเอียดของผลงาน ตัวอย่างค่าคะแนนดังนี้

ผลงาน/ คำตอบมีรายละเอียดระดับมากที่สุด	ได้ 5 คะแนน
ผลงาน/ คำตอบมีรายละเอียดระดับมาก	ได้ 4 คะแนน
ผลงาน/ คำตอบมีรายละเอียดระดับปานกลาง	ได้ 3 คะแนน
ผลงาน/ คำตอบมีรายละเอียดระดับน้อย	ได้ 2 คะแนน
ผลงาน/ คำตอบมีรายละเอียดระดับน้อยที่สุด	ได้ 1 คะแนน
ไม่ตอบเลย	ได้ 0 คะแนน

ทั้งนี้คะแนนสูงสุดจะเป็นที่คะแนนขึ้นอยู่กับปริมาณงานที่ผู้เขียนข้อทดสอบกำหนด

1. การวัดความคิดสร้างสรรค์ตามองค์ประกอบของการคิดสร้างสรรค์ของทอแรนซ์ (Torrance) ซึ่งเสนอองค์ประกอบการคิดสร้างสรรค์ว่ามี 3 ประการ คือ ความคล่องแคล่วในการคิด ความยืดหยุ่นในการคิด และความคิดริเริ่ม (ชัยวัฒน์ สุทธิรัตน์, 2559, หน้า 95)

ตัวอย่างการกำหนดเกณฑ์การให้คะแนนองค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์ แบ่งเป็น 3 ตอน (ชัยวัฒน์ สุทธิรัตน์, 2559, หน้า 98-100) ดังนี้

ตอนที่ 1 ความคล่องแคล่วในการคิด (Fluency)

ตัวอย่าง ให้นักเรียนคิดสิ่งต่อไปนี้อันให้ได้มากที่สุดภายในเวลา 3 นาที

เกณฑ์การให้คะแนน โดยการพิจารณาจากการนับจำนวนคำตอบที่ไม่ซ้ำกัน ให้คำตอบละ 1 คะแนน โดยไม่คำนึงว่าคำตอบเหล่านี้จะซ้ำกับคำตอบของคนอื่นหรือไม่ เช่น ถ้านักเรียนตอบได้ 5 คำตอบก็จะได้ 5 คะแนน ตอบได้ 10 คำตอบก็จะได้ 10 คะแนน

ตอนที่ 2 ความยืดหยุ่นในการคิด (Flexibility)

ตัวอย่าง ให้นักเรียนหาชื่อสัตว์มาให้มากที่สุดตามประเภทที่ครูกำหนดให้ คือ สัตว์ทะเล สัตว์ที่เลี้ยงลูกด้วยนม และ สัตว์เลื้อยคลาน

เกณฑ์การให้คะแนน ให้คะแนน ให้คะแนนในแต่ละประเภท ชื่อละ 1 คะแนน

ตอนที่ 3 ความคิดริเริ่ม (Originality)

ตัวอย่าง ให้นักเรียนเขียนชื่อสิ่งประดิษฐ์ที่แปลกใหม่ ไม่ซ้ำกับคนอื่นมาให้มากที่สุด โดยใช้ “วัสดุในท้องถิ่น” ในการประดิษฐ์

เกณฑ์การให้คะแนน ให้คะแนนตามสัดส่วนของความความถี่ของคำตอบ คำหรือประโยคที่แปลกใหม่ ถ้านักเรียนตอบซ้ำกันมาก ๆ ก็ได้คะแนนน้อย ถ้าคำตอบยังซ้ำกับคนอื่นน้อย หรือไม่ซ้ำกับคนอื่นเลย จะได้คะแนนมากเกณฑ์การให้คะแนนคิดริเริ่มคือ

คำตอบไม่ซ้ำกับใครเลย	ได้ 5 คะแนน
คำตอบซ้ำกัน 1 คน	ได้ 4 คะแนน
คำตอบซ้ำกัน 2-3 คน	ได้ 3 คะแนน
คำตอบซ้ำกัน 4-5 คน	ได้ 2 คะแนน
คำตอบซ้ำกัน 6 คนขึ้นไป	ได้ 1 คะแนน

จากที่กล่าวมาแล้วสรุปได้ว่า การวัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์มี 4 องค์ประกอบ คือ ความคิดคล่อง ความยืดหยุ่น ความคิดริเริ่ม และความคิดละเอียดลออ โดยกำหนดเกณฑ์การประเมินคุณภาพ (Rubric) เพื่อให้การให้คะแนนทำได้ชัดเจนและถูกต้องมากขึ้น

ความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์

ทฤษฎีขั้นตอนการมีความคิดสร้างสรรค์ในการแก้ปัญหา

วอลลิส (Wallis, n.d. อ้างถึงใน ศศิธร เวียงวะลัย, 2556, หน้า 222) ได้แบ่งขั้นตอนการมีความคิดสร้างสรรค์ในการแก้ปัญหออกเป็น 4 ขั้นตอนด้วยกันคือ

1. ระยะแรก เป็นช่วงเตรียมพร้อม (Preparation) เป็นช่วงค้นหาว่าปัญหาคืออะไร ขั้นตอนนี้ใช้สมองข้างซ้ายทำงาน

2. ขั้นตอนที่สอง เป็นช่วงคิดวิเคราะห์ปัญหา (Incubation) เป็นช่วงเวลาที่เรากำลังคิดถึงปัญหาที่พบขึ้นแรกว่าเป็นปัญหาจริงหรือไม่ และจะแก้ปัญหานั้นได้อย่างไร ขั้นตอนนี้อาจใช้

เวลานานนับนาที หรือเป็นวัน หรือเป็นสัปดาห์ บางครั้งอาจเป็นปี ซึ่งขั้นตอนนี้ใช้สมองข้างขวาทำงาน

3. ขั้นตอนที่สาม เป็นช่วงเกิดความคิดที่จะแก้ปัญหา (Illumination) ความคิดในการแก้ปัญหาก็เกิดขึ้นอย่างมากมายในช่วงเวลาสั้น ๆ อาจแค่ไม่กี่นาทีหรือไม่กี่ชั่วโมง ขั้นตอนนี้ขึ้นอยู่กับสมองข้างขวา

4. ขั้นตอนสุดท้าย คือปฏิบัติการแก้ปัญหา (Verification) เป็นช่วงที่จะเกิดผลปฏิบัติหรือกิจกรรมแก้ปัญหาที่ต่อเนื่องมาจากการคิดวิเคราะห์ปัญหาแล้วและถอยหลังไปตั้งหลักค้ำเนินถึงปัญหาและวิธีแก้ไข ขั้นตอนนี้จะกลับไปใช้สมองข้างซ้าย

วอน โอซ์ (Von Oech, n.d. อ้างถึงใน ศศิธร เวียงวะลัย, 2556, หน้า 222-223) ได้เสนอทฤษฎีการเกิดความคิดสร้างสรรค์ในการแก้ปัญหา โดยแบ่งขั้นตอนออกเป็น 7 ขั้นตอน ได้แก่

ขั้นแรก มีความกระตือรือร้นที่จะแก้ปัญหา (Motivation)

ขั้นตอนที่ 2 ค้นหาข้อมูลโดยมองออกไปในวงกว้างและหาข้อมูลต่าง ๆ เข้ามา

ขั้นตอนที่ 3 เป็นการเก็บข้อมูลมาปรับปรุงเปลี่ยนแปลง (Manipulation) อาจมีการแก้หรือกำจัดข้อสมมติฐานเก่า ๆ แล้วสร้างความคิดใหม่ ๆ ขึ้นมา

ขั้นตอนที่ 4 เป็นช่วงของการวิเคราะห์ปัญหา (Incubation) เป็นช่วงที่เดินออกมาจากปัญหามาตั้งหลักคิดวิเคราะห์ปัญหาและมองลึกไปหลาย ๆ ด้าน การที่ไม่แก้ปัญหาในทันทีจะเป็นผลดีเพราะจะได้พัฒนาความคิดต่าง ๆ สรรหาความคิดที่ดีกว่า

ขั้นตอนที่ 5 เป็นระยะที่มีความคิดต่าง ๆ ผุดขึ้นมามากมาย (Illumination) แล้วพยายาม เก็บข้อมูลหรือความคิดเหล่านี้เอาไว้ เพราะฉะนั้นเราไม่ควรใช้เวลาทำงานตลอดทั้งวัน ควรจะมีเวลาที่ใช้ความคิดสร้างสรรค์ด้วย หลังจากนั้นเป็นช่วงที่มีการปฏิบัติเพื่อแก้ไขปัญหาแบบสร้างสรรค์

ขั้นตอนที่ 6 เป็นการต้องตัดสินใจว่าจะเลือกแก้ปัญหายังไง (Evaluation) แม้ว่าความคิดที่เกิดขึ้นนั้นจะไม่สมบูรณ์แบบก็ตาม

ขั้นตอนสุดท้าย คือการลงมือปฏิบัติตามที่ได้ตัดสินใจไว้ (Action)

ความสัมพันธ์ของการแก้ปัญหากับความคิดสร้างสรรค์

นักวิชาการและนักการศึกษาหลายท่าน ได้กล่าวถึงความสัมพันธ์ของการแก้ปัญหากับความคิดสร้างสรรค์ ดังนี้

กิลแฟนด์ (Gelfand, 1988) กล่าวว่า การแก้ปัญหาคือกระบวนการที่เกี่ยวข้องกับการคิด ซึ่งต้องใช้ความคิดสร้างสรรค์ โดยการแก้ปัญหามีจำนวนวิธีการคิดที่แตกต่างกันและความคิดสร้างสรรค์เป็นสิ่งที่จำเป็นเมื่อเราเผชิญหน้ากับสถานการณ์ที่ไม่ปกติหรือพิเศษ

แอนเดอร์สัน (Anderson, 1970) กล่าวว่า การแก้ปัญหาและความคิดสร้างสรรค์ เป็นสิ่งที่เกิดต่อเนื่องกัน โดยเริ่มต้นเมื่อบุคคลพบปัญหาจะต้องพยายามใช้ความคิดและจินตนาการ ในการค้นหาแนวทางในการแก้ปัญหา เมื่อแก้ปัญหาได้ก็จะรวบรวมแนวคิดไว้เป็นประสบการณ์ และในการแก้ปัญหาครั้งต่อไปก็จะเลือกใช้แนวทางในการแก้ปัญหาที่ดีที่สุดจากประสบการณ์ที่เคย เจอมาใช้ในการแก้ปัญหา ซึ่งถ้ายังไม่สามารถแก้ไขปัญหาได้ก็ต้องใช้ความคิดสร้างสรรค์ ในการค้นหาแนวทางในการแก้ปัญหาแบบใหม่

คาร์เตอร์ (Carter, n.d. อ้างถึงใน รัชณี อเนกพิริยะศักดิ์, 2553, หน้า 190) กล่าวว่า การแก้ปัญหาต่าง ๆ ที่ต้องใช้กระบวนการคิดสร้างสรรค์นั้นบ่อยครั้งเราจำเป็นต้องใช้วิธีคิดแนวข้าง (Think laterally) คือการแก้ปัญหาโดยมองไปที่ตัวปัญหานั้นหลาย ๆ มุม แทนที่จะพยายามมุ่งหา ทางออกโดยตรงเพียงอย่างเดียว ดังนั้นจึงต้องอาศัยการคิดแบบนอกกรอบ และพัฒนาความคิด ที่สร้างสรรค์และแปลกใหม่ โดยเราจำเป็นต้องปรับเปลี่ยนการรับรู้ แนวคิด และแง่คิด ตามธรรมชาติแบบเดิม ๆ ของเรา การพัฒนาวิธีคิดแบบนี้จะทำให้เราพัฒนาความสามารถ ในการแก้ปัญหาที่เผชิญอยู่ซึ่งไม่สามารถแก้ไขด้วยวิธีอื่นได้

จอยซ์และเวลล์ (Joyce & Weil, 1966 อ้างถึงใน ทิศนา แคมมณี, 2560, หน้า 252) กล่าวว่า บุคคลจะเกิดความคิดสร้างสรรค์แตกต่างไปจากเดิมได้ หากมีโอกาสได้ลองคิดแก้ปัญหา ด้วยวิธีการที่ไม่เคยคิดมาก่อนหรือคิดโดยสมมติตัวเองเป็นคนอื่นและถ้ายังให้บุคคลจากหลายกลุ่ม ประสบการณ์มาช่วยแก้ปัญหา ก็จะได้วิธีการที่หลากหลายขึ้น และมีประสิทธิภาพมากขึ้น

ทอเรนซ์ (Torrance, 1965, อ้างถึงใน อารี รังสินันท์, 2526, หน้า 5-6) ให้คำอธิบาย ความคิดสร้างสรรค์ว่าเป็นกระบวนการของความรู้สึกรวดต่อปัญหาหรือสิ่งที่บกพร่องขาดหายไป แล้วจึงรวบรวมความคิดตั้งเป็นสมมุติฐานขึ้น ต่อจากนั้นก็ทำการรวบรวมข้อมูลต่าง ๆ เพื่อทดสอบ สมมุติฐาน เพื่อเป็นแนวคิดและแนวทางใหม่ต่อไป ความคิดสร้างสรรค์จึงเป็นกระบวนการแก้ปัญหา ทางวิทยาศาสตร์นั่นเอง และทอเรนซ์เรียกกระบวนการลักษณะนี้ว่า กระบวนการแก้ปัญหา อย่างสร้างสรรค์

อุษณีย์ อนุรุทวงศ์ (2555, หน้า 210) กล่าวว่า การแก้ปัญหาเป็นกระบวนการ ทางปัญญาภายใน (Internal mental process) มีคุณลักษณะหลายอย่างเกี่ยวข้องกับความคิดสร้างสรรค์ นักวิชาการบางท่านนำกระบวนการแก้ปัญหามาเป็นงานที่ต่อยอดจากความคิดสร้างสรรค์ เช่น ทอเรนซ์

จากที่กล่าวมาสรุปได้ว่า การแก้ปัญหาและความคิดสร้างสรรค์มีความสัมพันธ์ซึ่งกัน และกัน โดยในการแก้ปัญหาเราควรทดลองใช้แนวทางการแก้ปัญหาหลาย ๆ มุม คิดนอกกรอบ แทนที่จะมุ่งหาทางออกโดยตรงเพียงทางเดียว โดยในบางครั้งเราต้องการแก้ปัญหาจากสถานการณ์

ที่ไม่ปกติหรือพิเศษ ก็ต้องอาศัยความคิดสร้างสรรค์มาช่วยในการแก้ปัญหา และพิจารณาจากเงื่อนไขว่าควรใช้ยุทธวิธีใดในการแก้ปัญหาจึงจะเหมาะสม

ความหมายของการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์

จากความสัมพันธ์ของการแก้ปัญหากับความคิดสร้างสรรค์ข้างต้น แสดงให้เห็นว่าการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ เป็นการแก้ปัญหาที่ผสมผสานระหว่างการแก้ปัญหาโดยการรวบรวมแนวทางในการแก้ปัญหาอย่างหลากหลาย และประสบการณ์เดิมมาปรับใช้ให้เหมาะสมกับสถานการณ์เพื่อแก้ปัญหาให้สำเร็จ กับความคิดสร้างสรรค์ที่มีการเสนอแนวคิดที่แปลกใหม่ ไม่ซ้ำกับแนวทางการแก้ปัญหาแบบเดิม

ได้มีนักวิชาการและนักการศึกษาหลายท่าน ได้กล่าวถึงความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ไว้ ดังนี้

ณัฐพงษ์ กาญจนฉายา (2559) กล่าวว่า การแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์เป็นทักษะการแสวงหาคำตอบที่หลากหลาย แปลกใหม่ ในการแก้ไขปัญหาในสถานการณ์ที่จำกัด สามารถเลือกวิธีการแก้ปัญหาอย่างเหมาะสม มีเหตุผลมีผลสามารถอธิบายกระบวนการแก้ปัญหาในแต่ละขั้นตอนได้ และสามารถอธิบายถึงผลกระทบจากการเลือกวิธีการแก้ปัญหานั้น ๆ ได้

เบสแมนและพัคซิโอ (Arbesman & Puccio, 2001, pp. 176 – 178 อ้างถึงใน รัชกร ประสิทธิ์เสง, 2560, หน้า 313) กล่าวว่า การแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์เป็นกระบวนการมุ่งหาคำตอบและแก้ปัญหา รวมถึงการพัฒนาสถานะที่เป็นอยู่ให้ดีขึ้น โดยอาศัยการจินตนาการและการไตร่ตรองอย่างละเอียด โดยผลจากการคิดแก้ปัญหาจากการลงมือปฏิบัติ เป็นการทำงานร่วมกันระหว่างความคิดสร้างสรรค์ กับความคิดอย่างมีวิจารณญาณ

ชอยมิน (Shoimin, 2014 cited in Zulyadaini, 2017, p. 35) กล่าวว่า การแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ เป็นการเรียนการแก้ปัญหาผ่านกระบวนการจัดการอย่างเป็นระบบเพื่อให้ใช้ความคิดสร้างสรรค์ในการแก้ปัญหา

ทริฟฟินเกอร์, ไอซัคเคน และดอร์วอล (Treffinger, Isaken, & Dorval, 2004, p. 16) กล่าวว่า การแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์เป็นรูปแบบสำหรับการแก้ปัญหาที่ต้องอาศัยความคิดสร้างสรรค์ เพื่อนำไปสู่ผลลัพธ์ที่ต้องการ

คิม โช และอัน (Kim, Cho, & Ahn, 2004) กล่าวว่า การแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์หมายถึง ความสามารถในการสร้างแนวทางการแก้ปัญหาแบบใหม่ โดยใช้ความรู้เดิม หลักการ แนวคิด และกลยุทธ์ในการคิดอย่างหลากหลาย

ออสบอร์น (Osborn, 1963) กล่าวว่า การแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์จะใช้ความคิดตามธรรมชาติและค่อนข้างแตกต่างจากการคิดแบบทางตรงหรือคิดวิเคราะห์ในการแก้ปัญหา

การแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ต้องใช้กระบวนการคิดสร้างสรรค์ในการช่วยพัฒนาแนวทางการแก้ปัญหาใหม่ นั่นคือ เมื่อนำความคิดสร้างสรรค์รวมกับการแก้ปัญหาก็ได้การแก้ปัญหายอย่างสร้างสรรค์

จากที่กล่าวมาข้างต้นสรุปได้ว่า การแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ (Creative problem solving) เป็นกระบวนการในการคิดคำตอบหรือแสดงแนวทางการแก้ปัญหาที่หลากหลาย โดยมีการใช้ความคิดสร้างสรรค์มาช่วยในการพัฒนาแนวทางการแก้ปัญหาใหม่ ทำให้ได้ทางเลือกในการแก้ปัญหาหลาย ๆ ทาง และสามารถตัดสินใจเลือกแนวทางในการแก้ปัญหาที่เหมาะสมที่สุดอย่างมีเหตุผลในการแก้ปัญหาในสถานการณ์ปัญหานั้น ๆ

ขั้นตอนของการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์

ผู้วิจัยได้กำหนดขั้นตอนการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ โดยการนำขั้นตอนการแก้ปัญหาจากตารางที่ 2-3 หน้า 60-65 และขั้นตอนการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ของนักการศึกษา จากตารางที่ 2-6 หน้า 82-87 มาสังเคราะห์เป็นขั้นตอนการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ที่ใช้ในงานวิจัย ดังตารางที่ 2-8

ตารางที่ 2-8 การสังเคราะห์ขั้นตอนการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ตามแนวคิดของผู้วิจัย

ลำดับ	ขั้นตอนการแก้ปัญหา	ขั้นตอนการพัฒนาการความคิดสร้างสรรค์	ขั้นตอนการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ที่ใช้ในการวิจัย
ขั้นตอน	สสวท (2555 ข) Polya (1945) Wallace (ม.ป.ป.) Eggen & Kauchak (2010) และ Krulik et al. (2003)	Wallach and Kogan (1965) Torrance(1964) และ Hutchinson and Osborn (1957)	
1	ขั้นทำความเข้าใจปัญหา -เป็นขั้นที่นักเรียนรวบรวมข้อมูลและค้นหาข้อเท็จจริงเกี่ยวกับปัญหา ค้นหาสิ่งที่โจทย์ให้หา และเงื่อนไขที่โจทย์กำหนด โดยใช้แนวคิดและวิธีการต่าง ๆ เพื่อทำความเข้าใจปัญหา เช่น การเขียนแผนภาพ เขียนสัญลักษณ์แสดงสถานการณ์ และการแยกส่วนต่าง ๆ ของเงื่อนไข	ขั้นวิเคราะห์ปัญหา -เป็นขั้นที่นักเรียนรวบรวมข้อมูล ค้นหาข้อเท็จจริง และใช้แนวคิดต่าง ๆ เพื่อทำความเข้าใจปัญหาหรือสถานการณ์	ขั้นทำความเข้าใจปัญหา -เป็นขั้นที่นักเรียนรวบรวมข้อมูลและค้นหาข้อเท็จจริงเกี่ยวกับปัญหา ค้นหาสิ่งที่โจทย์ให้หาและเงื่อนไขที่โจทย์กำหนด โดยใช้แนวคิดและวิธีการต่าง ๆ เพื่อทำความเข้าใจปัญหา เช่น การเขียนแผนภาพ เขียนสัญลักษณ์แสดงสถานการณ์ และการแยกส่วนต่าง ๆ ของเงื่อนไข
2	ขั้นวางแผนแก้ปัญหา -เป็นขั้นที่นักเรียนค้นหาความเชื่อมโยงหรือความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลและสิ่งที่ไม่ทราบค่า แล้วนำความสัมพันธ์นั้นมารวมกับประสบการณ์เดิมเพื่อใช้ในการวางแผนแก้ปัญหา โดยในการวางแผนแก้ปัญหาที่ไม่คุ้นเคย นักเรียนอาจต้องใช้ความคิดสร้างสรรค์ในการช่วยพิจารณาวางแผนแก้ปัญหา	ขั้นค้นหาวิธีการแก้ปัญหา -เป็นขั้นที่นักเรียนคิดหาแนวทางการแก้ปัญหาที่หลากหลาย โดยพิจารณาจากเงื่อนไขของปัญหา นักเรียนอาจใช้แนวทางการแก้ปัญหาที่แปลกใหม่ หรือปรับวิธีการแก้ปัญหาจากแนวคิดเดิมที่มีอยู่	ขั้นค้นหายุทธวิธีในการแก้ปัญหาอย่างหลากหลาย -เป็นขั้นที่นักเรียนคิดหายุทธวิธีการแก้ปัญหาให้มากที่สุด อาจใช้ยุทธวิธีการแก้ปัญหาที่แปลกใหม่แตกต่างไปจากเดิม หรือต่อยอดจากยุทธวิธีเดิม ยุทธวิธีที่ใช้ในการแก้ปัญหามีหลายวิธี เช่น การวาดแผนภาพหรือรูปภาพ การสร้างตารางหรือกราฟ การคาดเดาและตรวจสอบ การสร้างรายการของสิ่งที่เป็นไปได้ทั้งหมด การทำงานย้อนกลับ การเขียนสมการและการผสมผสาน

ตารางที่ 2-8 (ต่อ)

ลำดับ	ขั้นตอนการแก้ปัญหา	ขั้นตอนการพัฒนาการความคิดสร้างสรรค์	ขั้นตอนการแก้ปัญหอย่างสร้างสรรค์ที่ใช้ในการวิจัย
ขั้นตอน	สสวท (2555 ข) Polya (1945) Wallace (ม.ป.ป.) Eggen & Kauchak (2010) และ Krulik et al. (2003)	Wallach and Kogan (1965) Torrance(1964) และ Hutchinson and Osborn (1957)	
3	ขั้นเลือกยุทธวิธีในการแก้ปัญหา -เป็นขั้นที่นักเรียนเลือกใช้ขั้นตอนหรือยุทธวิธีในการแก้ปัญหาได้หลากหลาย ซึ่ง ยุทธวิธีที่ใช้ในการแก้ปัญหา ได้แก่ ค้นหาแบบรูป, คาดเดาและตรวจสอบ, การทำงานย้อนกลับ, การจัดและขยายความ, ลองเขียนตามเงื่อนไข และ สร้างตาราง เป็นต้น	ขั้นการวิเคราะห์วิธีการแก้ปัญหา -เป็นขั้นที่นักเรียนใช้ความรู้หรือประสบการณ์เดิม มาช่วยในการพิจารณาความเหมาะสมของวิธีแก้ปัญหา	ขั้นปฏิบัติการแก้ปัญหา -เป็นขั้นที่นักเรียนแก้ปัญหตามยุทธวิธีการแก้ปัญหาที่วางไว้ และถ้ายุทธวิธีการแก้ปัญหที่นักเรียนเลือกไว้ไม่สามารถแก้ปัญหาได้ นักเรียนต้องย้อนกลับไปพิจารณาขั้นค้นหายุทธวิธีในการแก้ปัญหอย่างหลากหลายอีกครั้ง
4	ขั้นดำเนินการตามแผน -เป็นขั้นที่นักเรียนลงมือแก้ปัญหตามแนวทางการแก้ปัญหาที่วางไว้ ถ้าแนวทางหรือยุทธวิธีที่เลือกไว้ไม่สามารถแก้ปัญหาได้ นักเรียนต้องค้นหาแนวทางหรือยุทธวิธีแก้ปัญหาใหม่อีกครั้ง	ขั้นตรวจสอบคำตอบ -เป็นขั้นที่นักเรียนคัดเลือกคำตอบที่มีประสิทธิภาพที่สุด โดยใช้เกณฑ์ต่าง ๆ เพื่อพิจารณาความถูกต้องของคำตอบ	ขั้นตรวจสอบการแก้ปัญหาและสรุปคำตอบ -เป็นขั้นที่นักเรียนตรวจสอบผลลัพธ์ที่ได้จากการแก้ปัญหว่าถูกต้องหรือไม่ โดยมองย้อนกลับไปทบทวนและตรวจสอบขั้นตอนต่าง ๆ ที่ผ่านมา โดยพิจารณาความสมเหตุสมผลของคำตอบ และพิจารณาว่าน่าจะมีคำตอบอื่นหรือยุทธวิธีการแก้ปัญหอย่างอื่นได้อีกหรือไม่และสรุปคำตอบที่ได้

ตารางที่ 2-8 (ต่อ)

ลำดับ	ขั้นตอนการแก้ปัญหา	ขั้นตอนการพัฒนาการความคิดสร้างสรรค์	ขั้นตอนการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ที่ใช้ในการวิจัย
ขั้นตอน	สสวท (2555 ข) Polya (1945) Wallace (ม.ป.ป.) Eggen & Kauchak (2010) และ Krulik et al. (2003)	Wallach and Kogan (1965) Torrance(1964) และ Hutchinson and Osborn (1957)	
5	<p>ขั้นตรวจสอบผลที่ได้หรือการมองย้อนกลับ</p> <p>-เป็นขั้นที่นักเรียนตรวจสอบการแก้ปัญหาแต่ละขั้นว่าถูกต้องหรือไม่ ตรวจสอบคำตอบที่ได้ว่าถูกต้องหรือไม่สามารถใช้ผลลัพธ์หรือวิธีการแก้ปัญหานั้นกับปัญหาอื่น ๆ ได้หรือไม่</p>		

จากตารางที่ 2-8 การสังเคราะห์ขั้นตอนการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ตามแนวคิดของผู้วิจัย ได้ขั้นตอนการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ซึ่งประกอบด้วย 4 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นทำความเข้าใจปัญหา เป็นขั้นที่นักเรียนรวบรวมข้อมูลและค้นหาข้อเท็จจริงเกี่ยวกับปัญหา ค้นหาสิ่งที่โจทย์ให้หาและเงื่อนไขที่โจทย์กำหนด โดยใช้แนวคิดและวิธีการต่าง ๆ เพื่อทำความเข้าใจปัญหา เช่น การเขียนแผนภาพ เขียนสัญลักษณ์แสดงสถานการณ์ และการแยกส่วนต่าง ๆ ของเงื่อนไข

ขั้นที่ 2 ขั้นค้นหายุทธวิธีในการแก้ปัญหาอย่างหลากหลาย เป็นขั้นที่นักเรียนคิดหายุทธวิธีการแก้ปัญหาให้มากที่สุด อาจใช้ยุทธวิธีการแก้ปัญหาที่แปลกใหม่แตกต่างไปจากเดิม หรือต่อยอดจากยุทธวิธีเดิม ยุทธวิธีที่ใช้ในการแก้ปัญหามีหลายวิธี เช่น การวาดแผนภาพหรือรูปภาพ การสร้างตารางหรือกราฟ การคาดเดาและตรวจสอบ การสร้างรายการของสิ่งที่เป็นไปได้ทั้งหมด การทำงานย้อนกลับ การเขียนสมการ และการผสมผสาน

ขั้นที่ 3 ขั้นปฏิบัติการแก้ปัญหา เป็นขั้นที่นักเรียนแก้ปัญหาตามยุทธวิธีการแก้ปัญหาที่วางไว้ และถ้ายุทธวิธีการแก้ปัญหานั้นนักเรียนเลือกไว้ไม่สามารถแก้ปัญหาได้ นักเรียนต้องย้อนกลับไปพิจารณาขั้นค้นหายุทธวิธีในการแก้ปัญหาอย่างหลากหลายอีกครั้ง

ขั้นที่ 4 ขั้นตรวจสอบการแก้ปัญหาและสรุปคำตอบ เป็นขั้นที่นักเรียนตรวจสอบผลลัพธ์ที่ได้จากการแก้ปัญหาว่าถูกต้องหรือไม่ โดยมองย้อนกลับไปทบทวนและตรวจสอบขั้นตอนต่าง ๆ ที่ผ่านมา โดยพิจารณาความสมเหตุสมผลของคำตอบ และพิจารณาว่าน่าจะมีคำตอบอื่นหรือยุทธวิธีการแก้ปัญหอย่างอื่นได้อีกหรือไม่ และสรุปคำตอบที่ได้

แนวทางในการสอนการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ (Creative problem solving)

เฟรดเดอริกส์เซ่น (Fredericksen, 1984a cited in Slavin, 1994, pp. 253-255) ได้เสนอแนวทางในการจัดการเรียนรู้การแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ดังนี้

1. การบ่มเพาะ (Incubation) การแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์แตกต่างกับการวิเคราะห์และการแก้ปัญหอย่างเป็นขั้นตอน ซึ่งสิ่งสำคัญของการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์คือต้องหลีกเลี่ยงการแก้ปัญหอย่างเร่งรีบ แต่ควรหยุดเพื่อสะท้อนปัญหาและคิดวิธีการแก้ปัญหาที่หลากหลายก่อนเลือกวิธีในการแก้ปัญหา ในการสอนครูควรหลีกเลี่ยงการกดดันเวลา และให้นักเรียนได้มีโอกาสใช้ความคิดและได้ไตร่ตรองความคิด

2. การชะลอการตัดสินใจ (Suspension of judgment) การแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ควรส่งเสริมให้นักเรียนชะลอการตัดสินใจเพื่อพิจารณาสิ่งที่เป็นไปได้ทั้งหมดก่อนที่จะทดลองแก้ปัญหา วิธีการอย่างหนึ่งที่ใช้กันคือ การระดมสมอง (Brainstorming) เป็นวิธีการที่นักเรียนแต่ละคนช่วยกันเสนอแนวทางการแก้ปัญหา เสนอแนวความคิดไม่ว่ามีเหตุผลหรือไม่มีเหตุผล

ก็ตาม และหลังจากนั้นนำความคิดทั้งหมดมาประเมินความเป็นไปได้ในการแก้ปัญหา การใช้ความคิดแบบการระดมสมองต้องหลีกเลี่ยงการมุ่งเน้นไปที่การแก้ปัญหาวิธีเดียวเพราะอาจละเลยวิธีที่ดีกว่าในการดำเนินการแก้ปัญหา

3. การสร้างบรรยากาศที่เหมาะสม (Appropriate climates) การแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ควรส่งเสริมให้นักเรียนผ่อนคลาย และสภาพแวดล้อมที่สนุกสนาน ซึ่งเป็นสิ่งสำคัญเมื่อนักเรียนแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ นักเรียนจะรู้สึกว่าคุณคิดของเขาเป็นที่ยอมรับ

4. การวิเคราะห์ (Analysis) วิธีการที่ใช้ในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ได้แก่ การวิเคราะห์ และการสังเกตลักษณะเฉพาะของปัญหานั้น

5. ทักษะการคิด (Thinking skills) เพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหา ได้แก่ การสร้างแนวความคิดที่แปลกใหม่ การสร้างแนวคิดที่หลากหลาย การวางแผน การวาดแผนผังสิ่งที่เป็นไปได้ทั้งหมด การรวบรวมสิ่งที่ป็นจริง และการทำความเข้าใจปัญหาให้ชัดเจน

6. ผลตอบกลับ (Feedback) การตอบกลับการทำกิจกรรมเป็นสิ่งสำคัญในการแก้ปัญหาอย่างมาก ไม่เพียงแต่ช่วยตรวจสอบความถูกต้องในการแก้ปัญหา แต่ยังช่วยให้ครูรู้แนวทางในการแก้ปัญหานักเรียน

ฮูด้า (Huda, 2014 cited in Zulyadaini, 2017, p. 35) ได้เสนอแนวทางในการจัดการเรียนรู้แก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ดังนี้

1. แบ่งนักเรียนออกเป็นกลุ่มย่อยๆ เพื่อให้นักเรียนได้อภิปรายกันในกลุ่มเกี่ยวกับปัญหาที่ครอบคลุม และใช้การระดมสมองเพื่อช่วยในการค้นหาเป้าหมายหรือวัตถุประสงค์ของปัญหาที่ต้องแก้ไข โดยอาศัยการทำงานอย่างสร้างสรรค์

2. ใช้การระดมสมองเพื่อให้นักเรียนค้นหาข้อเท็จจริงของปัญหา

3. การค้นหาปัญหาโดยให้นักเรียนใช้การระดมสมองจะช่วยให้นักเรียนสามารถเข้าใจปัญหาอย่างชัดเจน และค้นหาแนวทางการแก้ปัญหาได้อย่างหลากหลาย

4. ให้นักเรียนเขียนแนวคิดในการแก้ปัญหาที่เป็นไปได้ทั้งหมดจากสถานการณ์ปัญหาที่กำหนดให้ จากนั้นครูจำแนกแนวทางการแก้ปัญหาที่เป็นไปได้และเป็นไปไม่ได้

5. สรุปแนวทางการแก้ปัญหาที่ดีที่สุดและสามารถแก้ปัญหานั้นได้อย่างถูกต้อง

6. ยอมรับแนวทางการแก้ปัญหานักเรียน อาจเป็นแนวทางใหม่ที่ใช้ความคิดสร้างสรรค์ในการแก้ปัญหา

จากที่กล่าวมาข้างต้นสามารถสรุปแนวทางในการสอนการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ของเฟรดเดอริกส์เซนและฮูด้า ได้ดังนี้

1. หลีกเลี่ยงการกดดันเวลาในการแก้ปัญหาของนักเรียน เพื่อให้ นักเรียน ได้มีโอกาสใช้ความคิด ได้ไตร่ตรองความคิด สะท้อนปัญหาและคิดวิธีการแก้ปัญหาที่หลากหลาย
2. แบ่งนักเรียนออกเป็นกลุ่มและใช้วิธีการระดมสมองเพื่อให้ นักเรียนแต่ละคนช่วยกันเสนอแนวทางในการแก้ปัญหา แต่ต้องหลีกเลี่ยงการมุ่งเน้นไปที่การแก้ปัญหาวิธีเดียวเพราะอาจจะละเลยวิธีที่ดีกว่าในการแก้ปัญหา
3. สร้างสภาพแวดล้อมที่สนุกสนาน เพื่อให้ นักเรียนรู้สึกผ่อนคลายและรู้สึกว่าความคิดของเขาเป็นที่ยอมรับ
4. ให้ นักเรียนร่วมกันสรุปแนวทางการแก้ปัญหาที่ดีที่สุดและสามารถแก้ปัญหานั้นได้อย่างถูกต้อง
5. ให้ นักเรียนเขียนแนวคิดในการแก้ปัญหาที่เป็นไปได้ทั้งหมดจากสถานการณ์ปัญหาที่กำหนดให้ จากนั้นครูจำแนกแนวทางการแก้ปัญหาที่เป็นไปได้และเป็นไปไม่ได้

แนวคิดตามทฤษฎีการสร้างความรู้ (Constructivism)

ทฤษฎีการสร้างความรู้

แบรนฟอร์ด, เบราน์ และคอกคิง (Bransford, Brown, & Cocking, 2000 cited in Eggen & Kauchak, 2010, p. 226) กล่าวว่า ทฤษฎีการสร้างความรู้ (Constructivism) เป็นทฤษฎีที่แนะนำแนวการจัดการเรียนรู้โดยให้ผู้เรียนสร้างความรู้ด้วยตนเองผ่านเรื่องที่เกี่ยวข้องมากกว่าให้ผู้เรียนได้รับความรู้จากการถ่ายทอดจากบุคคลอื่น หรือสิ่งที่อ่าน

ทฤษฎีการสร้างความรู้ (Constructivism) มีรากฐานมาจากทฤษฎีพัฒนาการทางเขาวนปัญญาของเพียร์เจต์ (Piaget) และวิกทอทสกี (Vygotsky) ซึ่งอธิบายว่า โครงสร้างทางสติปัญญา (Schema) ของบุคคลมีการพัฒนาผ่านทางกระบวนการดูดซึมหรือซึมซับ (Assimilation) และกระบวนการปรับโครงสร้างทางสติปัญญา (Accommodation) เพื่อให้บุคคลอยู่ในสภาวะสมดุล (Equilibrium) ซึ่งเพียร์เจต์เชื่อว่าคนทุกคนจะมีพัฒนาการไปตามลำดับขั้นจากการมีปฏิสัมพันธ์และประสบการณ์กับสิ่งแวดล้อมและสังคม ส่วนวิกทอทสกีให้ความสำคัญกับวัฒนธรรมสังคมและภาษามากขึ้น (ทิสนา เขมมณีและคณะ, 2545, หน้า 23)

ทฤษฎีการสร้างความรู้ตั้งอยู่บนรากฐานของการอ้างอิงหลักฐานในสิ่งที่มีการสร้างขึ้น ซึ่งแสดงให้เห็นปรากฏแก่สายตาของแต่ละคนด้วยตัวของคนนั่นเอง และอยู่บนฐานประสบการณ์ของแต่ละบุคคล รวมถึงโครงสร้างองค์ความรู้ภายในแต่ละบุคคลอีกด้วย การเรียนรู้ในลักษณะนี้อยู่บนฐานของการแปลความหมายและการให้ความหมายประสบการณ์ต่าง ๆ ของผู้เรียนแต่ละบุคคลว่าเป็นอย่างไร การที่ผู้เรียนลงมือกระทำอย่างว่องไวในกระบวนการสร้างสรรค์ความหมาย

จากประสบการณ์ต่าง ๆ ของเขาเอง องค์ความรู้จะถูกสร้างขึ้น โดยผู้เรียนและโดยเหตุผลที่ทุกคนต่างมีชุดของประสบการณ์ต่าง ๆ ของการเรียนรู้จึงมีลักษณะเฉพาะตน และมีความแตกต่างกันไปในแต่ละคน การเรียนรู้จะเกิดปรากฏขึ้นในห้วงแห่งความคิดเมื่อได้มีการกระทำการภายในบุคคลนั้น ๆ ทฤษฎี ในแนวนี้ถูกใช้เพื่อเน้นการเตรียมการผู้เรียนในการตัดสินใจ แบบจำลองทางจิตใจของเขา ในการจัดรวบรวมประสบการณ์ใหม่ต่าง ๆ และการแก้ปัญหาสถานการณ์ปัญหาต่าง ๆ ที่กำลังมนำสงสัย

ชนาธิป พรกุล (2554, หน้า 72) กล่าวว่า ทฤษฎีการสร้างความรู้ (Constructivist theory) เป็นทฤษฎีที่กล่าวถึงการเรียนรู้ว่าเกิดขึ้นในบริบทที่ผู้เรียนสร้างความรู้ในขณะที่ได้รับประสบการณ์ในสถานการณ์ต่าง ๆ ทฤษฎีนี้เกิดจากการสังเกตการณ์เรียนรู้ของเด็กเล็ก ๆ เด็กสร้างความรู้โดยการใช้ปฏิสัมพันธ์แบบต่าง ๆ เช่น ดู ฟัง ชิม ดม สัมผัส แสดงว่าเด็กสร้างความรู้ด้วยการมีส่วนร่วมอย่างต้นตัวกับสถานการณ์จริงในชีวิต และมีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อม เช่น บ้าน โรงเรียน ชุมชน และโลก ทฤษฎีนี้มีความเชื่อว่า ผู้เรียนจะเข้าใจอย่างถ่องแท้ เมื่อเขารู้จักสิ่งนั้นด้วยตนเองอย่างต้นตัว เขาจะต้องจัดกระทำกับข้อมูลใหม่ด้วยความรู้ที่มีอยู่ และถ้าข้อมูลใหม่ไม่มีอะไรเกี่ยวข้องกับความรู้เดิม จะเกิดความขัดแย้งขึ้นในใจ และจะต้องหาทางแก้ไข

พิมพันธ์ เดชะคุปต์ (2544, หน้า 40) กล่าวว่าทฤษฎีการสร้างความรู้(Constructivism) ทฤษฎีนี้เน้นการเรียนรู้ในบริบทต่าง ๆ ความรู้ที่ผู้เรียนมีอยู่และสามารถใช้ได้อย่างเต็มที่นั้นจะได้รับการพัฒนามากยิ่งขึ้นหากนำไปใช้ในกิจกรรมที่มีความหมาย เงื่อนไขในการเรียนรู้ตามหลักการของทฤษฎีนี้คือ สภาพแวดล้อมการเรียนรู้ที่ซับซ้อนและผสมผสานกิจกรรมที่เป็นจริง การประเมินประเมินทางสังคมอันเป็นส่วนหนึ่งของการเรียนรู้ เนื้อหาการสอนที่สัมพันธ์สอดคล้อง และเน้นการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ

Steffe and Gale (1995) ได้กล่าวว่า ทฤษฎีการสร้างความรู้มีแนวคิดที่สำคัญและมีความแตกต่าง 3 แนวคิด ดังนี้

1. Exogenous constructivism มีแนวคิดว่า ความรู้เป็นสิ่งที่อยู่ในโลก การสร้างความรู้เป็นการสร้างสิ่งที่อยู่ในโลกแล้วอีกครั้ง โดยการสอน การให้ประสบการณ์ ความรู้ที่ถูกต้องตรงกับความจริงที่มีอยู่ในโลก

2. Endogenous constructivism มีแนวคิดว่า การสร้างความรู้ไม่ได้เกิดจากการสอน ประสบการณ์หรือการปฏิสัมพันธ์กับข้อมูลในสิ่งแวดล้อมโดยตรง แต่ความรู้พัฒนาผ่านกิจกรรมทางปัญญาที่เป็นนามธรรม

3. Dialectical constructivism มีแนวคิดต่างจาก 2 แนวคิดแรกที่คิดต่างจากกัน แนวคิดนี้ความรู้ได้มาจากการปฏิสัมพันธ์ระหว่างบุคคลกับสิ่งแวดล้อมรอบตัวเขา

ไม่ว่าจะเป็นแนวคิดแบบใดก็สามารถนำมาใช้จัดการเรียนการสอนได้ทั้งสิ้น
 Exogenous เหมาะกับการสอนที่ครูต้องการให้ผู้เรียนได้ความรู้ตามศาสตร์ที่ถูกต้อง
 Endogenous เหมาะกับการสอนที่ต้องการให้ผู้เรียนพัฒนาความสามารถไปตามลำดับ
 ที่สูงขึ้น

Dialectical เหมาะกับการสอนที่ทำทลายความคิดของผู้เรียน และใช้กระบวนการกลุ่ม
 สรุปว่าทฤษฎีการสร้างความรู้ มีความเชื่อว่า สิ่งต่าง ๆ ในโลกที่มีอยู่จริงนั้น ความหมาย
 ของสิ่งต่าง ๆ ไม่มีอยู่ในตัวของมันเอง แต่จะขึ้นอยู่กับทำให้ความหมายของแต่ละบุคคลใน
 การแปลความหมาย และผู้เรียนเป็นผู้สร้างความรู้ในขณะที่ได้รับประสบการณ์ ผ่านการมี
 ปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียนต่อผู้เรียน และผู้เรียนกับสิ่งแวดล้อมผ่านการแก้ปัญหาสถานการณ์ปัญหา
 ต่าง ๆ ที่กำกวมน่าสงสัยโดยผู้เรียนจะเข้าใจอย่างถ่องแท้ เมื่อเขารู้จักสิ่งนั้นด้วยตนเองอย่างคืบตัว
 เขาต้องจัดกระทำกับข้อมูลใหม่ด้วยข้อมูลที่มีอยู่ และถ้าข้อมูลใหม่ไม่มีอะไรเกี่ยวข้องกับความรู้เดิม
 จะเกิดความขัดแย้งขึ้นในใจ

องค์ประกอบของการสร้างความรู้

ชนาธิป พรกุล (2554, หน้า 73-79) ได้กล่าวว่า การสร้างความรู้มีองค์ประกอบที่สำคัญ
 3 ประการ คือ

1. โครงสร้างทางปัญญา (Schema) หรือความรู้เดิม

โครงสร้างทางปัญญาเป็นที่เก็บข้อมูลที่มีความเชื่อมโยงกัน เกิดจากการนำข้อมูลที่มี
 จำนวนมากมาจัดใหม่ให้เป็นระบบที่มีความหมาย โครงสร้างทางปัญญาอาจหมายถึง ลำดับขั้นตอน
 ที่ถูกจัดระเบียบมาเป็นอย่างดีของมโนทัศน์ ทักษะ หรือเหตุการณ์ ในการเรียนรู้ เราจะใช้โครงสร้าง
 ทางปัญญาในขณะที่เรามีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อม นอกจากนี้ โครงสร้างทางปัญญายังช่วยใน
 การเรียนรู้เรื่องใหม่ เมื่อผู้เรียน ได้รับข้อมูลเขาจะพยายามนำข้อมูลใหม่ให้เข้าไปอยู่ในโครงสร้าง
 ทางปัญญาที่มีอยู่ก่อน

2. กระบวนการทางปัญญา (Cognitive process)

Piaget ได้อธิบายว่ากระบวนการทางปัญญาเป็นกระบวนการจัดกระทำกับข้อมูลในสมอง
 ของผู้เรียน เมื่อข้อมูลจากสิ่งแวดล้อมเข้าสู่สมองจะเกิดการเปลี่ยนแปลงระบบภายใน เพื่อทำ
 ความเข้าใจหรือทำให้เข้ากับสิ่งแวดล้อม การเปลี่ยนแปลงนี้เรียกว่าการปรับตัว (Adaptation)
 ประกอบด้วย 2 กระบวนการ คือ กระบวนการดูดซึม (Assimilation) และกระบวนการปรับสภาวะ
 (Accommodation) การปรับตัวเป็นการสร้างความสมดุลระหว่างกระบวนการดูดซึม และ
 กระบวนการปรับสภาวะ

กระบวนการดูดซึม (Assimilation) เป็นการคัดกรองข้อมูลใหม่ หรือความรู้ใหม่เข้าไป เก็บรวมกับความรู้เดิมที่มีอยู่ใน โครงสร้างทางปัญญา ผู้เรียนใช้กระบวนการนี้เมื่อความรู้ใหม่ มีความแตกต่างจากความรู้เดิมไม่มากนัก หรือไม่ยากที่จะเข้าใจ

กระบวนการปรับสภาวะ (Accommodation) เป็นการปรับ หรือเปลี่ยนแปลงความเข้าใจ ที่เคยมีอยู่แล้วให้เข้ากับข้อมูลใหม่ ผู้เรียนใช้กระบวนการนี้เมื่อไม่สามารถใช้กระบวนการดูดซึม เนื่องจากข้อมูลใหม่ไม่มีความใกล้เคียงหรือสัมพันธ์กับความรู้เดิม จำเป็นต้องปรับความรู้ ความเข้าใจเรื่องเดิมให้เข้ากับความรู้ใหม่ แล้วจึงจัดเก็บในโครงสร้างทางปัญญา

ในการเรียนรู้ ผู้เรียนใช้กระบวนการทั้งสองในลักษณะที่ต่างกัน เมื่อผู้เรียนพบสิ่งที่เคย รู้จัก หรือมีความรู้ ผู้เรียนจะใช้กระบวนการดูดซึม คือ นำโครงสร้างทางปัญญาที่มีมาใช้ทำ ความเข้าใจสิ่งที่พบ แล้วนำสิ่งที่พบนั้นเข้าไปเพิ่มในโครงสร้างทางปัญญา ทำให้โครงสร้าง ทางปัญญาขยายใหญ่ขึ้น แต่ถ้าผู้เรียนพบสิ่งที่ไม่เคยรู้จัก จะเกิดอาการงงงวยสงสัย เรียกว่าเกิดสภาวะ ไม่สมดุล (Disequilibrium) ผู้เรียนจะใช้กระบวนการปรับสภาวะ ปรับโครงสร้างทางปัญญาที่มีให้ เข้ากับสิ่งที่พบใหม่ ทำให้เกิดสภาวะสมดุล (Equilibrium) ผู้เรียนมีความเข้าใจสิ่งที่พบใหม่ นำสิ่งที่ พบไปเก็บไว้ใน โครงสร้างทางปัญญาที่ถูกปรับแล้ว กระบวนการที่มีความต่อเนื่องของสภาวะไม่ สมดุลและสภาวะสมดุลทำให้สติปัญญามีการเจริญเติบโตสู่ระดับที่สูงขึ้น

3. ข้อมูลใหม่หรือประสบการณ์ใหม่

ข้อมูลใหม่หรือประสบการณ์ใหม่ เป็นข้อมูลที่อยู่ในสิ่งแวดล้อมรอบตัว ในทาง การศึกษาหมายถึง หลักสูตรหรือเนื้อหาที่ครูนำมาสอนเพื่อให้ผู้เรียนมีพัฒนาการทางด้านร่างกาย สติปัญญา อารมณ์และสังคม โดยมีเป้าหมายให้ผู้เรียนเข้าใจ โลกรอบตัว เป็นบุคคลที่มีความ รับผิดชอบและมีทักษะการแก้ปัญหา การตัดสินใจเลือกเนื้อหาใดมาสอน มักจะดูเป้าหมาย เป็นสำคัญแล้วเลือกเนื้อหาที่เกี่ยวข้องกับเป้าหมาย รวมถึงพิจารณาความสามารถ ความรู้ และ ความสนใจของผู้เรียน

สรุปได้ว่า การสร้างความรู้มีองค์ประกอบที่สำคัญ 3 ประการ คือ โครงสร้างทางปัญญา (Schema) หรือความรู้เดิม กระบวนการทางปัญญา (Cognitive process) และข้อมูลใหม่หรือ ประสบการณ์ใหม่

แนวคิดหลักเบื้องต้นของทฤษฎีการสร้างความรู้

เอกเกนและคอคซ์ (Eggen & Kauchak, 2010, p. 226) ได้ทำการสำรวจแนวคิดการสร้าง ความรู้พบว่า มีจุดเริ่มต้นมาจากอิทธิพลของแนวคิดของเพียเจต์และวิกอ์ทสกี นอกจากนี้ ยังมี แหล่งที่มาอื่นอีกได้แก่ ดิวอี้ (Dewey), บรุนเนอร์ (Bruner) และจิตวิทยาของกลุ่มเกสตัลท์ (Gestalt psychology) ซึ่งสอดคล้องกับ สลาบิน (Slavin, 1994, p. 225) ที่กล่าวถึงประวัติความเป็นมาของ

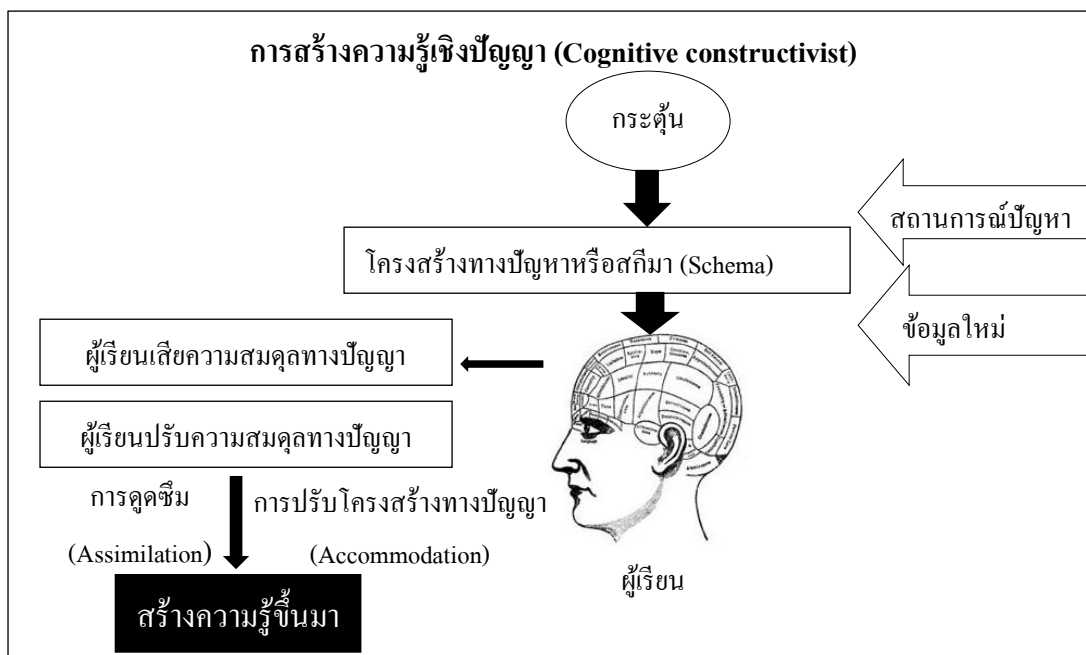
ทฤษฎีการสร้างความรู้ว่ามาจากแนวคิดของเพียเจต์และวิกอทสกีว่าเป็นสังคมการเรียนรู้และแนะนำ การเรียนรู้แบบกลุ่มเพื่อส่งเสริมการสร้างความรู้ ในส่วนนี้จะกล่าวถึงหลักเบื้องต้น 2 ประการ ของทฤษฎีการสร้างความรู้ ดังนี้

1. ทฤษฎีการสร้างความรู้เชิงปัญญา (Cognitive constructivism)

การสร้างความรู้เชิงปัญญา (Cognitive constructivist) มีรากฐานมาจากงานของเพียเจต์ ซึ่งมุ่งเน้นไปที่การสร้างความรู้ภายในแต่ละบุคคล (Greeno, Collins, & Resnick, 1996; Meter & Stevens, 2000; Nuthall, 1999a cited in Eggen & Kauchak, 2010, p. 226) ทางด้านการจัดการเรียนรู้ นั้นมีแนวคิดที่ มนุษย์เราต้องสร้างความรู้ด้วยตนเองโดยผ่านทางประสบการณ์ ซึ่งประสบการณ์ เหล่านี้จะกระตุ้นให้ผู้เรียนสร้างโครงสร้างทางปัญหาหรือสกีมา (Schema) แมนทอลโมเดล (Mental model) ขึ้นภายใน สกีมาเหล่านี้สามารถเปลี่ยนแปลงได้ ขยาย และเพิ่มความซับซ้อนขึ้นได้ โดยผ่านทางกระบวนการดูดซึม (Assimilation) และการปรับโครงสร้างทางปัญหา (Accommodation) และ บทบาทที่สำคัญของครูผู้สอนในห้องเรียนตามแนวความคิดของเพียเจต์คือ การจัดเตรียม สิ่งแวดล้อมที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ลงมือสำรวจ ค้นหาตามธรรมชาติ ห้องเรียนควรเตรียมสิ่ง ที่น่าสนใจที่จะกระตุ้นให้ผู้เรียนเป็นผู้สร้างความรู้ด้วยตนเองอย่างเต็มตัว โดยการขยายสกีมาผ่านทาง ประสบการณ์ด้วยวิธีการดูดซึม (Assimilation) และการปรับ โครงสร้างทางปัญหา (Accommodation) ซึ่งเชื่อว่า การเรียนรู้เกิดจากการปรับเข้าสู่สภาวะสมดุล (Equilibrium) ระหว่าง อินทรีย์และสิ่งแวดล้อม โดยมีกระบวนการ (สุมาลี ชัยเจริญ, 2557, หน้า 135-140) ดังนี้

วิธีที่ 1 การดูดซึม (Assimilation) เป็นการเพิ่มหรือขยายโครงสร้างทางปัญญาจากการรับ ข้อมูล สารสนเทศใหม่ จากสิ่งแวดล้อมที่มีความสอดคล้องกับ โครงสร้างทางปัญญาเดิมหรือความรู้ เดิม

วิธีที่ 2 การปรับโครงสร้างทางปัญญา (Accommodation) เป็นการปรับโครงสร้างทาง ปัญญาให้เข้ากับสิ่งแวดล้อมใหม่ โดยการเชื่อมโยงระหว่างความรู้เดิมหรือโครงสร้างทางปัญญาเดิม กับข้อมูลหรือสารสนเทศใหม่จากสิ่งแวดล้อมที่มีความขัดแย้งหรือแตกต่างกับโครงสร้างทางปัญญา เดิม จึงจำเป็นต้องปรับเป็น โครงสร้างทางปัญญาใหม่ ดังแสดงในภาพที่ 2-7



ภาพที่ 2-7 แนวคิดของการสร้างความรู้เชิงปัญญา (Cognitive constructivist) (สุมาลี ชัยเจริญ, 2554 อ้างถึงใน สุมาลี ชัยเจริญ, 2557, หน้า 137)

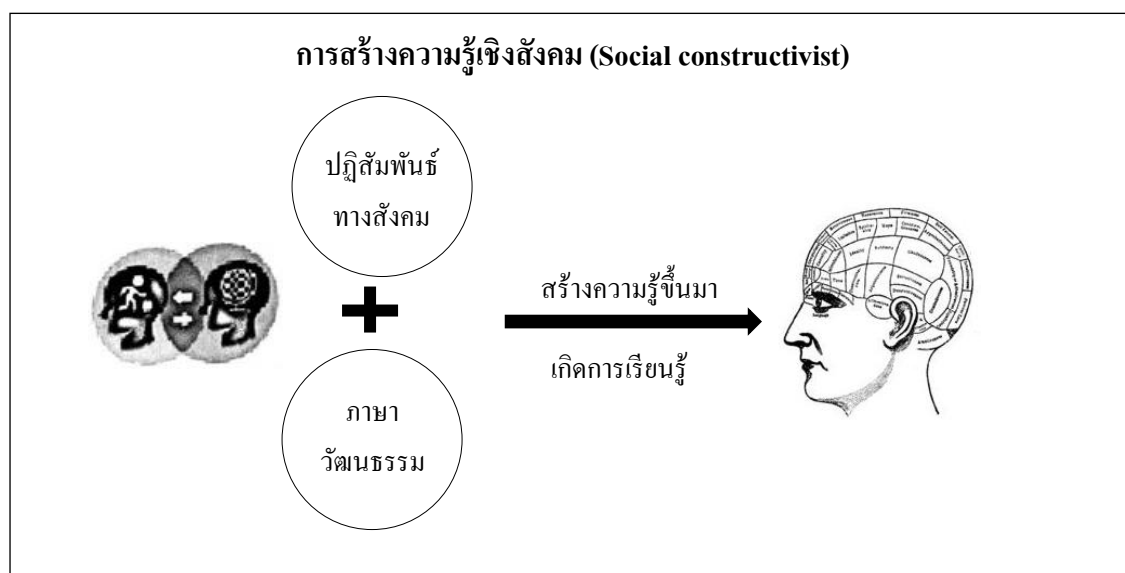
ดังนั้น ทฤษฎีการสร้างความรู้ที่มีรากฐานความเชื่อมาจากพัฒนาการทางด้านพุทธิปัญญา ที่ว่าความรู้เกิดจากประสบการณ์และกระบวนการในการสร้างความรู้หรือเกิดจากการลงมือกระทำ โดยที่ผู้เรียนสร้างความรู้ผ่านกระบวนการทางปัญญาที่เกิดขึ้นภายในด้วยตนเอง ครูผู้สอนไม่สามารถปรับ โครงสร้างทางปัญญาของผู้เรียนได้ แต่สามารถช่วยให้ผู้เรียนปรับหรือขยายโครงสร้างทางปัญญา โดยการจัดสภาพการณ์ที่ทำให้เกิดสภาวะเสียสมดุลหรือก่อให้เกิดความขัดแย้งทางปัญญา หรือเกิดความสงสัย ซึ่งก็คือสภาวะที่โครงสร้างทางปัญญาเดิมไม่สามารถใช้ได้ หรือจำเป็นต้องมีการปรับเปลี่ยนให้เข้าสู่สภาวะสมดุลหรือปรับ โครงสร้างทางปัญญาใหม่ (Restructuring) ด้วยการดูดซึม (Assimilation) หรือปรับ โครงสร้างทางปัญญา (Accommodation)

2. ทฤษฎีการสร้างความรู้เชิงสังคม (Social constructivism)

ทฤษฎีการสร้างความรู้เชิงสังคม (Social constructivism) มีอิทธิพลมาจากแนวคิดของวิกทอร์สกี โดยกล่าวว่า การสร้างความรู้ของผู้เรียนเกิดจากบริบททางสังคม (Social context) และกระบวนการภายในจิตใจของแต่ละบุคคล (Individually internalize) (Eggen & Kauchak, 2010, p. 227) ยุทธวิธีการเรียนรู้ที่สอดคล้องกับการสร้างความรู้เชิงสังคมของวิกทอร์สกีอาจจะไม่จำเป็นต้องจัดกิจกรรมเหมือนกันทุกประการ กิจกรรมและรูปแบบอาจเปลี่ยนแปลง

ตามความเหมาะสม อย่างไรก็ตาม มีหลักการ 4 ประการที่สามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้ในพื้นที่ชั้นเรียน (สุมาลี ชัยเจริญ, 2557, หน้า 135-140) ดังนี้

1. การเรียนรู้และการพัฒนาทางด้านสังคม ได้แก่ กิจกรรมการร่วมมือ (Collaborative activity)
2. เขตของการเชื่อมต่อการพัฒนา (Zone of proximal development) ควรจะตอบสนองต่อแนวทางการจัดหลักสูตรและการวางแผนบทเรียน
3. การเรียนรู้ในโรงเรียนควรเกิดขึ้นในบริบทที่มีความหมาย และไม่ควรแยกการเรียนรู้และความรู้ที่ผู้เรียนพัฒนามาจากสภาพที่เป็นจริง
4. การเรียนรู้ควรเชื่อมโยงทั้งประสบการณ์นอกโรงเรียนและในโรงเรียนสำหรับผู้เรียน การสร้างความรู้เชิงสังคม (Social constructivist) ของวิกิออตส์กี ดังแสดงในภาพที่ 2-8



ภาพที่ 2-8 แนวคิดของการสร้างความรู้เชิงสังคม (Social constructivist) (สุมาลี ชัยเจริญ, 2554 อ้างถึงใน สุมาลี ชัยเจริญ, 2557 หน้า 140)

เอกเกนและคอคซ์ (Eggen & Kauchak, 2010, pp. 230-233) ได้กล่าวถึง ลักษณะของ ทฤษฎีการเรียนรู้โดยการสร้างความรู้ (Characteristics of constructivist learning theory) มี 4 ลักษณะ ได้แก่

1. ผู้เรียนสร้างความรู้จากสิ่งที่คิดว่าสมเหตุสมผล (Learners construct knowledge that makes sense to them) เป็นการที่ผู้เรียนสร้างความรู้โดยใช้สัญชาตญาณ ซึ่งอาจจะถูกหรือไม่ถูกต้องก็ได้
2. ความรู้ใหม่ขึ้นอยู่กับความเข้าใจที่มีอยู่เดิม (New learning depends on current understanding) กล่าวคือ การสร้างความรู้ใหม่ของผู้เรียนถูกสร้างขึ้นจากความรู้เดิมที่มีมาก่อนซึ่งถ้าผู้เรียนมีความรู้เดิมมากจะช่วยให้ผู้เรียนมีประสบการณ์ แรงจูงใจหรือความสามารถสูงกว่าผู้เรียนที่มีความรู้เดิมน้อย
3. การมีปฏิสัมพันธ์ทางสังคมช่วยส่งเสริมการเรียนรู้ (Social interaction facilitates learning) กล่าวคือ การอภิปรายแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกันช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ได้อย่างมีประสิทธิภาพมากกว่าการสอนโดยการจดบันทึกและการอธิบาย
4. การเรียนรู้ที่มีความหมายเกิดขึ้นจากปัญหาที่เกิดขึ้นจริง (Meaningful learning occurs within real-world tasks) กล่าวคือ ปัญหาที่เกิดขึ้นในชีวิตจริงมีความหมายสำหรับนักเรียนมากกว่าปัญหาจากตำรา เพราะช่วยให้ผู้เรียนสามารถประยุกต์ความรู้ที่เรียนไปใช้ได้อย่างแท้จริงในชีวิตประจำวัน

จากการศึกษาทฤษฎีการสร้างความรู้เชิงปัญญาและทฤษฎีการสร้างความรู้เชิงสังคมที่เกี่ยวข้องกับทฤษฎีการสร้างความรู้ สรุปได้ว่า ทฤษฎีการสร้างความรู้ ให้ผู้เรียนเป็นผู้สร้างความรู้ในขณะที่ได้รับประสบการณ์ ผ่านการมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียนต่อผู้เรียน และผู้เรียนกับสิ่งแวดล้อมผ่านการแก้ปัญหาสถานการณ์ปัญหาต่าง ๆ ที่ท้าทวน่าสงสัยโดยผู้เรียนจะเข้าใจอย่างถ่องแท้ เมื่อเขารู้จักสิ่งนั้นด้วยตนเองอย่างเต็มตัว เขาต้องจัดกระทำกับข้อมูลใหม่ด้วยข้อมูลที่ที่มีอยู่ และถ้าข้อมูลใหม่ไม่มีอะไรเกี่ยวข้องกับความรู้เดิมจะเกิดความขัดแย้งขึ้นในใจ

หลักการนำทฤษฎีการสร้างความรู้ในการจัดการเรียนรู้

เอกเกนและคอคซ์ (Eggen & Kauchak, 2010, pp. 240-242) เสนอแนวทางการนำทฤษฎีการสร้างความรู้ไปใช้ในการจัดการเรียนรู้ ดังต่อไปนี้

1. จัดเตรียมเนื้อหาที่มีคุณภาพให้กับผู้เรียน (Provide high-quality representations of content)

การเรียนรู้และการพัฒนาอาศัยประสบการณ์ที่มีอยู่เดิมของผู้เรียนในการสร้างความรู้ซึ่งถ้านักเรียนขาดประสบการณ์หรือมีความรู้เดิมไม่เพียงพอ ควรเสริมความรู้โดยใช้ตัวอย่างที่มีคุณภาพและทบทวนเนื้อหาเดิมก่อนที่จะสอนนักเรียน ซึ่งตัวอย่างที่มีคุณภาพ (High-quality example) คือตัวอย่างที่ให้ข้อมูลที่ทำให้ผู้เรียนเข้าใจเนื้อหานั้น โดยมีหลักสำคัญ 3 ประการ คือ

1. นักเรียนสามารถนำประสบการณ์นั้นมาสร้างองค์ความรู้ได้
2. สิ่งนั้นดึงดูดให้นักเรียนสนใจ
3. มีการจัดเตรียมข้อมูลที่จำเป็นเพื่อให้นักเรียนปรับเปลี่ยนแนวคิดไปในทิศทางที่ต้องการ
 2. เชื่อมโยงเนื้อหาที่เรียนให้เข้ากับประสบการณ์ในชีวิตจริง (Connect content to the real world)

ทฤษฎีการเรียนรู้โดยการสร้างความรู้ทางสังคม (Social constructivist learning theory) และโดยเฉพาะการสร้างให้นักเรียนมีความเข้าใจ สิ่งสำคัญคือครูต้องเชื่อมโยงหัวข้อนั้นกับประสบการณ์ในชีวิตจริงของนักเรียน จะทำให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ที่มีความหมาย

3. ส่งเสริมให้นักเรียนมีปฏิสัมพันธ์ในการเรียน (Promote high levels of interaction)

ตัวอย่างที่มีคุณภาพอาจจะไม่เพียงพอให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ได้ เพราะนักเรียนอาจจะได้แนวคิดที่ผิดพลาดหรือไม่ชัดเจน การมีปฏิสัมพันธ์ทางสังคมอย่างสมบูรณ์จะช่วยให้นักเรียนสร้างความรู้ทางสังคม รวมถึงการให้ครูตรวจสอบแนวคิดและบทบาททางความคิดของนักเรียน และการปรับเปลี่ยนความคิดใหม่เพื่อเข้าสู่ความทรงจำของนักเรียนผ่านกระบวนการทำกิจกรรม ครูมีบทบาทสำคัญที่จะช่วยให้ผู้เรียนมีปฏิสัมพันธ์กันทางสังคมในการเรียน แนวทางในการมีปฏิสัมพันธ์กัน ได้แก่ นักเรียนทั้งชั้นเรียน และการสังเกตการทำกิจกรรมเป็นกลุ่มย่อยเพื่อให้แน่ใจว่านักเรียนเข้าใจได้ถูกต้องแทนที่จะให้คำตอบกับนักเรียนเลย และครูออกแบบการวัดผลจากการประเมินความเข้าใจของนักเรียนและการอธิบายของนักเรียน

4. นักเรียนพูดอธิบายสิ่งที่ตนเองสงสัย (Treat verbal explanations skeptically)

การอภิปรายแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกันในห้องเรียนช่วยให้ได้ข้อเท็จจริงของสิ่งที่ต้องการค้นหาในบทเรียนนั้น ถึงแม้ว่าครูส่วนใหญ่เชื่อว่าการสอนโดยการอธิบายให้นักเรียนเป็นทางเลือกที่ดีที่สุด แต่บางครั้งนักเรียนอาจจะไม่สามารถสร้างความรู้จากการอธิบายของครู การอธิบายนั้นต้องรวมถึงการแสดงตัวอย่างและการอภิปรายแนวคิดของการทำตัวอย่างนั้นถึงจะช่วยส่งเสริมการเรียนรู้ของนักเรียน

5. ส่งเสริมการเรียนรู้ด้วยการประเมินผล (Promote learning with assessment)

เนื่องจากผู้เรียนเป็นผู้สร้างความรู้ ความเข้าใจในบทเรียนด้วยตนเอง ซึ่งนักเรียนแต่ละคนก็จะมีกระบวนการสร้างความรู้ความเข้าใจแตกต่างกัน เครื่องมือประเมินผลควรจบรวมกระบวนการเรียนและการสอนซึ่งเป็นสิ่งสำคัญในการประเมินผลการเรียนรู้ และเป็นแนวทางสำหรับครูในการตรวจสอบไม่ว่าผู้เรียนได้สร้างความรู้ได้ถูกต้องหรือไม่ การประเมินผลอย่างไม่เป็นทางการเป็นการรวบรวมข้อมูลในขณะที่กิจกรรมของนักเรียน การสร้างความเข้าใจ ในบทเรียนของนักเรียน ซึ่งอาจจะยังไม่สมบูรณ์ ครูควรจัดเตรียมข้อมูลเสริมเพื่อช่วยให้นักเรียนเข้าใจบทเรียนได้ถูกต้อง การประเมินผลอย่างมีประสิทธิภาพของครู ควรจะมีการประเมินผลอย่างไม่เป็น

ทางการและการประเมินผลอย่างเป็นทางการ เพราะการประเมินผลอย่างเป็นทางการเป็นการเก็บรวบรวมข้อมูลจากนักเรียนทุกคน เป็นการตรวจสอบว่านักเรียนสร้างความรู้จากบทเรียนได้ถูกต้อง
 สลาวิน (Slavin, 1994, pp. 225-250) เสนอหลักการในการนำแนวคิดการสร้างความรู้ในการจัดการเรียนรู้ ดังต่อไปนี้

1. ทัศนคติของผู้ที่จะจัดการเรียนการสอนด้วยแนวคิดการสร้างความรู้ นั้น ผู้ที่จัดการเรียนการสอนควรออกแบบการเรียนการสอนเพื่อให้ผู้เรียนได้มีโอกาสในการค้นพบหรือใช้ความคิดด้วยตัวเองและแปลงข้อมูลที่ซับซ้อนมาเป็นความรู้ใหม่ของตนเอง ผู้เรียนมีบทบาทในการจัดการเรียนรู้มากขึ้น โดยผู้สอนทำหน้าที่อำนวยความสะดวกให้กับผู้เรียน

2. การสอนจากบนลงล่าง (Top-down processing) เป็นวิธีการสอนโดยใช้แนวคิดการสร้างความรู้เน้นการสอนจากบนลงล่างมากกว่าการสอนจากล่างขึ้นบน “การสอนจากบนลงล่าง” หมายถึงการสอนโดยให้นักเรียนเริ่มต้นจากการแก้ปัญหาที่ซับซ้อนแล้วทำการแก้ไขหรือค้นพบ (ด้วยคำแนะนำจากครู) ซึ่งวิธีการสอนจากบนลงล่างนี้จะตรงข้ามกับการสอนจากล่างขึ้นบน เนื่องจากการสอนจากล่างขึ้นบนนักเรียนเริ่มต้นจากการฝึกทักษะพื้นฐานก่อนแล้วค่อยสร้างทักษะที่ซับซ้อนมากขึ้น โดยหลังจากที่นักเรียนได้เรียนรู้ทักษะขั้นพื้นฐานแล้วนักเรียนก็จะนำความรู้ไปใช้ในการแก้ปัญหาที่ไม่ยากนัก

3. การสอนด้วยแนวคิดการสร้างความรู้ควรจัดการเรียนรู้แบบกลุ่ม เปิดโอกาสให้ผู้เรียนแลกเปลี่ยนความคิดเห็นซึ่งกันและกันในการแก้ปัญหา แนวคิดการสร้างความรู้ยึดหลักว่านักเรียนสามารถค้นพบและทำความเข้าใจแนวคิดที่ยากได้ง่ายขึ้นหากนักเรียนได้สนทนาแลกเปลี่ยนความคิดเห็นเกี่ยวกับปัญหา การจัดกลุ่มส่วนใหญ่จะจัดโดยให้นักเรียนทำงานเป็นคู่หรือเป็นกลุ่มกลุ่มละสี่คน เพื่อให้ผู้เรียนช่วยเหลือซึ่งกันและกันในการแก้ปัญหาที่ซับซ้อน วิธีการจัดการเรียนการสอนเมื่อใช้แนวคิดการสร้างความรู้ จะจัดเป็นรูปแบบการเรียนการสอน ดังนี้

3.1 การเรียนรู้แบบค้นพบ (Discovery learning) เป็นกระบวนการเรียนรู้ที่เน้นให้ผู้เรียนค้นหาคำตอบ หรือความรู้ด้วยตนเอง โดยผู้สอนจะเป็นผู้สร้างสถานการณ์ในลักษณะที่ผู้เรียนจะเผชิญกับปัญหา

3.2 การเสริมต่อการเรียนรู้ (Scaffolding) หมายถึง บทบาทเชิงปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้สอนกับผู้เรียน ที่ให้การช่วยเหลือด้วยวิธีการต่าง ๆ ตามสภาพปัญหาที่เผชิญอยู่ในขณะนั้นเพื่อให้ผู้เรียนสามารถแก้ปัญหานั้นด้วยตนเองได้ โดยผู้สอนเป็นผู้จัดเตรียมสิ่งอำนวยความสะดวกช่วยเหลือ แนะนำ สนับสนุน ในขณะที่ผู้เรียนกำลังแก้ปัญหาหรือกำลังอยู่ในระหว่างการเรียนรู้เรื่องใด เรื่องหนึ่ง

3.3 การตั้งคำถาม (Questioning techniques) โดยผู้สอนใช้คำถามที่เฉพาะเจาะจงแล้วให้นักเรียนค้นพบองค์ประกอบสำคัญด้วยตนเอง

3.4 การสอนแบบแลกเปลี่ยนบทบาท (Reciprocal teaching) เป็นวิธีการจัดการเรียนรู้ตามทฤษฎีการเรียนรู้การสร้างความรู้ที่นักเรียนเป็น “ศูนย์กลาง” ควบคุมกระบวนการเรียนรู้อ่านเพื่อสร้างความเข้าใจและความหมายจากการอ่านด้วยตนเอง

3.5 การทบทวนความรู้เดิม (Activating prior knowledge) ก่อนที่จะให้ความรู้ใหม่แก่ผู้เรียนซึ่งในส่วนของเนื้อหาและแนวความคิดนั้นผู้เรียนอาจจะไม่มีพื้นฐานมาก่อน ผู้สอนควรทบทวนความรู้เดิมให้กับผู้เรียน

3.6 การจัดการข้อมูล (Organizing information) เป็นการนำข้อมูลมาจัดกลุ่มเพื่อให้ง่ายต่อการเรียนรู้และผู้เรียนจะสามารถจดจำข้อมูลได้ง่ายขึ้น

3.7 การถ่ายโยงการเรียนรู้ (Teaching for transfer of learning) เป็นวิธีการจัดการเรียนรู้โดยให้นักเรียนถ่ายโอนการเรียนรู้จากการเรียนรู้ในโรงเรียนไปสู่สถานการณ์จริงได้ ซึ่งผู้สอนต้องจัดการเรียนรู้ให้นักเรียนได้ฝึกทักษะในสถานการณ์ที่พบในชีวิตจริง

กฤษศรี คำชาย (2551, หน้า 106 – 107) ได้สรุปหลักการในการนำแนวคิดการสร้างความรู้ในการจัดการเรียนการสอนจากแนวคิดนักจิตวิทยาการศึกษาที่สนใจ ดังต่อไปนี้

1. การเรียนรู้จะมีพลังมากขึ้นหากผู้เรียน ได้สร้างสรรค์ความเข้าใจของตนเองอย่างจริงจัง นักสร้างสรรค์ความรู้ความนิยมเชื่อว่าผู้เรียนพัฒนาความเข้าใจที่มีความหมายเพิ่มขึ้น หากตนเองได้เข้าไปสร้างสรรค์ความรู้ความเข้าใจด้วยตนเอง ในกลวิธีสอนแบบดั้งเดิมครูยังไม่ได้เปิดโอกาสให้ผู้เรียนเข้าไปมีส่วนร่วมแบบเชิงรุกเพื่อสร้างความเข้าใจแนวคิดที่ลึกซึ้ง หลักการข้อนี้แสดงว่าผู้เรียนจะต้องได้รับโอกาสเรียนรู้ด้วยการสร้างและทดสอบสมมติฐานของตนเอง โดยการนำตนเอง ไปปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อม และด้วยการเรียนรู้นี้ทำให้ผู้เรียนได้ไตร่ตรองกระบวนการและผลลัพธ์การเรียนรู้ของตนเองด้วยตนเอง ในชั้นเรียนควรเป็นสถานที่ซึ่งเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ใช้เชื่อมโยงความคิด หลักการและแนวคิดต่าง ๆ เข้าด้วยกัน

2. ประสบการณ์การเรียนรู้มีประสิทธิภาพเพิ่มขึ้นหากประสบการณ์นั้นได้เข้าไปมีส่วนร่วมในระดับพัฒนาการทางสติปัญญาของผู้เรียน หลักการข้อนี้สัมพันธ์อยู่กับขั้นตอนพัฒนาการทางปัญญาของเพียเจต์และเขตแดนพัฒนาการระยะใกล้ของวิกอ์ทสกี และความสำคัญของหลักการข้อนี้คือความรู้เดิมเป็นฐานของความรู้ใหม่ ดังนี้

2.1 ครูต้องเข้าใจระดับขั้นของพัฒนาการทางปัญญาของผู้เรียน และใช้ความรู้ที่นอกแบบประสบการณ์การเรียนรู้ให้แก่ผู้เรียน

2.2 ประสบการณ์การเรียนรู้ที่เป็นรูปธรรมถือว่าเป็นฐานสำคัญของการเรียนรู้ในเรื่องใหม่ ครูต้องช่วยให้ผู้เรียนเชื่อมโยงสิ่งที่รู้แล้วเข้ากับสิ่งที่ต้องเรียนรู้ใหม่ในลักษณะที่เป็นนามธรรม และเป็นสัญลักษณ์มากขึ้น

2.3 พยายามประเมินระดับความเข้าใจปัจจุบันของผู้เรียนและออกแบบการสอนให้ยากกว่าระดับความเข้าใจนั้นพอประมาณเพื่อให้การเรียนรู้ท้าทายมากขึ้น

2.4 ทำความเข้าใจรูปแบบการเรียนรู้และการคิดของผู้เรียนและออกแบบกิจกรรมที่ขยายหรือท้าทายรูปแบบที่ผู้เรียนเป็นอยู่นั้น

2.5 เมื่อสอนผู้เรียนวัยเด็ก ให้ครูมีข้อตกลงเบื้องต้นไว้ใจว่าทุกอย่างที่เขาพูด มีตรรกะบางอย่างอยู่เบื้องหลังแม้จะไม่ใช้เรื่องเดียวกับที่ครูมี

3. การสร้างสรรค์ความรู้ของผู้เรียนมาจากธรรมชาติของผู้เรียนในการปฏิสัมพันธ์กับคนและวัตถุในสิ่งแวดล้อมของผู้เรียนคนนั้น

การปฏิสัมพันธ์ทางสังคมของผู้เรียนมีส่วนในการกำหนดประเภทความเข้าใจของผู้เรียน โดยเฉพาะอย่างยิ่งการปฏิสัมพันธ์กับบุคคล หลักการข้อนี้สะท้อนให้เห็นแนวคิดของเพียเจต์และวิกอทสกีที่ให้ความสำคัญกับปฏิสัมพันธ์ทางสังคมของเด็ก และยังสัมพันธ์กับแนวคิดของวิกอทสกีในเรื่องของเครื่องมือทางวัฒนธรรม นอกไปจากนั้นยังสื่อให้เห็นว่าในการสร้างสรรค์ความรู้นั้น ต้องอาศัยประสบการณ์การเรียนรู้สถานการณ์จริงหรือเสมือนจริง ซึ่งครูสามารถนำไปใช้ได้ ดังนี้

3.1 เปิดโอกาสให้ผู้เรียนอภิปรายปัญหาต่าง ๆ จากหลายมุมมอง

3.2 พัฒนาความสามารถของผู้เรียนในการใช้เทคโนโลยีการสืบค้นข้อมูล เพื่อให้ได้ข้อมูลที่หลากหลายมาแก้ปัญหา

3.3 ให้ผู้เรียนเข้าไปเรียนรู้การแก้ปัญหาเป็นกลุ่ม โดยเฉพาะในกลุ่มนั้นต้องมีภูมิหลังประสบการณ์หรือความชำนาญการที่หลากหลายจะได้ประโยชน์มากที่สุด

3.4 จะต้องขยายประสบการณ์การเรียนรู้ในชั้นเรียนออกสู่โลกภายนอก

ทิสนา เขมมณี (2560, หน้า 94-96) เสนอหลักการนำทฤษฎีการสร้างความรู้ไปประยุกต์ใช้ในการเรียนการสอน สามารถทำได้หลายประการ ดังนี้

1. ตามทฤษฎีการสร้างความรู้ ผลของการเรียนรู้จะมุ่งเน้นไปที่กระบวนการสร้างความรู้ (Process of knowledge construction) และการตระหนักรู้ในกระบวนการนั้น (Reflexive awareness of that process) เป้าหมายการเรียนรู้จะต้องมาจากการปฏิบัติงานจริง (Authentic tasks) ครูจะต้องเป็นตัวอย่างและฝึกฝนกระบวนการเรียนรู้ให้ผู้เรียนเห็น ผู้เรียนจะต้องฝึกฝนการสร้างความรู้ด้วยตนเอง

2. เป้าหมายของการสอนจะเปลี่ยนจากการถ่ายทอดให้ผู้เรียนได้รับสาระความรู้ที่แน่นอนตายตัว ไปสู่การสาธิตกระบวนการแปลและสร้างความหมายที่หลากหลาย การเรียนรู้ทักษะต่าง ๆ จะต้องให้มีประสิทธิภาพถึงขั้นทำได้และแก้ปัญหาจริงได้

3. ในการเรียนการสอน ผู้เรียนจะเป็นผู้มีบทบาทในการเรียนรู้อย่างตื่นตัว (Active) ผู้เรียนจะต้องเป็นผู้จัดกระทำกับข้อมูลหรือประสบการณ์ต่าง ๆ และจะต้องสร้างความหมายให้กับสิ่งนั้นด้วยตนเอง โดยการให้ผู้เรียนอยู่ในบริบทจริงซึ่งไม่ได้หมายความว่าผู้เรียนจะต้องออกไปยังสถานที่จริงเสมอไป แต่อาจจัดเป็นกิจกรรมที่เรียกว่า “Physical knowledge activities” ซึ่งเป็นกิจกรรมที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนมีปฏิสัมพันธ์กับสื่อ วัสดุอุปกรณ์สิ่งของหรือข้อมูลต่าง ๆ ที่เป็นของจริงและมีความสอดคล้องกับความสนใจของผู้เรียน โดยผู้เรียนสามารถจัดกระทำ ศึกษา สำรวจ วิเคราะห์ ทดลอง ลองผิดลองถูกกับสิ่งนั้น ๆ จนเกิดเป็นความรู้ความเข้าใจขึ้น ดังนั้นความเข้าใจเป็นสิ่งที่เกิดขึ้นจากกระบวนการคิดการจัดกระทำกับข้อมูล มิใช่เกิดขึ้นง่าย ๆ จากการได้รับข้อมูลหรือมีข้อมูลเพียงเท่านั้น

4. ในการจัดการเรียนการสอนครูจะต้องพยายามสร้างบรรยากาศทางสังคมจริยธรรม (Sociomoral) ให้เกิดขึ้น กล่าวคือ ผู้เรียนจะต้องมีโอกาสเรียนรู้ในบรรยากาศที่เอื้อต่อการปฏิสัมพันธ์ทางสังคม ซึ่งทางสังคมถือว่าเป็นปัจจัยสำคัญของการสร้างความรู้เพราะลำพังกิจกรรมและวัสดุอุปกรณ์ทั้งหลายที่ครูจัดให้หรือผู้เรียนแสวงหาเพื่อการเรียนรู้ไม่เป็นการเพียงพอ ปฏิสัมพันธ์ทางสังคม การร่วมมือ และการแลกเปลี่ยนความรู้ ความคิดและประสบการณ์ระหว่างผู้เรียนกับผู้เรียน และบุคคลอื่น ๆ จะช่วยให้การเรียนรู้ของผู้เรียนกว้างขึ้น ซับซ้อนขึ้น และหลากหลายขึ้น

5. ในการเรียนการสอน ผู้เรียนมีบทบาทในการเรียนรู้อย่างเต็มที่ (Devries, 1992, pp. 1-2 อ้างถึงใน ทิศนา แคมมณี, 2560, หน้า 95) โดยผู้เรียนจะนำตนเองและควบคุมตนเองในการเรียนรู้ เช่น ผู้เรียนจะเป็นผู้เลือกสิ่งที่ต้องการเรียนเอง ตั้งกฎระเบียบเอง แก้ปัญหาที่เกิดขึ้นเอง ตกลงกันเอง เมื่อเกิดความขัดแย้งหรือมีความคิดเห็นแตกต่างกัน เลือกผู้ร่วมงานได้เอง และรับผิดชอบในการดูแลรักษาห้องเรียนร่วมกัน

6. ในการเรียนการสอนแบบสร้างความรู้ ครูจะมีบทบาทแตกต่างไปจากเดิม (Devries, 1992, pp. 3-6 อ้างถึงใน ทิศนา แคมมณี, 2560, หน้า 95) คือจากการเป็นผู้ถ่ายทอดความรู้และควบคุมการเรียนรู้ เปลี่ยนไปเป็นการให้ความร่วมมือ อำนวยความสะดวก และช่วยเหลือผู้เรียนในการเรียนรู้ คือการเรียนการสอนจะต้องเปลี่ยนจาก “Instruction” ไปเป็น “Construction” คือเปลี่ยนจาก “การให้ความรู้” ไปเป็น “การให้ผู้เรียนสร้างความรู้” บทบาทของครูก็คือ จะต้องทำหน้าที่ช่วยสร้างแรงจูงใจภายในให้เกิดแก่ผู้เรียน จัดเตรียมกิจกรรมการเรียนรู้ที่ตรงกับความสนใจ

ของผู้เรียน ดำเนินกิจกรรมให้เป็นไปในทางที่ส่งเสริมพัฒนาการของผู้เรียนให้คำปรึกษาแนะนำ ทั้งทางด้านวิชาการและด้านสังคมแก่ผู้เรียน ดูแลให้ความช่วยเหลือผู้เรียนที่มีปัญหา และประเมิน การเรียนรู้ของผู้เรียน นอกจากนั้นครูยังต้องมีความเป็นประชาธิปไตยและมีเหตุผลในการสัมพันธ์ กับผู้เรียนด้วย

7. ในด้านการประเมินผลการเรียนการสอน (Jonassen, 1992, pp. 137-147 อ้างถึงใน ทิศนา แจมมณี, 2560, หน้า 95) เนื่องจากการเรียนรู้ตามทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเองนี้ขึ้นกับ ความสนใจและการสร้างความหมายที่แตกต่างกันของบุคคล ผลการเรียนรู้ที่เกิดขึ้นจึงมีลักษณะ หลากหลาย ดังนั้น การประเมินตามจุดมุ่งหมายในลักษณะที่ยืดหยุ่นกันไปในแต่ละบุคคล หรือ อาจใช้วิธีการที่เรียกว่า “Socially negotiated goal” และการประเมินควรใช้วิธีการหลากหลาย ซึ่ง อาจเป็นการประเมินจากเพื่อน แฟ้มผลงาน (Portfolio) รวมทั้งการประเมินตนเองด้วย นอกจากนั้น การวัดผลจำเป็นต้องอาศัยบริบทจริงที่มีความซับซ้อนเช่นเดียวกับการจัดการเรียนการสอนที่ต้อง อาศัยบริบท กิจกรรม และงานที่เป็นจริง การวัดผลจะต้องใช้กิจกรรมหรืองานในบริบทจริงด้วย ซึ่ง ในกรณีที่ต้องจำต้องจำลองของจริงมา ก็สามารทำได้ แต่เกณฑ์ที่ใช้ควรเป็นเกณฑ์ที่ใช้ในโลกของ ความเป็นจริง (Real world criteria) ด้วย

ชนาธิป พรกุล (2554, หน้า 90-91) ได้กล่าวถึงลักษณะของกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ ทฤษฎีการสร้างความรู้ว่า ทฤษฎีการสร้างความรู้ให้ความสำคัญกับการสร้างความรู้ (Making) มากกว่าการพบความรู้ (Finding) และกระบวนการที่สร้างสรรค์ (Creative) มากกว่ากระบวนการ ค้นพบ (Discovery) ดังนั้น การสร้างความรู้ด้วยกระบวนการที่สร้างสรรค์จึงควรจัดกิจกรรม การเรียนรู้ให้มีลักษณะดังต่อไปนี้

1. ผู้เรียนมีปฏิสัมพันธ์ทางสังคมกับครู เพื่อน พ่อแม่ และคนอื่น
2. ผู้เรียนได้อยู่ในบริบทที่เกิดการเรียนรู้
3. ใช้กิจกรรมกลุ่มสร้างทักษะทางสังคม และความร่วมมือในการสร้างความรู้
4. ให้สถานการณ์ที่ผู้เรียนต้องทดลองด้วยตนเอง ได้เห็นสิ่งที่เกิดขึ้น ได้ศึกษาจัดการกับ ข้อมูลชนิดต่าง ๆ สงสัยตั้งคำถาม ค้นหาคำตอบด้วยตนเอง ตรวจสอบสิ่งที่พบในครั้งแรกกับครั้ง ต่อไป และนำสิ่งที่พบไปเปรียบเทียบกับของเพื่อน
5. มีความท้าทายให้สำรวจค้นหา และใช้ความคิดระดับสูง รวมทั้งบังคับให้ผู้เรียน จัดระบบความรู้ความเชื่อของตน
6. ผู้เรียนมีบทบาทสำคัญในการเรียนรู้ โดยมีครูเป็นผู้กระตุ้นให้ผู้เรียนเรียนรู้ด้วยตนเอง จากหลักการนำทฤษฎีการสร้างความรู้ในการจัดการเรียนรู้ของเอกเกนและคอคซ์ (Eggen & Kauchak, 2010), สลาวิน (Slavin, 1994), กุญชรี้ คำชาย (2551) ทิศนา แจมมณี (2560) และ

ชนาธิป พรกุล (2554) สามารถสรุปเป็นตารางวิเคราะห์หลักการนำทฤษฎีการสร้างความรู้ไปใช้ในการจัดการเรียนรู้ได้ดังตารางที่ 2-9

ตารางที่ 2-9 การวิเคราะห์หลักการนำทฤษฎีการสร้างความรู้ไปใช้ในการจัดการเรียนรู้

หลักการจัดการเรียนรู้	แนวคิดที่เกี่ยวข้อง				
	Eggen & Kauchak	Slavin	บุญชรี คำชาย	ทิสนา แคมมณี	ชนาธิป พรกุล
1. นักเรียนสร้างความรู้จากประสบการณ์ที่มีอยู่ผู้เดิม	✓	✓	✓		
2. ทบทวนเนื้อหาเดิมก่อนจัดการเรียนรู้เพื่อปรับพื้นฐานความรู้เดิมให้เพียงพอ	✓	✓			
3. เชื่อมโยงเนื้อหาที่เรียนให้เข้ากับประสบการณ์ในชีวิตจริง	✓	✓			
4. ให้นักเรียนมีปฏิสัมพันธ์ในการเรียน	✓	✓	✓	✓	✓
5. ให้นักเรียนได้ทำกิจกรรมกลุ่มย่อย	✓	✓	✓		✓
6. ให้นักเรียนอภิปรายแลกเปลี่ยนความคิดเห็น	✓	✓	✓	✓	
7. ให้นักเรียนสร้างความรู้ด้วยตนเองผ่านการปฏิบัติกิจกรรม		✓	✓	✓	✓
8. การประเมินผลการเรียนรู้เพื่อตรวจสอบการสร้างความรู้ความเข้าใจบทเรียนของนักเรียน	✓			✓	

จากตาราง 2-9 จะได้ว่าหลักการนำทฤษฎีการสร้างความรู้ในการจัดการเรียนรู้ มีดังนี้

1. ให้นักเรียนสร้างความรู้จากประสบการณ์ที่มีอยู่ผู้เดิม
2. ทบทวนเนื้อหาเดิมก่อนจัดการเรียนรู้เพื่อปรับพื้นฐานความรู้เดิมให้เพียงพอ
3. จัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยให้นักเรียนเชื่อมโยงเนื้อหาที่เรียนให้เข้ากับประสบการณ์

ในชีวิตจริง

4. การจัดการเรียนรู้จะเกิดขึ้นในกระบวนการที่ได้มีปฏิสัมพันธ์ต่อกันระหว่างผู้เรียน
ต่อผู้เรียน และระหว่างผู้เรียนกับครู

5. ให้นักเรียนได้ทำกิจกรรมกลุ่มย่อยเพื่อแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกัน
โดยคละความสามารถ

6. ให้นักเรียนอภิปรายแลกเปลี่ยนความคิดเห็นเพื่อตรวจสอบการสร้างความเข้าใจ
บทเรียนของนักเรียน

7. ให้นักเรียนสร้างความรู้ด้วยตนเองผ่านการปฏิบัติกิจกรรม การทดลอง การสืบเสาะ
ค้นหาความรู้ จากสื่อการเรียนรู้หรือสถานการณ์เสมือนจริง

8. ประเมินผลการเรียนรู้เพื่อตรวจสอบว่าผู้เรียน ได้สร้างความรู้ถูกต้องหรือไม่
ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดการสร้างความรู้

Driver and Oldham (1986, pp. 105-122) ได้เสนอขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด
การสร้างความรู้ ไว้ดังนี้

1. ขั้นนำ (Orientation) คือ การให้ผู้เรียนรับรู้จุดหมายและมีแรงจูงใจในการเรียน
บทเรียน

2. ขั้นทบทวนประสบการณ์เดิม (Elicitation) คือการให้ผู้เรียนแสดงออกถึงความรู้เดิม
ที่มีความเกี่ยวข้องกับเรื่องที่เรียน วิธีการให้ผู้เรียนแสดงออก อาจจะทำได้โดยการอภิปรายกลุ่มหรือ
เขียนเพื่อแสดงความรู้ความเข้าใจที่มีอยู่

3. ขั้นปรับเปลี่ยนความคิด (Turning restructuring of ideas) ประกอบด้วยขั้นตอน ดังนี้

3.1 ทำความกระจ่างและแลกเปลี่ยนความคิด (Clarification and exchange of idea)
คือผู้เรียนพิจารณาความแตกต่างและความขัดแย้งระหว่างความคิดของตนกับผู้อื่น

3.2 สร้างความคิดใหม่ (Construction of new ideas) ผู้เรียนจะกำหนดความคิด
ขึ้นใหม่จากการได้อภิปราย ได้ชมการสาธิต ค้นคว้า ทดลอง เป็นต้น

3.3 ประเมินความคิดใหม่ (Evaluation of the new ideas) โดยการทดลอง
หรือคิดอย่างลึกซึ้ง

4. ขั้นนำความคิดไปใช้ (Application of ideas) เป็นขั้นตอนที่ผู้เรียนมีโอกาสใช้แนวคิด
หรือความรู้ความเข้าใจที่พัฒนาขึ้นมาใหม่ในสถานการณ์ต่าง ๆ

5. ขั้นทบทวน (Review) ผู้เรียนทบทวนตนเองว่าความเข้าใจได้เปลี่ยนแปลงไปจากเดิม
หรือไม่ โดยการเปรียบเทียบความคิดเมื่อเริ่มต้นบทเรียนกับความคิดเมื่อสิ้นสุดบทเรียน

สำนักงานคณะกรรมการการประถมศึกษาแห่งชาติ (2540, หน้า 55 อ้างถึงใน ชวลิต ชูกำแหง, 2551, หน้า 111-113) ได้เสนอขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดการสร้างความรู้ โดยมีรายละเอียด ดังนี้

1. ขั้นปฐมนิเทศ เป็นขั้นที่ผู้สอนให้โอกาสผู้เรียนสร้างจุดหมาย และแรงคล้อยในการเรียนรู้เนื้อหาที่กำหนด
2. ขั้นทำความเข้าใจ เป็นขั้นที่ผู้สอนให้ผู้เรียนปรับแนวคิดปัจจุบัน หรือบรรยายความเข้าใจของตนเองในหัวข้อที่กำลังเรียน ซึ่งผู้เรียนแต่ละคนอาจมีแบบจำลองทางความคิดรวบยอดที่อาจจะไม่สมบูรณ์ในตอนแรกที่เริ่มเรียน โดยผู้เรียนอาจจะทำกิจกรรมที่หลากหลาย เช่น การอภิปรายกลุ่มเล็ก การเขียนแผนผังความคิด การเขียนสรุปความคิด เป็นต้น
3. ขั้นจัดโครงสร้างแนวคิดใหม่ เป็นขั้นที่สำคัญของการจัดการเรียนรู้แบบสร้างความรู้ ประกอบด้วย

3.1 การช่วยเหลือผู้เรียนสร้างสรรค์ความรู้ความเข้าใจใหม่ตามแนวความคิดของการสร้างความรู้ การช่วยเหลือผู้เรียนก็คือผู้สอนช่วยเหลือผู้เรียนให้เกิดความคิดรวบยอดใหม่ หรือการสร้างความคิดรวบยอดที่ยังไม่สมบูรณ์ขึ้นใหม่ ตลอดจนขยายไปสู่แบบจำลองทางความคิดรวบยอดของตนเอง โดยผู้สอนต้องมีการระดมความคิดที่สำคัญ คือ การวินิจฉัยความเข้าใจผิดของผู้เรียน ซึ่งสามารถทำได้โดยการสัมภาษณ์ ซักถามผู้เรียน โดยตรง เช่น สัมภาษณ์ผู้เรียน เพื่อค้นหาแบบจำลองความคิดรวบยอดที่ไม่สมบูรณ์ และสร้างแบบจำลองที่สมบูรณ์ขึ้นมาใหม่

3.2 การเขียนแผนผังความคิดรวบยอด เป็นรูปแบบโครงสร้างทางความคิดของผู้เรียน ซึ่งดำเนินการ ดังนี้

1. ผู้เรียนจัดความคิดรวบยอดของคำลงไปในโครงสร้าง หรือจัดทำเป็นหมวดหมู่
2. ระบุมุมความคิดรวบยอดที่ต้องการศึกษาตั้งแต่สองความคิดรวบยอดขึ้นไป
3. สร้างโครงสร้างความรู้ของความคิดรวบยอดและตัวปัญหาที่ต้องการศึกษาเป็นแผนผังความคิดรวบยอด
4. นำโครงสร้างความรู้ที่ได้มาอภิปรายร่วมกันเป็นกลุ่มและจัดทำเป็นแผนผังความคิดรวบยอดร่วมกัน

3.3 การตรวจสอบความเข้าใจ โดยอาจพิจารณาจากเกณฑ์ ดังต่อไปนี้

1. ความคิดรวบยอดได้เกิดจากการเชื่อมประสานระหว่างกันและจัดระเบียบเป็นโครงสร้างความรู้แล้วหรือยัง
2. ความคิดรวบยอดได้รับการเชื่อมโยงเข้าสู่เครือข่ายของปัญหาที่ต้องพิสูจน์
3. ตัวความรู้สามารถนำไปใช้ในบริบททางสังคมของโลกแห่งความจริงหรือไม่

4. ชื่อนำแนวความคิดไปใช้ เป็นขั้นที่ผู้สอนเปิดโอกาสให้ผู้เรียนนำแนวความคิดของตนเองที่สร้างขึ้นไปใช้ในสถานการณ์ต่าง ๆ ที่หลากหลาย ทั้งที่คุ้นเคยและแปลกใหม่

5. ขั้นทบทวนหรือเปรียบเทียบความรู้ เป็นขั้นที่ผู้สอนเปิดโอกาสให้ผู้เรียนสะท้อนตนเองว่า แนวความคิดของตนได้เปลี่ยนแปลงไปจากเดิมก่อนเริ่มเรียนรู้อย่างไร โดยอาจจะใช้การเขียนหรือวาดภาพเปรียบเทียบระหว่างความคิดตอนเริ่มต้นเรียนรู้ในบทเรียนนั้น กับความคิดตอนสิ้นสุดการเรียนรู้ในบทเรียนนั้น

จากการศึกษาแนวคิดทฤษฎีการสร้างความรู้และขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีการสร้างความรู้ของ Driver and Oldham และสำนักงานคณะกรรมการการประถมศึกษาแห่งชาติ ผู้วิจัยได้นำข้อมูลมาวิเคราะห์และสังเคราะห์กระบวนการเรียนรู้ตามแนวคิดการสร้างความรู้ที่ใช้เป็นกรอบแนวคิดในการวิจัยครั้งนี้ ดังตารางที่ 2-10

ตารางที่ 2-10 สังกะระห์ขั้นตอนกระบวนการเรียนรู้ตามแนวคิดการสร้างความรู้

แนวคิด ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับทฤษฎีการสร้างความรู้	ขั้นตอนการจัดการเรียนการสอนตามแนวทฤษฎีการสร้างความรู้ Driver and Oldham และสำนักงานคณะกรรมการการประถมศึกษาแห่งชาติ	ผลการสังเคราะห์กระบวนการเรียนรู้ตามแนวคิดการสร้างความรู้ของผู้วิจัย
<p>1. ทฤษฎีการสร้างความรู้เชิงปัญญา (Cognitive constructivist theory)</p> <p>ความรู้เกิดจากประสบการณ์และกระบวนการในการสร้างความรู้หรือเกิดจากการลงมือกระทำ โดยที่ผู้เรียนสร้างความรู้ผ่านกระบวนการทางปัญญา ที่เกิดขึ้นภายในด้วยตนเอง ครูผู้สอนไม่สามารถปรับโครงสร้างทางปัญญาของผู้เรียนได้ แต่สามารถช่วยให้ผู้เรียนปรับหรือขยายโครงสร้างทางปัญญาโดยการจัดสภาพการณ์ที่ทำให้เกิดสภาวะเสียดสมดุลหรือ ก่อให้เกิดความขัดแย้งทางปัญญา หรือเกิดความสงสัย ซึ่งก็คือสภาวะที่โครงสร้างทางปัญญาเดิม ไม่สามารถใช้ได้ หรือจำเป็นต้องมีการปรับเปลี่ยนให้เข้าสู่สภาวะสมดุลหรือปรับโครงสร้างทางปัญญาใหม่</p>	<p>1. ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน โดยครูแจ้งจุดประสงค์การเรียนรู้และสร้างแรงจูงใจในการเรียน</p> <p>2. ขั้นทบทวนความรู้เดิม โดยการให้ผู้เรียนนำความรู้เดิมมาเชื่อมโยงกับเนื้อหาใหม่ที่เรียน โดยการอภิปรายกลุ่มหรือเขียนแผนผังความคิดเพื่อแสดงความเข้าใจเนื้อหา</p> <p>3. ขั้นสร้างความขัดแย้งทางปัญญา ด้วยการให้ผู้เรียนเผชิญกับสถานการณ์ปัญหา โดยผู้เรียนพิจารณาความแตกต่างและความขัดแย้งระหว่างความคิดของตนเองกับความคิดของผู้อื่น</p> <p>4. ขั้นสร้างความคิดใหม่ โดยการให้ผู้เรียนเกิดความคิดรวบยอดใหม่จากการทำ ความเข้าใจปัญหาและหาแนวทางแก้ปัญหาคด้วยการอภิปรายร่วมกันเป็นกลุ่มสร้างแผนผังความคิดรวบยอด การสาธิต การทำการทดลอง</p>	<p>ขั้นตอนที่ 1 การเตรียมความพร้อม(Prepare) เป็นขั้นที่ผู้สอนทบทวนความรู้เดิมของนักเรียน โดยให้นักเรียนเชื่อมโยงประสบการณ์เดิมกับเรื่องที่จะเรียนใหม่เข้าด้วยกัน โดยถ้านักเรียนมีความรู้เดิมไม่เพียงพอ ผู้สอนควรเสริมความรู้โดยยกตัวอย่างเพื่อสร้างความเข้าใจในเนื้อหาให้กับนักเรียน</p> <p>ขั้นตอนที่ 2 การสร้างองค์ความรู้จากสถานการณ์ปัญหา (Creating knowledge) เป็นขั้นที่ผู้สอนจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้สถานการณ์ปัญหาเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความขัดแย้งทางปัญญาผ่านสถานการณ์ปัญหาเข้ากับประสบการณ์เดิมที่มีอยู่ จากการอภิปรายการใช้กลุ่มย่อยแบบคละความสามารรถ และให้นักเรียนมีปฏิสัมพันธ์ทางสังคมกับเพื่อนนักเรียนหรือผู้สอน</p>

ตารางที่ 2-10 (ต่อ)

แนวคิด ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับทฤษฎีการสร้างความรู้	ขั้นตอนการจัดการเรียนการสอนตามแนวทฤษฎีการสร้างความรู้ Driver and Oldham และสำนักงานคณะกรรมการการประถมศึกษาแห่งชาติ	ผลการสังเคราะห์กระบวนการเรียนรู้ตามแนวคิดการสร้างความรู้ของผู้วิจัย
<p>ด้วยการดูดซึม หรือปรับโครงสร้างทางปัญญา</p> <p>2. ทฤษฎีการสร้างความรู้เชิงสังคม</p> <p>การสร้างความรู้เชิงสังคมของวิกตอทสกีมีหลักการ 4 ประการที่สามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้ในด้านเรียน ดังนี้</p> <p>1) การเรียนรู้และการพัฒนาทางด้านสังคม</p> <p>2) เขตของการเชื่อมสู่การพัฒนา (Zone of proximal development)</p> <p>3) การเรียนรู้ในโรงเรียนควรเกิดขึ้นในบริบทที่มีความหมาย และไม่ควรแยกการเรียนรู้และความรู้ที่ผู้เรียนพัฒนามาจากสภาพที่เป็นจริง</p> <p>4) การเรียนรู้ควรเชื่อมโยงทั้งประสบการณ์นอกโรงเรียนและในโรงเรียน</p>	<p>5. ขั้นตรวจสอบความคิดใหม่ เป็นขั้นตรวจสอบความคิดรวบยอดที่เกิดขึ้นของนักเรียน ซึ่งสามารถทำให้หลายวิธี เช่น ให้นักเรียนอภิปรายแลกเปลี่ยนความคิดเห็น การสัมภาษณ์ ชักถามนักเรียนโดยตรง เพื่อค้นหาแบบจำลองความคิดรวบยอดที่ไม่สมบูรณ์ และสร้างแบบจำลองที่สมบูรณ์ขึ้นมาใหม่</p> <p>6. ขั้นนำแนวคิดใหม่ไปใช้ โดยผู้สอนเปิดโอกาสให้ผู้เรียนนำแนวคิดใหม่ที่สร้างขึ้นไปใช้แก้ปัญหาในสถานการณ์ต่าง ๆ ที่หลากหลาย ทั้งที่คุ้นเคยและแปลกใหม่</p> <p>7. ขั้นทบทวนความรู้ เป็นขั้นที่ผู้สอนให้ผู้เรียนสะท้อนตนเองว่า แนวความคิดตนได้เปลี่ยนแปลงไปจากก่อนเริ่มเรียนรู้หรือไม่ โดยอาจจะใช้การเขียนหรือวาดภาพเปรียบเทียบระหว่างความคิดตอนเริ่มต้นเรียนรู้ในบทเรียนนั้น กับความคิดตอนสิ้นสุดการเรียนรู้ในบทเรียนนั้น</p>	<p>ขั้นที่ 3 ตรวจสอบความคิดใหม่ (Check) เป็นขั้นที่ผู้สอนตรวจสอบความรู้ที่เกิดขึ้นกับนักเรียน โดยการให้นักเรียนอภิปรายแลกเปลี่ยนความคิดเห็น การซักถามนักเรียนโดยตรง จากนั้นผู้สอนให้คำชี้แนะเพิ่มเติมกรณีที่นักเรียนเข้าใจไม่ถูกต้องหรือความรู้ที่ได้รับไม่สมบูรณ์</p> <p>ขั้นที่ 4 ประเมินผลการเรียนรู้ (Assessment)</p> <p>เป็นขั้นที่ผู้สอนให้นักเรียนทบทวนความรู้ใหม่ที่ได้ โดยให้นักเรียนอภิปรายร่วมกัน และนำความรู้ที่ได้ไปใช้แก้ปัญหาในสถานการณ์ต่าง ๆ อย่างหลากหลาย ทั้งปัญหาที่คุ้นเคยและปัญหาที่แปลกใหม่</p>

ผู้วิจัยสามารถสรุปขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดการสร้างความรู้ที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ โดยมีรายละเอียดดังนี้

ขั้นที่ 1 การเตรียมความพร้อม (Prepare) เป็นขั้นที่ผู้สอนทบทวนความรู้เดิมของนักเรียน โดยให้นักเรียนเชื่อมโยงประสบการณ์เดิมกับเรื่องที่จะเรียนใหม่เข้าด้วยกัน โดยถ้านักเรียนมีความรู้เดิมไม่เพียงพอ ผู้สอนควรเสริมความรู้โดยยกตัวอย่างเพื่อสร้างความเข้าใจในเนื้อหาให้กับนักเรียน

ขั้นที่ 2 การสร้างองค์ความรู้จากสถานการณ์ปัญหา (Creating knowledge) เป็นขั้นที่ผู้สอนจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้สถานการณ์ปัญหาเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความขัดแย้งทางปัญญาผ่านสถานการณ์ปัญหาเข้ากับประสบการณ์เดิมที่มีอยู่ จากการอภิปรายการใช้กลุ่มย่อยแบบคละความสามารถ และให้นักเรียนมีปฏิสัมพันธ์ทางสังคมกับเพื่อนนักเรียนหรือผู้สอน

ขั้นที่ 3 ตรวจสอบความคิดใหม่ (Check) เป็นขั้นที่ผู้สอนตรวจสอบความรู้ที่เกิดขึ้นกับนักเรียน โดยการให้นักเรียนอภิปรายแลกเปลี่ยนความคิดเห็น การซักถามนักเรียนโดยตรง จากนั้นผู้สอนให้คำชี้แนะเพิ่มเติมกรณีที่นักเรียนเข้าใจไม่ถูกต้องหรือความรู้ที่ได้รับไม่สมบูรณ์

ขั้นที่ 4 ประเมินผลการเรียนรู้ (Assessment) เป็นขั้นที่ผู้สอนให้นักเรียนทบทวนความรู้ใหม่ที่ได้ โดยให้นักเรียนอภิปรายร่วมกัน และนำความรู้ที่ได้ไปใช้แก้ปัญหาในสถานการณ์ต่าง ๆ อย่างหลากหลายทั้งปัญหาที่คุ้นเคยและปัญหาที่แปลกใหม่

องค์ประกอบร่วมของแนวคิดการสร้างความรู้ (Common elements of constructivist perspectives)

การนำเอาแนวคิดการสร้างความรู้นิยมไปใช้ออกแบบการจัดการเรียนรู้ มีองค์ประกอบทั่วไปของแนวคิดการสร้างความรู้ ดังนี้ (Woolfolk, 2004, pp. 327-328)

1. สถานการณ์การเรียนรู้ต้องซับซ้อนและเหมือนจริง (Complex learning environments and authentic tasks)

นักสร้างความรู้นิยมเชื่อว่าผู้เรียนไม่ควรจะได้เรียนรู้ในสถานการณ์ที่ง่าย ๆ ตรงไปตรงมา และฝึกทักษะง่ายๆ ตรงกันข้ามควรจัดโอกาสให้ผู้เรียนได้เผชิญกับสถานการณ์การเรียนรู้ที่ซับซ้อน ปัญหาไม่ชัดเจนและไร้โครงสร้าง เนื่องจากในโลกจริงนั้นปัญหาทุกประเภทไม่สามารถแก้ไขด้วยการกระทำเป็นลำดับขั้นตอน ดังนั้นครูจึงต้องหาโอกาสให้ผู้เรียนเผชิญกับปัญหาเหมือนจริงซึ่งไม่ใช่มีเพียงวิธีเดียวเท่านั้นที่แก้ปัญหาได้ ปัญหาที่ครูจัดให้มีองค์ประกอบซับซ้อน มีงานและกิจกรรมจริงจำนวนมากที่ต้องลงมือคิดและทำซึ่งสถานการณ์ที่ผู้เรียนพบจะเป็นสถานการณ์ที่สามารถนำไปใช้จริงได้ แต่การพบกับปัญหาประเภทนี้ผู้เรียนต้องการการสนับสนุน โดยครูต้องช่วยอำนวยความสะดวกในด้านทรัพยากร ติดตามดูความก้าวหน้า

ชวยปัญหาออกมาเป็นปัญหาย่อย ๆ และอื่น ๆ ซึ่งเป็นกลวิธีที่เน้นการเรียนรู้ในสถานการณ์ ซึ่งการเรียนรู้จะถูกนำไปประยุกต์ใช้

2. ต้องมีกิจกรรมที่สนับสนุนการต่อรองทางสังคมและการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ (Social negotiation)

นักสร้างสรรค์ความรู้นิยมจำนวนมากสนใจความเชื่อของวิกิอทส์ที่ระบุว่า กระบวนการทางปัญญาขั้นสูงพัฒนาการผ่านการต่อรองและการปฏิสัมพันธ์ทางสังคม ด้วยเหตุนี้ จึงให้คุณค่ากับการเรียนรู้แบบร่วมมือ เป้าหมายหลักของการเรียนการสอนคือ การพัฒนาความสามารถของผู้เรียนในการตั้งหลักและปกป้องจุดยืนของตนเองที่ยอมรับจุดยืนของผู้อื่นและสามารถทำงานร่วมกันได้โดยใช้การต่อรองและการสร้างความหมายร่วมกัน เพื่อที่จะได้แลกเปลี่ยนเรียนรู้กันในลักษณะเช่นนี้ผู้เรียนจะต้องพูดอย่างตั้งใจและฟังอย่างลึกซึ้ง ซึ่งอาจเป็นข้อท้าทายสำหรับสังคมสมัยปัจจุบันที่ทุกอย่างดำเนินไปรวดเร็ว

3. ออกแบบการเรียนรู้ให้มีมุมมอง เนื้อหาและตัวแบบหลากหลาย (Multiple perspectives and representations of content)

เมื่อผู้เรียนพบกับตัวแบบแค่ประเภทเดียว หรือมีเพียงวิธีเดียวที่จะทำความเข้าใจปัญหาที่ซับซ้อน ผู้เรียนก็จะมีแนวโน้มที่จะถูกรอบงำด้วยสิ่งที่ตนรู้และใช้วิธีเดียวเท่านั้น ในการแก้ปัญหาทุกชนิดที่ผ่านเข้ามา ด้วยเหตุนี้ในชั้นเรียนจึงต้องจัดทรัพยากรการเรียนรู้ที่หลากหลายต้องใช้ความคิด วิเคราะห์ สังเคราะห์ เปรียบเทียบความต่างและความคล้ายก่อนบรรลุถึงข้อสรุป สปิโรและคณะ (Spiro et al, 1991 cited in Woolfolk, 2004, p. 328) เสนอแนะว่าแม้ครูจะยังไม่ทำอะไรใหม่ เพียงแต่นำเอาวัสดุการสอนมาทบทวนใหม่ เรียบเรียงบริบทการเรียนรู้ใหม่ ใช้ของเดิม ในจุดประสงค์ใหม่ และมองสิ่งเหล่านี้ด้วยมุมมองใหม่ ก็สำคัญอย่างยิ่งต่อการบรรลุถึงการได้มาซึ่งความรู้แบบก้าวหน้า

4. ผู้เรียนเข้าใจบทบาทของตนในกระบวนการสร้างความรู้ (Understanding the knowledge construction process)

แนวคิดสร้างสรรค์ความรู้นิยมให้ความสำคัญอย่างยิ่งต่อการทำให้ผู้เรียนตระหนักถึงบทบาทของตนเองในการสร้างความรู้ ซึ่งในการสร้างสรรค์ความรู้ นั้น โมชแมน (Moshman, 1982 cited in Woolfolk, 2004, p. 328) ได้อธิบายว่า

4.1 ผู้เรียนแต่ละคนจะต้องนำความจริงจากภายนอกมาสร้างสรรค์ขึ้นใหม่ ด้วยการสร้างสิ่งแทน เช่น นำเสนอเป็น แนวคิด ข้อเสนอ รูปแบบสาเหตุ-ผล กฎ กติกาต่าง ๆ ที่สะท้อนให้เห็นว่าสิ่งนั้น ๆ แท้จริงคืออะไร

4.2 กระตุ้นให้ความรู้ใหม่โดยเชื่อมโยงเข้ากับความรู้เก่า พร้อมกับพัฒนาและจัดระบบความรู้ขึ้นด้วยกระบวนการทางปัญญา ซึ่งเน้นให้ผู้เรียนกล้าคิด กล้าสร้างสรรค์โดยทำให้ตระหนักว่าแท้จริงแล้วความรู้ไม่มีผิดหรือถูก มีแต่โตขึ้นและถูกปรับแต่งให้สอดคล้องกับความจริงภายนอกมากยิ่งขึ้น

4.3 เปิดโอกาสให้ผู้เรียนใช้ภาษาในการอธิบายตนเองและสร้างโอกาสให้ผู้เรียนได้มีปฏิสัมพันธ์กับบุคคลอื่น ๆ เนื่องจากเป็นเครื่องมือในการสร้างความรู้

4.4 ทำให้ผู้เรียนมั่นใจว่าตนเองเป็นเจ้าของการเรียนรู้ ไม่ว่าจะมีการตีความแนวคิดสร้างสรรค์ความรู้นิยมต่างกันไปมากน้อยแค่ไหนแต่ที่เห็นตรงกันคือ ผู้เรียนเท่านั้นที่ต้องรับผิดชอบต่อหลักในการเรียนรู้ เป็นเจ้าของการเรียนรู้และสร้างสรรค์ความรู้ ไม่ใช่ครูแต่มิได้ให้ครูเลิกรับผิดชอบการเรียนการสอน แต่ครูจะเป็นผู้อำนวยความสะดวกในการเรียนรู้แทนบทบาทเดิมที่เป็นผู้สอนความรู้

5. ผู้เรียนเป็นผู้เรียนรู้ด้วยตนเอง (Student ownership of learning)

เป็นการปรับเปลี่ยนจากการมุ่งเน้นที่การสอนของครู เป็นการให้นักเรียนสร้างความรู้ความเข้าใจด้วยตนเอง นักเรียนเป็นศูนย์กลางการเรียนรู้

สรุปได้ว่า องค์ประกอบร่วมของแนวคิดการสร้างความรู้ ประกอบด้วย สถานการณ์การเรียนรู้ต้องซับซ้อนและเหมือนจริง ผู้เรียนมีปฏิสัมพันธ์กันทางสังคมต้องมีกิจกรรมที่สนับสนุนการต่อช่องทางสังคมและการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ ออกแบบการเรียนรู้ให้มีมุมมอง เนื้อหาและตัวแบบหลากหลาย ผู้เรียนเข้าใจบทบาทของตนในกระบวนการสร้างความรู้ และผู้เรียนเป็นผู้สร้างด้วยตนเอง

ผู้วิจัยได้พัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวคิดการสร้างความรู้ เพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยใช้ทฤษฎีการสร้างความรู้ และขั้นตอนการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ที่ผู้วิจัยได้สังเคราะห์ขึ้น ดังภาพที่ 2-9

ขั้นตอนการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ที่ผู้วิจัยสังเคราะห์ขึ้น
ขั้นที่ 1 ขั้นทำความเข้าใจปัญหา เป็นขั้นที่นักเรียนรวบรวมข้อมูลและค้นหาข้อเท็จจริงเกี่ยวกับปัญหา ค้นหาสิ่งที่โจทย์ให้หาและเงื่อนไขที่โจทย์กำหนด โดยใช้แนวคิดและวิธีการต่างๆ เพื่อทำความเข้าใจปัญหา เช่น การเขียนแผนภาพเขียนสัญลักษณ์แสดงสถานการณ์ และการแยกส่วนต่างๆ ของเงื่อนไข
ขั้นที่ 2 ขั้นค้นหายุทธวิธีในการแก้ปัญหอย่างหลากหลาย เป็นขั้นที่นักเรียนคิดหายุทธวิธีการแก้ปัญหามากที่สุด อาจใช้ยุทธวิธีการแก้ปัญหานั้นที่แปลกใหม่แตกต่างไปจากเดิม หรือต่อยอดจากยุทธวิธีเดิม
ขั้นที่ 3 ขั้นปฏิบัติการแก้ปัญห เป็นขั้นที่นักเรียนแก้ปัญหตามยุทธวิธีการแก้ปัญหที่วางไว้
ขั้นที่ 4 ขั้นตรวจสอบการแก้ปัญหาและสรุปคำตอบ เป็นขั้นที่นักเรียนตรวจสอบผลลัพธ์ที่ได้จากการแก้ปัญหว่าถูกต้องหรือไม่ โดยมองย้อนกลับไปทบทวนและตรวจสอบขั้นตอนต่างๆ ที่ผ่านมา โดยพิจารณาความสมเหตุสมผลของคำตอบ และพิจารณาว่าน่าจะมีคำตอบอื่นหรือยุทธวิธีการแก้ปัญหอย่างอื่นได้อีกหรือไม่ และสรุปคำตอบที่ได้

ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดการสร้างความรู้ที่ผู้วิจัยสังเคราะห์ขึ้น
ขั้นที่ 1 การเตรียมความพร้อม(Prepare) เป็นขั้นที่ผู้สอนทบทวนความรู้เดิมของนักเรียน โดยให้นักเรียนเชื่อมโยงประสบการณ์เดิมกับเรื่องที่จะเรียนใหม่เข้าด้วยกัน โดยให้นักเรียนมีความรู้เดิมไม่เพียงพอ ผู้สอนควรเสริมความรู้โดยยกตัวอย่างเพื่อสร้างความเข้าใจในเนื้อหา
ขั้นที่ 2 การสร้างองค์ความรู้จากสถานการณ์ปัญหา (Creating Knowledge) เป็นขั้นที่ผู้สอนจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้สถานการณ์ปัญหาเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความขัดแย้งทางปัญญผ่านสถานการณ์ปัญหาเข้ากับประสบการณ์เดิมที่มีอยู่ จากการอภิปรายการไขกลุ่มย่อยแบบคละความสามารถ และให้นักเรียนมีปฏิสัมพันธ์ทางสังคมกับเพื่อนนักเรียนหรือผู้สอน
ขั้นที่ 3 ตรวจสอบความคิดใหม่ (Check) เป็นขั้นที่ผู้สอนตรวจสอบความรู้ที่เกิดขึ้นกับนักเรียน โดยการให้นักเรียนอภิปรายแลกเปลี่ยนความคิดเห็น การซักถามนักเรียนโดยตรง จากนั้นผู้สอนให้คำชี้แนะเพิ่มเติมกรณีที่นักเรียนเข้าใจไม่ถูกต้องหรือความรู้ที่ได้รับไม่สมบูรณ์
ขั้นที่ 4 ประเมินผลการเรียนรู้ (Assessment) เป็นขั้นที่ผู้สอนให้นักเรียนทบทวนความรู้ใหม่ที่ได้ โดยให้นักเรียนอภิปรายร่วมกัน และนำความรู้ที่ได้ไปใช้แก้ปัญหในสถานการณ์ต่างๆ อย่างหลากหลายทั้งปัญหาที่คุ้นเคยและปัญหาที่แปลกใหม่

ขั้นตอนกระบวนการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ตามแนวคิดการสร้างความรู้เพื่อพัฒนา ความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2
ขั้นที่ 1 การเตรียมความพร้อม(Prepare)
ขั้นที่ 2 การสร้างองค์ความรู้จากสถานการณ์ ปัญหา (Creating knowledge) 2.1 ขั้นทำความเข้าใจปัญหา 2.2 ขั้นค้นหายุทธวิธีในการแก้ปัญห อย่างหลากหลาย 2.3 ขั้นปฏิบัติการแก้ปัญห 2.4 ขั้นตรวจสอบการแก้ปัญหและ สรุปคำตอบ
ขั้นที่ 3 ตรวจสอบความคิดใหม่ (Check)
ขั้นที่ 4 ประเมินผลการเรียนรู้ (Assessment)

ภาพที่ 2-9 ขั้นตอนกระบวนการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวคิดการสร้างความรู้เพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

กระบวนการเรียนการสอนที่ผู้วิจัยสังเคราะห์ขึ้นบนพื้นฐานของการเรียนการสอนตามแนวทฤษฎีการสร้างความรู้ และแนวทางการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ประกอบด้วย 4 ขั้นตอน โดยในแต่ละขั้นตอนมีองค์ประกอบ ดังต่อไปนี้

ขั้นที่ 1 การเตรียมความพร้อม (Prepare) เป็นขั้นที่ผู้สอนทบทวนความรู้เดิมของนักเรียน โดยให้นักเรียนเชื่อมโยงประสบการณ์เดิมกับเรื่องที่จะเรียนใหม่เข้าด้วยกัน โดยถ้านักเรียนมีความรู้เดิมไม่เพียงพอ ผู้สอนควรเสริมความรู้โดยยกตัวอย่างเพื่อสร้างความเข้าใจในเนื้อหาให้กับนักเรียน

ขั้นที่ 2 การสร้างองค์ความรู้จากสถานการณ์ปัญหา (Creating knowledge) เป็นขั้นที่ผู้สอนจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้สถานการณ์ปัญหาเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความขัดแย้งทางปัญญาผ่านสถานการณ์ปัญหาเข้ากับประสบการณ์เดิมที่มีอยู่ จากการอภิปรายการใช้กลุ่มย่อยแบบอิสระความสามารถ และให้นักเรียนมีปฏิสัมพันธ์ทางสังคมกับเพื่อนนักเรียนหรือผู้สอน

2.1 ขั้นทำความเข้าใจปัญหา เป็นขั้นที่นักเรียนรวบรวมข้อมูลและค้นหาข้อเท็จจริงเกี่ยวกับปัญหา ค้นหาสิ่งที่โจทย์ให้หาและเงื่อนไขที่โจทย์กำหนด โดยใช้แนวคิดและวิธีการต่าง ๆ เพื่อทำความเข้าใจปัญหา เช่น การเขียนแผนภาพ เขียนสัญลักษณ์แสดงสถานการณ์ และการแยกส่วนต่าง ๆ ของเงื่อนไข

2.2 ขั้นค้นหายุทธวิธีในการแก้ปัญหาอย่างหลากหลาย เป็นขั้นที่นักเรียนคิดหายุทธวิธีการแก้ปัญหาให้มากที่สุด อาจใช้ยุทธวิธีการแก้ปัญหาที่แปลกใหม่แตกต่างไปจากเดิม หรือต่อยอดจากยุทธวิธีเดิม ยุทธวิธีที่ใช้ในการแก้ปัญหามีหลายวิธี เช่น การวาดแผนภาพหรือรูปภาพ การสร้างตารางหรือกราฟ การคาดเดาและตรวจสอบ การสร้างรายการของสิ่งที่เป็นไปได้ทั้งหมด การทำงานย้อนกลับ การเขียนสมการ และการผสมผสาน

2.3 ขั้นปฏิบัติการแก้ปัญหา เป็นขั้นที่นักเรียนแก้ปัญหตามยุทธวิธีการแก้ปัญหาที่วางไว้ และถ้ายุทธวิธีการแก้ปัญหานั้นนักเรียนเลือกไว้ไม่สามารถแก้ปัญหาได้ นักเรียนต้องย้อนกลับไปพิจารณาขั้นค้นหายุทธวิธีในการแก้ปัญหาอย่างหลากหลายอีกครั้ง

2.4 ขั้นตรวจสอบการแก้ปัญหาและสรุปคำตอบ เป็นขั้นที่นักเรียนตรวจสอบผลลัพธ์ที่ได้จากการแก้ปัญหว่าถูกต้องหรือไม่ โดยมองย้อนกลับไปทบทวนและตรวจสอบขั้นตอนต่าง ๆ ที่ผ่านมา โดยพิจารณาความสมเหตุสมผลของคำตอบ และพิจารณาว่าน่าจะมีคำตอบอื่นหรือยุทธวิธีการแก้ปัญหายังอื่นได้อีกหรือไม่ และสรุปคำตอบที่ได้

ขั้นที่ 3 ตรวจสอบความคิดใหม่ (Check) เป็นขั้นที่ผู้สอนตรวจสอบความรู้ที่เกิดขึ้นกับนักเรียน โดยการให้นักเรียนอภิปรายแลกเปลี่ยนความคิดเห็น การซักถามนักเรียนโดยตรง จากนั้นผู้สอนให้คำชี้แนะเพิ่มเติมกรณีที่นักเรียนเข้าใจไม่ถูกต้องหรือความรู้ที่ได้รับไม่สมบูรณ์

ขั้นที่ 4 ประเมินผลการเรียนรู้ (Assessment) เป็นขั้นที่ผู้สอนให้นักเรียนทบทวนความรู้ใหม่ที่ได้ โดยให้นักเรียนอภิปรายร่วมกัน และนำความรู้ที่ได้ไปใช้แก้ปัญหาในสถานการณ์ต่าง ๆ อย่างหลากหลายทั้งปัญหาที่คุ้นเคยและปัญหาที่แปลกใหม่

การวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์

การแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์มีส่วนประกอบหลักที่สำคัญอยู่ 3 ส่วน ได้แก่ ความคิดคล่อง ความคิดยืดหยุ่น และความคิดริเริ่ม ถึงแม้ว่าความคิดละเอียดลออก็ถือเป็นส่วนประกอบที่ 4 ของการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ แต่เนื่องจากการให้คะแนนด้านความคิดละเอียดลออเป็นเรื่องยากในการสร้างเกณฑ์การให้คะแนนการประเมิน นักวิจัยส่วนใหญ่จึงไม่แนะนำให้นำความคิดละเอียดลออมาวัดการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ (Leikin & Lev, 2013; Pitta-Pantazi, Sophocleous, & Christou, 2012 cited in Tan, 2007, p. 93)

ในงานวิจัยนี้ได้ให้ความหมายของความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ หมายถึง ความสามารถของนักเรียนในการใช้ความรู้ ความชำนาญทางคณิตศาสตร์ในการคิดหาคำตอบหรือแสดงแนวทางการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ได้หลากหลาย โดยมีการใช้ความคิดสร้างสรรค์มาช่วยในการพัฒนาแนวทางการแก้ปัญหาใหม่ ทำให้ได้ทางเลือกในการแก้ปัญหาหลาย ๆ ทาง และสามารถตัดสินใจเลือกแนวทางในการแก้ปัญหาที่เหมาะสมที่สุดอย่างมีเหตุผลในการแก้ปัญหาในสถานการณ์ปัญหานั้น ๆ สามารถวัดได้จากแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ประกอบไปด้วยความสามารถ 4 ด้านดังต่อไปนี้

- 1) ความสามารถในการทำความเข้าใจปัญหา หมายถึง ความสามารถในการระบุข้อมูลสำคัญที่ต้องใช้ในการแก้โจทย์ปัญหา สิ่งที่โจทย์ให้หาและเงื่อนไขที่โจทย์กำหนดให้
- 2) ความสามารถค้นหาวิธีการในการแก้ปัญหาอย่างหลากหลาย หมายถึง ความสามารถในการแสดงให้เห็นถึงการแก้ปัญหาได้หลากหลายรูปแบบ ซึ่งแบ่งออกไปได้เป็น
 - การคิดคล่อง วัดจากการแสดงวิธีการแก้ปัญหาได้หลากหลาย
 - การคิดยืดหยุ่น วัดจากการแสดงวิธีการแก้ปัญหาได้หลากหลายประเภท ซึ่งจำแนกประเภทจากยุทธวิธีการแก้ปัญหาได้แก่ การวาดภาพ การแก้สมการ การสร้างตาราง เป็นต้น
 - การคิดริเริ่ม วัดจากการแสดงวิธีการแก้ปัญหาได้ไม่ซ้ำกับคนอื่น
- 3) ความสามารถในการปฏิบัติการแก้ปัญหา หมายถึง ความสามารถในการแสดงวิธีการแก้ปัญหาได้เป็นลำดับขั้นตอนและถูกต้อง

4) ความสามารถในการตรวจสอบการแก้ปัญหาและสรุปคำตอบ หมายถึง ความสามารถในการตรวจสอบความถูกต้องและพิจารณาความสมเหตุสมผลของคำตอบตามเงื่อนไขที่โจทย์กำหนดให้

โดยผู้วิจัย ได้สร้างเกณฑ์การประเมินพฤติกรรมการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ผู้วิจัย ได้ออกแบบจากแนวคิดและทฤษฎีที่สังเคราะห์ขึ้นในกระบวนการขั้นตอนการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ และประยุกต์จากเกณฑ์การให้คะแนนด้านความคิดสร้างสรรค์ตามแนวคิดของกิลล์ฟอร์ดและทอเรนซ์และเกณฑ์การให้คะแนนด้านการแก้ปัญหาจากสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สำหรับกรณีทั่วไป ดังตารางที่ 2-11

ตารางที่ 2-11 เกณฑ์การประเมินผลการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์

รายการประเมิน	คะแนนเต็ม	ระดับคะแนน	เกณฑ์การพิจารณา
1. ขั้นทำความเข้าใจปัญหา	2	0	นักเรียนไม่สามารถบอกสิ่งที่โจทย์ให้หาและบอกเงื่อนไขที่โจทย์กำหนดได้
		1	นักเรียนบอกสิ่งที่โจทย์ให้หาและบอกเงื่อนไขที่โจทย์กำหนดได้ถูกต้องบางส่วน
		2	นักเรียนบอกสิ่งที่โจทย์ให้หาและบอกเงื่อนไขที่โจทย์กำหนดได้ถูกต้องและครบถ้วน
2. ขั้นค้นหาวิธีในการแก้ปัญหาอย่างหลากหลาย แบ่งเป็นการวัด 3 ด้าน ดังนี้			
2.1 การคิดคล่อง	2	0	นักเรียนไม่แสดงแนวทาง/ วิธีการแก้ปัญหา
		1	นักเรียนแสดงแนวทาง/ วิธีการแก้ปัญหอย่างคร่าว ๆ ได้ 1 แบบ โดยไม่คำนึงถึงความถูกต้องของการแก้ปัญหา
		2	นักเรียนแสดงแนวทาง/ วิธีการแก้ปัญหอย่างคร่าว ๆ ได้ตั้งแต่ 2 แบบขึ้นไป โดยไม่คำนึงถึงความถูกต้องของการแก้ปัญหา

ตารางที่ 2-11 (ต่อ)

รายการประเมิน	คะแนนเต็ม	ระดับคะแนน	เกณฑ์การพิจารณา
2.2 การคิด ยืดหยุ่น	2	0	นักเรียนไม่แสดงยุทธวิธีการแก้ปัญหา
		1	นักเรียนแสดงยุทธวิธีการแก้ปัญหอย่างคร่าว ๆ ได้ 1 ประเภท โดยไม่คำนึงถึงความถูกต้องของ การแก้ปัญหา
		2	นักเรียนแสดงยุทธวิธีการแก้ปัญหอย่างคร่าว ๆ ได้ตั้งแต่ 2 ประเภทขึ้นไป โดยไม่คำนึงถึง ความถูกต้องของการแก้ปัญหา
2.3 การคิดริเริ่ม	2	0	นักเรียนไม่แสดงแนวทาง/ วิธีการแก้ปัญหา หรือนักเรียนแสดงแนวทาง/ วิธีการแก้ปัญห่าช้ากัน 6 คนขึ้นไป
		1	นักเรียนแสดงแนวทาง/ วิธีการแก้ปัญห่าช้ากัน 1-5 คน
		2	นักเรียนแสดงแนวทาง/ วิธีการแก้ปัญห่าช้ากับใครเลย
3. ขั้นปฏิบัติการแก้ปัญหา	2	0	นักเรียนแสดงวิธีการแก้ปัญหาไม่ถูกต้อง หรือไม่แสดงวิธีการแก้ปัญหา
		1	นักเรียนแสดงวิธีการแก้ปัญหาได้เป็นลำดับขั้นตอนและถูกต้องเป็นบางส่วน
		2	นักเรียนแสดงวิธีการแก้ปัญหาได้เป็นลำดับขั้นตอนและถูกต้องทั้งหมด
4. ขั้นตรวจสอบการแก้ปัญหาและคำตอบ	2	0	นักเรียนไม่แสดงการตรวจสอบคำตอบและสรุปคำตอบ
		1	นักเรียนแสดงการตรวจสอบคำตอบหรือสรุปคำตอบไม่ครบถ้วน
		2	นักเรียนแสดงการตรวจสอบการแก้ปัญหาและสรุปคำตอบได้ถูกต้อง

หมายเหตุ การตรวจให้คะแนนพิจารณาตามความชัดเจนในการอธิบายของนักเรียน และให้คะแนนตามเกณฑ์ที่กำหนด ทั้งนี้ นักเรียนอาจคิดหาคำตอบโดยใช้วิธีอื่นนอกเหนือจากนี้ได้

โดยผู้ตรวจจะตรวจให้คะแนนตามวิธีการคิดและการอธิบายของนักเรียนในแต่ละกรณีตามความเหมาะสมในดุลพินิจของผู้ตรวจ

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน มีนัยการศึกษาได้ให้ความหมาย และจำแนกประเภทของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ไว้ดังนี้

1. ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ศิริชัย กาญจนวาสิ (2556, หน้า 166) กล่าวว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเป็นผลการเรียนรู้ตามแผนที่กำหนดไว้ล่วงหน้าอันเกิดจากกระบวนการเรียนการสอนในช่วงระยะเวลาใดเวลาหนึ่งที่ผ่านมา แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์จึงเป็นแบบสอบที่ใช้วัดผลการเรียนรู้ที่เกิดขึ้น (What person has learned) จากกิจกรรมการเรียนการสอนที่ผู้สอน ได้จัดขึ้นเพื่อการเรียนรู้นั้น สิ่งที่มีงวัดจึงเป็นสิ่งที่ผู้เรียนได้เรียนรู้ภายใต้สถานการณ์ที่กำหนดขึ้น ซึ่งอาจเป็นความรู้หรือทักษะบางอย่าง (ส่วนใหญ่จะเน้นทักษะทางสมองหรือความคิด) อันบ่งบอกถึง สถานภาพของการเรียนรู้ที่ผ่านมา หรือสภาพการเรียนรู้ที่บุคคลนั้น ได้รับ

วอลแลซ (Wallace, 2015, p. 6) กล่าวว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ผลการดำเนินงานหรือความสำเร็จของนักเรียน สามารถวัดได้หลายวิธี เช่น การวัดความสำเร็จจากการดำเนินการ โดยกำหนดสิ่งที่ต้องการวัดไว้ล่วงหน้าโดยพิจารณาจากคะแนนที่ผ่านหรือได้รับ คะแนนเป็นที่น่าพอใจสำหรับงานที่สำเร็จ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนขึ้นอยู่กับผลการปฏิบัติงานมากกว่าศักยภาพหรือความสามารถที่มีอยู่ในตัวของผู้เรียน ผู้เรียนที่มีความสามารถสูงอาจทำงานภายใต้สถานการณ์บางอย่างน้อยกว่าผู้เรียนที่มีความสามารถต่ำกว่า

กู๊ด (Good, 1945, p. 6) กล่าวว่า ผลสัมฤทธิ์หมายถึง ความสำเร็จหรือความสามารถในการปฏิบัติงานในทักษะหรือความรู้ที่กำหนด

สรุปได้ว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหมายถึงผลการเรียนรู้ของผู้เรียนที่ผู้สอน ได้กำหนดไว้ล่วงหน้า ซึ่งวัดจากคะแนน จากผลการปฏิบัติงานของผู้เรียน สำหรับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในการวิจัยครั้งนี้ หมายถึง คะแนนที่ได้จากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องการประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว

2. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์

บุญเลี้ยง ทุมทอง (2555, หน้า 204) กล่าวว่า แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ (Achievement test) เป็นแบบสอบที่ใช้วัดผลการเรียนรู้ของผู้เรียนแต่ละคนทั้งในด้านความรู้และทักษะหลังจากที่ได้เสร็จสิ้นกระบวนการสอน ซึ่งเป็นแบบสอบที่ใช้กันมากใน โรงเรียนและสถาบันการศึกษาทั่วไป

แสดงให้เห็นทราบว่าผลของการเรียนการสอนนั้นสามารถทำให้ผู้เรียนมีทักษะ และสมรรถภาพต่าง ๆ เป็นไปตามวัตถุประสงค์ที่ผู้สอนตั้งไว้หรือไม่เพียงใด ในการวิจัยทางการศึกษา สามารถนำมาประยุกต์ใช้ในการวัดความรู้ของนักเรียนที่มีต่อเรื่องใดเรื่องหนึ่ง เช่น ความรู้เกี่ยวกับ ความรับผิดชอบตนเองของนักเรียน เป็นต้น

บุญชม ศรีสะอาด (2545, หน้า 53) กล่าวว่า แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (Achievement test) หมายถึง แบบทดสอบที่ใช้วัดความรู้ความสามารถของบุคคลในด้านวิชาการ ซึ่งเป็นผลมาจากการเรียนรู้ในเนื้อหาและสาระตามจุดประสงค์ของวิชาหรือเนื้อหาที่สอนนั้น โดยทั่วไปจะวัดผลสัมฤทธิ์ในวิชาต่าง ๆ ที่เรียนในโรงเรียน วิทยาลัย มหาวิทยาลัยหรือ สถาบันการศึกษาต่าง ๆ อาจจำแนกได้ 2 ประเภท คือ

1. แบบทดสอบแบบอิงเกณฑ์ (Criterion referenced test) หมายถึง แบบทดสอบ ที่สร้างขึ้นตามจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม มีคะแนนจุดตัดหรือคะแนนเกณฑ์สำหรับใช้ตัดสินว่า ผู้สอบมีความรู้ตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้หรือไม่ การวัดตรงตามจุดประสงค์เป็นหัวใจสำคัญ ของข้อสอบในแบบทดสอบประเภทนี้

2. แบบทดสอบอิงกลุ่ม (Norm referenced test) หมายถึง แบบทดสอบที่มุ่งสร้างเพื่อวัด ให้ครอบคลุมหลักสูตร จึงสร้างตามตารางวิเคราะห์หลักสูตร ความสามารถในการจำแนกผู้สอบ ตามความเก่งอ่อนได้ดี เป็นหัวใจของข้อสอบในแบบทดสอบประเภทนี้ การรายงานผลการสอบ อาศัยคะแนนมาตรฐาน ซึ่งเป็นคะแนนที่สามารถให้ความหมายแสดงถึงสถานภาพความสามารถ ของบุคคลนั้นเมื่อเปรียบเทียบกับบุคคลอื่น ๆ ที่ใช้เป็นกลุ่มเปรียบเทียบ

พรณี ลีกิจวัฒน์ (2556, หน้า 96) กล่าวว่า แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (Achievement test) เป็นแบบทดสอบที่ใช้วัดผลการเรียนรู้ในวิชาต่าง ๆ ของผู้เรียน เพื่อดูว่าเรียนไปแล้วเกิดผลการเรียนรู้มากน้อยเพียงใด ถ้าเป็นแบบทดสอบที่ใช้วัดก่อนเรียนเพื่อดูว่าผู้เรียนพร้อมที่จะเรียนวิชานั้นมากน้อยเพียงใด เรียกว่า แบบทดสอบวัดความพร้อม (Readiness test) และถ้าเป็นแบบทดสอบที่ใช้วัดระหว่างเรียนเพื่อดูจุดเด่นและจุดด้อยของผู้เรียน เรียกว่า แบบทดสอบวินิจฉัย (Diagnostic test)

ราตรี นันทสุนกข์ (2554, หน้า 127-128) กล่าวว่า แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางวิชาการ (Achievement test) เป็นแบบทดสอบที่สร้างขึ้นเพื่อวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาต่าง ๆ ในโรงเรียน เป็นแบบทดสอบที่วัดเนื้อหาวิชาต่าง ๆ ที่มีการเรียนการสอนในสถานศึกษา ซึ่งส่วนใหญ่จะวัดพฤติกรรมด้านพุทธิพิสัย (Cognitive domain) คือวัดความรู้ ความสามารถ และ ถ้าใช้วัดพฤติกรรมด้านทักษะพิสัย (Psychomotor domain) คือวัดด้านทักษะปฏิบัติ จะเรียกว่า แบบทดสอบภาคปฏิบัติ

สรุปได้ว่า แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง แบบทดสอบที่สร้างขึ้น เพื่อวัดผลการเรียนรู้ของผู้เรียน ซึ่งเป็นผลมาจากการเรียนรู้ในเนื้อหาและสาระตามจุดประสงค์ ของวิชาหรือเนื้อหาที่สอน ซึ่งส่วนใหญ่จะวัดพฤติกรรมด้านพุทธิพิสัย และด้านทักษะพิสัย ในการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องการประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ผู้วิจัยจะใช้ แบบทดสอบแบบอิงเกณฑ์ โดยใช้คะแนนเกณฑ์สำหรับตัดสินว่าผู้สอบมีความรู้ตามเกณฑ์ ที่กำหนดไว้หรือไม่

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ดังนี้

งานวิจัยในประเทศ

อาพันธ์ชนิด เจนจิต (2546) ได้ศึกษากิจกรรมการเรียนการสอนเรขาคณิตโดยใช้ การแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ สำหรับนักเรียนระดับประถมศึกษาตอนปลายที่มีความสามารถพิเศษ ทางคณิตศาสตร์ ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ที่เรียน ด้วยกิจกรรมการเรียนการสอนเรขาคณิต โดยใช้การแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ สามารถสอบ ผ่านเกณฑ์ 75 มากกว่าร้อยละ 75 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมด ที่ระดับนัยสำคัญ .01 และนักเรียน ในกลุ่มตัวอย่างที่เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนการสอนเรขาคณิต โดยใช้การแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ มีพฤติกรรมความคิดแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์หลังเรียน ที่ประกอบด้วย ความคิดยืดหยุ่น ความคิด ริเริ่มและความคิดละเอียดลออ อยู่ในระดับดีทุกด้าน

ภัทรกร แสงไชย (2551) ได้ศึกษาการวิเคราะห์ผลของปฏิสัมพันธ์ระหว่างการสอน แบบแก้ปัญหาโดยอิงทฤษฎีสามสรกับรูปแบบการแก้ปัญหาที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหา เชิงสร้างสรรค์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ผลการวิจัยพบว่า 1) มีปฏิสัมพันธ์ระหว่างแบบการสอนและรูปแบบการแก้ปัญหาต่อความสามารถ ในการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ .05 2) นักเรียนที่ได้รับการสอนแบบแก้ปัญหาโดยอิงทฤษฎีสามสร มีความสามารถ ในการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการ สอนแบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 3) นักเรียนที่มีรูปแบบการแก้ปัญหา แบบนักค้นคว้ามีความสามารถในการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน คณิตศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่มีรูปแบบการแก้ปัญหาแบบนักพัฒนาอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ .05

อรวรรณ ต้นสุวรรณรัตน์ (2552) ได้ศึกษาผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาและความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 2 ซึ่งในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ใช้แนวคิดเกี่ยวกับกระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ตามแนวคิดของแทรฟฟิงเกอร์, และคณะ (Treffinger et al., 2004) กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 2 ปีการศึกษา 2552 โรงเรียนสิรินธร จังหวัดสุรินทร์ จำนวน 50 คน ผลการวิจัยพบว่า 1. นักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่เรียนโดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์มีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 2. นักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่เรียนโดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์มีความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 3. นักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่เรียนโดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์มีความสามารถในการแก้ปัญหาและความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ค่อย ๆ เปลี่ยนแปลงและดีขึ้น

นิพิฐพร โกมลทิตส์กิติ์ (2553) ได้ศึกษาการวิเคราะห์ผลของกระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ ทักษะการทำงานกลุ่มและการเห็นคุณค่าในตนเองของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น เป็นการวิจัยกึ่งทดลองแบบอนุกรมเวลา กลุ่มตัวอย่างคือนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นจำนวน 60 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ประกอบด้วย (1) แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ (2) แบบประเมินทักษะการทำงานกลุ่ม (3) แบบวัดการเห็นคุณค่าในตนเอง (4) แผนการจัดกิจกรรมแบบใช้กระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์และแบบปกติ วิเคราะห์ผลการวิจัยด้วยการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบวัดซ้ำ (Repeated measure ANOVA) ผลการวิจัยพบว่า 1) กิจกรรมที่ใช้ในกระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ ประกอบด้วย การใช้คลิปวิดีโอ กระบวนการวิเคราะห์ SWOT วิธีการคิดแบบไขแมงมุม การระดมสมองโดยการเขียน การระดมสมองโดยใช้การ์ด และกระบวนการวิเคราะห์ RACI chat 2) ผลการเปรียบเทียบหลังการทดลองระหว่างนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมพบว่า กลุ่มทดลองมีความสามารถในการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์สูงกว่ากลุ่มควบคุมแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ส่วนทักษะการทำงานกลุ่มและการเห็นคุณค่าในตนเองของนักเรียนทั้ง 2 กลุ่ม ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 3) กลุ่มทดลองมีความสามารถในการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ ทักษะการทำงานกลุ่ม และการเห็นคุณค่าในตนเองหลังการทดลองสูงกว่าก่อนการทดลองแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 4) ผลการศึกษาคงทนของผลการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหา

เชิงสร้างสรรค์ของกลุ่มทดลองพบว่าไม่มีความคงทน ส่วนทักษะการทำงานกลุ่มและการเห็นคุณค่าในตนเองของทั้งสองกลุ่มมีความคงทน

จตุภรณ์ เอียบสร้างกี (2558) ได้ศึกษาผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามรูปแบบวงล้อการคิดอย่างกระตือรือร้นในบริบทเชิงสังคมและปัญหาปลายเปิดที่มีต่อความสามารถในการการแก้ปัญหาและการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ผลการวิจัยพบว่า 1) นักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามรูปแบบวงล้อการคิดอย่างกระตือรือร้นในบริบทเชิงสังคมและปัญหาปลายเปิดมีความสามารถในการแก้ปัญหาและการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และ 2) นักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามรูปแบบวงล้อการคิดอย่างกระตือรือร้นในบริบทเชิงสังคมและปัญหาปลายเปิดมีความสามารถในการแก้ปัญหาและการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ยุพาพันธ์ มินวงษ์ (2558) ได้ศึกษาการพัฒนาารูปแบบการเรียนการสอน โครงงานวิทยาศาสตร์ที่เน้นการแก้ปัญหาย่างสร้างสรรค์ (3P) ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนกลุ่มทดลองมีความสามารถในการแก้ปัญหาย่างสร้างสรรค์ หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนและสูงกว่ากลุ่มควบคุม ทั้งในภาพรวมและรายด้านอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 มีพัฒนาการในการทำโครงงานวิทยาศาสตร์ระหว่างเรียนเพิ่มสูงขึ้น อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 มีความสามารถในการทำโครงงานวิทยาศาสตร์อิสระทั้งในภาพรวมและรายด้านอยู่ในระดับผ่านเกณฑ์ที่กำหนด (ร้อยละ 65) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และมีความพึงพอใจต่อรูปแบบการเรียนการสอน โครงงานวิทยาศาสตร์ที่เน้นการแก้ปัญหาย่างสร้างสรรค์ (3P) ในภาพรวมและรายด้านอยู่ในระดับมาก

สิริลักษณ์ ตานพันธุ์ (2558) ได้ศึกษาผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้สังคมศึกษาโดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ที่มีต่อความสามารถในการคิดสร้างสรรค์และการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ผลการวิจัยพบว่า 1) นักเรียนที่ได้รับการเรียนรู้สังคมศึกษาโดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์มีความสามารถในการคิดสร้างสรรค์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 2) นักเรียนที่ได้รับการเรียนรู้สังคมศึกษาโดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์มีความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 3) นักเรียนที่ได้รับการเรียนรู้สังคมศึกษาโดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์มีพัฒนาความสามารถในการคิดสร้างสรรค์และการคิดอย่างมีวิจารณญาณเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง โดยมีคะแนนเพิ่มขึ้นเฉลี่ย 3.27 และ 3.53 ตามลำดับ

รัชกร ประสิทธิ์เตตัง (2560) ได้ศึกษาการพัฒนา รูปแบบการเรียนรู้ตามทฤษฎีการสร้างความรู้เพื่อการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ สำหรับนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามทฤษฎีการสร้างความรู้เพื่อการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ โดยมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูง ปานกลาง ต่ำ มีความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ สูงกว่ากลุ่มควบคุมที่มีระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเดียวกันที่ระดับความมีนัยสำคัญทางสถิติ .01

ณเอก อึ้งเสื่อ (2562) ได้ศึกษาการพัฒนา รูปแบบการจัดการเรียนรู้เพื่อเสริมสร้างทักษะชีวิตในด้านการคิดวิเคราะห์ ตัดสินใจและแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ สำหรับนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 1 ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนมีความสามารถในการตัดสินใจและแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ก่อนและหลังการทดลอง ของนักเรียนกลุ่มทดลองที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้น มีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ .05 และความสามารถในการตัดสินใจและแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์หลังการทดลองของ นักเรียนกลุ่มทดลองที่เรียนตามรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้น มีคะแนนเฉลี่ยสูงกว่านักเรียน กลุ่มควบคุมที่เรียนตามวิธีสอนแบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

งานวิจัยต่างประเทศ

พาร์น (Parnes, 1967) ได้ศึกษาและทดลองวิธีใช้การระดมสมองในการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษา โดยให้นักเรียนอธิบายวิธีการแก้ปัญหาโดยวิธีเปรียบเทียบ กลุ่มหนึ่งใช้วิธีระดมสมองคือให้นักเรียนพูดเท่าที่สามารถคิดออกซึ่งไม่จำเป็นต้องเป็นวิธีแก้ปัญหาเฉพาะวิธีที่ดี อยู่ในเกณฑ์ของความเหมาะสม และมีความสัมพันธ์กับเรื่อง ผลการวิจัยพบว่า ภายในเวลาที่เท่ากันกลุ่มที่ใช้วิธีระดมสมองมีความสามารถในการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์สูงและได้ผลมากกว่ากลุ่มที่ต้องออกความคิดแก้ปัญหาอยู่ในกรอบเท่านั้น

แอนเดอร์สัน (Anderson, 1970) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างการมีส่วนร่วมในห้องเรียน และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนระดับ 6 ผลการวิจัยพบว่า ความสามารถทางการคิดสร้างสรรค์สามารถพิจารณาได้จากผลผลิตและกระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ ซึ่งความสามารถอาจส่งเสริมได้โดยคุณภาพของพฤติกรรมมีส่วนร่วมทางวาจาในห้องเรียนและการส่งเสริมความสามารถทางการคิดสร้างสรรค์ ไม่ก่อให้เกิดผลเสียทางการเรียน

โยชิ (Yoshi, 2004) ได้ศึกษาเรื่องการใช้การแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ของครูในชั้นเรียน โดยกลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 128 คน ผลการวิจัยพบว่า การใช้การแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ในห้องเรียนช่วยเพิ่มแรงจูงใจ ความเชื่อมั่นในตนเอง และทัศนคติทางบวกอันส่งผลให้นักเรียนมีความกระตือรือร้นและสนใจในการเรียนมากขึ้น นอกจากนี้

ความร่วมมือระหว่างนักเรียนและครูที่เพิ่มขึ้น การวางแผนด้านเวลาดีมากขึ้น และการผลิตงานที่มีคุณภาพมากขึ้น มีผลมาจากการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์

เบเออร์ (Baer, 1988 cited in Tan, 2007, p. 293) ได้ทดสอบผลการฝึกอบรมความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนเกรดที่ 8 ที่มีความสามารถสูงจำนวน 2 ห้อง กลุ่มทดลองสอนโดยการฝึกอบรมการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ (Creative problem solving, CPS) ใช้เวลามากกว่า 3 วัน 2 คืน โดยฝึกอบรมภายนอกโรงเรียน ซึ่งนักเรียนจะได้แก้ปัญหาเฉพาะของรายวิชาและได้ฝึกประสบการณ์ภายนอกโรงเรียนซึ่งเป็นสิ่งที่ทำหาย ผลจากการทดสอบก่อนเรียนหลังเรียนจำนวน 4 ส่วนมุ่งเน้นที่ การค้นหาข้อมูล (Data-finding) การค้นหาปัญหา (Problem-finding) การค้นหาความคิด (Idea-finding) และการค้นหาวิธีการแก้ปัญหา ผู้วิจัยประเมินความสามารถของนักเรียนโดยใช้ขั้นตอนของการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ (CPS) ทดสอบหลังเรียนซึ่งทำการวัดหลังจากดำเนินการไปแล้ว 6 เดือน เมื่อวัดค่าเฉลี่ยก่อนเรียนและหลังเรียนพบว่า กลุ่มควบคุมมีค่าเฉลี่ยเพิ่มขึ้น 1.5% และกลุ่มทดลองมีค่าเฉลี่ยเพิ่มขึ้น 19.1% ผู้วิจัยพบว่าทักษะการแก้ปัญหาที่เพิ่มขึ้นของกลุ่มทดลองคงทนและมีนัยสำคัญทางสถิติ

สเชค (Schack, 1993 cited in Tan, 2007, p. 293) ได้ศึกษาผลของหลักสูตรการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์(CPS) ในนักเรียนเกรด 6, 7 และ 8 จำนวนนักเรียน 276 คน นักเรียนเข้าร่วม 45 บทเรียนของกิจกรรมการทำงานเป็นทีม(Group dynamics) จัดการเรียนการสอนโดยใช้เครื่องมือการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ และมีกระบวนการ CPS มี 6 ขั้นตอน ในส่วนสุดท้ายของบทเรียนนักเรียนใช้ CPS เพื่อแก้ปัญหาในชีวิตจริง กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมอยู่ระดับชั้นเดียวกัน นอกจากนี้จากการพิจารณาระดับความสามารถจะแสดงผลการฝึกอบรมที่ได้แตกต่างกัน กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมถูกเลือกจากนักเรียนโปรแกรมห้องเรียนพิเศษ (Gifted) และนักเรียนโปรแกรมเกียรตินิยม (Honors program) ซึ่งนักเรียนจะได้รับการประเมิน 5 ด้านก่อนและหลังการฝึกอบรม เกี่ยวกับความสามารถในการแก้ปัญหา ซึ่งประกอบด้วย คล่องแคล่วของปัญหา (Problem-fluency) ความคล่องแคล่วในการแก้ปัญหา (Solution fluency) ความยืดหยุ่น (Flexibility) ความคิดริเริ่ม (Originality) และการใช้เกณฑ์ (Criteria) กลุ่มตัวอย่างที่ได้รับการจัดกระทำแสดงให้เห็นถึงผลที่ได้จากการแก้ปัญหาทั้งหมด ซึ่งผลลัพธ์ที่ได้ไม่มีความแตกต่างกันระหว่างนักเรียนปกติ นักเรียนในโปรแกรมห้องเรียนพิเศษ และนักเรียน โปรแกรมเกียรตินิยม แสดงให้เห็นว่านักเรียนทุกระดับความสามารถจะได้รับประโยชน์จากการฝึกอบรมการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์

เทรฟฟิงเกอร์, เซลบี และอีซัคเซน (Treffinger, Selby, & Isaksen, 2008) ได้ทำการศึกษาเรื่องความเข้าใจรูปแบบการแก้ปัญหาของบุคคลอันเป็นกุญแจสำคัญต่อการเรียนรู้และการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ ผลการวิจัยพบว่า บุคคลที่มีความเข้าใจในรูปแบบการแก้ปัญหาของตนเองสามารถ

เรียนรู้และแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ นอกจากนี้กลุ่มบุคคลหรือทีมงานที่มีความตระหนักถึงความสำคัญในการเข้าใจรูปแบบการแก้ปัญหาของสมาชิกในกลุ่มแต่ละคนมีผลทำให้การแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์สูงขึ้น

ลิน (Lin, 2010) ได้ศึกษาการวิเคราะห์รูปแบบคุณลักษณะความสามารถในการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาตอนปลายในไต้หวัน มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1. ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างคุณลักษณะความสามารถในการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์และความสัมพันธ์กับความสามารถในการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์คณิตศาสตร์ 2. เพื่อเปรียบเทียบรูปแบบคุณลักษณะของกลุ่มที่มีความคิดสร้างสรรค์คณิตศาสตร์ระดับสูง ปานกลางและต่ำ กลุ่มทดลอง นักเรียนเกรด 5 และนักเรียนเกรด 6 จำนวน 409 คนที่รับสมัครจากโรงเรียนประถม 2 แห่งในไต้หวัน คุณลักษณะของความสามารถในการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์วัดโดยใช้รายการรูปแบบคุณลักษณะความสามารถในการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ซึ่งได้รับการพัฒนาขึ้นใหม่สำหรับการศึกษารุ่นนี้ คะแนนของนักเรียนจากรายการคุณลักษณะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์เปรียบเทียบกับคะแนนของนักเรียนที่วัดโดยใช้เครื่องมือ 4 แบบ ได้แก่ แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์เชิงสร้างสรรค์ ชุดประเมินความคิดสร้างสรรค์ การทดสอบระดับความคิดอย่างมีวิจารณญาณ และรายการดำเนินการของครอบครัว เมื่อเปรียบเทียบระดับกลุ่มที่มีความคิดสร้างสรรค์กลุ่มสูง ปานกลางและต่ำ ผลการวิจัยพบว่าคุณลักษณะของการคิดแบบเอกนัย (Divergent thinking) การคิดแบบเอกนัย (Convergent thinking) แรงจูงใจ ความรู้ทั่วไปและทักษะซึ่งอยู่ในแบบจำลองระบบพลวัตของ Cho ในการแก้ปัญหอย่างสร้างสรรค์ ในปี 2003 เกี่ยวข้องโดยตรงหรือทางอ้อมต่อการแก้ปัญหอย่างสร้างสรรค์ของนักเรียน และผลที่ได้จากการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ของนักเรียนชี้ให้เห็นว่าความสามารถในการแก้ปัญหอย่างสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญระหว่างกลุ่มบุคคลที่มีความสามารถทางคณิตศาสตร์ระดับต่ำและปานกลาง

เฮเลนนี่ (Heleni, 2014) ได้ทำการศึกษาเรื่องการใช้รูปแบบการแก้ปัญหอย่างสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ เพื่อพัฒนาความสามารถของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนมัธยมศึกษาตอนต้นในเปกันbaru ผลการวิจัยพบว่า รูปแบบการแก้ปัญหอย่างสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์สามารถพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ได้ และหลังจากการจัดกิจกรรม การเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการแก้ปัญหอย่างสร้างสรรค์พบว่านักเรียนได้คะแนนสอบวัดผลสัมฤทธิ์ชุดที่ 1 คิดเป็น 76.47% และคะแนนสอบวัดผลสัมฤทธิ์ชุดที่ 2 คิดเป็น 88.24%

ทิวรีน่า (Tiurlina, 2014) ได้ทำการศึกษาเรื่องการจัดการเรียนรู้ผ่านสถานการณ์ปัญหา เพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหอย่างสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ กลุ่มตัวอย่างและกลุ่ม

ควบคุมเป็นนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนประถมศึกษา จังหวัด บันเตน ประเทศ อินโดนีเซีย ซึ่งสาเหตุที่ผู้วิจัยเลือกนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 เนื่องจากนักเรียนมีทักษะ ความคิดระดับสูงทางคณิตศาสตร์ และนักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ มากกว่านักเรียนในระดับชั้นก่อนหน้า และนักเรียนไม่ได้อยู่ในช่วงเตรียมตัวสอบระดับชาติ ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่เรียน โดยใช้การเรียนรู้ผ่านสถานการณ์ปัญหา มีความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์มากกว่านักเรียนที่เรียน โดยใช้รูปแบบการเรียนรู้ แบบปกติ

ซุลเลียดามิ (Zulyadaini, 2017) ได้ศึกษาผลการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้การแก้ปัญหา อย่างสร้างสรรค์เพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษา ตอนปลาย ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่เรียน โดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้การแก้ปัญหา อย่างสร้างสรรค์มีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์มากกว่านักเรียนที่เรียน โดยใช้ รูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยตรง เนื่องจากรูปแบบการจัดการเรียนรู้การแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ มีการจัดเตรียมการแก้ปัญหาอย่างหลากหลายเพื่อให้นักเรียนได้ใช้ความคิดสร้างสรรค์ในการ แก้ปัญหา นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติ นักเรียนได้เรียนแบบค้นพบ ได้แสดงความคิดและแสดงออก อย่างสร้างสรรค์ ได้แก้ปัญหาที่เกิดขึ้นจริงและเกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวัน มากกว่าการเรียนรู้ โดยตรงที่ครูเป็นผู้ถ่ายทอดเนื้อหาให้ผู้เรียนอย่างเดียว ทำให้นักเรียนขี้เกียจและเบื่อหน่าย ในการเรียน

ยูเลียณี, คูโซมะ และซุมารมะ โม (Yuliani, Kusumah, & Sumarmo, 2019) ได้ศึกษา ความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ และการรับรู้ความสามารถ ของตนเองทางคณิตศาสตร์ โดยทำการสำรวจนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ผลการวิจัยสรุปได้ว่า นักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ระดับต่ำถึงปานกลาง นักเรียนมีการรับรู้ความสามารถทางคณิตศาสตร์ของตนเองในระดับดี นักเรียนตระหนักถึง ความยากในการแก้โจทย์ปัญหาในด้านการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ และจาก งานวิจัยสามารถสรุปได้ว่าความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ไม่มี ความเกี่ยวข้องกับการรับรู้ความสามารถของตนเองทางคณิตศาสตร์

จากการศึกษางานวิจัยทั้งในและต่างประเทศเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ตามแนวคิดการสร้างความรู้เพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ สรุปได้ว่า การจัดการเรียนรู้โดยใช้แนวคิดการสร้างความรู้ ให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติ ได้เรียนรู้แบบค้นพบ ได้แสดงความคิดและแสดงออกอย่างสร้างสรรค์ ได้เรียนรู้ผ่านสถานการณ์ปัญหา จะทำให้นักเรียน มีความเข้าใจในเนื้อหามากขึ้น นักเรียนได้คะแนนสอบวัดผลสัมฤทธิ์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

และนักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์มากกว่านักเรียน
ที่เรียนโดยใช้รูปแบบการเรียนรู้แบบปกติ

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยเรื่อง การพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวคิดการสร้างความรู้เพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เป็นการวิจัยและพัฒนา (Research and development) ประกอบด้วยการดำเนินการวิจัย 4 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 การศึกษาข้อมูลเบื้องต้น โดยมีขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. การศึกษาข้อมูลเบื้องต้นเกี่ยวกับหลักสูตรและการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์
2. การศึกษาข้อมูลพื้นฐานเกี่ยวกับสภาพและปัญหาการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์
3. การศึกษาแนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการสร้างความรู้ (Constructivism)
4. การศึกษาแนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์
5. การศึกษาแนวทางในการจัดการเรียนรู้การแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์

ขั้นตอนที่ 2 การพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้

1. การสร้างรูปแบบการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวคิดการสร้างความรู้
2. การประเมินและตรวจสอบคุณภาพของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ก่อนนำไปใช้
3. การปรับปรุงรูปแบบการจัดการเรียนรู้ก่อนนำไปทดลองใช้จริง
4. การสร้างเครื่องมือในการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์

ตามแนวคิดการสร้างความรู้เพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

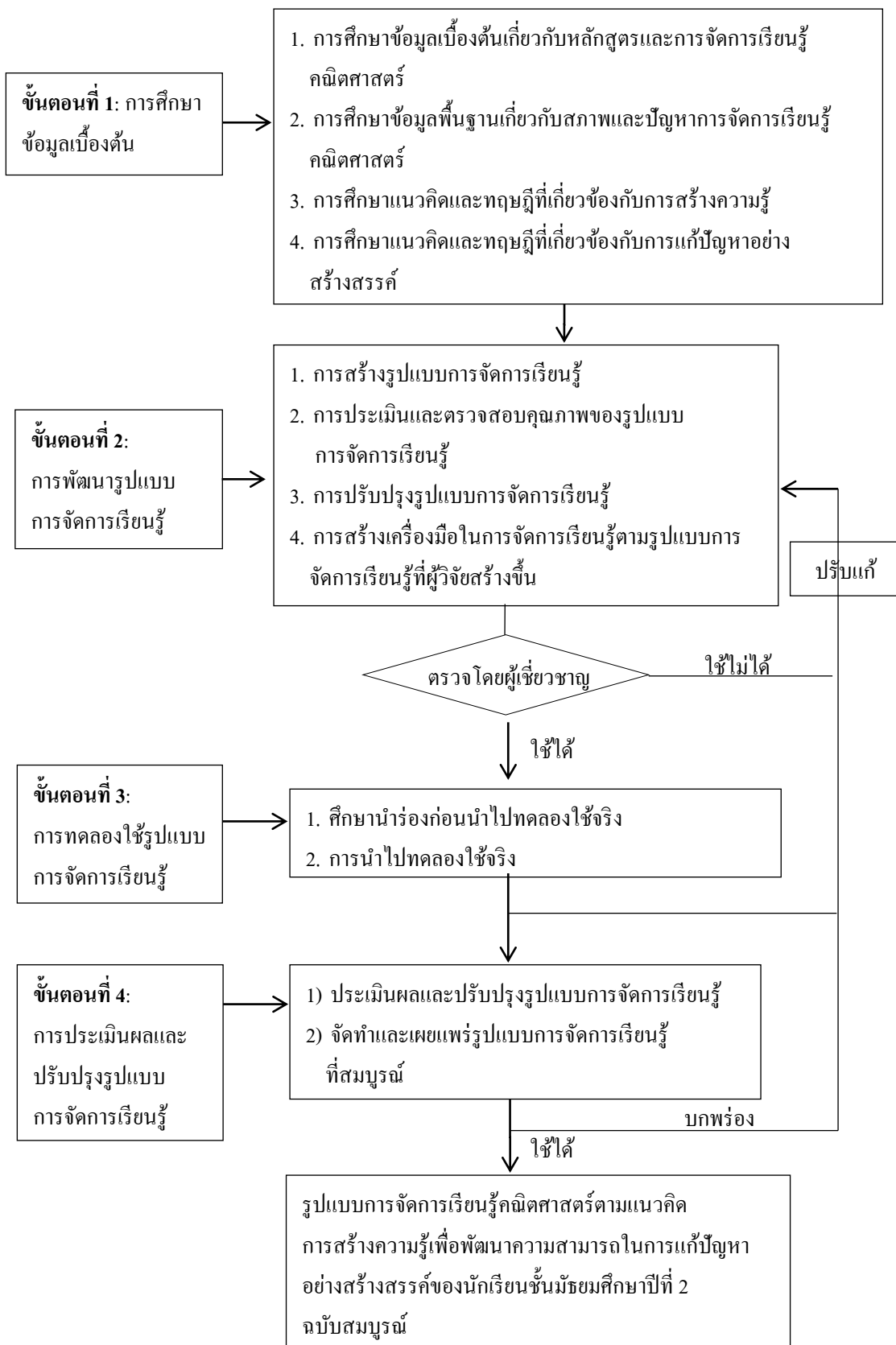
ขั้นตอนที่ 3 การทดลองใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้

1. การศึกษานำร่อง (Pilot study)
2. นำไปทดลองใช้จริง

ขั้นตอนที่ 4 การประเมินผลและปรับปรุงรูปแบบการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวคิดการสร้างความรู้

1. ประเมินผลและปรับปรุงรูปแบบการจัดการเรียนรู้
2. จัดทำและเผยแพร่รูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่สมบูรณ์

ซึ่งการดำเนินการวิจัยดังกล่าวข้างต้น สามารถสรุปได้ดังภาพที่ 3-1



ภาพที่ 3-1 ขั้นตอนในการดำเนินการวิจัย

ขั้นตอนที่ 1 การศึกษาข้อมูลเบื้องต้น เอกสาร แนวคิด ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัย

ระยะนี้เป็นการศึกษารวบรวมข้อมูลเบื้องต้นที่เกี่ยวข้องเพื่อสร้างข้อสรุปแนวคิดเกี่ยวกับรูปแบบการจัดการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยมีวิธีดำเนินการ ดังนี้

1. การศึกษาข้อมูลเบื้องต้นเกี่ยวกับหลักสูตรและการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์

ผู้วิจัยศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับโครงสร้างหลักสูตรสถานศึกษาของโรงเรียนระยองวิทยาคม หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 สาระ ตัวชี้วัด และมาตรฐานการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ในด้านของหลักการจัดการเรียนรู้ กระบวนการเรียนรู้ การออกแบบการจัดการเรียนรู้ บทบาทของผู้สอนและนักเรียน และการวัดผล แบบประเมินผลการเรียนรู้ เพื่อนำมาเป็นแนวทางในการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ ให้สอดคล้องตามความมุ่งหวังของหลักสูตร ซึ่งสรุปได้ดังนี้

1.1 หลักการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน ที่ทำให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้อย่างมีคุณภาพนั้น ยึดหลักว่า นักเรียนมีความสำคัญที่สุด เชื่อว่าทุกคนมีความสามารถเรียนรู้และพัฒนาตนเองได้ ยึดประโยชน์ที่เกิดกับนักเรียน กระบวนการจัดการเรียนรู้ต้องส่งเสริมให้นักเรียนสามารถพัฒนาตามธรรมชาติและเต็มตามศักยภาพ คำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคลและพัฒนาการทางสมองเน้นให้ความสำคัญทั้งความรู้ และคุณธรรม

1.2 แนวทางการจัดการเรียนรู้ จัดการเรียนรู้เพื่อให้นักเรียนมีความรู้ความสามารถตามมาตรฐานการเรียนรู้ สมรรถนะสำคัญและคุณลักษณะอันพึงประสงค์ตามที่กำหนดไว้ในหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน ยึดหลักว่านักเรียนมีความสำคัญที่สุด เชื่อว่าทุกคนมีความสามารถเรียนรู้และพัฒนาตนเองได้ ยึดประโยชน์ที่เกิดกับนักเรียน และกระบวนการจัดการเรียนรู้ต้องส่งเสริมให้นักเรียน สามารถพัฒนาตามธรรมชาติและเต็มตามศักยภาพ คำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคลและพัฒนาการทางสมอง นักเรียนจะต้องอาศัยกระบวนการเรียนรู้ที่หลากหลายเป็นเครื่องมือที่จะนำตนเองไปสู่เป้าหมายของหลักสูตร

1.3 การวัดและประเมินผลการเรียนรู้ อยู่บนหลักการพื้นฐานสองประการ คือ การประเมินเพื่อพัฒนานักเรียน และเพื่อตัดสินผลการเรียน โดยนักเรียนจะต้องได้รับการพัฒนาและประเมินตามตัวชี้วัด เพื่อให้บรรลุตามมาตรฐานการเรียนรู้ สะท้อนสมรรถนะสำคัญและคุณลักษณะอันพึงประสงค์ของนักเรียน

2. การศึกษาข้อมูลพื้นฐานเกี่ยวกับสภาพและปัญหาการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์

โดยการสำรวจเอกสารจากการประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนระยองวิทยาคม ในปีการศึกษา 2558-2560 ในภาคเรียนที่ 2

จากข้อสอบวิชาคณิตศาสตร์ สัมภาษณ์ครูผู้สอนและนักเรียน เพื่อนำมาวิเคราะห์และสรุปสาระสำคัญเพื่อให้ได้ข้อมูลเกี่ยวกับสภาพปัญหาการจัดการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ซึ่งจะเป็นประโยชน์ในการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้

ผลการศึกษาข้อมูลพื้นฐานเกี่ยวกับสภาพและปัญหาการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนระยองวิทยาคม ในปีการศึกษา 2558-2560 พบว่าสาเหตุของปัญหาในการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ คือครูผู้สอนคณิตศาสตร์ในโรงเรียนระยองวิทยาคม เน้นการสอนแบบบรรยาย ขาดความรู้ความเข้าใจและทักษะในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ครูผู้สอนขาดการทบทวนเชื่อมโยงความรู้เดิมของนักเรียนก่อนเริ่มต้นสอนเนื้อหาใหม่ และครูผู้สอนไม่เน้นการนำเนื้อหาที่เรียน ไปเชื่อมโยงกับการแก้ปัญหาในชีวิตประจำวัน ทำให้นักเรียน ไม่ได้ฝึกฝนทักษะทางการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ เพราะบางปัญหาไม่สามารถใช้วิธีใดวิธีหนึ่งในการแก้ปัญหาได้ จะต้องการประยุกต์ใช้ คัดแปลง หรือสร้างแนวทางการแก้ปัญหาแบบใหม่

3. การศึกษาแนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการสร้างความรู้ (Constructivism)

ผู้วิจัยทำการศึกษาแนวคิด และทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการสร้างความรู้ ผู้วิจัยสรุปได้ว่า ทฤษฎีการสร้างความรู้ เป็นการให้ผู้เรียนเป็นผู้สร้างความรู้ในขณะที่ได้รับประสบการณ์ ผ่านการมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียนต่อผู้เรียน และผู้เรียนกับสิ่งแวดล้อมผ่านการแก้ปัญหาสถานการณ์ปัญหาต่าง ๆ ที่กำกวมน่าสงสัยโดยผู้เรียนจะเข้าใจอย่างถ่องแท้ เมื่อเขารู้จักสิ่งนั้นด้วยตนเองอย่างต้นตัว เขาต้องจัดกระทำกับข้อมูลใหม่ด้วยข้อมูลที่มีอยู่ และถ้าข้อมูลใหม่ไม่มีอะไรเกี่ยวข้องกับความรู้เดิม จะเกิดความขัดแย้งขึ้นในใจ โดยผู้วิจัยได้นำแนวคิดทฤษฎีการสร้างความรู้ ได้แก่ทฤษฎีการสร้างความรู้เชิงปัญญา (Cognitive constructivist theory) และทฤษฎีการสร้างความรู้เชิงสังคม (Social constructivist theory) และหลักการนำทฤษฎีการสร้างความรู้ในการจัดการเรียนรู้ของเอกเกนและคอสซัค (Eggen & Kauchak, 2010), สลาบิน (Slavin, 1994) กุญชรี้ คำชาย (2551) ทิศนา ขัมมณี (2560) และชนาธิป พรกุล (2554) มาสังเคราะห์สาระสำคัญของการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดทฤษฎีการสร้างความรู้ของผู้วิจัยได้ดังตารางที่ 3-1

ตารางที่ 3-1 สาระสำคัญของการจัดการเรียนรู้ตามทฤษฎีการสร้างความรู้

แนวคิดทฤษฎีการสร้างความรู้	สาระสำคัญของทฤษฎีการสร้างความรู้
<p>1. ทฤษฎีการสร้างความรู้เชิงปัญญา (Cognitive constructivist theory)</p> <p>ความรู้เกิดจากประสบการณ์และกระบวนการในการสร้างความรู้หรือเกิดจากการลงมือกระทำ โดยที่นักเรียนสร้างความรู้ผ่านกระบวนการทางปัญญาที่เกิดขึ้นภายในด้วยตนเอง ครูผู้สอนไม่สามารถปรับโครงสร้างทางปัญญาของนักเรียนได้ แต่สามารถช่วยให้นักเรียนปรับหรือขยายโครงสร้างทางปัญญา โดยการจัดสภาพการณ์ที่ทำให้เกิดสถานะเสียดุลหรือก่อให้เกิดความขัดแย้งทางปัญญา หรือเกิดความสงสัย ซึ่งก็คือสถานะที่โครงสร้างทางปัญญาดิฉันไม่สามารถใช้ได้ หรือจำเป็นต้องมีการปรับเปลี่ยนให้เข้าสู่สถานะสมดุลหรือปรับโครงสร้างทางปัญญาใหม่ (Restructuring) ด้วยการดูดซึม (Assimilation) หรือปรับโครงสร้างทางปัญญา (Accommodation)</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. ให้นักเรียนลงมือปฏิบัติ 2. ให้นักเรียน ได้แก้ปัญหาที่ท้าทายและสามารถเชื่อมโยงกับประสบการณ์จริง 3. ผู้สอนอำนวยความสะดวกให้นักเรียนได้ทำการทดลอง สำรอง 4. ห้องเรียนควรเต็มสิ่งที่น่าสนใจที่จะกระตุ้นให้นักเรียนเป็นผู้สร้างความรู้ด้วยตนเอง 5. การเรียนรู้ควรเป็นแบบองค์รวม หมายถึง การเรียนรู้ครบทุกมิติ และเรียนเพื่อให้รู้จักสังคม โดยเป็นการเชื่อมโยงระหว่างความคิด และข้อมูล ที่สำคัญ ยังเชื่อมโยงกับจิตใจด้วยโดยไม่แบ่งแยกเนื้อหาออกเป็น ส่วนย่อย ๆ
<p>2. ทฤษฎีการสร้างความรู้เชิงสังคม (Social constructivist theory)</p> <p>ผู้สอนควรสร้างบริบทสำหรับการเรียนรู้ที่นักเรียนสามารถได้รับการส่งเสริมในกิจกรรมที่น่าสนใจ ซึ่งช่วยกระตุ้นและเอื้ออำนวยสำหรับการเรียนรู้ที่ครูผู้สอนสามารถเข้าร่วมกิจกรรมการเรียนรู้กับนักเรียน แทนที่เข้ามาเฝ้ามองผู้เรียนสำรวจและค้นพบ และสร้างความรู้เท่านั้น แต่ครูควรแนะนำ เมื่อผู้เรียนประสบปัญหา</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. นักเรียนมีปฏิสัมพันธ์ทางสังคมกับครู เพื่อน พ่อแม่ เป็นต้น 2. นักเรียนได้อยู่ในบริบทที่เกิดการเรียนรู้ 3. การเรียนรู้ควรเชื่อมโยงทั้งประสบการณ์นอกโรงเรียนและในโรงเรียนสำหรับนักเรียน 4. ใช้กิจกรรมกลุ่มสร้างทักษะทางสังคม และความร่วมมือในการสร้างความรู้

ตารางที่ 3-1 (ต่อ)

แนวคิดทฤษฎีการสร้างความรู้	สาระสำคัญของทฤษฎีการสร้างความรู้
กระตุ้นให้ลงมือปฏิบัติงานกลุ่ม เช่น การคิด พิจารณาประเด็นปัญหา และสนับสนุนด้วย การกระตุ้น แนะนำ ให้ผู้เรียนเผชิญกับปัญหาและ เกิดความท้าทาย รวมทั้ง การไตร่ตรอง และนั่น เป็นรากฐานของสถานการณ์ในชีวิตจริง (Real life situation) ที่จะทำให้นักเรียนเกิดความสนใจ ใคร่ครวญ และได้รับความพึงพอใจในผลของงาน ที่ได้ลงมือกระทำ	5. ให้สถานการณ์ที่นักเรียนต้องทดลอง ด้วยตนเอง ได้เห็นสิ่งที่เกิดขึ้น ได้ศึกษา จัดการข้อมูลชนิดต่าง ๆ ค้นหาคำตอบ ด้วยตนเอง 6. นักเรียนมีบทบาทสำคัญในการเรียนรู้ โดยมีครูเป็นผู้กระตุ้นให้นักเรียนเรียนรู้ ด้วยตนเอง 7. ผู้สอนควรให้ความช่วยเหลือนักเรียนที่ อยู่ต่ำกว่าโซนพัฒนาการ (Zone of proximal development) เนื่องจาก นักเรียนมีความรู้ไม่เพียงพอจะเรียนรู้ ในเรื่องนั้นด้วยตนเอง

จากตารางที่ 3-1 จะเห็นได้ว่า แนวทางการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดทฤษฎีการสร้าง
ความรู้ มีดังนี้

1) ความรู้ต่าง ๆ จะถูกสร้างขึ้นด้วยตัวของนักเรียนเอง จากประสบการณ์ โดยใช้
ข้อมูลที่ได้รับมาใหม่ร่วมกับข้อมูลหรือความรู้เดิมที่มีอยู่แล้ว รวมทั้งประสบการณ์เดิม มาสร้าง
ความหมายในการเรียนรู้ของตนเอง

2) การเรียนรู้เกิดจากการลงมือกระทำ (Active learning) การที่ผู้เรียนได้ลงมือกระทำ
จะช่วยให้ผู้เรียนได้สร้างความหมายในสิ่งที่ตนเรียนรู้ ที่พัฒนาโดยอาศัยพื้นฐานจากประสบการณ์
ตนเอง

3) การเรียนรู้ที่เกิดจากการร่วมมือ (Collaborative learning) เป็นการพัฒนาความคิด
รวบยอดของตนเองได้มาจากการร่วมแบ่งปันแนวคิดที่หลากหลายในกลุ่ม และในขณะที่
มีการแลกเปลี่ยนเรียนรู้โดยการอภิปราย เสนอความคิดเห็นที่หลากหลายของแต่ละคน ผู้เรียนจะมี
การปรับเปลี่ยนโครงสร้างความรู้ของตน และสร้างองค์ความรู้ของตนเองขึ้นมาใหม่

4) การเรียนรู้ควรเกิดขึ้นในสภาพจริง หรือต้องเหมาะสมหรือสะท้อนบริบท
ของสภาพจริง จะนำไปสู่การเชื่อมโยงความรู้ไปใช้ในชีวิตประจำวัน

5) ผู้สอนควรมีฐานการช่วยเหลือสำหรับผู้เรียนที่อยู่ต่ำกว่าโซนพัฒนาการ เนื่องจากผู้เรียนไม่สามารถเรียนรู้ด้วยตนเองได้

4. การศึกษาแนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์

การแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ (Creative problem solving) เป็นกระบวนการในการคิดหาคำตอบหรือแสดงแนวทางการแก้ปัญหาที่หลากหลาย โดยมีการใช้ความคิดสร้างสรรค์มาช่วยในการพัฒนาแนวทางการแก้ปัญหาใหม่ ทำให้ได้ทางเลือกในการแก้ปัญหาหลาย ๆ ทาง และสามารถตัดสินใจเลือกแนวทางในการแก้ปัญหาที่เหมาะสมที่สุดอย่างมีเหตุผลในการแก้ปัญหาในสถานการณ์ปัญหานั้น ๆ โดยจากการศึกษาข้อมูลของกิลเฟนด์ (Gelfand, 1988) แอนเดอร์สัน (Anderson, 1970) คาร์เตอร์ (ม.ป.ป. อ้างถึงใน รัชณี อเนกพิริยะศักดิ์, 2553) จอยซ์และเวลล์ (Joyce & Weil, 1966 อ้างถึงใน ทิศนา ขัมมณี, 2560) ทอเรนซ์ (Torrance, 1965 อ้างถึงใน อารี รังสินันท์, 2526) และอุษณีย์ อุนรุทรวงศ์ (2555) ผู้วิจัยพบว่า การแก้ปัญหาและความคิดสร้างสรรค์มีความสัมพันธ์ซึ่งกันและกัน โดยในการแก้ปัญหาเราควรทดลองใช้แนวทางการแก้ปัญหาหลาย ๆ มุม คิดนอกกรอบ แทนที่จะมุ่งหาทางออกโดยตรงเพียงทางเดียว ในบางครั้งเราต้องการแก้ปัญหาจากสถานการณ์ที่ไม่ปกติหรือพิเศษ ก็ต้องอาศัยความคิดสร้างสรรค์มาช่วยในการแก้ปัญหา และพิจารณาจากเงื่อนไขว่าควรใช้ยุทธวิธีใดในการแก้ปัญหาจึงจะเหมาะสม

จากการศึกษาแนวคิดและทฤษฎีที่จะนำมาใช้ในการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ มีดังนี้

4.1 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหา ได้แก่

4.1.1 ทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของเพียเจต์ ซึ่งมีความเชื่อว่าพัฒนาการทางสติปัญญาด้านการแก้ปัญหาของบุคคลตามลำดับอายุ โดยในช่วงอายุตั้งแต่ 11 ปีขึ้นไปใช้ความคิดอย่างมีเหตุผลเชิงนามธรรม

4.1.2 ทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของวิกอ์ทสกี ซึ่งเชื่อว่าพัฒนาการทางสติปัญญาของเด็กขึ้นกับปฏิสัมพันธ์ทางสังคม โดยมีวัฒนธรรมเป็นตัวกำหนดความรู้ ความคิด เจตคติ ค่านิยม ให้กับเด็ก เขาเชื่อว่าสิ่งที่เด็กได้สัมผัสรับรู้ไม่ว่าจะเป็นประสบการณ์ตรงหรือผ่านทางสื่อต่าง ๆ เช่น หนังสือ วิทยุ โทรทัศน์ คอมพิวเตอร์ และสัญลักษณ์ ฯลฯ ล้วนมีภาษาเป็นเครื่องมือสำคัญที่ช่วยให้เด็กเกิดพัฒนาการทางสติปัญญา

4.2 แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับความคิดสร้างสรรค์ ได้แก่

4.2.1 แนวคิดของฟรอยด์ เชื่อว่าความขัดแย้งเป็นต้นเหตุทำให้บุคคลคิดอย่างสร้างสรรค์ เนื่องจากในขณะที่บุคคลมีความขัดแย้งขึ้นมาสภาวะจิตก็จะตกอยู่ในสภาวะวิตกกังวล เพราะต้องการกำจัดความขัดแย้งให้หมดไป จากลักษณะของจิตที่มีความรู้สึกวิตกกังวล

ดังกล่าวจะกระตุ้นให้เกิดความคิดต่าง ๆ ขึ้นมาอย่างมากมายเพื่อหาวิธีเอาชนะความขัดแย้งนั้นให้ได้ เพื่อให้จิตใจผ่อนคลายความกังวลลงไปจนรู้สึกสบายใจ และความคิดต่าง ๆ ทั้งหลายที่เกิดขึ้นนั้น คือความคิดสร้างสรรค์นั่นเอง

4.2.2 แนวคิดของเทลอร์และฮอลแลนด์ ซึ่งเชื่อว่าผลงานของความคิดสร้างสรรค์ของคนนั้น ไม่จำเป็นต้องเป็นขั้นสูงสุดเสมอไป คือไม่จำเป็นต้องคิดค้นคว้าประดิษฐ์ของใหม่ ๆ ที่ยังไม่มีผู้ใดคิดมาก่อนเลยหรือสร้างทฤษฎีที่ต้องใช้ความคิดด้านนามธรรมอย่างสูงยิ่ง แต่ความคิดสร้างสรรค์ของคนนั้นอาจจะเป็นขั้นหนึ่งใน 6 ขั้นต่อไปนี้

ขั้นที่หนึ่ง เป็นความคิดสร้างสรรค์ขั้นต้นที่สุด จัดเป็นสังขมคาสามัญ เป็นพฤติกรรมหรือการแสดงออกของคนโดยทั่วไปอย่างอิสระ ซึ่งพฤติกรรมนั้น ไม่จำเป็นต้องอาศัยความคิดริเริ่มหรือทักษะแต่อย่างใด เป็นเพียงแต่ให้กล้าแสดงออกอย่างอิสระเท่านั้น

ขั้นที่สอง เป็นงานที่ผลิตออกมาโดยผลงานนั้น ขั้นนี้จำเป็นต้องอาศัยทักษะบางประการแต่ไม่จำเป็นต้องเป็นสิ่งใหม่สำหรับบุคคลทั่วไป แต่เป็นสิ่งใหม่สำหรับตนเอง

ขั้นที่สาม ขั้นสร้างสรรค์ เป็นขั้นที่แสดงความคิดใหม่ของบุคคลที่ไม่ได้มีการลอกเลียนแบบจากใคร แม้ว่าความคิดนั้นอาจจะมีคนอื่นคิดไว้แล้วก็ตาม

ขั้นที่สี่ เป็นขั้นสร้างความสร้างสรรค์ ขั้นประดิษฐ์สิ่งใหม่โดยไม่ซ้ำแบบใคร เป็นขั้นที่ผู้กระทำได้แสดงให้เห็นถึงความสามารถของตนเองที่มีความแตกต่างไปจากผู้อื่น

ขั้นที่ห้า เป็นขั้นการพัฒนาปรับปรุงผลงานในขั้นที่สี่เพื่อให้มีประสิทธิภาพและประโยชน์มากยิ่งขึ้น

ขั้นที่หก เป็นขั้นความคิดสร้างสรรค์สุดยอดสามารถคิดสิ่งที่เป็นนามธรรมขั้นสูงสุดได้ เช่น ชาลส์ ดาร์วิน (Charles Darwin) คิดตั้งทฤษฎีวิวัฒนาการขึ้น เป็นต้น

4.2.3 แนวคิดของทอเรนซ์ ซึ่งมีความเชื่อว่าผู้ที่มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์เมื่อเห็นและเข้าใจปัญหาจะรวบรวมประสบการณ์และข้อสนเทศต่าง ๆ เข้าด้วยกัน เป็นการประมวลข้อมูลทั้งหมดที่มีอยู่มาใช้เพื่อแสวงหาวิธีเผชิญปัญหาหรือแก้ปัญหา ที่เป็นวิธีใหม่ที่แตกต่างไปจากวิธีเดิม

4.2.4 - ทฤษฎีโครงสร้างสมรรถภาพทางสมอง (The structures of intellect theory) กิลฟอร์ดและฮอฟเนอร์ โดยแสดงว่าความคิดสร้างสรรค์อยู่ในมิติที่ 1 คือ วิธีการคิดที่เป็นการคิดอเนกนัย (Divergent thinking) เป็นการคิดที่เน้นความคิดใหม่ ๆ ที่น่าจะเป็นไปได้หลายแบบ สามารถเปลี่ยนวิธีการแก้ปัญหาได้หลายรูปแบบ นำไปสู่การหาคำตอบหรือวิธีการแก้ปัญหาที่หลากหลาย ซึ่งกิลฟอร์ดได้ให้ความสนใจในวิธีการคิดแบบอเนกนัยเป็นพิเศษเพราะเป็นวิธีการคิดที่ส่งผลการคิดอย่างหลากหลายซึ่งแสดงให้เห็นถึงความคิดสร้างสรรค์

จากการศึกษาแนวคิดและทฤษฎีข้างต้น ผู้วิจัยได้นำทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของเพียเจต์ ซึ่งกล่าวถึงพัฒนาการทางสติปัญญาด้านการแก้ปัญหาของบุคคลตามลำดับอายุ โดยนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 อายุประมาณ 12-13 ปี ตามหลักทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญา นักเรียนจะสามารถคิดอย่างมีเหตุผลเชิงนามธรรมได้ มาเชื่อมโยงกับทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของวิกอทสกี ซึ่งกล่าวถึง พัฒนาการทางสติปัญญาของนักเรียนจะขึ้นอยู่กับ การปฏิสัมพันธ์ทางสังคม เชื่อมโยงกับแนวคิดของฟรอยด์ ซึ่งกล่าวถึง ความขัดแย้งเป็นต้นเหตุทำให้บุคคลคิดอย่างสร้างสรรค์ เชื่อมโยงกับแนวคิดของเทเลอร์และฮอลแลนด์ ซึ่งกล่าวถึง ความคิดสร้างสรรค์ มีหลายระดับชั้น ไม่จำเป็นต้องคิดค้นสิ่งประดิษฐ์หรือทฤษฎีใหม่เท่านั้น เชื่อมโยงกับ แนวคิดของทอเรนซ์ ซึ่งกล่าวถึง ผู้ที่มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ จะประมวลข้อมูลทั้งหมดที่มีอยู่มาใช้ เพื่อแสวงหาวิธีเผชิญปัญหาหรือแก้ปัญหา ที่เป็นวิธีใหม่ที่แตกต่างไปจากวิธีเดิม เชื่อมโยงกับ - ทฤษฎีโครงสร้างสมรรถภาพทางสมอง ซึ่งกล่าวถึง ความคิดสร้างสรรค์ เป็นการคิดอเนกนัยซึ่งเน้นความคิดใหม่ ๆ ที่น่าจะเป็นไปได้หลายแบบ สามารถเปลี่ยนวิธีการแก้ปัญหาได้หลายรูปแบบ นำไปสู่การหาคำตอบหรือวิธีการแก้ปัญหาที่หลากหลาย

5. การศึกษาแนวทางในการจัดการเรียนรู้การแก้ปัญหอย่างสร้างสรรค์

ผู้วิจัยได้นำแนวทางในการจัดการเรียนรู้การแก้ปัญหอย่างสร้างสรรค์ของเฟรดเดอริกส์เช่นและฮูด้า มาสังเคราะห์สาระสำคัญของการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการแก้ปัญหอย่างสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ดังตารางที่ 3-2

ตารางที่ 3-2 แนวทางในการจัดการเรียนรู้การแก้ปัญหอย่างสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์

การแก้ปัญหอย่างสร้างสรรค์	แนวทางในการจัดการเรียนรู้การแก้ปัญหอย่างสร้างสรรค์
เป็นกระบวนการในการคิดหาคำตอบหรือแสดงแนวทางการแก้ปัญหที่หลากหลาย โดยมีการใช้ความคิดสร้างสรรค์มาช่วยในการพัฒนาแนวทางการแก้ปัญหใหม่ ทำให้ได้ทางเลือกในการแก้ปัญหหลาย ๆ ทาง และสามารถตัดสินใจเลือกแนวทางในการแก้ปัญหที่เหมาะสมที่สุดอย่างมีเหตุผล	<p>1. หลีกเลี่ยงการกดดันเวลาในการแก้ปัญหของนักเรียน เพื่อให้ให้นักเรียนได้มีโอกาสใช้ความคิด ได้ไตร่ตรองความคิด สะท้อนปัญหาและคิดวิธีการแก้ปัญหที่หลากหลาย</p> <p>2. แบ่งนักเรียนออกเป็นกลุ่มและใช้วิธีการระดมสมอง เพื่อให้ให้นักเรียนแต่ละคนช่วยกันเสนอแนวทางในการแก้ปัญห แต่ต้องหลีกเลี่ยงการมุ่งเน้นไปที่การแก้ปัญหวิธีเดียวเพราะอาจจะละเลยวิธีที่ดีกว่าในการแก้ปัญห</p>

ตารางที่ 3-2 (ต่อ)

การแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์	แนวทางในการจัดการเรียนรู้การแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์
ในการแก้ปัญหาในสถานการณ์ ปัญหานั้น ๆ	<p>3. สร้างสภาพแวดล้อมที่สนุกสนาน เพื่อให้นักเรียนรู้สึกผ่อนคลายและรู้สึกว่าความคิดของเขาเป็นที่ยอมรับ</p> <p>4. ให้นักเรียนร่วมกันสรุปแนวทางการแก้ปัญหาที่ดีที่สุด และสามารถแก้ปัญหานั้น ได้อย่างถูกต้อง</p> <p>5. ให้นักเรียนเขียนแนวคิดในการแก้ปัญหาที่เป็นไปได้ทั้งหมดจากสถานการณ์ปัญหาที่กำหนดให้ จากนั้นครูจำแนกแนวทางการแก้ปัญหาที่เป็นไปได้และเป็นไปไม่ได้</p>

ขั้นตอนที่ 2 การพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวคิดการสร้าง ความรู้เพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 2

จากการศึกษาข้อมูลในขั้นตอนที่ 1 ผู้วิจัยได้นำข้อมูลที่ได้มาใช้ในการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวคิดการสร้างความรู้ เพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ประกอบด้วย 1. การสร้างรูปแบบการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวคิดการสร้างความรู้ 2. การประเมินและตรวจสอบคุณภาพของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ก่อนนำไปใช้ 3. การปรับปรุงรูปแบบการจัดการเรียนรู้ก่อนนำไปทดลองใช้จริง และ 4. การสร้างเครื่องมือในการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวคิดการสร้างความรู้เพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยมีการดำเนินการดังนี้

1. การสร้างรูปแบบการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวคิดการสร้างความรู้

หลังจากได้ศึกษาข้อมูลเบื้องต้นเกี่ยวกับหลักสูตรและการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ข้อมูลพื้นฐานเกี่ยวกับสภาพและปัญหาการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ รวมทั้งแนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องในการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ ผู้วิจัยดำเนินการดังนี้

1.1 นำสาระสำคัญของการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดการสร้างความรู้และสาระสำคัญของการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมกระบวนการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ที่ได้จาก

การวิเคราะห์และสังเคราะห์มาพัฒนาเป็นหลักการของรูปแบบการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์
ได้ดังภาพที่ 3-2



ภาพที่ 3-2 หลักการของรูปแบบการจัดการเรียนรู้

จากภาพที่ 3-2 หลักการของรูปแบบการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวคิดการสร้างความรู้เพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ได้แก่

1) การให้นักเรียนมีบทบาทสำคัญในการสร้างความรู้ด้วยตนเองผ่านกระบวนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ผู้สอนได้ออกแบบขึ้น โดยผู้สอนทำหน้าที่จัดประสบการณ์ และเตรียมสื่อการเรียนรู้ที่เหมาะสมให้กับนักเรียน

2) การส่งเสริมให้นักเรียนมีปฏิสัมพันธ์ร่วมกับผู้อื่น ได้แลกเปลี่ยนความคิดเห็น ในความรู้ที่ค้นพบจากการทำกิจกรรม

3) การส่งเสริมให้นักเรียนคิดหายุทธวิธีในการแก้ปัญหาอย่างหลากหลาย โดยดำเนินการตามขั้นตอนการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์

1.2 สร้างกรอบแนวคิดของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ โดยวิเคราะห์และสังเคราะห์แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการสร้างความรู้และการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ซึ่งประกอบไปด้วยหลักการ วัตถุประสงค์ ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง เนื้อหาสาระการเรียนรู้ การวัดและประเมินผล และผลการเรียนรู้กับผู้เรียน ได้ดังภาพที่ 3-3



ภาพที่ 3-3 กรอบแนวคิดของรูปแบบการจัดการเรียนรู้

1.3 กำหนดขั้นตอนของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดการสร้างความรู้ เพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ได้มาจากการวิเคราะห์และสังเคราะห์แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการสร้างความรู้และการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ มากำหนดเป็นขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ ซึ่งมีทั้งหมด 4 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 การเตรียมความพร้อม (Prepare) เป็นขั้นที่ผู้สอนทบทวนความรู้เดิมของนักเรียน โดยให้นักเรียนเชื่อมโยงประสบการณ์เดิมกับเรื่องที่จะเรียนใหม่เข้าด้วยกัน โดยถ้านักเรียนมีความรู้เดิมไม่เพียงพอ ผู้สอนควรเสริมความรู้โดยยกตัวอย่างเพื่อสร้างความเข้าใจในเนื้อหาให้กับนักเรียน

ขั้นที่ 2 การสร้างองค์ความรู้จากสถานการณ์ปัญหา (Creating knowledge) เป็นขั้นที่ผู้สอนจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้สถานการณ์ปัญหาเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความขัดแย้งทางปัญญาด้านสถานการณ์ปัญหาเข้ากับประสบการณ์เดิมที่มีอยู่ จากการอภิปรายการใช้กลุ่มย่อยแบบละความสามารถ และให้นักเรียนมีปฏิสัมพันธ์ทางสังคมกับเพื่อนนักเรียนหรือครู

2.1 ขั้นทำความเข้าใจปัญหา เป็นขั้นที่นักเรียนรวบรวมข้อมูลและค้นหาข้อเท็จจริงเกี่ยวกับปัญหา ค้นหาสิ่งที่โจทย์ให้หาและเงื่อนไขที่โจทย์กำหนด โดยใช้แนวคิดและวิธีการต่าง ๆ เพื่อทำความเข้าใจปัญหา เช่น การเขียนแผนภาพ เขียนสัญลักษณ์แสดงสถานการณ์ และการแยกส่วนต่าง ๆ ของเงื่อนไข

2.2 ขั้นค้นหายุทธวิธีในการแก้ปัญหาอย่างหลากหลาย เป็นขั้นที่นักเรียนคิดหายุทธวิธีการแก้ปัญหาให้มากที่สุด อาจใช้ยุทธวิธีการแก้ปัญหาที่แปลกใหม่แตกต่างไปจากเดิม หรือต่อยอดจากยุทธวิธีเดิม ยุทธวิธีที่ใช้ในการแก้ปัญหามีหลายวิธี เช่น การวาดแผนภาพหรือรูปภาพ การสร้างตารางหรือกราฟ การคาดเดาและตรวจสอบ การสร้างรายการของสิ่งที่เป็นไปได้ทั้งหมด การทำงานย้อนกลับ การเขียนสมการ และการผสมผสาน

2.3 ขั้นปฏิบัติการแก้ปัญหา เป็นขั้นที่นักเรียนแก้ปัญหาตามยุทธวิธีการแก้ปัญหาที่วางไว้ และถ้ายุทธวิธีการแก้ปัญหานั้นนักเรียนเลือกไว้ไม่สามารถแก้ปัญหาได้ นักเรียนต้องย้อนกลับไปพิจารณาขั้นค้นหายุทธวิธีในการแก้ปัญหาอย่างหลากหลายอีกครั้ง

2.4 ขั้นตรวจสอบการแก้ปัญหาและสรุปคำตอบ เป็นขั้นที่นักเรียนตรวจสอบผลลัพธ์ที่ได้จากการแก้ปัญหาว่าถูกต้องหรือไม่ โดยมองย้อนกลับไปทบทวนและตรวจสอบขั้นตอนต่าง ๆ ที่ผ่านมา โดยพิจารณาเหตุผลสมผลของคำตอบ และพิจารณาว่าน่าจะมีคำตอบอื่นหรือยุทธวิธีการแก้ปัญหายังอื่นได้อีกหรือไม่ และสรุปคำตอบที่ได้

ขั้นที่ 3 ตรวจสอบความคิดใหม่ (Check) เป็นขั้นที่ผู้สอนตรวจสอบความรู้ที่เกิดขึ้นกับนักเรียน โดยการให้นักเรียนอภิปรายแลกเปลี่ยนความคิดเห็น การซักถามนักเรียนโดยตรง จากนั้นผู้สอนให้คำชี้แนะเพิ่มเติมกรณีที่นักเรียนเข้าใจไม่ถูกต้องหรือความรู้ที่ได้รับไม่สมบูรณ์

ขั้นที่ 4 ประเมินผลการเรียนรู้ (Assessment) เป็นขั้นที่ผู้สอนให้นักเรียนทบทวนความรู้ใหม่ที่ได้ โดยให้นักเรียนอภิปรายร่วมกัน และนำความรู้ที่ได้ไปใช้แก้ปัญหาในสถานการณ์ต่าง ๆ อย่างหลากหลายทั้งปัญหาที่คุ้นเคยและปัญหาที่แปลกใหม่

1.4 วิเคราะห์กิจกรรมการจัดการเรียนรู้ บทบาทครู บทบาทนักเรียนในกระบวนการจัดการเรียนรู้ตามขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ในแต่ละขั้น แสดงดังนี้

ขั้นที่ 1 การเตรียมความพร้อม (Prepare) เป็นขั้นที่ผู้สอนทบทวนความรู้เดิมของนักเรียน โดยให้นักเรียนเชื่อมโยงประสบการณ์เดิมกับเรื่องที่จะเรียนใหม่เข้าด้วยกัน โดยถ้านักเรียนมีความรู้เดิมไม่เพียงพอ ผู้สอนควรเสริมความรู้โดยยกตัวอย่างเพื่อสร้างความเข้าใจในเนื้อหาให้กับนักเรียน

บทบาทครู

1. ใช้คำถามเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนเชื่อมโยงความรู้จากประสบการณ์เดิมที่นักเรียนเคยเรียนมาแล้ว และเกี่ยวข้องกับหรือสัมพันธ์กับสิ่งที่นักเรียนจะเรียนรู้ใหม่
2. อธิบายเสริมความรู้พื้นฐานที่จำเป็นต้องใช้ในเรื่อนั้นก่อนเรียน กรณีที่ผู้เรียนมีพื้นฐานความรู้เดิมไม่เพียงพอ

บทบาทนักเรียน

1. จัดลำดับความคิดของตนเองเพื่อเชื่อมโยงความรู้จากประสบการณ์เดิมที่นักเรียนเคยเรียนมาแล้ว กับสิ่งที่นักเรียนจะเรียนรู้ใหม่
2. วิเคราะห์ ห่องค์ประกอบที่เหมือนหรือคล้ายคลึง เพื่อไปสัมพันธ์กับสิ่งที่เรียนรู้ใหม่

3. แลกเปลี่ยนเรียนรู้กับเพื่อนและครู เมื่อไม่เข้าใจให้ถาม

ขั้นที่ 2 การสร้างองค์ความรู้จากสถานการณ์ปัญหา (Creating knowledge) เป็นขั้นที่ผู้สอนจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้สถานการณ์ปัญหาเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความขัดแย้งทางปัญญาผ่านสถานการณ์ปัญหาเข้ากับประสบการณ์เดิมที่มีอยู่ จากการอภิปรายการใช้กลุ่มย่อยแบบคละความสามารถ และให้นักเรียนมีปฏิสัมพันธ์ทางสังคมกับเพื่อนนักเรียนหรือครู

2.1 ขั้นทำความเข้าใจปัญหา เป็นขั้นที่นักเรียนรวบรวมข้อมูลและค้นหาข้อเท็จจริงเกี่ยวกับปัญหา ค้นหาสิ่งที่โจทย์ให้หาและเงื่อนไขที่โจทย์กำหนด โดยใช้แนวคิดและวิธีการต่าง ๆ เพื่อทำความเข้าใจปัญหา เช่น การเขียนแผนภาพ เขียนสัญลักษณ์แสดงสถานการณ์ และการแยกส่วนต่าง ๆ ของเงื่อนไข

2.2 ขั้นค้นหายุทธวิธีในการแก้ปัญหาอย่างหลากหลาย เป็นขั้นที่นักเรียนคิดหายุทธวิธีการแก้ปัญหาให้มากที่สุด อาจใช้ยุทธวิธีการแก้ปัญหาที่แปลกใหม่แตกต่างไปจากเดิม หรือต่อยอดจากยุทธวิธีเดิม ยุทธวิธีที่ใช้ในการแก้ปัญหามีหลายวิธี เช่น การวาดแผนภาพหรือรูปภาพ การสร้างตารางหรือกราฟ การคาดเดาและตรวจสอบ การสร้างรายการของสิ่งที่เป็นไปได้ทั้งหมด การทำงานย้อนกลับ การเขียนสมการ และการผสมผสาน

2.3 ขั้นปฏิบัติการแก้ปัญหา เป็นขั้นที่นักเรียนแก้ปัญหาตามยุทธวิธีการแก้ปัญหาที่วางไว้ และถ้ายุทธวิธีการแก้ปัญหานั้นนักเรียนเลือกไว้ไม่สามารถแก้ปัญหาได้ นักเรียนต้องย้อนกลับไปพิจารณาขั้นค้นหายุทธวิธีในการแก้ปัญหาอย่างหลากหลายอีกครั้ง

2.4 ขั้นตรวจสอบการแก้ปัญหาและสรุปคำตอบ เป็นขั้นที่นักเรียนตรวจสอบผลลัพธ์ที่ได้จากการแก้ปัญหาว่าถูกต้องหรือไม่ โดยมองย้อนกลับไปทบทวนและตรวจสอบขั้นตอนต่าง ๆ ที่ผ่านมา โดยพิจารณาความสมเหตุสมผลของคำตอบ และพิจารณาว่าน่าจะมีคำตอบอื่นหรือยุทธวิธีการแก้ปัญหายังอื่นได้อีกหรือไม่ และสรุปคำตอบที่ได้

บทบาทครู

- 1) แบ่งนักเรียนออกเป็นกลุ่ม กลุ่มละ 3-5 คน ความสะดวกสบาย เก่ง ปานกลาง
อ่อน
- 2) ให้นักเรียนฝึกแก้ปัญหาโดยใช้ยุทธวิธีการแก้ปัญหาย่างหลากหลาย
ให้นักเรียนแต่ละคนในกลุ่มช่วยกันเสนอแนวทางการแก้ปัญหา
- 3) ให้เวลานักเรียนได้มีโอกาสใช้ความคิดและไตร่ตรองความคิด
- 4) กำหนดสถานการณ์ที่หลากหลายเพื่อให้นักเรียนเกิดทักษะกระบวนการ
แก้ปัญหาในเรื่องนั้น
- 5) กระตุ้นให้ผู้เรียนอภิปรายแนวคิดที่ใช้ในการแก้ปัญหา และอภิปรายแลกเปลี่ยน
เรียนรู้กับเพื่อน
- 6) สร้างบรรยากาศที่เหมาะสม ให้นักเรียนผ่อนคลายและสภาพแวดล้อม
ที่สนุกสนาน

บทบาทนักเรียน

1) แสดงวิธีการแก้ปัญหาโดยใช้ยุทธวิธีการแก้ปัญหามากมาย และพิจารณาคำตอบที่ได้จากยุทธวิธีการแก้ปัญหามากมาย ว่ามีความถูกต้องเหมาะสมหรือไม่ เพราะเหตุใด

2) แลกเปลี่ยนเรียนรู้กับเพื่อนและครู เมื่อไม่เข้าใจให้ถาม

ขั้นที่ 3 ตรวจสอบความคิดใหม่ (Check) เป็นขั้นตรวจสอบความคิดรวบยอดที่เกิดขึ้นของนักเรียน ซึ่งสามารถทำให้หลายวิธีเช่น ให้นักเรียนอภิปรายแลกเปลี่ยนความคิดเห็น เพื่อตรวจสอบความเข้าใจบทเรียนของนักเรียน การสัมภาษณ์ ซักถามนักเรียนโดยตรง เพื่อค้นหาแบบจำลองความคิดรวบยอดที่ไม่สมบูรณ์ และสร้างแบบจำลองที่สมบูรณ์ขึ้นมาใหม่

บทบาทครู

1) ให้นักเรียนอภิปรายแลกเปลี่ยนความรู้จากสิ่งที่ได้รับจากการทำกิจกรรม เพื่อตรวจสอบความเข้าใจของนักเรียนว่าถูกต้องหรือไม่ โดยครูชี้แจงเพิ่มเติมกรณีที่นักเรียนเข้าใจไม่ถูกต้องหรืออธิบายแสดงความรู้ที่ได้รับไม่สมบูรณ์

2) กระตุ้นให้นักเรียนอธิบายความรู้ที่ได้รับจากการทำกิจกรรม

บทบาทนักเรียน

ร่วมอภิปรายแลกเปลี่ยนความรู้ที่ได้รับจากการทำกิจกรรม

ขั้นที่ 4 ประเมินผลการเรียนรู้ (Assessment) เป็นขั้นที่ผู้สอนให้นักเรียนทบทวนความรู้ใหม่ที่ได้ โดยให้นักเรียนอภิปรายร่วมกัน และนำความรู้ที่ได้ไปใช้แก้ปัญหาในสถานการณ์ต่าง ๆ อย่างหลากหลายทั้งปัญหาที่คุ้นเคยและปัญหาที่แปลกใหม่

บทบาทครู

1) ใช้คำถามเพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนได้พิจารณาความเปลี่ยนแปลงของความรู้ความเข้าใจเดิมกับความรู้ใหม่ที่ได้รับ

2) ให้นักเรียนได้ฝึกการนำความรู้ที่ได้รับไปใช้ในการแก้ปัญหาในสถานการณ์ต่าง ๆ

บทบาทนักเรียน

1) ให้นักเรียนนำแนวคิดหรือความรู้ความเข้าใจที่พัฒนาขึ้นไปใช้แก้ปัญหาในสถานการณ์ต่าง ๆ ที่หลากหลาย

2) ให้ผู้เรียนทบทวนตนเองว่าความเข้าใจได้เปลี่ยนไปจากเดิมหรือไม่อย่างไร เมื่อเปรียบเทียบกับตอนเริ่มต้นบทเรียน

1.5 สร้างรูปแบบการจัดการเรียนรู้ ซึ่งมีองค์ประกอบ 4 องค์ประกอบคือ หลักการ จุดมุ่งหมาย ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้และการวัดและประเมินผล มาเขียนรายละเอียดในแต่ละองค์ประกอบให้สมบูรณ์ชัดเจน โดยมีการจัดเรียงหัวข้อองค์ประกอบตามลำดับ

1.6 จัดทำแบบประเมินความเหมาะสมและความสอดคล้องของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ โดยศึกษารายละเอียดเกี่ยวกับองค์ประกอบต่าง ๆ ของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ ทุกองค์ประกอบ แล้วกำหนดประเด็นและเขียนเป็นข้อคำถามโดยแบบประเมินนั้นแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ ส่วนที่ 1 แบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ และส่วนที่ 2 เป็นแบบปลายเปิด เพื่อให้ผู้เชี่ยวชาญแสดงความคิดเห็นเพิ่มเติมแล้วนำเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาเพื่อตรวจสอบความเหมาะสม และความถูกต้องของภาษาที่ใช้

1.7 ปรับปรุงแก้ไขแบบประเมินตามข้อเสนอแนะของอาจารย์ที่ปรึกษา

2. การประเมินและตรวจสอบคุณภาพของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ก่อนนำไปใช้

ภายหลังจากจัดทำรูปแบบการจัดการเรียนรู้ นำรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่สร้างขึ้นไปหาคุณภาพเพื่อตรวจสอบความเหมาะสมและความสอดคล้อง ดังนี้

2.1 นำรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่สร้างเสร็จเรียบร้อยแล้วนำเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาเพื่อตรวจสอบความถูกต้องของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ แล้วนำมาปรับปรุงแก้ไขตามแนะนำอาจารย์ที่ปรึกษาให้แก้ไขการสะกดคำบางคำ และแก้ไขแบบประเมินความเหมาะสมของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่จะนำไปให้ผู้เชี่ยวชาญประเมิน โดยให้ปรับคำถามให้ชัดเจน ไม่ใช่คำที่คลุมเครือ

2.2 นำรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่ผ่านการแก้ไขจากอาจารย์ที่ปรึกษาให้ผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่านใช้วิธีการเลือกแบบเฉพาะเจาะจง เป็นผู้เชี่ยวชาญในด้านหลักสูตรและการสอน ด้านการวัดและการประเมินผลหรือผู้มีประสบการณ์ด้านการสอนคณิตศาสตร์ที่มีประสบการณ์สอนไม่น้อยกว่า 5 ปี หรือ มีวุฒิการศึกษาระดับคุณวุฒิปบัณฑิตตรวจสอบรูปแบบการจัดการเรียนรู้ โดยใช้แบบประเมินความเหมาะสมของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ เป็นแบบประเมินมาตราส่วนประมาณค่า (Rating scale) 5 ระดับ แล้วเลือกค่าเฉลี่ยตั้งแต่ 3.51 คะแนนขึ้นไป และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานไม่เกิน 1 คะแนน ถือว่ารายการประเมินของรูปแบบการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสม

3. การปรับปรุงรูปแบบการจัดการเรียนรู้ก่อนนำไปทดลองใช้จริง

การปรับปรุงรูปแบบการจัดการเรียนรู้ก่อนนำไปทดลองใช้ พิจารณาจากข้อมูลที่ได้จากการประเมินรูปแบบการจัดการเรียนรู้ จากผู้เชี่ยวชาญนำมาเป็นหลักเกณฑ์ในการปรับปรุงแก้ไข ดังนี้

3.1 นำข้อมูลการตอบของผู้เชี่ยวชาญแต่ละคนมาใช้แบบประเมินมาตราส่วนประมาณค่า (Rating scale) 5 ระดับ โดยใช้เกณฑ์ค่าเฉลี่ยไม่ต่ำกว่า 3.5 คะแนน และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ไม่เกิน 1 คะแนน แต่หากพบว่าข้อใดมีค่าความเหมาะสมและค่าดัชนีสอดคล้องต่ำกว่า 3.5 คะแนน ผู้วิจัยนำข้อเสนอของผู้เชี่ยวชาญมาปรับปรุงต่อไป

3.2 หากมีข้อเสนอแนะอื่น ๆ ของผู้เชี่ยวชาญนอกเหนือจากประเด็นคำถาม ถ้าผู้เชี่ยวชาญตั้งแต่ 3 ท่านขึ้นไปมีความเห็นสอดคล้องกันในประเด็นเดียวกัน ผู้วิจัยเพิ่มเติมไว้ในการจัดการเรียนรู้

โดยผลการประเมินรูปแบบการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวคิดการสร้างความรู้ เพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 พบว่ามีค่าเฉลี่ยของคะแนนความเหมาะสมการประเมินรูปแบบการจัดการเรียนรู้ 4.53 คะแนน และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานตั้งแต่ 0.63 แสดงว่ารูปแบบการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวคิดการสร้างความรู้เพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด (รายละเอียดดังภาคผนวก จ) โดยผู้เชี่ยวชาญแนะนำให้แก้ไขด้านการวัดและประเมินผลการจัดการเรียนรู้ โดยการปรับภาษาให้มีความชัดเจนมากยิ่งขึ้น และให้พิจารณาว่าเวลาที่ใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เพียงพอหรือไม่ เนื่องจากกิจกรรมที่จัดไว้ค่อนข้างมาก หากเวลาในการจัดกิจกรรมไม่เพียงพอควรมีการปรับกิจกรรมให้เหมาะสม

4. การสร้างเครื่องมือในการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวคิดการสร้างความรู้เพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ประกอบด้วย แผนการจัดการเรียนรู้ แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ เรื่องการประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่องการประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

4.1 แผนการจัดการเรียนรู้

เป็นแผนการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบของโรงเรียนระยองวิทยาคม โดยมุ่งเน้นให้นักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ โดยดำเนินการดังนี้

ขั้นเตรียมการ ผู้วิจัยได้สร้างแผนการจัดการเรียนรู้โดยดำเนินการตามขั้นตอน ดังนี้

1) ศึกษาหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ตัวชี้วัด และสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 เพื่อนำมาใช้เป็นแนวทางในการจัดทำแผนการจัดการเรียนรู้

2) นำเนื้อหาเรื่องการประชุมของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 2 โดยใช้เวลาในการดำเนินการทั้งสิ้นจำนวน 16 คาบ (คาบเรียนละ 50 นาที) ผู้วิจัยได้วิเคราะห์เนื้อหาและกำหนดแผนการจัดการเรียนรู้ให้สอดคล้องกับจำนวนชั่วโมง ตัวชี้วัด และเนื้อหาของรายวิชา ได้กำหนดแผนการจัดการเรียนรู้และจำนวนคาบที่ใช้ ดังตารางที่ 3-3

ตารางที่ 3-3 การกำหนดหัวข้อแผนการจัดการเรียนรู้และจำนวนคาบที่ใช้

ชื่อหน่วยการเรียนรู้	แผนการจัดการเรียนรู้	จำนวนคาบ
การประชุมของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว	1. การอ่านวิเคราะห์โจทย์ปัญหาและการวางแผนแก้ปัญหา	2
	2. การแก้โจทย์สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวเกี่ยวกับจำนวน	2
	3. การแก้โจทย์สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวเกี่ยวกับอายุ	1
	4. การแก้โจทย์สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวเกี่ยวกับอัตราส่วน	2
	5. การแก้โจทย์สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวเกี่ยวกับร้อยละ	2
	6. การแก้โจทย์สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวเกี่ยวกับกำไรและขาดทุน	2
	7. การแก้โจทย์สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวเกี่ยวกับความยาวและพื้นที่	1
	8. การแก้โจทย์สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวเกี่ยวกับของผสม	2
	9. การแก้โจทย์สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวเกี่ยวกับอัตราเร็ว	2
	รวม	16

ขั้นจัดทำแผนการจัดการเรียนรู้ ผู้วิจัยได้ดำเนินการจัดทำแผนการจัดการเรียนรู้ โดยแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ ประกอบด้วยองค์ประกอบสำคัญ ดังนี้

1) มาตรฐานการเรียนรู้/ ตัวชี้วัด

2) สารสำคัญ/ ความคิดรวบยอด

3) จุดประสงค์การเรียนรู้

4) สารการเรียนรู้

5) กิจกรรมการเรียนรู้ เป็นขั้นของการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบการจัดการเรียนรู้ ที่ผู้วิจัยสังเคราะห์ขึ้น โดยใช้แนวคิดทฤษฎีการสร้างความรู้และขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดทฤษฎีการสร้างความรู้ของ ไครเวอร์และ โอลด์แฮม และสำนักงานคณะกรรมการการประถมศึกษาแห่งชาติ ประกอบด้วย 4 ขั้นตอน โดยแต่ละขั้นตอนมีรายละเอียด ดังต่อไปนี้

ขั้นที่ 1 การเตรียมความพร้อม (Prepare) เป็นขั้นทบทวนความรู้เดิมของนักเรียนเพื่อให้ นักเรียนสามารถเชื่อมโยงประสบการณ์เดิมกับเรื่องที่จะเรียนเข้าด้วยกัน โดยถ้านักเรียนมีความรู้เดิมไม่เพียงพอ ผู้สอนควรเสริมความรู้โดยยกตัวอย่างเพื่อสร้างความเข้าใจในเนื้อหาให้กับนักเรียน

ขั้นที่ 2 การสร้างองค์ความรู้จากสถานการณ์ปัญหา (Creating knowledge) เป็นขั้นที่นักเรียนสร้างความขัดแย้งทางปัญญาผ่านสถานการณ์ปัญหาที่เข้ากับประสบการณ์ในชีวิตจริง ผ่านการอภิปรายกลุ่มย่อยแบบละความสามารรถ เพื่อให้ นักเรียนมีปฏิสัมพันธ์ทางสังคม เกิดการสร้างความรู้ โดยการนำความรู้ใหม่ไปรวมกับความรู้เดิมในกรณีที่ความรู้ใหม่ไม่แตกต่างกับความรู้เดิมมากนัก หรือปรับความรู้เดิมให้เข้ากับความรู้ใหม่ในกรณีที่ความรู้ใหม่ไม่สัมพันธ์หรือใกล้เคียงกับความรู้เดิม

2.1 ขั้นทำความเข้าใจปัญหา เป็นการรวบรวมข้อมูลและค้นหาข้อเท็จจริงเกี่ยวกับปัญหาค้นหาสิ่งที่โจทย์ให้หาและเงื่อนไขที่โจทย์กำหนด โดยใช้แนวคิดและวิธีการต่าง ๆ เพื่อทำความเข้าใจปัญหา เช่น การเขียนแผนภาพ เขียนสัญลักษณ์แสดงสถานการณ์ และการแยกส่วนต่าง ๆ ของเงื่อนไข

2.2 ขั้นค้นหายุทธวิธีในการแก้ปัญหาอย่างหลากหลาย เป็นการฝึกให้นักเรียนเรียนรู้ยุทธวิธีการแก้ปัญหาหลากหลายวิธี โดยให้นักเรียนคิดหาวิธีแก้ปัญหาให้มากที่สุด อาจใช้ยุทธวิธีการแก้ปัญหาที่แปลกใหม่แตกต่างไปจากเดิม หรือต่อ ยอดจากแนวคิดเดิม ยุทธวิธีที่ใช้ในการแก้ปัญหามีหลายวิธี เช่น การวาดแผนภาพหรือรูปภาพ การสร้างตารางหรือกราฟ การคาดเดา และตรวจสอบ การสร้างรายการของสิ่งที่เป็นไปได้ทั้งหมด การทำงานย้อนกลับ การเขียนสมการและการผสมผสาน เป็นการนำยุทธวิธีต่าง ๆ มาประยุกต์ใช้ เป็นต้น

2.3 ขั้นปฏิบัติการแก้ปัญหา เป็นการลงมือปฏิบัติการแก้ปัญหาตามยุทธวิธีการแก้ปัญหาที่วางไว้ ครูควรสอนหรือแนะนำ ให้นักเรียนใช้ทักษะในการย่อความ และสรุปความ จากสิ่งที่โจทย์กำหนดให้เพื่อนำมาเขียนข้อความแสดงวิธีทำ และถ้ายุทธวิธีการแก้ปัญหาที่เลือกไว้ไม่สามารถแก้ปัญหาได้ ให้ย้อนกลับไปขั้นค้นหายุทธวิธีในการแก้ปัญห่อีกครั้ง

2.4 ขั้นตรวจสอบการแก้ปัญหาและสรุปคำตอบ เป็นการตรวจสอบผลลัพธ์ที่ได้จากการแก้ปัญหาว่าถูกต้องหรือไม่ โดยให้นักเรียนได้มองย้อนกลับไปทบทวนและตรวจสอบขั้นตอนต่าง ๆ ที่ผ่านมา โดยพิจารณาความสมเหตุสมผลของคำตอบ และพิจารณาว่าน่าจะมีคำตอบอื่นหรือยุทธวิธีการแก้ปัญหาลักษณะอื่นได้อีกหรือไม่ หรือเปรียบเทียบคำตอบที่ได้รับกับคำตอบที่ได้จากการแก้ปัญหาโดยใช้ยุทธวิธีอื่น และสรุปคำตอบ

ขั้นที่ 3 ตรวจสอบความคิดใหม่ (Check) เป็นขั้นตรวจสอบความคิดรวบยอดที่เกิดขึ้นของนักเรียน ซึ่งสามารถทำให้หลายวิธีเช่น ให้นักเรียนอภิปรายแลกเปลี่ยนความคิดเห็นเพื่อตรวจสอบความเข้าใจบทเรียนของนักเรียน การสัมภาษณ์ ซักถามนักเรียนโดยตรง เพื่อค้นหาแบบจำลองความคิดรวบยอดที่ไม่สมบูรณ์ และสร้างแบบจำลองที่สมบูรณ์ขึ้นมาใหม่

ขั้นที่ 4 ประเมินผลการเรียนรู้ (Assessment) เป็นขั้นที่นักเรียนมีโอกาสใช้แนวคิดหรือความรู้ความเข้าใจที่พัฒนาขึ้นไปใช้แก้ปัญหาในสถานการณ์ต่าง ๆ อย่างหลากหลายทั้งปัญหาที่คุ้นเคยและปัญหาที่แปลกใหม่ ซึ่งในขั้นนี้ผู้สอนให้นักเรียนทบทวนตนเองว่าความเข้าใจได้เปลี่ยนไปจากเดิมหรือไม่อย่างไร โดยเปรียบเทียบความคิดเมื่อเริ่มต้นบทเรียนกับความคิดเมื่อสิ้นสุดบทเรียนด้วยวิธีต่าง ๆ เช่น การอภิปราย เรียงความ วาดภาพ เป็นต้น

6) สื่อการเรียนรู้/แหล่งการเรียนรู้

7) การวัดผลและประเมินผลการเรียนรู้

8) บันทึกผลการจัดการเรียนรู้

ขั้นตรวจสอบคุณภาพแผนการจัดการเรียนรู้ ผู้วิจัยดำเนินการหาคุณภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ ตามขั้นตอนดังนี้

1) นำแผนการจัดการเรียนรู้ไปเสนออาจารย์ที่ปรึกษาพิจารณาในด้านความเหมาะสมของภาษา ความเหมาะสมของเนื้อหา การลำดับเนื้อหา ความยากง่ายของเนื้อหา ความถูกต้องของเนื้อหา บทบาทของครูและนักเรียนในแต่ละขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้ แล้วนำมาปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษา

2) นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่สร้างขึ้นเสนอผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน ตรวจสอบความเหมาะสมด้านเนื้อหา สารการเรียนรู้ จุดประสงค์การเรียนรู้ และขั้นตอนการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้ โดยผู้เชี่ยวชาญที่เสนอเป็นผู้เชี่ยวชาญด้านหลักสูตรและการสอน ด้านการวัดและประเมินผล หรือผู้มีประสบการณ์ด้านการสอนวิชาคณิตศาสตร์ที่มีประสบการณ์การสอนไม่น้อยกว่า 5 ปี หรือมีวุฒิการศึกษาระดับคุณวุฒิปริญญาตรี ประเมินความเหมาะสมของภาษาที่ใช้ตามแบบประเมินมาตราส่วนประมาณค่า (Rating scale) 5 ระดับ พบว่าผู้เชี่ยวชาญได้ประเมินแผนการจัดการเรียนรู้โดยมีค่าความเหมาะสมตั้งแต่ 4.33 – 4.58 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานตั้งแต่

0.55 – 0.69 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้ ถือว่าแผนการจัดการเรียนรู้ที่สร้างขึ้นเหมาะสมที่จะนำไปใช้ในการจัดการเรียนรู้ จากนั้นผู้วิจัยดำเนินการแก้ไขแผนการจัดการเรียนรู้ตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ ดังนี้

2.1) การเขียนขั้นตอนในการทำกิจกรรมควรมีลำดับขั้นตอนที่ชัดเจน

2.2) ตรวจสอบความถูกต้องของภาษาที่ใช้

3) ผู้วิจัยนำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญจำนวน 1 แผน ไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนระยองวิทยาคม จำนวน 50 คน ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง แต่มีลักษณะใกล้เคียงกับกลุ่มประชากร เพื่อความเหมาะสมของกิจกรรมการเรียนรู้ ด้านระยะเวลา ความสอดคล้องด้านเนื้อหา ความชัดเจนของภาษาที่ใช้ รวมทั้งปัญหาและอุปสรรคต่าง ๆ ผลการทดลองใช้แผนการจัดการเรียนรู้ พบว่า ผู้สอนควรมีหน้าที่กระตุ้นให้ผู้เรียนร่วมกันค้นหาแนวทางการแก้ปัญหาอย่างหลากหลาย ผ่านการอภิปรายแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกันภายในกลุ่ม และในขั้นปฏิบัติการแก้ปัญหาควรเน้นย้ำให้นักเรียนเขียนแสดงวิธีทำอย่างเป็นลำดับขั้นตอน ใช้ภาษาและสัญลักษณ์ในการเขียนให้ถูกต้อง จากนั้นผู้วิจัยนำผลการทดลองมาปรับปรุงแผนการจัดการเรียนรู้ให้มีประสิทธิภาพมากขึ้นเพื่อนำไปใช้ทดลองวิจัยครั้งนี้

4.2 แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์

ผู้วิจัยได้ดำเนินการสร้างตามขั้นตอน ดังต่อไปนี้

1) ศึกษาหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ตัวชี้วัด และสาระการเรียนรู้แกนกลางกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์

2) ศึกษาหลักสูตรคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โรงเรียนระยองวิทยาคม

3) ศึกษาเอกสารที่เกี่ยวกับแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์

4) กำหนดประเด็นในการทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์

5) สร้างแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เป็นแบบอัตนัยจำนวน 3 ข้อ

6) สร้างเกณฑ์การตรวจให้คะแนนแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ โดยการกำหนดสถานการณ์แล้วให้นักเรียนตอบคำถาม โดยแบบทดสอบมีลักษณะของข้อคำถามและเกณฑ์การตรวจให้คะแนน ดังนี้

ตารางที่ 3-4 เกณฑ์การตรวจให้คะแนนพฤติกรรมกรรมการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์

รายการประเมิน	คะแนนเต็ม	ระดับคะแนน	เกณฑ์การพิจารณา
1. ขั้นทำความเข้าใจปัญหา	2	0	นักเรียนไม่สามารถบอกสิ่งที่โจทย์ให้หาและบอกเงื่อนไขที่โจทย์กำหนดได้
		1	นักเรียนบอกสิ่งที่โจทย์ให้หาและบอกเงื่อนไขที่โจทย์กำหนดได้ถูกต้องบางส่วน
		2	นักเรียนบอกสิ่งที่โจทย์ให้หาและบอกเงื่อนไขที่โจทย์กำหนดได้ถูกต้องและครบถ้วน
2. ขั้นค้นหายุทธวิธีในการแก้ปัญหาอย่างหลากหลาย ประกอบด้วย			
2.1 การคิด คล่อง	2	0	นักเรียนไม่แสดงแนวทาง/ วิธีการแก้ปัญหา
		1	นักเรียนแสดงแนวทาง/ วิธีการแก้ปัญหอย่างคร่าว ๆ ได้ 1 แบบ โดยไม่คำนึงถึงความถูกต้องของการแก้ปัญหา
		2	นักเรียนแสดงแนวทาง/ วิธีการแก้ปัญหอย่างคร่าว ๆ ได้ตั้งแต่ 2 แบบขึ้นไป โดยไม่คำนึงถึงความถูกต้องของการแก้ปัญหา
2.2 การคิด ยืดหยุ่น	2	0	นักเรียนไม่แสดงยุทธวิธีการแก้ปัญหา
		1	นักเรียนแสดงยุทธวิธีการแก้ปัญหอย่างคร่าว ๆ ได้ 1 ประเภท โดยไม่คำนึงถึงความถูกต้องของการแก้ปัญหา
		2	นักเรียนแสดงยุทธวิธีการแก้ปัญหอย่างคร่าว ๆ ได้ตั้งแต่ 2 ประเภทขึ้นไป โดยไม่คำนึงถึงความถูกต้องของการแก้ปัญหา
2.3 การคิด ริเริ่ม	2	0	นักเรียนไม่แสดงแนวทาง/ วิธีการแก้ปัญหา หรือนักเรียนแสดงแนวทาง/ วิธีการแก้ปัญหซ้ำกัน 6 คนขึ้นไป
		1	นักเรียนแสดงแนวทาง/ วิธีการแก้ปัญหซ้ำกัน 1-5 คน
		2	นักเรียนแสดงแนวทาง/ วิธีการแก้ปัญหไม่ซ้ำกับใครเลย
3. ขั้นปฏิบัติการแก้ปัญหา	2	0	นักเรียนแสดงวิธีการแก้ปัญหาไม่ถูกต้อง หรือไม่แสดงวิธีการแก้ปัญหา

ตารางที่ 3-4 (ต่อ)

รายการ ประเมิน	คะแนน เต็ม	ระดับ คะแนน	เกณฑ์การพิจารณา
3. ชั้นปฏิบัติ การแก้ปัญหา (ต่อ)		1	นักเรียนแสดงวิธีการแก้ปัญหาได้เป็นลำดับขั้นตอนและ ถูกต้องเป็นบางส่วน
		2	นักเรียนแสดงวิธีการแก้ปัญหาได้เป็นลำดับขั้นตอนและ ถูกต้องทั้งหมด
4. ชั้น ตรวจสอบ การแก้ปัญหา และคำตอบ	2	0	นักเรียนไม่แสดงการตรวจสอบคำตอบและสรุปคำตอบ
		1	นักเรียนแสดงการตรวจสอบคำตอบหรือสรุปคำตอบ ไม่ครบถ้วน
		2	นักเรียนแสดงการตรวจสอบการแก้ปัญหาและสรุป คำตอบได้ถูกต้อง

7) นำแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหอย่างสร้างสรรค์ที่ผู้วิจัย
สร้างขึ้นเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาให้ความคิดเห็นและข้อเสนอแนะในการแก้ไขปรับปรุง

8) นำแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหอย่างสร้างสรรค์ไปให้
ผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน (รายชื่อในภาคผนวก ก) ตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา (IOC) ของสาระ
การเรียนรู้และจุดประสงค์กับพฤติกรรมที่ต้องการวัด ลักษณะคำถาม รวมทั้งการใช้ภาษา พบว่า
แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหอย่างสร้างสรรค์มีค่าความตรงเชิงเนื้อหามีค่าตั้งแต่
0.60 – 1.00 และผู้วิจัยได้ปรับปรุงและแก้ไขแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหอย่างสร้างสรรค์
ตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ โดยให้ปรับคำสั่งให้ชัดเจน ตรวจสอบความถูกต้องของภาษาที่ใช้
และความเหมาะสมของเวลาที่ใช้ในการทำกิจกรรม

9) ปรับปรุงแก้ไขแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหอย่างสร้างสรรค์
ตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญเรียบร้อยแล้ว ไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2
โรงเรียนระยองวิทยาคม จำนวน 50 คนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างจริง เพื่อนำข้อมูลมาหาค่าดัชนี
ค่าความง่าย (P_e) และดัชนีค่าอำนาจจำแนก (D) โดยเทคนิค 25% ของนักเรียนที่เข้าสอบทั้งหมด
โดยคำนวณจากสูตร Whitney and Sabers (1970 อ้างถึงใน ล้วน สายยศและอังคณา สายยศ, 2543,
หน้า 199) คุณภาพของแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหอย่างสร้างสรรค์ ได้ค่า
ความยากง่ายตั้งแต่ 0.56 – 0.71 และค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.13 – 0.41

10) เลือกแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ 2 ข้อที่มีค่าความยากง่ายตั้งแต่ 0.2 – 0.8 และค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.2 ขึ้นไป ได้ข้อสอบที่มีค่าความยากง่าย 0.66 และ 0.56 และค่าอำนาจจำแนก 0.41 และ 0.28 นำคะแนนของแบบทดสอบสองข้อมาหาค่าความเชื่อมั่น โดยใช้วิธีการหาค่าสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาค (Cronbach's α -coefficient) (ยูทธ ไกยวรรณ, 2555, หน้า 469-470) ได้ค่าความเชื่อมั่น .741

11) เมื่อได้ผลการวิเคราะห์คุณภาพแล้ว ได้แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ที่มีคุณภาพไปตามเกณฑ์ที่กำหนดจำนวน 2 ข้อ นำไปใช้วัดผลการเรียนรู้ของกลุ่มตัวอย่าง โดยทำการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนซึ่งใช้ข้อสอบชุดเดียวกัน

4.3 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ซึ่งเป็นแบบปรนัยเลือกตอบมี 4 ตัวเลือก ถูกได้ 1 คะแนน ผิดได้ 0 คะแนน ใช้ประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องการประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว จำนวน 20 ข้อ ใช้เวลาในการสอบ 50 นาที โดยมีขั้นตอนในการพัฒนาเครื่องมือ ดังนี้

1) ศึกษาหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เพื่อกำหนดขอบเขตของเนื้อหาที่จะสร้างแบบทดสอบ

2) สร้างตารางวิเคราะห์แบบทดสอบตามเนื้อหา จุดประสงค์การเรียนรู้ที่สอดคล้องกับจำนวนคาบ จำนวนข้อสอบในเรื่องการประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว โดยออกข้อสอบเป็นจำนวน 1.5 เท่าของจำนวนที่ต้องการใช้ ซึ่งแบบทดสอบที่สร้างขึ้นทั้งหมดเป็นแบบทดสอบวัดพฤติกรรมด้านการนำไปใช้ ดังตารางที่ 3-5

ตารางที่ 3-5 วิเคราะห์เนื้อหา จุดประสงค์การเรียนรู้ กับความสอดคล้องของจำนวนคาบ จำนวนข้อสอบ

เนื้อหา - จุดประสงค์การเรียนรู้	จำนวนคาบที่สอน	จำนวนข้อสอบที่ใช้ทดลอง	ข้อที่ทดลองใช้	จำนวนข้อสอบใช้จริง
1) เรื่องการอ่านวิเคราะห์และ การวางแผนแก้ปัญหา จุดประสงค์การเรียนรู้: นักเรียนสามารถ 1. ระบุสิ่งที่โจทย์ให้หา และเงื่อนไขที่โจทย์กำหนด 2. แก้โจทย์ปัญหาได้ด้วยยุทธวิธีการแก้ปัญหาต่าง ๆ	2	-	-	-

ตารางที่ 3-5 (ต่อ)

เนื้อหา - จุดประสงค์การเรียนรู้	จำนวน คาบ ที่สอน	จำนวน ข้อสอบที่ ใช้ทดลอง	ข้อที่ ทดลอง ใช้	จำนวน ข้อสอบ ใช้จริง
2) เรื่องการแก้โจทย์สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว เกี่ยวกับจำนวน จุดประสงค์การเรียนรู้: นักเรียนสามารถนำสมบัติ ของจำนวน ได้แก่จำนวนคู่ จำนวนคี่ จำนวนตรงข้าม ไปใช้แก้โจทย์ปัญหาสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว เกี่ยวกับจำนวนได้	2	5	1, 2, 3, 4, 5	3
3) เรื่องการแก้โจทย์สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว เกี่ยวกับอายุ จุดประสงค์การเรียนรู้: นักเรียนสามารถแก้โจทย์ ปัญหาสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวเกี่ยวกับอายุโดยใช้ ความสัมพันธ์ของอายุในอดีต ปัจจุบัน อนาคต	1	4	6, 7, 8, 9	2
4) เรื่องการแก้โจทย์สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว เกี่ยวกับอัตราส่วน จุดประสงค์การเรียนรู้: นักเรียนสามารถนำความรู้ เรื่องอัตราส่วนไปใช้แก้โจทย์ปัญหาสมการเชิงเส้น ตัวแปรเดียวเกี่ยวกับชีวิตประจำวัน เช่น การซื้อขาย สินค้า การฝากเงินธนาคาร การวัดและพื้นที่ได้	2	3	10, 11, 12	2
5) เรื่องการแก้โจทย์สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว เกี่ยวกับร้อยละ จุดประสงค์การเรียนรู้: นักเรียนสามารถนำหลักการ เปลี่ยนอัตราส่วนให้อยู่ในรูปร้อยละไปใช้ในการแก้ โจทย์ปัญหาสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวได้	2	3	13, 14, 15	2

ตารางที่ 3-5 (ต่อ)

เนื้อหา - จุดประสงค์การเรียนรู้	จำนวน คาบ ที่สอน	จำนวน ข้อสอบที่ ใช้ทดลอง	ข้อที่ ทดลอง ใช้	จำนวน ข้อสอบ ใช้จริง
6) การแก้ไขข้อสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวเกี่ยวกับ กำไรและขาดทุน จุดประสงค์การเรียนรู้: นักเรียนสามารถนำความรู้ เรื่องร้อยละไปใช้ในการแก้ไขข้อปัญหาสมการ เชิงเส้นตัวแปรเดียวในชีวิตประจำวัน เกี่ยวกับ การซื้อขาย กำไรขาดทุนได้	2	4	16, 17, 18, 19	3
7) การแก้ไขข้อสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวเกี่ยวกับ ความยาวและพื้นที่ จุดประสงค์การเรียนรู้: นักเรียนสามารถนำความรู้ เรื่องการหาพื้นที่รูปเรขาคณิต อัตราส่วนและร้อยละ ไปใช้ในการแก้ไขข้อปัญหาได้	1	4	20, 21, 22, 23	3
8) การแก้ไขข้อสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวเกี่ยวกับ ของผสม จุดประสงค์การเรียนรู้: นักเรียนสามารถนำความรู้ เรื่องร้อยละไปใช้ในการแก้ไขข้อปัญหาสมการ เชิงเส้นตัวแปรเดียวในชีวิตประจำวัน เกี่ยวกับ ของผสมและสัดส่วนได้	2	3	24, 25, 26	2
9) การแก้ไขข้อสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวเกี่ยวกับ อัตราเร็ว จุดประสงค์การเรียนรู้: นักเรียนสามารถนำ ความสัมพันธ์ระหว่างระยะทาง อัตราเร็ว และเวลา ในการแก้ไขข้อปัญหาสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวได้	2	4	27, 28, 29, 30	3
รวม	16	30	30	20

3) นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเรื่องการประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวไปให้อาจารย์ที่ปรึกษาตรวจสอบความถูกต้องของเนื้อหา ความเหมาะสมของเวลา ความสอดคล้องระหว่างเนื้อหากับจุดประสงค์การเรียนรู้ ความชัดเจนของสำนวนภาษา ตลอดจนให้ข้อเสนอแนะในการแก้ไขปรับปรุงแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

4) นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจำนวน 30 ข้อที่ปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะของอาจารย์ที่ปรึกษาเรียบร้อยแล้ว ไปให้ผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน ตรวจสอบความถูกต้องของเนื้อหา ความเหมาะสมของเวลา ความสอดคล้องระหว่างเนื้อหากับจุดประสงค์การเรียนรู้ ความชัดเจนของสำนวนภาษา ตลอดจนให้ข้อเสนอแนะในการแก้ไขปรับปรุงแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา (IOC) ของเนื้อหาและจุดประสงค์การเรียนรู้ ได้ค่าความตรงเชิงเนื้อหา (IOC) ตั้งแต่ 0.20 ถึง 0.82 จากนั้นผู้วิจัยดำเนินการแก้ไขแบบทดสอบตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ ซึ่งสรุปข้อเสนอแนะได้ดังนี้

4.1) สัญลักษณ์ในการพิมพ์คำถามบางข้อคำถามไม่ชัดเจน ควรปรับปรุงให้มีความชัดเจนเพื่อป้องกันความสับสนของนักเรียนเมื่อลงมือทำแบบทดสอบ

4.2) คำถามบางข้อไม่มีคำตอบในตัวเลือกตอบ

5) นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจำนวน 30 ข้อที่ผ่านการพิจารณาจากผู้เชี่ยวชาญแล้ว มาปรับปรุงและแก้ไขตามข้อแนะนำแล้วนำไปทดลองใช้ (Try out) กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนระยองวิทยาคม จำนวน 50 คน ห้องอื่นที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างจริงและมีลักษณะเหมือนกับกลุ่มตัวอย่าง เพื่อหาค่าความเชื่อมั่น (Reliability) ของแบบทดสอบโดยใช้สูตรของคูเดอร์-ริชาร์ดสันสูตร 20 (Kuder-Richardson-20: KR-20) ซึ่งมีเกณฑ์ว่าค่าความเชื่อมั่นต้องมีค่าตั้งแต่ 0.6 ขึ้นไป รวมทั้งหาค่าความยาก (Difficult) และค่าอำนาจจำแนก (Discrimination) ของแบบทดสอบ โดยมีเกณฑ์ว่าค่าความยาก (p) ต้องอยู่ระหว่าง 0.20 – 0.80 และค่าอำนาจจำแนก (D) มีค่า 0.2 ขึ้นไป หากข้อสอบดังกล่าวไม่ได้ตามเกณฑ์ต้องนำมาปรับปรุงแก้ไข ซึ่งผลการวิเคราะห์ของแบบทดสอบที่ได้มีค่าความเชื่อมั่นภายในของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเป็น 0.85 ความยากง่ายตั้งแต่ 0.50 ถึง 0.82 และค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.24 ถึง 0.56

6) นำแบบทดสอบที่มีคุณภาพตามเกณฑ์ที่กำหนดจำนวน 20 ข้อไปใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง โดยนำไปใช้วัดผลการเรียนรู้ก่อนเรียนและหลังเรียนซึ่งใช้แบบทดสอบชุดเดียวกัน

ขั้นตอนที่ 3 การทดลองใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้

ในขั้นตอนนี้เป็นการนำรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่ได้รับการประเมินและปรับปรุง
โครงสร้างแล้วไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยแบ่งการดำเนินการออกเป็น 2
ส่วนคือ การศึกษานำร่อง และการนำไปทดลองใช้จริง ซึ่งมีรายละเอียด ดังต่อไปนี้

1. การศึกษานำร่อง (Pilot study)

ผู้วิจัยได้ทดลองใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2/9 โรงเรียน
ระยองวิทยาคม ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2561 จำนวน 50 คนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างจริง ใช้เวลา 16
คาบ โดยผู้วิจัยเป็นผู้ทดลองทำการสอนด้วยตนเองเพื่อพิจารณาผลการเรียนรู้ ความเหมาะสม
ของเนื้อหา เวลาเรียน กิจกรรมการเรียนรู้ และสื่อ/แหล่งการเรียนรู้ ปัญหาและอุปสรรคที่คาดว่าจะ
เกิดขึ้นตลอดระยะเวลาที่ใช้สอนจากนั้นนำข้อมูลหลังการศึกษานำร่องมาปรับปรุงให้รูปแบบ
การจัดการเรียนรู้ที่เน้นความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา
ปีที่ 2 ให้มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น ผลจากการศึกษา พบว่าโดยภาพรวมสามารถดำเนินการตามแผน
การจัดการเรียนรู้ที่เตรียมไว้ได้เป็นอย่างดีทั้งด้านเนื้อหาสาระ ด้านกระบวนการจัดการเรียนรู้
ซึ่งสามารถนำไปใช้ในการจัดการเรียนรู้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ได้ รวมทั้งหลังจาก
เสร็จสิ้นการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ ผู้วิจัยได้จัดสนทนากลุ่มเพื่อให้นักเรียนได้แสดงความคิดเห็น
และข้อเสนอแนะที่มีต่อรูปแบบการจัดการเรียนรู้ ผลการสนทนากลุ่มพบว่า นักเรียนส่วนใหญ่
พึงพอใจต่อรูปแบบการจัดการเรียนรู้ โดยให้เหตุผลว่าได้ทำกิจกรรมด้วยตนเอง ได้ทำกิจกรรมกลุ่ม
ได้ลงมือทำกิจกรรมเพื่อสร้างความรู้ใหม่ด้วยตนเอง ทำให้เกิดความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาได้เป็น
อย่างดีแต่อุปสรรคเกิดขึ้นบ้างซึ่งผู้วิจัยแบ่งออกเป็น 2 ประเด็น ดังนี้

ประเด็นที่ 1 ด้านเวลาในการดำเนินกิจกรรมการจัดการเรียนรู้ในแต่ละชั้น พบว่า นักเรียน
ต้องใช้เวลาในการค้นหาวิธีการแก้ปัญหาอย่างหลากหลายมาก ซึ่งผู้วิจัยแก้ปัญหา
โดยการปรับใบกิจกรรมและใบงานให้เหมาะสมกับเวลา ซึ่งพบว่า นักเรียนสามารถทำใบกิจกรรม
และใบงานได้ทันตามเวลาที่กำหนด

ประเด็นที่ 2 ด้านการแสดงวิธีการแก้ปัญหาอย่างหลากหลาย พบว่า นักเรียนแสดงวิธี
การแก้ปัญหาได้น้อยแนวทาง และไม่สร้างสรรค์ ซึ่งผู้วิจัยแก้ปัญหาโดยกระตุ้นและชี้แนะ
ให้นักเรียนทดลองหาแนวทางในการแก้ปัญหาแบบต่าง ๆ ให้ผู้เรียนได้ศึกษาแนวทางการแก้ปัญหา
จากการนำเสนอของเพื่อนในห้อง ซึ่งพบว่านักเรียนสามารถแสดงแนวทางในการแก้ปัญหา
ได้มากขึ้นและหลากหลายวิธี

2. นำไปทดลองใช้จริง

ขั้นตอนที่ผู้วิจัยได้นำรูปแบบการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวคิดการสร้างความรู้ เพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้ปรับปรุงตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญและจากผลการศึกษานำร่องไปใช้จริง โดยมีการดำเนินการ ดังนี้

ขั้นที่ 1 กำหนดประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

การกำหนดประชากร

การศึกษาผลของการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวคิดการสร้างความรู้ เพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ผู้วิจัยกำหนดให้ประชากรเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2/9 และ 2/10 โรงเรียนระยองวิทยาคม ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2561 จำนวน 100 คน จำนวน 2 ห้องเรียน

การเลือกกลุ่มตัวอย่าง

นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2/10 โรงเรียนระยองวิทยาคม ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2561 จำนวน 1 ห้องเรียน เป็นกลุ่มทดลองจำนวน 50 คน ซึ่งได้มาจากการสุ่มแบบเจาะจง

ข้อจำกัดของการวิจัยที่ทำให้ผู้วิจัยไม่สามารถเลือกสุ่มกลุ่มตัวอย่างจากนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 16 ห้องเรียนได้ เนื่องจากผู้วิจัยได้รับมอบหมายให้ทำการจัดการเรียนรู้ นักเรียน 2 ห้องเรียน

ขั้นที่ 2 การดำเนินการทดลองโดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้

การทดลองใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้น เป็นการทดลองแบบกลุ่มเดียว วัดผลก่อนและหลังการทดลอง (One-group pretest-posttest design) (Johnson & Christensen, 2014, p. 334) ซึ่งมีแบบแผนดังนี้

		O_1	X	O_2
เมื่อ	O_1	คือการวัดผลก่อนการทดลอง		
	O_2	คือการวัดผลหลังการทดลอง		
	X	คือตัวแปรที่จัดกระทำ (การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดการสร้างความรู้)		

ขั้นตอนการดำเนินการทดลองใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้มีดังนี้

1. นำหนังสือจากคณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา เพื่อขออนุญาตทำการวิจัยและเก็บข้อมูลในโรงเรียนระยองวิทยาคม
2. ทดสอบก่อนเรียน (Pretest) โดยใช้แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์กับกลุ่มตัวอย่าง

3. ผู้วิจัยดำเนินการทดลองตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่สร้างขึ้นตามรูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดการสร้างความรู้เพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ทดลองสอนกับกลุ่มตัวอย่าง ระยะเวลาในการสอน 16 คาบ คาบละ 50 นาที ตั้งแต่วันที่ 8 มกราคม พ.ศ. 2562 ถึงวันที่ 15 มกราคม พ.ศ. 2562 การดำเนินการจัดการเรียนรู้ประกอบด้วย 9 แผนการจัดการเรียนรู้ ดังนี้

แผนที่ 1 การอ่านวิเคราะห์โจทย์ปัญหาและการวางแผนแก้ปัญหา	คาบที่ 1-2
แผนที่ 2 การแก้โจทย์สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวเกี่ยวกับจำนวน	คาบที่ 3-4
แผนที่ 3 การแก้โจทย์สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวเกี่ยวกับอายุ	คาบที่ 5
แผนที่ 4 การแก้โจทย์สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวเกี่ยวกับอัตราส่วน	คาบที่ 6-7
แผนที่ 5 การแก้โจทย์สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวเกี่ยวกับร้อยละ	คาบที่ 8-9
แผนที่ 6 การแก้โจทย์สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวเกี่ยวกับกำไรและขาดทุน	คาบที่ 10-11
แผนที่ 7 การแก้โจทย์สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวเกี่ยวกับความยาวและพื้นที่	คาบที่ 12
แผนที่ 8 การแก้โจทย์สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวเกี่ยวกับของผสม	คาบที่ 13-14
แผนที่ 9 การแก้โจทย์สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวเกี่ยวกับอัตราเร็ว	คาบที่ 15-16

4. เมื่อเสร็จสิ้นการทดลองแล้ว ทำการทดสอบหลังเรียน (Posttest) โดยใช้แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ชุดเดิม

5. ตรวจสอบผลสอบแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์

6. เครื่องมือที่ใช้ในการทดลองเพื่อประเมินผลการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ มีดังนี้

6.1 แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์

6.2 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์

3. สถิติที่ใช้ในการวิจัย

3.1 สถิติที่ใช้ทดสอบคุณภาพของเครื่องมือ

3.1.1 หากคุณภาพรูปแบบการจัดการเรียนรู้และแผนการจัดการเรียนรู้ โดยใช้แบบประเมินประมาณค่า (Rating scale) 5 ระดับ โดยกำหนดน้ำหนักคะแนน ตามวิธีของลิเคิร์ต (Likert) ดังนี้ (Likert, 1967, pp. 91-92)

ระดับคะแนน	ความคิดเห็น
5	เห็นด้วยอย่างยิ่ง (Strongly approve)
4	เห็นด้วย (Approve)

- 3 ไม่แน่ใจ (Undecided)
 2 ไม่เห็นด้วย (Disapprove)
 1 ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง (Strongly disapprove)

3.1.2 หากความตรงเชิงเนื้อหาของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน กับจุดประสงค์การเรียนรู้ จะวิเคราะห์หาค่าดัชนีความสอดคล้อง (Index of consistency: IOC) ตามสูตรของ โรวินลลีและแฮมเบิลตัน (Rowinelli & Hambleton, 1977 อ้างถึงใน ล้วน สายยศและ อังคณา สายยศ, 2543, หน้า 249) ดังนี้

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

- เมื่อ IOC คือ ดัชนีความสอดคล้อง
 $\sum R$ คือ ผลรวมของการพิจารณาของผู้เชี่ยวชาญ
 N คือ จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

3.1.3 หากคุณภาพของแบบทดสอบ วิเคราะห์ค่าความยากของข้อสอบ (The item's difficulty index: p) และค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบ (Discrimination index: D) (Kubiszyn & Borich, 2009, pp. 228-230) ดังนี้

$$p = \frac{\text{จำนวนนักเรียนที่ตอบถูก}}{\text{จำนวนนักเรียนที่ตอบทั้งหมด}}$$

$$D = \frac{\text{จำนวนนักเรียนในกลุ่มสูงที่ตอบถูก} - \text{จำนวนนักเรียนในกลุ่มต่ำที่ตอบถูก}}{\text{จำนวนนักเรียนทั้งหมดในกลุ่มสูง}}$$

3.1.4 หาค่าความเชื่อมั่นภายในของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยใช้วิธีคูเดอร์-ริชาร์ดสัน (Kuder-Richardson method) สูตร KR-20 ดังนี้ (Ary, Jacobs, Razavieh, & Sorensen, 2006, p. 263)

$$KR-20 \text{ หรือ } r_{xx} = \frac{K}{K-1} \left[\frac{s_x^2 - \sum pq}{s_x^2} \right]$$

เมื่อ r_{xx} คือ ค่าความเชื่อมั่นของข้อสอบทั้งฉบับ
 K คือ จำนวนข้อคำถามทั้งฉบับ
 p คือ สัดส่วนของผู้ตอบถูกในข้อหนึ่งๆ
 (R/N เมื่อ R คือจำนวนผู้ตอบถูกในข้อนั้น และ N แทนจำนวนผู้ตอบถูก)
 q คือ สัดส่วนของผู้ที่ทำผิดในข้อหนึ่งๆ
 s_x^2 คือ ค่าความแปรปรวนของคะแนนข้อสอบทั้งฉบับ เมื่อ s แทน
 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

3.1.5 หาค่าความเชื่อมั่นภายในของแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา
 อย่างสร้างสรรค์ โดยใช้วิธีการหาค่าสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาค (Cronbach's
 α -coefficient) (Ary et al., 2006, p. 264)

$$\alpha = \left(\frac{K}{K-1} \right) \left(\frac{s_x^2 - \sum S_i^2}{s_x^2} \right)$$

เมื่อ α คือ สัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่น
 K คือ จำนวนข้อสอบ
 $\sum S_i^2$ คือ ผลรวมของความแปรปรวนข้อสอบ
 s_x^2 คือ ความแปรปรวนของคะแนนสอบทั้งฉบับ

3.1.6 หาค่าดัชนีค่าความยาก (P_E) และดัชนีค่าอำนาจจำแนก (D)
 ของแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาย่างสร้างสรรค์ โดยเทคนิค 25% ของนักเรียน
 ที่เข้าสอบทั้งหมด โดยคำนวณจากสูตร Whitney and Sabers (1970 อ้างถึงใน ล้วน สายยศและ
 อังคณา สายยศ, 2543, หน้า 199)

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

เมื่อ P_E คือ ค่าดัชนีค่าความยาก
 D คือ ดัชนีค่าอำนาจจำแนก
 S_U คือ ผลรวมของคะแนนกลุ่มเก่ง
 S_L คือ ผลรวมของคะแนนกลุ่มอ่อน

N คือ จำนวนผู้เข้าสอบของกลุ่มเก่งหรือกลุ่มอ่อน

X_{\max} คือ คะแนนที่นักเรียนทำได้สูงสุด

X_{\min} คือ คะแนนที่นักเรียนทำได้ต่ำสุด

3.2 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

3.2.1 สถิติพื้นฐาน

3.2.1.1 หาค่าเฉลี่ยเลขคณิต โดยใช้สูตรดังนี้ (Spiegel & Stephens, 2018, p. 62)

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n}$$

เมื่อ \bar{x} คือ ค่าเฉลี่ยของข้อมูล

$\sum x_i$ คือ ผลรวมของข้อมูลทั้งหมด

n คือ จำนวนข้อมูลทั้งหมด

3.2.1.2 หาค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) ของข้อมูลที่มีจำนวนมากกว่า 30
ค่าใช้สูตร (Spiegel & Stephens, 2018, p. 96) ดังนี้

$$SD = \sqrt{\frac{\sum_{j=1}^N (x_j - \bar{x})^2}{n}}$$

เมื่อ SD คือ ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน

x_j คือ ข้อมูลตัวที่ j

\bar{x} คือ ค่าเฉลี่ยของข้อมูลทั้งหมด

n คือ จำนวนข้อมูลทั้งหมด

3.2.1.3 หาค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของการวัด (Standard error of measurement, SE) โดยใช้สูตร (Coolidge, 2013, p. 240-241) ดังนี้

$$SE = \frac{SD}{\sqrt{n}}$$

เมื่อ SE คือ ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของการวัด

SD คือ ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน

n คือ จำนวนข้อมูลทั้งหมด

3.2.2 สถิติที่ใช้ทดสอบสมมติฐาน

3.2.2.1 การเปรียบเทียบคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ก่อนและหลังการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ โดยใช้วิธีการทางสถิติ t-test แบบ Dependent one sample t-test โดยผู้วิจัยกำหนดนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ดังนี้ (Coolidge, 2013, p. 254)

$$t = \frac{\bar{x}_2 - \bar{x}_1}{\sqrt{\frac{\sum D^2 - \frac{(\sum D)^2}{n}}{n(n-1)}}$$

เมื่อ \bar{x}_1 คือ คะแนนสอบก่อนเรียนเฉลี่ย

\bar{x}_2 คือ คะแนนสอบหลังเรียนเฉลี่ย

$\sum D^2$ คือ ผลรวมทั้งหมดของผลต่างระหว่างคะแนนสอบก่อนเรียน

และคะแนนสอบหลังเรียนแต่ละคู่ยกกำลังสอง

$(\sum D)^2$ คือ กำลังสองของผลรวมทั้งหมดของผลต่างระหว่างคะแนน

สอบก่อนเรียนและคะแนนสอบหลังเรียน

n คือ จำนวนคู่ของคะแนน

3.2.2.2 การเปรียบเทียบคะแนนแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ โดยเปรียบเทียบคะแนนหลังการทดลองสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด 80% และแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังการทดลองสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด 80% โดยไม่ทราบความแปรปรวนของประชากรและข้อมูลมีค่ามากกว่า 30 ค่า ใช้สถิติทดสอบ t-test one group โดยผู้วิจัยกำหนดนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ดังนี้ (Triola, 2014, p. 405)

$$t = \frac{\bar{x} - \mu}{\frac{s}{\sqrt{n}}}$$

เมื่อ μ คือ เกณฑ์ 80% ของคะแนนเฉลี่ยของกลุ่มประชากรที่ตั้งขึ้น

\bar{x} คือ ค่าเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่าง

- s คือ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของกลุ่มตัวอย่าง
n คือ จำนวนคะแนนในแต่ละกลุ่มตัวอย่าง

3.2.2.3 การประเมินขนาดของผล (Effect size) โดยวิเคราะห์ผลต่างของคะแนนการทดสอบก่อนและหลังเรียนด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นของกลุ่มตัวอย่างจริง (Coolidge, 2013, p. 258) ดังนี้

$$r = \sqrt{\frac{t^2}{t^2 + df}}$$

- เมื่อ r คือ ขนาดของผล (Effect size)
t คือ ค่า t-test แบบ Dependent one sample t-test
n คือ จำนวนกลุ่มตัวอย่าง
df คือ องศาอิสระ (Degree of freedom)
ซึ่งมีค่าเท่ากับ $n - 1$

เกณฑ์การแปลความหมายค่าขนาดของผล (Effect size) (Coolidge, 2013, p. 236) ดังนี้

- | | | |
|---------------------|---------|--------------------|
| ค่า r อย่างต่ำ .100 | หมายถึง | มีขนาดของผลน้อย |
| ค่า r อย่างต่ำ .243 | หมายถึง | มีขนาดของผลปานกลาง |
| ค่า r อย่างต่ำ .371 | หมายถึง | มีขนาดของผลมาก |

3.2.2.4 ช่วงความเชื่อมั่น (Confidence intervals) โดยประมาณค่าความคลาดเคลื่อนทั้งหมดของข้อมูล ถ้าช่วงความเชื่อมั่นกว้างแสดงว่าตัวจัดกระทำมีผลน้อย เนื่องจากในการวิจัยครั้งนี้กำหนด แอลฟาที่ .05 จึงกำหนดค่าความเชื่อมั่นที่ 95% (Coolidge, 2013, pp. 238-239) ดังนี้

$$95\%CI = M \pm (z \cdot SE) = M$$

- เมื่อ CI คือ ช่วงความเชื่อมั่น (Confidence intervals)
M คือ ค่าเฉลี่ยของการกระจายของค่าเฉลี่ย
z คือ ค่าคะแนน z ของช่วงความความเชื่อมั่นที่สนใจ
SE คือ ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของการวัด

ขั้นตอนที่ 4 การประเมินผลและปรับปรุงแก้ไขรูปแบบการจัดการเรียนรู้

จากการทดลองใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น ผู้วิจัยนำผลจากการทดลองมาวิเคราะห์เพื่อประเมินผลและปรับปรุงรูปแบบการจัดการเรียนรู้เพื่อให้เกิดความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น ดังนี้

1. ผู้วิจัยนำข้อมูลที่ได้อาจจากการทดลองใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ ข้อมูลจากการสังเกตและแบบบันทึกหลังการจัดการเรียนรู้ มาใช้ในการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ให้มีความสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น ซึ่งสามารถสรุปประเด็นการปรับปรุงรูปแบบการจัดการเรียนรู้ ได้ดังนี้

1.1 เพิ่มคำอธิบายการจัดการเรียนรู้ในแต่ละขั้นเพื่อให้เห็นแนวทางดำเนินการในแต่ละขั้น

ขั้นที่ 1 การเตรียมความพร้อม (Prepare) เป็นขั้นที่ผู้สอนทบทวนความรู้เดิมของนักเรียน โดยให้นักเรียนเชื่อมโยงประสบการณ์เดิมกับเรื่องที่จะเรียนใหม่เข้าด้วยกัน โดยถ้านักเรียนมีความรู้เดิมไม่เพียงพอ ผู้สอนควรเสริมความรู้โดยยกตัวอย่างเพื่อสร้างความเข้าใจในเนื้อหาให้กับนักเรียน

ขั้นที่ 2 การสร้างองค์ความรู้จากสถานการณ์ปัญหา (Creating knowledge) เป็นขั้นที่ผู้สอนจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้สถานการณ์ปัญหาเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความขัดแย้งทางปัญญาผ่านสถานการณ์ปัญหาเข้ากับประสบการณ์เดิมที่มีอยู่ จากการอภิปรายการใช้กลุ่มย่อยแบบคละความสามารถ และให้นักเรียนมีปฏิสัมพันธ์ทางสังคมกับเพื่อนนักเรียนหรือผู้สอน

ขั้นที่ 3 ตรวจสอบความคิดใหม่ (Check) เป็นขั้นที่ผู้สอนตรวจสอบความรู้ที่เกิดขึ้นกับนักเรียน โดยการให้นักเรียนอภิปรายแลกเปลี่ยนความคิดเห็น การซักถามนักเรียนโดยตรง จากนั้นผู้สอนให้คำชี้แนะเพิ่มเติมกรณีที่นักเรียนเข้าใจไม่ถูกต้องหรือความรู้ที่ได้รับไม่สมบูรณ์

ขั้นที่ 4 ประเมินผลการเรียนรู้ (Assessment) เป็นขั้นที่ผู้สอนให้นักเรียนทบทวนความรู้ใหม่ที่ได้ โดยให้นักเรียนอภิปรายร่วมกัน และนำความรู้ที่ได้ไปใช้แก้ปัญหาในสถานการณ์ต่าง ๆ อย่างหลากหลายทั้งปัญหาที่คุ้นเคยและปัญหาที่แปลกใหม่

1.2 ปรับเวลาในการทำกิจกรรมในขั้นที่ 2 การสร้างองค์ความรู้จากสถานการณ์ปัญหาเพิ่มขึ้น เนื่องจากผู้เรียนต้องใช้ระยะเวลาในการคิดแก้ปัญหาค่อนข้างมาก

2. จัดทำเอกสารรูปแบบการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวคิดการสร้างความรู้เพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ฉบับสมบูรณ์ เพื่อช่วยให้ผู้สนใจนำมาใช้ในการจัดการเรียนรู้ได้อย่างถูกต้องเหมาะสมตรงตามวัตถุประสงค์ของรูปแบบ ซึ่งรูปแบบการจัดการเรียนรู้ฉบับสมบูรณ์ปรากฏอยู่ในบทที่ 4 ของผลการวิจัย

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ในการศึกษาการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวคิดการสร้างความรู้ เพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวคิดการสร้างความรู้ เพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 และเพื่อศึกษาผลการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวคิดการสร้างความรู้เพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ผู้วิจัยนำเสนอผลการวิเคราะห์เป็น 2 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 ผลการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวคิดการสร้างความรู้ เพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

ตอนที่ 2 ผลการประเมินประสิทธิผลของรูปแบบการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวคิดการสร้างความรู้เพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

ตอนที่ 1 ผลการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวคิดการสร้างความรู้เพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

ผลการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวคิดการสร้างความรู้ เพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หลังจากการประเมินผลของผู้เชี่ยวชาญ พบว่า รูปแบบการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด โดยมีค่าเฉลี่ย 4.53 คะแนน และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.63 และหลังจากการนำรูปแบบการจัดการเรียนรู้ไปทดลองใช้แล้ว ผู้วิจัยพบว่ามีบางประเด็นที่ต้องปรับปรุงในส่วนของขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ ซึ่งหลังจากปรับแก้ไขแล้ว สรุปได้ว่ารูปแบบการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวคิดการสร้างความรู้เพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 มีองค์ประกอบ 4 ประการ ประกอบด้วย 1) หลักการ 2) จุดมุ่งหมาย 3) ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ 4) การวัดและประเมินผล ซึ่งองค์ประกอบของรูปแบบการจัดการเรียนรู้มีรายละเอียด ดังนี้

1. หลักการ

1.1 การให้นักเรียนมีบทบาทสำคัญในการสร้างความรู้ด้วยตนเองผ่านกระบวนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ผู้สอนได้ออกแบบขึ้น โดยผู้สอนทำหน้าที่จัดประสบการณ์ และเตรียมสื่อการเรียนรู้ที่เหมาะสมให้กับนักเรียน

1.2 การส่งเสริมให้นักเรียนมีปฏิสัมพันธ์ร่วมกับผู้อื่น ได้แลกเปลี่ยนความคิดเห็น ในความรู้ที่ค้นพบจากการทำกิจกรรม

1.3 การส่งเสริมให้นักเรียนคิดหาวิธีการในการแก้ปัญหาอย่างหลากหลาย โดยดำเนินการตามขั้นตอนการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์

2. จุดมุ่งหมาย

2.1 เพื่อให้นักเรียนได้มีโอกาสศึกษา ค้นคว้า ลงมือปฏิบัติค้นหาความรู้ด้วยตนเอง

2.2 เพื่อให้นักเรียนมีโอกาสได้นำเสนอและแลกเปลี่ยนแนวความคิดของตนเอง กับผู้อื่น

2.3 เพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์

2.4 เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์

3. ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้

ขั้นที่ 1 การเตรียมความพร้อม (Prepare) เป็นขั้นที่ผู้สอนทบทวนความรู้เดิมของนักเรียน โดยให้นักเรียนเชื่อมโยงประสบการณ์เดิมกับเรื่องที่จะเรียนใหม่เข้าด้วยกัน โดยถ้านักเรียนมีความรู้เดิมไม่เพียงพอ ผู้สอนควรเสริมความรู้โดยยกตัวอย่างเพื่อสร้างความเข้าใจในเนื้อหาให้กับนักเรียน

บทบาทครู

1. ใช้คำถามเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนเชื่อมโยงความรู้จากประสบการณ์เดิมที่นักเรียนเคยเรียนมาแล้ว และเกี่ยวข้องหรือสัมพันธ์กับสิ่งที่นักเรียนจะเรียนรู้ใหม่
2. อธิบายเสริมความรู้พื้นฐานที่จำเป็นต้องใช้ในเรื่องนั้นก่อนเรียน กรณีที่ผู้เรียนมีพื้นฐานความรู้เดิมไม่เพียงพอ

บทบาทนักเรียน

1. จัดลำดับความคิดของตนเองเพื่อเชื่อมโยงความรู้จากประสบการณ์เดิมที่นักเรียนเคยเรียนมาแล้ว กับสิ่งที่นักเรียนจะเรียนรู้ใหม่
2. วิเคราะห์ หาดังประกอบที่เหมือนหรือคล้ายคลึง เพื่อไปสัมพันธ์กับสิ่งที่เรียนรู้ใหม่
3. แลกเปลี่ยนเรียนรู้กับเพื่อนและครู เมื่อไม่เข้าใจให้ถาม

ขั้นที่ 2 การสร้างองค์ความรู้จากสถานการณ์ปัญหา (Creating knowledge) เป็นขั้นที่ผู้สอนจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้สถานการณ์ปัญหาเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความขัดแย้งทางปัญญาผ่านสถานการณ์ปัญหาเข้ากับประสบการณ์เดิมที่มีอยู่ จากการอภิปรายการใช้กลุ่มย่อยแบบคละความสามารถ และให้นักเรียนมีปฏิสัมพันธ์ทางสังคมกับเพื่อนนักเรียนหรือผู้สอน

2.1 ขั้นทำความเข้าใจปัญหา เป็นขั้นที่นักเรียนรวบรวมข้อมูลและค้นหาข้อเท็จจริงเกี่ยวกับปัญหา ค้นหาสิ่งที่โจทย์ให้หาและเงื่อนไขที่โจทย์กำหนด โดยใช้แนวคิดและวิธีการต่าง ๆ เพื่อทำความเข้าใจปัญหา เช่น การเขียนแผนภาพ เขียนสัญลักษณ์แสดงสถานการณ์ และการแยกส่วนต่าง ๆ ของเงื่อนไข

2.2 ขั้นค้นหายุทธวิธีในการแก้ปัญหาอย่างหลากหลาย เป็นขั้นที่นักเรียนคิดหายุทธวิธีการแก้ปัญหาให้มากที่สุด อาจใช้ยุทธวิธีการแก้ปัญหาที่แปลกใหม่แตกต่างไปจากเดิม หรือต่อยอดจากยุทธวิธีเดิม ยุทธวิธีที่ใช้ในการแก้ปัญหามีหลายวิธี เช่น การวาดแผนภาพหรือรูปภาพ การสร้างตารางหรือกราฟ การคาดเดาและตรวจสอบ การสร้างรายการของสิ่งที่เป็นไปได้ทั้งหมด การทำงานย้อนกลับ การเขียนสมการ และการผสมผสาน

2.3 ขั้นปฏิบัติการแก้ปัญหา เป็นขั้นที่นักเรียนแก้ปัญหตามยุทธวิธีการแก้ปัญหาที่วางไว้ และถ้ายุทธวิธีการแก้ปัญหานั้นนักเรียนเลือกไว้ไม่สามารถแก้ปัญหาได้ นักเรียนต้องย้อนกลับไปพิจารณาขั้นค้นหายุทธวิธีในการแก้ปัญหาอย่างหลากหลายอีกครั้ง

2.4 ขั้นตรวจสอบการแก้ปัญหาและสรุปคำตอบ เป็นขั้นที่นักเรียนตรวจสอบผลลัพธ์ที่ได้จากการแก้ปัญหว่าถูกต้องหรือไม่ โดยมองย้อนกลับไปทบทวนและตรวจสอบขั้นตอนต่าง ๆ ที่ผ่านมา โดยพิจารณาความสมเหตุสมผลของคำตอบ และพิจารณาว่าน่าจะมีคำตอบอื่นหรือยุทธวิธีการแก้ปัญหาย่างอื่นได้อีกหรือไม่ และสรุปคำตอบที่ได้

บทบาทครู

- 1) แบ่งนักเรียนออกเป็นกลุ่ม กลุ่มละ 3-5 คน คละความสามารถ เก่ง ปานกลาง อ่อน
- 2) ให้นักเรียนฝึกแก้ปัญหาโดยใช้ยุทธวิธีการแก้ปัญหาย่างหลากหลาย ให้นักเรียนแต่ละคนในกลุ่มช่วยกันเสนอแนวทางการแก้ปัญหา
- 3) ให้เวลานักเรียนได้มีโอกาสใช้ความคิดและไตร่ตรองความคิด
- 4) กำหนดสถานการณ์ที่หลากหลายเพื่อให้นักเรียนเกิดทักษะกระบวนการแก้ปัญหาในเรื่องนั้น
- 5) กระตุ้นให้ผู้เรียนอภิปรายแนวคิดที่ใช้ในการแก้ปัญหา และอภิปรายแลกเปลี่ยนเรียนรู้กับเพื่อน
- 6) สร้างบรรยากาศที่เหมาะสม ให้นักเรียนผ่อนคลายและสภาพแวดล้อมที่สนุกสนาน

บทบาทนักเรียน

- 1) แสดงวิธีการแก้ปัญหาโดยใช้ยุทธวิธีการแก้ปัญหาอย่างหลากหลาย และพิจารณาคำตอบที่ได้จากยุทธวิธีการแก้ปัญหาแบบต่าง ๆ ว่ามีความถูกต้องเหมาะสมหรือไม่ เพราะเหตุใด
- 2) แลกเปลี่ยนเรียนรู้กับเพื่อนและครู เมื่อไม่เข้าใจให้ถาม

ขั้นที่ 3 ตรวจสอบความคิดใหม่ (Check) เป็นขั้นที่ผู้สอนตรวจสอบความรู้ที่เกิดขึ้นกับนักเรียน โดยการให้นักเรียนอภิปรายแลกเปลี่ยนความคิดเห็น การซักถามนักเรียนโดยตรง จากนั้นผู้สอนให้คำชี้แนะเพิ่มเติมกรณีที่นักเรียนเข้าใจไม่ถูกต้องหรือความรู้ที่ได้รับไม่สมบูรณ์

บทบาทครู

- 1) ให้นักเรียนอภิปรายแลกเปลี่ยนความรู้จากสิ่งที่ได้รับจากการทำกิจกรรม เพื่อตรวจสอบความเข้าใจของนักเรียนว่าถูกต้องหรือไม่ โดยครูชี้แจงเพิ่มเติมกรณีที่นักเรียนเข้าใจไม่ถูกต้องหรืออธิบายแสดงความรู้ที่ได้รับไม่สมบูรณ์
- 2) กระตุ้นให้นักเรียนอธิบายความรู้ที่ได้รับจากการทำกิจกรรม

บทบาทนักเรียน

ร่วมอภิปรายแลกเปลี่ยนความรู้ที่ได้รับจากการทำกิจกรรม

ขั้นที่ 4 ประเมินผลการเรียนรู้ (Assessment) เป็นขั้นที่ผู้สอนให้นักเรียนทบทวนความรู้ใหม่ที่ได้ โดยให้นักเรียนอภิปรายร่วมกัน และนำความรู้ที่ได้ไปใช้แก้ปัญหาในสถานการณ์ต่าง ๆ อย่างหลากหลายทั้งปัญหาที่คุ้นเคยและปัญหาที่แปลกใหม่

บทบาทครู

- 1) ใช้คำถามเพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนได้พิจารณาความเปลี่ยนแปลงของความรู้ความเข้าใจเดิมกับความรู้ใหม่ที่ได้รับ
- 2) ให้นักเรียนได้ฝึกการนำความรู้ที่ได้รับไปใช้ในการแก้ปัญหาในสถานการณ์ต่าง ๆ

บทบาทนักเรียน

- 1) ให้นักเรียนนำแนวคิดหรือความรู้ความเข้าใจที่พัฒนาขึ้นไปใช้แก้ปัญหาในสถานการณ์ต่าง ๆ ที่หลากหลาย

2) ให้ผู้เรียนทบทวนตนเองว่าความเข้าใจได้เปลี่ยนไปจากเดิมหรือไม่อย่างไร เมื่อเปรียบเทียบกับตอนเริ่มต้นบทเรียน

4. การวัดและประเมินผล

การวัดและประเมินผลการเรียนรู้ดำเนินการ ดังนี้

4.1 วัดและประเมินผลความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ก่อนการดำเนินการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ของนักเรียนกลุ่มทดลอง ด้วยแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

4.2 วัดและประเมินผลด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนการดำเนินการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ของนักเรียนกลุ่มทดลอง ด้วยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

4.3 วัดและประเมินผลความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์หลังการดำเนินการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ของนักเรียนกลุ่มทดลอง ด้วยแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ฉบับเดียวกับที่ใช้วัดและประเมินผลก่อนการดำเนินการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้

4.4 วัดและประเมินผลด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังการดำเนินการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ของนักเรียนกลุ่มทดลอง ด้วยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ฉบับเดียวกับที่ใช้วัดและประเมินผลก่อนการดำเนินการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้

ตอนที่ 2 ผลการประเมินประสิทธิผลของรูปแบบการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวคิดการสร้างความรู้เพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

การประเมินประสิทธิผลของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้น ประกอบด้วยข้อมูล 2 ด้าน ได้แก่ 1) ด้านความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ และ 2) ด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ดังนี้

2.1 การประเมินผลประสิทธิผลของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ด้านความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์

2.1.1 ผลจากการวิเคราะห์ความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ โดยใช้ข้อสอบแบบอัตนัย จำนวน 2 ข้อ คะแนนเต็มข้อละ 12 คะแนน รวมคะแนนเต็มทั้งหมด 24 คะแนน ทั้งก่อนเรียนและหลังเรียน โดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวคิดการสร้างความรู้และนำคะแนนทั้งสองครั้งมาหาผลต่างของคะแนนก่อนเรียนและหลังเรียน เพื่อเปรียบเทียบผลของความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ผลการวิเคราะห์นำเสนอ ดังตารางที่ 4-1

ตารางที่ 4-1 ผลคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ก่อนและหลังเรียนของ
กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 50 คน

นักเรียน	คะแนนสอบ ก่อนเรียน	คะแนนสอบ หลังเรียน	ผลต่าง	นักเรียน	คะแนนสอบ ก่อนเรียน	คะแนนสอบ หลังเรียน	ผลต่าง
คนที่ 1	17	24	7	คนที่ 26	10	23	13
คนที่ 2	7	23	16	คนที่ 27	6	20	14
คนที่ 3	8	21	13	คนที่ 28	9	19	10
คนที่ 4	16	21	5	คนที่ 29	5	24	19
คนที่ 5	8	24	16	คนที่ 30	12	22	10
คนที่ 6	17	24	7	คนที่ 31	13	21	8
คนที่ 7	9	21	12	คนที่ 32	15	20	5
คนที่ 8	8	24	16	คนที่ 33	15	21	6
คนที่ 9	6	24	18	คนที่ 34	14	19	5
คนที่ 10	10	23	13	คนที่ 35	14	23	9
คนที่ 11	7	21	14	คนที่ 36	11	19	8
คนที่ 12	5	23	18	คนที่ 37	12	23	11
คนที่ 13	14	23	9	คนที่ 38	22	21	-1
คนที่ 14	14	23	9	คนที่ 39	13	16	3
คนที่ 15	11	23	12	คนที่ 40	12	22	10
คนที่ 16	8	22	14	คนที่ 41	20	21	1
คนที่ 17	10	23	13	คนที่ 42	23	23	0
คนที่ 18	7	21	14	คนที่ 43	13	21	8
คนที่ 19	7	22	15	คนที่ 44	16	20	4
คนที่ 20	6	22	16	คนที่ 45	16	22	6
คนที่ 21	14	22	8	คนที่ 46	15	20	5
คนที่ 22	12	21	9	คนที่ 47	9	24	15

ตารางที่ 4-1 (ต่อ)

นักเรียน	คะแนนสอบ ก่อนเรียน	คะแนนสอบ หลังเรียน	ผลต่าง	นักเรียน	คะแนนสอบ ก่อนเรียน	คะแนนสอบ หลังเรียน	ผลต่าง
คนที่ 23	10	21	11	คนที่ 48	12	22	10
คนที่ 24	15	23	8	คนที่ 49	15	22	7
คนที่ 25	12	21	9	คนที่ 50	15	21	6

จากตารางที่ 4-1 แสดงให้เห็นว่า ความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์
ของนักเรียนกลุ่มตัวอย่างจริง จำนวน 50 คน นักเรียนส่วนใหญ่มีคะแนนสูงขึ้นทุกคน หลังได้รับ
การจัดการเรียนรู้ โดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวคิดการสร้างความรู้
มีนักเรียน 1 คน ได้คะแนนเท่าเดิม และนักเรียน 1 คน ได้คะแนนลดลง 1 คะแนน

2.1.2 การวิเคราะห์ประสิทธิผลของรูปแบบการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวคิด
การสร้างความรู้ โดยใช้ค่าสถิติแบบ t-test แบบ Dependent one sample t-test คะแนนก่อนและ
หลังเรียนนำเสนอการสรุปผลในตารางที่ 4-2 ดังนี้

ตารางที่ 4-2 ผลการเปรียบเทียบคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ของนักเรียน
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ก่อนเรียนและหลังเรียน

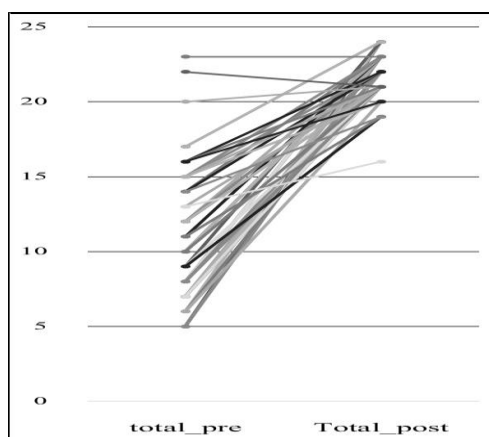
การทดสอบ	\bar{X}	SD	SE	ช่วงความเชื่อมั่น 95%	
				ค่าต่ำสุด	ค่าสูงสุด
ก่อนเรียน	11.90	4.22	0.597	10.699	13.101
หลังเรียน	21.78	1.63	0.231	21.316	22.244
ผลต่าง	9.88	4.74	0.670	8.534	11.226
การทดสอบนัยสำคัญทางสถิติและขนาดของผล					
t-ratio	14.750	p-value	0.000	ES	0.903

*p < .05

จากตารางที่ 4-2 พบว่า หลังจากการเรียนรู้ตามรูปแบบการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวคิดการสร้างความรู้เพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ก่อนเรียนมีคะแนนเฉลี่ย (\bar{X}) เท่ากับ 11.90 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) เท่ากับ 4.22 และค่าความคลาดเคลื่อนไปจากคะแนนจริงของนักเรียน (SE) เท่ากับ 0.597 หลังเรียนมีคะแนนเฉลี่ย (\bar{X}) เท่ากับ 21.78 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) เท่ากับ 1.63 และค่าความคลาดเคลื่อนไปจากคะแนนจริงของนักเรียน (SE) เท่ากับ 0.231 และเมื่อทดสอบค่า t – test ของคะแนนก่อนเรียนกับหลังเรียน พบว่า นักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ เรื่องการประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

นอกจากนี้ ผลการวิเคราะห์ขนาดของผล (ES: Effect size) พบว่า มีผลขนาดใหญ่มาก มีค่าขนาดเท่ากับ 0.903 ผู้วิจัยจึงสรุปได้ว่า หลังจากการเรียนรู้ตามรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมีผลทำให้ความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์เพิ่มขึ้นมาก และเมื่อพิจารณาช่วงความเชื่อมั่น 95% ของคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ก่อนเรียน พบว่า คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์เฉลี่ยก่อนเรียน มีค่าตั้งแต่ 10.699 ถึง 13.101 คะแนน และคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์เฉลี่ยหลังเรียน มีค่าตั้งแต่ 21.316 ถึง 22.244 คะแนน ซึ่งจะพบว่าช่วงความเชื่อมั่นหลังเรียนที่ได้มีการประมาณค่าที่ดี เนื่องจากมีช่วงของการประมาณค่าที่แคบ

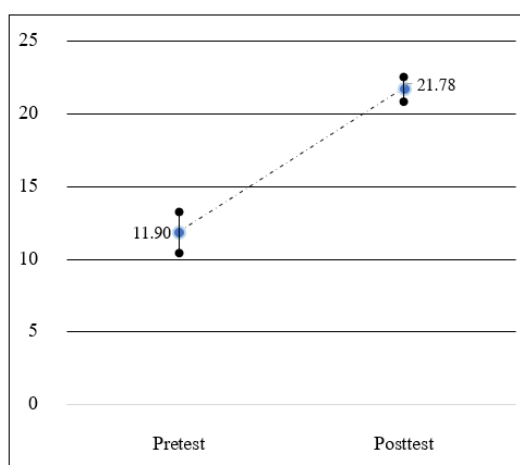
คะแนนเฉลี่ยความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ก่อนเรียนและหลังเรียน ดังแสดงในภาพที่ 4-1



ภาพที่ 4-1 แสดงคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ก่อนเรียนและหลังเรียน

จากภาพที่ 4-1 แสดงการเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ก่อนเรียนและหลังเรียน พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่มีความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์เพิ่มขึ้นหลังจากได้รับการจัดการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

คะแนนเฉลี่ยความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ก่อนเรียนและหลังเรียน ดังแสดงในภาพที่ 4-2



ภาพที่ 4-2 แสดงคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ก่อนเรียนและหลังเรียน

จากภาพที่ 4-2 แสดงการเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ก่อนเรียนและหลังเรียน พบว่า นักเรียนมีคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน โดยก่อนเรียนมีคะแนนเฉลี่ย (\bar{X}) เท่ากับ 11.90 หลังเรียนมีคะแนนเฉลี่ย (\bar{X}) เท่ากับ 21.78 และคะแนนก่อนเรียนและหลังเรียนต่างกัน 9.88 แสดงว่าคะแนนเพิ่มขึ้นคิดเป็นร้อยละ 41.17 ผู้วิจัยจึงสรุปได้ว่า หลังจากการเรียนรู้ตามรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมีผลทำให้ความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์เพิ่มขึ้นประมาณร้อยละ 41.17

2.1.3 การวิเคราะห์ประสิทธิผลของรูปแบบการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวคิดการสร้างความรู้ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หลังเรียนกับเกณฑ์ร้อยละ 80 ดังตารางที่ 4-3

ตารางที่ 4-3 การเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ของนักเรียน
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หลังเรียนกับเกณฑ์ (ร้อยละ 80)

กลุ่ม ตัวอย่าง	n	คะแนน เต็ม	เกณฑ์ (ร้อยละ 80)	\bar{X}	SD	t	p
หลังเรียน	50	24	19.2	21.78	1.63	11.18*	0.00

*p < .05

จากตารางที่ 4-3 พบว่า หลังจากจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวคิดการสร้างความรู้เพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 มีคะแนนเฉลี่ย (\bar{X}) เท่ากับ 21.78 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) เท่ากับ 1.63 และเมื่อทดสอบค่า t-test ของคะแนนหลังเรียนกับเกณฑ์ พบว่า นักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ เรื่องการประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวหลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 80 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

3. ผลการเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ก่อนและหลังทดลอง โดยใช้ข้อสอบอัตนัย จำนวน 2 ข้อ ข้อละ 12 คะแนน คะแนนเต็ม 24 คะแนน โดยแต่ละข้อแบ่งคะแนนตามขั้นตอนการเรียนรู้ ดังนี้ ขั้นทำความเข้าใจปัญหา 2 คะแนน ขั้นค้นหายุทธวิธีในการแก้ปัญหาอย่างหลากหลาย แบ่งเป็นการวัด 3 ด้าน ด้านละ 2 คะแนน รวม 6 คะแนน ขั้นปฏิบัติการแก้ปัญหา 2 คะแนน และขั้นตรวจสอบการแก้ปัญหาและสรุปคำตอบ 2 คะแนน ดังตารางที่ 4-4

ตารางที่ 4-4 ผลการเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ก่อนเรียนและ
หลังเรียนจำแนกตามขั้นตอนการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์

ขั้นตอนการ แก้ปัญหาอย่าง สร้างสรรค์	ช่วงเวลา การทดสอบ	สถิติพรรณนา			การประมาณ ค่าพารามิเตอร์		ES	ลำดับ ที่
		\bar{X}	SD	SE	ช่วงความเชื่อมั่น 95%			
					ค่าต่ำสุด	ค่าสูงสุด		
1. ขั้นทำความเข้าใจปัญหา	ก่อนเรียน	3.240	0.960	0.136	2.967	3.513	0.627	4
	หลังเรียน	3.960	0.198	0.028	3.904	4.016		
2. ขั้นค้นหายุทธวิธีในการแก้ปัญหอย่างหลากหลาย แบ่งเป็นการวัด 3 ด้าน ดังนี้								
2.1 ด้าน การคิดคลอง	ก่อนเรียน	2.120	0.849	0.120	1.879	2.361	0.876	
	หลังเรียน	3.880	0.328	0.046	3.787	3.973		
2.2 ด้าน การคิดยืดหยุ่น	ก่อนเรียน	2.120	0.849	0.120	1.879	2.361	0.806	
	หลังเรียน	3.620	0.635	0.090	3.439	3.801		
2.3 ด้าน การคิดริเริ่ม	ก่อนเรียน	0.480	0.995	0.141	0.197	0.763	0.787	
	หลังเรียน	2.520	1.111	0.157	2.204	2.836		
คะแนนรวม ในขั้นที่ 2	ก่อนเรียน	4.720	2.241	0.317	4.083	5.357	0.876	2
	หลังเรียน	10.020	1.505	0.213	9.592	10.448		
3. ขั้นปฏิบัติ การแก้ปัญหา	ก่อนเรียน	2.560	1.215	0.172	2.215	2.905	0.763	3
	หลังเรียน	3.980	0.141	0.020	3.940	4.020		
4. ขั้นตรวจสอบ การแก้ปัญหา และสรุปคำตอบ	ก่อนเรียน	1.380	1.176	0.166	1.046	1.714	0.892	1
	หลังเรียน	3.820	0.388	0.055	3.710	3.930		
คะแนนโดยรวม ทุกข้อ	ก่อนเรียน	11.900	4.225	0.597	10.699	13.101		
	หลังเรียน	21.780	1.632	0.231	21.316	22.244		

จากตารางที่ 4-4 แสดงความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ก่อนเรียนและหลังเรียน ทั้ง 4 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นทำความเข้าใจปัญหา ขั้นค้นหายุทธวิธีในการแก้ปัญหาอย่างหลากหลาย ขั้นปฏิบัติการแก้ปัญหา ขั้นตรวจสอบการแก้ปัญหาและสรุปคำตอบ เมื่อวิเคราะห์ขนาดของผล (ES) ที่มีผลต่อการนำไปปฏิบัติหลังจากการเรียนรู้ตามรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น พบว่าทุกขั้นตอนมีผลขนาดใหญ่สามารถเรียงลำดับจากมากไปหาน้อย ได้ดังนี้

ลำดับที่ 1 ขั้นตรวจสอบการแก้ปัญหาและสรุปคำตอบ พบว่า มีผลขนาดใหญ่มาก มีค่าขนาดเท่ากับ 0.892 โดยก่อนเรียนมีคะแนนเฉลี่ย (\bar{X}) เท่ากับ 1.380 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) เท่ากับ 1.176 และค่าความคลาดเคลื่อนไปจากคะแนนจริงของนักเรียน (SE) เท่ากับ 0.166 หลังเรียนมีคะแนนเฉลี่ย (\bar{X}) เท่ากับ 3.820 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) เท่ากับ 1.632 และค่าความคลาดเคลื่อนไปจากคะแนนจริงของนักเรียน (SE) เท่ากับ 0.055

ลำดับที่ 2 ขั้นค้นหายุทธวิธีในการแก้ปัญหาอย่างหลากหลาย พบว่า มีผลขนาดใหญ่มาก มีค่าขนาดเท่ากับ 0.876 โดยก่อนเรียนมีคะแนนเฉลี่ย (\bar{X}) เท่ากับ 4.720 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) เท่ากับ 2.241 และค่าความคลาดเคลื่อนไปจากคะแนนจริงของนักเรียน (SE) เท่ากับ 0.317 หลังเรียนมีคะแนนเฉลี่ย (\bar{X}) เท่ากับ 10.020 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) เท่ากับ 1.505 และค่าความคลาดเคลื่อนไปจากคะแนนจริงของนักเรียน (SE) เท่ากับ 0.213 โดยเมื่อจำแนกขั้นค้นหายุทธวิธีในการแก้ปัญหาอย่างหลากหลายออกเป็นด้านการคิดคล่อง ด้านการคิดยืดหยุ่น และด้านการคิดริเริ่ม จะพบว่าวิธีการจัดการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมีผลต่อด้านการคิดคล่องมากที่สุด รองลงมาเป็นด้านการคิดยืดหยุ่น และด้านการคิดริเริ่ม ตามลำดับ

ลำดับที่ 3 ขั้นปฏิบัติการแก้ปัญหา พบว่า มีผลขนาดใหญ่มาก มีค่าขนาดเท่ากับ 0.763 โดยก่อนเรียนมีคะแนนเฉลี่ย (\bar{X}) เท่ากับ 2.560 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) เท่ากับ 1.215 และค่าความคลาดเคลื่อนไปจากคะแนนจริงของนักเรียน (SE) เท่ากับ 0.172 หลังเรียนมีคะแนนเฉลี่ย (\bar{X}) เท่ากับ 3.980 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) เท่ากับ 0.141 และค่าความคลาดเคลื่อนไปจากคะแนนจริงของนักเรียน (SE) เท่ากับ 0.020

ลำดับที่ 4 ขั้นทำความเข้าใจปัญหา พบว่า มีผลขนาดใหญ่มาก มีค่าขนาดเท่ากับ 0.627 โดยก่อนเรียนมีคะแนนเฉลี่ย (\bar{X}) เท่ากับ 3.240 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) เท่ากับ 0.960 และค่าความคลาดเคลื่อนไปจากคะแนนจริงของนักเรียน (SE) เท่ากับ 0.136 หลังเรียนมีคะแนนเฉลี่ย (\bar{X}) เท่ากับ 3.960 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) เท่ากับ 0.198 และค่าความคลาดเคลื่อนไปจากคะแนนจริงของนักเรียน (SE) เท่ากับ 0.028

2.2 การประเมินผลประสิทธิผลของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์

2.2.1 ผลจากการวิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์การเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ โดยใช้ข้อสอบแบบปรนัย จำนวน 20 ข้อ คะแนนเต็มข้อละ 1 คะแนน รวมคะแนนเต็มทั้งหมด 20 คะแนน ทั้งก่อนเรียนและหลังเรียน โดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวคิดการสร้างความรู้ และนำคะแนนทั้งสองครั้งมาหาผลต่างของคะแนนก่อนเรียนและหลังเรียน เพื่อเปรียบเทียบคะแนนผลสัมฤทธิ์ผลการวิเคราะห์นำเสนอ ดังตารางที่ 4-5

ตารางที่ 4-5 ผลคะแนนผลสัมฤทธิ์การเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ก่อนและหลังเรียน ของกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 50 คน

นักเรียน	คะแนนสอบ ก่อนเรียน	คะแนนสอบ หลังเรียน	ผลต่าง	นักเรียน	คะแนนสอบ ก่อนเรียน	คะแนนสอบ หลังเรียน	ผลต่าง
คนที่ 1	9	17	8	คนที่ 26	8	18	10
คนที่ 2	7	19	12	คนที่ 27	9	19	10
คนที่ 3	7	16	9	คนที่ 28	4	16	12
คนที่ 4	11	20	9	คนที่ 29	10	17	7
คนที่ 5	12	14	2	คนที่ 30	6	18	12
คนที่ 6	9	20	11	คนที่ 31	7	18	11
คนที่ 7	14	18	4	คนที่ 32	9	17	8
คนที่ 8	11	19	8	คนที่ 33	11	16	5
คนที่ 9	8	12	4	คนที่ 34	7	19	12
คนที่ 10	11	16	5	คนที่ 35	8	17	9
คนที่ 11	14	17	3	คนที่ 36	9	16	7
คนที่ 12	8	15	7	คนที่ 37	10	15	5
คนที่ 13	9	14	5	คนที่ 38	7	20	13
คนที่ 14	9	17	8	คนที่ 39	5	20	15
คนที่ 15	10	16	6	คนที่ 40	14	19	5

ตารางที่ 4-5 (ต่อ)

นักเรียน	คะแนนสอบ ก่อนเรียน	คะแนนสอบ หลังเรียน	ผลต่าง	นักเรียน	คะแนนสอบ ก่อนเรียน	คะแนนสอบ หลังเรียน	ผลต่าง
คนที่ 16	9	15	6	คนที่ 41	6	18	12
คนที่ 17	12	19	7	คนที่ 42	6	18	12
คนที่ 18	13	20	7	คนที่ 43	7	17	10
คนที่ 19	10	17	7	คนที่ 44	5	16	11
คนที่ 20	18	20	2	คนที่ 45	9	15	6
คนที่ 21	6	14	8	คนที่ 46	8	17	9
คนที่ 22	12	18	6	คนที่ 47	6	18	12
คนที่ 23	14	20	6	คนที่ 48	11	19	8
คนที่ 24	10	19	9	คนที่ 49	7	20	13
คนที่ 25	10	17	7	คนที่ 50	13	20	7

จากตารางที่ 4-5 แสดงผลสัมฤทธิ์การเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนกลุ่มตัวอย่างจริง จำนวน 50 คน นักเรียนส่วนใหญ่มีคะแนนสูงขึ้นทุกคน หลังได้รับการจัดการเรียนรู้ โดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวคิดการสร้างความรู้ คะแนนจากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังเรียนพบว่า มีค่าผลต่างของคะแนนสูงสุด เท่ากับ 15 คะแนน และค่าผลต่างของคะแนนต่ำสุด เท่ากับ 2 คะแนน

2.2.2 การวิเคราะห์ประสิทธิภาพผลของรูปแบบการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวคิดการสร้างความรู้ โดยใช้ค่าสถิติแบบ t-test แบบ Dependent one sample t-test คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์นำเสนอการสรุปผลในตารางที่ 4-6 ดังนี้

ตารางที่ 4-6 แสดงการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียน
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ก่อนเรียนและหลังเรียน

การทดสอบ	\bar{X}	SD	SE	ช่วงความเชื่อมั่น 95%	
				ค่าต่ำสุด	ค่าสูงสุด
ก่อนเรียน	9.32	2.91	0.402	8.492	10.108
หลังเรียน	17.44	1.95	0.276	16.886	17.994
ผลต่าง	8.14	3.05	0.431	7.273	9.007
การทดสอบนัยสำคัญทางสถิติและขนาดของผล					
t-ratio	18.868	p-value	0.000	ES	0.938

*p < .05

จากตารางที่ 4-6 พบว่า หลังจากการเรียนรู้ตามรูปแบบการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวคิดการสร้างความรู้เพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ก่อนเรียนมีคะแนนเฉลี่ย (\bar{X}) เท่ากับ 9.32 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) เท่ากับ 2.91 และค่าความคลาดเคลื่อนไปจากคะแนนจริงของนักเรียน (SE) เท่ากับ 0.402 หลังเรียนมีคะแนนเฉลี่ย (\bar{X}) เท่ากับ 17.44 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) เท่ากับ 1.95 และค่าความคลาดเคลื่อนไปจากคะแนนจริงของนักเรียน (SE) เท่ากับ 0.276 เมื่อทดสอบค่า t – test ของคะแนนก่อนเรียนกับหลังเรียน พบว่า นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องการประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

นอกจากนี้ ผลการวิเคราะห์ขนาดของผล (ES: Effect size) พบว่า มีผลขนาดใหญ่มาก มีค่าขนาดเท่ากับ 0.938 ผู้วิจัยจึงสรุปได้ว่า หลังจากการเรียนรู้ตามรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมีผลทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องการประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวสูงขึ้นมาก และเมื่อพิจารณาช่วงความเชื่อมั่น 95% ของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียน พบว่า คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์เฉลี่ยก่อนเรียน มีค่าตั้งแต่ 8.492 ถึง 10.108 คะแนน และคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์เฉลี่ยหลังเรียน มีค่าตั้งแต่ 16.886 ถึง 17.994 คะแนน ซึ่งจะพบว่าช่วงความเชื่อมั่นหลังเรียนที่ได้มีการประมาณค่าที่ดี เนื่องจากมีช่วงของการประมาณค่าที่แคบ

2.2.3 การวิเคราะห์ประสิทธิผลของรูปแบบการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวคิดการสร้างความรู้ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หลังเรียนกับเกณฑ์ร้อยละ 80 ดังตารางที่ 4-7

ตารางที่ 4-7 การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หลังเรียนกับเกณฑ์ (ร้อยละ 80)

กลุ่ม ตัวอย่าง	n	คะแนน เต็ม	เกณฑ์ (ร้อยละ 80)	\bar{X}	SD	t	p
หลังเรียน	50	20	16	17.44	1.95	5.22*	0.00

*p < .05

จากตารางที่ 4-7 พบว่า หลังจากจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวคิดการสร้างความรู้เพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 มีคะแนนเฉลี่ย (\bar{X}) เท่ากับ 17.44 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) เท่ากับ 1.95 และเมื่อทดสอบค่า t-test ของคะแนนหลังเรียนกับเกณฑ์ พบว่า นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องการประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวหลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 80 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

บทที่ 5

สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การวิจัยเรื่อง การพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวคิดการสร้างความรู้เพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวคิดการสร้างความรู้เพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 และเพื่อศึกษาผลการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวคิดการสร้างความรู้เพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ซึ่งขั้นตอนการวิจัยแบ่งเป็น 4 ขั้นตอน คือ ขั้นตอนที่ 1 การศึกษาข้อมูลเบื้องต้น ขั้นตอนที่ 2 การพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ ขั้นตอนที่ 3 การทดลองใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ ขั้นตอนที่ 4 การประเมินผลและปรับปรุงรูปแบบการจัดการเรียนรู้ โดยเครื่องมือที่ใช้ในการทดลองประกอบด้วย รูปแบบการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวคิดการสร้างความรู้เพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 แผนการจัดการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้น แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องการประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าคลาดเคลื่อนไปจากคะแนนจริงของนักเรียน ขนาดของผล และสถิติทดสอบ t-test โดยสามารถสรุปผลการวิจัยอภิปรายผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ ได้ดังต่อไปนี้

สรุปผลการวิจัย

การวิจัยเรื่อง การพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวคิดการสร้างความรู้เพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 สรุปผลการวิจัย ดังนี้

1. ได้รูปแบบการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวคิดการสร้างความรู้เพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่มีองค์ประกอบ 4 องค์ประกอบคือ หลักการ จุดมุ่งหมาย ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ การวัดและประเมินผล โดยผู้วิจัยนำรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้นซึ่งประกอบไปด้วยขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ 4 ขั้นตอน คือ ขั้นตอนที่ 1 การเตรียมความพร้อม ขั้นตอนที่ 2 การสร้างองค์ความรู้จากสถานการณ์ปัญหา ขั้นตอนที่ 3

ตรวจสอบความคิดใหม่ และขั้นที่ 4 ประเมินผลการเรียนรู้ จากนั้นนำไปตรวจสอบคุณภาพรูปแบบการจัดการเรียนรู้กับผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน พบว่า รูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่สร้างขึ้นมีคุณภาพอยู่ในระดับความเหมาะสมมาก โดยมีค่าเฉลี่ย 4.53 คะแนน และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.63

2. ผลของการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวคิดการสร้างความรู้ เพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 มีดังนี้

2.1 นักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ เรื่องการประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2.2 นักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ เรื่องการประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวหลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 80 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2.3 นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องการประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2.4 นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องการประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวหลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 80 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

อภิปรายผล

การวิจัยเรื่อง การพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวคิดการสร้างความรู้เพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยประเด็นที่ผู้วิจัยนำมาอภิปรายผลมี 2 ประเด็น คือ 1. ผลการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ และ 2) ผลการทดลองใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวคิดการสร้างความรู้ เพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ดังนี้

1. ผลการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้

รูปแบบการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวคิดการสร้างความรู้เพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 สามารถนำไปใช้ในการจัดการเรียนรู้ได้เป็นอย่างดี ทั้งนี้เนื่องจากรูปแบบการจัดการเรียนรู้ได้พัฒนาขึ้นอย่างเป็นระบบ มีการพัฒนาอย่างเป็นขั้นตอน และขั้นตอนแต่ละขั้นตอนมีความสัมพันธ์กัน กล่าวคือ ผู้วิจัยได้เริ่มพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้จากการศึกษาข้อมูลเบื้องต้นเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ศึกษาสภาพและปัญหาการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนระยองวิทยาคม เพื่อนำผลการศึกษามาใช้กำหนดเป็นกรอบในการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ จากนั้นจึงวิเคราะห์และสังเคราะห์แนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ ได้แก่ แนวคิดตามทฤษฎีการสร้างความรู้

ทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของเพียเจต์ ทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของวิกอ์ทสกี แนวคิดของฟรอยด์ แนวคิดของเทเลอร์และฮอลแลนด์ แนวคิดของทอแรนซ์ - ทฤษฎีโครงสร้างสมรรถภาพทางสมองกิลฟอร์ดและฮอฟเนอร์ และนำมากำหนดเป็นองค์ประกอบของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ ซึ่งประกอบด้วย หลักการ จุดมุ่งหมาย ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ การวัดและประเมินผล โดยขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ประกอบด้วย 4 ขั้นตอน คือ ขั้นที่ 1 การเตรียมความพร้อม (Prepare) ขั้นที่ 2 การสร้างองค์ความรู้จากสถานการณ์ปัญหา (Creating knowledge) ขั้นที่ 3 ตรวจสอบความคิดใหม่ (Check) ขั้นที่ 4 ประเมินผลการเรียนรู้ (Assessment) ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของทิสนา แจมมณี (2560, หน้า 221) ที่สรุปไว้ว่าการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ต้องครอบคลุมองค์ประกอบสำคัญซึ่งได้รับการจัดไว้อย่างเป็นระบบ ตามหลักทฤษฎี หลักการ แนวคิดที่เกี่ยวข้อง เพื่อนำนักเรียนไปสู่เป้าหมายที่ต้องการ

นอกจากนี้ยังมีการประเมินความสอดคล้องระหว่างองค์ประกอบต่าง ๆ และความเหมาะสมของรูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยผู้เชี่ยวชาญ เพื่อตรวจสอบคุณภาพของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ โดยผู้วิจัยได้นำมาปรับปรุงและแก้ไขตามข้อเสนอแนะ ซึ่งผลการประเมินจากผู้เชี่ยวชาญ พบว่ารูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้นมีความเหมาะสมอยู่ในระดับมาก ทั้งนี้เนื่องจากการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ได้ดำเนินการตามกระบวนการวิจัยและพัฒนาอย่างมีระบบและเป็นไปตามขั้นตอนการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ ซึ่งผู้วิจัยได้ใช้กระบวนการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ ADDIE model (Richey et al., 2011, pp. 19-20) และทิสนา แจมมณี (2560, หน้า 201-204) มาเป็นแนวทางในการกำหนดรูปแบบการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ในครั้งนี้ นอกจากนี้ผู้วิจัยได้นำรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่ปรับปรุงแก้ไขแล้ว ไปทดลองศึกษานำร่อง เพื่อพิจารณาความเป็นไปได้ก่อนนำไปทดลองใช้จริง

ดังนั้น อาจกล่าวได้ว่ารูปแบบการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวคิดการสร้างความรู้เพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ได้รับการพัฒนาอย่างเป็นระบบ โดยมีแนวคิดทฤษฎีเป็นแนวทางในการพัฒนา ได้ผ่านการตรวจสอบจากผู้เชี่ยวชาญและทำการศึกษานำร่องเพื่อดูความเป็นไปได้ในการนำไปใช้จริง ดังนั้นรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้นนี้จึงมีความเหมาะสมและสามารถนำไปใช้ได้ตามวัตถุประสงค์

2. ผลการทดลองใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวคิดการสร้างความรู้เพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

2.1 นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยร้อยละความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน และสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 80 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งจากการพิจารณาเป็นรายคนพบว่านักเรียน

ส่วนใหญ่มีคะแนนสูงขึ้น มีนักเรียน 1 คน ได้คะแนนเท่าเดิม และนักเรียน 1 คนได้คะแนนลดลง 1 คะแนนหลังได้รับการจัดการเรียนรู้ โดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวคิดการสร้างความรู้ จากการพิจารณาคะแนนสอบของนักเรียนที่ได้คะแนนเท่าเดิมและนักเรียนที่คะแนนลดลง พบว่าเป็นนักเรียนที่มีคะแนนการสอบก่อนเรียนสูง ซึ่งสอดคล้องกับจรรยาสิงห์ทอง (2548, หน้า 6) ที่อธิบายสาเหตุที่นักเรียนที่ได้คะแนนทดสอบก่อนเรียนสูง แต่เมื่อวัดคะแนนสอบหลังเรียนได้คะแนนเท่าเดิมหรือน้อยกว่าคะแนนก่อนเรียนเล็กน้อย เป็นปัญหาจากอิทธิพลเพดาน (Ceiling effect) กล่าวถึงคะแนนการเปลี่ยนแปลงของผู้ที่ได้คะแนนสอบก่อนเรียนสูง มีโอกาสน้อยมากที่จะได้คะแนนการเปลี่ยนแปลงสูง เพราะคะแนนสอบก่อนเรียนที่ทำได้เกือบเต็ม ทำให้มีโอกาสน้อยมากที่จะได้คะแนนการเปลี่ยนแปลงสูง แต่จากงานวิจัยในครั้งนี้ได้เปรียบเทียบภาพรวมของคะแนนเฉลี่ยร้อยละความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ เรื่องการประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน และสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 80 ผลการวิจัยดังกล่าวแสดงให้เห็นว่าการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบที่สร้างขึ้น ช่วยส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ของนักเรียน ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากรูปแบบการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวคิดการสร้างความรู้ เน้นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เปิดโอกาสให้นักเรียนได้มีปฏิสัมพันธ์กับผู้อื่นได้ทำงานและแสดงความคิดเห็นร่วมกัน ได้นำเสนอแนวคิดและอภิปรายถึงแนวทางการแก้ปัญหาโดยใช้ยุทธวิธีการแก้ปัญหาแบบต่าง ๆ ซึ่งส่งผลให้นักเรียนได้เรียนรู้อย่างเต็มศักยภาพ สอดคล้องกับ เอกเกนและคอคัค (Eggen & Kauchak, 2010, pp. 230-233) ที่กล่าวว่า การอภิปรายแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกันช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ได้อย่างมีประสิทธิภาพมากกว่าการสอน โดยการจดบันทึกและการอธิบาย สอดคล้องกับพาลินซ์ซาร์ (Palincsar, 1998 cited in Woolfolk, 2016, p. 84) ที่พบว่า การพัฒนาทางสติปัญญาจะก้าวหน้าอย่างรวดเร็วเมื่อนักเรียนมีปฏิสัมพันธ์กับบุคคลที่มีความรู้หรือความสามารถมากกว่า เช่นครูรอบครัว และครู ซึ่งสอดคล้องกับทฤษฎีพัฒนาการเชวาน์ปัญญาของวิกิออสกีที่กล่าวว่า การเรียนรู้เกิดขึ้นได้ก็ต่อเมื่อเด็กมีปฏิสัมพันธ์ทางสังคมกับผู้ใหญ่ เช่น พ่อ แม่ ครูหรือเพื่อน (สุรางค์ ไคว์ตระกูล, 2554, หน้า 63) นอกจากนี้ขั้นตอนที่เป็นจุดเน้นสำคัญที่ส่งผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ได้แก่ ขั้นที่ 1 การเตรียมความพร้อม (Prepare) เป็นขั้นทบทวนความรู้เดิมของนักเรียนเพื่อให้นักเรียนสามารถเชื่อมโยงประสบการณ์เดิมกับเรื่องที่จะเรียนเข้าด้วยกัน โดยถ้านักเรียนมีความรู้เดิมไม่เพียงพอ ผู้สอนควรเสริมความรู้โดยยกตัวอย่างเพื่อสร้างความเข้าใจในเนื้อหาให้กับนักเรียน ซึ่งสอดคล้องกับ สลาวิน (Slavin, 1994, pp. 225-250) ที่เสนอหลักการในการนำแนวคิดการสร้างความรู้ในการจัดการเรียนรู้ โดยให้มีการทบทวนความรู้เดิมก่อนที่จะให้ความรู้ใหม่แก่ผู้เรียนซึ่งในส่วนของเนื้อหาและแนวความคิดนั้นผู้เรียนอาจจะไม่มีพื้นฐานมาก่อน

เช่นเดียวกับ เรย์ส และคณะ (Reys et al., 2003 อ้างถึงใน สสวท., 2554, หน้า 12-22) ที่ได้กล่าวถึง หลักการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ว่าความรู้ที่มีอยู่เดิมมีความสำคัญต่อกระบวนการการเรียนรู้คณิตศาสตร์มาก อีกทั้งยังสอดคล้องกับ ชนาธิป พรกุล (2554, หน้า 73-79) ที่สรุปได้ว่า การทบทวนความรู้เดิม ทำให้เกิดการปรับเปลี่ยนหรือขยายโครงสร้างความรู้ ซึ่งเกิดจากผู้เรียน ได้เชื่อมโยง โนทัศน์ใหม่เข้ากับความรู้และประสบการณ์ที่มีอยู่เดิม อีกทั้งในขั้นที่ 2 การสร้างองค์ความรู้จากสถานการณ์ปัญหา (Creating knowledge) เป็นขั้นที่นักเรียนสร้างความขัดแย้งทางปัญญา ผ่านสถานการณ์ปัญหาที่เข้ากับประสบการณ์ในชีวิตจริงผ่านการอภิปรายกลุ่มย่อยแบบคละ ความสามารถ เพื่อให้ นักเรียนมีปฏิสัมพันธ์ทางสังคม เกิดการสร้างความรู้ โดยการนำความรู้ใหม่ ไปรวมกับความรู้เดิมในกรณีที่ความรู้ใหม่ไม่แตกต่างกับความรู้เดิมมากนัก หรือปรับความรู้เดิมให้ เข้ากับความรู้ใหม่ในกรณีที่ความรู้ใหม่ไม่สัมพันธ์หรือใกล้เคียงกับความรู้เดิม สอดคล้องกับ แนวคิดของการสร้างความรู้เชิงปัญญา (Cognitive constructivist) (สุมาลี ชัยเจริญ, 2554 อ้างถึงใน สุมาลี ชัยเจริญ, 2557, หน้า 137) พบว่ากระบวนการในการสร้างความรู้เกิดจากการลงมือกระทำโดย ที่ผู้เรียนสร้างความรู้ผ่านกระบวนการทางปัญญาที่เกิดขึ้นภายในด้วยตนเอง ครูผู้สอนสามารถช่วย ให้ผู้เรียนปรับหรือขยายโครงสร้างทางปัญญา โดยการจัดสภาพการณ์ที่ทำให้เกิดสถานะเสียสมดุล หรือก่อให้เกิดความขัดแย้งทางปัญญา หรือเกิดความสงสัย ซึ่งก็คือสถานะที่โครงสร้างทางปัญญา เดิมไม่สามารถใช้ได้ หรือจำเป็นต้องมีการปรับเปลี่ยนให้เข้าสู่สถานะสมดุลหรือปรับโครงสร้าง ทางปัญญาใหม่ และสอดคล้องกับเอกเกนและคอคชัค (Eggen & Kauchak, 2010, pp. 240-242) ที่สรุปไว้ว่า การส่งเสริมให้นักเรียนมีปฏิสัมพันธ์ในการเรียนช่วยให้นักเรียนสร้างความรู้ทางสังคม รวมถึงการให้ครูตรวจสอบแนวคิดและบทบาททางความคิดของนักเรียน และการปรับเปลี่ยน ความคิดใหม่เพื่อเข้าสู่ความทรงจำของนักเรียนผ่านกระบวนการทำกิจกรรม และขั้นที่ 3 ตรวจสอบ ความคิดใหม่ (Check) เป็นขั้นตรวจสอบความคิดรวบยอดที่เกิดขึ้นของนักเรียน ซึ่งสามารถทำให้ หลายวิธีเช่น ให้นักเรียนอภิปรายแลกเปลี่ยนความคิดเห็นเพื่อตรวจสอบความเข้าใจบทเรียนของ นักเรียน การสัมภาษณ์ ซักถามนักเรียนโดยตรง เพื่อค้นหาแบบจำลองความคิดรวบยอดที่ไม่ สมบูรณ์ และสร้างแบบจำลองที่สมบูรณ์ขึ้นมาใหม่ สอดคล้องกับ เอกเกนและคอคชัค (Eggen & Kauchak, 2010, pp. 240-242) ที่กล่าวว่า การอภิปรายแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกันในห้องเรียนช่วย ให้ได้ข้อเท็จจริงของสิ่งที่ต้องการค้นหาในบทเรียนนั้น

นอกจากนี้รูปแบบการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวคิดการสร้างความรู้ เน้นการจัด กิจกรรมการเรียนรู้ที่เปิดโอกาสให้นักเรียนได้มีปฏิสัมพันธ์กับผู้อื่น ได้ทำงานและแสดงความ คิดเห็นร่วมกัน ส่งผลให้นักเรียนกล้าแสดงออก กระตือรือร้นในการเรียนและพัฒนาความสามารถ ในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ได้ดี ซึ่งสอดคล้องกับผลการวิจัยของโยชิ (Yoshi, 2004) ได้ศึกษา

เรื่องการศึกษาการใช้การแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ของครูในชั้นเรียน พบว่า การใช้การแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ในห้องเรียนช่วยเพิ่มแรงจูงใจ ความเชื่อมั่นในตนเอง และทัศนคติทางบวก อันส่งผลให้นักเรียน มีความกระตือรือร้นและสนใจในการเรียนมากขึ้น และสอดคล้องกับงานวิจัยของพาร์น (Parnes, 1967) ที่ได้ใช้แนวคิดการสร้างความรู้ โดยได้ศึกษาและทดลองวิธีใช้การระดมสมองในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษา โดยให้นักเรียนอธิบายวิธีการแก้ปัญหาโดยวิธีเปรียบเทียบ กลุ่มหนึ่งใช้วิธีระดมสมองคือให้นักเรียนพูดเท่าที่สามารถคิดออกซึ่งไม่จำเป็นต้องเป็นวิธีแก้ปัญหาเฉพาะวิธีที่ดี อยู่ในเกณฑ์ของความเหมาะสม และมีความสัมพันธ์กับเรื่อง พบว่า ภายในช่วงเวลาที่เท่ากันกลุ่มที่ใช้วิธีระดมสมองมีความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์สูงและได้ผลมากกว่ากลุ่มที่ต้องออกความคิดแก้ปัญหาอยู่ในกรอบเท่านั้น สอดคล้องกับงานวิจัยของนิพิฐพร โกมลภิตศักดิ์ (2553) ได้ศึกษาการวิเคราะห์ผลของกระบวนการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ทักษะการทำงานกลุ่มและการเห็นคุณค่าในตนเองของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น ผลการวิจัยพบว่ากลุ่มทดลองมีความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ทักษะการทำงานกลุ่ม และการเห็นคุณค่าในตนเองหลังการทดลองสูงกว่าก่อนการทดลองแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2.2 นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องการประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน และสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 80 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งสอดคล้องกับสมมติฐานที่ตั้งไว้ ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากรูปแบบการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวคิดการสร้างความรู้ เป็นการจัดการเรียนรู้ที่เน้นให้ผู้เรียนค้นพบองค์ความรู้ด้วยตนเองผ่านสถานการณ์ปัญหา ให้นักเรียนอภิปรายแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกัน ทำให้นักเรียนเข้าใจเนื้อหาบทเรียนได้อย่างชัดเจน ซึ่งสอดคล้องกับออลงกรณ์ ตั้งสงวนธรรม (2554) ที่สรุปได้ว่า การสอนให้นักเรียนคิดเอง และค้นพบด้วยตนเอง ผู้สอนเป็นเพียงผู้แนะ ไม่ใช่บอกให้ผู้เรียนทำให้ผู้เรียนบรรลุมาตรฐานของหลักสูตรคณิตศาสตร์ สอดคล้องกับสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2555 ข, หน้า 78) ได้ระบุประโยชน์ของการแก้ปัญหาว่าการเรียนรู้จากการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์จะช่วยให้ผู้เรียนมีแนวทางในการคิดที่หลากหลาย มีนิสัยกระตือรือร้นและมีความมั่นใจในการแก้ปัญหาที่เผชิญอยู่และในทุกกิจกรรมได้เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้แลกเปลี่ยนความคิดเห็นร่วมกับสมาชิกในกลุ่ม ทำให้นักเรียนเข้าใจความคิดรวบยอดในเนื้อหาได้อย่างชัดเจนในหลายแง่มุมซึ่งสอดคล้องกับแบรนฟอร์ด, เบราน์ และคอกคิง (Bransford, Brown, & Cocking, 2000 cited in Eggen & Kauchak, 2010, p. 226) กล่าวว่า ทฤษฎีการสร้างความรู้ (Constructivism) เป็นทฤษฎีที่แนะนำแนวการจัดการเรียนรู้โดยให้ผู้เรียน

สร้างความรู้ด้วยตนเองผ่านเรื่องที่เรียนมากกว่าให้ผู้เรียนได้รับความรู้จากการถ่ายทอดจากบุคคลอื่น หรือสิ่งที่อ่าน สอดคล้องกับเอกเกนและคอสซ์ (Eggen & Kauchak, 2010, pp. 230-233) ที่กล่าวว่า การอภิปรายแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกันช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ได้อย่างมีประสิทธิภาพมากกว่า การสอน โดยการจดบันทึกและการอธิบาย ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของภัทรภร แสงไชย (2551) ได้ศึกษาการวิเคราะห์ผลของปฏิสัมพันธ์ระหว่างการสอนแบบแก้ปัญหาโดยอิงทฤษฎีสามศรกับ รูปแบบการแก้ปัญหาที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนแบบแก้ปัญหาโดยอิงทฤษฎีสามศร มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์สูงกว่่านักเรียนที่ได้รับการสอนแบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ข้อเสนอแนะ

จากผลการวิจัยที่พบว่า รูปแบบการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวคิดการสร้างความรู้ ช่วยส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ได้ นั้น ผู้สอนหรือบุคลากรในหน่วยงานต่าง ๆ ที่สนใจจะนำรูปแบบการจัดการเรียนรู้นี้ไปใช้ ผู้วิจัย มีข้อเสนอแนะดังนี้

1. ข้อเสนอแนะในการนำกระบวนการจัดการเรียนรู้ไปใช้

1.1 การจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวคิดการสร้างความรู้เพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เหมาะสำหรับเนื้อหาสาระที่เป็นสถานการณ์ปัญหาที่สามารถใช้แนวทางในการแก้ปัญหาได้อย่างหลากหลาย สถานการณ์ปัญหาที่มีความซับซ้อนที่สามารถกระตุ้นให้นักเรียนต้องคิด หาวิธีในการแก้ปัญหา

1.2 การปฏิสัมพันธ์ทางสังคมมีความสำคัญสำหรับการพัฒนาความสามารถในการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ เพราะทำให้นักเรียนได้แลกเปลี่ยนความคิดเห็นเกี่ยวกับแนวทางที่สามารถใช้ในการแก้ปัญหา รวมถึงเกิดมุมมองใหม่ ๆ ในการพิจารณาปัญหาและแนวทางในการแก้ปัญหา ทั้งนี้เพื่อให้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ มีประสิทธิภาพมากขึ้น ผู้สอนควรกระตุ้นให้นักเรียนมีการสนทนาหรืออภิปรายกลุ่มในประเด็นการแก้สถานการณ์ปัญหานั้น ซึ่งสอดคล้องกับ เอกเกนและคอสซ์ (Eggen & Kauchak, 2010) ที่กล่าวถึง การมีปฏิสัมพันธ์ทางสังคมช่วยส่งเสริมการเรียนรู้ ช่วยให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ อย่างมีประสิทธิภาพ

1.3 ผู้สอนควรเตรียมความพร้อมของนักเรียนโดยการทดลองสอนตามรูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้ระยะเวลาสั้น ๆ ในแต่ละชั้นเพื่อให้นักเรียนปรับตัวและเตรียมพร้อมกับ

การเรียนรู้ตามรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้น โดยเฉพาะในชั้นค้นหายุทธวิธีการแก้ปัญหาอย่างหลากหลาย โดยผู้สอนจะต้องสร้างบรรยากาศการเรียนรู้ที่ผ่อนคลาย ไม่มุ่งเน้นวิธีใดวิธีหนึ่งในการแก้ปัญหา ควรเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ค้นหาแนวทางในการแก้ปัญหาอย่างหลากหลาย

1.4 ผู้สอนควรสร้างแรงจูงใจในการคิดหายุทธวิธีการแก้ปัญหาอย่างหลากหลายอย่างต่อเนื่อง โดยเฉพาะนักเรียนเก่ง จะเขียนยุทธวิธีการแก้ปัญหาเพียงแบบเดียวและจะเลือกวิธีที่สั้นที่สุดในการเขียนแสดงการแก้สถานการณ์ปัญหาในข้อนั้น แต่ผู้สอนควรกระตุ้นนักเรียนโดยการชี้ให้เห็นถึงความสำคัญของการคิดหายุทธวิธีการแก้ปัญหาหลากหลายรูปแบบ เป็นการฝึกให้นักเรียนได้ใช้ยุทธวิธีการแก้ปัญหาได้หลากหลาย รวมถึงในสถานการณ์จริง บางครั้งวิธีการแก้ปัญหาที่สั้นที่สุดอาจจะไม่ใช่วิธีการที่เหมาะสมที่สุด

2. ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

2.1 ควรมีการศึกษาพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ในระหว่างกระบวนการจัดการเรียนรู้ โดยจัดเตรียมสถานการณ์ปัญหาแต่ละครั้งมีระดับความยากง่ายใกล้เคียงกัน โดยแยกตามหน่วยการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ซึ่งแต่ละสถานการณ์ปัญหาในแต่ละครั้งที่ใช้ต้องสามารถแสดงยุทธวิธีการแก้ปัญหาได้หลากหลาย

2.2 ควรมีการศึกษา ตัวแปรเกี่ยวกับความสัมพันธ์ของความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ซึ่งในระหว่างการดำเนินการวิจัย ผู้วิจัยพบว่านักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงจะคิดหาจำนวนยุทธวิธีการแก้ปัญหาได้น้อยกว่านักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในระดับกลางและต่ำ

2.3 ควรมีการศึกษาประสิทธิผลของการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวคิดการสร้างความรู้ช่วยส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ในระหว่างการจัดการเรียนรู้ เกี่ยวกับทักษะการคิดของนักเรียน เช่น การคิดวิเคราะห์ เพราะในระหว่างการจัดการเรียนรู้ในแต่ละขั้นตอน มีการจัดกิจกรรมให้นักเรียนคิดอยู่เสมอ ไม่ว่าจะเป็นให้คิดเชื่อมโยงข้อมูล คิดแยกแยะข้อมูล คิดวิเคราะห์ข้อมูล คิดวิเคราะห์ข้อมูล หรือคิดเชิงประเมินค่า จะเห็นได้ว่าในแต่ละขั้นตอนในการจัดการเรียนรู้ นักเรียนจะได้ถูกฝึกและพัฒนากระบวนการคิดอย่างสม่ำเสมอ ดังนั้นตัวแปรทางด้านทักษะการคิด น่าสนใจที่จะนำมาศึกษาในครั้งต่อไป

บรรณานุกรม

- กรมวิชาการ. (2537). จากหลักสูตรสู่แผนการสอน. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว.
- กระทรวงศึกษาธิการ. (2552). หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.
- กระทรวงศึกษาธิการ. (2559). PISA รุ่งท่ายเหตุ 'อ่าน-ดี-โจทย์' ไม่แตก สกว.เผยผลวิจัยเด็กไทย คิดวิเคราะห์ต่ำมาก. เข้าถึงได้จาก: <https://www.moe.go.th/moe/th/news/detail.php?NewsID=47008&Key=hotnews>
- กฤษศรี คำชาย. (2551). การจัดการชั้นเรียนแบบสร้างสรรค์. นนทบุรี: เพ็ญฟ้าหลวง พรินติ้งแอนด์พับลิชชิง.
- โครงการ PISA ประเทศไทย สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2557). ผลการประเมิน PISA 2012 คณิตศาสตร์ การอ่าน และวิทยาศาสตร์ นักเรียนรู้อะไร และทำอะไรได้บ้าง. กรุงเทพฯ: อรุณการพิมพ์.
- จรรยา สิงห์ทอง. (2548). การวัดการเปลี่ยนแปลงตามทฤษฎีการทดสอบแบบมาตรฐานเดิม. วารสารการวัดผลการศึกษา, 27(79), 6.
- จตุภรณ์ เอียบสร้างก็. (2558). ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามรูปแบบวงล้อ การคิดอย่างกระตือรือร้นในบริบทเชิงสังคมและปัญหาปลายเปิดที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาและการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2. วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาการศึกษาคณิตศาสตร์, คณะครุศาสตร์, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- งานวัดผลและประเมินฝ่ายวิชาการ โรงเรียนระยองวิทยาคม. (2560). ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. ระยอง: โรงเรียนระยองวิทยาคม.
- ชนาธิป พรกุล. (2554). การสอนกระบวนการคิดทฤษฎีและการนำไปใช้ (พิมพ์ครั้งที่ 2). กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ชวลิต ชุกก่าแพง. (2551). การพัฒนาหลักสูตร (Curriculum development). มหาสารคาม: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- ชัยวัฒน์ สุทธิรัตน์. (2559). เทคนิคการใช้คำถาม พัฒนาการคิด (พิมพ์ครั้งที่ 5). กรุงเทพฯ: วิพรินท์.
- ณเอก อึ้งเสื่อ. (2562). การพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้เพื่อเสริมสร้างทักษะชีวิตในด้านการคิดวิเคราะห์ ตัดสินใจและแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ สำหรับนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 1. วารสารราชชนกปริทัศน์, 14(1), 97-107.

- ณัฐพงษ์ กาญจนฉายา. (2559). การจัดการเรียนการสอนตามกระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์.
วารสารวิจัย มสค สาขามนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์, 12(3), 207-224.
- ถวัลย์ มาศจรัส. (2553). MODEL การจัดการศึกษาและแหล่งการเรียนรู้สร้างสรรค์. กรุงเทพฯ:
ธารอักษร.
- ทิสนา เขมมณี และคณะ. (2545). กระบวนการเรียนรู้ ความหมาย แนวทางการพัฒนา และปัญหา
ข้อใจ. กรุงเทพฯ: สถาบันพัฒนาคุณภาพวิชาการ(พว.).
- ทิสนา เขมมณี. (2560). ศาสตร์การสอน: องค์ความรู้เพื่อการจัดกระบวนการเรียนรู้ที่มี
ประสิทธิภาพ (พิมพ์ครั้งที่ 21). กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- นิพิฐพร โกมลภิตศักดิ์. (2553). การวิเคราะห์ผลของกระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ที่มีต่อ
ความสามารถในการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ ทักษะการทำงานกลุ่ม และการเห็นคุณค่า
ในตนเองของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น: การทดลองแบบอนุกรมเวลา. วิทยานิพนธ์
ครุศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาวิธีวิทยาการวิจัยการศึกษา, คณะครุศาสตร์, จุฬาลงกรณ์
มหาวิทยาลัย.
- บุญชม ศรีสะอาด. (2545). การวิจัยเบื้องต้น (พิมพ์ครั้งที่ 7). กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.
- บุญเลี้ยง ทุมทอง. (2555). ระเบียบวิธีวิจัยทางหลักสูตรและการสอน (*Research methodology in
curriculum and instruction*). นครราชสีมา: แผลมทอง.
- ปิยบุษ รัตนวรรณ. (2544). การประเมินการเรียนรู้คณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2
ที่สอนโดยใช้รูปแบบการสอนตามทฤษฎีสร้างสรรค์ความรู้นิยม. วิทยานิพนธ์
ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาการวัดและประเมินผลการศึกษา, คณะศึกษาศาสตร์,
มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- พรรณี ลีกิจวัฒน์. (2556). การวิจัยทางการศึกษา (พิมพ์ครั้งที่ 8). กรุงเทพฯ: มิน เซอร์วิส ซัพพลาย.
- พรสวรรค์ วงศ์ดำรงธรรม. (2558). การคิดแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ ทักษะการคิดในศตวรรษที่ 21.
วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 38(2), 111.
- พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 และที่แก้ไขเพิ่มเติม (ฉบับที่ 2) พ.ศ. 2545 และ
(ฉบับที่ 3) พ.ศ. 2553. (2542, 19 สิงหาคม). ราชกิจจานุเบกษา. หน้า 8.
- พฤทธิ ศรีบรรณพิทักษ์. (2550). การวิจัยและพัฒนาทางการศึกษา. สักทอง: วารสารมนุษยศาสตร์
และสังคมศาสตร์, 13(2), 1-5.
- พิมพ์นซ์ เดชะคุปต์. (2544). การเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ: แนวคิด วิธีและเทคนิค
การสอน 1. กรุงเทพฯ: เดอะมาสเตอร์กรุ๊ป แมเนจเม้นท์.

- ไพฑูรย์ สีนลารัตน์ และคณะ. (2558). *ศาสตร์การคิด*. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิต.
- ไพฑูรย์ สีนลารัตน์ และคณะ. (2559). การศึกษา 4.0 เป็นยิ่งกว่าการศึกษา. *วารสารการศึกษาไทย*, 14(137), 8.
- ไพฑูรย์ สีนลารัตน์ และคณะ. (2560). *คิดสร้างสรรค์: สอนและสร้างได้อย่างไร* (พิมพ์ครั้งที่ 2). กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- พัญญา วงศ์เลขา. (2552, 7 มกราคม) *การเรียนคณิตศาสตร์: ความจำเป็นที่ไม่ควรมองข้าม*. เข้าถึงได้จาก: <http://www.moe.go.th/moe/th/news/detail.php?NewsID=5748&Key=hotnews>
- ฟิลิป คาร์เตอร์. (2553). *คู่มือทดสอบความฉลาดและศักยภาพของพลังสมอง* (รัชนี อเนกพิริยะศักดิ์, แปล). สมุทรปราการ: ดับบลิวพีเอส (ประเทศไทย).
- ภัทรกร แสงไชย. (2551). *การวิเคราะห์ผลของปฏิสัมพันธ์ระหว่างการสอนแบบแก้ปัญหา โดยอิงทฤษฎีสามศรกับรูปแบบการแก้ปัญหาที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3*. วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาวิจัยการศึกษา, คณะครุศาสตร์, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- มาโกโตะ, ทาคาฮาชิ. (2551). *เทคนิคการแก้ปัญหอย่างสร้างสรรค์* (รังสรรค์ เลิศในศักดิ์, แปล). กรุงเทพฯ: สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น).
- ยุทธ ไถยวรรณ. (2555). *หลักสถิติวิจัยและการใช้โปรแกรม SPSS* (พิมพ์ครั้งที่ 3). กรุงเทพฯ: แอคทีฟ พรินท์.
- ยุพาพันธ์ มินวงษ์. (2558). การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอน โครงการวิทยาศาสตร์ที่เน้นการแก้ปัญหอย่างสร้างสรรค์ (3P) ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2. *วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา*, 26(1), 210-223.
- รัชกร ประสิทธิ์เตสัง. (2560). การพัฒนารูปแบบการเรียนรู้ตามทฤษฎีการสร้างความรู้เพื่อการแก้ปัญหอย่างสร้างสรรค์ สำหรับนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย. *วารสารการวัดผลการศึกษา มหาวิทยาลัยมหาสารคาม*, 23(1), 310-326.
- ราตรี นันทสุคนธ์. (2554). *การวิจัยในชั้นเรียนและการวิจัยพัฒนาการเรียนการสอน*. กรุงเทพฯ: จุดทอง.
- ล้วน สายยศและอังคณา สายยศ. (2543). *เทคนิคการวัดผลการเรียนรู้* (พิมพ์ครั้งที่ 2). กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.
- ลักขณา ศรีวัฒน์. (2558). *การรู้คิด (Cognition)*. กรุงเทพฯ: โอเดียนสโตร์.

- วาโร เฟ็งส์วัดดี. (2552). การวิจัยและการพัฒนา (Research and development). *วารสารมหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร*, 1(2), 3-4.
- ศศิธร เวียงวะลัย. (2556). *การจัดการเรียนรู้ (Learning management)*. กรุงเทพฯ: โอเดียนสโตร์.
- ศิริชัย กาญจนวาสี. (2556). *ทฤษฎีการทดสอบแบบดั้งเดิม (Classical test theory)* (พิมพ์ครั้งที่ 7). กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ศิริชัย กาญจนวาสี. (2559). การวิจัยและพัฒนาการศึกษาไทย Research and development for thai education. *วารสารศิลปการศึกษาศาสตร์วิจัย*, 8(2), 1-18.
- สถาบันทดสอบการศึกษาแห่งชาติ. (ม.ป.ป.). *จำนวนของนักเรียนตามช่วงคะแนนผลการทดสอบ O-NET ม.3 ปีการศึกษา 2557 - 2560 จำแนกตามรายวิชา. เข้าถึงได้จาก*
<https://www.niets.or.th/uploads/editor/files/Download/%E0%B8%8A%E0%B9%88%E0%B8%A7%E0%B8%87%E0%B8%84%E0%B0%E0%B9%81%E0%B8%99%E0%B8%99%20%E0%B8%A13.pdf>
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2554). *ครุคณิตศาสตร์มีอาชีพ เส้นทางสู่ความสำเร็จ*. กรุงเทพฯ: สสวท.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2555 ก). *ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์* (พิมพ์ครั้งที่ 3). กรุงเทพฯ: 3-คิว มีเดีย.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2555 ข). *การวัดผลประเมินผลคณิตศาสตร์*. กรุงเทพฯ: ซีเอ็ดดูเคชั่น.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2560). *รายงานผลการวิจัยโครงการ TIMSS 2015*. เข้าถึงได้จาก <https://goo.gl/bB7KnL>
- สมศักดิ์ ภู่วิภาดาพรรณ. (2553). *หลักการสอนเพื่อพัฒนาผู้เรียนและการประเมินตามสภาพจริง*. กรุงเทพฯ: ดวงกลมพับลิชชิง
- สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา. (2561). *สภาวการณ์การศึกษาไทยในเวทีโลก พ.ศ. 2559/2560*. กรุงเทพฯ: สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ, 2561.
- สิริลักษณ์ ตามพันธ์. (2558). *ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้สังคมศึกษาโดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ที่มีต่อความสามารถในการคิดสร้างสรรค์และการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3*. วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาการศึกษาสังคมศึกษา, คณะครุศาสตร์, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- สุคนธ์ สิ้นพานนท์, วรรณ วรรณเลิศลักษณ์, และพรณี สิ้นพานนท์. (2551). *พัฒนาทักษะการคิด...พิชิตการสอน* (พิมพ์ครั้งที่ 3). กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

- สุมาลี ชัยเจริญ. (2557). *การออกแบบการสอน: หลักการ ทฤษฎี ผู้การปฏิบัติ*. ขอนแก่น: สาขาวิชาเทคโนโลยีการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- สุรางค์ ใคว์ตระกูล. (2554). *จิตวิทยาการศึกษา (พิมพ์ครั้งที่ 10)*. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- อรรวรรณ ต้นสุวรรณรัตน์. (2552). *ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาและความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 2, วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาการศึกษาคณิตศาสตร์, คณะครุศาสตร์, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย*.
- อลงกรณ์ ตั้งสงวนธรรม. (2554). *หลักการสอนและจิตวิทยาที่ควรรู้สำหรับครูคณิตศาสตร์*. ใน อริศรา แก่นอ้วน (บรรณาธิการผู้ช่วย), *ประมวลสาระชุดวิชาการจัดประสบการณ์การเรียนรู้คณิตศาสตร์ สาขาวิชาศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช หน่วยที่ 1-8 (35-36)*. นนทบุรี: มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช.
- อัชรา เอิบสุขศิริ. (2556). *จิตวิทยาสำหรับครู*. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- อัมพร ม้าคนอง. (2547). *การพัฒนาทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์*. กรุงเทพฯ: บพิธการพิมพ์.
- อัมพร ม้าคนอง. (2554). *ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์: การพัฒนาเพื่อพัฒนาการ (พิมพ์ครั้งที่ 2)*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- อาพันธ์ชนิต เจนจิต. (2546). *กิจกรรมการเรียนการสอนเรขาคณิตโดยใช้การแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ สำหรับนักเรียนระดับประถมศึกษาตอนปลายที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์*. คุยฎินิพนธ์การศึกษาคุยฎินิพนธ์, สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา, คณะศึกษาศาสตร์, มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- อาภรณ์ ใจเที่ยง. (2553). *หลักการสอน (ฉบับปรับปรุง) (พิมพ์ครั้งที่ 5)*. กรุงเทพฯ: โอ.เอส. พรีเมียมดีงเฮ้าส์.
- อารี รังสินันท์. (2526). *ความคิดสร้างสรรค์*. กรุงเทพฯ: ชนะการพิมพ์.
- อำพร อินทปัญญา. (2554). *การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวคิดทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ ที่เน้นทักษะการแก้ปัญหาและการคิดวิเคราะห์เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2, วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน, คณะศึกษาศาสตร์, มหาวิทยาลัยขอนแก่น*.
- อุษณีย์ อนุรุทธีวงศ์. (2555). *ทักษะความคิด: พัฒนาอย่างไร*. กรุงเทพฯ: อินทร์ณน.

- อิกกินส์, เจมส์ เอ็ม. (2554). *101 เทคนิคการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์* (วิทยา สุหฤตดำรง และ ณะศักดิ์ พึ่งฮั่ว, แปล). กรุงเทพฯ: อีไอ. สแควร์.
- Adam, S. (1977). *Teaching mathematics*. New York: Harper and Row.
- Anderson, R. D. (1970). *Developing children's thinking through science*. Englewood Cliffs: N.J. Prentice Hall.
- Anderson, K. B., & Pingry, R. E. (1973). *The learning of mathematics: Its theory and practice*. Washington D.C.: The National Council of Teachers of Mathematics.
- Ary, D., Jacobs, L. C., Razavieh, A., & Sorensen, C. (2006). *Introduction to research in education* (7th ed.). Canada: Thomson Higher Education.
- Barmby, P., Thompson, L., & Bolden, D. (2014). *Understanding and enriching problem solving in primary mathematics*. Northwich: Critical Publishing.
- Borg, W. R., & Gall, M. D. (1989). *Education research: An introduction* (5th ed.). New York: Longman.
- Brown, A. H., & Green, T. D. (2016). *The essentials of instructional design* (3rd ed.). New York: Routledge.
- Charles, R. I., & Lester, F. K., J. R. (1982). *Teaching problem solving: What, why, & how*. Palo Alto, CA: Seymour.
- Coolidge, F. L. (2013). *Statistics: A gental introduction* (3rd ed.). Los Angeles, UK: SAGE.
- Driver, R., & Oldham, V. (1986) *A constructivist approach to curriculum development in science*. *Studies in science education*, 13, 105-122.
- Edgen, P., & Kauchak, D. (2010). *Educational psychology: Windows on classrooms* (8th ed.). Upper Saddle River, New Jersey: Pearson Education.
- Eysenck, M. W. (2010). *Cognitive psychology: A student's handbook* (6th ed.). UK: Ashford Colour Press.
- Gall, M. D., Gall, J. P., & Borg, W. R. (2007). *Education research: An introduction* (8th ed.). Boston: Pearson.
- Gelfand, B. (1988). *The creative practitioner: Creative theory and method for the helping services*. New York: Haworth.
- Good, C. V. (1945). *Dictionary of education*. New York: McGraw-Hill Book Company.
- Good, C. V. (1973). *Dictionary of education* (3rd ed.). New York: McGraw-Hill Book Company.

- Guilford, J. P. (1967). *The nature of human intelligence*. New York: McGraw-Hill, Book Company.
- Heleni, S. (2014). Application model learning creative problem solving (CPS) math learning to improve results class VIII SMPN 3 pekanbaru. *International seminar on innovation in mathematics and mathematics education 1st ISIM-MED 2014*, 19(1), 553-562.
- Johnson, R. B. and Christensen, L. (2014). *Educational research: Quantitative, qualitative, and mixed approaches* (5th ed.). Thousand Oaks, California: SAGE.
- Joyce, B., & Weil, M. (1972). *Models of teaching*. New Jersey: Prentice-Hall.
- Joyce, B., Weil, M., & Calhoun, E. (2000). *Models of teaching* (6th ed). Boston: Pearson.
- Joyce, B., Weil, M., & Calhoun, E. (2015). *Models of teaching* (9th ed). Boston: Pearson.
- Kennedy, L. M. (1979). *Guiding children's learning of mathematics* (4th ed.). California: Wadsworth Publishing Company.
- Kim, H. W., Cho, S., & Ann, D. (2004). Development of mathematical creative problem solving ability test for identification of the gifted in math. *Gifted education international*, 18, 2. doi:10.1177/026142940301800206
- Krulik, S., Rudnick, J., & Milou, E. (2003). *Teaching mathematics in middle school: A practical guild*. Boston, MA: Pearson Education.
- Kubiszyn, T. & Borich, G. D. (2009). *Educational testing and measurement* (7th ed.). New York: Wiley.
- Lefrancois, G. R. (2000). *Psychology for teaching* (10th ed.). USA, Belmont: Wadsworth.
- Likert, R. (1967). The Method of constructing an attitude scale. In M. Fishbein (Ed.), *Attitude theory and measurement* (pp. 91-92). New York: John Wiley & Sons.
- Lin, C. (2010). *Analyses of attribute patterns of creative problem solving ability among upper elementary students in taiwan*. Doctoral dissertation, Human Service Education, St. John's University.
- Moore, K. D. (2015). *Effective instructional strategies* (4th ed.). California: SAGE.
- Osborn, A. F. (1963). *Applied imagination: Principles and procedures of creative thinking* (3rd ed.). New York: Charles Scribner's Sons.
- Parnes, S. J. (1967). *Creative behavior guildbook*. New York: Barnes & Noble.

- Polya, G. (1980). *On solving mathematical problem in high school*. New York: Doubleday and Company.
- Richey, R. C., Klein, J. D., & Tracey, M. W. (2011). *The instructional design knowledge base: Theory, research, and practice*. New York: Routledge.
- Saylor, J. G., Alexander, W. M., & Lewis, A. J. (1981). *Curriculum planning for better teaching and learning*. Japan: Holt-Saunders.
- Schunk, D. H. (2014). *Learning theories: An educational perspective* (6th ed.). Harlow: Pearson.
- Slavin, R. E. (1994). *Educational psychology theory and practice* (4th ed.). Boston: Allyn and Bacon.
- Spiegel, M. R., & Stephens, L. J. (2018). *Statistics* (6th ed.). United States of America: McGraw-Hill Education.
- Steffe, L. P., & Gale, J. (1995). *Constructivism in education*. UK: Lawrence Erlbaum Associates.
- Tan, A. (2007). *Creativity a handbook for teachers*. Singapore: Fulsland Offset Printing.
- Taylor, C. W., & Holland, J. (1964). *Predictors of creative performance in creativity: Progress and potential*. New York : McGraw-Hill.
- Tiurlina, I. (2014). Enhancing students' mathematical creative problem solving ability through situation-based learning. *Journal of Mathematical Theory and Modeling*, 4(11), 44-50.
- Torrance, E. P. (1979). *Is creative teachable?*. Indianapolis, IN : Phi Delta Kappan.
- Treffinger, D. J., Isaksen, S. G., & Dorval, K. B. (2004). *Creative problem solving: An introduction* (4th ed.). Waco: Prufrock Press.
- Treffinger, D., Selby, E. C., & Isaksen, S. G. (2008). Understanding individual problem-solving style: A key to learning and applying creative problem solving. *Learning and individual differences*, 18(4), 390-401.
- Triola, M. F. (2014). *Elementary staistics* (12th ed.). Great Britain: Ashford Colour.
- Wallace, S. (2015). *A Dictionary of education* (2th ed.). New York: Oxford University Press.
- Woolfolk, A. (2004). *Educational psychology* (9th ed.). New York: Pearson Education.
- Woolfolk, A. (2016). *Educational psychology* (13th ed.). New York: Pearson Education.
- Yoshi, K. (2004). The relation between creative problem solving, motivation, self confident and attitude. *Creativity Research Journal*, 16(2), 73 -85.

- Yuliani, A., Kusumah, Y. S., & Sumarmo, U. (2019). Mathematical creative problem solving ability and self-efficacy: (a survey with eight grade students). *Circulation, 1157*, 1-5.
doi:10.1088/1742-6596/1157/3/032097
- Zulyadaini, M. (2017). Effects of creative problem solving learning model on mathematical problem solving skills of senior high school students. *Journal of research and method in education, 7*(3), 33-37.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

รายนามผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือวิจัย

รายนามผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือ

1. ดร.คงรัฐ นวลเป่ง
 อาจารย์ประจำภาควิชาการจัดการเรียนรู้
 คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา
 ผู้เชี่ยวชาญด้านการวิจัยและพัฒนาหลักสูตรและ
 การสอนคณิตศาสตร์
2. ดร.พาวา พงษ์พันธุ์
 อาจารย์สอนคณิตศาสตร์ระดับมัธยมศึกษา
 โรงเรียนสาธิต “พิบูลบำเพ็ญ” มหาวิทยาลัยบูรพา
 ผู้เชี่ยวชาญด้านหลักสูตรและการสอนคณิตศาสตร์
3. ดร. วีรพงษ์ วงศ์พินิจ
 อาจารย์ประจำสาขาวิชาคณิตศาสตร์
 คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
 มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
 ผู้เชี่ยวชาญด้านคณิตศาสตร์
4. ทองบดิน จรุงวงศ์เสถียร
 ครูสอนคณิตศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น
 วิทยะฐานะชำนาญการพิเศษ โรงเรียนระยองวิทยาคม
 ผู้เชี่ยวชาญด้านหลักสูตรและการสอนคณิตศาสตร์
5. จันทนา อัสวเสถียร
 ครูสอนคณิตศาสตร์ระดับมัธยมศึกษา
 วิทยะฐานะชำนาญการพิเศษ โรงเรียนวัดป่าประดู่
 ผู้เชี่ยวชาญด้านหลักสูตรและการสอนคณิตศาสตร์

ภาคผนวก ข

- หนังสือขอความอนุเคราะห์ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบความเที่ยงตรงของเครื่องมือเพื่อการวิจัย
- หนังสือขอความอนุเคราะห์ในการเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อหาคุณภาพเครื่องมือ
- หนังสือขอความอนุเคราะห์ในการเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อการวิจัย



บันทึกข้อความ

ส่วนงาน คณะศึกษาศาสตร์ ภาควิชาการจัดการเรียนรู้ โทร ๒๐๒๙, ๒๐๖๙
 ที่ ศธ ๖๒๑๘/ว. ๓๑๒๑ วันที่ ๓๐ พฤศจิกายน พ.ศ. ๒๕๖๑
 เรื่อง ขอบความอนุเคราะห์ในการตรวจสอบความเที่ยงตรงของเครื่องมือในการทำวิจัย
 เรียน อาจารย์ ดร.คงรัฐ นวลแปง

ด้วยนางสาวสุชีรา ศุภพิมลวรรณ นิสิตระดับบัณฑิตศึกษา หลักสูตรการศึกษา
 ดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาการสอนหลักสูตรและการสอน มหาวิทยาลัยบูรพา ได้รับอนุมัติให้ทำวิทยานิพนธ์
 เรื่อง “การพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวคิดการสร้างความรู้ เพื่อพัฒนา
 ความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๒” โดยอยู่ในความ
 ควบคุมดูแลของ ดร.อาพันธ์ชนิต เจนจิตประธานกรรมการ ขณะนี้อยู่ในขั้นตอนการสร้างเครื่องมือ
 เพื่อการวิจัย ในการนี้คณะศึกษาศาสตร์ ได้พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญในเรื่องดังกล่าว
 เป็นอย่างดี จึงขอความอนุเคราะห์จากท่านในการตรวจสอบความเที่ยงตรงของเครื่องมือเพื่อการวิจัย
 ของนิสิตในครั้งนี

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา หวังเป็นอย่างยิ่ง
 ว่าคงจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดี และขอขอบคุณอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เชษฐ์ ศิริสวัสดิ์)
 รองคณบดีฝ่ายวิชาการ ปฏิบัติการแทน
 คณบดีคณะศึกษาศาสตร์



บันทึกข้อความ

ส่วนงาน คณะศึกษาศาสตร์ ภาควิชาการจัดการเรียนรู้ โทร ๒๐๒๙, ๒๐๖๙
 ที่ ศธ ๖๒๑๘/ว. ทว ๖๑ วันที่ ๓๐ พฤศจิกายน พ.ศ. ๒๕๖๑
 เรื่อง ขอความอนุเคราะห์ในการตรวจสอบความเที่ยงตรงของเครื่องมือในการทำวิจัย
 เรียน อาจารย์ ดร.พาวา พงษ์พันธุ์

ด้วยนางสาวสุชีรา ศุภพิมลวรรณ นิสิตระดับบัณฑิตศึกษา หลักสูตรการศึกษา
 ดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาการสอนหลักสูตรและการสอน มหาวิทยาลัยบูรพา ได้รับอนุมัติให้ทำวิทยานิพนธ์
 เรื่อง “การพัฒนาแบบการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวคิดการสร้างความรู้ เพื่อพัฒนา
 ความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๒” โดยอยู่ในความ
 ควบคุมดูแลของ ดร.อาพันธ์ชนิด เจนจิตประธานกรรมการ ขณะนี้อยู่ในขั้นตอนการสร้างเครื่องมือ
 เพื่อการวิจัย ในการนี้คณะศึกษาศาสตร์ ได้พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญในเรื่องดังกล่าว
 เป็นอย่างดี จึงขอความอนุเคราะห์จากท่านในการตรวจสอบความเที่ยงตรงของเครื่องมือเพื่อการวิจัย
 ของนิสิตในครั้งนี้

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา หวังเป็นอย่างยิ่ง
 ว่าคงจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดี และขอขอบคุณอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เชษฐ ศิริสวัสดิ์)
 รองคณบดีฝ่ายวิชาการ ปฏิบัติการแทน
 คณบดีคณะศึกษาศาสตร์



ที่ ศธ ๖๒๑๘/ว. ๒๕๐๕

คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา
๑๖๕ ถ.สิงหนาทบางแสน ต.แสนสุข
อ.เมือง จ.ชลบุรี ๒๐๑๓๑

๓๐ พฤศจิกายน ๒๕๖๑

เรื่อง ขอบความอนุเคราะห์ในการตรวจสอบความเที่ยงตรงของเครื่องมือเพื่อการวิจัย

เรียน อาจารย์ ดร.วีรพงษ์ วงศ์พิณิช

สิ่งที่ส่งมาด้วย เค้าโครงย่อวิทยานิพนธ์ และเครื่องมือเพื่อการวิจัย จำนวน ๑ ชุด

ด้วยนางสาวสุชีรา ศุภพิมลวรรณ นิสิตระดับบัณฑิตศึกษา หลักสูตรการศึกษาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาการสอนหลักสูตรและการสอน มหาวิทยาลัยบูรพา ได้รับอนุมัติให้ทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “การพัฒนา รูปแบบการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวคิดการสร้างความรู้ เพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหา อย่างสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๒” โดยอยู่ในความควบคุมดูแลของ ดร.อาพันธ์ชนิด เจนจิต ประธานกรรมกร ขณะนี้อยู่ในขั้นตอนการสร้างเครื่องมือเพื่อการวิจัย ในการนี้คณะศึกษาศาสตร์ ได้พิจารณา แล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญในเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอความอนุเคราะห์จากท่านในการตรวจสอบ ความเที่ยงตรงของเครื่องมือเพื่อการวิจัยของนิสิตในครั้งนี้

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา หวังเป็นอย่างยิ่ง ว่าคงจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดี และขอขอบคุณอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เชษฐ ศรีสวัสดิ์)
รองคณบดีฝ่ายวิชาการ ปฏิบัติการแทน
คณบดีคณะศึกษาศาสตร์ ปฏิบัติการแทน
ผู้ปฏิบัติหน้าที่อธิการบดีมหาวิทยาลัยบูรพา

ภาควิชาการจัดการเรียนรู้

โทรศัพท์ ๐ ๓๘๓๙ ๓๔๘๖, ๐ ๓๘๑๐ ๒๐๖๙

โทรสาร ๐ ๓๘๓๙ ๓๔๘๕

ผู้วิจัย ๐๘๙ ๗๔๗๑๖๐๘



ที่ ศธ ๖๒๑๘/ว. ๒๕๐๕

คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา
๑๖๙ ถ.สิงหนครบางแสน ต.แสนสุข
อ.เมือง จ.ชลบุรี ๒๐๑๓๑

๓๐ พฤศจิกายน ๒๕๖๑

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์ในการตรวจสอบความเที่ยงตรงของเครื่องมือเพื่อการวิจัย

เรียน นางทองบิณ จรุงวงศ์เสถียร

สิ่งที่ส่งมาด้วย เค้คโครงยอวิทยานิพนธ์ และเครื่องมือเพื่อการวิจัย จำนวน ๑ ชุด

ด้วยนางสาวสุชีรา ศุภพิมลวรรณ นิสิตระดับบัณฑิตศึกษา หลักสูตรการศึกษาดุขฎิบัณฑิต สาขาวิชาการสอนหลักสูตรและการสอน มหาวิทยาลัยบูรพา ได้รับอนุมัติให้ทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “การพัฒนา รูปแบบการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวคิดการสร้างความรู้ เพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหา อย่างสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๒” โดยอยู่ในความควบคุมดูแลของ ดร.อาพันธ์ชนิต เจนจิต ประธานกรรมกร ขณะนี้อยู่ในขั้นตอนการสร้างเครื่องมือเพื่อการวิจัย ในการนี้คณะศึกษาศาสตร์ ได้พิจารณา แล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญในเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอความอนุเคราะห์จากท่านในการตรวจสอบ ความเที่ยงตรงของเครื่องมือเพื่อการวิจัยของนิสิตในครั้งนี้

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา หวังเป็นอย่างยิ่ง ว่าคงจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดี และขอขอบคุณอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เชษฐ ศิริสวัสดิ์)
รองคณบดีฝ่ายวิชาการ ปฏิบัติการแทน
คณบดีคณะศึกษาศาสตร์ ปฏิบัติการแทน
ผู้ปฏิบัติหน้าที่อธิการบดีมหาวิทยาลัยบูรพา

ภาควิชาการจัดการเรียนรู้

โทรศัพท์ ๐ ๓๘๓๙ ๓๔๘๖, ๐ ๓๘๑๐ ๒๐๖๙

โทรสาร ๐ ๓๘๓๙ ๓๔๘๕

ผู้วิจัย ๐๘๙ ๙๔๗๑๖๐๘



ที่ ศธ ๖๒๑๘/ว. ๒๕๐๕

คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา
๑๖๙ ถ.ลงหาดบางแสน ต.แสนสุข
อ.เมือง จ.ชลบุรี ๒๐๑๓๑

๙10 พฤศจิกายน ๒๕๖๑

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์ในการตรวจสอบความเที่ยงตรงของเครื่องมือเพื่อการวิจัย

เรียน นางสาวจันทนา อัครเสถียร

สิ่งที่ส่งมาด้วย เค้าโครงย่อวิทยานิพนธ์ และเครื่องมือเพื่อการวิจัย จำนวน ๑ ชุด

ด้วยนางสาวสุชีรา ศุภพิมลวรรณ นิสิตระดับบัณฑิตศึกษา หลักสูตรการศึกษาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาการสอนหลักสูตรและการสอน มหาวิทยาลัยบูรพา ได้รับอนุมัติให้ทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “การพัฒนา รูปแบบการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวคิดการสร้างความรู้ เพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหา อย่างสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๒” โดยอยู่ในความควบคุมดูแลของ ดร.อาพันธ์ชนิด เจนจิต ประธานกรรมการ ขณะนี้อยู่ในขั้นตอนการสร้างเครื่องมือเพื่อการวิจัย ในกรณีนี้คณะศึกษาศาสตร์ ได้พิจารณา แล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญในเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอความอนุเคราะห์จากท่านในการตรวจสอบ ความเที่ยงตรงของเครื่องมือเพื่อการวิจัยของนิสิตในครั้งนี้

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา หวังเป็นอย่างยิ่ง ว่าคงจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดี และขอขอบคุณอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เชษฐุ์ ศิริสวัสดิ์)
รองคณบดีฝ่ายวิชาการ ปฏิบัติการแทน
คณบดีคณะศึกษาศาสตร์ ปฏิบัติการแทน
ผู้ปฏิบัติหน้าที่อธิการบดีมหาวิทยาลัยบูรพา

ภาควิชาการจัดการเรียนรู้

โทรศัพท์ ๐ ๓๘๓๙ ๓๔๘๖, ๐ ๓๘๑๐ ๒๐๖๙

โทรสาร ๐ ๓๘๓๙ ๓๔๘๕

ผู้วิจัย ๐๘๙ ๗๔๗๑๖๐๘



ที่ ศร ๖๒๑๘/ ๐๐๖๒

คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา
๑๖๙ ถ.ลงหาดบางแสน ต.แสนสุข
อ.เมือง จ.ชลบุรี ๒๐๑๓๑

๑ มกราคม ๒๕๖๒

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์ในการเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อหาคุณภาพเครื่องมือ

เรียน ผู้อำนวยการโรงเรียนระยองวิทยาคม

สิ่งที่ส่งมาด้วย เครื่องมือเพื่อการวิจัย จำนวน ๑ ชุด

ด้วยนางสาวสุชีรา ศุภพิมลวรรณ นิสิตระดับบัณฑิตศึกษา หลักสูตรการศึกษาดุขปฏิบัติ สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน มหาวิทยาลัยบูรพา ได้รับอนุมัติให้ทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “การพัฒนา รูปแบบการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวคิดการสร้างความรู้ เพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๒” ในความควบคุมดูแลของ ดร.อาพันธ์ชนิด เจนจิต ประธานกรรมการ มีความประสงค์ขออำนวยความสะดวกในการเก็บรวบรวม ข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๒/๑๐ ระหว่างวันที่ ๘ มกราคม พ.ศ. ๒๕๖๒ ถึงวันที่ ๑๕ มกราคม พ.ศ. ๒๕๖๒ อนึ่งโครงการวิจัยนี้ได้ ผ่านขั้นตอนการพิจารณาทางจริยธรรม การวิจัยของมหาวิทยาลัยบูรพาเรียบร้อยแล้ว

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา หวังเป็นอย่างยิ่งว่า คณะจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดี และขอขอบคุณอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เชษฐ ศิริสวัสดิ์)
รองคณบดีฝ่ายวิชาการ ปฏิบัติการแทน
คณบดีคณะศึกษาศาสตร์ ปฏิบัติการแทน
ผู้ปฏิบัติหน้าที่อธิการบดีมหาวิทยาลัยบูรพา

ภาควิชาการจัดการเรียนรู้

โทรศัพท์ ๐ ๓๘๓๙ ๓๔๘๖, ๐ ๓๘๑๐ ๒๐๖๙

โทรสาร ๐ ๓๘๓๙ ๓๔๘๕

ผู้วิจัยโทร ๐๙๑ ๗๙๘๙๕๖๐



ที่ ศธ ๖๒๑๘/ ๐๐๑๖

คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา
๑๖๙ ถ.สิงหนาทบางแสน ต.แสนสุข
อ.เมือง จ.ชลบุรี ๒๐๑๓๑

๘ มกราคม ๒๕๖๒

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์ในการเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อการวิจัย

เรียน ผู้อำนวยการโรงเรียนระยองวิทยาคม

สิ่งที่ส่งมาด้วย เครื่องมือเพื่อการวิจัย จำนวน ๑ ชุด

ด้วยนางสาวสุชีรา ศุภพิมลวรรณ นิสิตระดับบัณฑิตศึกษา หลักสูตรการศึกษาดุขภูมิตต สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน มหาวิทยาลัยบูรพา ได้รับอนุมัติให้ทำดุขภูมิตต เรื่อง “การพัฒนารูปแบบ การจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวคิดสร้างสรรค์ความรู้ เพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาอย่าง สร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๒” ในความควบคุมดูแลของ ดร.อาพันธ์ชนิด เจนจิต ประธานกรรมการ มีความประสงค์ขออำนวยความสะดวกในการเก็บรวบรวมข้อมูลจาก นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๒/๙ โดยผู้วิจัย จะขออนุญาตเก็บรวบรวมข้อมูลด้วยตนเอง ระหว่างวันที่ ๒๑ มกราคม พ.ศ. ๒๕๖๒ – ๒๒ กุมภาพันธ์ พ.ศ. ๒๕๖๒ อนึ่งโครงการวิจัยนี้ได้ผ่านขั้นตอนการพิจารณาทางจริยธรรมการวิจัยของมหาวิทยาลัยบูรพาเรียบร้อยแล้ว

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา หวังเป็นอย่างยิ่ง ว่าคงจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดี และขอขอบคุณอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เชษฐ ตรีสวัสดิ์)
รองคณบดีฝ่ายวิชาการ ปฏิบัติการแทน
คณบดีคณะศึกษาศาสตร์ ปฏิบัติการแทน
ผู้ปฏิบัติหน้าที่อธิการบดีมหาวิทยาลัยบูรพา

ภาควิชาการจัดการเรียนรู้

โทรศัพท์ ๐๓๘ ๑๐๒๐๖๙, ๐๓๘ ๑๐๒๐๖๙

โทรสาร ๐๓๘ ๓๙๓๙๘๕

ผู้วิจัยโทร ๐๙๑ ๗๙๘๙๕๖๐

ภาคผนวก ค

รูปแบบการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวคิดการสร้างความรู้
เพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

**รูปแบบการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวคิดการสร้างความรู้
เพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2**

ความเป็นมาและความสำคัญของรูปแบบการจัดการเรียนรู้

สภาพการจัดการเรียนรู้รายวิชาคณิตศาสตร์ในปัจจุบันยังคงสอนในรูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามตำราที่เน้นการท่องจำ ผู้สอนไม่สามารถออกแบบกิจกรรมการจัดการเรียนรู้ที่กระตุ้นให้นักเรียนได้สร้างความรู้ด้วยตนเอง และผู้สอนยังมีลักษณะเป็นศูนย์กลางในการจัดการเรียนรู้ เน้นการบอกความรู้ จึงทำให้นักเรียนขาดความเข้าใจในเนื้อหาคณิตศาสตร์อย่างแท้จริง และนักเรียนไม่สามารถแก้โจทย์ปัญหาแบบประยุกต์ได้ จากการศึกษา พบว่ารูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่ใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เป็นปัจจัยสำคัญประการหนึ่งในการทำให้นักเรียนสามารถบรรลุวัตถุประสงค์ทางการเรียนได้ ซึ่งรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่ดีนั้น ต้องมีลักษณะดึงดูดความสนใจของนักเรียน ทำให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการเรียนรู้มากที่สุด สามารถทำให้นักเรียนรู้สึกได้ว่าสิ่งที่เรียนไม่ใช่เรื่องไกลตัว ทำให้การเรียนรู้เกิดขึ้นที่ตัวนักเรียน เพื่อให้ นักเรียนสามารถสร้างความรู้ได้ด้วยตัวนักเรียน เพื่อให้นักเรียนสามารถสร้างความรู้ได้ด้วยตนเอง โดยใช้กระบวนการทดลอง ค้นคว้าหาขุทวิธีในการแก้ปัญหาแบบต่าง ๆ โดยนักเรียนมีปฏิสัมพันธ์ร่วมกับผู้อื่น และผู้สอนต้องเปลี่ยนบทบาทเป็นผู้อำนวยความสะดวก คือ เป็นผู้จัดประสบการณ์ และเตรียมสื่อการเรียนรู้ที่เหมาะสม เพื่อให้นักเรียนใช้เป็นแนวทางในการสร้างความรู้ด้วยตนเอง ทำให้นักเรียนได้พัฒนาความรู้ทางคณิตศาสตร์และความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์

แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้

การพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ เป็นการพัฒนานักเรียนในด้านการแก้ปัญหาและความคิดสร้างสรรค์ไปพร้อม ๆ กันซึ่งจากการศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องพบว่า การแก้ปัญหาและความคิดสร้างสรรค์มีความสัมพันธ์กัน จึงสามารถทำการสังเคราะห์รวมกันได้โดยผู้วิจัยได้สร้างรูปแบบการจัดการเรียนรู้บนพื้นฐานของทฤษฎีการสร้างความรู้และแนวคิดหรือทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับความสามารถในการแก้ปัญหาและความคิดสร้างสรรค์ ดังต่อไปนี้

1. ทฤษฎีการสร้างความรู้ (Constructivism) เป็นการให้ผู้เรียนเป็นผู้สร้างความรู้ในขณะที่ได้รับประสบการณ์ ผ่านการมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียนต่อผู้เรียน และผู้เรียนกับสิ่งแวดล้อม ผ่านการแก้ปัญหาสถานการณ์ปัญหาต่าง ๆ ที่กำกวมน่าสงสัยโดยผู้เรียนจะเข้าใจอย่างถ่องแท้เมื่อเขารู้จักถึงนั้นด้วยตนเองอย่างต้นตัว เขาต้องจัดกระทำกับข้อมูลใหม่ด้วยข้อมูลที่มีอยู่ และถ้าข้อมูลใหม่ไม่มีอะไรเกี่ยวข้องกับความรู้เดิมจะเกิดความขัดแย้งขึ้นในใจ

2. ทฤษฎีที่สำคัญในการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหา ได้แก่

2.1 ทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของเพียเจต์ ซึ่งมีความเชื่อว่าพัฒนาการทางสติปัญญาด้านการแก้ปัญหาของบุคคลตามลำดับอายุ โดยในช่วงอายุตั้งแต่ 11 ปีขึ้นไปใช้ความคิดอย่างมีเหตุผลเชิงนามธรรม

2.2 ทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของวิกอ์ทสกี ซึ่งเชื่อว่าพัฒนาการทางสติปัญญาของเด็กขึ้นกับปฏิสัมพันธ์ทางสังคม โดยมีวัฒนธรรมเป็นตัวกำหนดความรู้ ความคิด เจตคติ ค่านิยม ให้กับเด็ก เขาเชื่อว่าสิ่งที่เด็กได้สัมผัสรับรู้ไม่ว่าจะเป็นประสบการณ์ตรงหรือผ่านทางสื่อต่าง ๆ เช่น หนังสือ วิทยุ โทรทัศน์ คอมพิวเตอร์ และสัญลักษณ์ ฯลฯ ล้วนมีภาษาเป็นเครื่องมือสำคัญที่ช่วยให้เด็กเกิดพัฒนาการทางสติปัญญา

3. แนวคิดและทฤษฎีที่สำคัญในการพัฒนาความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ ได้แก่

3.1 แนวคิดของฟรอยด์ เชื่อว่าความขัดแย้งเป็นต้นเหตุทำให้บุคคลคิดอย่างสร้างสรรค์ เนื่องจากในขณะที่บุคคลมีความขัดแย้งขึ้นมาสถานะจิตก็จะตกอยู่ในสภาพวิตกกังวล เพราะต้องการขจัดความขัดแย้งให้หมดไป จากลักษณะของจิตที่มีความรู้สึกรู้สึกวิตกกังวลดังกล่าวจะกระตุ้นให้เกิดความคิดต่าง ๆ ขึ้นมาอย่างมากมายเพื่อหาวิธีเอาชนะความขัดแย้งนั้นให้ได้เพื่อให้จิตใจผ่อนคลายความกังวลลงไปจนรู้สึกสบายใจ และความคิดต่าง ๆ ที่ทั้งหลายที่เกิดขึ้นนั้นคือความคิดสร้างสรรค์นั่นเอง

3.2 แนวคิดของเทเลอร์และฮอลแลนด์ ซึ่งเชื่อว่าผลงานของความคิดสร้างสรรค์ของคนนั้น ไม่จำเป็นต้องเป็นขั้นสูงสุดเสมอไป คือไม่จำเป็นต้องคิดค้นคว้าประดิษฐ์ของใหม่ ๆ ที่ยังไม่มีผู้ใดคิดมาก่อนเลยหรือสร้างทฤษฎีที่ต้องใช้ความคิดด้านนามธรรมอย่างสูงยิ่ง แต่ความคิดสร้างสรรค์ของคนนั้นอาจจะเป็นขั้นหนึ่งใน 6 ขั้นต่อไปนี้

ขั้นที่หนึ่ง เป็นความคิดสร้างสรรค์ขั้นต้นที่สุด จัดเป็นสังขรรณดาสามัญ เป็นพฤติกรรมหรือการแสดงออกของคน โดยทั่วไปอย่างอิสระ ซึ่งพฤติกรรมนั้นไม่จำเป็นต้องอาศัยความคิดริเริ่มหรือทักษะแต่อย่างใด เป็นเพียงแต่ให้กล้าแสดงออกอย่างอิสระเท่านั้น

ขั้นที่สอง เป็นงานที่ผลิตออกมาโดยผลงานนั้น ขั้นนี้จำเป็นต้องอาศัยทักษะบางประการแต่ไม่จำเป็นต้องเป็นสิ่งใหม่สำหรับบุคคลทั่วไป แต่เป็นสิ่งใหม่สำหรับตนเอง

ขั้นที่สาม ขั้นสร้างสรรค์ เป็นขั้นที่แสดงความคิดใหม่ของบุคคลที่ไม่ได้มีการลอกเลียนแบบจากใคร แม้ว่าความคิดนั้นอาจจะมีคนอื่นคิดไว้แล้วก็ตาม

ขั้นที่สี่ เป็นขั้นสร้างความสร้างสรรค์ ขั้นประดิษฐ์สิ่งใหม่โดยไม่ซ้ำแบบใคร เป็นขั้นที่ผู้กระทำได้แสดงให้เห็นถึงความสามารถของตนเองที่มีความแตกต่างไปจากผู้อื่น

ขั้นที่ห้า เป็นขั้นการพัฒนาปรับปรุงผลงานในขั้นที่สี่เพื่อให้มีประสิทธิภาพ และประโยชน์มากยิ่งขึ้น

ขั้นที่หก เป็นขั้นความคิดสร้างสรรค์สุดยอดสามารถคิดสิ่งที่เป็นนามธรรม ขั้นสูงสุดได้ เช่น ชาลส์ ดาร์วิน (Charles Darwin) คิดตั้งทฤษฎีวิวัฒนาการขึ้น เป็นต้น

3.3 แนวคิดของทอเรนซ์ ซึ่งมีความเชื่อว่าผู้ที่มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์เมื่อเห็น และเข้าใจปัญหาจะรวบรวมประสบการณ์และข้อสนเทศต่าง ๆ เข้าด้วยกัน เป็นการประมวลข้อมูล ทั้งหมดที่มีอยู่มาใช้เพื่อแสวงหาวิธีเผชิญปัญหาหรือแก้ปัญหา ที่เป็นวิธีใหม่ที่แตกต่างไปจากวิธีเดิม

3.4 - ทฤษฎีโครงสร้างสมรรถภาพทางสมอง (The structures of intellect theory) กิลฟอร์ดและฮอฟเนอร์ (Guilford, 1959 cited in Lefrancois, 2000, pp. 307-309) โดยแสดงว่า ความคิดสร้างสรรค์อยู่ในมิติที่ 1 คือ วิธีการคิดที่เป็นการคิดอเนกนัย (Divergent thinking) เป็นการคิดที่เน้นความคิดใหม่ ๆ ที่น่าจะเป็นไปได้หลายแบบ สามารถเปลี่ยนวิธีการแก้ปัญหา ได้หลายรูปแบบ นำไปสู่การหาคำตอบหรือวิธีการแก้ปัญหาที่หลากหลาย ซึ่งกิลฟอร์ดได้ให้ความสนใจในวิธีการคิดแบบอเนกนัยเป็นพิเศษเพราะเป็นวิธีการคิดที่ส่งผลการคิดอย่างหลากหลาย ซึ่งแสดงให้เห็นถึงความคิดสร้างสรรค์

องค์ประกอบของรูปแบบการจัดการเรียนรู้

รูปแบบการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวคิดการสร้างความรู้เพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 มีองค์ประกอบต่าง ๆ ซึ่งได้ผ่านการสังเคราะห์จากเอกสารที่เกี่ยวข้อง โดยมีรายละเอียดดังนี้

1. หลักการ
2. จุดมุ่งหมาย
3. ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้
4. การวัดและประเมินผล

โดยมีรายละเอียดของแต่ละองค์ประกอบ ดังนี้

หลักการ

หลักการของรูปแบบการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวคิดการสร้างความรู้เพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ได้แนวคิดและทฤษฎีพื้นฐานได้แก่ แนวคิดตามทฤษฎีการสร้างความรู้ ทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของเพียเจต์ ทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของวิกอทสกี แนวคิดของ Freud

แนวคิดของเทลอร์และฮอลแลนด์ แนวคิดของทอเรนซ์ ทฤษฎีโครงสร้างสมรรถภาพทางสมอง โดยสรุปเป็นหลักการกระบวนการจัดการเรียนรู้ ดังนี้

1. การให้นักเรียนมีบทบาทสำคัญในการสร้างความรู้ด้วยตนเองผ่านกระบวนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ผู้สอนได้ออกแบบขึ้น โดยผู้สอนทำหน้าที่จัดประสบการณ์ และเตรียมสื่อการเรียนรู้ที่เหมาะสมให้กับนักเรียน
2. การส่งเสริมให้นักเรียนมีปฏิสัมพันธ์ร่วมกับผู้อื่น ได้แลกเปลี่ยนความคิดเห็น ในความรู้ที่ค้นพบจากการทำกิจกรรม
3. การส่งเสริมให้นักเรียนคิดหายุทธวิธีในการแก้ปัญหาอย่างหลากหลาย โดยดำเนินการตามขั้นตอนการแก้ปัญหอย่างสร้างสรรค์

จุดมุ่งหมาย

รูปแบบการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวคิดการสร้างความรู้เพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหอย่างสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 มีจุดประสงค์ ดังนี้

- 1) เพื่อให้นักเรียนได้มีโอกาสศึกษา ค้นคว้า ลงมือปฏิบัติค้นหาความรู้ด้วยตนเอง
- 2) เพื่อให้นักเรียนมีโอกาสได้นำเสนอและแลกเปลี่ยนแนวความคิดของตนเองกับผู้อื่น
- 3) เพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหอย่างสร้างสรรค์
- 4) เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์

ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ของรูปแบบ

รูปแบบการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวคิดการสร้างความรู้เพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหอย่างสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ประกอบด้วย 4 ขั้นตอน โดยในแต่ละขั้นตอนมีองค์ประกอบ ดังต่อไปนี้

ขั้นที่ 1 การเตรียมความพร้อม (Prepare) เป็นขั้นที่ผู้สอนทบทวนความรู้เดิมของนักเรียน โดยให้นักเรียนเชื่อมโยงประสบการณ์เดิมกับเรื่องที่จะเรียนใหม่เข้าด้วยกัน โดยถ้านักเรียนมีความรู้เดิมไม่เพียงพอ ผู้สอนควรเสริมความรู้โดยยกตัวอย่างเพื่อสร้างความเข้าใจในเนื้อหาให้กับนักเรียน

บทบาทครู

- 1) ใช้คำถามเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนเชื่อมโยงความรู้จากประสบการณ์เดิมที่นักเรียนเคยเรียนมาแล้ว และเกี่ยวข้องกับสัมพันธ์กับสิ่งที่นักเรียนจะเรียนรู้ใหม่
- 2) อธิบายเสริมความรู้พื้นฐานที่จำเป็นต้องใช้ในเรื่องนั้นก่อนเรียน กรณีที่ผู้เรียนมีพื้นฐานความรู้เดิมไม่เพียงพอ

บทบาทนักเรียน

- 1) จัดลำดับความคิดของตนเองเพื่อเชื่อมโยงความรู้จากประสบการณ์เดิมที่นักเรียนเคยเรียนมาแล้ว กับสิ่งที่นักเรียนจะเรียนรู้ใหม่
- 2) วิเคราะห์ หาดองค์ประกอบที่เหมือนหรือคล้ายคลึง เพื่อไปสัมพันธ์กับสิ่งที่เรียนรู้ใหม่
- 3) แลกเปลี่ยนเรียนรู้กับเพื่อนและครู เมื่อไม่เข้าใจให้ถาม

ขั้นที่ 2 การสร้างองค์ความรู้จากสถานการณ์ปัญหา (Creating knowledge) เป็นขั้นที่ผู้สอนจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้สถานการณ์ปัญหาเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความขัดแย้งทางปัญญาผ่านสถานการณ์ปัญหาเข้ากับประสบการณ์เดิมที่มีอยู่ จากการอภิปรายการใช้กลุ่มย่อยแบบลดความสามารถ และให้นักเรียนมีปฏิสัมพันธ์ทางสังคมกับเพื่อนนักเรียนหรือผู้สอน

2.1 ขั้นทำความเข้าใจปัญหา เป็นขั้นที่นักเรียนรวบรวมข้อมูลและค้นหาข้อเท็จจริงเกี่ยวกับปัญหา ค้นหาสิ่งที่โจทย์ให้หาและเงื่อนไขที่โจทย์กำหนด โดยใช้แนวคิดและวิธีการต่าง ๆ เพื่อทำความเข้าใจปัญหา เช่น การเขียนแผนภาพ เขียนสัญลักษณ์แสดงสถานการณ์ และการแยกส่วนต่าง ๆ ของเงื่อนไข

2.2 ขั้นค้นหายุทธวิธีในการแก้ปัญหาอย่างหลากหลาย เป็นขั้นที่นักเรียนคิดหายุทธวิธีการแก้ปัญหาให้มากที่สุด อาจใช้ยุทธวิธีการแก้ปัญหาที่แปลกใหม่แตกต่างไปจากเดิม หรือต่อยอดจากยุทธวิธีเดิม ยุทธวิธีที่ใช้ในการแก้ปัญหามีหลายวิธี เช่น การวาดแผนภาพหรือรูปภาพ การสร้างตารางหรือกราฟ การคาดเดาและตรวจสอบ การสร้างรายการของสิ่งที่เป็นไปได้ทั้งหมด การทำงานย้อนกลับ การเขียนสมการ และการผสมผสาน

2.3 ขั้นปฏิบัติการแก้ปัญหา เป็นขั้นที่นักเรียนแก้ปัญหาตามยุทธวิธีการแก้ปัญหาที่วางไว้ และถ้ายุทธวิธีการแก้ปัญหาที่นักเรียนเลือกไว้ไม่สามารถแก้ปัญหาได้ นักเรียนต้องย้อนกลับไปพิจารณาขั้นค้นหายุทธวิธีในการแก้ปัญหาอย่างหลากหลายอีกครั้ง

2.4 ขั้นตรวจสอบการแก้ปัญหาและสรุปคำตอบ เป็นขั้นที่นักเรียนตรวจสอบผลลัพธ์ที่ได้จากการแก้ปัญหาว่าถูกต้องหรือไม่ โดยมองย้อนกลับไปทบทวนและตรวจสอบขั้นตอนต่าง ๆ ที่ผ่านมา โดยพิจารณาความสมเหตุสมผลของคำตอบ และพิจารณาว่าน่าจะมีคำตอบอื่นหรือยุทธวิธีการแก้ปัญหาย่างอื่นได้อีกหรือไม่ และสรุปคำตอบที่ได้

บทบาทครู

- 1) แบ่งนักเรียนออกเป็นกลุ่ม กลุ่มละ 3-5 คน ลดความสามารถ เก่ง ปานกลาง อ่อน
- 2) ให้นักเรียนฝึกแก้ปัญหาโดยใช้ยุทธวิธีการแก้ปัญหาอย่างหลากหลาย ให้นักเรียนแต่ละคนในกลุ่มช่วยกันเสนอแนวทางการแก้ปัญหา
- 3) ให้เวลานักเรียนได้มีโอกาสใช้ความคิดและไตร่ตรองความคิด

4) กำหนดสถานการณ์ที่หลากหลายเพื่อให้นักเรียนเกิดทักษะกระบวนการแก้ปัญหาในเรื่องนั้น

5) กระตุ้นให้ผู้เรียนอภิปรายแนวคิดที่ใช้ในการแก้ปัญหา และอภิปรายแลกเปลี่ยนเรียนรู้กับเพื่อน

6) สร้างบรรยากาศที่เหมาะสม ให้นักเรียนผ่อนคลายและสภาพแวดล้อมที่สนุกสนาน บทบาทนักเรียน

1) แสดงวิธีการแก้ปัญหาโดยใช้ยุทธวิธีการแก้ปัญหอย่างหลากหลาย และพิจารณาคำตอบที่ได้จากยุทธวิธีการแก้ปัญหาแบบต่าง ๆ ว่ามีความถูกต้องเหมาะสมหรือไม่ เพราะเหตุใด

2) แลกเปลี่ยนเรียนรู้กับเพื่อนและครู เมื่อไม่เข้าใจให้ถาม

ขั้นที่ 3 ตรวจสอบความคิดใหม่ (Check) เป็นขั้นที่ผู้สอนตรวจสอบความรู้ที่เกิดขึ้นกับนักเรียน โดยการให้นักเรียนอภิปรายแลกเปลี่ยนความคิดเห็น การซักถามนักเรียนโดยตรง จากนั้นผู้สอนให้คำชี้แนะเพิ่มเติมกรณีที่นักเรียนเข้าใจไม่ถูกต้องหรือความรู้ที่ได้รับไม่สมบูรณ์

บทบาทครู

1) ให้นักเรียนอภิปรายแลกเปลี่ยนความรู้จากสิ่งที่ได้รับจากการทำกิจกรรม เพื่อตรวจสอบความเข้าใจของนักเรียนว่าถูกต้องหรือไม่ โดยครูชี้แจงเพิ่มเติมกรณีที่นักเรียนเข้าใจไม่ถูกต้องหรืออธิบายแสดงความรู้ที่ได้รับไม่สมบูรณ์

2) กระตุ้นให้นักเรียนอธิบายความรู้ที่ได้รับจากการทำกิจกรรม

บทบาทนักเรียน

ร่วมอภิปรายแลกเปลี่ยนความรู้ที่ได้รับจากการทำกิจกรรม

ขั้นที่ 4 ประเมินผลการเรียนรู้ (Assessment) เป็นขั้นที่ผู้สอนให้นักเรียนทบทวนความรู้ใหม่ที่ได้ โดยให้นักเรียนอภิปรายร่วมกัน และนำความรู้ที่ได้ไปใช้แก้ปัญหาในสถานการณ์ต่าง ๆ อย่างหลากหลายทั้งปัญหาที่คุ้นเคยและปัญหาที่แปลกใหม่

บทบาทครู

1) ใช้คำถามเพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนได้พิจารณาความเปลี่ยนแปลงของความรู้ความเข้าใจเดิมกับความรู้ใหม่ที่ได้รับ

2) ให้นักเรียนได้ฝึกการนำความรู้ที่ได้รับไปใช้ในการแก้ปัญหาในสถานการณ์ต่าง ๆ

บทบาทนักเรียน

1) ให้นักเรียนนำแนวคิดหรือความรู้ความเข้าใจที่พัฒนาขึ้นไปใช้แก้ปัญหาในสถานการณ์ต่าง ๆ ที่หลากหลาย

2) ให้ผู้เรียนทบทวนตนเองว่าความเข้าใจได้เปลี่ยนไปจากเดิมหรือไม่อย่างไร
เมื่อเปรียบเทียบกับตอนเริ่มต้นบทเรียน

การวัดและประเมินผล

การวัดและประเมินผลการเรียนรู้ดำเนินการ ดังนี้

1. วัดและประเมินผลความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ก่อนการดำเนินการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ของนักเรียนกลุ่มทดลอง ด้วยแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

2. วัดและประเมินผลด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนการดำเนินการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ของนักเรียนกลุ่มทดลอง ด้วยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

3. วัดและประเมินผลความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์หลังการดำเนินการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ของนักเรียนกลุ่มทดลอง ด้วยแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ฉบับเดียวกับที่ใช้วัดและประเมินผลก่อนการดำเนินการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้

4. วัดและประเมินผลด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังการดำเนินการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ของนักเรียนกลุ่มทดลอง ด้วยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ฉบับเดียวกับที่ใช้วัดและประเมินผลก่อนการดำเนินการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้

ภาคผนวก ง
แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

2. เงื่อนไขที่โจทย์กำหนดให้ ซึ่งแบ่งเป็นข้อมูลที่จำเป็น หรือข้อมูลที่ไม่จำเป็น หรือข้อมูลที่ไม่เพียงพอต่อการแก้โจทย์ปัญหา โดยส่วนมากอยู่ในประโยคบอกเล่า

การค้นหายุทธวิธีการแก้ปัญหอย่างหลากหลาย

เป็นการคิดหาวิธีแก้ปัญหามากที่สุด ซึ่งอาจประกอบไปด้วยยุทธวิธีต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

1. การวาดแผนภาพหรือรูปภาพ (Draw a diagram or picture)
2. การสร้างตารางหรือกราฟ (Construct a table or graph)
3. การคาดเดาและตรวจสอบ (Guess and check)
4. การทำงานย้อนกลับ (Work backward)
5. การเขียนสมการ (Write an equation)
6. การผสมผสาน เป็นการนำยุทธวิธีต่าง ๆ มาประยุกต์ใช้

จุดประสงค์การเรียนรู้

ด้านความรู้ นักเรียนสามารถ

1. ระบุสิ่งที่โจทย์ให้หาและเงื่อนไขที่โจทย์กำหนด
2. แก้โจทย์ปัญหาได้ด้วยยุทธวิธีการแก้ปัญหาดังต่าง ๆ

ด้านทักษะกระบวนการ

นักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหอย่างสร้างสรรค์

ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์

1. มีวินัย
2. ใฝ่เรียนรู้
3. มุ่งมั่นในการทำงาน

สาระการเรียนรู้

โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์โดยทั่วไปประกอบด้วย 2 ส่วนคือ

1. ส่วนที่โจทย์ต้องการหา โดยส่วนมากอยู่ในลักษณะคำถาม
2. ส่วนที่โจทย์กำหนดให้ ซึ่งแบ่งเป็นข้อมูลที่จำเป็น หรือข้อมูลที่ไม่จำเป็น หรือข้อมูล

ที่ไม่เพียงพอต่อการแก้โจทย์ปัญหา โดยส่วนมากอยู่ในประโยคบอกเล่า

ประเภทของโจทย์ปัญหา แบ่งเป็น 2 ลักษณะ

1. โจทย์ปัญหาปกติ (Routine problem) คือ โจทย์ปัญหาที่มีข้อมูลสอดคล้องกับ

การนำไปใช้ในการแก้โจทย์ปัญหา

2. โจทย์ปัญหาไม่ปกติ (Nonroutine problem) คือ โจทย์ปัญหาที่มีข้อมูลมากหรือน้อยเกินไปในการนำไปใช้ในการแก้โจทย์ปัญหา ซึ่งผู้เรียนจะต้องเลือกหรือหาข้อมูลเพิ่มเติมเพื่อใช้ในการแก้ปัญหา

ขั้นตอนการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ประกอบด้วย 4 ขั้นตอนดังนี้

1. **ขั้นทำความเข้าใจปัญหา** เป็นขั้นที่นักเรียนรวบรวมข้อมูลและค้นหาข้อเท็จจริงเกี่ยวกับปัญหา ค้นหาสิ่งที่โจทย์ให้หาและเงื่อนไขที่โจทย์กำหนด โดยใช้แนวคิดและวิธีการต่าง ๆ เพื่อทำความเข้าใจปัญหา เช่น การเขียนแผนภาพ เขียนสัญลักษณ์แสดงสถานการณ์ และการแยกส่วนต่าง ๆ ของเงื่อนไข

2. **ขั้นค้นหายุทธวิธีในการแก้ปัญหาอย่างหลากหลาย** เป็นขั้นที่นักเรียนคิดหายุทธวิธีการแก้ปัญหาให้มากที่สุด อาจใช้ยุทธวิธีการแก้ปัญหาที่แปลกใหม่แตกต่างไปจากเดิม หรือต่อยอดจากยุทธวิธีเดิม ยุทธวิธีที่ใช้ในการแก้ปัญหามีหลายวิธี เช่น การวาดแผนภาพหรือรูปภาพ การสร้างตารางหรือกราฟ การคาดเดาและตรวจสอบ การสร้างรายการของสิ่งที่เป็นไปได้ทั้งหมด การทำงานย้อนกลับ การเขียนสมการ และการผสมผสาน

3. **ขั้นปฏิบัติการแก้ปัญหา** เป็นขั้นที่นักเรียนแก้ปัญหตามยุทธวิธีการแก้ปัญหาที่วางไว้ และถ้ายุทธวิธีการแก้ปัญหานั้นนักเรียนเลือกไว้ไม่สามารถแก้ปัญหาก็ได้ นักเรียนต้องย้อนกลับไปพิจารณาขั้นค้นหายุทธวิธีในการแก้ปัญหาอย่างหลากหลายอีกครั้ง

4. **ขั้นตรวจสอบการแก้ปัญหาและสรุปคำตอบ** เป็นขั้นที่นักเรียนตรวจสอบผลลัพธ์ที่ได้จากการแก้ปัญหว่าถูกต้องหรือไม่ โดยมองย้อนกลับไปทบทวนและตรวจสอบขั้นตอนต่าง ๆ ที่ผ่านมา โดยพิจารณาความสมเหตุสมผลของคำตอบ และพิจารณาว่าน่าจะมีคำตอบอื่นหรือยุทธวิธีการแก้ปัญหายังอื่น ได้อีกหรือไม่ และสรุปคำตอบที่ได้

ตัวอย่างที่ 1 (โจทย์ปัญหาแบบปกติ)

กีวีต้องการแบ่งเงินจำนวนหนึ่งให้น้อง 5 คน ถ้าเขานำเงินไปเก็บส่วนหนึ่งเป็นเงิน 35 บาท ก็จะแบ่งให้น้องได้คนละ 75 บาท อยากทราบว่า กีวีมีเงินกี่บาท

1. การทำความเข้าใจปัญหา (วิเคราะห์โจทย์ปัญหา)

1. สิ่งที่โจทย์ต้องการหา กีวีมีเงินกี่บาท

2. สิ่งที่โจทย์กำหนดให้

ข้อมูลที่จำเป็น กีวีแบ่งเงินให้น้อง 5 คน เขานำเงินเก็บส่วนหนึ่งเป็นเงิน 35 บาท
เขาแบ่งเงินให้น้องได้คนละ 75 บาท

ข้อมูลเพียงพอหรือไม่ เพียงพอแล้ว

2. ค้นหาแนวทางในการแก้ปัญหา

วิธีที่ 1 การวาดภาพ

1. วาดรูปจากสิ่งที่โจทย์กำหนดให้



2. หาคำตอบจากรูปที่วาด

วิธีที่ 2 การสร้างสมการ

1. สมมติตัวแปรแทนสิ่งที่โจทย์ต้องการหา
2. พิจารณาว่าตัวแปรที่สมมติให้ นั้นมีความสัมพันธ์กันอย่างไรกับเงื่อนไขที่โจทย์กำหนดให้
3. สร้างสมการจากสิ่งที่โจทย์กำหนดให้
4. แก้สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวโดยใช้สมบัติของการเท่ากัน

$$\text{ถ้าให้ } x \text{ แทนจำนวนเงินที่ก๊วยมี จะได้สมการ } (5 \times 75) + 35 = x$$

ตัวอย่างที่ 2 (โจทย์ปัญหาแบบปกติ)

ส้มนำเงินใส่ซอง 3 ซอง ซองละเท่าๆกัน ปรากฏว่ายังมีเงินเหลืออยู่ 7 บาท ถ้าส้มมีเงิน 49 บาท ส้มนำเงินใส่ซอง ๆ ละเท่าไร

1. การทำความเข้าใจปัญหา (วิเคราะห์โจทย์ปัญหา)

1. สิ่งที่โจทย์ต้องการหา ส้มนำเงินใส่ซองๆ ละเท่าไร
2. สิ่งที่โจทย์กำหนดให้
ข้อมูลที่เป็น ส้มนำเงินใส่ซอง 3 ซอง ซองละเท่าๆ กัน
ข้อมูลเพียงพอหรือไม่ เพียงพอแล้ว

2. ค้นหาแนวทางในการแก้ปัญหา

วิธีที่ 1 การสร้างรายการของสิ่งที่เป็นไปได้ทั้งหมด

1. ออกแบบสร้างตารางตามสิ่งที่โจทย์กำหนด
2. แทนค่าตัวเลขในตารางจนกว่าจะได้คำตอบตรงตามเงื่อนไขที่โจทย์กำหนด

จำนวนเงินที่มะขามใส่ช่อง (บาท)			เหลือเงิน (บาท)	รวมเป็นเงิน (บาท)
ช่อง 1	ช่อง 2	ช่อง 3		
1	1	1	7	10
2	2	2	7	13
3	3	3	7	16
.
.
.
14	14	14	7	49

วิธีที่ 2 การสร้างสมการ

1. สมมติตัวแปรแทนสิ่งที่โจทย์ต้องการหา
2. พิจารณาว่าตัวแปรที่สมมติให้มีความสัมพันธ์กันอย่างไรกับเงื่อนไขที่โจทย์กำหนดให้
3. สร้างสมการจากสิ่งที่โจทย์กำหนดให้
4. แก้สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวโดยใช้สมบัติของการเท่ากัน

ถ้าให้ x แทนจำนวนเงินที่ใส่ในแต่ละช่อง จะได้สมการ $3x + 7 = 49$

ตัวอย่างที่ 3 (โจทย์ปัญหาแบบไม่ปกติ)

บิลลี่มีเงินจำนวนหนึ่ง พ่อให้เงินบิลลี่ 80 บาท แม่ให้เงินบิลลี่อีก 250 บาท เดิมบิลลี่มีเงินเท่าไร

1. การทำความเข้าใจปัญหา (วิเคราะห์โจทย์ปัญหา)
 1. สิ่งที่โจทย์ต้องการหา จำนวนเงินของบิลลี่ในตอนแรก
 2. สิ่งที่โจทย์กำหนดให้
ข้อมูลที่เป็น พ่อให้เงิน 80 บาท แม่ให้อีก 250 บาท
ข้อมูลเพียงพอหรือไม่ ไม่เพียงพอ เพราะข้อมูลไม่ได้กำหนดว่าหลังจากพ่อและแม่ให้เงินแล้วบิลลี่มีเงินทั้งหมดเท่าไร
2. ค้นหาแนวทางในการแก้ปัญหา หาไม่ได้เพราะข้อมูลไม่เพียงพอต่อการแก้ปัญหา

ตัวอย่างที่ 4

ถ้านับจำนวนหมูและไก่รวมกันได้ 10 ตัว ถ้านับจำนวนขาหมูและขาไก่รวมกันได้ 32 ขา
ถามว่า มีหมูกี่ตัว และมีไก่กี่ตัว

1. การทำความเข้าใจปัญหา (วิเคราะห์โจทย์ปัญหา)

1. สิ่งที่โจทย์ต้องการหา จำนวนหมู และ ไก่
2. สิ่งที่โจทย์กำหนดให้
ข้อมูลที่เป็น จำนวนหมูและไก่รวมกันได้ 10 ตัว, จำนวนขาหมูและขาไก่
รวมกันได้ 32 ขา
ข้อมูลเพียงพอหรือไม่ เพียงพอแล้ว

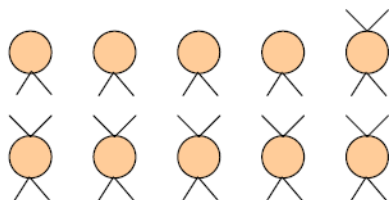
2. ค้นหาวิธีที่สามารถช่วยในการแก้ปัญหา ได้แก่

- วิธีที่ 1 การวาดภาพ
- วิธีที่ 2 การสร้างรายการของสิ่งที่เป็นไปได้ทั้งหมด
- วิธีที่ 3 การคาดเดาและตรวจสอบ
- วิธีที่ 4 การผสมผสาน เป็นการใช้ยุทธวิธีการสร้างตาราง (สำหรับจัดการข้อมูล) และการเขียน
สมการ
- วิธีที่ 5 ทำงานย้อนกลับ

3. ปฏิบัติการแก้ปัญหา

วิธีที่ 1 การวาดภาพ

โดยการวาดรูปแทนสถานการณ์ปัญหาเพื่อหาคำตอบ
ยกตัวอย่างเช่น ใช้รูปวงกลมแทนตัวสัตว์ และเส้นตรงแทนขา จากนั้นวาดรูปให้
ได้ตรงกับสิ่งที่โจทย์กำหนดมาให้ จะได้ดังภาพ



ตอบ มีหมู 6 ตัว และมีไก่ 4 ตัว

วิธีที่ 2 การสร้างรายการของสิ่งที่เป็นไปได้ทั้งหมด

1. สร้างตารางตามสิ่งที่โจทย์กำหนด

2. สุ่มตัวเลขจำนวนจำนวนหมูและจำนวนไก่ จนกว่าจะได้คำตอบตรงตามเงื่อนไขที่โจทย์กำหนด

ที่	จำนวน (ตัว)			จำนวน (ขา)		
	หมู	ไก่	รวม	หมู	ไก่	รวม
1	1	9	10	4	18	22
2	2	8	10	8	16	24
3	3	7	10	12	14	26
4	4	6	10	16	12	28
5	5	5	10	20	10	30
6	6	4	10	24	8	32
7	7	3	10	28	6	34
8	8	2	10	32	4	36
9	9	1	10	36	2	38
10	10	0	10	40	0	40

จากตารางพบว่า กรณีที่มีหมู 6 ตัว และไก่ 4 ตัว จะมีขาหมู 24 ขา และมีขาไก่ 8 ตัว จะได้จำนวนหมูและไก่อรวมกัน 10 ตัว และผลรวมของจำนวนขาหมูและขาไก่เท่ากับ 32 ขา ซึ่งตรงตามเงื่อนไขที่โจทย์กำหนด

ตอบ มีหมู 6 ตัว และมีไก่ 4 ตัว

วิธีที่ 3 การคาดเดาและตรวจสอบ

สุ่มตัวเลข 2 ตัวแทนจำนวนหมูและจำนวนไก่ซึ่งตัวเลข 2 ตัวนั้นบวกกันได้ 10 ตัว จากนั้นนำไปหาค่าของจำนวนขาหมูและขาไก่จนกว่าจะได้คำตอบตรงตามเงื่อนไขที่โจทย์กำหนด

สุ่มคำตอบครั้งที่ 1 หมู 3 ตัว และไก่ 7 ตัว (ซึ่งมีผลรวมเป็น 10 ตัว)

จำนวนขาหมูเป็น 12 ขา และจำนวนขาไก่เป็น 14 ขา

ผลรวมของจำนวนขาหมูและขาไก่เท่ากับ 26 ขา ซึ่งน้อยไปไม่เป็นจริงตามเงื่อนไขของโจทย์

คู่คำตอบครั้งที่ 2 หมู 5 ตัว และไก่ 5 ตัว (ซึ่งมีผลรวมเป็น 10 ตัว)
 จำนวนขาหมูเป็น 20 ขา และจำนวนขาไก่เป็น 10 ขา
 ผลรวมของจำนวนขาหมูและขาไก่เท่ากับ 30 ขา ซึ่งน้อยไปไม่เป็นจริง
 ตามเงื่อนไขของโจทย์

คู่คำตอบครั้งที่ 3 หมู 6 ตัว และไก่ 4 ตัว (ซึ่งมีผลรวมเป็น 10 ตัว)
 จำนวนขาหมูเป็น 24 ขา และจำนวนขาไก่เป็น 8 ขา
 ผลรวมของจำนวนขาหมูและขาไก่เท่ากับ 32 ขา ซึ่งเป็นจริงตามเงื่อนไข
 ของโจทย์

ตอบ มีหมู 6 ตัว และมีไก่ 4 ตัว

วิธีที่ 4 การผสมผสาน แบบที่ 1 (เป็นการใช้ทฤษฎีการสร้างตาราง (สำหรับจัดการข้อมูล) และ
 การเขียนสมการ)

สมมติให้จำนวนหมูมี x ตัว

	จำนวนตัว	จำนวนขา
หมู	x	$4x$
ไก่	$10 - x$	$2(10 - x)$

จำนวนขาหมูและขาไก่รวมกันได้ 32 ขา

$$\text{จะได้สมการ } 4x + 2(10 - x) = 32$$

$$4x + 20 - 2x = 32$$

$$2x + 20 = 32$$

นำ 20 มาลบทั้งสองข้างของสมการ

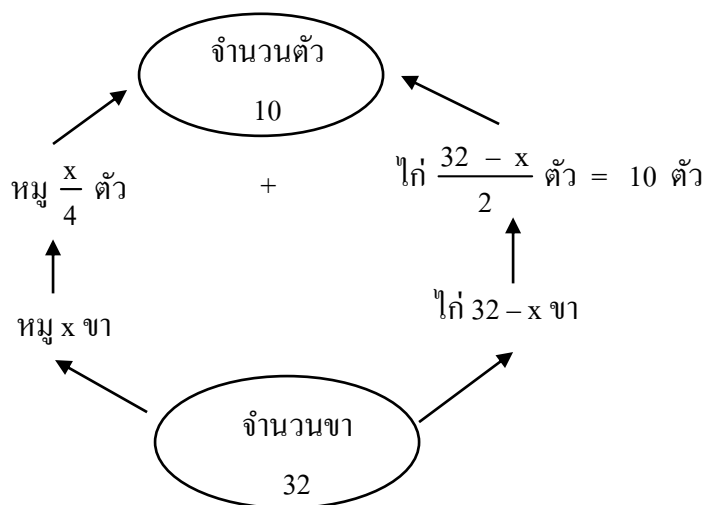
$$\text{จะได้ } 2x = 12$$

$$x = 6$$

ดังนั้น มีหมู 6 ตัว และมีไก่ $10 - x$ คือ $10 - 6 = 4$ ตัว

ตอบ มีหมู 6 ตัว และมีไก่ 4 ตัว

วิธีที่ 5 ทำงานย้อนกลับ แบบที่ 1



จำนวนหมูและไก่รวมกันได้ 10 ตัว

จะได้สมการ
$$\frac{x}{4} + \frac{32-x}{2} = 10$$

นำ ค.ร.น. ของ 4 และ 2 คือ 4 มาคูณทั้งสองข้างของสมการ

จะได้
$$4 \left[\frac{x}{4} + \frac{32-x}{2} \right] = 4(10)$$

$$x + 64 - 2x = 40$$

$$64 - x = 40$$

นำ 64 มาลบทั้งสองข้างของสมการ

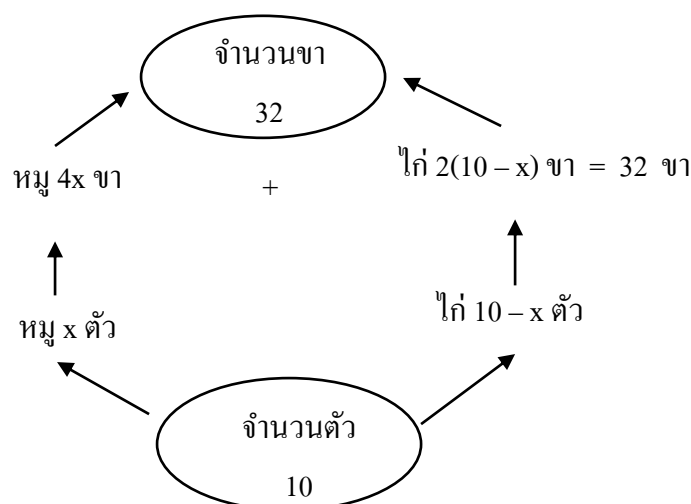
จะได้
$$-x = -24$$

นำ -1 มาคูณทั้งสองข้างของสมการ

จะได้
$$x = 24$$

ดังนั้น จำนวนหมูเท่ากับ $\frac{24}{4} = 6$ ตัว และจำนวนไก่เท่ากับ $\frac{32-24}{2} = \frac{8}{2} = 4$ ตัว

วิธีที่ 5 ทำงานย้อนกลับ แบบที่ 2



จำนวนหมูและไก่รวมกันได้ 10 ตัว

จะได้สมการ $4x + 2(10 - x) = 32$

เหมือนกับ วิธีที่ 4 การผสมผสาน แบบที่ 1

ดังนั้น คำตอบของสมการคือ มีหมู 6 ตัว และมีไก่ 4 ตัว

4. ตรวจสอบการแก้ปัญหาและคำตอบ

จากการปฏิบัติการแก้ปัญหาทั้ง 5 วิธี พบว่าได้คำตอบเหมือนกันคือ มีหมู 6 ตัว และมีไก่ 4 ตัว แสดงว่าคำตอบที่หาได้ถูกต้อง และเมื่อตรวจคำตอบโดยพิจารณาย้อนกลับ ดังนี้

หมู 6 ตัว มีขา 24 ขา

ไก่ 4 ตัว มีขา 8 ขา

ขาหมูรวมกับขาไก่ เท่ากับ $24 + 8 = 32$ ขา

แสดงว่า คำตอบที่ได้ถูกต้อง สมเหตุสมผล

สรุปยุทธวิธีในการแก้ปัญหา

1. การวาดแผนภาพหรือรูปภาพ (Draw a diagram or picture) คือ การแปลงสถานการณ์ปัญหาให้แสดงในรูปแผนภาพ

2. การสร้างตารางหรือกราฟ (Construct a table or graph) คือ การนำเสนอข้อมูล หรือใช้สำหรับการจัดการข้อมูลสำหรับการแก้ปัญหา

3. การคาดเดาและตรวจสอบ (Guess and check) คือ การคาดเดาแนวทางการแก้ปัญหา เพื่อให้ได้คำตอบ และผู้แก้ปัญหาจะตรวจสอบเงื่อนไขของปัญหาอีกครั้งเพื่อปรับปรุงการคาดเดาให้ดีขึ้นจนมั่นใจว่าได้คำตอบที่ถูกต้อง

4. การทำงานย้อนกลับ (Work backward) คือ การแก้ปัญหโดยพิจารณาสถานการณ์สุดท้ายของปัญหาเป็นขั้นเริ่มต้นการแก้ปัญห และสถานการณ์เริ่มต้นของปัญหาเป็นขั้นสุดท้ายของการแก้ปัญห

5. การเขียนสมการ (Write an equation) คือการใช้ทักษะทางคณิตศาสตร์ด้านพีชคณิตที่ช่วยในแปลงปัญหาให้อยู่ในรูปสมการเพื่อช่วยในการแก้ปัญห

6. การผสมผสาน คือการนำยุทธวิธีต่าง ๆ มาประยุกต์ใช้

กิจกรรมการเรียนรู้

1. ขั้นเตรียมความพร้อม (Prepare)

1.1 ครูแจ้งจุดประสงค์การเรียนรู้ให้กับนักเรียน ดังนี้

- นักเรียนสามารถระบุสิ่งที่โจทย์ให้หาและเงื่อนไขที่โจทย์กำหนด
- นักเรียนสามารถแก้โจทย์ปัญหาได้ด้วยยุทธวิธีการแก้ปัญหต่าง ๆ

1.2 ครูกล่าวถึงภาพรวมของการดำเนินกิจกรรมการจัดการเรียนรู้เรื่องการประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวโดยใช้การแก้ปัญหอย่างสร้างสรรค์ หายุทธวิธีในการแก้ปัญหอย่างหลากหลาย นักเรียนมีอิสระในการเสนอแนวทางในการแก้ปัญหได้อย่างกว้างขวางด้วยการร่วมมือกันแก้ปัญหเป็นกลุ่มใหญ่ทั้งชั้นเรียน เป็นกลุ่มเล็กและเป็นรายบุคคล

1.3 ครูให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายถึงสมบัติของการเท่ากันเพื่อเป็นการทบทวนความรู้เกี่ยวกับการแก้สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว

1.4 ครูให้นักเรียนทำใบกิจกรรมที่ 1 เรื่องการอ่านวิเคราะห์โจทย์ปัญหาและการวางแผนแก้ปัญห เพื่อเป็นการทบทวนความรู้เกี่ยวกับยุทธวิธีในการแก้ปัญหแบบต่าง ๆ พร้อมทั้งแนะนำและเสริมความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับยุทธวิธีในการแก้ปัญห

2. ขั้นสร้างองค์ความรู้จากสถานการณ์ปัญหา (Creating knowledge)

2.1 ครูแบ่งนักเรียนเป็นกลุ่ม ๆ ละ 5 คน คณะความสามารถ และให้สมาชิกแต่ละกลุ่มเลือกประธานและเลขานุการของกลุ่ม

2.2 ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มทำใบกิจกรรมที่ 2 สถานการณ์ปัญหา “ผลไม้สำหรับจัดค่าย” โดยให้นักเรียนนำขั้นตอนการแก้ปัญหอย่างสร้างสรรค์มาใช้ในการแก้ปัญห ซึ่งขั้นตอนการแก้ปัญหเริ่มจาก **ทำความเข้าใจปัญหา** รวบรวมข้อมูลและค้นหาข้อเท็จจริงเกี่ยวกับปัญหา สิ่งที่โจทย์ให้หาในปัญหานี้คือ จำนวนส้มที่นิคและหน้อยซื้อจากร้านค้า เงื่อนไขที่โจทย์กำหนดคือ นิคซื้อส้มจากบักซิ่งซึ่งขายแพ็คละ 9 ผล ราคา 74 บาท/แพ็ค หน้อยซื้อส้มจากโลดส์ซึ่งขายแพ็คละ 6 ผล ราคา 80 บาท/แพ็ค นิคและหน้อยซื้อส้มรวมกันไม่เกิน 34 ผล จากนั้นนำข้อมูลมาใช้เพื่อ

ค้นหาวิธีการแก้ปัญหาอย่างหลากหลาย เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนค้นหาวิธีการแก้ปัญหาให้ได้มากที่สุด จากนั้นให้นักเรียน**ปฏิบัติการแก้ปัญหา** โดยให้นักเรียนตัดสินใจเลือกวิธีการแก้ปัญหาที่มีประสิทธิภาพที่สุดมาเขียนแสดงวิธีทำ แล้ว**ตรวจสอบการแก้ปัญหาและคำตอบ** เป็นการตรวจสอบผลลัพธ์ที่ได้จากการแก้ปัญหาว่าถูกต้องหรือไม่ และสรุปคำตอบ

3. ขั้นตรวจสอบความคิดใหม่ (Check)

3.1 ครูขออาสาสมัคร 2 – 3 กลุ่ม ออกมานำเสนอผลการทำใบกิจกรรมที่ 2 การแก้ปัญหาสถานการณ์ “ผลไม้สำหรับจัดค่าย”

3.2 ครูให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับยุทธวิธีการแก้ปัญหาแบบต่าง ๆ ในใบงานที่ 1 การแก้ปัญหาสถานการณ์ “ผลไม้สำหรับจัดค่าย” โดยกระตุ้นให้นักเรียนในห้องเรียนแสดงความคิดเห็นจากการนำเสนอยุทธวิธีการแก้ปัญหาแบบต่าง ๆ ที่เพื่อนออกมานำเสนอ และให้นักเรียนออกมานำเสนอแนวการแก้ปัญหาที่นอกเหนือจากที่เพื่อนแสดงหน้าชั้นเรียน

3.3 ครูให้นักเรียนร่วมกันพิจารณาแนวทางการแก้ปัญหาที่เหมาะสมที่สุดในการหาคำตอบ โดยให้นักเรียนพิจารณาข้อดี ข้อจำกัดของแต่ละวิธีเพื่อนำไปสู่ข้อสรุปร่วมกันถึงวิธีการหาคำตอบที่เหมาะสมที่สุด โดยครูชี้แจงเพิ่มเติมกรณีที่นักเรียนเข้าใจไม่ถูกต้องหรืออธิบายแสดงความรู้ที่ได้รับไม่สมบูรณ์

4. ขั้นประเมินผลการเรียนรู้ (Assessment)

4.1 ครูให้นักเรียนร่วมกันสรุปความคิดรวบยอดในการทำกิจกรรม ได้แก่ การแก้โจทย์ปัญหาสามารถนำยุทธวิธีในการแก้ปัญหามาใช้ได้หลายอย่าง เช่น การวาดแผนภาพหรือรูปภาพ การสร้างตารางหรือกราฟ การคาดเดาและตรวจสอบ การทำงานย้อนกลับ การเขียนสมการ การผสมผสานโดยนำยุทธวิธีต่าง ๆ มาประยุกต์ใช้

4.2 ครูสรุปประเด็นแนวคิดที่นักเรียนนำเสนอและอธิบายเพิ่มเติมให้ชัดเจนขึ้นและสรุปขั้นตอนการแก้ปัญหอย่างสร้างสรรค์

สื่อการเรียนรู้/ แหล่งการเรียนรู้

1. ใบกิจกรรมที่ 1 เรื่องการอ่านวิเคราะห์โจทย์ปัญหาและการวางแผนแก้ปัญหา
2. ใบกิจกรรมที่ 2 การแก้ปัญหาสถานการณ์ “ผลไม้สำหรับจัดค่าย”

การวัดผลและประเมินผลการเรียนรู้

1. วิธีการวัดผล

- 1.1 สังเกตพฤติกรรมการทำงานกลุ่มของนักเรียน
- 1.2 ประเมินความสามารถในการแก้ปัญหอย่างสร้างสรรค์

1.3 ประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์

1.4 ตรวจสอบกิจกรรม

2. เครื่องมือที่ใช้วัดผล

2.1 แบบสังเกตพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม

2.2 แบบประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์

2.3 แบบประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์

3. เกณฑ์การประเมินผล

ผ่าน - นักเรียนได้คะแนนพฤติกรรมการทำงานกลุ่มระดับคุณภาพดีถึงดีมาก

- นักเรียนได้คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ระดับคุณภาพปานกลางถึงสูง

- นักเรียนได้คะแนนคุณลักษณะอันพึงประสงค์ระดับคุณภาพดีถึงดีมาก

- นักเรียนทำใบกิจกรรมถูกต้อง ร้อยละ 80

บันทึกผลการจัดการเรียนรู้

นักเรียนสามารถระบุสิ่งที่โจทย์ให้หา เงื่อนไขที่โจทย์กำหนด และสามารถแสดงการแก้ปัญหาโดยใช้ยุทธวิธีต่าง ๆ ได้ ได้แก่ การวาดแผนภาพหรือรูปภาพ การสร้างตารางหรือกราฟ การคาดเดาและตรวจสอบ การทำงานย้อนกลับ การเขียนสมการ การผสมผสาน เป็นการนำยุทธวิธีต่าง ๆ มาประยุกต์ใช้ จากการที่นักเรียนได้ร่วมกันทำงานกลุ่ม และได้อภิปรายร่วมกันทั้งชั้นเรียน โดยนำเสนอยุทธวิธีในการแก้ปัญหาแบบต่าง ๆ ทำให้นักเรียนเข้าใจปัญหามากขึ้น และสามารถใช่วิธีในการแก้ปัญหาได้หลากหลาย ไม่เพียงแต่การใช้สมการเท่านั้น

ใบกิจกรรมที่ 1

เรื่อง การอ่านวิเคราะห์โจทย์ปัญหาและการวางแผนแก้ปัญหา

โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์โดยทั่วไปประกอบด้วย 2 ส่วนคือ

1. ส่วนที่โจทย์ต้องการหา โดยส่วนมากอยู่ในลักษณะคำถาม
2. ส่วนที่โจทย์กำหนดให้ ซึ่งแบ่งเป็นข้อมูลที่จำเป็น หรือข้อมูลที่ไม่จำเป็น หรือข้อมูล

ที่ไม่เพียงพอต่อการแก้โจทย์ปัญหา โดยส่วนมากอยู่ในประโยคบอกเล่า

ประเภทของโจทย์ปัญหา แบ่งเป็น 2 ลักษณะ

1. โจทย์ปัญหาปกติ (Routine problem) คือ โจทย์ปัญหาที่มีข้อมูลสอดคล้องกับการนำไปใช้ในการแก้โจทย์ปัญหา
2. โจทย์ปัญหาไม่ปกติ (Nonroutine problem) คือ โจทย์ปัญหาที่มีข้อมูลมากหรือน้อยเกินไปในการนำไปใช้ในการแก้โจทย์ปัญหา ซึ่งผู้เรียนจะต้องเลือกหรือหาข้อมูลเพิ่มเติมเพื่อใช้ในการแก้ปัญหา

ขั้นตอนการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ประกอบด้วย 4 ขั้นตอน ดังนี้

1. ขั้นทำความเข้าใจปัญหา เป็นขั้นที่นักเรียนรวบรวมข้อมูลและค้นหาข้อเท็จจริงเกี่ยวกับปัญหา ค้นหาสิ่งที่โจทย์ให้หาและเงื่อนไขที่โจทย์กำหนด โดยใช้แนวคิดและวิธีการต่าง ๆ เพื่อทำความเข้าใจปัญหา เช่น การเขียนแผนภาพ เขียนสัญลักษณ์แสดงสถานการณ์ และการแยกส่วนต่าง ๆ ของเงื่อนไข

2. ขั้นค้นหายุทธวิธีในการแก้ปัญหอย่างหลากหลาย เป็นขั้นที่นักเรียนคิดหายุทธวิธีการแก้ปัญหาให้มากที่สุด อาจใช้ยุทธวิธีการแก้ปัญหาที่แปลกใหม่แตกต่างไปจากเดิม หรือต่อยอดจากยุทธวิธีเดิม ยุทธวิธีที่ใช้ในการแก้ปัญหามีหลายวิธี เช่น การวาดแผนภาพหรือรูปภาพ การสร้างตารางหรือกราฟ การคาดเดาและตรวจสอบ การสร้างรายการของสิ่งที่เป็นไปได้ทั้งหมด การทำงานย้อนกลับ การเขียนสมการ และการผสมผสาน

3. ขั้นปฏิบัติการแก้ปัญหา เป็นขั้นที่นักเรียนแก้ปัญหาตามยุทธวิธีการแก้ปัญหาที่วางไว้ และถ้ายุทธวิธีการแก้ปัญหานั้นนักเรียนเลือกไว้ไม่สามารถแก้ปัญหาก็ได้ นักเรียนต้องย้อนกลับไปพิจารณาขั้นค้นหายุทธวิธีในการแก้ปัญหอย่างหลากหลายอีกครั้ง

4. ขั้นตรวจสอบการแก้ปัญหาและสรุปคำตอบ เป็นขั้นที่นักเรียนตรวจสอบผลลัพธ์ที่ได้จากการแก้ปัญหว่าถูกต้องหรือไม่ โดยมองย้อนกลับไปทบทวนและตรวจสอบขั้นตอนต่าง ๆ ที่ผ่านมา โดยพิจารณาความสมเหตุสมผลของคำตอบ และพิจารณาว่าน่าจะมีคำตอบอื่นหรือยุทธวิธีการแก้ปัญหอย่างอื่นได้อีกหรือไม่ และสรุปคำตอบที่ได้

ตัวอย่างที่ 1 (โจทย์ปัญหาแบบปกติ)

กวีต้องการแบ่งเงินจำนวนหนึ่งให้น้อง 5 คน ถ้าเขานำเงินไปเก็บส่วนหนึ่งเป็นเงิน 35 บาท ก็จะแบ่งให้น้องได้คนละ 75 บาท อยากทราบว่า กวีมีเงินกี่บาท

1. การทำความเข้าใจปัญหา (วิเคราะห์โจทย์ปัญหา)

1. สิ่งที่โจทย์ต้องการหา กวีมีเงินกี่บาท

2. สิ่งที่โจทย์กำหนดให้

ข้อมูลที่จำเป็น กวีแบ่งเงินให้น้อง 5 คน เขานำเงินเก็บส่วนหนึ่งเป็นเงิน 35 บาท
เขาแบ่งเงินให้น้องได้คนละ 75 บาท

ข้อมูลเพียงพอหรือไม่ เพียงพอแล้ว

2. ค้นหาแนวทางในการแก้ปัญหา

วิธีที่ 1 การวาดภาพ

1. วาดรูปจากสิ่งที่โจทย์กำหนดให้



2. หาคำตอบจากรูปที่วาด

วิธีที่ 2 การสร้างสมการ

1. สมมติตัวแปรแทนสิ่งที่โจทย์ต้องการหา
2. พิจารณาว่าตัวแปรที่สมมติให้นั้นมีความสัมพันธ์กันอย่างไรกับเงื่อนไขที่โจทย์กำหนดให้
3. สร้างสมการจากสิ่งที่โจทย์กำหนดให้
4. แก้สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวโดยใช้สมบัติของการเท่ากัน

$$\text{ถ้าให้ } x \text{ แทนจำนวนเงินที่กวีมี จะได้สมการ } (5 \times 75) + 35 = x$$

ตัวอย่างที่ 2 (โจทย์ปัญหาแบบปกติ)

สัมนำเงินใส่ซอง 3 ซอง ซองละเท่าๆกัน ปรากฏว่ายังมีเงินเหลืออยู่ 7 บาท ถ้าสัมนำเงิน 49 บาท สัมนำเงินใส่ซองๆ ละเท่าไร

1. การทำความเข้าใจปัญหา (วิเคราะห์โจทย์ปัญหา)

1. สิ่งที่โจทย์ต้องการหา สัมนำเงินใส่ซองๆ ละเท่าไร
2. สิ่งที่โจทย์กำหนดให้
 ข้อมูลที่จำเป็น สัมนำเงินใส่ซอง 3 ซอง ซองละเท่าๆ กัน
 ข้อมูลเพียงพอหรือไม่ เพียงพอแล้ว

2. ค้นหาแนวทางในการแก้ปัญหา

วิธีที่ 1 การสร้างรายการของสิ่งที่เป็นไปได้ทั้งหมด

1. ออกแบบสร้างตารางตามสิ่งที่โจทย์กำหนด
2. แทนค่าตัวเลขในตารางจนกว่าจะได้คำตอบตรงตามเงื่อนไขที่โจทย์กำหนด

มะขามนำเงินใส่ซอง			เหลือเงิน	รวมเป็นเงิน
ซอง 1	ซอง 2	ซอง 3		
1	1	1	7	10
2	2	2	7	13
3	3	3	7	16
.
.
.
14	14	14	7	49

วิธีที่ 2 การสร้างสมการ

1. สมมติตัวแปรแทนสิ่งที่โจทย์ต้องการหา
2. พิจารณาว่าตัวแปรที่สมมติให้ นั้นมีความสัมพันธ์กันอย่างไรกับเงื่อนไขที่โจทย์กำหนดให้
3. สร้างสมการจากสิ่งที่โจทย์กำหนดให้
4. แก้สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว โดยใช้สมบัติของการเท่ากัน

ถ้าให้ x แทนจำนวนเงินที่ใส่ในแต่ละช่อง จะได้สมการ $3x + 7 = 49$

ตัวอย่างที่ 3 (โจทย์ปัญหาแบบไม่ปกติ)

บีลีฟมีเงินจำนวนหนึ่ง พ่อให้เงิน 80 บาท แม่ให้อีก 250 บาท เดิมบีลีฟมีเงินเท่าไร

1. การทำความเข้าใจปัญหา (วิเคราะห์โจทย์ปัญหา)

1. สิ่งที่โจทย์ต้องการหา จำนวนเงินของบีลีฟในตอนแรก

2. สิ่งที่โจทย์กำหนดให้

ข้อมูลที่จำเป็น พ่อให้เงิน 80 บาท แม่ให้อีก 250 บาท

ข้อมูลเพียงพอหรือไม่ ไม่เพียงพอ เพราะข้อมูลไม่ได้กำหนดว่าหลังจากพ่อและแม่ให้เงินแล้วบีลีฟมีเงินทั้งหมดเท่าไร

2. ค้นหาแนวทางในการแก้ปัญหา หาไม่ได้เพราะข้อมูลไม่เพียงพอต่อการแก้ปัญหา

ตัวอย่างที่ 4

ถ้านับจำนวนหมูและไก่รวมกัน ได้ 10 ตัว ถ้านับจำนวนขาหมูและขาไก่รวมกัน ได้ 32 ขา
ถามว่า มีหมูกี่ตัว และมีไก่กี่ตัว

1. การทำความเข้าใจปัญหา (วิเคราะห์โจทย์ปัญหา)

1. สิ่งที่โจทย์ต้องการหา

2. สิ่งที่โจทย์กำหนดให้

ข้อมูลที่จำเป็น

ข้อมูลเพียงพอหรือไม่

2. ค้นหาแนวทางในการแก้ปัญหา

วิธีที่ 1 การวาดภาพ

โดยเขียนเป็นรูปวงกลมแทนจำนวนหมู และจำนวนไก่ รวมกัน 10 ตัว



วิธีที่ 2 การสร้างรายการของสิ่งที่เป็นไปได้ทั้งหมด

วิธีที่ 3 การคาดเดาและตรวจสอบ

วิธีที่ 4 การผสมผสาน เป็นการใช้ยุทธวิธีการสร้างตาราง (สำหรับจัดการข้อมูล) และการเขียน
สมการ

วิธีที่ 5 ทำงานย้อนกลับ

3. ปฏิบัติการแก้ปัญหา

วิธีที่ 1 การวาดภาพ



สมมติเป็นไก่ 10 ตัว ไก่แต่ละตัวมี 2 ขา จะมีขา ขา

ยังเหลือขาอยู่ ขา

เติมขาเพิ่มอีกตัวละ 2 ขา จะได้สัตว์ที่มี 4 ขา มี ตัว

แสดงว่า มีหมู ตัว และมีไก่ ตัว รวมจำนวนหมูและไก่เท่ากับ 10 ตัว

ตอบ

วิธีที่ 2 การสร้างรายการของสิ่งที่เป็นไปได้ทั้งหมด

วิธีที่	จำนวน (ตัว)			จำนวน (ขา)		
	หมู	ไก่	รวม	หมู	ไก่	รวม
1	1	9	10	4	18	22
2	2	8	10	8	16	24
3	3					
4	4					
5						
6						
7						
8						
9						
10						

ตอบ

วิธีที่ 3 การคาดเดาและตรวจสอบ

คำถามตอบครั้งที่ 1 หมู 3 ตัว และไก่ 7 ตัว (ซึ่งมีผลรวมเป็น 10 ตัว)
 จำนวนขาหมูเป็น 12 ขา และจำนวนขาไก่เป็น 14 ขา
 ผลรวมของจำนวนขาหมูและขาไก่เท่ากับ 26 ขา ซึ่งน้อยไปไม่เป็นจริง

ตามเงื่อนไขของโจทย์

คำถามตอบครั้งที่ 2 หมู ตัว และไก่ ตัว (ซึ่งมีผลรวมเป็น 10 ตัว)
 จำนวนขาหมูเป็น ขา และจำนวนขาไก่เป็น ขา
 ผลรวมของจำนวนขาหมูและขาไก่เท่ากับ ขา ซึ่ง.....

คำถามตอบครั้งที่ 3 หมู ตัว และไก่ ตัว (ซึ่งมีผลรวมเป็น 10 ตัว)
 จำนวนขาหมูเป็น ขา และจำนวนขาไก่เป็น ขา
 ผลรวมของจำนวนขาหมูและขาไก่เท่ากับ ขา ซึ่ง.....

ตอบ

วิธีที่ 4 การผสมผสาน เป็นการประยุกต์วิธีการสร้างตาราง (สำหรับจัดการข้อมูล) และการเขียน

สมการ

สมมติให้จำนวนหมูมี x ตัว

	จำนวนตัว	จำนวนขา
หมู	x	$4x$
ไก่	$10 - x$	$2(10 - x)$

จำนวนขาหมูและขาไก่รวมกันได้ 32 ขา

จะได้สมการ $4x + \dots = 32$

$$4x + 20 - 2x = 32$$

$$\dots = 32$$

นำ 20 มาลบทั้งสองข้างของสมการ

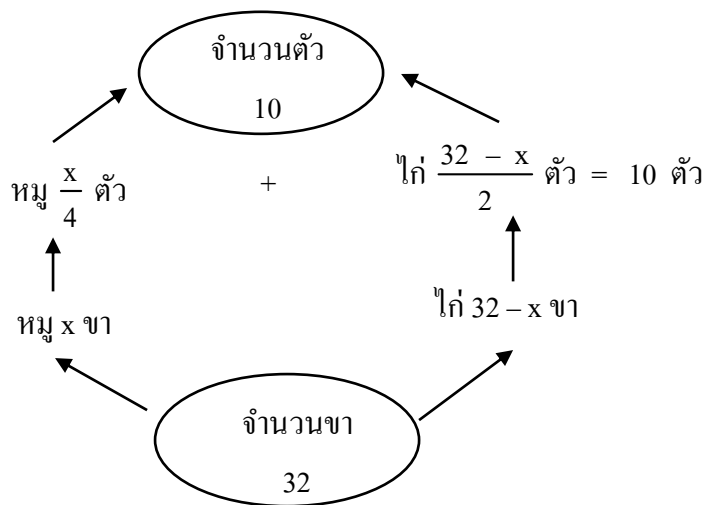
จะได้ $2x = \dots$

นำ 2 มาคูณทั้งสองข้างของสมการ

จะได้ $x = \dots$

ตอบ

วิธีที่ 5 การทำงานย้อนกลับ (แบบที่ 1)



จำนวนหมูและไก่รวมกันได้ 10 ตัว

จะได้สมการ $\frac{x}{4} + \frac{32-x}{2} = 10$

นำ ค.ร.น. ของ 4 และ 2 คือ มาคูณทั้งสองข้างของสมการ

จะได้
$$\dots \left[\frac{x}{4} + \frac{32-x}{2} \right] = \dots (10)$$

$$\dots = \dots$$

$$\dots = \dots$$

นำ มาลบทั้งสองข้างของสมการ

จะได้ $\dots = \dots$

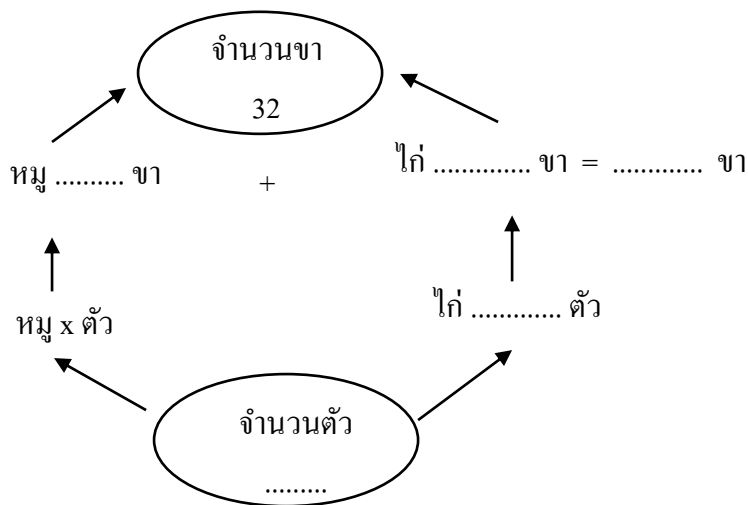
นำ มาคูณทั้งสองข้างของสมการ

จะได้ $x = \dots$

ดังนั้น จำนวนหมูเท่ากับ $\frac{\quad}{4} =$ ตัว และจำนวนไก่เท่ากับ $\frac{32-\quad}{2} = \dots$ ตัว

ตอบ

วิธีที่ 5 ทำงานย้อนกลับ แบบที่ 2



จำนวนหมูและไก่รวมกันได้ 10 ตัว
 จะได้สมการ.....
 เหมือนกับ วิธีที่ 4 การผสมผสาน แบบที่ 1
 ดังนั้น คำตอบของสมการคือ

4. ตรวจสอบการแก้ปัญหาและคำตอบ

จากการปฏิบัติการแก้ปัญหาทั้ง 5 วิธี พบว่าได้คำตอบเหมือนกันคือ มีหมู ตัว และมีไก่ตัว แสดงว่าคำตอบที่ได้ถูกต้อง และเมื่อพิจารณาความเป็นไปได้ของคำตอบ ดังนี้

- หมู ตัว มีขา ขา
- ไก่ ตัว มีขา ขา
- ขาหมูรวมกับขาไก่ เท่ากับ = ขา
- แสดงว่า คำตอบที่ได้ถูกต้อง สมเหตุสมผล

คำชี้แจง จงเขียนยุทธวิธีในการแก้ปัญหาพร้อมอธิบาย

1.

2.

3.

4.

5.

6.

เกณฑ์การให้คะแนนพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม

รายการประเมิน	เกณฑ์การให้คะแนน		
	3	2	1
การวางแผน การปฏิบัติงาน	มีการแบ่งกันทำงานและ ส่งงานทันเวลา	มีการแบ่งกันทำงาน แต่ส่งงานไม่ทันเวลา	ไม่มีการแบ่งกัน ทำงานและส่งงาน ไม่ทันเวลา
การร่วมมือกัน ปฏิบัติงาน	ทุกคนในกลุ่มร่วมมือกัน ช่วยกันแสดง ความคิดเห็นและ แก้ปัญหาาร่วมกัน	สมาชิกบางคนใน กลุ่มไม่ช่วยทำงาน ไม่ ช่วยแสดงความคิด เห็นและแก้ปัญหา	สมาชิกส่วนใหญ่ ไม่ช่วยทำงาน ไม่ช่วย แสดงความคิดเห็น และแก้ปัญหา
การช่วยเหลือ ซึ่งกันและกัน	ช่วยเหลือซึ่งกันและกัน ในขณะที่ปฏิบัติงานและ ช่วยกันอธิบายเนื้อหาใน กรณีที่เพื่อนในกลุ่มไม่ เข้าใจ	ช่วยเหลือซึ่งกันและ กัน ในขณะที่ปฏิบัติงาน และอธิบายเนื้อหาแก่ เพื่อนในกลุ่มบ้างเป็น บางครั้ง	ไม่มีการช่วยเหลือ หรืออธิบายเมื่อเพื่อน ในกลุ่มไม่เข้าใจ
การเห็นคุณค่า ในตนเอง	ยอมรับตนเองและเพื่อน ทุกคนในกลุ่มว่ามีคุณค่า ต่อกลุ่ม	ยอมรับตนเองและ เพื่อนในกลุ่มบางคน ว่ามีคุณค่า	ไม่มีการยอมรับ ตนเองและเพื่อน ในกลุ่มว่ามีคุณค่า
ผลการปฏิบัติงาน	ผลงานถูกต้องไม่น้อย กว่าร้อยละ 75	ผลงานถูกต้องร้อยละ 50 - 74	ผลงานถูกต้อง น้อยกว่าร้อยละ 50

เกณฑ์การประเมิน

ระดับคะแนน	ระดับผลการประเมิน
14-15	ดีมาก
11-13	ดี
8-10	พอใช้
5-7	ปรับปรุง

เกณฑ์การให้คะแนนพฤติกรรมการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์

เกณฑ์การประเมินพฤติกรรมการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ผู้วิจัยได้ออกแบบจากแนวคิดและทฤษฎีที่สังเคราะห์ขึ้นในกระบวนการขั้นตอนการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ และประยุกต์จากเกณฑ์การให้คะแนนด้านความคิดสร้างสรรค์ตามแนวคิดของกิลล์ฟอร์ดและทอเรนซ์และเกณฑ์การให้คะแนนด้านการแก้ปัญหามาจากสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สำหรับกรณีทั่วไป ได้ดังนี้

รายการประเมิน	คะแนนเต็ม	ระดับคะแนน	เกณฑ์การพิจารณา
1. ขั้นทำความเข้าใจปัญหา	2	0	นักเรียนไม่สามารถบอกสิ่งที่โจทย์ให้หาและบอกเงื่อนไขที่โจทย์กำหนดได้
		1	นักเรียนบอกสิ่งที่โจทย์ให้หาและบอกเงื่อนไขที่โจทย์กำหนดได้ถูกต้องบางส่วน
		2	นักเรียนบอกสิ่งที่โจทย์ให้หาและบอกเงื่อนไขที่โจทย์กำหนดได้ถูกต้องและครบถ้วน
2. ขั้นค้นหายุทธวิธีในการแก้ปัญหาอย่างหลากหลาย แบ่งเป็นการวัด 3 ด้าน ดังนี้			
2.1 การคิดคล่อง	2	0	นักเรียนไม่แสดงแนวทาง/ วิธีการแก้ปัญหา
		1	นักเรียนแสดงแนวทาง/ วิธีการแก้ปัญหอย่างคร่าว ๆ ได้ 1 แบบ โดยไม่คำนึงถึงความถูกต้องของการแก้ปัญหา
		2	นักเรียนแสดงแนวทาง/ วิธีการแก้ปัญหอย่างคร่าว ๆ ได้ตั้งแต่ 2 แบบขึ้นไป โดยไม่คำนึงถึงความถูกต้องของการแก้ปัญหา
2.2 การคิดยืดหยุ่น	2	0	นักเรียนไม่แสดงยุทธวิธีการแก้ปัญหา
		1	นักเรียนแสดงยุทธวิธีการแก้ปัญหอย่างคร่าว ๆ ได้ 1 ประเภท โดยไม่คำนึงถึงความถูกต้องของการแก้ปัญหา
		2	นักเรียนแสดงยุทธวิธีการแก้ปัญหอย่างคร่าว ๆ ได้ตั้งแต่ 2 ประเภทขึ้นไป โดยไม่คำนึงถึงความถูกต้องของการแก้ปัญหา

รายการประเมิน	คะแนนเต็ม	ระดับคะแนน	เกณฑ์การพิจารณา
2.3 การคิดริเริ่ม	2	0	นักเรียนไม่แสดงแนวทาง/ วิธีการแก้ปัญหา หรือนักเรียนแสดงแนวทาง/ วิธีการแก้ปัญหาซ้ำกัน 6 คนขึ้นไป
		1	นักเรียนแสดงแนวทาง/ วิธีการแก้ปัญหาซ้ำกัน 1-5 คน
		2	นักเรียนแสดงแนวทาง/ วิธีการแก้ปัญหาไม่ซ้ำกับใครเลย
3. ชั้นปฏิบัติการแก้ปัญหา	2	0	นักเรียนแสดงวิธีการแก้ปัญหาไม่ถูกต้อง หรือไม่แสดงวิธีการแก้ปัญหา
		1	นักเรียนแสดงวิธีการแก้ปัญหาได้เป็นลำดับขั้นตอน และถูกต้องเป็นบางส่วน
		2	นักเรียนแสดงวิธีการแก้ปัญหาได้เป็นลำดับขั้นตอน และถูกต้องทั้งหมด
4. ชั้นตรวจสอบการแก้ปัญหาและคำตอบ	2	0	นักเรียนไม่แสดงการตรวจสอบคำตอบและสรุปคำตอบ
		1	นักเรียนแสดงการตรวจสอบคำตอบหรือสรุปคำตอบไม่ครบถ้วน
		2	นักเรียนแสดงการตรวจสอบการแก้ปัญหาและสรุปคำตอบได้ถูกต้อง

หมายเหตุ การตรวจให้คะแนนพิจารณาตามความชัดเจนในการอธิบายของนักเรียน และให้คะแนนตามเกณฑ์ที่กำหนด ทั้งนี้ นักเรียนอาจคิดหาคำตอบโดยใช้วิธีอื่นนอกเหนือจากนี้ได้ โดยผู้ตรวจจะตรวจให้คะแนนตามวิธีการคิดและการอธิบายของนักเรียนในแต่ละกรณีตามความเหมาะสมในดุลพินิจของผู้ตรวจ

เกณฑ์การประเมิน

ระดับคะแนน	ระดับผลการประเมิน
10-12	ดีมาก
7-11	ดี
5-6	พอใช้
น้อยกว่า 5	ปรับปรุง

เกณฑ์การให้คะแนนคุณลักษณะอันพึงประสงค์รายบุคคล

รายการ ประเมิน	เกณฑ์การให้คะแนน		
	3	2	1
1. มีวินัย	- เข้าเรียนตรงเวลา - แต่งกายเรียบร้อย - ปฏิบัติตนตามข้อตกลงที่กำหนดร่วมกันทุกครั้ง	- เข้าเรียนช้ากว่าเวลาแต่มีเหตุผลที่รับฟังได้ - แต่งกายเรียบร้อย - ปฏิบัติตนตามข้อตกลงที่กำหนดร่วมกันเป็นส่วนใหญ่	- เข้าเรียนช้ากว่ากำหนดเวลา - แต่งกายไม่เรียบร้อย - ปฏิบัติตนตามข้อตกลงที่กำหนดร่วมกันเป็นบางครั้ง ต้องอาศัยการแนะนำ
2. ใฝ่เรียนรู้	- มีการแสวงหาข้อมูลจากแหล่งเรียนรู้ต่าง ๆ - มีการจดบันทึกความรู้อย่างเป็นระบบ - สรุปความรู้ได้อย่างถูกต้อง ครบถ้วน	- มีการแสวงหาข้อมูลจากแหล่งเรียนรู้น้อยมาก - มีการจดบันทึกความรู้แต่ไม่เป็นลำดับขั้นตอน - มีการสรุปความรู้บ้างเล็กน้อย	- ไม่มีมีการแสวงหาข้อมูลจากแหล่งเรียนรู้ - มีการจดบันทึกความรู้แต่ไม่เป็นลำดับขั้นตอน - มีการสรุปความรู้บ้างเล็กน้อย
3. มุ่งมั่น ในการ ทำงาน	- มีความตั้งใจ และพยายามในการทำงานที่ได้รับมอบหมาย	- มีความตั้งใจและพยายามทำงานที่ได้รับมอบหมายบ้าง	- ไม่ตั้งใจและพยายามทำงานที่ได้รับมอบหมาย

เกณฑ์การประเมิน

ระดับคะแนน	ระดับผลการประเมิน
8-9	ดีมาก
6-7	ดี
5-6	พอใช้
3-4	ปรับปรุง

เฉลยใบกิจกรรมที่ 2 สถานการณ์ปัญหา “ผลไม้สำหรับจัดค้าย”

ขั้นที่ 1 การทำความเข้าใจปัญหา (วิเคราะห์โจทย์ปัญหา)

สิ่งที่โจทย์ให้หา... จำนวนส้มที่นิคและหน้อยซื้อจากร้านค้า.....
 เงื่อนไขที่โจทย์กำหนด... 1. นิคซื้อส้มจากบ๊ิกซึ่งขายนี้อะละ 9 ผล ราคา 74 บาท/ แพ็ค

 2. หน้อยซื้อส้มจากโลตัสซึ่งขายนี้อะละ 6 ผล ราคา 80 บาท/ แพ็ค

 3. นิคและหน้อยซื้อส้มรวมกันไม่เกิน 34 ผล

ขั้นที่ 2 ขั้นค้นหายุทธวิธีการแก้ปัญหาอย่างหลากหลาย

คำชี้แจง ให้นักเรียนนำเสนอแนวทาง/ วิธีการแก้ปัญหาอย่างคร่าวๆให้ได้มากที่สุด โดยระบุว่าวิธีการแก้ปัญหาที่ใช้จัดเป็นยุทธวิธีการแก้ปัญหาใด

แนวการตอบ พิจารณาจากแนวทาง/ วิธีการแก้ปัญหาอย่างคร่าว ๆ ที่นักเรียนนำมาแสดง ได้แก่
 การสร้างตาราง การคาดเดาและตรวจสอบ การวาดภาพ และการเขียนสมการสองตัวแปร เป็นต้น

ขั้นที่ 3 ขั้นปฏิบัติการแก้ปัญหา

คำชี้แจง ให้นักเรียนตัดสินใจเลือกวิธีการแก้ปัญหาที่มีประสิทธิภาพที่สุด มาเขียนแสดงวิธีทำตัวอย่างการเขียนโดยใช้วิธีการแก้ปัญหาแบบต่าง ๆ

- การแสดงวิธีการแก้ปัญหาโดยใช้การคาดเดาและตรวจสอบ

 สุ่มครั้งที่ 1 ให้นิคซื้อส้มมา 9 ผล และหน้อยซื้อส้มมา 12 ผล จะได้ส้มรวมกัน 21 ผล
 ซึ่งน้อยกว่า 34 เป็นไปได้

 สุ่มครั้งที่ 2 ให้นิคซื้อส้มมา 18 ผล และหน้อยซื้อส้มมา 12 ผล จะได้ส้มรวมกัน 30 ผล
 ซึ่งน้อยกว่า 34 เป็นไปได้

 สุ่มครั้งที่ 3 ให้นิคซื้อส้มมา 27 ผล และหน้อยซื้อส้มมา 18 ผล จะได้ส้มรวมกัน 45 ผล ซึ่ง
 มากกว่า 34 ไม่ตรงกับที่โจทย์กำหนด เป็นไปไม่ได้

 สุ่มครั้งที่ 4 ให้นิคซื้อส้มมา 9 ผล และหน้อยซื้อส้มมา 18 ผล จะได้ส้มรวมกัน 27 ผล
 ซึ่งน้อยกว่า 34 เป็นไปได้

 สุ่มครั้งที่ 5 ให้นิคซื้อส้มมา 9 ผล และหน้อยซื้อส้มมา 24 ผล จะได้ส้มรวมกัน 33 ผล
 ซึ่งน้อยกว่า 34 เป็นไปได้

..... สุ่มครั้งที่ 6 ให้นิดซื้อส้มมา 18 ผล และหน้อยซื้อส้มมา 6 ผล จะได้ส้มรวมกัน 24 ผล
 ซึ่งน้อยกว่า 34 เป็นไปได้

..... สุ่มครั้งที่ 7 ให้นิดซื้อส้มมา 9 ผล และหน้อยซื้อส้มมา 6 ผล จะได้ส้มรวมกัน 15 ผล
 ซึ่งน้อยกว่า 34 เป็นไปได้

..... สุ่มครั้งที่ 8 ให้นิดซื้อส้มมา 27 ผล และหน้อยซื้อส้มมา 6 ผล จะได้ส้มรวมกัน 33 ผล
 ซึ่งน้อยกว่า 34 เป็นไปได้

..... สรุป นิดและหน้อยสามารถซื้อส้มมาได้ 7 วิธี ดังรายละเอียดที่เป็นไปได้ข้างต้น

..... 2. การแสดงวิธีการแก้ปัญหาโดยใช้การสร้างตาราง

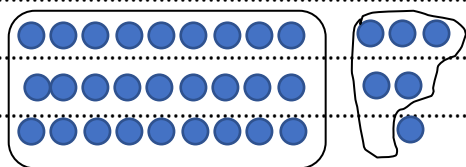
วิธี	จำนวนส้ม (แพ็ค)		จำนวนส้ม (ผล)		จำนวนส้มทั้งหมด (ผล)
	นิด	หน้อย	นิด	หน้อย	
1	1	1	9	6	15
2	1	2	9	12	27
3	1	3	9	18	27
4	1	4	9	24	33
5	2	1	18	6	24
6	2	2	18	12	30
7	3	1	27	6	33

..... จากตาราง จะได้ว่านิดและหน้อยสามารถซื้อส้มมาได้ 7 วิธี

..... 3. การแสดงวิธีการแก้ปัญหาโดยใช้การวาดภาพ

..... โดยวาดวงกลมเล็กๆ แทนส้มทั้งหมด 34 รูป แล้วทดลองจัดกลุ่มของส้มที่นิดและหน้อยซื้อ

..... ดังรูป



..... จากภาพจะเห็นว่านิดซื้อส้ม 27 ผล และ
 หน้อยซื้อส้ม 6 ผล

..... จากนั้นทำในทำนองเดียวกันกับการหากรณีอื่น ๆ

4. การแสดงวิธีการแก้ปัญหาโดยใช้สมการสองตัวแปร

กำหนดให้ x แทนจำนวนแพ็คส้มที่นิคซื้อ

y แทนจำนวนแพ็คส้มที่หน้อยซื้อ

เขียนประโยคสัญลักษณ์ได้เป็น $9x + 6y < 34$

สามารถแทนค่า x และ y แล้วเป็นจริง ได้ดังต่อไปนี้

$$x = 1 \text{ และ } y = 1$$

$$x = 1 \text{ และ } y = 2$$

$$x = 1 \text{ และ } y = 3$$

$$x = 1 \text{ และ } y = 4$$

$$x = 2 \text{ และ } y = 1$$

$$x = 2 \text{ และ } y = 2$$

$$x = 3 \text{ และ } y = 1$$

ขั้นที่ 4 ขั้นตรวจสอบการแก้ปัญหาและสรุปคำตอบ

คำชี้แจง ให้นักเรียนแสดงการตรวจสอบคำตอบที่ได้ว่าถูกต้องหรือไม่ และตอบคำถาม

แนวการตอบ

จากการปฏิบัติการแก้ปัญหาโดยใช้วิธีต่างๆ พบว่าได้คำตอบเหมือนกันแสดงว่าคำตอบที่ได้ถูกต้อง

ตอบ โดยใช้คู่อันดับ (x, y) โดยให้ x แทนจำนวนที่นิคซื้อส้มมา และ y แทนจำนวนที่หน้อยซื้อส้มมาได้ทั้งสิ้น 7 กรณี ดังนี้ $(9, 6)$, $(9, 12)$, $(9, 18)$, $(9, 24)$, $(18, 6)$, $(18, 12)$, $(27, 6)$

จำนวนนับ จำนวนเต็ม จำนวนตรงข้าม เป็นต้น โดยนักเรียนจะต้องศึกษาองค์ประกอบ และเงื่อนไขของเหตุการณ์หรือสถานการณ์นั้น ๆ แล้วแก้ปัญหาตามลำดับขั้นตอนการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์

ประเด็นที่น่าสนใจในการแก้โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับจำนวน ดังนี้

1. การแก้ปัญหาลักษณะการหาจำนวนเต็มสามจำนวนเรียงกัน สามารถใช้ยุทธวิธีการแก้ปัญหาได้หลายยุทธวิธี ได้แก่ การสุ่มคำตอบและตรวจสอบ การเขียนสมการ การสร้างรายการของสิ่งที่เป็นไปได้ทั้งหมด เป็นต้น แต่ถ้าโจทย์ให้ผลรวมของจำนวนเต็มสามจำนวนเรียงกัน วิธีการหาคำตอบที่ง่ายที่สุดคือการสุ่มคำตอบ โดยนำผลรวมไปหารด้วยสามจะได้จำนวนที่สอง จากนั้นนำไปหาจำนวนที่เหลือ

2. การแก้ปัญหาลักษณะการหาจำนวนคู่หรือจำนวนคี่สามจำนวนเรียงกัน ข้อสังเกตคือแต่ละจำนวนจะห่างกัน 2 ซึ่งยุทธวิธีที่ใช้จะเหมือนกับการหาจำนวนเต็มสามจำนวนเรียงกัน ซึ่งถ้าใช้การคาดเดาและตรวจสอบก็สามารถหาได้โดยการนำจำนวนทั้งหมดหารด้วย 3 จะได้จำนวนตรงกลางออกมา

3. การแก้โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับจำนวนที่มีความซับซ้อนขึ้น สามารถแก้ปัญหาคือหลายยุทธวิธี แต่ยุทธวิธีที่ง่ายต่อการแก้โจทย์ปัญหาคือการสร้างตารางสำหรับจัดการข้อมูล เพื่อให้ง่ายต่อการทำความเข้าใจ โจทย์ และเขียนสมการ เพื่อหาคำตอบ

จุดประสงค์การเรียนรู้

ด้านความรู้

นักเรียนสามารถนำสมบัติของจำนวน ได้แก่จำนวนคู่ จำนวนคี่ จำนวนตรงข้าม ไปใช้แก้โจทย์ปัญหาสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวเกี่ยวกับจำนวนได้

ด้านทักษะกระบวนการ

นักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาลักษณะสร้างสรรค์

ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์

1. มีวินัย
2. ใฝ่เรียนรู้
3. มุ่งมั่นในการทำงาน

สาระการเรียนรู้

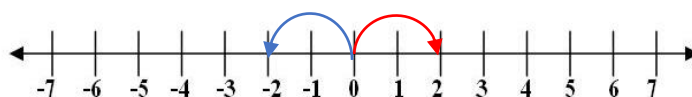
สมการซึ่งมี x เป็นตัวแปร และมีรูปทั่วไปเป็น $ax + b = 0$ เมื่อ a, b เป็นค่าคงตัว และ $a \neq 0$ เรียกว่า สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว

คำตอบของสมการ คือ จำนวนที่แทนตัวแปรในสมการแล้วทำให้สมการเป็นจริง

จำนวนเต็ม แบ่งออกเป็น 3 ชนิด

1. จำนวนเต็มลบ คือ จำนวนที่น้อยกว่าศูนย์ มีตำแหน่งอยู่ทางด้านซ้ายมือของศูนย์ ได้แก่ $-1, -2, -3, -4, \dots$
2. จำนวนเต็มศูนย์ ใช้สัญลักษณ์ 0
3. จำนวนเต็มบวก หรือจำนวนนับ คือ จำนวนเต็มที่มีมากกว่าศูนย์ มีตำแหน่งอยู่ทางด้านขวามือของศูนย์ ได้แก่ $1, 2, 3, 4, \dots$

จำนวนตรงข้าม เมื่อพิจารณาบนเส้นจำนวนพบว่าจำนวนเต็มบวกและจำนวนเต็มลบที่มีค่าสัมบูรณ์เท่ากันจะอยู่คนละข้างของ 0 และอยู่ห่างจาก 0 เป็นระยะทางเท่ากัน เช่น -2 และ 2



เรากล่าวว่า

-2 เป็นจำนวนตรงข้ามของ 2

2 เป็นจำนวนตรงข้ามของ -2

และ $2 + (-2) = (-2) + 2 = 0$

ถ้า a เป็นจำนวนเต็มใด ๆ จำนวนตรงข้ามของ a เขียนแทนด้วย $-a$ และ

$$a + (-a) = (-a) + a = 0$$

สำหรับ 0 จะมี 0 เป็นจำนวนตรงข้ามของ 0

ในทางคณิตศาสตร์ จำนวนตรงข้ามของจำนวนเต็มแต่ละจำนวนมีเพียงจำนวนเดียวเท่านั้น

ถ้า a เป็นจำนวนเต็มใด ๆ จำนวนตรงข้ามของ $-a$ คือ a เขียนแทนด้วย

$$-(-a) = a$$

บทนิยาม

จำนวนคู่ คือ จำนวนเต็มที่หารด้วย 2 ลงตัว ได้แก่ $\dots, -6, -4, -2, 0, 2, 4, 6, \dots$

จำนวนคี่ คือ จำนวนเต็มที่หารด้วย 2 ไม่ลงตัว ได้แก่ $\dots, -5, -3, -1, 1, 3, 5, \dots$

ขั้นตอนการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ประกอบด้วย 4 ขั้นตอน ดังนี้

1. **ขั้นทำความเข้าใจปัญหา** เป็นการรวบรวมข้อมูลและค้นหาข้อเท็จจริงเกี่ยวกับปัญหาค้นหาสิ่งที่โจทย์ให้หาและเงื่อนไขที่โจทย์กำหนด โดยใช้แนวคิดและวิธีการต่าง ๆ เพื่อทำความเข้าใจปัญหา เช่น การเขียนแผนภาพ เขียนสัญลักษณ์แสดงสถานการณ์ และการแยกส่วนต่าง ๆ ของเงื่อนไข

2. **ขั้นค้นหายุทธวิธีในการแก้ปัญหาอย่างหลากหลาย** เป็นการฝึกให้นักเรียนเรียนรู้ยุทธวิธีการแก้ปัญหามากหลายวิธี โดยให้นักเรียนคิดหาวิธีแก้ปัญหามากที่สุด อาจใช้ยุทธวิธีการแก้ปัญหาที่แปลกใหม่แตกต่างไปจากเดิม หรือต่อยอดจากแนวคิดเดิม ยุทธวิธีที่ใช้ในการแก้ปัญหามีหลายวิธี เช่น การวาดแผนภาพหรือรูปภาพ การสร้างตารางหรือกราฟ การคาดเดาและตรวจสอบ การสร้างรายการของสิ่งที่เป็นไปได้ทั้งหมด การทำงานย้อนกลับ การเขียนสมการและการผสมผสาน เป็นการนำวิธีการแก้ปัญหาคั้งแต่ 2 วิธีขึ้นไปมาใช้ในการแก้ปัญหา เป็นต้น

3. **ขั้นปฏิบัติการแก้ปัญหา** เป็นการลงมือปฏิบัติการแก้ปัญหตามยุทธวิธีการแก้ปัญหาคั้งแต่ที่วางไว้ ครูควรสอนหรือแนะนำ ให้นักเรียนใช้ทักษะในการย่อความ และสรุปความ จากสิ่งที่โจทย์กำหนดให้เพื่อนำมาเขียนข้อความแสดงวิธีทำ และถ้ายุทธวิธีการแก้ปัญหาคั้งแต่ที่เลือกไว้ไม่สามารถแก้ปัญหาคั้งได้ ให้ย้อนกลับไปขั้นค้นหายุทธวิธีในการแก้ปัญหาคั้งครั้ง

4. **ขั้นตรวจสอบการแก้ปัญหาคั้งและสรุปคำตอบ** เป็นการตรวจสอบผลลัพธ์ที่ได้จากการแก้ปัญหาคั้งว่าถูกต้องหรือไม่ โดยให้นักเรียนได้มองย้อนกลับไปทบทวนและตรวจสอบขั้นตอนต่าง ๆ ที่ผ่านมา โดยพิจารณาความสมเหตุสมผลของคำตอบ และพิจารณาว่าน่าจะมีคำตอบอื่นหรือยุทธวิธีการแก้ปัญหาคั้งอย่างอื่นได้อีกหรือไม่ เปรียบเทียบคำตอบที่ตรงกับคำตอบที่ได้จากการแก้ปัญหาคั้งโดยใช้ยุทธวิธีอื่น และการพิจารณาความสมเหตุสมผลของคำตอบ

กิจกรรมการเรียนรู้

1. ขั้นเตรียมความพร้อม (Prepare)

1.1 ครูแจ้งจุดประสงค์การเรียนรู้ให้กับนักเรียน ว่านักเรียนสามารถแก้โจทย์ปัญหาสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวเกี่ยวกับจำนวนได้ และนักเรียนสามารถใช้วิธีการที่หลากหลายในการแก้ปัญหาคั้ง

1.2 ครูให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายถึงจำนวนเต็ม จำนวนตรงข้าม นิยามของจำนวนคู่ จำนวนคั้ง เพื่อเป็นการทบทวนความรู้เกี่ยวกับจำนวนเบื้องต้น

2. ขั้นสร้างองค์ความรู้จากสถานการณ์ปัญหา (Creating knowledge)

2.3 ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มทำใบกิจกรรมที่ 3 สถานการณ์ปัญหา “ใครห้สตั้ลือกเกอร์” โดยแบ่งให้นักเรียนแต่ละกลุ่มเลือกทำคำถามที่ 1 – 3 คำถามละ 3 – 4 กลุ่ม จากนั้นให้แต่ละกลุ่ม

นำขั้นตอนการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์มาใช้ในการแก้ปัญหา ซึ่งขั้นตอนการแก้ปัญหาเริ่มจากทำความเข้าใจปัญหา รวบรวมข้อมูลและค้นหาข้อเท็จจริงเกี่ยวกับปัญหา ค้นหายุทธวิธี การแก้ปัญหาอย่างหลากหลาย ปฏิบัติการแก้ปัญหา และตรวจสอบการแก้ปัญหาและคำตอบ

2.4 ครูกระตุ้นให้นักเรียนแต่ละกลุ่มใช้ยุทธวิธีในการแก้ปัญหาอย่างหลากหลาย โดยในการทำกิจกรรมนี้นักเรียนสามารถใช้การวาดแผนภาพหรือรูปภาพ การสร้างตาราง การคาดเดาและตรวจสอบ การเขียนสมการ เป็นต้น มาช่วยในการแก้ปัญหา

3. ขั้นตรวจสอบความคิดใหม่ (Check)

3.4 ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มออกมานำเสนอคำถามที่ได้รับจากการทำใบกิจกรรมที่ 3 สถานการณ์ปัญหา “ไซรส์ตู้ล็อกเกอร์”

3.5 ครูให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับยุทธวิธีการแก้ปัญหาแบบต่าง ๆ ในใบกิจกรรมที่ 3 สถานการณ์ปัญหา “ไซรส์ตู้ล็อกเกอร์” โดยกระตุ้นให้นักเรียนในห้องเรียนแสดงความคิดเห็นจากการนำเสนอยุทธวิธีการแก้ปัญหาแบบต่าง ๆ ที่เพื่อนออกมานำเสนอ และให้นักเรียนออกมานำเสนอแนวการแก้ปัญหาที่นอกเหนือจากที่เพื่อนแสดงหน้าชั้นเรียน

3.6 ครูให้นักเรียนร่วมกันพิจารณาแนวทางการแก้ปัญหาที่เหมาะสมที่สุดในการหาคำตอบ โดยให้นักเรียนพิจารณาข้อดี ข้อจำกัดของแต่ละวิธีเพื่อนำไปสู่ข้อสรุปร่วมกันถึงวิธีการหาคำตอบที่เหมาะสมที่สุด โดยครูชี้แจงเพิ่มเติมกรณีที่นักเรียนเข้าใจไม่ถูกต้องหรืออธิบายแสดงความรู้ที่ได้รับไม่สมบูรณ์

3.7 ครูให้นักเรียนร่วมกันสรุปรหัสตู้ล็อกเกอร์เก็บของที่โทมัสตั้งไว้โดยนำคำตอบที่ 1 – 3 มาใช้ในการสรุปคำตอบ

4. ขั้นประเมินผลการเรียนรู้ (Assessment)

4.1 ครูให้นักเรียนร่วมกันสรุปความคิดรวบยอดในการแก้โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับจำนวน ดังนี้
สรุปประเด็นในการแก้โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับจำนวน ดังนี้

1. การแก้ปัญหาเกี่ยวกับการหาจำนวนเต็มสามจำนวนเรียงกัน สามารถใช้ยุทธวิธีการแก้ปัญหาได้หลายยุทธวิธี ได้แก่ การสุ่มคำตอบและตรวจสอบ การเขียนสมการ การสร้างรายการของสิ่งที่เป็นไปได้ทั้งหมด แต่ถ้าโจทย์ให้ผลรวมของจำนวนเต็มสามจำนวนเรียงกัน วิธีการหาคำตอบที่ง่ายที่สุดคือการสุ่มคำตอบ โดยนำผลรวมไปหารด้วยสามจะได้จำนวนที่สอง จากนั้นนำไปหาจำนวนที่เหลือ

2. การแก้ปัญหาเกี่ยวกับการหาจำนวนคู่หรือจำนวนคี่สามจำนวนเรียงกัน ข้อสังเกตคือแต่ละจำนวนจะห่างกัน 2 ซึ่งยุทธวิธีที่ใช้จะเหมือนกับการหาจำนวนเต็มสามจำนวนเรียงกัน

ซึ่งถ้าใช้การคาดเดาและตรวจสอบก็สามารถหาได้โดยการนำจำนวนทั้งหมดหารด้วย 3 จะได้จำนวนตรงกลางออกมา

3. การแก้โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับจำนวนที่มีความซับซ้อนขึ้น สามารถแก้ปัญหาได้หลายยุทธวิธี แต่ยุทธวิธีที่ง่ายต่อการแก้โจทย์ปัญหาคือ ใช้การสร้างตารางสำหรับจัดการข้อมูล เพื่อให้ง่ายต่อการทำความเข้าใจ โจทย์ และเขียนสมการ เพื่อหาคำตอบ

4.2 กรุมอบหมายให้นักเรียนทำใบกิจกรรมที่ 4 สถานการณ์ปัญหา ห้องเรียนของมะเหมี่ยว เป็นกรบ้าน

สื่อการเรียนรู้/ แหล่งการเรียนรู้

1. ใบกิจกรรมที่ 3 สถานการณ์ปัญหา “ใครห้สตู้ออกเกอร์”
2. ใบกิจกรรมที่ 4 สถานการณ์ปัญหา ห้องเรียนของมะเหมี่ยว

การวัดผลและประเมินผลการเรียนรู้

1. วิธีการวัดผล

- 1.1 สังเกตพฤติกรรมการทำงานกลุ่มของนักเรียน
- 1.2 ประเมินความสามารถในการแก้ปัญหอย่างสร้างสรรค์
- 1.3 ประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์
- 1.4 ตรวจใบกิจกรรม

2. เครื่องมือที่ใช้วัดผล

- 2.1 แบบสังเกตพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม
- 2.2 แบบประเมินความสามารถในการแก้ปัญหอย่างสร้างสรรค์
- 2.3 แบบประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์

3. เกณฑ์การประเมินผล

- ผ่าน - นักเรียนได้คะแนนพฤติกรรมการทำงานกลุ่มระดับคุณภาพดีถึงดีมาก
- นักเรียนได้คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหอย่างสร้างสรรค์ระดับคุณภาพปานกลางถึงสูง
- นักเรียนได้คะแนนคุณลักษณะอันพึงประสงค์ระดับคุณภาพดีถึงดีมาก
- นักเรียนทำใบกิจกรรมถูกต้อง ร้อยละ 80

บันทึกผลการจัดการเรียนรู้

นักเรียนสามารถหาจำนวนที่โจทย์ต้องการจากเงื่อนไขที่โจทย์กำหนดได้ โดยจากการค้นหายุทธวิธีในการแก้ปัญหามากมายทำให้นักเรียนมีความเข้าใจเรื่องโจทย์ปัญหาสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวเรื่องจำนวนมากขึ้น นักเรียนสามารถนำความรู้เกี่ยวกับจำนวนเต็ม จำนวนตรงข้าม จำนวนคู่ จำนวนคี่มาใช้ในการหาคำตอบได้ และจากการทำงานร่วมกันเป็นกลุ่มทำให้นักเรียนได้อภิปรายแลกเปลี่ยนความคิดเห็นซึ่งกันและกัน ทำให้นักเรียนได้แลกเปลี่ยนแนวทางในการแก้ปัญหามากมาย แบบ ได้เห็นข้อดี และข้อเสียในการแก้ปัญหานั้นแต่ละประเภท เพื่อนำไปประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหานั้นสถานการณ์อื่นต่อไป

ใบกิจกรรมที่ 3

สถานการณ์ปัญหา ไชรหัสตู้ล็อกเกอร์



ในภาพโทมัสกำลังพยายามจะไชรหัสตู้ล็อกเกอร์เก็บของ แต่เขาจำรหัสผ่านสี่ตัวที่ตั้งไว้ไม่ได้ เขาจึงได้ไปดูคำถามที่เขาตั้งไว้เพื่อลึมรหัสผ่าน ดังต่อไปนี้

คำถามที่ 1 : ไชรหัสตู้ล็อกเกอร์

รหัสตัวแรกคือหลักหน่วยของจำนวนที่น้อยที่สุด โดยผลรวมของจำนวนเต็มสามจำนวนที่เรียงติดกันมีค่าเป็น 45 รหัสตัวแรกคืออะไร จงแสดงโดยใช้ขั้นตอนการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์

คำถามที่ 2 : ไชรหัสตู้ล็อกเกอร์

รหัสตัวที่สองคำนวณจากหลักสิบของจำนวนตรงกลาง โดยผลรวมของจำนวนเต็มคู่สามจำนวนที่เรียงติดกันมีค่าเป็น 288 รหัสตัวที่สองคืออะไร จงแสดงโดยใช้ขั้นตอนการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์

คำถามที่ 3 : ไชรหัสตู้ล็อกเกอร์

รหัสสองตัวสุดท้ายคำนวณจากเลขสองหลักของจำนวนที่มีค่ามากที่สุด โดยผลรวมของจำนวนเต็มสี่สามจำนวนที่เรียงติดกันมีค่าเป็น 339 รหัสสองตัวสุดท้ายคืออะไร จงแสดงโดยใช้ขั้นตอนการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์

คำถามที่ 4 : ไชรหัสตู้ล็อกเกอร์

จงเขียนรหัสตู้ล็อกเกอร์เก็บของที่โทมัสตั้งไว้

เฉลยใบกิจกรรมที่ 3 สถานการณ์ปัญหา ไชรหัสผู้ลึกลับเกอร์

เฉลยคำถามที่ 1

ขั้นที่ 1 การทำความเข้าใจปัญหา (วิเคราะห์โจทย์ปัญหา)

สิ่งที่โจทย์ให้หา..... หลักหน่วยของจำนวนที่น้อยที่สุด (รหัสตัวแรก)
เงื่อนไขที่โจทย์กำหนด..... ผลรวมของจำนวนเต็มสามจำนวนที่เรียงติดกันมีค่าเป็น 45

ขั้นที่ 2 ขั้นค้นหายุทธวิธีการแก้ปัญหาอย่างหลากหลาย

คำชี้แจง ให้นักเรียนนำเสนอแนวทาง/ วิธีการแก้ปัญหอย่างคร่าว ๆ ให้ได้มากที่สุด โดยระบุว่าวิธีการแก้ปัญหานั้นใช้จัดเป็นยุทธวิธีการแก้ปัญหาคือ
แนวการตอบ พิจารณาจากแนวทาง/ วิธีการแก้ปัญหอย่างคร่าว ๆ ที่นักเรียนนำมาแสดงได้แก่.....
การสร้างตาราง การคาดเดาและตรวจสอบ การวาดภาพ การเขียนสมการ การใช้แบบรูปและความสัมพันธ์ เป็นต้น

ขั้นที่ 3 ขั้นปฏิบัติการแก้ปัญหา

คำชี้แจง ให้นักเรียนตัดสินใจเลือกวิธีการแก้ปัญหามีประสิทธิภาพที่สุด มาเขียนแสดงวิธีทำตัวอย่างการเขียนโดยใช้วิธีการแก้ปัญหแบบต่าง ๆ

1. การแสดงวิธีการแก้ปัญหโดยใช้การคาดเดาและตรวจสอบ (แบบที่ 1)

..... สุ่มครั้งที่ 1 10, 11, 12 ได้ผลรวมเป็น 33 น้อยเกินไป

..... สุ่มครั้งที่ 2 14, 15, 16 ได้ผลรวมเป็น 45 ตรงตามเงื่อนไขที่โจทย์กำหนด

2. การแสดงวิธีการแก้ปัญหโดยการคาดเดาและตรวจสอบ (แบบที่ 2)

..... เนื่องจาก ผลรวมของจำนวนเต็มสามจำนวนที่เรียงติดกันมีค่าเป็น 45

..... คาดเดาโดยใช้หลักการพิจารณาจากค่าเฉลี่ยของจำนวนทั้งสามคือ 15

..... และทั้งสามจำนวนเรียงติดกัน ดังนั้น 15 จะต้องเป็นจำนวนที่ 2 ซึ่งอยู่กึ่งกลางระหว่าง

..... สองจำนวน จะได้ว่าสามจำนวนที่เรียงติดกันคือ 14, 15, 16

3. การแสดงวิธีการแก้ปัญหาโดยใช้การสร้างตาราง

จำนวนที่หนึ่ง	จำนวนที่สอง	จำนวนที่สาม	ผลรวม	สอดคล้องกับเงื่อนไข
10	11	12	33	ไม่สอดคล้อง
11	12	13	36	ไม่สอดคล้อง
12	13	14	39	ไม่สอดคล้อง
14	15	16	45	สอดคล้อง

จะได้ว่าสามจำนวนที่เรียงติดกันคือ 14, 15, 16

4. การแสดงวิธีการแก้ปัญหาโดยใช้แบบรูปและความสัมพันธ์

$$\text{แบบที่ 1} \quad 1 + 2 + 3 = 6$$

$$\text{แบบที่ 2} \quad 2 + 3 + 4 = 6 + 3$$

$$\text{แบบที่ 3} \quad 3 + 4 + 5 = 6 + 3(2) = 12$$

$$\text{แบบที่ 4} \quad 4 + 5 + 6 = 6 + 3(3) = 15$$

$$\text{แบบที่ } n \quad n + (n+1) + (n+2) = 6 + 3(n-1)$$

เนื่องจาก ผลรวมของจำนวนเต็มสามจำนวนที่เรียงติดกันมีค่าเป็น 45

$$\text{จะได้ว่า} \quad 6 + 3(n-1) = 45$$

$$6 + 3n - 3 = 45$$

$$3n + 3 = 45$$

$$3n = 45 - 3$$

$$3n = 42$$

$$n = 14$$

จะได้ว่าสามจำนวนที่เรียงติดกันคือ 14, 15, 16

5. การแสดงวิธีการแก้ปัญหาโดยการเขียนสมการ (แบบที่ 1)

กำหนดให้ x แทนจำนวนที่มีค่าน้อยที่สุด

จะได้ว่า $x, x+1, x+2$ แทนจำนวนเต็มสามจำนวนที่เรียงติดกัน

เนื่องจาก ผลรวมของจำนวนเต็มสามจำนวนที่เรียงติดกันมีค่าเป็น 45

$$\text{เขียนสมการได้เป็น} \quad x + (x+1) + (x+2) = 45$$

$$3x + 3 = 45$$

$$3x = 42$$

$$x = 14$$

จะได้ว่าสามจำนวนที่เรียงติดกันคือ 14, 15, 16

6. การแสดงวิธีการแก้ปัญหาโดยการเขียนสมการ (แบบที่ 2)

กำหนดให้ x แทนจำนวนที่มีค่ามากที่สุด

จะได้ว่า $x-2, x-1, x$ แทนจำนวนเต็มสามจำนวนที่เรียงติดกัน

เนื่องจาก ผลรวมของจำนวนเต็มสามจำนวนที่เรียงติดกันมีค่าเป็น 45

$$\text{เขียนสมการได้เป็น } (x-2) + (x-1) + x = 45$$

$$3x - 3 = 45$$

$$3x = 48$$

$$x = 16$$

จะได้ว่าสามจำนวนที่เรียงติดกันคือ 14, 15, 16

7. การแสดงวิธีการแก้ปัญหาโดยการเขียนสมการ (แบบที่ 3)

กำหนดให้ $x+1$ แทนจำนวนที่มีค่ามากที่สุด

จะได้ว่า $x-1, x, x+1$ แทนจำนวนเต็มสามจำนวนที่เรียงติดกัน

เนื่องจาก ผลรวมของจำนวนเต็มสามจำนวนที่เรียงติดกันมีค่าเป็น 45

$$\text{เขียนสมการได้เป็น } (x-1) + x + (x+1) = 45$$

$$3x = 45$$

$$x = 15$$

จะได้ว่าสามจำนวนที่เรียงติดกันคือ 14, 15, 16

ขั้นที่ 4 ขั้นตรวจสอบการแก้ปัญหาและสรุปคำตอบ

คำชี้แจง ให้นักเรียนแสดงการตรวจสอบคำตอบที่ได้ว่าถูกต้องหรือไม่ และตอบที่โจทย์ให้หา
แนวการตอบ

จากการปฏิบัติการแก้ปัญหาโดยใช้วิธีต่างๆ พบว่าได้คำตอบเหมือนกันแสดงว่าคำตอบ
ที่ได้ถูกต้อง

ตอบ หลักหน่วยของจำนวนที่น้อยที่สุด (รหัสตัวแรก) คือ 4

เฉลยคำถามที่ 2

ขั้นที่ 1 การทำความเข้าใจปัญหา (วิเคราะห์โจทย์ปัญหา)

สิ่งที่โจทย์ให้หา...หลักสิบของจำนวนตรงกลาง (รหัสตัวที่สอง).....
เงื่อนไขที่โจทย์กำหนด...ผลรวมของจำนวนเต็มคู่สามจำนวนที่เรียงติดกันมีค่าเป็น 288.....

ขั้นที่ 2 ขั้นค้นหายุทธวิธีการแก้ปัญหาอย่างหลากหลาย

คำชี้แจง ให้นักเรียนนำเสนอแนวทาง/ วิธีการแก้ปัญหอย่างคร่าว ๆ ให้ได้มากที่สุด
โดยระบุว่าวิธีการแก้ปัญหที่ใช้จัดเป็นยุทธวิธีการแก้ปัญหใด
แนวการตอบ พิจารณาจากแนวทาง/ วิธีการแก้ปัญหอย่างคร่าว ๆ ที่นักเรียนนำมาแสดง ได้แก่
การสร้างตาราง การคาดเดาและตรวจสอบ การเขียนสมการ เป็นต้น

ขั้นที่ 3 ขั้นปฏิบัติการแก้ปัญหา

คำชี้แจง ให้นักเรียนตัดสินใจเลือกวิธีการแก้ปัญหที่มีประสิทธิภาพที่สุด มาเขียนแสดงวิธีทำ
ตัวอย่างการเขียนโดยใช้วิธีการแก้ปัญหแบบต่าง ๆ

1. การแสดงวิธีการแก้ปัญหโดยใช้การคาดเดาและตรวจสอบ (แบบที่ 1)

โดยใช้หลักการสุ่มตัวเลขที่มีค่าใกล้เคียงกับ 100 เพราะผลรวมของสามจำนวน
มีค่าประมาณ 300

สุ่มครั้งที่ 1 92, 94, 96 ได้ผลรวมเป็น 282 น้อยเกินไป

สุ่มครั้งที่ 2 94, 96, 98 ได้ผลรวมเป็น 288 ตรงตามเงื่อนไขที่โจทย์กำหนด

2. การแสดงวิธีการแก้ปัญหโดยใช้การคาดเดาและตรวจสอบ (แบบที่ 2)

เนื่องจาก ผลรวมของจำนวนเต็มคู่สามจำนวนที่เรียงติดกันมีค่าเป็น 288

คาดเดาโดยใช้หลักการพิจารณาจากค่าเฉลี่ยของจำนวนทั้งสามคือ 96

และทั้งสามจำนวนเรียงติดกัน ดังนั้น 96 จะต้องเป็นจำนวนตรงกลาง ซึ่งอยู่ระหว่าง

สองจำนวน จะได้ว่าจำนวนเต็มคู่สามจำนวนที่เรียงติดกันคือ 94, 96, 98

3. การแสดงวิธีการแก้ปัญหาโดยใช้การสร้างตาราง

กำหนดให้ x แทนจำนวนเต็มคู่ที่มีค่าน้อยที่สุด

x	$x+2$	$x+4$	ผลรวม	สอดคล้องกับเงื่อนไข
2	4	6	12	ไม่สอดคล้อง
4	6	8	18	ไม่สอดคล้อง
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
94	96	98	288	สอดคล้อง

จะได้ว่าจำนวนเต็มคู่สามจำนวนที่เรียงติดกันคือ 94, 96, 98

4. การแสดงวิธีการแก้ปัญหาโดยการเขียนสมการ (แบบที่ 1)

กำหนดให้ x แทนจำนวนเต็มคู่ที่มีค่าน้อยที่สุดจะได้ว่า $x, x+2, x+4$ แทนจำนวนเต็มคู่สามจำนวนที่เรียงติดกัน

เนื่องจาก ผลรวมของจำนวนเต็มคู่สามจำนวนที่เรียงติดกันมีค่าเป็น 288

เขียนสมการได้เป็น $x + (x+2) + (x+4) = 288$

$$3x + 6 = 288$$

$$3x = 282$$

$$x = 94$$

จะได้ว่าจำนวนเต็มคู่สามจำนวนที่เรียงติดกันคือ 94, 96, 98

5. การแสดงวิธีการแก้ปัญหาโดยการเขียนสมการ (แบบที่ 2)

กำหนดให้ x แทนจำนวนเต็มคู่ที่มีค่ามากที่สุดจะได้ว่า $x-4, x-2, x$ แทนจำนวนเต็มคู่สามจำนวนที่เรียงติดกัน

เนื่องจาก ผลรวมของจำนวนเต็มคู่สามจำนวนที่เรียงติดกันมีค่าเป็น 288

เขียนสมการได้เป็น $(x-4) + (x-2) + x = 288$

$$3x - 6 = 288$$

$$3x = 294$$

$$x = 98$$

จะได้ว่าจำนวนเต็มคู่สามจำนวนที่เรียงติดกันคือ 94, 96, 98

6. การแสดงวิธีการแก้ปัญหาโดยการเขียนสมการ (แบบที่ 3)

กำหนดให้ $x + 2$ แทนจำนวนเต็มคู่ที่มีค่ามากที่สุด

จะได้ว่า $x - 2, x, x + 2$ แทนจำนวนเต็มคู่สามจำนวนที่เรียงติดกัน

เนื่องจาก ผลรวมของจำนวนเต็มสามจำนวนที่เรียงติดกันมีค่าเป็น 288

เขียนสมการได้เป็น $(x - 2) + x + (x + 2) = 288$

$$3x = 288$$

$$x = 96$$

ขั้นที่ 4 ขั้นตรวจสอบการแก้ปัญหาและสรุปคำตอบ

คำชี้แจง ให้นักเรียนแสดงการตรวจสอบคำตอบที่ได้ว่าถูกต้องหรือไม่ และตอบที่โจทย์ให้หา

แนวการตอบ

จากการปฏิบัติการแก้ปัญหาโดยใช้วิธีต่าง ๆ พบว่าได้คำตอบเหมือนกันแสดงว่าคำตอบที่ได้ถูกต้อง

ตอบ หลักสิบของจำนวนตรงกลาง (รหัสตัวที่สอง) คือ 9

เฉลยคำถามที่ 3

ขั้นที่ 1 การทำความเข้าใจปัญหา (วิเคราะห์โจทย์ปัญหา)

สิ่งที่โจทย์ให้หา เลขสองหลักของจำนวนที่มีค่ามากที่สุด (รหัสสองตัวสุดท้าย)

เงื่อนไขที่โจทย์กำหนด ผลรวมของจำนวนเต็มคู่สามจำนวนที่เรียงติดกันมีค่าเป็น 339

ขั้นที่ 2 ขั้นค้นหายุทธวิธีการแก้ปัญหอย่างหลากหลาย

คำชี้แจง ให้นักเรียนนำเสนอแนวทาง/ วิธีการแก้ปัญหอย่างคร่าว ๆ ให้ได้มากแบบที่สุด

โดยระบุว่าวิธีการแก้ปัญหที่ใช้จัดเป็นยุทธวิธีการแก้ปัญหใด

แนวการตอบ พิจารณาจากแนวทาง/ วิธีการแก้ปัญหอย่างคร่าว ๆ ที่นักเรียนนำมาแสดง ได้แก่

การสร้างตาราง การคาดเดาและตรวจสอบ การเขียนสมการ เป็นต้น

ขั้นที่ 3 ขั้นปฏิบัติการแก้ปัญหา

คำชี้แจง ให้นักเรียนตัดสินใจเลือกวิธีการแก้ปัญหาที่มีประสิทธิภาพที่สุด มาเขียนแสดงวิธีทำ
ตัวอย่างการเขียนโดยใช้วิธีการแก้ปัญหาแบบต่าง ๆ

1. การแสดงวิธีการแก้ปัญหาโดยใช้การคาดเดาและตรวจสอบ (แบบที่ 1)

โดยใช้หลักการสุ่มตัวเลขที่มีค่าประมาณ 100 กว่า ๆ เนื่องจากผลรวมมีค่าเป็น 339

สุ่มครั้งที่ 1 100, 102, 104 ได้ผลรวมเป็น 306 น้อยเกินไป

สุ่มครั้งที่ 2 110, 112, 114 ได้ผลรวมเป็น 336 น้อยเกินไป

สุ่มครั้งที่ 3 111, 113, 115 ได้ผลรวมเป็น 339 ตรงตามเงื่อนไขที่โจทย์กำหนด

2. การแสดงวิธีการแก้ปัญหาโดยใช้การคาดเดาและตรวจสอบ (แบบที่ 2)

เนื่องจาก ผลรวมของจำนวนเต็มคู่สามจำนวนที่เรียงติดกันมีค่าเป็น 339

คาดเดาโดยใช้หลักการพิจารณาจากค่าเฉลี่ยของจำนวนทั้งสามคือ 113

และทั้งสามจำนวนเรียงติดกัน ดังนั้น 113 จะต้องเป็นจำนวนตรงกลาง ซึ่งอยู่ระหว่าง

สองจำนวน จะได้ว่าจำนวนเต็มคู่สามจำนวนที่เรียงติดกันคือ 111, 113, 115

3. การแสดงวิธีการแก้ปัญหาโดยใช้การคาดเดาและตรวจสอบ (แบบที่ 3)

คาดเดาโดยพิจารณาจากตัวเลขหลักหน่วยที่เป็นจำนวนเต็มคู่สามจำนวนที่บวกกัน

แล้วลงท้ายด้วย 9 ได้แก่ 1, 3, 5 จากนั้นนำมาใช้หาจำนวนเต็มคู่สามจำนวนที่เรียงติดกัน

ซึ่งมีผลรวมเป็น 339

สุ่มครั้งที่ 1 51, 53, 55 ได้ผลรวมเป็น 159 น้อยเกินไป

สุ่มครั้งที่ 2 111, 113, 115 ได้ผลรวมเป็น 339 ตรงตามเงื่อนไขที่โจทย์กำหนด

3. การแสดงวิธีการแก้ปัญหาโดยใช้การสร้างตาราง

กำหนดให้ x แทนจำนวนเต็มคู่ที่มีค่าน้อยที่สุด

x	$x+2$	$x+4$	ผลรวม	สอดคล้องกับเงื่อนไข
1	3	5	9	ไม่สอดคล้อง
3	5	7	15	ไม่สอดคล้อง
5	7	9	21	ไม่สอดคล้อง
.
.
.
111	113	115	339	สอดคล้อง

จะได้ว่าจำนวนเต็มคู่สามจำนวนที่เรียงติดกันคือ 111, 113, 115

4. การแสดงวิธีการแก้ปัญหาโดยการเขียนสมการ (แบบที่ 1)

กำหนดให้ x แทนจำนวนเต็มคี่ที่มีค่าน้อยที่สุด

จะได้ว่า $x, x+2, x+4$ แทนจำนวนเต็มคี่สามจำนวนที่เรียงติดกัน

เนื่องจาก ผลรวมของจำนวนเต็มคี่สามจำนวนที่เรียงติดกันมีค่าเป็น 339

เขียนสมการได้เป็น $x + (x + 2) + (x + 4) = 339$

$$3x + 6 = 339$$

$$3x = 333$$

$$x = 111$$

จะได้ว่าจำนวนเต็มคี่สามจำนวนที่เรียงติดกันคือ 111, 113, 115

5. การแสดงวิธีการแก้ปัญหาโดยการเขียนสมการ (แบบที่ 2)

กำหนดให้ x แทนจำนวนเต็มคี่ที่มีค่ามากที่สุด

จะได้ว่า $x-4, x-2, x$ แทนจำนวนเต็มคี่สามจำนวนที่เรียงติดกัน

เนื่องจาก ผลรวมของจำนวนเต็มคี่สามจำนวนที่เรียงติดกันมีค่าเป็น 339

เขียนสมการได้เป็น $(x - 4) + (x - 2) + x = 339$

$$3x - 6 = 339$$

$$3x = 333$$

$$x = 111$$

จะได้ว่าจำนวนเต็มคี่สามจำนวนที่เรียงติดกันคือ 111, 113, 115

6. การแสดงวิธีการแก้ปัญหาโดยการเขียนสมการ (แบบที่ 3)

กำหนดให้ $x+2$ แทนจำนวนเต็มคี่ที่มีค่ามากที่สุด

จะได้ว่า $x-2, x, x+2$ แทนจำนวนเต็มคี่สามจำนวนที่เรียงติดกัน

เนื่องจาก ผลรวมของจำนวนเต็มคี่สามจำนวนที่เรียงติดกันมีค่าเป็น 339

เขียนสมการได้เป็น $(x - 2) + x + (x + 2) = 339$

$$3x = 339$$

$$x = 113$$

จะได้ว่าจำนวนเต็มคี่สามจำนวนที่เรียงติดกันคือ 111, 113, 115

ขั้นที่ 4 ขั้นตรวจสอบการแก้ปัญหาและสรุปคำตอบ

คำชี้แจง ให้นักเรียนแสดงการตรวจสอบคำตอบที่ได้ว่าถูกต้องหรือไม่ และตอบที่โจทย์ให้หา

แนวการตอบ

จากการปฏิบัติการแก้ปัญหาโดยใช้วิธีต่าง ๆ พบว่าได้คำตอบเหมือนกันแสดงว่าคำตอบ
ที่ได้ถูกต้อง

ตอบ เลขสองหลักของจำนวนที่มีค่ามากที่สุด (รหัสสองตัวสุดท้าย) คือ 15

คำถามที่ 4: ไซรหัสตู้ล็อกเกอร์

จงเขียนรหัสตู้ล็อกเกอร์เก็บของที่โทมัสตั้งไว้

แนวการตอบ จากการหาคำตอบทั้งสามคำถามได้ว่า

หลักหน่วยของจำนวนที่น้อยที่สุด (รหัสตัวแรก) คือ 4

หลักสิบของจำนวนตรงกลาง (รหัสตัวที่สอง) คือ 9

เลขสองหลักของจำนวนที่มีค่ามากที่สุด (รหัสสองตัวสุดท้าย) คือ 15

ดังนั้น รหัสผ่านสี่ตัวที่โทมัสตั้งไว้คือ 4915

เฉลยคำตอบใบกิจกรรมที่ 4 สถานการณ์ปัญหา ห้องเรียนของมะเหมี่ยว

จำนวนนักเรียนหญิงที่มีอยู่เดิม 22 คน จำนวนนักเรียนในปัจจุบันมี 17 คน และจำนวน

นักเรียนชายในปัจจุบันมี 17 คน

ภาคผนวก จ

- แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่องการประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2
- แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว เรื่องการประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์

เรื่องการประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

คำชี้แจง

1. แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ฉบับนี้เป็นแบบปรนัย 4 ตัวเลือก (ข้อละ 1 คะแนน) ใช้เวลา 50 นาที
2. ให้นักเรียนเขียนชื่อ-สกุล และห้องลงในกระดาษคำตอบให้ชัดเจน
3. ให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียว และทำเครื่องหมายกากบาท (X) ลงในกระดาษคำตอบ

1. พี่ไสนำเงินไปบริจาค 5 แห่ง แห่งละเท่า ๆ กัน ปรากฏว่ามีเงินเหลืออยู่ 140 บาท ถ้าพี่ไสมีเงิน 3,590 บาท พี่ไสบริจาคเงินแห่งละเท่าไร

ก. 690 บาท	ข. 700 บาท
ค. 710 บาท	ง. 719 บาท
2. ซื้อดินสอมา 20 แท่ง ราคา 140 บาท ดินสอมีสองชนิด ชนิดหนึ่งราคาแท่งละ 6 บาท อีกชนิดหนึ่งราคาแท่งละ 11 บาท อยากทราบว่าซื้อดินสอชนิดที่ราคาถูกกว่ามากี่แท่ง

ก. 4 แท่ง	ข. 7 แท่ง
ค. 13 แท่ง	ง. 16 แท่ง
3. กระปุกออมสินใบหนึ่ง มีเหรียญห้าบาทและเหรียญสิบบาทอยู่ทั้งหมด 34 เหรียญ คิดเป็นเงิน 270 บาท เหรียญทั้งสองชนิดมีจำนวนแตกต่างกันกี่เหรียญ

ก. 5 เหรียญ	ข. 6 เหรียญ
ค. 8 เหรียญ	ง. 12 เหรียญ
4. เมื่อ 8 ปีที่แล้ว พ่อมีอายุ 57 ปี ซึ่งคิดเป็น 3 เท่าของอายุบุตรในขณะนั้น อีก 8 ปีข้างหน้า บุตรจะมีอายุกี่ปี

ก. 35 ปี	ข. 39 ปี
ค. 27 ปี	ง. 19 ปี
5. เอมมีอายุมากกว่าเอื้อ 5 ปี ถ้าอายุของเอมและเอื้อรวมกันได้ 51 ปี อยากทราบว่าเอื้อมีอายุกี่ปี

ก. 22 ปี	ข. 23 ปี
ค. 28 ปี	ง. 30 ปี

19. โอ้เดินทาง 130 กิโลเมตร ในเวลา 3 ชั่วโมง ซึ่งช่วงแรกเขาเดินทางโดยรถยนต์ด้วยอัตราเร็ว 60 กิโลเมตรต่อชั่วโมง หลังจากนั้นเขาปั่นจักรยานด้วยอัตราเร็ว 10 กิโลเมตรต่อชั่วโมง ระยะทางที่ปั่นจักรยานต่อระยะทางทั้งหมดเท่ากับเท่าไร

ก. 3 : 20

ข. 1 : 13

ค. 2 : 3

ง. 2 : 15

20. เจ้านายเดินทางจากบ้านไปโรงเรียนด้วยความเร็ว 4 กิโลเมตรต่อชั่วโมง จะถึงโรงเรียนสายไป 10 นาที ถ้าเธอเพิ่มความเร็วเป็น 5 กิโลเมตรต่อชั่วโมง จะไปถึงก่อนโรงเรียนเข้า 5 นาที จงหา ระยะทางจากบ้านถึงโรงเรียน

ก. 5 กิโลเมตร

ข. 6 กิโลเมตร

ค. 7 กิโลเมตร

ง. 8 กิโลเมตร

เฉลยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว
 รายวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2
 คะแนนเต็ม 20 คะแนน เวลา 50 นาที

ข้อ	เฉลย	ข้อ	เฉลย
1	ก	11	ง
2	ง	12	ง
3	ข	13	ค
4	ก	14	ง
5	ข	15	ก
6	ง	16	ง
7	ก	17	ค
8	ค	18	ข
9	ข	19	ข
10	ง	20	ก

แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์
เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

คำชี้แจง

1. แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ฉบับนี้ผู้สอนสร้างขึ้น
โดยเป็นข้อคำถามที่มุ่งวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทั้ง 3 ด้าน คือ
 - 1.1 ความคิดคล่อง
 - 1.2 ความคิดยืดหยุ่น
 - 1.3 ความคิดริเริ่ม
2. แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ฉบับนี้ เป็นแบบทดสอบ
ที่เน้นให้นักเรียนเขียนคำตอบได้อย่างอิสระเท่าที่นักเรียนสามารถจะตอบได้
3. เวลาในการทำแบบทดสอบจำนวน 3 ข้อ มีคะแนนข้อละ 10 คะแนน ใช้เวลา 50 นาที
4. ให้นักเรียนเขียนชื่อ-สกุล และห้องลงในกระดาษคำตอบให้ชัดเจน
5. ถ้ากระดาษคำตอบไม่พอให้นักเรียนขอเพิ่มเติมได้อีก
6. ให้นักเรียนทำแบบทดสอบให้ครบทุกข้อ
7. หากมีปัญหาใด ๆ โปรดสอบถามครูคุมสอบ
8. ขอขอบคุณในความร่วมมือ

แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์หลังเรียน
เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว

จงแสดงวิธีทำต่อไปนี้

ข้อที่ 1

ปี 2560 จำนวนลูกหมูต่อจำนวนลูกเป็ดของฟาร์มแห่งหนึ่งเท่ากับ $4 : 7$ และจำนวนลูกเป็ดมากกว่าจำนวนลูกหมู 690 ตัว ปี 2561 ทางฟาร์มได้ขายลูกเป็ดไป 110 ตัว และซื้อลูกหมูมาจำนวนหนึ่ง ทำให้ในปีนี้อัตราส่วนลูกหมูในฟาร์มมี 40% ของจำนวนลูกหมูและลูกเป็ดทั้งหมด จงหาว่าฟาร์มแห่งนี้ซื้อลูกหมูในปี 2561 กี่ตัว



ขั้นที่ 1 การทำความเข้าใจปัญหา (วิเคราะห์โจทย์ปัญหา)

สิ่งที่โจทย์ให้หา.....
เงื่อนไขที่โจทย์กำหนด.....
.....
.....

ขั้นที่ 2 ขั้นค้นหายุทธวิธีการแก้ปัญหาอย่างหลากหลาย

คำชี้แจง ให้นักเรียนนำเสนอแนวทาง/วิธีการแก้ปัญหาอย่างคร่าว ๆ ให้ได้มากที่สุด โดยระบุว่าวิธีการแก้ปัญหาที่ใช้จัดเป็นยุทธวิธีการแก้ปัญหาใด

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

ข้อที่ 2

สวนสัตว์นารู้ จำหน่ายบัตรเข้าชมสวนสัตว์ 2 แบบ คือบัตรเข้าชมสำหรับผู้ใหญ่และบัตรเข้าชมสำหรับเด็ก โดยบัตรเข้าชมสำหรับผู้ใหญ่ ราคาใบละ 200 บาท และบัตรเข้าชมสำหรับเด็ก ราคาใบละ 50 บาท ถ้ามีคนเข้าชมสวนสัตว์จำนวน 600 คนและขายบัตรเข้าชมได้เงินทั้งสิ้น 60,000 บาท จงหาจำนวนบัตรเข้าชมสวนสัตว์ของผู้ใหญ่และเด็ก



ขั้นที่ 1 การทำความเข้าใจปัญหา (วิเคราะห์โจทย์ปัญหา)

สิ่งที่โจทย์ให้หา.....
 เงื่อนไขที่โจทย์กำหนด.....

ขั้นที่ 2 ขั้นค้นหายุทธวิธีการแก้ปัญหาอย่างหลากหลาย

คำชี้แจง ให้นักเรียนนำเสนอแนวทาง/ วิธีการแก้ปัญหอย่างคร่าว ๆ ให้ได้มากที่สุด
 โดยระบุว่าวิธีการแก้ปัญหที่ใช้จัดเป็นยุทธวิธีการแก้ปัญหใด

.....

เฉลยแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์หลังเรียน
เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว

เฉลยคำตอบข้อที่ 1

ขั้นที่ 1 การทำความเข้าใจปัญหา (วิเคราะห์โจทย์ปัญหา)

สิ่งที่โจทย์ให้หา..... จำนวนลูกหมูที่ฟาร์มซื้อในปี 2561
เงื่อนไขที่โจทย์กำหนด..... 1. ปี 2560 จำนวนลูกหมูต่อจำนวนลูกเป็ดของฟาร์มแห่งหนึ่งเท่ากับ 4 : 7
และจำนวนลูกเป็ดมากกว่าจำนวนลูกหมู 690 ตัว
..... 2. ปี 2561 ทางฟาร์มได้ขายลูกเป็ดไป 110 ตัว และซื้อลูกหมูมาจำนวนหนึ่ง
ทำให้ในปีนี้อัตราส่วนลูกหมูในฟาร์มมี 40% ของจำนวนลูกหมูและลูกเป็ดทั้งหมด

ขั้นที่ 2 ขั้นค้นหายุทธวิธีการแก้ปัญหาอย่างหลากหลาย

คำชี้แจง ให้นักเรียนนำเสนอแนวทาง/ วิธีการแก้ปัญหาอย่างคร่าว ๆ ให้ได้มากที่สุด โดย
ระบุว่าวิธีการแก้ปัญหาที่ใช้จัดเป็นยุทธวิธีการแก้ปัญหาใด
..... แนวการตอบ พิจารณาจากแนวทาง/ วิธีการแก้ปัญหาอย่างคร่าว ๆ ที่นักเรียนนำมาแสดง ได้แก่
..... การเขียนสมการตัวแปรเดียว/ สองตัวแปร การคาดเดาและตรวจสอบ การสร้างตาราง การวาด
..... ภาพ การทำงานย้อนกลับและการเทียบบัญญัติไตรยางค์ เป็นต้น

ขั้นที่ 3 ขั้นปฏิบัติการแก้ปัญหา

คำชี้แจง ให้นักเรียนตัดสินใจเลือกวิธีการแก้ปัญหาที่มีประสิทธิภาพที่สุด มาเขียนแสดงวิธีทำ
ตัวอย่างการเขียน โดยใช้วิธีการแก้ปัญหาแบบต่าง ๆ
..... 1. การแสดงวิธีการแก้ปัญหาโดยใช้การคาดเดาและตรวจสอบ
..... ทำการสุ่มจำนวนลูกหมูและจำนวนลูกเป็ดในปี 2560 โดยสุ่มให้จำนวนลูกเป็ดมากกว่าจำนวน
ลูกหมู 690 ตัว และอัตราส่วนของจำนวนลูกหมูต่อจำนวนลูกเป็ดเป็น 4 : 7 ดังนี้

จำนวนลูกหมู	จำนวนลูกเปิด	จำนวนลูกหมูต่อจำนวนลูกเปิดเป็น 4 : 7	ใช่/ ไม่ใช่
800	1,490	80 : 149	ไม่ใช่
850	1,540	85 : 154	ไม่ใช่
900	1,590	30 : 53	ไม่ใช่
920	1,610	4 : 7	ใช่

..... จากตารางจะได้ว่าในปี 2560 มีจำนวนลูกหมู 920 ตัว และจำนวนลูกเป็น 1,610 ตัว
 ในปี 2561 ขายลูกเปิดไป 110 ตัว จะเหลือจำนวนลูกเปิด $1,690 - 110 = 1,500$ ตัว
 จากนั้นทดลองซื้อจำนวนลูกหมูที่ซื้อมาเพิ่ม ที่ทำให้มีจำนวนลูกหมูในฟาร์มเป็น 40% ของจำนวน
 ลูกหมูและลูกเปิดทั้งหมด ดังนี้

จำนวนลูกหมูที่ ซื้อมาเพิ่ม	จำนวนลูก หมูทั้งหมด	จำนวนลูกหมูและ ลูกเปิดทั้งหมด	คิดเป็นจำนวนลูกหมู ร้อยละ	ถูกต้องตาม เงื่อนไข
50	970	2470	$\frac{970}{2470} \times 100 = 39.27$	ไม่ถูกต้อง
60	980	2480	$\frac{980}{2480} \times 100 = 39.52$	ไม่ถูกต้อง
70	990	2490	$\frac{990}{2490} \times 100 = 39.76$	ไม่ถูกต้อง
80	1000	2500	$\frac{1000}{2500} \times 100 = 40.00$	ถูกต้อง

จะได้ว่า จำนวนลูกหมูที่ฟาร์มซื้อในปี 2561 มี 80 ตัว

2. การแสดงวิธีการแก้ปัญหาโดยการแก้สมการ

กำหนดให้ในปี 2560 มีจำนวนลูกหมู x ตัว และมีจำนวนลูกเปิด $x + 690$ ตัว

เนื่องจาก จำนวนลูกหมูต่อจำนวนลูกเปิดเท่ากับ 4 : 7

..... จะสามารถเขียนสมการได้เป็น $\frac{x}{x + 690} = \frac{4}{7}$

$$7x = 4(x + 690)$$

$$7x = 4x + 2760$$

$$7x - 4x = 2760$$

$$3x = 2760$$

$$x = \frac{2760}{3}$$

$$x = 920$$

จะได้ว่า จำนวนลูกหมูที่ฟาร์มซื้อในปี 2561 มี 80 ตัว

ในปี 2561 ขายลูกเป็ดไป 110 ตัว จะเหลือจำนวนลูกเป็ด $1,690 - 110 = 1,500$ ตัว

กำหนดให้ y แทนจำนวนลูกหมูที่ซื้อมาเพิ่ม จะได้ว่ามีจำนวนลูกหมู $920 + y$ ตัว

เนื่องจากจำนวนลูกหมูในฟาร์มมี 40% ของจำนวนลูกหมูและลูกเป็ดทั้งหมด

$$\text{จะสามารถเขียนสมการได้เป็น } \frac{920 + y}{1500 + 920 + y} = \frac{40}{100}$$

$$5(920 + y) = 2(2420 + y)$$

$$4600 + 5y = 4840 + 2y$$

$$3y = 240$$

$$y = 80$$

จะได้ว่า จำนวนลูกหมูที่ฟาร์มซื้อในปี 2561 มี 80 ตัว

3. การแสดงวิธีการแก้ปัญหาโดยการวาดภาพ

กำหนดให้ แทนจำนวนสัตว์หนึ่งส่วน

เนื่องจาก ในปี 2560 จำนวนลูกหมูต่อจำนวนลูกเป็ดของฟาร์มแห่งหนึ่งเท่ากับ 4 : 7 สามารถ

เขียนในรูปแผนภาพ ได้ดังนี้

จำนวนลูกหมู

จำนวนลูกเป็ด

และจำนวนลูกเป็ดมากกว่าจำนวนลูกหมู 690 ตัว

จากภาพจะได้ว่า แทนจำนวนลูกหมู 690 ตัว

แสดงว่า หนึ่งส่วนแทนจำนวนสัตว์ 230 ตัว

นั่นคือ จำนวนลูกหมูเท่ากับ $4 \times \text{input} = 4(230) = 920$ ตัว

จำนวนลูกเป็ดเท่ากับ $7 \times \text{input} = 7(230) = 1,610$ ตัว

ในปี 2561 ซื้อหมูมาเพิ่ม y ตัว จะมีหมูทั้งหมด $920 + y$ ตัว และ ขายลูกเป็ดไป 110 ตัว

จะเหลือจำนวนลูกเป็ด $1,690 - 110 = 1,500$ ตัว

เนื่องจากจำนวนลูกหมูในฟาร์มมี 40% ของจำนวนลูกหมูและลูกเป็ดทั้งหมด

$$\text{จะสามารถเขียนสมการได้เป็น } \frac{920 + y}{1500 + 920 + y} = \frac{40}{100}$$

$$5(920 + y) = 2(2420 + y)$$

$$4600 + 5y = 4840 + 2y$$

$$3y = 240$$

$$y = 80$$

จะได้ว่า จำนวนลูกหมูที่ฟาร์มซื้อในปี 2561 มี 80 ตัว

4. การแสดงวิธีการแก้ปัญหาโดยการเทียบบัญญัติไตรยางค์

ในปี 2560 ลูกหมู : ลูกเปิด = 4 : 7

จะได้ว่าจำนวนลูกเปิดมากกว่าลูกหมู 3 ส่วน คิดเป็น 690 ตัว

3 ส่วน คิดเป็น 690 ตัว

4 ส่วน คิดเป็น $\frac{690}{3} \times 4 = 920$ ตัว

7 ส่วน คิดเป็น $\frac{690}{3} \times 7 = 1,610$ ตัว

ในปี 2561 จำนวนลูกหมูในฟาร์มมี 40% ของจำนวนลูกหมูและลูกเปิดทั้งหมด หลังจากขายลูกเปิดไป 110 ตัว และซื้อลูกหมูมาจำนวนหนึ่ง

จะได้ว่า มีจำนวนลูกเปิดทั้งหมด 60% คิดเป็นจำนวนลูกเปิด $1,690 - 110 = 1,500$ ตัว

60 ส่วน คิดเป็น 1500 ตัว

40 ส่วน คิดเป็น $\frac{1500}{60} \times 40 = 1,000$ ตัว

จะได้ว่า ในปี 2561 ซื้อลูกหมูมาเพิ่ม $1000 - 920 = 80$ ตัว

5. การแสดงวิธีการแก้ปัญหาโดยการทำงานย้อนกลับ

สมมติให้มีลูกหมูและลูกเปิดทั้งหมด x ตัว และ y แทนจำนวนลูกหมูที่ซื้อมาเพิ่ม

จะได้ว่า มีลูกหมูจำนวน $\frac{4}{10}x$ ตัวและมีลูกเปิดจำนวน $\frac{6}{10}x$ ตัว

และเขียนสมการได้เป็น
$$\frac{\frac{6}{10}x + 110}{\frac{4}{10}x - y} = \frac{7}{4}$$

$$4 \times \left(\frac{6}{10}x + 110 \right) = 7 \times \left(\frac{4}{10}x - y \right)$$

$$\frac{24}{10}x + 440 = \frac{28}{10}x - 7y$$

$$\frac{2}{5}x - 7y = 440 \quad \text{.....(1)}$$

เนื่องจากจำนวนลูกเปิดมากกว่าจำนวนลูกหมู 690 ตัว จะได้ว่า

$$\left(\frac{6}{10}x + 110 \right) - \left(\frac{4}{10}x - y \right) = 690$$

$$\frac{1}{5}x + y = 580 \quad \text{.....(2)}$$

นำ (1) - 2(2) จะได้ $-9y = -720$

$$y = 80$$

จะได้ว่า ในปี 2561 ซื้อลูกหมูมาเพิ่ม 80 ตัว

ขั้นที่ 4 ขั้นตรวจสอบการแก้ปัญหาและสรุปคำตอบ

คำชี้แจง ให้นักเรียนแสดงการตรวจสอบคำตอบที่ได้ว่าถูกต้องหรือไม่ และตอบที่โจทย์ให้หา

แนวการตอบ

จากการปฏิบัติการแก้ปัญหาโดยใช้วิธีต่าง ๆ พบว่าได้คำตอบเหมือนกันแสดงว่าคำตอบที่ได้ถูกต้อง

ตอบ ในปี 2561 ฟาร์มซื้อลูกหมูมาเพิ่ม 80 ตัว

เฉลยคำตอบข้อที่ 2

ขั้นที่ 1 การทำความเข้าใจปัญหา (วิเคราะห์โจทย์ปัญหา)

สิ่งที่โจทย์ให้หา... จำนวนบัตรเข้าชมสวนสัตว์ของผู้ใหญ่และเด็กที่สวนสัตว์ได้จำหน่าย

เงื่อนไขที่โจทย์กำหนด... 1. บัตรเข้าชมสำหรับผู้ใหญ่ ราคาใบละ 200 บาท และบัตรเข้าชมสำหรับเด็ก ราคาใบละ 50 บาท

2. มีคนเข้าชมสวนสัตว์จำนวน 600 คนและขายบัตรเข้าชมได้เงินทั้งสิ้น 60,000 บาท

ขั้นที่ 2 ขั้นค้นหายุทธวิธีการแก้ปัญหาอย่างหลากหลาย

คำชี้แจง ให้นักเรียนนำเสนอแนวทาง/วิธีการแก้ปัญหอย่างคร่าว ๆ ให้ได้มากที่สุด โดยระบุว่าวิธีการแก้ปัญหานั้นใช้จัดเป็นยุทธวิธีการแก้ปัญหใด

แนวการตอบ พิจารณาจากแนวทาง/วิธีการแก้ปัญหอย่างคร่าว ๆ อย่างคร่าว ๆ ที่นักเรียน

นำมาแสดงได้แก่ การวาดภาพ การสร้างตาราง การคาดเดาและตรวจสอบ การเขียนสมการ

การทำงานย้อนกลับ เป็นต้น

ขั้นที่ 3 ขั้นปฏิบัติการแก้ปัญหา

คำชี้แจง ให้นักเรียนตัดสินใจเลือกวิธีการแก้ปัญหาที่มีประสิทธิภาพที่สุด มาเขียนแสดงวิธีทำ
ตัวอย่างการเขียนโดยใช้วิธีการแก้ปัญหาแบบต่าง ๆ

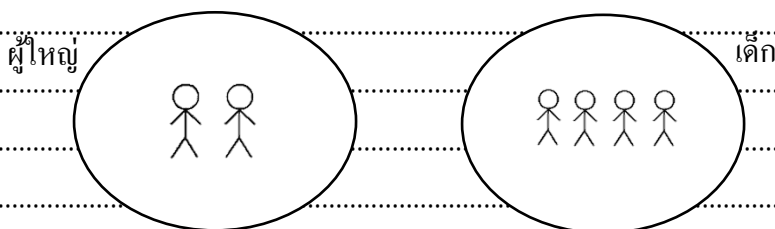
1. การแสดงวิธีการแก้ปัญหาโดยใช้การวาดภาพ

ถ้ามีคนเข้าชมสวนสัตว์จำนวน 600 คน ขายบัตรเข้าชมได้เงินทั้งสิ้น 60,000 บาท

แสดงว่า 6 คน ได้เงิน 600 บาท

เนื่องจาก บัตรเข้าชมสำหรับผู้ใหญ่ ราคาใบละ 200 บาท และบัตรเข้าชมสำหรับเด็ก

ราคาใบละ 50 บาท ทดลองวาดภาพ จะได้ว่า



จากภาพจะได้ว่าถ้าขายบัตรเข้าชม 6 คน ได้เงินจำนวน 600 บาท

นั่นคือ จะขายบัตรเข้าชมสำหรับผู้ใหญ่ 2 คน และบัตรเข้าชมสำหรับเด็ก 4 คน

นั่นคือ ถ้ามีคนเข้าชมสวนสัตว์จำนวน 600 คน ขายบัตรเข้าชมได้เงินทั้งสิ้น 60,000

บาท ซึ่งจะได้ว่า จะขายบัตรเข้าชมสำหรับผู้ใหญ่ $2 \times 100 = 200$ คน และบัตรเข้าชมสำหรับเด็ก

$4 \times 100 = 400$ คน

2. การแสดงวิธีการแก้ปัญหาโดยใช้การคาดเดาและตรวจสอบ

เนื่องจาก บัตรเข้าชมสำหรับผู้ใหญ่รวมกับบัตรเข้าชมสำหรับเด็กรวม 600 ใบ เป็นเงิน

6000 บาท บัตรเข้าชมสำหรับผู้ใหญ่ ราคาใบละ 200 บาท บัตรเข้าชมสำหรับเด็ก ราคาใบละ

50 บาท

ถ้าซื้อบัตรเข้าชมสำหรับผู้ใหญ่ 600 ใบ จะเป็นเงินทั้งสิ้น 120,000 บาท

ถ้าซื้อบัตรเข้าชมสำหรับเด็ก 600 ใบ จะเป็นเงินทั้งสิ้น 30,000 บาท

เมื่อพิจารณาจะพบว่าต้องซื้อบัตรเข้าชมสำหรับเด็กมากกว่าบัตรเข้าชมสำหรับผู้ใหญ่

เนื่องจากมีค่าใกล้เคียงกับ 6000 มากกว่า ทำการทดลองสุ่มดังนี้

ให้มีคนซื้อบัตรเข้าชมสำหรับเด็ก 350 ใบ และบัตรเข้าชมสำหรับผู้ใหญ่ 250 ใบ

จะเป็นเงินทั้งสิ้น 67,500 บาท ซึ่งมากเกินไป

ทำการสุ่มใหม่อีกครั้ง โดยเพิ่มจำนวนบัตรเข้าชมสำหรับเด็ก และลดจำนวนบัตรเข้าชม

สำหรับผู้ใหญ่ ดังนี้

ให้มีคนซื้อบัตรเข้าชมสำหรับเด็ก 400 ใบ และบัตรเข้าชมสำหรับผู้ใหญ่ 200 ใบ

จะเป็นเงินทั้งสิ้น 60,000 บาท ซึ่งสอดคล้องตามเงื่อนไขที่โจทย์กำหนด

ดังนั้น จำนวนบัตรเข้าชมสวนสัตว์ของผู้ใหญ่ 200 ใบ และบัตรเข้าชมสำหรับเด็ก 400 ใบ

3. การแสดงวิธีการแก้ปัญหาโดยใช้การสร้างตาราง

บัตรเข้าชม สำหรับเด็ก (ใบ)	บัตรเข้าชม สำหรับผู้ใหญ่(ใบ)	ค่าบัตรเข้า ชมสำหรับเด็ก (บาท)	ค่าบัตรเข้า ชมสำหรับผู้ใหญ่ (บาท)	รวมค่าบัตร เข้าชมทั้งหมด (บาท)	สอดคล้องกับ เงื่อนไข
300	300	15,000	60,000	75,000	ไม่สอดคล้อง
350	250	17,500	50,000	67,000	ไม่สอดคล้อง
400	200	20,000	40,000	60,000	สอดคล้อง

จะได้ว่า บัตรเข้าชมสวนสัตว์ของผู้ใหญ่ 200 ใบ และบัตรเข้าชมสำหรับเด็ก 400 ใบ

4. การแสดงวิธีการแก้ปัญหาโดยใช้การทำงานย้อนกลับ

ให้เงินที่ใช้ในการซื้อบัตรเข้าชมสำหรับผู้ใหญ่เป็น m บาท ดังนั้นเงินที่ใช้ในการซื้อบัตร
สำหรับเด็กเป็น $60000 - m$ บาท

เนื่องจาก มีคนเข้าชมสวนสัตว์จำนวน 600 คน บัตรเข้าชมสำหรับผู้ใหญ่ ราคาใบละ 200
บาท และบัตรเข้าชมสำหรับเด็ก ราคาใบละ 50 บาท

จะสามารถเขียนสมการได้เป็น $\frac{m}{200} + \frac{60000 - m}{50} = 600$

$$m \div 24000 = 4m \div 120000$$

$$3m = 120000$$

$$m = 40000$$

จะได้ว่า จำนวนบัตรเข้าชมสำหรับผู้ใหญ่ $= \frac{m}{200} = \frac{40000}{200} = 200$ ใบ และ

จำนวนบัตรเข้าชมสำหรับเด็ก $= \frac{60000 - m}{50} = \frac{60000 - 40000}{50} = \frac{20000}{50} = 400$ ใบ

จะได้ว่า จำนวนบัตรเข้าชมสวนสัตว์ของผู้ใหญ่ 200 ใบ และบัตรเข้าชมสำหรับเด็ก 400 ใบ

5. การแสดงวิธีการแก้ปัญหาโดยใช้การแก้สมการ

ให้ x แทนจำนวนบัตรเข้าชมสำหรับผู้ใหญ่

$600 - x$ แทนจำนวนบัตรเข้าชมสำหรับเด็ก

จะสามารถเขียนสมการได้เป็น $200x + 50(600 - x) = 60000$

$$200x + 30000 - 50x = 60000$$

$$150x = 20000$$

$$x = 200$$

จะได้ว่า มีบัตรเข้าชมสำหรับผู้ใหญ่ 200 ใบ และบัตรเข้าชมสำหรับเด็ก $600 - 200 = 400$ ใบ

ขั้นที่ 4 ขั้นตรวจสอบการแก้ปัญหาและสรุปคำตอบ

คำชี้แจง ให้นักเรียนแสดงการตรวจสอบคำตอบที่ได้ว่าถูกต้องหรือไม่ และตอบที่โจทย์ให้หา

แนวการตอบ

จากการปฏิบัติการแก้ปัญหาโดยใช้วิธีต่าง ๆ พบว่าได้คำตอบเหมือนกันแสดงว่าคำตอบ
ที่ได้ถูกต้อง

ตอบ บัตรเข้าชมสวนสัตว์ของผู้ใหญ่ 200 ใบ และบัตรเข้าชมสำหรับเด็ก 400 ใบ

ตัวอย่างผลงานนักเรียน

แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์หลังเรียน

เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว

จงแสดงวิธีทำต่อไปนี้

ข้อที่ 1

ปี 2560 จำนวนลูกหมูต่อจำนวนลูกเป็ดของฟาร์มแห่งหนึ่งเท่ากับ 4 : 7 และจำนวนลูกเป็ดมากกว่าจำนวนลูกหมู 690 ตัว ปี 2561 ทางฟาร์มได้ขายลูกเป็ดไป 110 ตัว และซื้อลูกหมูมาจำนวนหนึ่ง ทำให้ในปีนี้อัตราส่วนลูกหมูในฟาร์มมี 40% ของจำนวนลูกหมูและลูกเป็ดทั้งหมด จงหาว่าฟาร์มแห่งนี้ซื้อลูกหมูในปี 2561 กี่ตัว

ขั้นที่ 1 การทำความเข้าใจปัญหา (วิเคราะห์โจทย์ปัญหา)

สิ่งที่โจทย์ให้หา ฟาร์มนี้ซื้อลูกหมูในปี 2561 กี่ตัว
 เงื่อนไขที่โจทย์กำหนด ปี 2560 จำนวนลูกหมูต่อลูกเป็ดคือ 4 : 7 ลูกเป็ดมากกว่าลูกหมู 690 ตัว
 ปี 2561 ขายลูกเป็ดไป 110 ตัว ซื้อลูกหมูมาจำนวนหนึ่ง ทำให้สัดส่วนลูกหมูในฟาร์ม 40% ของ
 ลูกหมูและลูกเป็ดทั้งหมด

ขั้นที่ 2 ขั้นค้นหายุทธวิธีการแก้ปัญหาอย่างหลากหลาย

คำชี้แจง ให้นักเรียนนำเสนอแนวทาง/วิธีการแก้ปัญหาอย่างคร่าว ๆ ให้ได้มากที่สุด
 โดยระบุว่าวิธีการแก้ปัญหาที่ใช้จัดเป็นยุทธวิธีการแก้ปัญหาใด

<p>๑) สมการ + สมการ</p> <p>ปี 2560 มข : เป็ด = 4 : 7 ส่วนต่าง 3 ส่วน = 690 ตัว</p> $3x = 690 \text{ ตัว}$ $4x = \frac{690}{3} \times 4 = 920 \text{ ตัว}$ $7x = \frac{690}{3} \times 7 = 1610 \text{ ตัว}$ <p>ปี 2561 ขายเป็ด 110 ตัว ซื้อลูกหมูมาจำนวนหนึ่ง ทำให้สัดส่วนลูกหมูในฟาร์ม 40% ของลูกหมูและลูกเป็ดทั้งหมด</p> <p>๑) เพิ่มหมู 60 ตัว</p> $\frac{4x}{100} (1610 - 110 + 920 + 60) = 920 + 60$ $\frac{4x}{100} \cdot 1480 = 980 \times 100$	<p>๒) เพิ่มหมู 80 ตัว</p> $\frac{4x}{100} (1610 - 110 + 920 + 80) = 920 + 80$ $1000 = 1000 / 950$ <p>เพิ่มหมู 80 ตัว</p>
--	--

① คำนวณ + จำนวน 2 ตัว

ปี	อายุ (ปี)	ลูก (ปี)
ปี 2560	4x	7x
ปี 2561	4x+y	7x-110

จากปี 2560 อายุพ่อ + อายุแม่ = 690 ปี ได้สมการ

$$7x - 4x = 690$$

$$x = 230 \text{ ปี}$$

จากปี 2561 อายุแม่ 920+y ปี ลูก 1900 ปี อายุเป็น 40+ พ่อแม่รวม

$$\frac{240}{2 \cdot 100} (920+y+1900) = 920+y$$

$$1840+2y+3800 = 4600+5y$$

$$240 = 3y$$

$$y = 80 \text{ ปี}$$

อายุ 80 ปี

② คำนวณ พ่อแม่

ปี 2560 อายุ : ลูก = 4 : 7 หรืออายุแม่ 690 ปี

$$\text{ได้สมการ } (x = \text{จำนวนลูก}) \frac{x}{x+690} = \frac{4}{7}$$

$$x = 920 \text{ ปี}$$

ปี 2561 อายุเป็น 110 ปี พ่อแม่รวม y ปี หรืออายุเป็น 40+ พ่อแม่รวม (40:60)

$$\text{ได้สมการ } (y = \text{จำนวนแม่ทั้งหมด}) \frac{920+y}{110-110} = \frac{40}{60}$$

$$y = 80 \text{ ปี}$$

อายุ 80 ปี

③ คำนวณ พ่อแม่

ปี 2560 อายุ : ลูก = 4 : 7 ส่วนต่าง = 690 ปี = 3 ส่วน

$$3 \text{ ส่วน } 690 \text{ ปี}$$

$$4 \text{ ส่วน } 690 \times \frac{4}{3} = 920 \text{ ปี}$$

$$7 \text{ ส่วน } 690 \times \frac{7}{3} = 1610 \text{ ปี}$$

ปี 2561 อายุเป็น 40+ พ่อแม่รวมแล้วเท่ากับจำนวนปี หรืออายุเป็น 110 ปี (หรือเป็น 60+ พ่อแม่รวม)

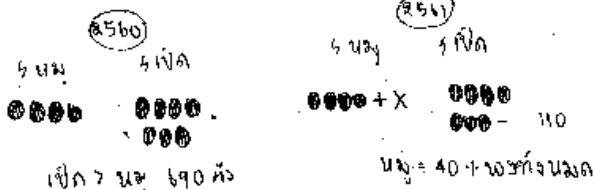
$$60 \text{ ส่วน } 1610 - 110 = 1500 \text{ ปี}$$

$$40 \text{ ส่วน } \frac{1500}{5} \times \frac{4}{3} = 1000 \text{ ปี}$$

$$\text{ได้สมการ } 1000 - 920 = 80 \text{ ปี}$$

อายุ 80 ปี

4) 26 คน + สมการ



สมการจากที่ 2560 หัว $7x - 4x = 690$
 $x = 230$ ตัว

สมการจากที่ 2561 หัว $(230 \times 4) + x = \frac{40((230 \times 4) + x + (230 \times 7)) - 110}{100}$
 $x = 80$ หัว

ตอบ 80 หัว

ขั้นที่ 3 ขั้นปฏิบัติการแก้ปัญหา

คำชี้แจง ให้นักเรียนตัดสินใจเลือกวิธีการแก้ปัญหาที่มีประสิทธิภาพที่สุด มาเขียนแสดงวิธีทำ

เห็นปัญหาคือ ไตรทางค์

ปี 2560 นม:เปิด = 4:7 ส่วนต่าง = 690 = 3 ส่วน
 3 ส่วน = 690 หัว
 1 ส่วน = $\frac{690}{3} = 230$ หัว
 7 ส่วน = $\frac{690 \times 7}{3} = 1610$ หัว

ปี 2561 นม:เปิด = 40 : 10 หัวทั้งหมด แสดงว่า นม : เปิด = 40 : 60 (นมเพิ่มขึ้น หัวทั้งหมดเปิดไป 110 หัว)
 60 ส่วน = $\frac{1610}{60} = 110$ หัว = 1500 หัว
 40 ส่วน = $\frac{1500}{60} \times 40 = 1000$ หัว
 แสดงว่านมเพิ่มมา $1000 - 920 = 80$ หัว

ขั้นที่ 4 ขั้นตรวจสอบการแก้ปัญหาและสรุปคำตอบ

คำชี้แจง ให้นักเรียนแสดงการตรวจสอบคำตอบที่ได้ว่าถูกต้องหรือไม่ และตอบที่โจทย์ให้หา

ปี 2560 นม:เปิด = 4:7 ส่วนต่าง 690 หัว (3 ส่วน)
 3 ส่วน = 690 หัว
 4 ส่วน = $\frac{690 \times 4}{3} = 920$ หัว
 7 ส่วน = $\frac{690 \times 7}{3} = 1610$ หัว

นมเพิ่มไป 110 หัว นมเพิ่มมา 80 หัว ในนม = 40 : 10 หัวทั้งหมด
 $\frac{40(920 + 80) + 1610 - 110}{100} = \frac{920 + 80}{100} = 1000$ หัว

ตอบ 80 หัว

ข้อที่ 2

สวนสัตว์น้ำรู้ จำหน่ายบัตรเข้าชมสวนสัตว์ 2 แบบ คือบัตรเข้าชมสำหรับผู้ใหญ่และบัตรเข้าชมสำหรับเด็ก โดยบัตรเข้าชมสำหรับผู้ใหญ่ ราคาใบละ 200 บาท และบัตรเข้าชมสำหรับเด็ก ราคาใบละ 50 บาท ถ้ามีคนเข้าชมสวนสัตว์จำนวน 600 คนและขายบัตรเข้าชมได้เงินทั้งสิ้น 60,000 บาท จงหาจำนวนบัตรเข้าชมสวนสัตว์ของผู้ใหญ่และเด็ก

ขั้นที่ 1 การทำความเข้าใจปัญหา (วิเคราะห์โจทย์ปัญหา)

สิ่งที่โจทย์ให้หา จำนวนบัตรเข้าชมสวนสัตว์ของผู้ใหญ่และผู้เด็ก
เงื่อนไขที่โจทย์กำหนด บัตรผู้ใหญ่ ใบละ 200 บาท บัตรเด็กใบละ 50 บาท ถ้ามีคนเข้าชม
..... 600 คน ขายบัตร ได้ 60,000 บาท

ขั้นที่ 2 ขั้นตอนหาวิธีการแก้ปัญหอย่างหลากหลาย

คำชี้แจง ให้นักเรียนนำเสนอแนวทาง/วิธีการแก้ปัญหอย่างคร่าว ๆ ให้ได้มากที่สุด
โดยระบุว่าวิธีการแก้ปัญหที่ใช้จัดเป็นยุทธวิธีการแก้ปัญหใด

① สมการ 2 ตัวแปร
ให้ตั้งบัตรผู้ใหญ่ได้ x ใบ เด็กได้ y ใบ
สมการที่ 1 $\rightarrow x + y = 600$ (คนเข้าชม 600 คน)
สมการที่ 2 $\rightarrow 200x + 50y = 60000$ (ขายได้ 60000 บาท)
สมการที่ 3 $\rightarrow 200x + 50y = 120000$ (สมการที่ 1 $\times 200$)
สมการที่ 4 $\rightarrow 150y = 60000$ (สมการที่ 3 - 2)
 $y = 400$ ใบ
 $x = 200$ ใบ
ตอบ ผู้ใหญ่ 200 ใบ เด็ก 400 ใบ

③ ឧបករណ៍ 1 ដំបូល + ឧបករណ៍ (តែង = x)

	ដំបូល (គូ)	តែង (ឃ្លា)
តែង	x	50x
ដំបូល	600-x	200(600-x)
ផ្គុំ	600	60.000

សរុបចំណាយ (ឧបករណ៍)

$$50x + 200(600-x) = 60.000$$

$$60000 = 150x$$

$$x = 400$$

ឬ ដំបូល 200 គូ តែង 400 គូ

④ ឧបករណ៍ ឧបករណ៍ = x + ឧបករណ៍

តែងចំណាយដំបូល x គូ តែង 600-x គូ (សរុប 600 គូ)

តែងចំណាយ 200x (ដំបូល) + 50(600-x) (តែង) ផ្គុំ 60000 ឃ្លា

$$200x + 50(600-x) = 60.000$$

$$x = 200$$

តែងចំណាយតែង 600-200 = 400 គូ

ឬ ដំបូល 200 គូ តែង 400 គូ

⑤ សំណួរ

① ដំបូល 100 គូ តែង 500 គូ ផ្គុំ → 200(100) + 50(500) = 60.000

$$45000 = 60000 \times \frac{200}{600}$$

② ដំបូល 150 គូ តែង 450 គូ ផ្គុំ → 150(200) + 450(50) = 60.000

$$52500 = 60000 \times \frac{150}{600}$$

③ ដំបូល 200 គូ តែង 400 គូ ផ្គុំ → 200(200) + 400(50) = 60.000

$$60000 = 60000 \times \frac{200}{600}$$

ឬ ដំបូល 200 គូ តែង 400 គូ

⑥ ឧបករណ៍ + តែងចំណាយតែងចំណាយ

គ្រឿង	តែង (គូ)	ដំបូល (គូ)	ផ្គុំ (ឃ្លា)
1	1	599	119.950
2	2	598	119.700
⋮	⋮	⋮	⋮
✓ 400	400	200	60.000 ឆ្នាំ

ឬ តែង 400 គូ ដំបូល 200 គូ

ขั้นที่ 3 ขั้นปฏิบัติการแก้ปัญหา

คำชี้แจง ให้นักเรียนตัดสินใจเลือกวิธีการแก้ปัญหาที่มีประสิทธิภาพที่สุด มาเขียนแสดงวิธีทำ

$$\begin{aligned}
 &\text{สมมติว่าผู้ใหญ่} : x \text{ ตัวเล็ก} \\
 &\text{ในบ่อผู้ใหญ่ได้} x \text{ ใบ, ขอบ่อเล็กได้ } 600 - x \text{ ใบ} \\
 &\text{ผลรวมได้วัน } 200x \text{ บาท และ } 50(600 - x) \text{ บาท รวมเป็น } 60,000 \text{ บาท} \\
 &\text{ดังนั้นสมการคือ } 200x + 50(600 - x) = 60,000 \\
 &\hspace{10em} x = 200 \text{ ใบ} \\
 &\hspace{10em} \text{ดังนั้นขอบ่อเล็กได้ } 600 - 200 = 400 \text{ ใบ} \\
 &\underline{\text{ตอบ}} \text{ ผู้ใหญ่ } 200 \text{ ใบ เล็ก } 400 \text{ ใบ}
 \end{aligned}$$

ขั้นที่ 4 ขั้นตรวจสอบการแก้ปัญหาและสรุปคำตอบ

คำชี้แจง ให้นักเรียนแสดงการตรวจสอบคำตอบที่ได้ว่าถูกต้องหรือไม่ และตอบที่โจทย์ให้หา

$$\begin{aligned}
 &\text{ขอบ่อผู้ใหญ่ได้ } 200 \text{ ใบ เล็กได้ } 400 \text{ ใบ รวมเป็นเงิน } 60,000 \text{ บาท} \\
 &\text{สมการ } (200 \times 200) + (400 \times 50) = 60,000 \\
 &\hspace{10em} 60,000 = 60,000 \text{ จริง} \\
 &\underline{\text{ตอบ}} \text{ ผู้ใหญ่ } 200 \text{ ใบ เล็ก } 400 \text{ ใบ}
 \end{aligned}$$

ภาคผนวก จ

- ผลการประเมินรูปแบบการจัดการเรียนรู้ของผู้เชี่ยวชาญ
- ผลการประเมินคุณภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ของผู้เชี่ยวชาญ
- ผลการประเมินแบบทดสอบจากผู้เชี่ยวชาญ
- ผลการวิเคราะห์คุณภาพแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์
- ผลการวิเคราะห์คุณภาพแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์

ตารางที่ 6-1 ผลการประเมินรูปแบบการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวคิดการสร้างความรู้ เพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา ปีที่ 2 โดยผู้เชี่ยวชาญ

ข้อ ที่	รายการประเมิน	ผลการประเมินของ ผู้เชี่ยวชาญคนที่					\bar{X}	SD	แปลผล (ระดับ ความ เหมาะสม)
		ผู้							
		1	2	3	4	5			
1	แนวคิดพื้นฐานที่ใช้ในการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้								
	1.1 ความชัดเจนของกรอบแนวคิด	4	5	5	4	5	4.60	0.55	มากที่สุด
	1.2 ความเหมาะสมในการเรียบเรียง และการเชื่อมโยงแนวคิดมาใช้ ในการจัดการเรียนรู้	4	5	5	5	5	4.80	0.45	มากที่สุด
2	องค์ประกอบของรูปแบบการจัดการเรียนรู้								
	<u>2.1 หลักการ</u>								
	2.1.1 สอดคล้องกับแนวคิดพื้นฐาน ที่มีต่อกระบวนการจัดการเรียนรู้	4	5	5	5	4	4.60	0.55	มากที่สุด
	2.1.2 ความชัดเจนของหลักการ ที่ใช้ในกระบวนการจัดการเรียนรู้	4	5	4	5	5	4.60	0.55	มากที่สุด
	<u>2.2 วัตถุประสงค์</u>								
	2.2.1 ความสอดคล้องระหว่าง วัตถุประสงค์กับหลักการ ของรูปแบบการจัดการเรียนรู้	5	5	4	5	5	4.80	0.45	มากที่สุด
	2.2.2 วัตถุประสงค์มีความชัดเจน สามารถนำไปใช้พัฒนาผู้เรียน ได้จริง	4	5	5	5	5	4.80	0.45	มากที่สุด
	<u>2.3 ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้</u>								
	2.3.1 ขั้นตอนมีความชัดเจน เข้าใจง่าย	4	5	5	5	5	4.80	0.45	มากที่สุด

ตารางที่ 6-1 (ต่อ)

ข้อ ที่	รายการประเมิน	ผลการประเมินของ ผู้เชี่ยวชาญคนที่					\bar{x}	SD	แปลผล (ระดับ ความ เหมาะสม)
		1	2	3	4	5			
		2.3.2	ขั้นตอนมีการอธิบายบทบาท ครูและบทบาทนักเรียน ได้อย่างชัดเจน	3	5	4			
2.3.3	ขั้นตอนมีกระบวนการ ที่เหมาะสม ต่อเนื่อง และ สอดคล้องกับวัตถุประสงค์	4	5	4	5	5	4.60	0.55	มากที่สุด
2.3.4	ขั้นตอนมีความเป็นไปได้ ในการปฏิบัติ	3	5	4	5	4	4.20	0.84	มาก
<u>2.4 การวัดและประเมินผลการจัดการเรียนรู้</u>									
2.4.1	ความเหมาะสมของวิธีการวัด และเครื่องมือในการวัด	3	3	4	4	4	3.60	0.55	มาก
รวมเฉลี่ย							4.53	0.63	มากที่สุด

ตารางที่ 6-2 ผลการประเมินคุณภาพความสอดคล้องของแผนการจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนา
ความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2
โดยผู้เชี่ยวชาญ

รายการประเมิน	ผลการประเมินของ ผู้เชี่ยวชาญคนที่					\bar{X}	SD	แปลผล (ระดับ ความ เหมาะสม)
	<hr/>							
	1	2	3	4	5			
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1								
1. จุดประสงค์การเรียนรู้สอดคล้อง กับสาระการเรียนรู้	5	5	5	5	5	5.00	0.00	มากที่สุด
2. จุดประสงค์การเรียนรู้ใช้ภาษา ที่ชัดเจน	4	4	5	4	5	4.40	0.55	มาก
3. จุดประสงค์การเรียนรู้ระบุ พฤติกรรมที่ต้องการวัดได้ชัดเจน	5	4	4	4	4	4.20	0.45	มาก
4. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้เหมาะสม กับเวลา	4	5	4	5	5	4.60	0.55	มากที่สุด
5. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้เป็นไป ตามลำดับขั้นตอน	3	3	4	4	4	3.60	0.55	มาก
6. กิจกรรมส่งเสริมให้ผู้เรียนคิด แก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์	3	3	3	4	4	3.40	0.55	มาก
7. สื่อการเรียนการสอน/ แหล่ง การเรียนรู้สอดคล้องกับเนื้อหาสาระ และกิจกรรม	4	5	5	5	5	4.80	0.45	มากที่สุด
8. การวัดผลและประเมินผลเหมาะสม กับกระบวนการจัดการเรียนรู้	4	5	4	5	5	4.60	0.55	มากที่สุด
รวมเฉลี่ย						4.33	0.69	มาก
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2								
1. จุดประสงค์การเรียนรู้สอดคล้อง กับสาระการเรียนรู้	5	5	5	5	5	5.00	0.00	มากที่สุด

ตารางที่ 6-2 (ต่อ)

รายการประเมิน	ผลการประเมินของ ผู้เชี่ยวชาญคนที่					\bar{x}	SD	แปลผล (ระดับ ความ เหมาะสม)
	ผู้เชี่ยวชาญคนที่							
	1	2	3	4	5			
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 (ต่อ)	4	5	5	4	5	4.60	0.55	มากที่สุด
2. จุดประสงค์การเรียนรู้ใช้ภาษา ที่ชัดเจน	5	5	4	3	4	4.20	0.84	มาก
3. จุดประสงค์การเรียนรู้ระบุ พฤติกรรมที่ต้องการวัดได้ชัดเจน	4	5	4	4	5	4.40	0.55	มาก
4. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้เหมาะสม กับเวลา	3	3	4	4	4	3.60	0.55	มาก
5. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้เป็นไป ตามลำดับขั้นตอน	3	3	4	4	4	3.60	0.55	มาก
6. กิจกรรมส่งเสริมให้ผู้เรียน คิดแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์	4	5	4	5	5	4.60	0.55	มากที่สุด
7. สื่อการเรียนการสอน/ แหล่ง การเรียนรู้สอดคล้องกับเนื้อหาสาระ และกิจกรรม	4	5	4	5	5	4.60	0.55	มากที่สุด
8. การวัดผลและประเมินผลเหมาะสม กับกระบวนการจัดการเรียนรู้								
รวมเฉลี่ย						4.33	0.69	มาก
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3								
1. จุดประสงค์การเรียนรู้สอดคล้อง กับสาระการเรียนรู้	5	5	5	5	5	5.00	0.00	มากที่สุด
2. จุดประสงค์การเรียนรู้ใช้ภาษาที่ ชัดเจน	4	4	5	4	5	4.40	0.55	มาก
3. จุดประสงค์การเรียนรู้ระบุ พฤติกรรมที่ต้องการวัดได้ชัดเจน	5	4	4	4	4	4.20	0.45	มาก

ตารางที่ 6-2 (ต่อ)

รายการประเมิน	ผลการประเมินของ					\bar{X}	SD	แปลผล (ระดับความ เหมาะสม)
	ผู้เชี่ยวชาญคนที่							
	1	2	3	4	5			
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 (ต่อ)								
4. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้เหมาะสมกับเวลา	4	5	4	5	5	4.60	0.55	มากที่สุด
5. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้เป็นไปตามลำดับขั้นตอน	3	3	4	4	4	3.60	0.55	มาก
6. กิจกรรมส่งเสริมให้ผู้เรียนคิดแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์	3	4	3	4	4	3.60	0.55	มาก
7. สื่อการเรียนการสอน/ แหล่งการเรียนรู้สอดคล้องกับเนื้อหาสาระและกิจกรรม	4	5	4	5	5	4.60	0.55	มากที่สุด
8. การวัดผลและประเมินผลเหมาะสมกับกระบวนการจัดการเรียนรู้	4	5	4	5	5	4.60	0.55	มากที่สุด
รวมเฉลี่ย						4.33	0.66	มาก
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4								
1. จุดประสงค์การเรียนรู้สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้	5	5	5	5	5	5.00	0.00	มากที่สุด
2. จุดประสงค์การเรียนรู้ใช้ภาษาที่ชัดเจน	4	4	5	5	4	4.40	0.55	มาก
3. จุดประสงค์การเรียนรู้ระบุพฤติกรรมที่ต้องการวัดได้ชัดเจน	5	5	4	5	5	4.80	0.45	มากที่สุด
4. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้เหมาะสมกับเวลา	4	4	5	5	5	4.60	0.55	มากที่สุด
5. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้เป็นไปตามลำดับขั้นตอน	3	4	4	4	5	4.00	0.71	มาก
6. กิจกรรมส่งเสริมให้ผู้เรียนคิดแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์	3	5	4	5	5	4.40	0.89	มาก

ตารางที่ 6-2 (ต่อ)

รายการประเมิน	ผลการประเมินของ ผู้เชี่ยวชาญคนที่					\bar{x}	SD	แปลผล (ระดับ ความ เหมาะสม)
	1	2	3	4	5			
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 (ต่อ)								
7. สื่อการเรียนการสอน/ แหล่ง การเรียนรู้สอดคล้องกับเนื้อหาสาระ และกิจกรรม	4	4	5	5	4	4.40	0.55	มาก
8. การวัดผลและประเมินผล เหมาะสมกับกระบวนการจัดการ เรียนรู้	4	5	5	5	5	4.80	0.45	มากที่สุด
รวมเฉลี่ย						4.55	0.60	มากที่สุด
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5								
1. จุดประสงค์การเรียนรู้สอดคล้อง กับสาระการเรียนรู้	5	5	5	5	5	5.00	0.00	มากที่สุด
2. จุดประสงค์การเรียนรู้ใช้ภาษา ที่ชัดเจน	4	5	5	5	5	4.80	0.45	มากที่สุด
3. จุดประสงค์การเรียนรู้ระบุ พฤติกรรมที่ต้องการวัดได้ชัดเจน	5	4	5	4	5	4.60	0.55	มากที่สุด
4. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เหมาะสมกับเวลา	4	5	4	5	5	4.60	0.55	มากที่สุด
5. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้เป็นไป ตามลำดับขั้นตอน	3	4	4	4	3	3.60	0.55	มาก
6. กิจกรรมส่งเสริมให้ผู้เรียน คิดแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์	3	4	3	4	4	3.60	0.55	มาก
7. สื่อการเรียนการสอน/ แหล่ง การเรียนรู้สอดคล้องกับเนื้อหาสาระ และกิจกรรม	4	5	5	5	5	4.80	0.45	มากที่สุด

ตารางที่ 6-2 (ต่อ)

รายการประเมิน	ผลการประเมินของ ผู้เชี่ยวชาญคนที่					\bar{x}	SD	แปลผล (ระดับ ความ เหมาะสม)
	1	2	3	4	5			
	แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5 (ต่อ)	4	5	4	5			
8. การวัดผลและประเมินผลเหมาะสม กับกระบวนการจัดการเรียนรู้								
รวมเฉลี่ย						4.45	0.68	มาก
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6								
1. จุดประสงค์การเรียนรู้สอดคล้อง กับสาระการเรียนรู้	5	4	5	5	5	4.80	0.45	มากที่สุด
2. จุดประสงค์การเรียนรู้ใช้ภาษาที่ ชัดเจน	4	5	4	5	5	4.60	0.55	มากที่สุด
3. จุดประสงค์การเรียนรู้ระบุพฤติกรรม ที่ต้องการวัดได้ชัดเจน	5	4	5	4	5	4.60	0.55	มากที่สุด
4. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้เหมาะสม กับเวลา	4	5	4	5	5	4.60	0.55	มากที่สุด
5. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้เป็นไป ตามลำดับขั้นตอน	3	3	4	4	4	3.60	0.55	มาก
6. กิจกรรมส่งเสริมให้ผู้เรียนคิด แก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์	3	4	3	4	4	3.60	0.55	มาก
7. สื่อการเรียนการสอน/ แหล่ง การเรียนรู้สอดคล้องกับเนื้อหาสาระ และกิจกรรม	4	5	4	5	5	4.60	0.55	มากที่สุด
8. การวัดผลและประเมินผลเหมาะสม กับกระบวนการจัดการเรียนรู้	4	5	4	4	5	4.40	0.55	มาก
รวมเฉลี่ย						4.35	0.66	มาก

ตารางที่ 6-2 (ต่อ)

รายการประเมิน	ผลการประเมินของ ผู้เชี่ยวชาญคนที่					\bar{x}	SD	แปลผล (ระดับ ความ เหมาะสม)
	<hr/>							
	1	2	3	4	5			
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 7								
1. จุดประสงค์การเรียนรู้สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้	5	5	5	5	5	5.00	0.00	มากที่สุด
2. จุดประสงค์การเรียนรู้ใช้ภาษาที่ชัดเจน	5	5	5	5	5	5.00	0.00	มากที่สุด
3. จุดประสงค์การเรียนรู้ระบุพฤติกรรมที่ต้องการวัดได้ชัดเจน	5	5	5	5	5	5.00	0.00	มากที่สุด
4. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้เหมาะสมกับเวลา	4	4	4	4	4	4.00	0.00	มาก
5. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้เป็นไปตามลำดับขั้นตอน	3	4	3	4	4	3.60	0.55	มาก
6. กิจกรรมส่งเสริมให้ผู้เรียนคิดแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์	3	3	4	5	5	4.00	1.00	มาก
7. สื่อการเรียนการสอน/แหล่งการเรียนรู้สอดคล้องกับเนื้อหาสาระและกิจกรรม	4	5	4	5	4	4.40	0.55	มาก
8. การวัดผลและประเมินผลเหมาะสมกับกระบวนการจัดการเรียนรู้	4	4	4	4	4	4.00	0.00	มาก
รวมเฉลี่ย						4.38	0.67	มาก
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 8								
1. จุดประสงค์การเรียนรู้สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้	5	5	4	5	5	4.80	0.45	มากที่สุด

ตารางที่ 6-2 (ต่อ)

รายการประเมิน	ผลการประเมินของ ผู้เชี่ยวชาญคนที่					\bar{x}	SD	แปลผล (ระดับ ความ เหมาะสม)
	1	2	3	4	5			
2. จุดประสงค์การเรียนรู้ใช้ภาษา ที่ชัดเจน	5	4	5	4	5	4.60	0.55	มากที่สุด
3. จุดประสงค์การเรียนรู้ระบุ พฤติกรรมที่ต้องการวัดได้ชัดเจน	4	5	5	4	5	4.60	0.55	มากที่สุด
4. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เหมาะสมกับเวลา	5	5	4	5	5	4.80	0.45	มากที่สุด
5. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้เป็นไป ตามลำดับขั้นตอน	3	4	5	4	4	4.00	0.71	มาก
6. กิจกรรมส่งเสริมให้ผู้เรียนคิด แก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์	5	5	4	4	5	4.60	0.55	มากที่สุด
7. สื่อการเรียนการสอน/ แหล่ง การเรียนรู้สอดคล้องกับเนื้อหาสาระ และกิจกรรม	5	4	5	4	5	4.60	0.55	มากที่สุด
8. การวัดผลและประเมินผล เหมาะสมกับกระบวนการจัดการ เรียนรู้	4	4	5	5	5	4.60	0.55	มากที่สุด
รวมเฉลี่ย						4.58	0.55	มากที่สุด
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 9								
1. จุดประสงค์การเรียนรู้สอดคล้อง กับสาระการเรียนรู้	5	4	5	5	5	4.80	0.45	มากที่สุด
2. จุดประสงค์การเรียนรู้ใช้ภาษา ที่ชัดเจน	4	5	4	4	5	4.40	0.55	มาก
3. จุดประสงค์การเรียนรู้ระบุ พฤติกรรมที่ต้องการวัดได้ชัดเจน	5	4	5	4	5	4.60	0.55	มากที่สุด

ตารางที่ 6-2 (ต่อ)

รายการประเมิน	ผลการประเมินของ ผู้เชี่ยวชาญคนที่					\bar{X}	SD	แปลผล (ระดับ ความ เหมาะสม)
	1	2	3	4	5			
	4. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เหมาะสม กับเวลา	4	5	5	5			
5. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้เป็นไป ตามลำดับขั้นตอน	3	3	4	4	4	3.60	0.55	มาก
6. กิจกรรมส่งเสริมให้ผู้เรียน คิดแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์	4	4	3	4	4	3.60	0.55	มาก
7. สื่อการเรียนการสอน/ แหล่ง การเรียนรู้สอดคล้องกับเนื้อหา สาระและกิจกรรม	4	5	4	5	5	4.60	0.55	มากที่สุด
8. การวัดผลและประเมินผล เหมาะสมกับกระบวนการจัดการ เรียนรู้	4	5	4	5	5	4.60	0.55	มากที่สุด
รวมเฉลี่ย						4.38	0.67	มาก

ผลการประเมินแบบทดสอบจากผู้เชี่ยวชาญ

1. ผลการวิเคราะห์คุณภาพแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกับจุดประสงค์การเรียนรู้
เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว

ตารางที่ 6-3 ผลการประเมินแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกับจุดประสงค์การเรียนรู้
เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว

ข้อสอบข้อที่	ผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญคนที่					รวม $\sum R$	IOC
	1	2	3	4	5		
1	1	0	1	0	1	3	0.60
2	1	1	1	1	1	5	1.00
3	1	0	1	1	1	4	0.80
4	1	0	1	1	1	4	0.80
5	1	1	1	1	1	5	1.00
6	0	1	1	1	1	4	0.80
7	1	1	1	1	1	5	1.00
8	1	1	1	1	1	5	1.00
9	-1	0	1	1	1	2	0.40
10	1	1	1	1	1	5	1.00
11	1	0	1	1	0	3	0.60
12	1	1	1	1	1	5	1.00
13	1	0	1	1	1	4	0.80
14	1	1	1	1	1	5	1.00
15	1	0	1	1	0	3	0.60
16	1	1	1	1	1	5	1.00
17	1	0	1	1	1	4	0.80
18	1	0	1	1	1	4	0.80
19	0	0	1	1	1	3	0.60
20	-1	-1	1	1	1	1	0.20

ตารางที่ 6-3 (ต่อ)

ข้อสอบข้อที่	ผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญคนที่					รวม $\sum R$	IOC
	1	2	3	4	5		
21	1	0	1	1	1	4	0.80
22	1	-1	1	1	1	3	0.60
23	1	0	1	1	1	4	0.80
24	1	-1	1	1	1	3	0.60
25	1	0	1	1	1	4	0.80
26	1	0	1	1	1	4	0.80
27	1	1	1	1	1	5	1.00
28	1	1	1	1	1	5	1.00
29	1	1	1	1	1	5	1.00
30	1	1	1	1	1	5	1.00

2. ผลการประเมินแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์กับจุดประสงค์การเรียนรู้ เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว

ตารางที่ 6-4 ผลการประเมินแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์กับจุดประสงค์การเรียนรู้ เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว

ข้อสอบ ข้อที่	ผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญคนที่					รวม $\sum R$	IOC
	1	2	3	4	5		
1	1	1	1	1	1	5	1.00
2	0	1	1	0	1	3	0.60
3	1	1	1	1	0	4	0.80

หมายเหตุ

การแปลผลค่าของคะแนนมีความหมาย ดังนี้

1 หมายถึง แน่ใจว่าข้อสอบนั้นสามารถวัดตามจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

0 หมายถึง ไม่แน่ใจว่าข้อสอบนั้นสามารถวัดตามจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

-1 หมายถึง แน่ใจว่าข้อสอบนั้นไม่สามารถวัดตามจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

ผลการวิเคราะห์คุณภาพแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์

ตารางที่ 6-5 ค่าความยากง่ายและอำนาจจำแนกของแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์

ข้อที่	ค่าความยาก (p)	ค่าอำนาจจำแนก (D)	ข้อที่	ค่าความยาก (p)	ค่าอำนาจจำแนก (D)
*1	0.66	0.28	*16	0.56	0.32
2	0.50	0.12	17	0.66	0.44
*3	0.80	0.24	*18	0.76	0.32
4	0.86	0.12	*19	0.60	0.48
*5	0.82	0.28	*20	0.54	0.28
*6	0.58	0.36	*21	0.56	0.32
7	0.80	0.24	*22	0.68	0.40
*8	0.76	0.40	23	0.54	0.20
9	0.56	0.16	*24	0.54	0.36
*10	0.82	0.36	*25	0.64	0.56
*11	0.68	0.56	26	0.36	0.24
12	0.68	0.16	*27	0.50	0.52
*13	0.64	0.40	*28	0.62	0.44
14	0.86	0.28	*29	0.54	0.44
*15	0.80	0.32	30	0.58	0.20

ผู้วิจัยคัดเลือกข้อสอบที่มีค่าความยากตั้งแต่ 0.50 ถึง 0.82 และค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.24 ขึ้นไป จำนวน 20 ข้อ (เลือกข้อที่ *)

ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกับจุดประสงค์การเรียนรู้
เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว

$$\begin{aligned} \text{KR-20 หรือ } r_{tt} &= \frac{K}{K-1} \left[1 - \frac{\sum pq}{S^2} \right] \\ &= \frac{50}{50-1} \left[1 - \frac{6.37}{37.13} \right] \\ &= 0.85 \end{aligned}$$

ผลการวิเคราะห์คุณภาพแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ทางคณิตศาสตร์

ตารางที่ 6-6 ค่าความยากง่ายและอำนาจจำแนกของแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา
อย่างสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์

ข้อที่	S_u	S_L	X_{max}	X_{min}	N	P_E	D
1	174	156	12	4	17	0.71	0.13
*2	176	92	12	0	17	0.66	0.41
*3	179	155	12	7	17	0.56	0.28

ผู้วิจัยคัดเลือกข้อสอบจำนวน 2 ข้อ ที่มีค่าความยากตั้งแต่ 0.56 – 0.66 และ
ค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.28 – 0.41 จำนวน 2 ข้อ (เลือกข้อที่ *)

ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์
ทางคณิตศาสตร์ข้อ 2 – 3 ได้ค่า Cronbach's alpha = 0.741 ซึ่งเป็นค่าที่ยอมรับได้