


ผลการจัดการเรียนรู้ตามวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหา
ทางคณิตศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์
ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

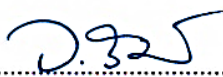
แอนนา สุภาพญาติ

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรการศึกษามหาบัณฑิต
สาขาวิชาการสอนคณิตศาสตร์
คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา
ตุลาคม 2561
ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยบูรพา

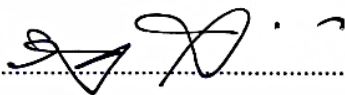
คณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์และคณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ได้พิจารณา
วิทยานิพนธ์ของ แอนนา สุภาพญาติ ฉบับนี้แล้ว เห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนคณิตศาสตร์ ของมหาวิทยาลัยบูรพา


คณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์



..... อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก
(ดร.พรรณทิพา ตันตินัย)

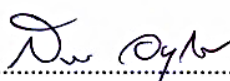

..... อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม
(รองศาสตราจารย์ ดร.เวชฤทธิ์ อังกณะภัทรขจร)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์



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


..... กรรมการ
(ดร.พรรณทิพา ตันตินัย)


..... กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร.เวชฤทธิ์ อังกณะภัทรขจร)


..... กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุรีพร อนุศาสนนันท์)

คณะศึกษาศาสตร์อนุมัติให้รับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนคณิตศาสตร์ ของมหาวิทยาลัยบูรพา


..... คณบดีคณะศึกษาศาสตร์
(รองศาสตราจารย์ ดร.สุวายุ ชีระวนิชตระกูล)

วันที่ 2 เดือน ตุลาคม พ.ศ. 2561

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จได้ด้วยความอนุเคราะห์อย่างยิ่ง จาก ดร.พรณทิพา ตันตินัย อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก และ รองศาสตราจารย์ ดร.เวชฤทธิ์ อังคนะภัทรขจร อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม ที่ให้ความเมตตา กรุณาเสียสละเวลาให้แนวคิดที่ถูกต้องในการปรับปรุง แก้ไข ข้อบกพร่องต่าง ๆ ด้วยความเอาใจใส่ อย่างยิ่งตลอดมา ทำให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้มีความถูกต้องยิ่งขึ้น ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งเป็นอย่างยิ่ง จึงขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้

ขอกราบขอบพระคุณคณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.รุ่ง เจนจิต ประธาน และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุริพร อนุศาสนนันท์ กรรมการ ที่กรุณาให้ความรู้ คำแนะนำ ตลอดจนแก้ไขและวิจารณ์ผลงาน เพื่อให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขอกราบขอบพระคุณ ดร.คมสัน ตริไพบูลย์ ดร.บุญยงค์ ศรีพลแผ้ว ดร.จตุพัศกร พากเพียร นางอรุณี ตันงาม และนางปัทมา คงกระจำง ที่ได้ให้ความอนุเคราะห์ในการตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ โดยได้ให้คำแนะนำ และแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ เป็นอย่างดี

ขอกราบขอบพระคุณผู้บริหารและคณะครู โรงเรียนปลวกแดงพิทยาคม ที่ให้ความอนุเคราะห์และอำนวยความสะดวกในการเก็บรวบรวมข้อมูลในการทำวิจัยครั้งนี้ และขอขอบคุณนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2/1 และนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2/3 ที่ได้ให้ความร่วมมือในการหาคุณภาพเครื่องมือ และดำเนินการทดลอง จนทำให้การวิจัยครั้งนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี

ขอกราบขอบพระคุณคุณพ่อ คุณแม่ และสมาชิกในครอบครัวทุกท่าน ขอขอบคุณน้อง ๆ นิสิตปริญญาโท สาขาวิชาการสอนคณิตศาสตร์ ที่คอยให้การช่วยเหลือมาโดยตลอด จนทำให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้เสร็จสมบูรณ์

คุณความดีทั้งหลายอันเกิดจากการทำวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยขอมอบเป็นเครื่องบูชาพระคุณของบิดา มารดา และครูอาจารย์ทุกท่านที่ประสิทธิ์ประสาทความรู้แก่ผู้วิจัย ทั้งในอดีตและปัจจุบัน ทำให้ผู้วิจัยเป็นผู้มีการศึกษา และประสบความสำเร็จมาจนตราบนานเท่านานนี้

แอนนา สุภาพญาติ

58910175: สาขาวิชา: การสอนคณิตศาสตร์; กศ.ม. (การสอนคณิตศาสตร์)

คำสำคัญ: การจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ตามวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ชั้น (7E)/ ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์/ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์

แอนนา สุภาพญาติ: ผลการจัดการเรียนรู้ตามวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ชั้น (7E) ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 (THE EFFECTS OF LEARNING MANAGEMENT BASED ON 7E LEARNING CYCLE ON MATHEMATICAL PROBLEM SOLVING ABILITY AND MATHEMATICS LEARNING ACHIEVEMENT OF MATHAYOMSUKSA 2 STUDENTS) คณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์: พรรณทิพา ตันตินัย, ก.ค., เวชฤทธิ์ อังกะภักทรขจร, กศ.ค., 192 หน้า. ปี พ.ศ. 2561.

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่เรียนโดยใช้การจัดการเรียนรู้ตามวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ชั้น (7E) กับ เกณฑ์ร้อยละ 70 ซึ่งเป็นแผนการวิจัยแบบศึกษากลุ่มเดียววัดหลังการทดลองครั้งเดียว โดยกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2/3 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2560 โรงเรียนปลวกแดงพิทยาคม จำนวน 37 คน ซึ่งได้มาจากการสุ่มตัวอย่างแบบกลุ่ม เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ แผนการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ตามวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ชั้น (7E) จำนวน 4 แผน แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่มีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ .90 และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ที่มีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ .89 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ค่าเฉลี่ยเลขคณิต (\bar{X}) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) และการทดสอบที แบบกลุ่มตัวอย่างเดียว (t-test for one sample) ซึ่งผลการวิจัยสรุปได้ดังนี้

1. ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่เรียนโดยใช้การจัดการเรียนรู้ตามวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ชั้น (7E) หลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05
2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่เรียนโดยใช้การจัดการเรียนรู้ตามวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ชั้น (7E) หลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

58910175: MAJOR: MATHEMATICS TEACHING; M.Ed. (MATHEMATICS TEACHING)

KEYWORDS: LEARNING MANAGEMENT BASED ON 7E LEARNING CYCLE/
MATHEMATICAL PROBLEM SOLVING ABILITY/
MATHEMATICS LEARNING ACHIEVEMENT

ANNA SUPHARBYARD: THE EFFECTS OF LEARNING MANAGEMENT BASED ON 7E LEARNING CYCLE ON MATHEMATICAL PROBLEM SOLVING ABILITY AND MATHEMATICS LEARNING ACHIEVEMENT OF MATHAYOMSUKSA 2 STUDENTS. ADVISORY COMMITTEE: PANTIPA TANTINAI, Ph.D., VETCHARIT ANGGANAPATTARAKAJORN, Ed.D., 192 P. 2018.

The purposes of this research were to compare the student's mathematical problem solving ability and mathematics learning achievement on "Applications of Linear Equations with One Variable" of Mathayomsuksa 2 students after learning from activities management based on 7E learning cycle with 70 percent criterion. The design of research was one-group posttest-only design. The subjects of this study were 37 Mathayomsuksa 2 students in the second semester of the 2017 academic year at Pluakdaengpittayakom School in Rayong. They were randomly selected by using cluster random sampling. The instruments used in the study were; 4 lesson plans, mathematical problem solving ability test (with reliability of .90) and mathematics learning achievement test (with reliability of .89). The data were analyzed by Mean, Standard deviation and t-test for one sample. The findings were as follows:

1. The mathematical problem solving ability on "Applications of Linear Equations with One Variable" of Mathayomsuksa 2 students after learning from activities management based on 7E learning cycle was statistically higher than the 70 percent criterion at the .05 level of significance.

2. The mathematics learning achievement on "Applications of Linear Equations with One Variable" of Mathayomsuksa 2 students after learning from activities management based on 7E learning cycle was statistically higher than the 70 percent criterion at the .05 level of significance.

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	จ
สารบัญ.....	ฉ
สารบัญตาราง.....	ช
สารบัญภาพ.....	ฉ
บทที่	
1 บทนำ	1
ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....	5
สมมติฐานการวิจัย.....	6
ประโยชน์ที่ได้รับจากการวิจัย.....	6
ขอบเขตของการวิจัย.....	6
นิยามศัพท์เฉพาะ.....	7
กรอบแนวคิดของการวิจัย.....	9
2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	11
หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551	
กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์.....	12
การจัดการเรียนรู้ตามวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E).....	16
ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์.....	37
ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์.....	60
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	74
3 วิธีดำเนินการวิจัย.....	77
ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง.....	77
การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	77
การเก็บรวบรวมข้อมูล.....	89
การวิเคราะห์ข้อมูล.....	90
สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล.....	91

สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	96
สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล.....	96
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	96
5 สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ.....	109
สรุปผลการวิจัย.....	109
อภิปรายผล.....	110
ข้อเสนอแนะ.....	113
บรรณานุกรม.....	115
ภาคผนวก.....	121
ภาคผนวก ก.....	122
ภาคผนวก ข.....	127
ภาคผนวก ค.....	173
ภาคผนวก ง.....	189
ประวัติย่อของผู้วิจัย.....	192

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2-1	ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางของมาตรฐานการเรียนรู้ที่ใช้ในงานวิจัยนี้..... 15
2-2	การสังเคราะห์ขั้นตอนของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ชั้น (7E).... 25
2-3	บทบาทของครูและนักเรียนในการจัดจัดการเรียนรู้ตามวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ชั้น (7E) ตามแนวคิดของประสาท เนืองเฉลิม..... 29
2-4	บทบาทของครูและนักเรียนในการจัดจัดการเรียนรู้ตามวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ชั้น (7E) ตามแนวคิดของพิมพ์พันธ์ เดชะคุปต์ และคณะ..... 32
2-5	บทบาทของครูและนักเรียนในการจัดจัดการเรียนรู้ตามวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ชั้น (7E) ของผู้วิจัย..... 35
2-6	เกณฑ์การประเมินผลแบบวิเคราะห์ของการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของ สสวท. 57
2-7	การให้คะแนนแบบแยกองค์ประกอบของทักษะการแก้ปัญหาของ เวชฤทธิ์ อังกะนภัทรขจร..... 58
2-8	เกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของผู้วิจัย..... 59
3-1	การวิเคราะห์ ตัวชี้วัด จุดประสงค์การเรียนรู้ และสาระการเรียนรู้ของ แผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ในชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2..... 78
3-2	การวิเคราะห์ข้อสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2..... 83
3-3	เกณฑ์การให้คะแนนแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2..... 84
3-4	การวิเคราะห์แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน จำแนกตาม พฤติกรรมที่ต้องการวัด เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2..... 87
4-1	ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าสถิติทดสอบที ของความสามารถ ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว..... 97
4-2	ร้อยละของนักเรียนจำแนกตามเกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหา ทางคณิตศาสตร์ ในชั้นทำความเข้าใจปัญหา..... 98

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้า
4-3 ร้อยละของนักเรียนจำแนกตามเกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ในชั้นวางแผนการแก้ปัญหา.....	100
4-4 ร้อยละของนักเรียนจำแนกตามเกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ในชั้นดำเนินการแก้ปัญหา.....	102
4-5 ร้อยละของนักเรียนจำแนกตามเกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ในชั้นตรวจสอบและสรุปคำตอบ.....	105
4-6 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าสถิติทดสอบที ของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว.....	108
ค-1 ผลการประเมินความเหมาะสมองค์ประกอบของแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง การแก้โจทย์ปัญหาสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวเกี่ยวกับจำนวนเต็ม.....	174
ค-2 ผลการประเมินความเหมาะสมองค์ประกอบของแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง การแก้โจทย์ปัญหาสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวเกี่ยวกับเศษส่วน.....	175
ค-3 ผลการประเมินความเหมาะสมองค์ประกอบของแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง การแก้โจทย์ปัญหาสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวเกี่ยวกับอัตราส่วนและร้อยละ.....	176
ค-4 ผลการประเมินความเหมาะสมองค์ประกอบของแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 เรื่อง การแก้โจทย์ปัญหาสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวเกี่ยวกับอัตราเร็ว.....	177
ค-5 ผลการประเมินความเหมาะสมองค์ประกอบของแผนการจัดการเรียนรู้ด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว.....	178
ค-6 ค่าดัชนีความสอดคล้องของแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว.....	179
ค-7 ค่าความยากง่าย ค่าอำนาจจำแนก และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว.....	180
ค-8 ค่าดัชนีความสอดคล้องของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว.....	181

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้า
ค-9	ค่าความยากง่าย ค่าอำนาจจำแนก และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง การประยุกต์ของ สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว..... 183
ค-10	คะแนนแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ของนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง..... 185
ค-11	คะแนนแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง การประยุกต์ของ สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ของนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง..... 187

สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
1-1 กรอบแนวคิดของการวิจัย.....	10
2-1 กระบวนการแก้ปัญหาที่เป็นพลวัตตามแนวคิดของวิลสัน เฟอร์นันเดซ และฮาตาเวย์...	42
4-1 ตัวอย่างการทำแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ในชั้นทำความเข้าใจปัญหาที่ได้ 2 คะแนน.....	99
4-2 ตัวอย่างการทำแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ในชั้นทำความเข้าใจปัญหาที่ได้ 1 คะแนน.....	99
4-3 ตัวอย่างการทำแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ในชั้นทำความเข้าใจปัญหาที่ได้ 1 คะแนน.....	100
4-4 ตัวอย่างการทำแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ในชั้นวางแผนการแก้ปัญหาที่ได้ 2 คะแนน.....	101
4-5 ตัวอย่างการทำแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ในชั้นวางแผนการแก้ปัญหาที่ได้ 1 คะแนน.....	102
4-6 ตัวอย่างการทำแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ในชั้นดำเนินการแก้ปัญหาที่ได้ 2 คะแนน.....	103
4-7 ตัวอย่างการทำแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ในชั้นดำเนินการแก้ปัญหาที่ได้ 1 คะแนน.....	104
4-8 ตัวอย่างการทำแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ในชั้นดำเนินการแก้ปัญหาที่ได้ 0 คะแนน.....	104
4-9 ตัวอย่างการทำแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ในชั้นตรวจสอบและสรุปคำตอบที่ได้ 2 คะแนน.....	106
4-10 ตัวอย่างการทำแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ในชั้นตรวจสอบและสรุปคำตอบ ที่ได้ 1 คะแนน.....	106
4-11 ตัวอย่างการทำแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ในชั้นตรวจสอบและสรุปคำตอบ ที่ได้ 0 คะแนน.....	107

สารบัญญภาพ (ต่อ)

ภาพที่	หน้า
ง-1 ผลการวิเคราะห์ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การประยุกต์ ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว โดยวิเคราะห์ด้วยสถิติ t-test for one sample.....	190
ง-2 ผลการวิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง การประยุกต์ของ สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว โดยวิเคราะห์ด้วยสถิติ t-test for one sample.....	191

บทที่ 1

บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 และที่แก้ไขเพิ่มเติม (ฉบับที่ 2) พ.ศ. 2545 มีจุดมุ่งหมายของการจัดการศึกษาเพื่อมุ่งพัฒนาคนไทยให้เป็นมนุษย์ที่สมบูรณ์ทั้งทางด้านร่างกาย จิตใจ สติปัญญา ความรู้และคุณธรรม มีจริยธรรมและวัฒนธรรมในการดำรงชีวิต สามารถอยู่ร่วมกับผู้อื่นได้อย่างมีความสุข ซึ่งยึดหลักว่าผู้เรียนทุกคนมีความสามารถเรียนรู้และพัฒนาตนเองได้ และถือว่าผู้เรียนมีความสำคัญที่สุด กระบวนการจัดการศึกษาต้องส่งเสริมให้ผู้เรียนสามารถพัฒนาตามธรรมชาติและเต็มตามศักยภาพ ฝึกทักษะกระบวนการทางด้านการคิด การจัดการ การเผชิญกับสถานการณ์ และการประยุกต์ความรู้มาใช้เพื่อป้องกันและแก้ไขปัญหา (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ, 2545, หน้า 7-8) รวมทั้งแนวนโยบายของ กระทรวงศึกษาธิการ ในการพัฒนาเยาวชนของชาติเข้าสู่โลกยุคศตวรรษที่ 21 โดยมุ่งส่งเสริม ผู้เรียนให้มีคุณธรรมจริยธรรม รักความเป็นไทย ให้มีทักษะการคิดวิเคราะห์ สร้างสรรค์ มีทักษะ ด้านเทคโนโลยี สามารถทำงานร่วมกับผู้อื่น และสามารถอยู่ร่วมกับผู้อื่นในสังคมโลกได้อย่างสันติ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551, หน้า 1) ดังนั้นการจัดหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐานจะ ประสบความสำเร็จตามเป้าหมายที่วางได้ ทุกฝ่ายที่เกี่ยวข้องทั้งระดับชาติ ชุมชน ครอบครัว และ บุคคลต้องร่วมรับผิดชอบ โดยร่วมกันทำงานอย่างเป็นระบบและต่อเนื่องในการวางแผน ดำเนินการ ส่งเสริมสนับสนุน ตรวจสอบ ตลอดจนปรับปรุงแก้ไข เพื่อพัฒนาเยาวชนของชาติไปสู่คุณภาพตาม มาตรฐานการเรียนรู้ที่กำหนดไว้ การพัฒนาผู้เรียนให้เกิดความสมดุล ต้องคำนึงถึงหลักพัฒนาการ ทางสมอง และพหุปัญญา ด้วยเหตุนี้หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 จึงกำหนดให้ผู้เรียนเรียนรู้ใน 8 กลุ่มสาระการเรียนรู้ คือ ภาษาไทย คณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ สังคมศึกษา ศาสนาและวัฒนธรรม สุขศึกษาและพลศึกษา ศิลปะ การงานอาชีพและเทคโนโลยี และภาษาต่างประเทศ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551, หน้า 8)

กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์เป็นกลุ่มสาระการเรียนรู้หนึ่งที่มีบทบาทสำคัญอย่างยิ่ง ต่อการพัฒนาความคิดของมนุษย์ ทำให้มนุษย์มีความคิดสร้างสรรค์ คิดอย่างมีเหตุผล เป็นระบบ มีแบบแผน สามารถวิเคราะห์ปัญหาหรือสถานการณ์ได้อย่างถ้อยรอบคอบ ช่วยให้เกิดการค้นคว้า วางแผน ตัดสินใจ แก้ปัญหาและนำไปใช้ในชีวิตประจำวันได้อย่างถูกต้องเหมาะสม (กระทรวง ศึกษาธิการ, 2551, หน้า 56) โดยในหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน

พุทธศักราช 2551 ได้กำหนดมาตรฐานการเรียนรู้ด้านเนื้อหาสาระวิชาคณิตศาสตร์แล้ว ยังกำหนดมาตรฐานในด้านทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ด้วย เนื่องจากนักการศึกษาคณิตศาสตร์ตระหนักถึงความสำคัญของทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ซึ่งไม่เพียงแต่ประเทศไทยเท่านั้นที่หันมาใส่ใจส่งเสริมทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ในทุกระดับชั้นของหลักสูตรคณิตศาสตร์ ยังมีประเทศอื่น ๆ อีกทั่วโลกที่สนใจส่งเสริมทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ด้วยเช่นกัน เช่น ออสเตรเลีย สิงคโปร์ และสหรัฐอเมริกา เป็นต้น สภาครูคณิตศาสตร์แห่งชาติสหรัฐอเมริกา (National Council of Teachers of Mathematics หรือ NCTM) ซึ่งเป็นองค์กรสำคัญที่มีบทบาทอย่างมากต่อการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ระดับโรงเรียนในสหรัฐอเมริกาและทั่วโลก ได้เสนอหนังสือมาตรฐานหลักสูตรและการประเมินผลคณิตศาสตร์ระดับโรงเรียน ในปี ค.ศ. 1989 และหนังสือหลักการและมาตรฐานสำหรับคณิตศาสตร์ระดับโรงเรียน ในปี ค.ศ. 2000 ว่าด้วยมาตรฐานทางด้านทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ที่ควรส่งเสริมให้นักเรียนระดับโรงเรียนได้เรียนรู้ฝึกฝนทักษะและพัฒนาให้ดีขึ้น ประกอบด้วย การแก้ปัญหา การให้เหตุผลและการพิสูจน์ การสื่อสาร การเชื่อมโยงและการนำเสนอ ซึ่งสิ่งเหล่านี้ส่งผลให้นักการศึกษาทั่วโลก รวมทั้งนักการศึกษาของไทยหันมาสนใจศึกษาเกี่ยวกับทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์มากยิ่งขึ้น (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี [สสวท.], 2555, หน้า 4)

การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เป็นความสามารถที่ผู้เรียนควรจะได้เรียนรู้ ฝึกฝน และพัฒนาให้เกิดขึ้นในตัวนักเรียน ซึ่งความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์นี้จะช่วยให้ผู้เรียนมีแนวทางการคิดที่หลากหลาย มีนิสัยกระตือรือร้น ไม่ย่อท้อ และมีความมั่นใจในการแก้ปัญหาที่เผชิญอยู่ทั้งภายในและภายนอกห้องเรียน ตลอดจนเป็นทักษะพื้นฐานที่ผู้เรียนสามารถนำไปใช้แก้ปัญหาในชีวิตประจำวันได้นานตลอดชีวิต (สสวท., 2555, หน้า 6) การแก้ปัญหานั้นถือว่าเป็นหัวใจของคณิตศาสตร์ นักเรียนต้องอาศัยทักษะการคิดคำนวณ หลักการ กฎและสูตรต่าง ๆ เพื่อนำไปใช้แก้ปัญหา โดยเฉพาะทักษะในการแก้ปัญหามีความสำคัญต่อชีวิตและสามารถสร้างให้เกิดขึ้นได้ในการสอนนักเรียนให้รู้จักแก้ปัญหาจะช่วยส่งเสริมให้รู้จักคิดอย่างมีเหตุผล มีขั้นตอน มีระเบียบแบบแผน และรู้จักตัดสินใจได้อย่างถูกต้อง (สิริพร ทิพย์คง, 2544, หน้า 4) ถึงแม้การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์จะมีความสำคัญและจำเป็น แต่ยังคงพบว่า นักเรียนมีปัญหาในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์มาก มีนักเรียนจำนวนไม่น้อยที่ยังแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ไม่ได้ โดยอุปสรรคในการทำโจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน คือ นักเรียนบกพร่องในการอ่าน และทำความเข้าใจโจทย์ปัญหา ไม่สามารถแปลความหมายโจทย์ได้ถูกต้อง ระบุสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบไม่ได้ และบอกสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ไม่ถูกต้อง นอกจากนี้ยังขาดความเข้าใจในกระบวนการหรือวิธีการแก้โจทย์ปัญหาอีกด้วย (สสวท., 2551, หน้า 163)

ซึ่งสอดคล้องกับรายงานผลการประเมินการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ของนักเรียนไทยในการสอบ PISA 2015 ได้คะแนนเฉลี่ย 415 คะแนน ซึ่งต่ำกว่าค่าเฉลี่ย OECD ที่มีค่าเฉลี่ยมาตรฐานที่ 490 คะแนน (สสวท., 2560, หน้า 14) โดยการประเมินผลด้านการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ เป็นหนึ่งในสามด้านของการประเมินผลในโครงการประเมินผลนักเรียนร่วมกับนานาชาติ (PISA) ซึ่งการรู้เรื่องทางคณิตศาสตร์ช่วยให้รู้และเข้าใจบทบาทของคณิตศาสตร์ที่มีในชีวิตจริงได้ โดยแบบทดสอบของ PISA ไม่ได้เน้นวัดความรู้เนื้อหา วิชาคณิตศาสตร์ที่เรียนตามหลักสูตรในโรงเรียน แต่เน้นการนำคณิตศาสตร์ที่เคยได้เรียน เอามาใช้ในสถานการณ์ของชีวิตจริง นักเรียนต้องสามารถนำความรู้มาประยุกต์ใช้กับสถานการณ์จริงในบริบทต่าง ๆ ที่หลากหลายทั้งที่เกิดใกล้ตัวหรือในสังคมภายนอก โดยนักเรียนต้องใช้ความรู้และทักษะทางคณิตศาสตร์เพื่อแก้ปัญหา เริ่มจากต้องคิดให้ได้ว่าคณิตศาสตร์ไปเกี่ยวข้องกับสถานการณ์นั้นอย่างไรและแปลงปัญหาในชีวิตจริงให้อยู่ในรูปแบบปัญหาทางคณิตศาสตร์ และใช้วิธีการทางคณิตศาสตร์ช่วยให้ได้ผลลัพธ์จากนั้นจึงตีความและประเมินผลลัพธ์ที่ได้ไปสู่วิถีปฏิบัติในชีวิตจริง (สุชาติ ปัทมวิภาค, 2557, หน้า 35-36)

นอกจากนี้ จากการรายงานผลการทดสอบทางการศึกษาระดับชาตินั้นพื้นฐาน (O-NET) ของสถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ (สทศ.) พบว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีผลการทดสอบคะแนนเฉลี่ยในแต่ละปีการศึกษา อยู่ในช่วงต่ำกว่าเกณฑ์ขั้นต่ำของสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน ที่กำหนดเกณฑ์ขั้นต่ำเฉลี่ยร้อยละ 50 ของคะแนนเต็ม ซึ่งเห็นได้จากปีการศึกษา 2558-2559 มีคะแนนเฉลี่ยรายวิชาคณิตศาสตร์ในระดับประเทศ อยู่ที่ 32.40 และ 29.31 คะแนน ตามลำดับ (สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ, 2560) และผลการทดสอบทางการศึกษาระดับชาตินั้นพื้นฐาน (O-NET) ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในช่วงปีการศึกษา 2558-2559 โรงเรียนปลวกแดงพิทยาคม จังหวัดระยอง พบว่า คะแนนเฉลี่ยรายวิชาคณิตศาสตร์ที่นักเรียนทำได้เพียง 29.90 และ 25.77 คะแนน ตามลำดับ ซึ่งยังอยู่ในระดับที่ต่ำกว่าระดับประเทศ ทุกปีการศึกษา และเมื่อพิจารณาผลการทดสอบในสาระที่ 4 พีชคณิต พบว่า มีคะแนนเฉลี่ยอยู่ที่ 50.36 และ 33.16 คะแนน ตามลำดับ โดยระดับคะแนนเฉลี่ยในปีการศึกษา 2559 เป็นระดับคะแนนที่ไม่ผ่านเกณฑ์ขั้นต่ำของโรงเรียน ซึ่งกำหนดไว้ที่คะแนนเฉลี่ย 50 คะแนน (โรงเรียนปลวกแดงพิทยาคม, 2560 ก, หน้า 9) และยังสอดคล้องกับผลการทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง การประยุกต์สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ซึ่งเป็นเนื้อหาในสาระที่ 4 พีชคณิต ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนปลวกแดงพิทยาคม จังหวัดระยอง ในปีการศึกษา 2559 พบว่า นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ย 27.54 คะแนน ซึ่งต่ำกว่าเกณฑ์ขั้นต่ำของโรงเรียนปลวกแดงพิทยาคม จังหวัดระยอง ซึ่งกำหนดไว้ที่คะแนนเฉลี่ย 50 คะแนน (โรงเรียนปลวกแดงพิทยาคม, 2560 ข,

หน้า 15) และจากการรวบรวมข้อมูล ทั้งการสัมภาษณ์ครูกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์และตรวจดูจากสมุดแบบฝึกหัด พบว่า เนื้อหา เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เป็นเนื้อหาหนึ่งที่ประสบปัญหาในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ซึ่งเมื่อนักเรียนเจอ โจทย์ปัญหาที่ไม่เคยฝึกทำมาก่อนในชั้นเรียนหรือสถานการณ์ปัญหาอื่น ๆ นักเรียนจะไม่สามารถหาคำตอบได้ และเห็นเป็นเรื่องที่ยาก จึงขาดความสนใจในการเรียน ทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำลง (ชฎาพร จิตมงคล, รุ่งฉภา บุญสอน และอาภรณ์ นาทาพันธ์, สัมภาษณ์, 30 มีนาคม 2560) ซึ่งสอดคล้องกับกระทรวงศึกษาธิการ (2556, หน้า 6) ที่กล่าวว่า นักเรียนไม่สามารถแก้ปัญหาได้ตั้งแต่เริ่มเรียนคณิตศาสตร์ ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากนักเรียนได้รับคำบอกเล่ามาว่าคณิตศาสตร์เป็นวิชาที่ยากไม่สามารถทำความเข้าใจได้ นักเรียนอ่าน โจทย์ปัญหาแล้วไม่เข้าใจทำให้ไม่สามารถแก้โจทย์ปัญหาได้ จึงทำให้นักเรียนไม่ชอบเรียนคณิตศาสตร์ และกิตติ พัฒนตระกูลสุข (2546, หน้า 54-58) ยังกล่าวถึงปัญหาในการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ไว้ว่า สภาพการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ในระดับมัธยมศึกษาโดยทั่ว ๆ ไป ครูมักจะเน้นความจำในเรื่องสูตร บทนิยาม และวิธีการหาคำตอบที่ถูกต้อง โดยสอนให้นักเรียนแก้โจทย์ปัญหาด้วยวิธีการแน่นอนวิธีเดียว และมักจะให้นักเรียนแก้โจทย์ปัญหา โดยนำเอาสูตร และบทนิยามที่ท่องจำมาใช้ในการแก้ปัญหา ซึ่งลักษณะของโจทย์ปัญหาเป็นการฝึกใช้สูตรและฝึกทำตามขั้นตอนที่ครูสอนไว้มากกว่าการฝึกกระบวนการคิดและแก้ปัญหา

จากปัญหาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ที่กล่าวมานั้น มีสาเหตุมาจากครูยังคงใช้วิธีการสอนแบบอธิบาย โดยครูเขียนสิ่งที่อธิบายทั้งหมดให้นักเรียน สิ่งนี้นักเรียนได้รับจึงเป็นความรู้ความจำเท่านั้น แต่ไม่ได้ฝึกกระบวนการคิด มุ่งเน้นไปที่ความรวดเร็วในการได้มาซึ่งคำตอบมากกว่าพิจารณาที่กระบวนการคิดของนักเรียน (กิตติ พัฒนตระกูลสุข, 2546, หน้า 54-58) ดังนั้นครูควรลดบทบาทจากการเป็นผู้แสดงตัวอย่างให้นักเรียนดูแล้วให้นักเรียนทำตามไปเป็นผู้คอยซักถามปัญหา กระตุ้นให้นักเรียนคิดและเป็นผู้คอยอำนวยความสะดวก ให้คำแนะนำให้นักเรียนให้คิดเองลงมือแก้ปัญหาด้วยตนเอง (ปรีชา เนาว่าเย็นผล, 2537, หน้า 92) ในการที่ผู้เรียนจะได้รับประโยชน์สูงสุดจากการเรียนคณิตศาสตร์นั้นคือ การสอนของครูเป็นสำคัญ การเลือกใช้เทคนิคและวิธีการสอนให้เหมาะสมกับเนื้อหาและกลุ่มผู้เรียนเป็นเรื่องที่ควรคำนึงถึง แต่ละเนื้อหาอาจจะเหมาะสมกับวิธีการที่แตกต่างกันออกไป แม้แต่เนื้อหาเดียวกันก็อาจใช้วิธีสอนได้หลายวิธีขึ้นอยู่กับลักษณะของผู้เรียนและอาจต้องใช้วิธีการสอนหลาย ๆ อย่างร่วมกัน ใช้อุปกรณ์การสอน สื่อการเรียนการสอน ช่วยให้ผู้เรียนเห็นเป็นรูปธรรม เข้าใจบทเรียนได้ง่าย เร็วและชัดเจนขึ้น (ชมนาด เชื้อสุวรรณทวี, 2542, หน้า 1)

ด้วยเหตุนี้เองผู้วิจัยจึงได้ศึกษาค้นคว้า หลักการ แนวคิด ทฤษฎี จากเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับรูปแบบวิธีการสอนของครูที่จะช่วยในการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เพื่อเป็นแนวทางในการปรับปรุงพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่ครูผู้สอนจะใช้ในการจัดการเรียนรู้ให้มีประสิทธิภาพ ซึ่งพบว่า ไอเซนคราฟท์ (Eisenkraft, 2003, pp. 57-59) ได้กล่าวถึงรูปแบบการสอนตามวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) ว่าเป็นแนวคิดที่ส่งเสริมการแก้ปัญหานักเรียน โดยเปิดโอกาสให้นักเรียนคิด แก้ปัญหา ประยุกต์ใช้ความรู้ไปสู่การแก้ปัญหาในสถานการณ์ใหม่ และในชีวิตประจำวัน ซึ่งช่วยส่งเสริมการแก้ปัญหานักเรียนได้ และประสาท เนืองเฉลิม (2550, หน้า 25-29) ก็ได้กล่าวไว้ว่ารูปแบบการสอนตามวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) เป็นรูปแบบการสอนที่มุ่งเน้นให้ผู้เรียนได้ศึกษาค้นคว้าและแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง มีการเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ทบทวน และตรวจสอบความรู้เดิมของตนเอง เพื่อเป็นการเตรียมความพร้อมสู่การเรียนรู้และสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง ตลอดจนการประยุกต์และนำความรู้ดังกล่าวไปใช้ เพื่อเป็นการกระตุ้นให้นักเรียนสามารถเรียนรู้และเข้าใจในเนื้อหาความรู้ดังกล่าวได้อย่างแท้จริง ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ

นภารัตน์ หวังสุขกลาง (2552) ได้ศึกษาผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการสอนตามวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น เพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหากลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 พบว่า นักเรียนจำนวนร้อยละ 57.14 ได้คะแนนในด้านทักษะการแก้ปัญหามathematics ร้อยละ 60.78 ซึ่งต่ำกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ และนักเรียนจำนวนร้อยละ 71.42 มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนร้อยละ 73.78 ซึ่งผ่านเกณฑ์ที่กำหนดไว้ และสอดคล้องกับงานวิจัยของ สมศักดิ์ วงษ์จำรัส (2555) ที่ได้ศึกษาผลของการเรียนการสอนตามวงจรการเรียนรู้ 7E ที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะการแก้ปัญหามathematics กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ผลการวิจัยพบว่า 1) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์หลังเรียนของนักเรียนที่เรียนตามวงจรการเรียนรู้ 7E สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 2) ทักษะการแก้ปัญหามathematics หลังเรียนของนักเรียนที่เรียนตามวงจรการเรียนรู้ 7E สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากการจัดการเรียนรู้ตามวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) ดังที่ได้กล่าวมาข้างต้น เป็นการจัดการเรียนรู้ที่นักเรียนได้แสวงหาความรู้ด้วยตนเอง และมีการตรวจสอบความรู้เดิมของตนเอง เพื่อเป็นการเตรียมความพร้อมสู่การเรียนรู้และสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง ดังนั้น ผู้วิจัยจึงได้ทำการศึกษาผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เพื่อเป็นแนวทางในการปรับปรุงและเป็นประโยชน์

ต่อการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ และเพื่อเป็นแนวทางสำหรับครูผู้สอนคณิตศาสตร์ที่จะนำการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) ไปประยุกต์ใช้ให้มีประสิทธิภาพสูงสุด

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่เรียนโดยใช้การจัดการเรียนรู้ตามวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) กับ เกณฑ์ร้อยละ 70
2. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่เรียนโดยใช้การจัดการเรียนรู้ตามวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) กับ เกณฑ์ร้อยละ 70

สมมติฐานการวิจัย

1. ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่เรียน โดยใช้การจัดการเรียนรู้ตามวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) หลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70
2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่เรียน โดยใช้การจัดการเรียนรู้ตามวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) หลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70

ประโยชน์ที่ได้รับจากการวิจัย

1. ได้แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้การจัดการเรียนรู้ตามวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว
2. เป็นแนวทางในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาวางคณิตศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์

ขอบเขตของการวิจัย

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง
 - 1.1 ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2560 โรงเรียนปลวกแดงพิทยาคม อำเภอปลวกแดง จังหวัดระยอง

จำนวน 10 ห้องเรียน จำนวนนักเรียน 392 คน

1.2 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2/3 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2560 โรงเรียนปลวกแดงพิทยาคม อำเภอปลวกแดง จังหวัดระยอง จำนวน 37 คน โดยวิธีการสุ่มแบบแบ่งกลุ่ม (Cluster random sampling) ซึ่งนักเรียนในแต่ละห้อง มีผลการเรียนที่ไม่แตกต่างกัน เนื่องจากทางโรงเรียนได้จัดห้องเรียนแบบความสามารถของนักเรียน

2. เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย เป็นเนื้อหาสาระที่ 4 พิชคณิต กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 รายวิชาคณิตศาสตร์ หน่วยการเรียนรู้ เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ซึ่งประกอบด้วย

2.1 โจทย์ปัญหาสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวเกี่ยวกับจำนวนเต็ม

จำนวน 3 คาบเรียน

2.2 โจทย์ปัญหาสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวเกี่ยวกับเศษส่วน

จำนวน 3 คาบเรียน

2.3 โจทย์ปัญหาสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวเกี่ยวกับอัตราส่วนและร้อยละ

จำนวน 3 คาบเรียน

2.4 โจทย์ปัญหาสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวเกี่ยวกับอัตราเร็ว

จำนวน 3 คาบเรียน

3. ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2560 จำนวน 14 คาบเรียน

ดำเนินการสอน 12 คาบเรียน และทดสอบหลังเรียน 2 คาบเรียน

4. ตัวแปรที่ใช้ในการวิจัย

4.1 ตัวแปรอิสระ ได้แก่ การจัดการเรียนรู้ตามวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E)

4.2 ตัวแปรตาม ได้แก่

4.2.1 ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

4.2.2 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง การประยุกต์ของ

สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. การจัดการเรียนรู้ตามวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) หมายถึง การจัดการเรียนรู้ที่มุ่งเน้นให้ผู้เรียนค้นหาคำตอบ โดยการแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง มุ่งส่งเสริมให้ผู้เรียนได้ฝึกคิด ลงมือ

แก้ปัญหาด้วยตนเอง และนำความรู้ที่ได้ไปประยุกต์ใช้ในสถานการณ์อื่น ๆ และในชีวิตประจำวัน โดยครูมีหน้าที่อำนวยความสะดวกในการจัดบรรยากาศให้เอื้อต่อการเรียนรู้ ซึ่งมีขั้นตอนในการจัดการเรียนรู้ 7 ขั้น ดังนี้

1.1 ขั้นทบทวนความรู้เดิม (Elicit) เป็นขั้นที่ครูตั้งคำถาม หรือจัดกิจกรรมการเรียนรู้ กระตุ้นให้ผู้เรียนได้แสดงความรู้เดิม เพื่อให้ครูได้ทราบว่าผู้เรียนมีพื้นฐานความรู้เดิมเป็นอย่างไร

1.2 ขั้นสร้างความสนใจ (Engage) เป็นขั้นที่ครูจัดกิจกรรมสร้างความสนใจ อาจเป็นเรื่องที่น่าสนใจ หรือเรื่องที่เกี่ยวข้องกับความรู้เดิมที่เพิ่งเรียนรู้อีก และกระตุ้นให้นักเรียนอยากรู้ อยากเห็น เกิดความคิดที่ขัดแย้งกับสิ่งที่ผู้เรียนเคยรู้ ให้ผู้เรียนตั้งคำถาม กำหนดประเด็นปัญหาที่ต้องการศึกษาไปสู่การสำรวจตรวจสอบในขั้นตอนต่อไป

1.3 ขั้นสำรวจและค้นหา (Explore) เป็นขั้นที่ครูกระตุ้นให้นักเรียนตรวจสอบปัญหา และให้นักเรียนดำเนินการสำรวจตรวจสอบ สืบค้น และรวบรวมข้อมูล โดยการวางแผนการแก้ปัญหา และดำเนินการลงมือปฏิบัติ

1.4 ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explain) เป็นขั้นที่ครูให้นักเรียนนำข้อมูลมาวิเคราะห์ จัดกระทำข้อมูล โดยให้นักเรียนอธิบายความคิดตนเอง พร้อมแสดงหลักฐานเหตุผลประกอบการอธิบาย เพื่อนำไปสู่ข้อสรุปที่สมบูรณ์

1.5 ขั้นขยายความรู้ (Elaborate) เป็นขั้นที่ครูให้นักเรียนนำข้อสรุปที่ได้ไปใช้อธิบาย สถานการณ์อื่นๆ โดยใช้ทักษะที่เรียนมา เพื่อให้นักเรียนนำสิ่งที่ได้จากการเรียนรู้มาใช้ในแก้ปัญหา ให้นักเรียนมีความรู้มากขึ้น เป็นการขยายกรอบแนวคิดและต่อเติมให้ชัดเจนมากยิ่งขึ้น

1.6 ขั้นประเมินผล (Evaluate) เป็นขั้นตรวจสอบสิ่งที่นักเรียนได้เรียนรู้ ซึ่งเป็น การประเมินด้านความรู้และความเข้าใจ ใช้วิธีการประเมินผลโดยการใช้คำถาม โดยครูและผู้เรียน มีส่วนร่วมในการประเมิน

1.7 ขั้นขยายความคิดรวบยอด (Extend) เป็นขั้นที่ครูจัดกิจกรรมให้ผู้เรียนเชื่อมโยง ความคิดรวบยอดที่ได้เรียนรู้มา ไปสู่การเรียนรู้เรื่องใหม่ พร้อมทั้งตั้งคำถาม เพื่อกระตุ้นให้นักเรียน เกิดปัญหาใหม่

2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการเรียนรู้จาก การเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว โดยวัดได้จาก แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ที่ผู้วิจัยได้สร้างขึ้น จำนวน 3 ระดับ คือ ความเข้าใจ การนำไปใช้ และการวิเคราะห์ เป็นข้อสอบแบบชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 20 ข้อ

3. ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการหาวิธีการในการหาคำตอบของปัญหาหรือสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับคณิตศาสตร์ โดยใช้ความรู้ประสบการณ์ที่ได้เรียนรู้มา ประกอบด้วย กระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ 4 ขั้นตอน ได้แก่

3.1 ขั้นทำความเข้าใจปัญหา เป็นขั้นที่นักเรียนต้องทำความเข้าใจโจทย์ ว่าต้องการหาอะไร โดยเขียนแสดงข้อมูลของสิ่งที่โจทย์กำหนดให้และสิ่งที่โจทย์ต้องการ

3.2 ขั้นวางแผนแก้ปัญหา เป็นขั้นที่นักเรียนสมมติตัวแปร และเขียนสมการได้ตรงตามเงื่อนไขของโจทย์ปัญหา

3.3 ขั้นดำเนินการแก้ปัญหา เป็นขั้นที่นักเรียนแสดงการแก้ปัญหาเป็นลำดับขั้นตอน

3.4 ขั้นตรวจสอบและสรุปคำตอบ เป็นขั้นที่นักเรียนตรวจสอบและสรุปคำตอบว่าผลที่ได้เป็นไปตามที่ต้องการถูกต้อง

ซึ่งวัดได้จากแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่ผู้วิจัยได้สร้างขึ้น เป็นข้อสอบแบบอัตนัย จำนวน 4 ข้อ

4. เกณฑ์ หมายถึง คะแนนขั้นต่ำที่จะยอมรับว่าผู้เรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ และความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ วิเคราะห์ได้จากคะแนนสอบหลังเรียน แล้วคิดเป็นร้อยละเทียบกับเกณฑ์โดยที่ผู้วิจัยใช้เกณฑ์ร้อยละ 70 ขึ้นไปของคะแนนรวม ซึ่งอยู่ในระดับดี ตามกระทรวงศึกษาธิการ (2552, หน้า 14)

กรอบแนวคิดของการวิจัย

กรอบแนวคิดของการวิจัย เรื่อง ผลการจัดการเรียนรู้ตามวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 แสดงได้ดังภาพที่ 1-1

การจัดการเรียนรู้ตามวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E)

มีขั้นตอน 7 ขั้น ดังนี้

1. ขั้นทบทวนความรู้เดิม (Elicit) เป็นขั้นที่ครูตั้งคำถาม หรือจัดกิจกรรมการเรียนรู้ กระตุ้นให้ผู้เรียนได้แสดงความรู้เดิม เพื่อให้ครูได้ทราบว่าผู้เรียนมีพื้นฐานความรู้เดิมเป็นอย่างไร
 2. ขั้นสร้างความสนใจ (Engage) เป็นขั้นที่ครูจัดกิจกรรมสร้างความสนใจ อาจเป็นเรื่องที่น่าสนใจ หรือเรื่องที่เกี่ยวข้องกับความรู้เดิมที่เพิ่งเรียนรู้มา และกระตุ้นให้นักเรียนอยากรู้หรืออยากเห็น เกิดความคิดที่ขัดแย้งกับสิ่งที่ผู้เรียนเคยรู้ ให้ผู้เรียนตั้งคำถาม กำหนดประเด็นปัญหาที่ต้องการศึกษาไปสู่การสำรวจตรวจสอบในขั้นตอนต่อไป
 3. ขั้นสำรวจและค้นหา (Explore) เป็นขั้นที่ครูกระตุ้นให้นักเรียนตรวจสอบปัญหา และให้นักเรียนดำเนินการสำรวจตรวจสอบ สืบค้น และรวบรวมข้อมูล โดยการวางแผนการแก้ปัญหา และดำเนินการลงมือปฏิบัติ
 4. ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explain) เป็นขั้นที่ครูให้นักเรียนนำข้อมูลมาวิเคราะห์ จัดกระทำข้อมูล โดยให้นักเรียนอธิบายความคิดตนเอง พร้อมแสดงหลักฐานเหตุผลประกอบการอธิบาย เพื่อนำไปสู่ข้อสรุปที่สมบูรณ์
 5. ขั้นขยายความรู้ (Elaborate) เป็นขั้นที่ครูให้นักเรียนนำข้อสรุปที่ได้ไปใช้อธิบายสถานการณ์อื่น ๆ โดยใช้สัญลักษณ์ นิยาม คำอธิบาย และทักษะที่เรียนมา เพื่อให้นักเรียนนำสิ่งที่ได้จากการเรียนรู้มาใช้ในแก้ปัญหา ให้นักเรียนมีความรู้มากขึ้น เป็นการขยายกรอบแนวคิดและต่อเติมให้ชัดเจนมากยิ่งขึ้น
 6. ขั้นประเมินผล (Evaluate) เป็นขั้นตรวจสอบสิ่งที่นักเรียนได้เรียนรู้ ซึ่งเป็นการประเมินด้านความรู้และความเข้าใจ ใช้วิธีการประเมินผลโดยการใช้คำถาม โดยครูและผู้เรียนมีส่วนร่วมในการประเมิน
 7. ขั้นขยายความคิดรวบยอด (Extend) เป็นขั้นที่ครูจัดกิจกรรมให้ผู้เรียนเชื่อมโยงความคิดรวบยอดที่ได้เรียนรู้มาไปสู่การเรียนรู้เรื่องใหม่ พร้อมทั้งตั้งคำถาม เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนเกิดปัญหาใหม่
- (ประสาธน์ เถลิงเฉลิม, 2550, หน้า 26-27; ทิมพันซ์ เคชะคุปต์ และคณะ, 2552, หน้า 24-27, Eisenkraft, 2003, pp. 57-59)

1. ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว

2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์
เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว

ภาพที่ 1-1 กรอบแนวคิดของการวิจัย

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการวิจัยเรื่อง ผลการจัดการเรียนรู้ตามวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 มีการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ดังนี้

1. หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์
 - 1.1 ความสำคัญ
 - 1.2 คุณภาพผู้เรียน
 - 1.3 สาระและมาตรฐานการเรียนรู้
2. การจัดการเรียนรู้ตามวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E)
 - 2.1 ความหมายของการจัดการเรียนรู้ตามวัฏจักรการเรียนรู้และวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E)
 - 2.2 ความเป็นมาของการจัดการเรียนรู้ตามวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E)
 - 2.3 ขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้ตามวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E)
 - 2.4 บทบาทของครูและนักเรียนในการจัดการเรียนรู้ตามวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E)
3. ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
 - 3.1 ความหมายของปัญหาทางคณิตศาสตร์
 - 3.2 ความหมายของการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
 - 3.3 ความหมายของความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
 - 3.4 กระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
 - 3.5 แนวทางการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
 - 3.5 การประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
4. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์
 - 4.1 ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์
 - 4.2 ความหมายของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
 - 4.3 ประเภทของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
 - 4.4 ลักษณะของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ดี
 - 4.5 การสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

5. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้ คณิตศาสตร์

สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา (2551, หน้า 1-6) ได้เสนอความสำคัญ
คุณภาพของผู้เรียน และสาระและมาตรฐานการเรียนรู้ ดังนี้

1. ความสำคัญ

คณิตศาสตร์มีบทบาทสำคัญยิ่งต่อการพัฒนาความคิดมนุษย์ ทำให้มนุษย์มีความคิด
สร้างสรรค์ คิดอย่างมีเหตุผล เป็นระบบ มีแบบแผน สามารถวิเคราะห์ปัญหาหรือสถานการณ์ได้
อย่างถี่ถ้วน รอบคอบ ช่วยให้คาดการณ์ วางแผน ตัดสินใจ แก้ปัญหา และนำไปใช้ในชีวิตประจำวัน
ได้อย่างถูกต้อง เหมาะสม นอกจากนี้คณิตศาสตร์ยังเป็นเครื่องมือในการศึกษาทางด้านวิทยาศาสตร์
เทคโนโลยีและศาสตร์อื่น ๆ คณิตศาสตร์จึงมีประโยชน์ต่อการดำเนินชีวิต ช่วยพัฒนาคุณภาพชีวิต
ให้ดีขึ้น และสามารถอยู่ร่วมกับผู้อื่นได้อย่างมีความสุข

2. คุณภาพของผู้เรียน

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ได้กำหนดคุณภาพของผู้เรียน
ที่จบการศึกษาระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ดังนี้

2.1 มีความคิดรวบยอดเกี่ยวกับจำนวนจริง มีความเข้าใจเกี่ยวกับอัตราส่วน สัดส่วน
ร้อยละ เลขยกกำลังที่มีเลขชี้กำลังเป็นจำนวนเต็ม รากที่สองและรากที่สามของจำนวนจริง สามารถ
ดำเนินการเกี่ยวกับจำนวนเต็ม เศษส่วน ทศนิยม เลขยกกำลัง รากที่สองและรากที่สามของ
จำนวนจริง ใช้การประมาณค่าในการดำเนินการและแก้ปัญหา และนำความรู้เกี่ยวกับจำนวนไปใช้
ในชีวิตจริงได้

2.2 มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับพื้นที่ผิวของปริซึม ทรงกระบอก และปริมาตรของ
ปริซึม ทรงกระบอก พีระมิด กรวย และทรงกลม เลือกใช้หน่วยการวัดในระบบต่าง ๆ เกี่ยวกับ
ความยาว พื้นที่ และปริมาตรได้อย่างเหมาะสม พร้อมทั้งสามารถนำความรู้เกี่ยวกับการวัดไปใช้
ในชีวิตจริงได้

2.3 สามารถสร้างและอธิบายขั้นตอนการสร้างรูปเรขาคณิตสองมิติโดยใช้วงเวียน
และสันตรง อธิบายลักษณะและสมบัติของรูปเรขาคณิตสามมิติซึ่งได้แก่ ปริซึม พีระมิด
ทรงกระบอก กรวย และทรงกลมได้

2.4 มีความเข้าใจเกี่ยวกับสมบัติของความเท่ากันทุกประการและความคล้ายของรูป
สามเหลี่ยม เส้นขนาน ทฤษฎีบทพีทาโกรัสและบทกลับ และสามารถนำสมบัติเหล่านั้นไปใช้ใน

การให้เหตุผลและแก้ปัญหาได้ มีความเข้าใจเกี่ยวกับการแปลงทางเรขาคณิต (Geometric transformation) ในเรื่องการเลื่อนขนาน (Translation) การสะท้อน (Reflection) และการหมุน (Rotation) และนำไปใช้ได้

2.5 สามารถนึกภาพและอธิบายลักษณะของรูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติ

2.6 สามารถวิเคราะห์และอธิบายความสัมพันธ์ของแบบรูป สถานการณ์หรือปัญหา และสามารถใช้สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปร อสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว และกราฟในการแก้ปัญหาได้

2.7 สามารถกำหนดประเด็น เขียนข้อความเกี่ยวกับปัญหาหรือสถานการณ์ กำหนดวิธีการศึกษา เก็บรวบรวมข้อมูลและนำเสนอข้อมูลโดยใช้แผนภูมิรูปวงกลม หรือรูปแบบอื่นที่เหมาะสมได้

2.8 เข้าใจค่ากลางของข้อมูลในเรื่องค่าเฉลี่ยเลขคณิต มัชยฐาน และฐานนิยมของข้อมูล ที่ยังไม่ได้แจกแจงความถี่ และเลือกใช้ได้อย่างเหมาะสม รวมทั้งใช้ความรู้ในการพิจารณาข้อมูลข่าวสารทางสถิติ

2.9 เข้าใจเกี่ยวกับการทดลองสุ่ม เหตุการณ์ และความน่าจะเป็นของเหตุการณ์ สามารถใช้ความรู้เกี่ยวกับความน่าจะเป็นในการคาดการณ์และประกอบการตัดสินใจในสถานการณ์ต่าง ๆ ได้

2.10 ใช้วิธีการที่หลากหลายแก้ปัญหา ใช้ความรู้ ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ และเทคโนโลยีในการแก้ปัญหาในสถานการณ์ต่าง ๆ ได้อย่างเหมาะสม ให้เหตุผลประกอบการตัดสินใจ และสรุปผลได้อย่างเหมาะสม ใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ในการสื่อสาร การสื่อความหมาย และการนำเสนอ ได้อย่างถูกต้อง และชัดเจน เชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ ในคณิตศาสตร์และนำความรู้ หลักการ กระบวนการทางคณิตศาสตร์ไปเชื่อมโยงกับศาสตร์อื่น ๆ และมีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์

จากการศึกษาคุณภาพของผู้เรียนพบว่า ในการวิจัยนี้ ผู้เรียนจะต้องสามารถใช้สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวในการแก้ปัญหาได้ และสามารถใช่วิธีการที่หลากหลายแก้ปัญหา ใช้ความรู้ ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ และเทคโนโลยีในการแก้ปัญหาในสถานการณ์ต่าง ๆ ได้อย่างเหมาะสม

3. สาระและมาตรฐานการเรียนรู้

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ได้กำหนดสาระและมาตรฐานการเรียนรู้ในกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ไว้ทั้งหมด 6 สาระ 14 มาตรฐาน มีดังนี้

สาระที่ 1 จำนวนและการดำเนินการ

มาตรฐาน ค 1.1 เข้าใจถึงความหลากหลายของการแสดงจำนวนและการใช้จำนวนในชีวิตจริง

มาตรฐาน ค 1.2 เข้าใจถึงผลที่เกิดขึ้นจากการดำเนินการของจำนวน และความสัมพันธ์ระหว่างการดำเนินการต่าง ๆ และสามารถใช้ในการดำเนินการในการแก้ปัญหา

มาตรฐาน ค 1.3 ใช้การประมาณค่าในการคำนวณและแก้ปัญหา

มาตรฐาน ค 1.4 เข้าใจในระบบจำนวนและสามารถนำเสนอสมบัติเกี่ยวกับจำนวนไปใช้

สาระที่ 2 การวัด

มาตรฐาน ค 2.1 เข้าใจพื้นฐานเกี่ยวกับการวัดและคาดคะเนขนาดของสิ่งที่ต้องการวัด

มาตรฐาน ค 2.2 แก้ปัญหาเกี่ยวกับการวัด

สาระที่ 3 เรขาคณิต

มาตรฐาน ค 3.1 อธิบายและวิเคราะห์รูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติ

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

สาระที่ 4 พีชคณิต

มาตรฐาน ค 4.1 อธิบายและวิเคราะห์แบบรูป (Pattern) ความสัมพันธ์และฟังก์ชันต่าง ๆ

มาตรฐาน ค 4.2 ใช้นิพจน์ สมการ อสมการ กราฟและตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ (Mathematical model) อื่นๆ 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 การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์และการนำเสนอ การเชื่อมโยง ความรู้ต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์และเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับ ศาสตร์อื่น ๆ และมีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์

จากเอกสารที่เกี่ยวกับสาระการเรียนรู้ มาตรฐานการเรียนรู้ และตัวชี้วัดกลุ่มสาระ การเรียนรู้คณิตศาสตร์ เนื้อหาที่ผู้วิจัยเลือกในการทำวิจัยครั้งนี้ คือ การประยุกต์ของสมการเชิงเส้น ตัวแปรเดียว ซึ่งมีความสอดคล้องกับสาระที่ 4 พีชคณิต มาตรฐาน ค 4.2 ม.2/1 แก่โจทย์ปัญหา เกี่ยวกับสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว พร้อมทั้งตระหนักถึงความสมเหตุสมผลของคำตอบ และ สาระที่ 6 ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ มาตรฐาน ค 6.1 ม.2/2 ใช้ความรู้ ทักษะและ กระบวนการทางคณิตศาสตร์ และเทคโนโลยีในการแก้ปัญหาในสถานการณ์ต่าง ๆ ได้ อย่างเหมาะสม ดังตารางที่ 2-1

ตารางที่ 2-1 ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางของมาตรฐานการเรียนรู้ที่ใช้ในงานวิจัยนี้

มาตรฐาน	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
ค 4.2 ใช้นิพจน์ สมการ อสมการ กราฟ และตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ (Mathematical model) อื่น ๆ แทน สถานการณ์ต่าง ๆ ตลอดจนแปล ความหมายและนำไปใช้แก้ปัญหา	ม.2/1 แก่โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับ สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว พร้อมทั้งตระหนักถึง ความสมเหตุสมผล ของคำตอบ	โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับ สมการเชิงเส้น ตัวแปรเดียว
ค 6.1 มีความสามารถในการแก้ปัญหา การให้เหตุผล การสื่อสาร การสื่อความหมาย ทางคณิตศาสตร์ และการนำเสนอ การเชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์และเชื่อมโยง คณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ และมีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์	ม.2/2 ใช้ความรู้ ทักษะและ กระบวนการทางคณิตศาสตร์ และเทคโนโลยีในการแก้ปัญหา ในสถานการณ์ต่าง ๆ ได้อย่าง เหมาะสม	

การจัดการเรียนรู้ตามวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E)

1. ความหมายของการจัดการเรียนรู้ตามวัฏจักรการเรียนรู้ และวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E)

การจัดการเรียนรู้ตามวัฏจักรการเรียนรู้ นั้น มีหน่วยงานทางการศึกษาและนักการศึกษาหลายท่านได้ให้ความหมายของการจัดการเรียนรู้ตามวัฏจักรการเรียนรู้ไว้ ดังนี้

ลอว์สัน (Lawson, 1995, p. 424) กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้ตามวัฏจักรการเรียนรู้ เป็นกระบวนการเรียนรู้รูปแบบหนึ่งที่เน้นให้ผู้เรียนใช้วิธีการสืบเสาะหาความรู้ ที่ต้องอาศัยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการค้นพบความรู้หรือประสบการณ์การเรียนรู้ที่มีความหมายด้วยตนเอง โดยมีพื้นฐานมาจากแนวทฤษฎีสร้างสรรค์ความรู้ (Constructivism) ซึ่งไม่เน้นการสอนแบบบรรยาย หรือบอกเล่า หรือให้ผู้เรียนเป็นผู้รับรู้อาณาต่าง ๆ จากครู หากแต่ครูจะต้องกระตุ้นให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้เองภายใต้สภาพแวดล้อมที่เหมาะสม

กรมวิชาการ (2544, หน้า 19) กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้ตามวัฏจักรการเรียนรู้ หมายถึง วิธีสอนที่เน้นการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหา ด้วยวิธีการทางความคิดหาเหตุผลจนค้นพบความรู้ หรือแนวทางแก้ปัญหาที่ถูกต้องด้วยตนเอง โดยครูตั้งคำถามประเภทกระตุ้นให้ผู้เรียนใช้ความคิดหาวิธีการแก้ปัญหาได้เอง และสามารถนำการแก้ปัญหานั้นมาใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวัน

ชาติรี เกิดธรรม (2545, หน้า 36) กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้ตามวัฏจักรการเรียนรู้ หมายถึง การจัดการเรียนรู้ที่ฝึกให้นักเรียนรู้จักค้นคว้าหาความรู้ โดยใช้กระบวนการทางความคิดหาเหตุผล จนค้นพบความรู้ หรือแนวทางในการแก้ปัญหาที่ถูกต้องด้วยตนเอง โดยครูผู้สอนตั้งคำถามให้นักเรียนใช้ความคิดหาวิธีแก้ปัญหาได้เอง และสามารถนำการแก้ปัญหามาใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวันได้

พิมพ์พันธ์ เดชะคุปต์ (2544, หน้า 56) กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้ตามวัฏจักรการเรียนรู้ หมายถึง การจัดการเรียนการสอนโดยใช้วิธีให้ผู้เรียนเป็นผู้ค้นคว้าหาความรู้ด้วยตนเอง หรือสร้างความรู้ด้วยตนเอง โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ครูเป็นผู้อำนวยความสะดวกเพื่อให้ผู้เรียนบรรลุเป้าหมายและมุ่งเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ

สสวท. (2548, หน้า 13) ได้ให้ความหมาย การจัดการเรียนรู้ตามวัฏจักรการเรียนรู้ว่า เป็น การเรียนการสอนโดยวิธีสืบเสาะหาความรู้และการเรียนรู้จากกลุ่ม จัดเป็นกระบวนการที่เกิดขึ้นอย่างต่อเนื่องกันไปในลักษณะการเรียนรู้แบบวัฏจักรหรือการเรียนรู้แบบค้นพบ

จากความหมายของการจัดการเรียนรู้ตามวัฏจักรการเรียนรู้ ดังกล่าวข้างต้นสรุปได้ว่าการจัดการเรียนรู้ตามวัฏจักรการเรียนรู้ หมายถึง การจัดการเรียนรู้ที่มุ่งเน้นให้นักเรียนแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง ได้ฝึกคิด ฝึกหาคำตอบด้วยตนเอง และเชื่อมโยงความรู้ที่สร้างขึ้นนำไปใช้ในการแก้ปัญหา

และมีนักการศึกษาได้ให้ความหมายของวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) ดังนี้

ไอเซนคราฟท์ (Eisenkraft, 2003, p. 57) กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้ตามวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น หมายถึง การเรียนแบบสืบเสาะแบบหนึ่งที่เน้นให้ผู้เรียนสามารถใช้วิธีการสืบเสาะหาความรู้เชิงวิทยาศาสตร์ (Inquiry approach) ที่ต้องอาศัยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการค้นพบความรู้หรือประสบการณ์การเรียนรู้ที่มีความหมายด้วยตนเอง

ทิสนา เขมมณี (2550, หน้า 141) ได้ให้ความหมายการสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้นว่าเป็นการดำเนินการเรียนการสอนโดยครูผู้สอนกระตุ้นให้นักเรียนเกิดคำถามเกิดความคิดและลงมือแสวงหาความรู้เพื่อนำมาประมวลหาคำตอบหรือข้อสรุปด้วยตนเอง โดยที่ครูผู้สอนช่วยอำนวยความสะดวกในการเรียนรู้ในด้านต่าง ๆ ให้แก่นักเรียน เช่น ในด้านการสืบค้นหาแหล่งความรู้การศึกษาข้อมูล การวิเคราะห์ การสรุปข้อมูล การอภิปรายโต้แย้งทางวิชาการ และการทำงานร่วมกับผู้อื่น

ประสาธ เนืองเฉลิม (2550, หน้า 26) ได้ให้ความหมายไว้ว่า การจัดการเรียนรู้ตามวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น เป็นการสอนที่เน้นการถ่ายโอนการเรียนรู้ และให้ความสำคัญเกี่ยวกับการตรวจสอบความรู้เดิมของเด็กซึ่งเป็นสิ่งที่ครูละเลยไม่ได้ และการตรวจสอบความรู้พื้นฐานเดิมของเด็กจะทำให้ครูค้นพบว่านักเรียนต้องเรียนรู้อะไรก่อน ก่อนที่จะเรียนรู้ในเนื้อหาบทเรียนนั้น ๆ ซึ่งจะช่วยให้เด็กเกิดการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ

จากความหมายของการจัดการเรียนรู้ตามวัฏจักรการเรียนรู้ ดังกล่าวข้างต้นสรุปได้ว่าการจัดการเรียนรู้ตามวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) หมายถึง การจัดการเรียนรู้ที่มุ่งเน้นให้ผู้เรียนค้นหาคำตอบ โดยการแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง มุ่งส่งเสริมให้ผู้เรียนได้ฝึกคิด ลงมือแก้ปัญหาด้วยตนเอง และนำความรู้ที่ได้ไปประยุกต์ใช้ในสถานการณ์อื่น ๆ โดยครูมีหน้าที่อำนวยความสะดวกในการจัดบรรยากาศให้เอื้อต่อการเรียนรู้

2. ความเป็นมาของการจัดการเรียนรู้ตามวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E)

การจัดการเรียนรู้ตามวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) เป็นการจัดการเรียนรู้รูปแบบหนึ่งที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ โดยมีการพัฒนาตามลำดับ ดังนี้

คาร์พลัส (Karplus, 1977 cited in Lawson, 1995, pp. 134-139) ได้นำเสนอการจัด การเรียนรู้ตามวัฏจักรการเรียนรู้เพื่อใช้ปรับปรุงหลักสูตรของสหรัฐอเมริกา (Science Curriculum Improvement study Program หรือ SCIS) ได้แบ่งออกเป็น 3 ขั้นตอน ได้แก่

1. ขั้นการสำรวจ (Exploration) นักเรียนจะได้พบสิ่งเร้าใหม่ กระตุ้นให้อยากเรียนรู้ และอาจถูกทำให้อยู่ในสถานะที่ไม่สมดุล โดยใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการเรียนรู้
2. ขั้นสร้าง (Invention) เป็นขั้นที่ครูมีบทบาทสูง โดยตั้งคำถามกระตุ้นและชี้แนะให้นักเรียนคิดเชื่อมโยงสิ่งที่ได้ปฏิบัติในขั้นสำรวจ โดยครูแนะนำ และอธิบายคำศัพท์ ที่สำคัญของ โหมดสนั้น ๆ เพื่อให้นักเรียนได้จัดเรียงเรียงความคิดใหม่ในการค้นพบและอธิบายโหมดสนั้น ๆ ขั้นนี้ครูและนักเรียนจะมีปฏิสัมพันธ์กัน เพื่อค้นหาโหมดสนั้นจากข้อมูลและการสังเกตใน ขั้นสำรวจ

3. ขั้นการค้นพบ (Discovery) เป็นขั้นที่ครูต้องกระตุ้นให้นักเรียนนำโหมดสนั้นที่ค้นพบ หรือเกิดการเรียนรู้แล้วมาประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ใหม่หรือปัญหาใหม่ อันจะทำให้ นักเรียนขยาย ความเข้าใจในโหมดสนั้น ๆ มากยิ่งขึ้น ขั้นนี้เป็นขั้นที่นักเรียนมีบทบาทสูงเช่นเดียวกับขั้นสำรวจ

ต่อมาบาร์แมน และ โกดาร์ (Barman & Kotar, 1989, pp. 30-32) พบว่า รูปแบบ การจัดการเรียนรู้ของคาร์พลัสยังสร้างความสับสนการนำไปใช้จริงในขั้นสร้าง และขั้นค้นพบ ดังนั้น จึงได้ปรับปรุงเป็นขั้นสำรวจ (Exploration) ขั้นแนะนำ โหมด (Concept introduction) และ ขั้นประยุกต์ใช้ โหมด (Concept application) โดยแต่ละขั้นตอนมีสาระสำคัญดังนี้

1. ขั้นสำรวจ (Exploration) เป็นขั้นที่นักเรียนได้ปฏิบัติกิจกรรมโดยการวิเคราะห์ สำรวจ ทดลอง เก็บรวบรวมข้อมูล โดยการปฏิบัติ เพื่อให้ผู้เรียนสร้างความรู้ด้วยตนเอง
2. ขั้นแนะนำ โหมด (Concept introduction) เป็นขั้นที่ครูเป็นผู้กระตุ้นและชี้แนะให้นักเรียนคิดเชื่อมโยงสิ่งที่ได้จากขั้นสำรวจ ให้นักเรียนจัดเรียงเรียงความคิดใหม่ในการค้นพบ
3. ขั้นประยุกต์ใช้ โหมด (Concept application) เป็นขั้นที่ครูกระตุ้นให้นักเรียนนำ ข้อที่ค้นพบมาประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ใหม่

โดยในปี ค.ศ. 1989 บาร์แมน (Barman, 1989 cited in Abruscato, 1996, p. 37) ได้ ดัดแปลงและพัฒนาปรับปรุงการจัดการเรียนรู้ตามวัฏจักรการเรียนรู้ สรุปได้เป็น 4 ขั้น ได้แก่

1. ขั้นสำรวจ (Exploration phase) เป็นขั้นที่ยึดนักเรียนเป็นสำคัญ กระตุ้น ความไม่สมดุลทางความคิดของผู้เรียน และช่วยให้เกิดการปรับขยายความคิด ครูเป็นผู้รับผิดชอบ ให้นักเรียนได้รับคำแนะนำ คำชี้แจง และวัสดุอุปกรณ์อย่างเพียงพอ ใช้คำถามแนะเพื่อช่วย เริ่มกระบวนการวางแผน บางทีอาจจะเป็นในรูปจุดประสงค์การสอน

2. **ขั้นแนะนำแนวคิด (Concept introduction phase)** เป็นขั้นที่ครูและนักเรียนร่วมมือกันสร้างมโนทัศน์เกี่ยวกับบทเรียน โดยครูแนะนำนักเรียนจนสามารถสร้างคำอธิบายของตนเองเกี่ยวกับความคิด ไม่ควรบอกนักเรียนแต่ควรช่วยนักเรียนให้ใช้ข้อมูลของตนสร้างมโนทัศน์ที่ถูกต้อง

3. **ขั้นประยุกต์ใช้มโนทัศน์ (Concept application phase)** เป็นขั้นที่ผู้เรียนสามารถจัดระเบียบประสบการณ์ทางความคิดที่นักเรียนได้มาจากการค้นพบ เชื่อมโยงกับประสบการณ์เดิมที่คล้ายคลึงกัน และค้นพบการประยุกต์ใช้สิ่งใหม่สำหรับสิ่งที่นักเรียนได้เรียนรู้มาแล้ว

4. **ขั้นประเมินผลและอภิปราย (Evaluation phase)** เป็นขั้นการทดสอบมาตรฐานการเรียนรู้ ซึ่งไม่ใช่การประเมินผลเมื่อสิ้นสุดของบทเรียน เพื่อเป็นการช่วยกระตุ้นการสร้างแนวความคิด และทักษะกระบวนการ กระประเมินผลควรจัดในแต่ละระยะของวัฏจักรการเรียนรู้

ต่อมาในปีเดียวกัน บายบี และคณะ (Bybee et al., 1989, pp. 59-63) นักการศึกษาในโครงการศึกษาหลักสูตรวิทยาศาสตร์ สาขาชีววิทยา (Biological Science Curriculum Study: BSCS) ได้เสนอขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ตามวัฏจักรการเรียนรู้ออกเป็น 5 ขั้น (5E) ประกอบด้วยขั้นตอน ดังนี้

1. **ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement)** เป็นขั้นตอนที่ครูจะยกประเด็น ปัญหา สถานการณ์หรือเหตุการณ์ที่นักเรียนสนใจเข้าสู่กิจกรรมในชั้นเรียน ซึ่งกิจกรรมที่ครูนำมาให้นักเรียนนั้นต้องเชื่อมโยงความรู้เก่าของนักเรียน

2. **ขั้นสำรวจ (Exploration)** เป็นขั้นที่นักเรียนต้องการเวลาที่จะสำรวจกิจกรรมจากขั้นแรก ซึ่งขั้นตอนนี้เด็กจะมีการแนะนำ พุดคุย และอภิปรายเกี่ยวกับแนวคิด กระบวนการหรือทักษะ ในระหว่างการทำกิจกรรมร่วมกัน และนักเรียนต้องสร้างความสัมพันธ์ สังเกตรูปแบบการระบุตัวแปร และตั้งคำถาม เพื่อค้นหาคำตอบของสถานการณ์ข้างต้น

3. **ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation)** เป็นขั้นที่นักเรียนต้องอธิบายสิ่งที่เป็นแนวคิดกระบวนการหรือทักษะ ให้ผู้อื่นรู้เรื่องหรือสามารถเข้าใจได้ง่าย ซึ่งกระบวนการของการอธิบายนักเรียนและครูจะใช้คำศัพท์ที่รับรู้ร่วมกัน โดยประการแรกครูให้นักเรียนอธิบายโดยใช้คำพูดของตนเอง ประการที่สองครูจะอธิบายทางวิทยาศาสตร์หรือเทคโนโลยีในลักษณะที่เป็นทางการ และในขั้นตอนนี้ควรนำเสนอแนวคิดกระบวนการหรือทักษะในเวลาสั้น ๆ เพื่อให้เห็นได้ชัดและตรงไปตรงมา

4. **ขั้นขยายความรู้ (Elaboration)** เป็นขั้นที่นักเรียนนำคำอธิบาย ความรู้ หรือคำศัพท์ที่ได้จากขั้นการอธิบาย ไปใช้ในประสบการณ์ที่เพิ่มเติม หรือขยาย หรือไปใช้อธิบายแนวคิดที่เกี่ยวข้องหรือคล้ายกับสถานการณ์เดิม แต่ต้องเป็นสถานการณ์ใหม่

5. **ขั้นประเมินผล (Evaluation)** เป็นขั้นตอนที่ครูต้องจัดการประเมินผลเพื่อตรวจสอบระดับความเข้าใจของนักเรียนแต่ละคน นอกจากนี้นักเรียนควรจะได้รับข้อมูลย้อนกลับ โดยการประเมินผล สามารถเกิดขึ้นได้ทุกขั้นตอนของรูปแบบ 5E ซึ่งครูสามารถดำเนินการประเมินผลอย่างเป็นทางการได้หลังจากขั้นตอนการขยายความรู้

และในปี ค.ศ. 2003 ไอเซนคราฟท์ (Eisenkraft, 2003, pp. 57-59) ได้พัฒนารูปแบบของ BSCS จาก 5 ขั้นตอนเป็น 7 ขั้นตอน โดยให้เหตุผลว่าขั้นตอนของวงจรการเรียนรู้แบบ 5E เป็นขั้นตอนที่ยังไม่ต่อเนื่อง จึงเพิ่มขั้นตอนของวงจรการเรียนรู้อีกสองขั้นตอน คือ ขั้นทบทวนความรู้เดิม (Elicit) และขั้นขยายความคิดรวบยอด (Extend) รายละเอียดของแต่ละขั้นตอน มีดังนี้

1. **ขั้นทบทวนความรู้เดิม (Elicit)** ครูจัดกิจกรรมเพื่อให้นักเรียนแสดงออกถึงความรู้ความเข้าใจเดิมหรือการทบทวนความรู้เดิมที่นักเรียนมีอยู่
2. **ขั้นสร้างความสนใจ (Engage)** ครูจัดกิจกรรมเพื่อสร้างความสนใจ กระตุ้น ชั่วๆ ให้นักเรียนเกิดความอยากรู้อยากเห็น กิจกรรมอาจเป็นการทดลอง การนำเสนอข้อมูล การสาธิต ข่าวดูหรือสถานการณ์ เหตุการณ์ ฯลฯ ซึ่งก่อให้เกิดความคิดขัดแย้งกับสิ่งที่นักเรียนเคยรู้ กระตุ้นให้นักเรียนตั้งคำถาม กำหนดประเด็นปัญหาที่จะศึกษา ซึ่งนำไปสู่การสำรวจตรวจสอบ
3. **ขั้นสำรวจและค้นหา (Explore)** ครูกระตุ้นให้นักเรียนตรวจสอบปัญหา และให้นักเรียนดำเนินการสำรวจตรวจสอบ สืบค้นและรวบรวมข้อมูล โดยการวางแผนการสำรวจตรวจสอบ ลงมือปฏิบัติ เช่น การสังเกต วัด ทดลอง และรวบรวมข้อมูล
4. **ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explain)** ครูส่งเสริมให้นักเรียนนำข้อมูลมาวิเคราะห์ จัดกระทำข้อมูลในรูปตาราง กราฟ แผนภาพ ฯลฯ ให้เห็นแนวโน้มหรือความสัมพันธ์ของข้อมูล สรุปผลและอภิปรายผลการทดลอง โดยอ้างอิงหลักการและวิชาการประกอบอย่างเป็นเหตุเป็นผล มีการอ้างอิงหลักฐานชัดเจน นอกจากนี้ครูยังมีหน้าที่จัดกิจกรรมส่งเสริมให้นักเรียนอธิบายความคิดด้วยตัวของนักเรียนเอง ให้นักเรียนแสดงหลักฐาน เหตุผลประกอบการอธิบาย
5. **ขั้นขยายความรู้ (Elaborate)** ครูกระตุ้นให้นักเรียนประยุกต์ใช้สัญลักษณ์ นิยาม คำอธิบายและทักษะไปสู่สถานการณ์ใหม่ กระตุ้นให้นักเรียนใช้ข้อมูลที่มีอยู่ในการตอบคำถาม เสนอแนวทางแก้ปัญหาตัดสินใจเลือกแนวทางแก้ปัญหา และออกแบบการทดลอง
6. **ขั้นประเมินผล (Evaluate)** เป็นการประเมินผลการเรียนรู้ของนักเรียน ซึ่งมีทั้งการประเมินการปฏิบัติกิจกรรมในแต่ละขั้นตอนและการประเมินการเรียนรู้ของนักเรียน ก่อนที่นักเรียนจะขยายความคิดรวบยอดและค้นพบปัญหาใหม่ โดยครูและนักเรียนมีส่วนร่วมในการประเมิน

7. **ขั้นขยายความคิดรวบยอด (Extend)** ครูส่งเสริมให้นักเรียนเชื่อมโยงความคิดรวบยอดหรือหัวข้อที่นักเรียนได้เรียนแล้วไปสู่ความคิดรวบยอดหรือหัวข้ออื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องและกระตุ้นให้นักเรียนเกิดปัญหาใหม่

จากการศึกษาความเป็นมาของการจัดการเรียนรู้ตามวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) สรุปได้ว่าการจัดการเรียนรู้ตามวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) จะเน้นให้ผู้เรียนแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง เพื่อให้ได้มาซึ่งคำตอบ โดยพัฒนามาจากการจัดการเรียนรู้ตามวัฏจักรการเรียนรู้ 5 ขั้น (5E) คือมีการเพิ่มขึ้นทบทวนความรู้เดิม และขั้นขยายความคิดรวบยอด เพื่อให้นักเรียนเกิดการเชื่อมโยงความรู้เดิมไปสู่ความรู้ใหม่ และการนำความรู้ที่ได้จากการเรียนรู้ไปประยุกต์ใช้ให้เกิดประโยชน์ในชีวิตประจำวันได้

3. ขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E)

มีนักการศึกษาหลายท่าน ได้กล่าวถึงขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้ตามวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) ดังนี้

ไอเซนคราฟท์ (Eisenkraft, 2003, pp. 57-59) ได้พัฒนารูปแบบของ BSCS จาก 5 ขั้นตอนเป็น 7 ขั้นตอน โดยให้เหตุผลว่าขั้นตอนของวงจรการเรียนรู้แบบ 5E เป็นขั้นตอนที่ยังไม่ต่อเนื่อง จึงเพิ่มขั้นตอนของวงจรการเรียนรู้อีกสองขั้นตอน คือ ขั้นทบทวนความรู้เดิม (Elicit) และขั้นขยายความคิดรวบยอด (Extend) รายละเอียดของแต่ละขั้นตอน มีดังนี้

1. **ขั้นทบทวนความรู้เดิม (Elicit)** ครูจัดกิจกรรมเพื่อให้นักเรียนแสดงออกถึงความรู้ความเข้าใจเดิมหรือการทบทวนความรู้เดิมที่นักเรียนมีอยู่
2. **ขั้นสร้างความสนใจ (Engage)** ครูจัดกิจกรรมเพื่อสร้างความสนใจ กระตุ้น ชั่วๆ ให้นักเรียนเกิดความอยากรู้อยากเห็น กิจกรรมอาจเป็นการทดลอง การนำเสนอข้อมูล การสาธิต ข่าวหรือสถานการณ์ เหตุการณ์ ฯลฯ ซึ่งก่อให้เกิดความคิดขัดแย้งกับสิ่งที่นักเรียนเคยรู้ กระตุ้นให้นักเรียนตั้งคำถาม กำหนดประเด็นปัญหาที่จะศึกษา ซึ่งนำไปสู่การสำรวจตรวจสอบ
3. **ขั้นสำรวจและค้นหา (Explore)** ครูกระตุ้นให้นักเรียนตรวจสอบปัญหา และให้นักเรียนดำเนินการสำรวจตรวจสอบ สืบค้นและรวบรวมข้อมูล โดยการวางแผนการสำรวจตรวจสอบ ลงมือปฏิบัติ เช่น การสังเกต วัด ทดลอง และรวบรวมข้อมูล
4. **ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explain)** ครูส่งเสริมให้นักเรียนนำข้อมูลมาวิเคราะห์ จัดกระทำข้อมูลในรูปตาราง กราฟ แผนภาพ ฯลฯ ให้เห็นแนวโน้มหรือความสัมพันธ์ของข้อมูล สรุปผลและอภิปรายผลการทดลอง โดยอ้างอิงหลักการและวิชาการประกอบอย่างเป็นเหตุเป็นผล มีการอ้างอิงหลักฐานชัดเจน นอกจากนี้ครูยังมีหน้าที่จัดกิจกรรมส่งเสริมให้นักเรียนอธิบายความคิดด้วยตัวของนักเรียนเอง ให้นักเรียนแสดงหลักฐาน เหตุผลประกอบการอธิบาย

5. **ขั้นขยายความรู้ (Elaborate)** ครูกระตุ้นให้นักเรียนประยุกต์ใช้สัญลักษณ์ นิยาม คำอธิบายและทักษะไปสู่สถานการณ์ใหม่ กระตุ้นให้นักเรียนใช้ข้อมูลที่มีอยู่ในการตอบคำถาม เสนอแนวทางแก้ปัญหาตัดสินใจเลือกแนวทางแก้ปัญหา และออกแบบการทดลอง

6. **ขั้นประเมินผล (Evaluate)** เป็นการประเมินผลการเรียนรู้ของนักเรียน ซึ่งมีทั้ง การประเมินการปฏิบัติกิจกรรมในแต่ละขั้นตอนและการประเมินการเรียนรู้ของนักเรียน ก่อนที่นักเรียนจะขยายความคิดรวบยอดและค้นพบปัญหาใหม่ โดยครูและนักเรียนมีส่วนร่วมในการประเมิน

7. **ขั้นขยายความคิดรวบยอด (Extend)** ครูส่งเสริมให้นักเรียนเชื่อมโยงความคิดรวบยอด หรือหัวข้อที่นักเรียนได้เรียนแล้วไปสู่ความคิดรวบยอดหรือหัวข้ออื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องและกระตุ้นให้นักเรียนเกิดปัญหาใหม่

ประสาธ เนืองเฉลิม (2550, หน้า 26-27) ได้กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้ตามวัฏจักร การเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) ตามแนวคิดของไอเซนคราฟท์ มีขั้นตอน ดังนี้

1. **ขั้นตรวจสอบความรู้เดิม (Elicitation phase)** ครูจะต้องทำหน้าที่ในการตั้งคำถาม เพื่อกระตุ้น ให้เด็กได้แสดง ความรู้เดิม คำถามอาจจะเป็นประเด็นปัญหาที่เกิดขึ้นตามสภาพสังคม ท้องถิ่น หรือประเด็นข้อค้นพบทางวิทยาศาสตร์ การนำวิทยาศาสตร์มาใช้ในชีวิตประจำวัน และเด็ก สามารถเชื่อมโยง การเรียนรู้ไปยังประสบการณ์ที่ตนมี ทำให้ครูได้ทราบว่าเด็กแต่ละคนมีความรู้ พื้นฐานเป็นอย่างไร ครูควรเพิ่มเติมส่วนใดให้กับนักเรียน และครูยังสามารถวางแผนการจัดการเรียนรู้ได้อย่างเหมาะสม สอดคล้องกับความต้องการของนักเรียน

2. **ขั้นเร้าความสนใจ (Engagement phase)** เป็นการนำเข้าสู่เนื้อหาในบทเรียนหรือ เรื่องที่น่าสนใจ ซึ่งอาจเกิดจากความสนใจของนักเรียน หรือเกิดจากการอภิปรายภายในกลุ่ม เรื่องที่น่าสนใจอาจมาจากเหตุการณ์ที่กำลังเกิดขึ้นในช่วงเวลานั้นหรือเป็นเรื่องที่เชื่อมโยงกับ ความรู้เดิมที่เด็กเพิ่งเรียนรู้มาแล้ว ครูทำหน้าที่กระตุ้นให้นักเรียนสร้างคำถามช่วยให้นักเรียน เกิดความอยากรู้อยากเห็น และกำหนดประเด็นที่จะศึกษาให้กับนักเรียน ในกรณีที่ยังไม่มีประเด็น ที่น่าสนใจครูอาจให้ศึกษาจากสื่อต่าง ๆ เช่น หนังสือพิมพ์ วารสาร อินเทอร์เน็ต เป็นต้น ซึ่งทำให้นักเรียนเกิดความคิดขัดแย้งจากสิ่งที่นักเรียนเคยรู้มาก่อนครูเป็นผู้ที่ทำหน้าที่กระตุ้นให้นักเรียนคิด โดยเสนอประเด็นที่สำคัญขึ้นมาก่อน แต่ไม่ควรบังคับให้ นักเรียนยอมรับประเด็นหรือคำถามที่ครู กำลังสนใจเป็นเรื่องที่ให้นักเรียนศึกษา เพื่อนำไปสู่การสำรวจตรวจสอบในขั้นตอนต่อไป

3. **ขั้นสำรวจค้นหา (Exploration phase)** เมื่อนักเรียนทำความเข้าใจประเด็นหรือ คำถาม ที่สนใจจะศึกษาอย่างถ่องแท้แล้ว ก็มีการวางแผนกำหนดแนวทาง การสำรวจตรวจสอบ ตั้งสมมติฐาน กำหนดทางเลือกที่เป็นไปได้ ลงมือปฏิบัติ เพื่อเก็บรวบรวมข้อมูล ข้อสนเทศหรือ

ปรากฏการณ์ต่าง ๆ วิธีการตรวจสอบ อาจทำได้หลายวิธี เช่น สืบค้นข้อมูล สํารวจ ทดลอง กิจกรรมภาคสนาม เป็นต้น เพื่อให้ได้ข้อมูลอย่างพอเพียง ครูทำหน้าที่กระตุ้นให้นักเรียนตรวจสอบปัญหาและดำเนินการสำรวจตรวจสอบและรวบรวมข้อมูลด้วยตนเอง

4. **ขั้นอธิบาย (Explanation phase)** เมื่อได้ข้อมูลมาแล้วนักเรียนก็จะนำข้อมูลเหล่านั้นมาทำการ วิเคราะห์ แปลผล สรุปผล และนำเสนอผลที่ได้ในรูปแบบต่าง ๆ เช่น บรรยายสรุป สร้างแบบจำลอง รูปวาด ตาราง กราฟ ฯลฯ ซึ่งจะช่วยให้นักเรียนเห็นแนวโน้มหรือความสัมพันธ์ของข้อมูล สรุปและอภิปรายผลการทดลอง โดยอ้างอิงประจักษ์พยานอย่างชัดเจนเพื่อนำเสนอแนวคิดต่อไป ขั้นนี้จะทำให้นักเรียนได้สร้างองค์ความรู้ใหม่ การค้นพบในขั้นนี้อาจเป็นไปได้หลายทาง เช่น สนับสนุนสมมติฐาน แต่ผลที่ได้จะอยู่ในรูปแบบใดก็สามารถสร้างความรู้และช่วยนักเรียนได้เกิดการเรียนรู้

5. **ขั้นขยายความรู้ (Elaboration phase)** เป็นการนำความรู้ที่สร้างขึ้นไปเชื่อมโยงกับความรู้อื่น หรือแนวคิดเดิมที่ค้นคว้าเพิ่มเติมหรือนำแบบจำลองหรือข้อสรุปที่ได้ไปใช้อธิบายสถานการณ์หรือ เหตุการณ์อื่น ๆ ถ้าใช้อธิบายเรื่องราวต่าง ๆ ได้มากก็แสดงว่ามีข้อจำกัดน้อย ซึ่งก็จะช่วยให้เชื่อมโยง เกี่ยวกับเรื่องราวต่าง ๆ และทำให้เกิดความรู้กว้างขวางขึ้น ครูควรจัดกิจกรรมหรือสถานการณ์ให้นักเรียนมีความรู้มากขึ้น และขยายกรอบแนวคิดของตนเองและต่อเติมให้สอดคล้องกับประสบการณ์เดิม ครูควรส่งเสริมให้นักเรียนตั้งประเด็นเพื่ออภิปรายและแสดงความคิดเห็นเพิ่มเติมให้ชัดเจนมากยิ่งขึ้น

6. **ขั้นประเมินผล (Evaluation phase)** เป็นการประเมินการเรียนรู้ด้วยกระบวนการต่าง ๆ ว่า นักเรียนรู้อะไรบ้าง อย่างไร และมากน้อยเพียงใด ขั้นนี้จะช่วยให้นักเรียนสามารถนำความรู้ที่ได้มา ประมวลและปรับประยุกต์ใช้ในเรื่องอื่น ๆ ได้ ครูควรส่งเสริมให้นักเรียนนำความรู้ใหม่ที่ได้ไปเชื่อมโยงกับความรู้เดิมและสร้างเป็นองค์ความรู้ใหม่ นอกจากนี้ครูควรเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ตรวจสอบซึ่งกันและกัน

7. **ขั้นนำความรู้ไปใช้ (Extension phase)** ครูจะต้องมีการจัดเตรียมโอกาสให้นักเรียนนำความรู้ที่ได้ไปปรับประยุกต์ใช้ให้เหมาะสมและเกิดประโยชน์ต่อชีวิตประจำวัน ครูเป็นผู้นำที่กระตุ้นให้นักเรียนสามารถนำความรู้ไปสร้างความรู้ใหม่ ซึ่งจะช่วยให้นักเรียนสามารถถ่ายโอนการเรียนรู้ได้

พิมพันธ์ เดชะคุปต์ และคณะ (2552, หน้า 24-27) ได้กล่าวถึง การจัดการเรียนรู้ตามวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) ไว้ ดังนี้

1. **ขั้นทบทวนความรู้เดิม (Elicit)** ผู้สอนจัดกิจกรรมเพื่อให้ผู้เรียนดึงความรู้ ความเข้าใจจากประสบการณ์เดิมของผู้เรียนออกมาหรือทบทวนความรู้เดิมที่ผู้เรียนมีอยู่

2. **ขั้นสร้างความสนใจ (Engage)** ผู้สอนจัดกิจกรรมเพื่อกระตุ้นความสนใจให้ผู้เรียนเกิดความอยากรู้อยากเห็น กิจกรรมอาจเป็นการทดลอง การนำเสนอข้อมูล ข่าวหรือสถานการณ์ที่ก่อให้เกิดความคิดขัดแย้งกับสิ่งที่ผู้เรียนเคยรู้ กระตุ้นให้ผู้เรียนตั้งคำถาม กำหนดประเด็นปัญหาที่จะศึกษาซึ่งนำไปสู่การตรวจสอบ

3. **ขั้นสำรวจและค้นหา (Explore)** ผู้สอนกระตุ้นให้ผู้เรียนตรวจสอบปัญหาและให้ผู้เรียนดำเนินการตรวจสอบ สืบค้น รวบรวมข้อมูล โดยการวางแผนการสำรวจตรวจสอบ ลงมือปฏิบัติ เช่น การสังเกต การทดลอง การรวบรวมข้อมูล

4. **ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explain)** ผู้สอนส่งเสริมให้ผู้เรียนนำข้อมูลที่ได้นำมาวิเคราะห์และจัดกระทำข้อมูลในรูปแบบตาราง กราฟ แผนภาพ เพื่อให้เห็นแนวโน้มหรือความสัมพันธ์ของข้อมูล สรุปผล และอภิปรายผลการทดลองโดยอ้างอิงทฤษฎีหรือกฎต่าง ๆ อย่างเป็นเหตุเป็นผล นอกจากนี้ผู้สอนยังมีหน้าที่จัดกิจกรรมส่งเสริมให้ผู้เรียนอธิบายความคิดของผู้เรียนด้วยตนเอง ให้ผู้เรียนแสดงหลักฐานเหตุผลประกอบคำอธิบาย

5. **ขั้นขยายความรู้ (Elaborate)** ผู้สอนให้ผู้เรียนใช้สัญลักษณ์ นิยาม คำอธิบาย และทักษะไปสู่สถานการณ์ใหม่ ให้ผู้เรียนได้ประยุกต์ใช้ความรู้ที่สร้างขึ้นในการตอบคำถาม แนะนำแนวทางแก้ปัญหา และนำไปสู่การตั้งสมมติฐานและค้นคว้าต่อไป

6. **ขั้นประเมินผล (Evaluate)** เป็นการประเมินผลการเรียนรู้ของผู้เรียน ซึ่งมีทั้งการประเมินการปฏิบัติกิจกรรมในแต่ละขั้นตอน และการประเมินการเรียนรู้ของผู้เรียนก่อนที่ผู้เรียนจะขยายความคิดรวบยอดและค้นพบปัญหาใหม่ โดยผู้สอนและผู้เรียนมีส่วนร่วมในการประเมิน

7. **ขั้นขยายความคิดรวบยอด (Extend)** ผู้สอนส่งเสริมให้ผู้เรียนเชื่อมโยงความคิดรวบยอดที่ได้จากการเรียนรู้ไปสู่การเรียนรู้เรื่องอื่น ๆ ต่อไป อาจเริ่มจากการเปรียบเทียบข้อแตกต่างระหว่างเรื่องที่ศึกษากับเรื่องใหม่ที่เกี่ยวข้องแต่ยังไม่ได้ทำการศึกษา และนำไปสู่วัฏจักรใหม่อีกครั้ง

จากขั้นตอนรูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) ที่กล่าวมาข้างต้น ผู้วิจัยสามารถสังเคราะห์เป็นขั้นตอนรูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) ได้ดังตารางที่ 2-2

ตารางที่ 2-2 การสังเคราะห์ขั้นตอนของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E)

Eisenkraft (2003)	ประสาท เนืองเฉลิม (2550)	พิมพ์พันธ์ เดชะคุปต์ และคณะ (2552)	ผู้วิจัย
<p>1. ขั้นทบทวนความรู้เดิม (Elicit) ครูจัดกิจกรรมเพื่อให้นักเรียนแสดงออกถึงความรู้ความเข้าใจเดิมหรือการทบทวนความรู้เดิมที่นักเรียนมีอยู่</p>	<p>1. ขั้นตรวจสอบความรู้เดิม (Elicitation phase) ครูตั้งคำถาม เพื่อกระตุ้นให้เด็กได้แสดงความรู้เดิม เพื่อให้เด็กสามารถเชื่อมโยงการเรียนรู้ไปยังประสบการณ์ที่มี ทำให้ครูได้ทราบว่าเด็กแต่ละคนมีความรู้พื้นฐานเป็นอย่างไร ครูควรเพิ่มเติมส่วนใดให้กับนักเรียน และครูยังสามารถวางแผนการจัดการเรียนรู้ได้อย่างเหมาะสม</p>	<p>1. ขั้นทบทวนความรู้เดิม (Elicit) ผู้สอนจัดกิจกรรมเพื่อให้ผู้เรียนดึงความรู้ความเข้าใจ จากประสบการณ์เดิมของผู้เรียนออกมาหรือทบทวนความรู้เดิมที่ผู้เรียนมีอยู่</p>	<p>1. ขั้นทบทวนความรู้เดิม (Elicit) เป็นขั้นที่ครูตั้งคำถาม หรือจัดกิจกรรมการเรียนรู้ กระตุ้นให้ผู้เรียนได้แสดงความรู้เดิม เพื่อให้ครูได้ทราบว่าผู้เรียนมีพื้นฐานความรู้เดิมเป็นอย่างไร</p>
<p>2. ขั้นสร้างความสนใจ (Engage) ครูจัดกิจกรรมเพื่อสร้างความสนใจ กระตุ้น ชั่วๆให้นักเรียนเกิดความอยากรู้อยากเห็น เกิดความคิดที่ขัดแย้งกับสิ่งที่เคยรู้ ให้นักเรียน ตั้งคำถาม กำหนดประเด็นปัญหาที่จะศึกษา ซึ่งนำไปสู่การสำรวจตรวจสอบ</p>	<p>2. ขั้นสร้างความสนใจ (Engage phase) เป็นการนำเข้าสู่เนื้อหาในบทเรียน ซึ่งอาจเกิดจากความสนใจของนักเรียน เรื่องที่น่าสนใจหรือเป็นเรื่องที่เชื่อมโยงกับความรู้เดิมที่เพิ่งเรียนรู้มา ครูทำหน้าที่กระตุ้นให้นักเรียนสร้างคำถาม ชั่วๆให้นักเรียนเกิดความอยากรู้อยากเห็น เกิดความคิดที่ขัดแย้งจากสิ่งที่เคยรู้มาก่อน กระตุ้นให้นักเรียนคิด โดยเสนอประเด็นสำคัญขึ้นมา แต่ไม่ควรบังคับให้นักเรียนยอมรับประเด็นที่ครูให้ เพื่อนำไปสู่การสำรวจตรวจสอบในขั้นตอนต่อไป</p>	<p>2. ขั้นสร้างความสนใจ (Engage) ผู้สอนจัดกิจกรรมเพื่อกระตุ้นความสนใจ ให้ผู้เรียนเกิดความอยากรู้อยากเห็น กิจกรรมอาจเป็นการทดลอง การนำเสนอ ข้อมูล ข่าวหรือเหตุการณ์ที่ก่อให้เกิดความคิดขัดแย้งกับสิ่งที่ผู้เรียนเคยรู้ กระตุ้นให้ผู้เรียนตั้งคำถาม กำหนดประเด็นปัญหาที่จะศึกษาซึ่งนำไปสู่การตรวจสอบ</p>	<p>2. ขั้นสร้างความสนใจ (Engage) เป็นขั้นที่ครูจัดกิจกรรมสร้างความสนใจ อาจเป็นเรื่องที่น่าสนใจ หรือเรื่องที่เชื่อมโยงกับความรู้เดิมที่เพิ่งเรียนรู้มา และกระตุ้นให้นักเรียนอยากรู้อยากเห็น เกิดความคิดที่ขัดแย้งกับสิ่งที่ผู้เรียนเคยรู้ ให้ผู้เรียนตั้งคำถาม กำหนดประเด็นปัญหาที่ต้องการศึกษา ไปสู่การสำรวจตรวจสอบในขั้นตอนต่อไป</p>

ตารางที่ 2-2 (ต่อ)

Eisenkraft (2003)	ประสาท เนืองเฉลิม (2550)	พิมพ์พันธ์ เดชะคุปต์ และคณะ (2552)	ผู้วิจัย
<p>3. ขั้นสำรวจและค้นหา (Explore) ครูกระตุ้นให้นักเรียนตรวจสอบปัญหา และให้นักเรียนดำเนินการสำรวจตรวจสอบ สืบค้นและรวบรวมข้อมูล โดยการวางแผนการสำรวจตรวจสอบ และลงมือปฏิบัติ</p>	<p>3. ขั้นสำรวจค้นหา (Exploration phase) วางแผนกำหนดแนวทาง การสำรวจตรวจสอบ ตั้งสมมติฐาน กำหนดทางเลือกที่เป็นไปได้ ลงมือปฏิบัติ เพื่อเก็บรวบรวมข้อมูล ข้อสนเทศ หรือปรากฏการณ์ต่าง ๆ วิธีการตรวจสอบอาจทำได้หลายวิธี ครูทำหน้าที่กระตุ้นให้นักเรียนตรวจสอบปัญหาและดำเนินการสำรวจตรวจสอบและรวบรวมข้อมูลด้วยตนเอง</p>	<p>3. ขั้นสำรวจและค้นหา (Explore) ผู้สอนกระตุ้นให้ผู้เรียนตรวจสอบปัญหา และให้ผู้เรียนดำเนินการตรวจสอบ สืบค้นรวบรวมข้อมูล โดยการวางแผนการสำรวจตรวจสอบ ลงมือปฏิบัติ เช่น การสังเกต การทดลอง การรวบรวมข้อมูล</p>	<p>3. ขั้นสำรวจและค้นหา (Explore) เป็นขั้นที่ครูกระตุ้นให้นักเรียนตรวจสอบปัญหา และให้นักเรียนดำเนินการสำรวจตรวจสอบ สืบค้น และรวบรวมข้อมูล โดยการวางแผนการแก้ปัญหา และดำเนินการลงมือปฏิบัติ</p>
<p>4. ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explain) ครูส่งเสริมให้นักเรียนนำข้อมูลมาวิเคราะห์ จัดกระทำข้อมูลให้เห็นแนวโน้มหรือความสัมพันธ์ของข้อมูล โดยมีการอ้างอิงหลักฐานชัดเจน และครูจัดกิจกรรมส่งเสริมให้นักเรียนอธิบายความคิดด้วยตัวของนักเรียนเอง พร้อมแสดงหลักฐานเหตุผลประกอบการอธิบาย</p>	<p>4. ขั้นอธิบาย (Explanation phase) นักเรียนนำข้อมูลมาทำการวิเคราะห์ แปลผลสรุปผล และนำเสนอผลที่ได้ในรูปแบบต่าง ๆ โดยอ้างอิงประจักษ์พยานอย่างชัดเจน เพื่อนำเสนอแนวคิดต่อไป ขั้นนี้จะทำให้ให้นักเรียนได้สร้างองค์ความรู้ใหม่ การค้นพบอาจเป็นไปได้หลายทาง แต่ผลที่ได้จะอยู่ในรูปแบบใดก็สามารถสร้างความรู้และช่วยนักเรียนได้เกิดการเรียนรู้</p>	<p>4. ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explain) ผู้สอนส่งเสริมให้ผู้เรียนนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์และจัดกระทำข้อมูล เพื่อให้เห็นแนวโน้มหรือความสัมพันธ์ของข้อมูลสรุปผล และอภิปรายผลการทดลอง โดยอ้างอิงทฤษฎีหรือกฎต่างๆอย่างเป็นเหตุเป็นผล และผู้สอนมีหน้าที่จัดกิจกรรมให้ผู้เรียนอธิบายความคิดด้วยตนเอง พร้อมแสดงหลักฐานเหตุผลประกอบคำอธิบาย</p>	<p>4. ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explain) เป็นขั้นที่ครูให้นักเรียนนำข้อมูลมาวิเคราะห์ จัดกระทำข้อมูล โดยให้นักเรียนอธิบายความคิดตนเอง พร้อมแสดงหลักฐานเหตุผลประกอบการอธิบาย เพื่อนำไปสู่ข้อสรุปที่สมบูรณ์</p>

ตารางที่ 2-2 (ต่อ)

Eisenkraft (2003)	ประสาท เนืองเฉลิม (2550)	พิมพ์พันธ์ เดชะคุปต์ และคณะ (2552)	ผู้วิจัย
<p>5. ขยายความรู้ (Elaborate) ครูกระตุ้นให้นักเรียนประยุกต์ใช้ สัญลักษณ์ นิยาม คำอธิบายและทักษะ ไปสู่สถานการณ์ใหม่ กระตุ้นให้ นักเรียนใช้ข้อมูลที่มีอยู่ในการตอบ คำถาม เสนอแนวทางแก้ปัญหา ตัดสินใจเลือกแนวทางแก้ปัญหา และออกแบบการทดลอง</p>	<p>5. ขยายความรู้ (Elaboration phase) เป็นการนำความรู้ที่สร้างขึ้นไปเชื่อมโยงกับ ความรู้เดิม หรือแนวคิดเดิมที่ค้นคว้าเพิ่มเติม หรือข้อสรุปที่ได้ไปใช้อธิบายสถานการณ์อื่น ๆ ครูควรจัดกิจกรรมหรือสถานการณ์ให้นักเรียน มีความรู้มากขึ้น และขยายกรอบแนวคิดของ ตนเองและต่อเติมให้สอดคล้องกับประสบการณ์ เดิม และครูควรส่งเสริมให้นักเรียนตั้งประเด็น เพื่ออภิปรายและแสดงความคิดเห็นเพิ่มเติมให้ ชัดเจนมากยิ่งขึ้น</p>	<p>5. ขยายความรู้ (Elaborate) ผู้สอนให้ผู้เรียนใช้สัญลักษณ์ นิยาม คำอธิบาย และทักษะไปสู่สถานการณ์ใหม่ ให้ผู้เรียนได้ประยุกต์ใช้ความรู้ที่สร้างขึ้น ในการตอบคำถาม เสนอแนวทางแก้ปัญหา และ นำไปสู่การตั้งสมมติฐานและค้นคว้า ต่อไป</p>	<p>5. ขยายความรู้ (Elaborate) เป็นขั้นที่ครูให้นักเรียนนำข้อสรุปที่ได้ ไปใช้อธิบายสถานการณ์อื่น ๆ โดยใช้ ทักษะที่เรียนมา เพื่อให้นักเรียนนำสิ่งที่ ได้จากการเรียนรู้มาใช้ในแก้ปัญหา ให้ นักเรียนมีความรู้มากขึ้น เป็นการขยาย กรอบแนวคิดและต่อเติมให้ชัดเจนมาก ยิ่งขึ้น</p>

ตารางที่ 2-2 (ต่อ)

Eisenkraft (2003)	ประสาท เนืองเฉลิม (2550)	พิมพ์พันธ์ เดชะคุปต์ และคณะ (2552)	ผู้วิจัย
<p>6. ขั้นประเมินผล (Evaluate) เป็นการประเมินผลการเรียนรู้ของนักเรียน ซึ่งมีทั้งการประเมินการปฏิบัติกิจกรรมในแต่ละขั้นตอนและการประเมินการเรียนรู้ของนักเรียนก่อนที่นักเรียนจะขยายความคิดรวบยอดและค้นพบปัญหาใหม่ โดยครูและนักเรียนมีส่วนร่วมในการประเมิน</p>	<p>6. ขั้นประเมินผล (Evaluation phase) เป็นการประเมินการเรียนรู้ด้วยกระบวนการต่าง ๆ ขั้นนี้จะช่วยให้นักเรียนสามารถนำความรู้ที่ได้มาประมวลและปรับประยุกต์ใช้ในเรื่องอื่น ๆ ได้ ครูควรส่งเสริมให้นักเรียนนำความรู้ใหม่ที่ได้อไปเชื่อมโยงกับความรู้เดิมและสร้างเป็นองค์ความรู้ใหม่ และเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ตรวจสอบซึ่งกันและกัน</p>	<p>6. ขั้นประเมินผล (Evaluate) เป็นการประเมินผลการเรียนรู้ของผู้เรียน ซึ่งมีทั้งการประเมินการปฏิบัติกิจกรรมในแต่ละขั้นตอน และการประเมินการเรียนรู้ของผู้เรียนก่อนที่ผู้เรียนจะขยายความคิดรวบยอดและค้นพบปัญหาใหม่ โดยผู้สอนและผู้เรียนมีส่วนร่วมในการประเมิน</p>	<p>6. ขั้นประเมินผล (Evaluate) เป็นขั้นตรวจสอบสิ่งที่นักเรียนได้เรียนรู้ ซึ่งเป็นการประเมินด้านความรู้และความเข้าใจ ใช้วิธีการประเมินผลโดยการซักถาม โดยครูและผู้เรียนมีส่วนร่วมในการประเมิน</p>
<p>7. ขั้นขยายความคิดรวบยอด (Extend) ครูส่งเสริมให้นักเรียนเชื่อมโยงความคิดรวบยอดหรือหัวข้อที่นักเรียนได้เรียนแล้วไปสู่ความคิดรวบยอดหรือหัวข้ออื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องและกระตุ้นให้นักเรียนเกิดปัญหาใหม่</p>	<p>7. ขั้นนำความรู้ไปใช้ (Extension phase) ครูจะต้องมีการจัดเตรียมโอกาสให้นักเรียนนำความรู้ที่ได้ไปปรับประยุกต์ใช้ให้เหมาะสมและเกิดประโยชน์ต่อชีวิตประจำวัน ครูทำหน้าที่กระตุ้นให้นักเรียนสามารถนำความรู้ไปสร้างความรู้ใหม่ ซึ่งจะช่วยให้นักเรียนสามารถถ่ายโอนการเรียนรู้ได้</p>	<p>7. ขั้นขยายความคิดรวบยอด (Extend) ผู้สอนส่งเสริมให้ผู้เรียนเชื่อมโยงความคิดรวบยอดที่ได้จากการเรียนรู้ไปสู่การเรียนรู้เรื่องอื่น ๆ ต่อไป อาจเริ่มจากการเปรียบเทียบข้อแตกต่างระหว่างเรื่องที่ศึกษากับเรื่องใหม่ที่เกี่ยวข้อง แต่ยังไม่ได้ทำการศึกษา และนำไปสู่วัฏจักรใหม่อีกครั้ง</p>	<p>7. ขั้นขยายความคิดรวบยอด (Extend) เป็นขั้นที่ครูจัดกิจกรรมให้ผู้เรียนเชื่อมโยงความคิดรวบยอดที่ได้เรียนรู้มาไปสู่การเรียนรู้เรื่องใหม่ พร้อมทั้งตั้งคำถาม เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนเกิดปัญหาใหม่</p>

4. บทบาทของครูและนักเรียนในการจัดการเรียนรู้ตามวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E)

ในการจัดการเรียนรู้ตามวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) นั้น ครูมีบทบาทสำคัญอย่างยิ่งต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้กับนักเรียน เพื่อให้กระบวนการเรียนรู้ของนักเรียนเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งมีนักการศึกษากล่าวถึงบทบาทของครูและนักเรียนในแต่ละขั้นของการจัดการเรียนรู้ตามวัฏจักรการเรียนรู้ ดังนี้

ประสาธ เนืองเฉลิม (2550, หน้า 28-30) กล่าวถึงบทบาทของครูและนักเรียนในแต่ละขั้นของการจัดการเรียนรู้ตามวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) ซึ่งสรุปได้ ดังตารางที่ 2-3

ตารางที่ 2-3 บทบาทของครูและนักเรียนในการจัดการเรียนรู้ตามวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) ตามแนวคิดของประสาธ เนืองเฉลิม

ขั้นการเรียนรู้	บทบาทของครู	บทบาทของนักเรียน
1. ตรวจสอบ ความรู้เดิม (Elicit)	<ul style="list-style-type: none"> - ตั้งคำถาม/ กำหนดประเด็นปัญหา - กระตุ้นให้นักเรียนได้แสดงความรู้เดิม - ตรวจสอบความรู้ประสบการณ์เดิม ของนักเรียน - เติมเต็มประสบการณ์เดิม - วางแผนการจัดการเรียนรู้ 	<ul style="list-style-type: none"> - ตอบคำถามตามความเข้าใจของ ตนเอง - แสดงความคิดเห็นอย่างอิสระ - อภิปรายร่วมกันระหว่างครูกับ นักเรียน และนักเรียนกับนักเรียน
2. คว้าความสนใจ (Engage)	<ul style="list-style-type: none"> - สร้างความสนใจ - กระตุ้นให้ร่วมกันคิด - ตั้งคำถามกระตุ้นให้คิด - สร้างความกระหายใคร่รู้ - ยกตัวอย่างประเด็นที่น่าสนใจ - จัดสถานการณ์ให้นักเรียนสนใจ - ตั้งคำถามที่ยังไม่ชัดเจนนักมาคิด และอภิปรายร่วมกัน 	<ul style="list-style-type: none"> - ถามคำถามตามประเด็น - แสดงความสนใจในเหตุการณ์ - กระหายอยากรู้คำตอบ - แสดงความคิดเห็นและนำเสนอ ความคิด - นำเสนอประเด็น/ สถานการณ์ ที่สนใจ - อภิปรายประเด็นที่ต้องการทราบ

ตารางที่ 2-3 (ต่อ)

ขั้นการเรียนรู้	บทบาทของครู	บทบาทของนักเรียน
3. สำรวจค้นหา (Explore)	<ul style="list-style-type: none"> - ส่งเสริมให้นักเรียนทำงานร่วมกันในการสำรวจตรวจสอบ - ชักถามนักเรียนเพื่อนำไปสู่การสำรวจค้นหา - สังเกตและรับฟังความคิดเห็นของนักเรียน - ให้ข้อเสนอแนะ คำปรึกษา แก่นักเรียน - ให้กำลังใจและเสนอประเด็นที่ชี้แนะแนวทางนำไปสู่การสำรวจตรวจสอบ - ส่งเสริมให้นักเรียนได้สำรวจตรวจสอบ โดยใช้ทักษะ/ กระบวนการ - ส่งเสริมคุณธรรม จริยธรรม - ส่งเสริมและพัฒนาเจตคติแก่นักเรียน 	<ul style="list-style-type: none"> - คิดอย่างอิสระแต่อยู่ในขอบเขตของกิจกรรมสำรวจตรวจสอบ - ทดสอบการคาดคะเนสมมติฐาน - คาดคะเนและตั้งสมมติฐานใหม่ - พยายามหาทางเลือกในการแก้ปัญหาและอภิปรายทางเลือกกับคนอื่น ๆ - บันทึกการสังเกตและให้ข้อคิดเห็น - ลงข้อสรุปบนพื้นฐานของข้อมูลที่มีความน่าเชื่อถือได้ - ใช้ทักษะ/ กระบวนการในการสำรวจตรวจสอบ - เสริมสร้างเจตคติ มีจรรยาบรรณ
4. อธิบาย (Explain)	<ul style="list-style-type: none"> - ส่งเสริมให้นักเรียนได้คิดและแสดงความคิดเห็นอย่างอิสระ - ส่งเสริมให้นักเรียนอธิบายความคิดรวบยอดตามความเข้าใจของตัวเอง - ให้นักเรียนแสดงหลักฐาน ให้เหตุผลอย่างเหมาะสม - ให้นักเรียนอธิบาย ให้คำจำกัดความและบ่งชี้ประเด็นที่สำคัญจากปรากฏการณ์ได้ - ให้นักเรียนใช้ประสบการณ์เดิมของตนเป็นพื้นฐานในการอธิบายความคิดรวบยอด 	<ul style="list-style-type: none"> - อธิบายการแก้ปัญหาหรือคำตอบที่เป็นไปได้ - รับฟังคำอธิบายของคนอื่นอย่างสร้างสรรค์ - คิดวิเคราะห์วิจารณ์ในประเด็นที่เพื่อนนำเสนอ - ถามคำถามอย่างสร้างสรรค์เกี่ยวกับสิ่งที่คนอื่นได้อธิบาย - รับฟังและพยายามทำความเข้าใจเกี่ยวกับสิ่งที่ครูอธิบาย - อ้างอิงกิจกรรมที่ได้ปฏิบัติมาแล้ว - ใช้ข้อมูลที่ได้จากการบันทึกการสังเกตประกอบคำอธิบาย

ตารางที่ 2-3 (ต่อ)

ขั้นการเรียนรู้	บทบาทของครู	บทบาทของนักเรียน
5. ขยายความรู้ (Elaborate)	<ul style="list-style-type: none"> - ส่งเสริมให้นักเรียนได้นำความรู้ที่เรียนมาไปปรับประยุกต์ใช้ให้เกิดประโยชน์อย่างสร้างสรรค์ - ส่งเสริมให้นักเรียนได้นำสิ่งที่นักเรียนได้เรียนรู้ไปประยุกต์ใช้หรือขยายความรู้ในสถานการณ์ใหม่ - ส่งเสริมให้นักเรียนได้ใช้ทักษะและกระบวนการที่เรียนรู้มาไปปรับใช้ตามบริบท - เปิดโอกาสให้นักเรียนได้อธิบายความรู้ความเข้าใจอย่างหลากหลาย - ให้นักเรียนอ้างอิงข้อมูลที่มีอยู่พร้อมทั้งแสดงหลักฐาน และถามคำถามเกี่ยวกับสิ่งที่นักเรียนได้เรียนรู้ 	<ul style="list-style-type: none"> - นำข้อมูลที่ได้จากการสำรวจตรวจสอบไปปรับประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ใหม่ที่คล้ายกับสถานการณ์เดิม - ใช้ข้อมูลเดิมในการถามตามความมุ่งหมายของการทดลอง - บันทึกการสังเกตข้ออธิบาย - ตรวจสอบความเข้าใจตนเองด้วยการอภิปรายข้อค้นพบกับเพื่อน ๆ
6. ประเมินผล (Evaluate)	<ul style="list-style-type: none"> - สังเกตนักเรียนในการนำความคิดรวบยอด และทักษะใหม่ไปปรับใช้ - ประเมินความรู้และทักษะของนักเรียน - หาหลักฐานที่แสดงว่านักเรียนได้เปลี่ยนความคิดหรือพฤติกรรม - ให้นักเรียนประเมินตนเองเกี่ยวกับการเรียนรู้และทักษะกระบวนการกลุ่ม - ถามคำถามปลายเปิดในประเด็นต่าง ๆ หรือสถานการณ์ที่กำหนดให้ 	<ul style="list-style-type: none"> - ตอบคำถามโดยอาศัยประจักษ์พยานหลักฐาน และคำอธิบายที่ยอมรับได้ - แสดงความรู้ความเข้าใจของตนเอง จากกิจกรรมสำรวจตรวจสอบ - เสนอแนะข้อคำถามหรือประเด็นที่เกี่ยวข้อง เพื่อส่งเสริมให้มีการนำกระบวนการไปใช้ในการสำรวจตรวจสอบต่อไป

ตารางที่ 2-3 (ต่อ)

ชั้นการเรียนรู้	บทบาทของครู	บทบาทของนักเรียน
7. นำความรู้ ไปใช้ (Extend)	<ul style="list-style-type: none"> - กระตุ้นให้นักเรียนตั้งข้อคำถาม - ตามประเด็นที่สอดคล้องกับบริบท - กระตุ้นให้นักเรียนนำสิ่งที่ได้เรียนรู้ไปปรับใช้ - แนะนำแนวทางในการนำความรู้เดิมไปสร้างเป็นองค์ความรู้ใหม่ - ปรับปรุงวิธีการจัดการเรียนการสอน 	<ul style="list-style-type: none"> - นำความรู้ที่ได้ไปปรับใช้ - อย่างเหมาะสม - ใช้ทักษะกระบวนการในการเชื่อมโยงเนื้อหาสาระไปสู่การแก้ปัญหา - มีคุณธรรม จริยธรรม - ในการนำความรู้ไปปรับใช้ในชีวิตประจำวัน

พิมพ์พันธ์ เศษะคุปต์ และคณะ (2552, หน้า 24-27) กล่าวถึงบทบาทของครูและนักเรียนในแต่ละขั้นของการจัดการเรียนรู้ตามวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) ซึ่งสรุปได้ ดังตารางที่ 2-4

ตารางที่ 2-4 บทบาทของครูและนักเรียนในการจัดการเรียนรู้ตามวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) ตามแนวคิดของพิมพ์พันธ์ เศษะคุปต์ และคณะ

ชั้นการเรียนรู้	บทบาทของครู	บทบาทของนักเรียน
1. ทบทวน ความรู้เดิม (Elicit)	<ul style="list-style-type: none"> - ตั้งคำถามเพื่อสำรวจความรู้เดิมของนักเรียน - สำรวจค้นหาความรู้หรือความคิดที่นักเรียนมีต่อหัวข้อที่จะศึกษา 	<ul style="list-style-type: none"> - ตอบคำถาม
2. สร้าง ความสนใจ (Engage)	<ul style="list-style-type: none"> - สร้างกิจกรรมที่น่าสนใจและกระตุ้นความสนใจของนักเรียน - กระตุ้นความอยากรู้อยากเห็นอยากเรียนรู้ของนักเรียน 	<ul style="list-style-type: none"> - ตั้งคำถาม เช่น อย่างไร ทำไม เพราะเหตุใด - แสดงความสนใจต่อเรื่องที่จะเรียน

ตารางที่ 2-4 (ต่อ)

ขั้นการเรียนรู้	บทบาทของครู	บทบาทของนักเรียน
3. สำรวจและค้นหา (Explore)	<ul style="list-style-type: none"> - กระตุ้นให้นักเรียนทำงาน โดยแก้ปัญหาการทำงานด้วยตนเอง - ในกรณีที่จำเป็น ครูตั้งคำถามเจาะประเด็นเพื่อช่วยในการศึกษาสำรวจ หรือการสังเกตของผู้เรียน - ให้นักเรียนในการปฏิบัติกิจกรรมอย่างเพียงพอ - ปฏิบัติตนเป็นที่ปรึกษาของนักเรียน 	<ul style="list-style-type: none"> - คิดอย่างอิสระ แต่ยังคงอยู่ในขอบเขตที่นำเสนอ - ทดสอบสมมติฐาน - สร้างคำทำนายหรือสมมติฐานใหม่ - ลองหาวิธีการที่ต่างออกไป และอภิปรายร่วมกับเพื่อน - บันทึกการสังเกตและความคิด - ไม่ด่วนลงความเห็นหรือด่วนสรุป
4. อธิบายและลงข้อสรุป (Explain)	<ul style="list-style-type: none"> - กระตุ้นให้นักเรียนอธิบายมโนทัศน์ คำจำกัดความ และหลักการตัวคำพูดของนักเรียนเอง - ถามเพื่อความกระจ่าง และปรับแก้ไขจากตัวนักเรียนเอง - ให้คำจำกัดความ คำอธิบาย และคำต่างๆ อีกครั้งหนึ่งอย่างเป็นทางการ - ใช้ประสบการณ์เดิมของนักเรียนเป็นพื้นฐานเบื้องต้นในการอธิบายมโนทัศน์ คำจำกัดความ และหลักการ 	<ul style="list-style-type: none"> - อธิบายวิธีการแก้ปัญหาที่เป็นไปได้ และตอบคำถามเพื่อนได้ - ฟังคำอธิบายของเพื่อนอย่างตั้งใจ และอย่างมีวิจารณญาณ - ตั้งคำถามต่อการอธิบายของเพื่อน - ฟังและพยายามทำความเข้าใจคำอธิบายของครู - เชื่อมโยงประสบการณ์กับกิจกรรมอื่น ๆ
5. ขยายความรู้ (Elaborate)	<ul style="list-style-type: none"> - พยายามให้นักเรียนใช้คำจำกัดความมโนทัศน์ และอธิบายสิ่งที่ได้เรียนรู้ไป - กระตุ้นให้นักเรียนประยุกต์ใช้ความรู้ และทักษะที่ได้เรียน ไปใช้ในสถานการณ์ใหม่ - ให้นักเรียนใช้ข้อมูล หรือหลักฐานที่มีอยู่แล้วตอบคำถาม เช่น นักเรียนรู้อะไรทำไมนักเรียนจึงคิดเช่นนั้น เป็นต้น 	<ul style="list-style-type: none"> - ประยุกต์คำศัพท์ คำนิยาม และคำอธิบายที่ได้เรียนรู้ใหม่ไปใช้ในสถานการณ์ใหม่ - ใช้ข้อมูลที่มีในการตอบคำถามเสนอแนวทางแก้ปัญหาการตัดสินใจ - ลงข้อสรุปที่เป็นเหตุเป็นผลจากหลักฐาน และ/ หรือข้อมูล - บันทึกการสังเกต และการอธิบาย - ตรวจสอบความเข้าใจของเพื่อน

ตารางที่ 2-4 (ต่อ)

ขั้นการเรียนรู้	บทบาทของครู	บทบาทของนักเรียน
6. ประเมินผล (Evaluate)	<ul style="list-style-type: none"> - สังเกตการณ์ประยุกต์ใช้ความรู้ และทักษะใหม่ of นักเรียน - ประเมินความรู้ ทักษะ และเจตคติ of นักเรียน - พยายามหาหลักฐานที่แสดงว่านักเรียน มีการเปลี่ยนแปลงความคิดและ พฤติกรรม - เปิดโอกาสให้นักเรียนประเมิน การเรียนรู้ของตนเอง ไม่ว่าจะเป็น เรื่องความรู้และกระบวนการกลุ่ม - ถามคำถามปลายเปิด เช่น ทำไมนักเรียนจึงคิดเช่นนั้น นักเรียนมีหลักฐานอะไรบ้าง นักเรียนรู้อะไรบ้างเกี่ยวกับสิ่งนั้น นักเรียนจะอธิบายเรื่องนั้นอย่างไร 	<ul style="list-style-type: none"> - ตอบคำถามของครู โดยใช้ข้อมูล จากการสังเกต และอธิบายสิ่งที่ ได้เรียน - แสดงว่าตนเองมีความรู้ ความเข้าใจหรือทักษะเรื่องนั้น
7. ขยายความคิด รวบยอด (Extend)	<ul style="list-style-type: none"> - ถามคำถามปลายเปิด เช่น นักเรียนมีความคิดเห็นอย่างไร กับเรื่องนี้ นักเรียนจะออกแบบ การแก้ปัญหาอย่างไร 	<ul style="list-style-type: none"> - ตอบคำถาม

จากการศึกษาบทบาทของครูและนักเรียนในการจัดการเรียนรู้ตามวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) ของนักการศึกษาที่ได้กล่าวมานั้น สามารถสรุปได้ ดังตารางที่ 2-5

ตารางที่ 2-5 บทบาทของครูและนักเรียนในการจัดการเรียนรู้ตามวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E)
ของผู้วิจัย

ขั้นการเรียนรู้	บทบาทของครู	บทบาทของนักเรียน
1. ทบทวน ความรู้เดิม (Elicit)	<ul style="list-style-type: none"> - ตั้งคำถาม - ตรวจสอบความรู้เดิมของนักเรียน - เต็มเต็มประสบการณ์เดิม 	<ul style="list-style-type: none"> - ตอบคำถาม - แสดงความคิดเห็น - อภิปรายร่วมกัน
2. สร้าง ความสนใจ (Engage)	<ul style="list-style-type: none"> - จัดกิจกรรมให้นักเรียนสนใจ - กระตุ้นความสนใจของนักเรียน - ตั้งคำถามกระตุ้น 	<ul style="list-style-type: none"> - ตั้งคำถาม - แสดงความสนใจ - นำเสนอประเด็น/ สถานการณ์ที่สนใจ - อภิปรายประเด็นที่ต้องการทราบ
3. สำรวจและ ค้นหา (Explore)	<ul style="list-style-type: none"> - กระตุ้นให้นักเรียนทำงานร่วมกัน - ครูตั้งคำถามเจาะประเด็นเพื่อนำไป สู่การสำรวจและค้นหา - สังเกตและรับฟังความคิดเห็นของนักเรียน - ให้ข้อเสนอแนะ และคำปรึกษาแก่นักเรียน 	<ul style="list-style-type: none"> - คิดอย่างอิสระ แต่ยังคงอยู่ในขอบเขตที่นำเสนอ - ทดสอบสมมติฐาน - คาดคะเนหรือตั้งสมมติฐานใหม่ - ลองหาวิธีการที่ต่างออกไป และอภิปรายร่วมกับเพื่อน - บันทึกการสังเกตและความคิด
4. อธิบายและ ลงข้อสรุป (Explain)	<ul style="list-style-type: none"> - กระตุ้นให้นักเรียนอธิบายความคิดรวบยอดตามความเข้าใจของตัวเอง - ใช้ประสบการณ์เดิมของนักเรียนเป็นพื้นฐานเบื้องต้นในการอธิบายความคิดรวบยอด - ให้นักเรียนแสดงหลักฐาน ให้เหตุผลอย่างเหมาะสม 	<ul style="list-style-type: none"> - อธิบายวิธีการแก้ปัญหาที่เป็นไปได้ - ฟังคำอธิบายของคนอื่นอย่างสร้างสรรค์ - ตั้งคำถามต่อการอธิบายของเพื่อน - ฟังและพยายามทำความเข้าใจคำอธิบายของครู - เชื่อมโยงประสบการณ์กับกิจกรรมอื่น ๆ

ตารางที่ 2-5 (ต่อ)

ขั้นการเรียนรู้	บทบาทของครู	บทบาทของนักเรียน
5. ขยายความรู้ (Elaborate)	<ul style="list-style-type: none"> - กระตุ้นให้นักเรียนใช้ความรู้และทักษะที่ได้เรียนไปใช้ในสถานการณ์ใหม่ - ให้นักเรียนใช้ข้อมูล หรือหลักฐานที่มีอยู่แล้วตอบคำถาม - เปิดโอกาสให้นักเรียนได้อธิบายความรู้ความเข้าใจอย่างหลากหลาย - ให้นักเรียนอ้างอิงข้อมูลที่มีอยู่พร้อมทั้งแสดงหลักฐาน และถามคำถามเกี่ยวกับสิ่งที่นักเรียนได้เรียนรู้ 	<ul style="list-style-type: none"> - นำข้อมูลที่ได้ไปใช้ในสถานการณ์ใหม่ - ใช้ข้อมูลที่มีในการตอบคำถาม เสนอแนวทางแก้ปัญหา การตัดสินใจ - ลงข้อสรุปที่เป็นเหตุเป็นผลจากหลักฐาน และ/หรือข้อมูล - บันทึกการสังเกต และการอธิบาย - ตรวจสอบความเข้าใจของเพื่อน
6. ประเมินผล (Evaluate)	<ul style="list-style-type: none"> - ประเมินความรู้ และทักษะของนักเรียน - หาหลักฐานที่แสดงว่านักเรียนได้เปลี่ยนความคิดหรือพฤติกรรม - เปิดโอกาสให้นักเรียนประเมินการเรียนรู้ของตนเอง เกี่ยวกับการเรียนรู้และกระบวนการกลุ่ม - ถามคำถามปลายเปิด ในประเด็นต่าง ๆ หรือสถานการณ์ที่กำหนดให้ 	<ul style="list-style-type: none"> - ตอบคำถามของครู โดยใช้ข้อมูลจากการสังเกต และอธิบายสิ่งที่ได้เรียน - แสดงว่าตนเองมีความรู้ความเข้าใจหรือทักษะเรื่องนั้น
7. ขยายความคิด รวบยอด (Extend)	<ul style="list-style-type: none"> - กระตุ้นให้นักเรียนตั้งข้อคำถามตามประเด็นที่สอดคล้องกับบริบท - กระตุ้นให้นักเรียนนำสิ่งที่ได้เรียนรู้ไปปรับใช้ - แนะนำแนวทางในการนำความรู้เดิมไปสร้างเป็นองค์ความรู้ใหม่ 	<ul style="list-style-type: none"> - นำความรู้ที่ได้ไปปรับใช้อย่างเหมาะสม - ใช้ทักษะกระบวนการในการเชื่อมโยงเนื้อหาสาระไปสู่การแก้ปัญหา

ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

1. ความหมายของปัญหาทางคณิตศาสตร์

มีนักการศึกษาหลายท่าน และหน่วยงานทางการศึกษาได้ให้ความหมายของปัญหาทางคณิตศาสตร์ไว้ ดังนี้

แอนเดอร์สัน และพิงกรี (Anderson & Pingry, 1973, p. 228) ได้กล่าวว่า ปัญหาทางคณิตศาสตร์เป็นสถานการณ์หรือคำถามที่ต้องการวิธีการแก้ไขหรือหาคำตอบซึ่งผู้ตอบอาจจะทำได้ดีต้องมีวิธีการที่เหมาะสม ใช้ความรู้ ประสบการณ์ และการตัดสินใจ

ครูลิก และรูดนิค (Krulik & Rudnick, 1993, p. 6) ได้กล่าวไว้ว่า ปัญหาทางคณิตศาสตร์คือ สถานการณ์ที่เป็นประโยคภาษา คำตอบจะเกี่ยวข้องกับปริมาณซึ่งปัญหานั้นไม่ได้ระบุวิธีการหรือการดำเนินการในการแก้ปัญหาไว้อย่างชัดเจน ผู้แก้ปัญหจะต้องค้นหาว่าจะใช้วิธีการใดในการหาคำตอบของปัญหา ซึ่งคือการได้มาซึ่งคำตอบของปัญหา

อดัมส์ เอลลิสและบีสัน (Adams, Ellis & Beeson, 1977, p. 176) ได้กล่าวว่า ปัญหาทางคณิตศาสตร์เป็นสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับปริมาณและคำตอบที่ต้องการจะเกี่ยวข้องกับปริมาณด้วย ปัญหาทางคณิตศาสตร์จะรวมถึงปัญหาที่เป็นภาษา ปัญหาที่เป็นเรื่องราว และปัญหาที่เป็นคำพูด

ปรีชา เนาวิθένผล (2537, หน้า 62) ได้ให้ความหมายของปัญหาทางคณิตศาสตร์สรุปได้ดังนี้

1. เป็นสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ที่ต้องการคำตอบซึ่งอาจอยู่ในรูปปริมาณ หรือจำนวน หรือคำอธิบายให้เหตุผล
2. เป็นสถานการณ์ที่ผู้แก้ปัญหาไม่คุ้นเคยมาก่อน ไม่สามารถหาคำตอบได้ในทันทีทันใด ต้องใช้ทักษะความรู้ และประสบการณ์หลาย ๆ อย่างประมวลเข้าด้วยกันจึงหาคำตอบได้
3. สถานการณ์ใดจะเป็นปัญหาหรือไม่ขึ้นอยู่กับบุคคลผู้แก้ปัญหา และเวลา สถานการณ์หนึ่งอาจเป็นปัญหาสำหรับบุคคลหนึ่ง แต่อาจไม่ใช่ปัญหาสำหรับบุคคลอีกคนหนึ่งก็ได้ และสถานการณ์ที่เคยเป็นปัญหาสำหรับบุคคลหนึ่งในอดีต อาจไม่เป็นปัญหาสำหรับบุคคลนั้นแล้วในปัจจุบัน

สมเดช บุญประจักษ์ (2543, หน้า 1) ได้กล่าวว่า ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เป็นสถานการณ์ที่บุคคลคงที่หรือกลุ่มบุคคลเผชิญและต้องการหาคำตอบ ซึ่งยังไม่รู้วิธีทางที่จะได้คำตอบของปัญหาในทันที ต้องใช้ความรู้และวิธีการต่าง ๆ ที่มีอยู่มาผสมผสานเป็นแนวทางใหม่ในการหาคำตอบของปัญหา

สสวท. (2551, หน้า 6-7) ได้ให้ความหมายไว้ว่า ปัญหาทางคณิตศาสตร์ หมายถึง สถานการณ์ที่เกี่ยวกับคณิตศาสตร์ซึ่งเผชิญอยู่และต้องการหาคำตอบ โดยที่ยังไม่รู้วิธีการหรือ ขั้นตอนที่จะได้คำตอบของสถานการณ์นั้นในทันที

จากความหมายของปัญหาทางคณิตศาสตร์ข้างต้น พอสรุปได้ว่า ปัญหาทางคณิตศาสตร์ คือสถานการณ์ที่ต้องการคำตอบ โดยที่ยังไม่รู้วิธีการหรือขั้นตอนที่จะได้คำตอบของสถานการณ์นั้นในทันที ต้องใช้ความรู้ ประสบการณ์ ที่ได้เรียนรู้มาใช้ในการหาคำตอบ

2. ความหมายของการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

ในการที่ผู้เรียนจะแก้ปัญหาในวิชาคณิตศาสตร์ได้นั้น จะต้องเข้าใจในความหมายของการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ก่อน โดยมีนักการศึกษาได้ให้ความหมายไว้ดังนี้

โพลยา (Polya, 1980, p. 1) กล่าวว่า การแก้ปัญหาคณิตศาสตร์เป็นการหาวิธีที่จะหาสิ่งที่ไม่รู้ในปัญหา เป็นการหาวิธีการที่จะนำสิ่งที่ยุ่งยากออกไป หาวิธีการที่จะเอาชนะอุปสรรคที่เผชิญอยู่เพื่อให้ได้ข้อลงเอย หรือคำตอบที่มีความชัดเจน แต่ว่าสิ่งเหล่านี้ไม่ได้เกิดขึ้นในทันทีทันใด

เคนเนดี (Kennedy, 1984, p. 81) ได้ให้ความหมายของการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ว่าเป็นการแสดงออกของแต่ละบุคคลในการตอบสนองสถานการณ์ที่เป็นปัญหา

สภาครุคณิตศาสตร์แห่งชาติสหรัฐอเมริกา (NCTM, 2000, p. 52) กล่าวว่า การแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ คือ การทำงานที่ยังไม่รู้วิธีการที่ได้มาซึ่งคำตอบในทันที ในการหาคำตอบนักเรียนจะต้องใช้ประโยชน์ จากความรู้ที่มีอยู่เหล่านั้นเพื่อนำไปสู่กระบวนการแก้ปัญหา นักเรียนจะต้องฝึกฝนบ่อย ๆ เพื่อที่จะพัฒนา และทำให้เกิดความรู้ใหม่ ๆ การแก้ปัญหาไม่ได้มีเป้าหมายในการหาคำตอบเพียงอย่างเดียว แต่ขึ้นอยู่กับวิธีการของการกระทำให้ได้มาของคำตอบ นักเรียนจะต้องหาโอกาส ฝึกฝนอยู่เป็นประจำ รวมทั้งได้แก้ปัญหาที่ซับซ้อนขึ้นและให้มีการสะท้อนแนวคิดในการแก้ปัญหานั้นออกมาด้วย

ปรีชา เนาว์เย็นผล (2537, หน้า 62) กล่าวว่า การแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ เป็นการหาวิธีการเพื่อให้ได้คำตอบของปัญหาคณิตศาสตร์ ซึ่งผู้แก้ปัญหาก็จะต้องใช้ความรู้ ความคิดและประสบการณ์เดิมประมวลเข้ากับสถานการณ์ใหม่ที่กำหนดในปัญหา

สมเดช บุญประจักษ์ (2543, หน้า 1) กล่าวว่า การแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ เป็นการหาวิธีเพื่อให้ได้คำตอบของปัญหาทางคณิตศาสตร์ ซึ่งผู้แก้ปัญหาก็จะต้องใช้ความรู้ ความคิด และประสบการณ์เดิมประมวลเข้ากับสถานการณ์ใหม่ที่กำหนด

สสวท. (2551, หน้า 6-7) การแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ หมายถึง กระบวนการในการประยุกต์ความรู้ทางคณิตศาสตร์ ขั้นตอน/ กระบวนการแก้ปัญหา ยุทธวิธีแก้ปัญหา และประสบการณ์ที่มีอยู่ไปใช้ในการค้นหาคำตอบ ของปัญหาทางคณิตศาสตร์

จากความหมายของการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ข้างต้น พอสรุปได้ว่า การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เป็นวิธีการในการหาคำตอบของปัญหาหรือสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับคณิตศาสตร์ โดยใช้ความรู้ ประสบการณ์ที่ได้เรียนรู้มา

3. ความหมายของความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

มีนักการศึกษาหลายท่านและหน่วยงานทางการศึกษาได้ให้ความหมายของความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ไว้ ดังนี้

ปรีชา เนาว์เย็นผล (2537, หน้า 8) สรุปว่า ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เป็นการหาวิธีการเพื่อให้ได้มาซึ่ง คำตอบของปัญหา ซึ่งผู้แก้ปัญหจะต้องใช้ความรู้ ความคิด และประสบการณ์เดิม ประมวลเข้ากับสถานการณ์ใหม่ที่กำหนดในปัญหา

สมเดช บุญประจักษ์ (2540, หน้า 14) กล่าวว่า ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เป็นกระบวนการที่บุคคลใช้ความรู้ ทักษะและการดำเนินการทางคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหา ทั้งปัญหาธรรมดาและปัญหาแปลกใหม่ การแก้ปัญหาก็รวมถึงกระบวนการแก้ปัญหาทั้งหมด ไม่ใช่แค่เพียงผลลัพธ์สุดท้าย

อัมพร ม้าคอง (2553, หน้า 39) กล่าวว่า ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของผู้เรียนรวมถึงความสามารถต่อไปนี้

1. ใช้ความรู้คณิตศาสตร์ในการทำความเข้าใจปัญหา และวิเคราะห์แนวทางการแก้ปัญหา
2. ประเมินการแก้ปัญหาที่เชื่อว่าเหมาะสมและมีประสิทธิภาพเพียงใด และประเมินความสมเหตุสมผลหรือความถูกต้องของคำตอบที่ได้
3. พิสูจน์และแปลความหมายผลที่ได้จากการแก้ปัญหาโดยคำนึงถึงปัญหาเดิม
4. พัฒนาและใช้กลวิธีแก้ปัญหามากมาย โดยเน้นปัญหาหลายขั้นตอนและปัญหาที่ไม่คุ้นเคย
5. ปรับเปลี่ยนและขยายความเกี่ยวกับวิธีการแก้ปัญหา ใช้แนวคิดในการหาคำตอบและกลวิธีแก้ปัญหากับปัญหาใหม่

สสวท. (2555, หน้า 7) สรุปว่า ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ หมายถึง กระบวนการในการประยุกต์ความรู้ทางคณิตศาสตร์ ขั้นตอน/ กระบวนการแก้ปัญหา ยุทธวิธีการแก้ปัญหา และประสบการณ์ที่มีอยู่ไปใช้ในการค้นหาคำตอบของปัญหาทางคณิตศาสตร์

จากที่กล่าวมาข้างต้นสามารถสรุปได้ว่า ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการหาวิธีการในการหาคำตอบของปัญหาหรือสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับ

คณิตศาสตร์ โดยใช้ความรู้ ประสบการณ์ที่ได้เรียนรู้มา ซึ่งผู้วิจัยนำความรู้ในส่วนนี้ไปสร้างแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

4. กระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

นักการศึกษาหลายท่านได้นำเสนอกระบวนการหรือขั้นตอนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ไว้ ดังนี้

โพลยา (Polya, 1957, pp. 5-19) ได้นำเสนอขั้นตอนในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เพื่อให้ผู้เรียนเข้าใจปัญหาอย่างถ่องแท้ มีการวางแผน และดำเนินการแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบและมีประสิทธิภาพ ทำให้ได้คำตอบที่ถูกต้องหรือผลเฉลยที่เป็นเหตุเป็นผลจากการแก้ปัญหา ขั้นตอนของกระบวนการดังกล่าวมี 4 ขั้น ดังนี้

ขั้นที่ 1 การทำความเข้าใจปัญหา (Understanding the problem)

ขั้นตอนนี้เป็นขั้นเริ่มต้นของการแก้ปัญหาที่ต้องการให้นักเรียนคิดเกี่ยวกับปัญหา และตัดสินใจว่าจะอะไรคือสิ่งที่ต้องการค้นหา นักเรียนต้องทำความเข้าใจปัญหาและระบุส่วนสำคัญของปัญหา ซึ่งได้แก่ ตัวไม่รู้ค่า ข้อมูลและเงื่อนไข ในการทำความเข้าใจปัญหา นักเรียนต้องพิจารณาส่วนสำคัญของปัญหาอย่างถี่ถ้วน พิจารณาหลากหลายมุมมอง โดยใช้วิธีต่าง ๆ ช่วยในการทำความเข้าใจปัญหา เช่น การเขียนภาพ การเขียนแผนภูมิ หรือการเขียนสาระของปัญหาด้วยถ้อยคำของตนเอง

ขั้นที่ 2 การวางแผนแก้ปัญหา (Devising a plan)

ขั้นตอนนี้ต้องการให้นักเรียนค้นหาความเชื่อมโยงหรือความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลกับตัวไม่รู้ค่า แล้วนำความสัมพันธ์นั้นมาผสมผสานกับประสบการณ์ในการแก้ปัญหา เพื่อกำหนดแนวทางในการแก้ปัญหา และเลือกกลยุทธ์ในการแก้ปัญหา

ขั้นที่ 3 การดำเนินการตามแผน (Carrying out the plan)

ขั้นตอนนี้ต้องการให้นักเรียนลงมือปฏิบัติตามแนวทางหรือแผนที่วางไว้ โดยเริ่มจากการตรวจสอบความเป็นไปได้ของแผน เพิ่มเติมรายละเอียดต่าง ๆ ของแผนให้ชัดเจนแล้วลงมือปฏิบัติจนกระทั่งสามารถหาคำตอบได้ ถ้าแผนหรือกลยุทธ์ในการแก้ปัญหาที่เลือกไว้ไม่สามารถแก้ปัญหาได้ นักเรียนต้องค้นหาแผนหรือกลยุทธ์ในการแก้ปัญหาใหม่

ขั้นที่ 4 การตรวจสอบผล (Looking back)

ขั้นตอนนี้ต้องการให้นักเรียนมองย้อนกลับไปยังคำตอบที่ได้มาโดยเริ่มจากการตรวจสอบความถูกต้อง ความสมเหตุสมผลและกลยุทธ์ในการแก้ปัญหาที่ใช้ แล้วพิจารณาว่ามีคำตอบหรือกลยุทธ์ในการแก้ปัญหายังอื่นอีกหรือไม่

ครูลิก และรูดนิค (Krulik & Rudnick, 1993, pp. 39-57) กล่าวถึงลำดับขั้นตอนของการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ 5 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นการอ่านและทำความเข้าใจ (Read and think) เป็นขั้นที่นักเรียนได้อ่านข้อปัญหา ตีความจากภาษา สร้างความสัมพันธ์ และระลึกถึงสถานการณ์ที่คล้ายคลึงกัน ซึ่งโดยทั่วไปแล้วปัญหาจะประกอบด้วยข้อเท็จจริงและคำถามอยู่รวมกันอาจทำให้เกิดการไขว้เขวได้ ในขั้นนี้ นักเรียนจะต้องแยกแยะข้อเท็จจริงและข้อคำถาม มองเห็นภาพของเหตุการณ์ บอกสิ่งที่กำหนดและสิ่งที่ต้องการ และกล่าวถึงปัญหาในภาษาของตนเองได้

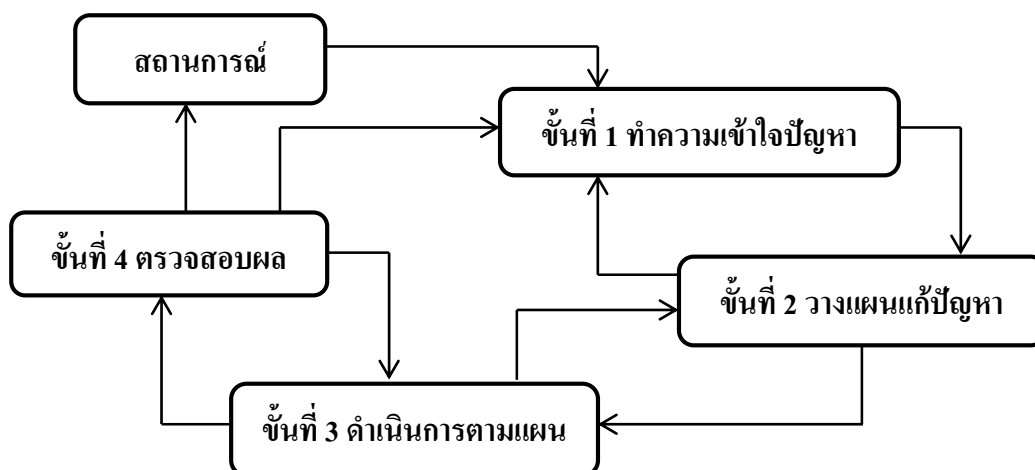
ขั้นที่ 2 ขั้นสำรวจและวางแผน (Explorer and plan) ในขั้นนี้ผู้แก้ปัญหาจะวิเคราะห์และสังเคราะห์ข้อมูลที่มีอยู่ปัญหา รวบรวมข้อมูล พิจารณาว่าข้อมูลที่มีอยู่เพียงพอหรือไม่ เชื่อมโยงข้อมูลเข้ากับความรู้เดิม เพื่อหาคำตอบที่เป็นไปได้ แล้ววางแผนเพื่อแก้ปัญหา โดยนำเอาข้อมูลที่มีอยู่มาสร้างเป็นแผนภาพหรือรูปแบบต่าง ๆ เช่น แผนผัง ตาราง กราฟ หรือวาดภาพประกอบ

ขั้นที่ 3 ขั้นเลือกวิธีการแก้ปัญหา (Select a strategy) ในขั้นนี้ผู้แก้ปัญหามองเลือกวิธีการที่เหมาะสมที่สุด แต่ละบุคคลจะเลือกใช้วิธีการแก้ปัญหาที่แตกต่างกันไป และในการแก้ปัญหาหนึ่งปัญหาอาจมีการนำเอาหลาย ๆ วิธีการแก้ปัญหามาประยุกต์เพื่อแก้ปัญหานั้นก็ได้

ขั้นที่ 4 การค้นหาคำตอบ (Find an answer) เมื่อเข้าใจปัญหาและเลือกวิธีการในการแก้ปัญหาได้แล้ว นักเรียนควรจะประมาณคำตอบที่เป็นไปได้ ในขั้นนี้นักเรียนควรลงมือปฏิบัติด้วยวิธีการทางคณิตศาสตร์ให้ได้มาซึ่งคำตอบที่ถูกต้อง ซึ่งจะต้องอาศัยการประมาณค่า การใช้ทักษะการคิดคำนวณ การใช้ทักษะทางพีชคณิต และการใช้ทักษะทางเรขาคณิต

ขั้นที่ 5 การมองย้อนและขยายผล (Reflect and extend) ถ้าคำตอบที่ได้ไม่ใช่ผลที่ต้องการก็ต้องย้อนกลับไปยังกระบวนการที่ใช้ในการแก้ปัญหาเพื่อหาวิธีการที่ใช้ในการหาคำตอบที่ถูกต้องใหม่ และนำเอาวิธีการที่ได้มาซึ่งคำตอบที่ถูกต้องไปประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหาในสถานการณ์อื่นต่อไป ในขั้นนี้ประกอบด้วย การตรวจสอบคำตอบ การค้นหาทางเลือกที่นำไปสู่ผลลัพธ์ การมองความสัมพันธ์ระหว่างข้อเท็จจริงและคำถาม การขยายผลลัพธ์ที่ได้ การพิจารณาผลลัพธ์ที่ได้ และการสร้างสรรค์ปัญหาที่น่าสนใจจากข้อปัญหาเดิม

วิลสัน เฟอร์นันเดซ และฮาดาเวย์ (Wilson, Fernandez & Hadaway, 1993, pp. 60-62 อ้างถึงใน สสวท., 2555, หน้า 10-11) ได้เสนอแนะกรอบแนวคิดเกี่ยวกับกระบวนการแก้ปัญหาที่แสดงความเป็นพลวัต มีลำดับไม่ตายตัว สามารถวนไปเวียนมาได้ ดังภาพที่ 2-1



ภาพที่ 2-1 กระบวนการแก้ปัญหาที่เป็นพลวัตตามแนวคิดของวิลสัน เฟอร์นันเดซ และฮาตาเวย์ (สสวท., 2555, หน้า 10)

จากภาพที่ 2-1 สามารถอธิบายได้ว่า เมื่อเผชิญสถานการณ์ที่เป็นปัญหา นักเรียนจะต้องเริ่มทำความเข้าใจกับปัญหาก่อน หลังจากนั้นวางแผนแก้ปัญหา พร้อมทั้งกำหนดยุทธวิธีที่เหมาะสมในการแก้ปัญหานั้น แล้วดำเนินการแก้ปัญหตามแผนที่วางไว้จนกระทั่งสามารถหาคำตอบได้ สุดท้ายพิจารณาความถูกต้อง ความสมเหตุสมผลของคำตอบที่ได้ และยุทธวิธีที่ใช้แก้ปัญหา สำหรับทิศทางของลูกศรนั้น เป็นการแสดงการพิจารณาหรือตัดสินใจที่จะเคลื่อนการกระทำจากขั้นที่ตอนหนึ่งไปสู่อีกขั้นตอนหนึ่ง หรือพิจารณาย้อนกลับไปขั้นตอนก่อนหน้า เมื่อมีปัญหาหรือข้อสงสัย เช่น เมื่อนักเรียนทำการแก้ปัญหในขั้นที่ 1 คือ ขั้นทำความเข้าใจปัญหา และคิดว่ามีความเข้าใจปัญหาดีแล้ว ก็เคลื่อนการกระทำไปสู่ขั้นวางแผนแก้ปัญหาหรือขณะที่นักเรียนดำเนินการตามแผนที่วางไว้ในขั้นตอนที่ 3 แต่ไม่สามารถดำเนินการต่อไปได้ นักเรียนอาจย้อนกลับไปเริ่มวางแผนใหม่ในขั้นตอนที่ 2 หรือทำความเข้าใจใหม่ในขั้นตอนที่ 1 ก็ได้ ไม่จำเป็นต้องเริ่มต้นใหม่ในขั้นทำความเข้าใจปัญหาเสมอไป เรียกกระบวนการแก้ปัญหตามแนวคิดของวิลสัน เฟอร์นันเดซ และฮาตาเวย์ ว่าเป็น กระบวนการแก้ปัญหาที่เป็นพลวัต (สสวท., 2555, หน้า 10-11)

สิริพร ทิพย์คง (2545, หน้า 97) กล่าวถึงกระบวนการแก้ปัญหทางคณิตศาสตร์ ประกอบด้วย 4 ขั้นตอน ดังนี้

1. การทำความเข้าใจปัญหาหรือวิเคราะห์ปัญหา ผู้เรียนต้องแยกแยะว่าโจทย์กำหนดอะไรมาให้ โจทย์ต้องการให้หาอะไรหรือถามอะไร หรือให้พิสูจน์อะไร
2. การวางแผนการแก้ปัญหา เป็นขั้นตอนสำคัญที่สุด ซึ่งผู้เรียนต้องอาศัยทักษะในการนำความรู้ หลักการ กฎ สูตร หรือทฤษฎีที่เรียนรู้แล้วมาใช้ เช่น การเขียนภาพลายเส้น

การเขียนตาราง แผนภาพ ช่วยในการแก้ปัญหา บางครั้งในบางปัญหาอาจใช้ทักษะในการประมาณค่า การคาดเดาคำตอบประกอบด้วย

3. การดำเนินการแก้ปัญหาตามแผนที่วางไว้ ซึ่งอาจใช้ทักษะการคิดคำนวณหรือการดำเนินการทางคณิตศาสตร์ การพิสูจน์

4. การตรวจสอบหรือการมองย้อนกลับ มีวิธีการอื่นในการหาคำตอบหรือไม่ ตลอดจนการพิจารณาความสมเหตุสมผลของคำตอบ

สสวท. (2555, หน้า 103) ได้เสนอขั้นตอนการแก้ปัญหาที่ใช้ในการแก้ปัญหาวทางคณิตศาสตร์ ซึ่งประกอบด้วยขั้นตอนสำคัญ 4 ขั้นตอน ดังนี้

1. ทำความเข้าใจปัญหา ผู้เรียนจะต้องทำความเข้าใจปัญหาที่พบในประเด็นต่าง ๆ คือ 1) ปัญหาถามว่าอย่างไร 2) ข้อมูลที่กำหนดให้มีอะไรบ้าง และ 3) มีเงื่อนไขหรือต้องการข้อมูลใดเพิ่มเติมอีกหรือไม่ การวิเคราะห์ปัญหาจะช่วยให้เข้าใจปัญหาสามารถทำได้ด้วยการเขียนแสดงประเด็นต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับปัญหา

2. วางแผนการแก้ปัญหา ขั้นตอนนี้จะเป็นการคิดวางแผนเพื่อหาวิธีการแก้ปัญหา โดยใช้ข้อมูลจากปัญหาที่ได้วิเคราะห์ไว้แล้วในขั้นตอนที่ 1 ประกอบกับข้อมูลและความรู้ที่เกี่ยวข้องกับปัญหานั้นมาใช้ประกอบการวางแผนปัญหา ในกรณีที่ต้องตรวจสอบปัญหาโดยการทดลอง ขั้นตอนนี้ก็จะเป็นการวางแผนการทดลอง ซึ่งประกอบด้วยการสร้างข้อความคาดการณ์ การออกแบบการทดลองเพื่อตรวจสอบข้อความคาดการณ์ และแนวทางหรือเกณฑ์ในการประเมินผลการแก้ปัญหา

3. ดำเนินการแก้ปัญหา ขั้นตอนนี้จะเป็นการลงมือแก้ปัญหาตามที่ไว้วางแผนไว้แล้วและตรวจสอบความถูกต้องหรือความสมเหตุสมผลของคำตอบที่ได้ ถ้าคำตอบไม่ถูกต้องก็ดำเนินการแก้ปัญหาใหม่อีกครั้ง โดยผู้เรียนจะต้องมองย้อนกลับไปที่กระบวนการทำงานเพื่อตรวจสอบว่ามีข้อบกพร่องในส่วนใด เช่น ใช้ข้อมูลที่กำหนดให้ไม่ถูกต้อง หรือมีการคำนวณผิดพลาด

4. ตรวจสอบการแก้ปัญหา เป็นการประเมินภาพรวมของการแก้ปัญหาทั้งด้านวิธีการแก้ปัญหา ผลของการแก้ปัญหา การตัดสินใจ และการนำไปประยุกต์ใช้ ตลอดจนการมองย้อนกลับไปยังขั้นตอนต่าง ๆ เพื่อตรวจสอบว่ามีคำตอบหรือวิธีแก้ปัญหาแบบอื่นหรือไม่ เพื่อนำมาปรับปรุงแก้ไขวิธีแก้ปัญหาให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น ตลอดจนการขยายผลการแก้ปัญหาให้อยู่ในรูปของหลักการทั่วไป

จากการศึกษากระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ในข้างต้น ทำให้สรุปได้ว่ากระบวนการในการแก้ปัญหาวทางคณิตศาสตร์ของนักศึกษานั้นมีลักษณะที่คล้ายคลึงกัน แต่มีจำนวนขั้นตอนแตกต่างกัน ซึ่งผู้วิจัยได้ปรับใช้กระบวนการแก้ปัญหาวทางคณิตศาสตร์

ให้เหมาะสมกับเนื้อหาที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เพื่อใช้ในการสร้างแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยแบ่งออกเป็น 4 ขั้นตอน ดังนี้

1. ขั้นทำความเข้าใจปัญหา เป็นขั้นที่นักเรียนต้องทำความเข้าใจโจทย์ ว่าต้องการหาอะไร โดยเขียนแสดงข้อมูลของสิ่งที่โจทย์กำหนดให้และสิ่งที่โจทย์ต้องการ
2. ขั้นวางแผนแก้ปัญหา เป็นขั้นที่นักเรียนสมมติตัวแปร และเขียนสมการได้ตรงตามเงื่อนไขของโจทย์ปัญหา
3. ขั้นดำเนินการแก้ปัญหา เป็นขั้นที่นักเรียนแสดงการแก้ปัญหาเป็นลำดับขั้นตอน
4. ขั้นตรวจสอบและสรุปคำตอบ เป็นขั้นที่นักเรียนตรวจสอบและสรุปคำตอบว่าผลที่ได้เป็นไปตามที่ต้องการถูกต้อง

5. แนวทางการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

มีนักการศึกษาหลายท่านได้ให้แนวทางการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ไว้ ดังนี้

บาร์ดี (Baroody, 1993, pp. 2-31) กล่าวถึง การสอนการแก้ปัญหาไว้ 3 แนวทางสรุปได้ดังนี้

1. การสอนโดยใช้การแก้ปัญหา (Teaching via problem solving) แนวทางนี้ให้ความสำคัญกับการใช้การแก้ปัญหาในการสอนเนื้อหา เป็นเครื่องมือสำหรับฝึกการคำนวณปัญหาที่ใช้จะแสดงให้เห็นว่ามีความสัมพันธ์กับโลกแห่งความเป็นจริง ปัญหาถูกใช้ในการเริ่มต้นและเป็นการกระตุ้นให้เกิดการอภิปรายเกี่ยวกับหัวข้อนั้น ๆ ในบางครั้งปัญหาถูกกระตุ้นให้นักเรียนตั้งใจเรียนและเป็นสิ่งที่ควบคุมเนื้อหา วิธีการหนึ่งที่จะสอนโดยใช้ปัญหา คือ แสดงปัญหาตั้งแต่เริ่มต้นโดยการแสดงให้นักเรียนเห็นว่าพวกเขาจะมีความสามารถแก้ปัญหานั้นได้ อีกวิธีหนึ่งคือ ใช้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ในการแสดงทักษะการเรียนรู้

2. การสอนเกี่ยวกับการแก้ปัญหา (Teaching about problem solving) แนวทางนี้นำไปสู่การสอนโดยตรงเกี่ยวกับยุทธวิธีการแก้ปัญหาทั่วไป ปัญหาเป็นการอธิบายหรือแสดงให้เห็นถึงกระบวนการแก้ปัญหตามแนวของโพลยาทั้ง 4 ขั้นและยุทธวิธีในการแก้ปัญหასันับสนุนกระบวนการแก้ปัญหตามแนวของโพลยาทั้ง 4 ขั้น

3. การสอนสำหรับการแก้ปัญหา (Teaching for problem solving) แนวทางนี้ให้ความสำคัญกับการสอนยุทธวิธีการแก้ปัญหาทั่วไป โดยให้อาสาสมัครนักเรียนแก้ปัญหา นักเรียนจะเรียนรู้ถึงการใช้กระบวนการแก้ปัญหตามแนวของโพลยาทั้ง 4 ขั้นและยุทธวิธีในการแก้ปัญหที่ท้าทาย

สิริพร ทิพย์คง (2536, หน้า 60-62) กล่าวถึง แนวทางในการสอนการแก้ปัญหา ดังนี้

1. สร้างบรรยากาศในการแก้ปัญหา
 - 1.1 ใช้ช่วงเวลาในการคิด การวิเคราะห์และการทดลอง
 - 1.2 ยอมรับคำถามที่นักเรียนถาม
 - 1.3 อย่าทำให้นักเรียนเกิดความกลัว
 - 1.4 ครูจะต้องมีความอดทน เมื่อนักเรียนแก้ปัญหาไม่ได้
2. สร้างแรงจูงใจให้นักเรียน
 - 2.1 เน้นความสำคัญในการแก้ปัญหา โจทย์แบบฝึกหัดข้อแรก ๆ ควรเป็นโจทย์ที่นักเรียนทุกคนทำได้
 - 2.2 ให้โจทย์ที่ง่ายก่อนแล้วจึงทำโจทย์ที่ยาก
 - 2.3 ให้นักเรียนมีโอกาสเตรียมตัวในการที่จะแก้ปัญหาที่ยาก
 - 2.4 ปลุกให้นักเรียนอยากรู้อยากเห็นด้วยการใช้ปัญหาลับสมอง
3. วิธีนี้จะเพิ่มความเข้าใจ
 - 3.1 แสดงให้นักเรียนเห็นว่าจะอ่านปัญหาโจทย์อย่างไร อ่านแล้วต้องหยุดคิด แยกแยะสิ่งที่โจทย์กำหนดให้มา
 - 3.2 ครูอ่านปัญหาอีกครั้งหนึ่งเพื่อนักเรียนจะได้เห็นปัญหาอย่างแจ่มชัด
 - 3.3 ถามนักเรียนเพื่อจะตรวจดูให้แน่ใจว่านักเรียนเข้าใจข้อความ ศัพท์ และสิ่งเกี่ยวข้องกับโจทย์หรือไม่
 - 3.4 ช่วยนักเรียนในการพิจารณาข้อความที่สำคัญอันจะเป็นเหตุผลนำไปสู่การแก้ปัญหานั้น
 - 3.5 แยกปัญหานั้นออกเป็นปัญหาย่อย ๆ ที่ง่ายขึ้น
 - 3.6 ถ้านักเรียนไม่ทราบว่าจะเริ่มต้นที่ไหน ควรจะส่งเสริมให้นักเรียนเขียนความจริงที่ได้จากปัญหานั้นเพื่อจะได้มองเห็นแนวทาง
 - 3.7 ให้นักเรียนเขียนปัญหาที่เกี่ยวข้องกันและให้พิจารณาตัวแปรในกรณีของโจทย์สมการ
4. เน้นความยืดหยุ่นและเรื่องต่าง ๆ ในการแก้ปัญหา
 - 4.1 อย่าเคร่งต่อกระบวนการที่ละขั้นหรือแบบฟอร์มจนเกินไป
 - 4.2 แนะนำให้นักเรียนเปลี่ยนวิธีการเมื่อเจอปัญหายาก
 - 4.3 ให้อ่านพิจารณาเปรียบเทียบปัญหาที่มีข้อมูลไม่ครบ และปัญหาที่มีข้อมูลพิเศษเพิ่มเติม

- 4.4 ส่งเสริมให้นักเรียนใช้วิธีการแก้ปัญหาหลาย ๆ วิธีในโจทย์ข้อเดียวกัน
 5. ให้คำแนะนำที่จะสร้างรูปแบบเพื่อการค้นคว้าหาคำตอบ
 - 5.1 ใช้แผนผังแสดงวิธีแก้
 - 5.2 ใช้ไดอะแกรม โมเดล หรือเขียนร่างเพื่อแยกดูโครงสร้าง
 - 5.3 ใช้สัญลักษณ์เขียนแทนตัวแปรของปัญหา
 6. แสดงให้นักเรียนเห็นว่าจะตั้งคำถามถามตัวเองอย่างไร
 - 6.1 โจทย์กำหนดอะไร
 - 6.2 โจทย์ต้องการให้ทำอะไร
 - 6.3 ความคิดอะไรที่เคยเรียนมาแล้วและจะมาสัมพันธ์กับปัญหานี้
 - 6.4 ปัญหาอะไรที่เคยทำมาแล้วและคล้ายกับปัญหานี้ มีข้อแตกต่างอย่างไร
 - 6.5 จะเรียงลำดับขั้นตอนการคิดอย่างไร จะหาอะไรก่อนหลัง และแยกแยะออกเป็นปัญหาย่อยอย่างไร
 - 6.6 จะสรุปปัญหานี้ได้อย่างไร
 - 6.7 เมื่อแก้ปัญหาแล้วจะมีวิธีตรวจย้อนหรือตรวจคำตอบอย่างไร
 7. เน้นวิธีการแก้ปัญหามากกว่าที่จะบอกว่าแก้อย่างไร
 - 7.1 ถามนักเรียนในการที่จะหาวิธีต่าง ๆ ในการแก้ปัญหา
 - 7.2 ให้ความยอมรับในแต่ละส่วนที่ใช้วิธีการถูกต้องมากกว่าคำตอบถูกต้องแต่วิธีการผิด
 - 7.3 การแก้โจทย์ปัญหาต้องดูที่วิธีการคิดของนักเรียนด้วย
 - 7.4 ให้โอกาสแก่นักเรียนในการแสดงวิธีการแก้ปัญหา
 - 7.5 ให้อรรถกวีวิเคราะห์วิธีทำ
 8. ส่งเสริมการทดลอง การลองผิดลองถูก การคาดคะเน การเดาคำตอบอย่างมีเหตุผลซึ่งจะนำไปสู่การแก้โจทย์ปัญหา
 9. ควรจะให้มีการฝึกทำโจทย์ปัญหาบ่อย ๆ
 10. ให้นักเรียนกล่าวหรือเขียนการแก้ปัญหามาในแบบฟอร์มที่ถูกต้อง
 11. ใช้โจทย์ปัญหานั้นเพื่อค้นพบความคิดรวบยอดตามแนว คณิตศาสตร์สมัยใหม่
 12. ใช้โจทย์ปัญหานั้นเป็นแบบฝึกหัดไปในตัว
- ปรีชา เนาว์เย็นผล (2537, หน้า 66-74) ได้เสนอวิธีการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ตามขั้นตอนของการแก้ปัญหา 4 ขั้นตอนของโพลยา ดังนี้
1. การพัฒนาความสามารถในการเข้าใจ

1.1 การพัฒนาทักษะการอ่าน การอ่านเป็นปัจจัยการทำความเข้าใจปัญหา ครูยังไม่ควรเริ่มต้นโดยมุ่งไปวิธีทำเพื่อหาคำตอบของปัญหาเลยทีเดียว แต่ครูต้องใช้เวลาในการฝึก การอ่าน และทำความเข้าใจข้อความในโจทย์ปัญหากันก่อน โดยอาจฝึกเป็นรายบุคคลหรือฝึก เป็นกลุ่ม โดยอภิปรายร่วมกันถึงสาระสำคัญของ โจทย์ปัญหาความเป็นไปได้ของคำตอบที่ต้องการ

1.2 การใช้กลวิธีช่วยเพิ่มพูนความเข้าใจ

1.2.1 การเขียนภาพ เขียนแผนภาพ หรือสร้างแบบจำลอง เพื่อแสดงความสัมพันธ์ ของข้อมูลต่าง ๆ ของปัญหา จะทำให้มีความเป็นรูปธรรมมากขึ้น ทำความเข้าใจได้ง่ายขึ้น

1.2.2 การลดขนาดของปริมาณต่าง ๆ ที่กำหนดในตัวปัญหาลงในแนวทางที่จะ เป็นไปได้เมื่อมีปริมาณน้อย ๆ จะช่วยให้โครงสร้างของปัญหามีความชัดเจนขึ้น

1.2.3 การยกตัวอย่างที่สอดคล้องกับปัญหา

1.2.4 การเปลี่ยนแปลงสถานการณ์ให้เป็นเรื่องใกล้ตัว

1.3 ใช้ปัญหาที่ใกล้เคียงชีวิตจริงมาให้นักเรียนฝึกทำความเข้าใจ โดยใช้ปัญหา ที่กำหนดข้อมูลเกินความจำเป็น หรือกำหนดข้อมูลให้ไม่เพียงพอเพื่อให้นักเรียนฝึกวิเคราะห์หา ข้อมูลที่กำหนดให้ข้อมูลใดไม่ใช้บ้าง หรือหาว่าข้อมูลที่กำหนดให้เพียงพอหรือไม่ ต้องการข้อมูล ด้านใดอีกบ้างเพราะปัญหาในชีวิตจริงนั้นมีปัจจัยที่เกี่ยวข้องมากมาย ผู้แก้ปัญหาก็ต้องรู้จักเลือก เฉพาะปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหามาพิจารณา หรือบางครั้งมีข้อมูลไม่เพียงพอ ซึ่งเป็นหน้าที่ ของผู้แก้ปัญหาก็ต้องสืบหาข้อมูลมาให้เพียงพอกับการแก้ปัญหามา

2. การพัฒนาความสามารถในการวางแผนแก้ปัญหามีแนวทางดังนี้

2.1 ครูต้องไม่บอกวิธีการแก้ปัญหากับนักเรียนโดยตรง แต่ควรใช้วิธีการกระตุ้นให้ นักเรียนคิดด้วยตนเอง เช่น อาจใช้คำถามถามนำโดยอาศัยข้อมูลต่าง ๆ ที่กำหนดให้ ถามแล้วเว้น ระยะเวลาให้นักเรียนคิดหาคำตอบ ถ้าตอบไม่ได้เปลี่ยนคำถามใหม่ให้ง่ายลง คำตอบหลาย ๆ คำตอบ ของนักเรียนจะทำให้คำตอบของการวางแผนแก้ปัญหาค่อย ๆ ปรากฏชัดขึ้น หยุดใช้คำถามเมื่อ นักเรียนมองเห็นแนวทางในการแก้ปัญหาก็แล้ว

2.1 ส่งเสริมให้นักเรียนคิดออกมบ้าง ๆ (Think aloud) คือสามารถบอกให้คนอื่น ๆ ทราบว่า ตนเองคิดอะไร ไม่ใช่คิดอยู่ในใจตนเองเงียบ ๆ คนเดียว การคิดออกมบ้าง ๆ อาจอยู่ใน รูปการบอกหรือเขียนแบบแผนลำดับขั้นตอนการคิดออกมให้ผู้อื่นทราบ ทำให้เกิดการอภิปราย เพื่อหาแนวทางในการแก้ปัญหาก็เหมาะสม

2.3 สร้างลักษณะนิสัยของนักเรียนให้คิดวางแผนก่อนลงมือทำเสมอ เพราะจะทำให้ มองเห็นภาพรวม ๆ ของการแก้ปัญหาก็สามารถประเมินความเป็นไปได้ได้ทันทีในระยะเวลาเริ่มต้น ก่อนที่จะลงมือทำไปแล้วจึงพบว่าหลงทางซึ่งทำให้เสียเวลา การทำงานอย่างมีแบบแผน

เมื่อมีข้อบกพร่องเกิดขึ้นก็สามารถแก้ไขได้สะดวก ตรงประเด็น ควรเน้นว่าวิธีการแก้ปัญหานั้น สำคัญกว่าคำตอบเพราะวิธีการสามารถนำไปใช้ได้กว้างขวางกว่า

2.4 จัดหาปัญหาให้นักเรียนฝึกคิดบ่อย ๆ ซึ่งจะต้องเป็นปัญหาที่ท้าทายน่าสนใจ เหมาะสมกับความสามารถของนักเรียน ถ้าเป็นปัญหาที่ง่ายเกินไปอาจไม่เป็นที่สนใจของนักเรียน ที่เรียนเก่ง แต่อาจเป็นสิ่งที่กระตุ้นความสนใจของนักเรียนที่เรียนอ่อน เพราะเขาได้มีโอกาส ประสบความสำเร็จในการแก้ปัญหาก็เช่นกัน ถ้าปัญหานั้นเป็นปัญหาที่ยากเกินความสามารถของ นักเรียนอาจมีส่วนทำให้นักเรียนเกิดความท้อถอย ไม่อยากคิด การให้นักเรียน ได้มีโอกาสแก้ปัญห บ่อย ๆ ทำให้ได้มีการวางแผน และได้มีประสบการณ์ในการแก้ปัญหโดยใช้ยุทธวิธีต่าง ๆ ที่หลากหลายสามารถพิจารณาเลือกเพื่อนำไปใช้ในการวางแผนแก้ปัญหาใหม่ ๆ ได้

2.5 ในการแก้ปัญหแต่ละปัญหาควรส่งเสริมให้นักเรียนใช้ยุทธวิธีในการแก้ปัญห ใ้มากกว่า 1 รูปแบบ เพื่อให้นักเรียนมีความยืดหยุ่นในการคิด ไม่ยึดติดอยู่ในรูปแบบใด รูปแบบหนึ่ง โดยเฉพาะ การพิจารณาหายุทธวิธีใหม่จะก่อให้เกิดการคิดวางแผนแก้ปัญหาใหม่ นักเรียนมีโอกาสได้ฝึกการวางแผนมากขึ้น

3. การพัฒนาความสามารถในการดำเนินการตามแผน หลังจากทำความเข้าใจปัญหาและ วางแผนแก้ปัญหมาแล้ว ขั้นตอนต่อไปของการแก้ปัญหาคือ การลงมือแก้ปัญห ดำเนินการตามแผน ที่วางไว้ การวางแผนเป็นการจัดลำดับขั้นตอนความคิดอย่างคร่าว ๆ ไม่ละเอียดชัดเจนนัก ในขั้น ดำเนินการตามแผนนักเรียนต้องตีความ ขยายความ นำแผนไปสู่การปฏิบัติอย่างละเอียดชัดเจน ตามลำดับขั้นตอน ความสามารถดังกล่าวนี้สามารถสร้างให้เกิดขึ้นอย่างช้า ๆ ในตัวผู้เรียนจาก การทำโจทย์ปัญหาในแบบฝึกหัดนั้นเอง โดยการฝึกให้นักเรียนวางแผนจัดลำดับความคิดก่อน แล้วจึงค่อยลงมือแสดงวิธีการหาคำตอบตามลำดับความคิดนั้น

4. การพัฒนาความสามารถในการตรวจสอบ ขั้นตอนตรวจสอบของการแก้ปัญหทาง คณิตศาสตร์ครอบคลุมประเด็นสำคัญ 2 ประเด็น ประเด็นแรก คือ การมองย้อนกลับไปขั้นตอน การแก้ปัญหาดั้งแต่ขั้นทำความเข้าใจปัญหา ขั้นวางแผน และขั้นดำเนินการตามแผนโดยพิจารณา ความถูกต้องของกระบวนการและผลลัพธ์รวมทั้งการพิจารณาหายุทธวิธีอื่น ๆ ในการแก้ปัญหา ประเด็นสองคือ เป็นการมองไปข้างหน้า เป็นการใช้ประโยชน์จากกระบวนการแก้ปัญหที่เพิ่ง ลื่นสุดลงนั้นทั้งในส่วนที่เป็นเนื้อหาและกระบวนการ โดยการสร้างสรรค์ปัญหาที่เกี่ยวข้องสัมพันธ์ ขึ้นมาใหม่ การพัฒนาความสามารถในการตรวจสอบกระบวนการแก้ปัญหามีแนวทางดังนี้

4.1 กระตุ้นให้นักเรียนเห็นความสำคัญของการตรวจสอบที่ได้ให้เคยชินจนเป็นนิสัย ในการทำแบบฝึกหัดนี้เมื่อได้คำตอบแล้ว นักเรียนไม่ควรพึงพอใจอยู่เพียงเท่านั้น แต่จะต้อง ตรวจสอบดูความถูกต้องทั้งในส่วนที่เป็นกระบวนการ และคำตอบที่ได้ ครูอาจสร้างกิจกรรม

ให้นักเรียนได้ฝึกตรวจสอบความถูกต้อง โดยการหาข้อบกพร่องจากการแสดงการแก้ปัญหาที่ครูสร้างขึ้น โดยเฉพาะก็ได้

4.2 ฝึกให้นักเรียนคาดคะเนคำตอบ สำหรับปัญหาหรือแบบฝึกหัดที่มีการคิดคำนวณ เมื่อนักเรียนวางแผนแก้ปัญหาเรียบร้อยแล้ว ก่อนลงมือคิดคำนวณควรฝึกให้นักเรียนกะประมาณคาดคะเนคำตอบก่อน จากนั้นลงมือคิดคำนวณ แล้วเทียบเคียงผลลัพธ์ที่ได้กับค่าที่คาดคะเนไว้พิจารณาความเป็นไปได้

4.3 ฝึกการตีความหมายของคำตอบ เมื่อได้คำตอบของปัญหาแล้ว การตรวจสอบความถูกต้องของคำตอบแต่เพียงอย่างเดียวนั้นยังไม่เพียงพอ ครูต้องกระตุ้นให้นักเรียนรู้จักความหมายของคำตอบ ว่าคำตอบนั้นมีความหมายสอดคล้องกับปัญหาหรือไม่ และสอดคล้องมากน้อยเพียงใด ชี้ให้นักเรียนเห็นว่าการตีความหมายของคำตอบนั้นมีความสำคัญเท่าเทียมกับวิธีการหาคำตอบ

4.4 สนับสนุนให้นักเรียนทำแบบฝึกหัด โดยใช้วิธีการหาคำตอบได้มากกว่า 1 วิธี ซึ่งอาจจะเป็นวิธีที่คล้ายกับตัวอย่างหรือวิธีที่นักเรียนสร้างสรรค์ขึ้นมาเองจากประสบการณ์ของนักเรียนเองก็ได้ จากนั้นพิจารณาว่าวิธีการเหล่านั้นถูกต้องหรือไม่ แตกต่างจากวิธีการที่แสดงในตัวอย่างหรือไม่ วิธีการใดสั้นกะทัดรัดกว่า

4.5 ให้นักเรียนฝึกหัดสร้างโจทย์ปัญหาเกี่ยวกับเนื้อหาที่เรียน โดยอาศัยสถานการณ์จากสภาพแวดล้อม จากกิจกรรมต่าง ๆ ในชีวิตจริง รวมทั้งการดัดแปลงโจทย์ปัญหาในแบบฝึกหัด ซึ่งนักเรียนจะทำได้เช่นนี้ได้จะต้องมีความเข้าใจในโครงสร้างของโจทย์ปัญหาเหล่านั้น เป็นการฝึกมองไปข้างหน้าโดยอาศัยประโยชน์จากการทำแบบฝึกหัด ซึ่งใช้กระบวนการแก้ปัญหาความเคยชินจากกระบวนการเหล่านี้ จะช่วยส่งเสริมให้นักเรียนเป็นนักแก้ปัญหาที่มีความสามารถต่อไป

สสวท. (2551, หน้า 180-186) ได้เสนอแนวทางในการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ดังนี้

1. ครูควรใช้กิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือ หรือการทำงานร่วมกันเป็นกลุ่มย่อยกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือ เป็นกิจกรรมการเรียนรู้การสอนที่ให้นักเรียนได้มีโอกาสทำงานร่วมมือเป็นทีมหรือกลุ่ม ได้ลงมือแก้ปัญหาและปฏิบัติการกิจต่าง ๆ จนบรรลุวัตถุประสงค์ที่คาดหวังไว้ ได้พูดคุยแลกเปลี่ยนความคิดเห็นซึ่งกันและกัน ได้สื่อสารและนำยุทธวิธีการแก้ปัญหาและกระบวนการแก้ปัญหาของตน ได้อภิปรายถึงยุทธวิธีแก้ปัญหาและกระบวนการแก้ปัญหาที่เหมาะสมและมีประสิทธิภาพ ได้สะท้อนความคิดเห็นเกี่ยวกับยุทธวิธีแก้ปัญหาและกระบวนการแก้ปัญหาที่กระทำร่วมกัน ตลอดจนได้เรียนรู้ที่จะยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น ซึ่งสิ่งเหล่านี้จะช่วยให้นักเรียน

มีความมั่นใจในการแก้ปัญหาที่เผชิญอยู่ทั้งภายในและภายนอกห้องเรียน กล้าแสดงหรืออ้างเหตุผล มีทักษะการสื่อสารและการเข้าสังคม มีความเชื่อมั่นในตนเอง และสามารถเชื่อมโยงแนวคิดทางคณิตศาสตร์ต่าง ๆ ได้ ตลอดจนเข้าใจแนวคิดทางคณิตศาสตร์ได้อย่างลึกซึ้งและจดจำได้นานขึ้น

2. ครูควรเปิดโอกาสให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ ครูอาจเริ่มต้นจากการให้นักเรียนลงมือปฏิบัติแก้ปัญหาด้วยตนเอง เพราะการแก้ปัญหาแต่ละครั้งจะช่วยให้ นักเรียนได้ฝึกทักษะการคิดและกระบวนการของการแก้ปัญหา ได้เรียนรู้ความรู้ทางคณิตศาสตร์ และสร้างความรู้ทางคณิตศาสตร์ใหม่ ๆ ผ่านการแก้ปัญหา

3. ครูควรเปิดโอกาสให้นักเรียนได้คิด อธิบายในสิ่งที่ตนคิด และนำเสนอแนวคิดของตนอย่างอิสระ ครูอาจเริ่มต้นจากการให้นักเรียนเดิมคำตอบเพียงคำตอบเดียว เดิมคำตอบสั้น ๆ แล้วจึงเดิมคำตอบเป็นข้อความหรือประโยค และเมื่อนักเรียนคุ้นเคยกับการได้คิด อธิบายในสิ่งที่ตนเองคิดและนำเสนอแนวคิดของตนได้แล้ว ครูควรให้ลงมือปฏิบัติแก้ปัญหากลุ่มเพราะการแก้ปัญหาเป็นกลุ่มจะช่วยให้ นักเรียนได้มีโอกาสฝึกทักษะการคิด การให้เหตุผล การสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์และการนำเสนอร่วมกับเพื่อนสมาชิกในกลุ่มด้วย

4. ครูควรยอมรับความคิดเห็นของนักเรียนไม่ว่าจะถูกหรือผิด ซึ่งการตอบผิดของนักเรียนจะทำให้ครูได้รู้ว่าข้อผิดพลาดนั้นมาจากไหนและมีมากน้อยเพียงใด ครูไม่ควรย้ำสิ่งที่นักเรียนทำผิดหรือเข้าใจผิด แต่ครูควรซักถาม อธิบายและเปิดโอกาสอภิปราย เพื่อให้นักเรียนเข้าใจแนวคิดและกระบวนการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ที่ถูกต้อง

5. ครูควรสนับสนุนให้นักเรียนเริ่มต้นคิดหาวิธีแก้ปัญหด้วยตนเองก่อน เนื่องจากมีนักเรียนจำนวนมากไม่ทราบว่า จะเริ่มต้นคิดแก้ปัญหอย่างไร จึงรอให้ครูแนะและตั้งคำถามนำ ครูควรตระหนักว่าการถามนามากเกินไป จะทำให้นักเรียนคุ้นเคยกับการคิดเพื่อตอบคำถามครูที่ละคำถาม ต่อเนื่องกันจนได้คำตอบ โดยไม่คิดเพื่อหาวิธีแก้ปัญหที่ครบขั้นตอนหรือกระบวนการด้วยตนเอง

6. ครูควรสนับสนุนให้นักเรียนคิดลงมือปฏิบัติแก้ปัญหตามขั้นตอนและกระบวนการแก้ปัญหา ขณะดำเนินกิจกรรมการเรียนการสอน ครูควรให้ความรู้เกี่ยวกับขั้นตอนและกระบวนการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์แก่นักเรียน เลือกรูปปัญหาที่พัฒนากระบวนการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ในการดำเนินกิจกรรม แล้วสนับสนุนให้นักเรียนคิดและลงมือปฏิบัติแก้ปัญหตามขั้นตอนและกระบวนการแก้ปัญหที่ถูกต้อง

7. ครูควรสนับสนุนให้นักเรียนใช้ยุทธวิธีแก้ปัญหามากกว่าหนึ่งยุทธวิธี เมื่อนักเรียนแก้ปัญหจนได้คำตอบของปัญหาแล้ว ครูควรกระตุ้นและสนับสนุนให้นักเรียนคิดหายุทธวิธี

แก้ปัญหานั้นที่แตกต่างจากเดิม แล้วให้นักเรียนใช้ยุทธวิธีแก้ปัญหานั้นนั้น หากคำตอบของปัญหาอีกครั้งเพื่อให้นักเรียนตระหนักว่า ปัญหาคณิตศาสตร์สามารถแก้ปัญหานั้นได้มากกว่าหนึ่งวิธี

8. ครูควรสนับสนุนให้นักเรียนสำรวจ สืบสวน สร้างข้อความคาดการณ์ อธิบายและตัดสินใจสรุปในกรณีทั่วไปของตนเอง ซึ่งอาจเริ่มจากการให้นักเรียนฝึกตั้งคำถามกับตนเองบ่อย ๆ โดยเป็นคำถามที่ต้องการคำอธิบาย เช่น เพราะเหตุใด ทำไม และอย่างไร แล้วให้นักเรียนลงมือสำรวจ สืบสวน รวบรวมข้อมูล ค้นหาความสัมพันธ์และแบบรูป สร้างข้อความคาดการณ์ อธิบาย และตรวจสอบข้อความคาดการณ์ ตลอดจนตัดสินใจสรุปในกรณีทั่วไปของตนเอง

9. ครูควรสนับสนุนให้นักเรียนใช้ช่องทางการสื่อสารได้มากกว่าหนึ่งช่องทาง ในการนำเสนอยุทธวิธีและกระบวนการแก้ปัญหา เมื่อนักเรียนแก้ปัญหานั้นได้คำตอบของปัญหา และนำเสนอยุทธวิธีในกระบวนการแก้ปัญหาแล้ว ครูควรกระตุ้นให้คิดหาช่องทางการสื่อสารอื่นที่ใช้ในการสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ และนำเสนอแนวคิดทางคณิตศาสตร์อีกครั้ง เพื่อให้ นักเรียนตระหนักว่า ปัญหาคณิตศาสตร์สามารถสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์และการนำเสนอได้มากกว่าหนึ่งช่องทางการสื่อสาร

10. ครูควรสนับสนุนให้นักเรียนลงมือปฏิบัติแก้ปัญหานั้นทั้งในคณิตศาสตร์และในบริบทอื่น ๆ นักเรียนไม่เพียงมีประสบการณ์ในการแก้ปัญหามากมาย ๆ แบบ แต่นักเรียนยังมีประสบการณ์ในการเชื่อมโยงระหว่างแนวคิดทางคณิตศาสตร์กับแนวคิดของศาสตร์อื่น ๆ นอกเหนือจากคณิตศาสตร์ได้ และการแก้ปัญหามากมาย ๆ แบบมีคุณค่ามากกว่าการแก้ปัญหาลดเวลา

11. ครูควรสนับสนุนให้นักเรียนสร้างปัญหาคณิตศาสตร์เพิ่มเติม โดยอาศัยแนวคิดยุทธวิธี และกระบวนการแก้ปัญหาจากปัญหาเดิม ซึ่งในการสร้างปัญหาคณิตศาสตร์เพิ่มเติมนี้จะช่วยให้นักเรียนได้พัฒนาความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ของตนเองได้อย่างหลากหลายและเป็นอิสระ

12. ครูควรสนับสนุนให้นักเรียนรับรู้กระบวนการคิดของตนเอง ตรวจสอบความคิดและกระบวนการคิดของตนเองว่า มีสิ่งใดบ้างที่รู้ และมีสิ่งใดบ้างที่ไม่รู้ ตลอดจนสะท้อนกระบวนการแก้ปัญหานั้นของตนเองออกมาด้วย

13. ครูควรเปิดอภิปรายร่วมกับนักเรียนเกี่ยวกับยุทธวิธีและกระบวนการแก้ปัญหาที่หลากหลาย ครูควรเป็นผู้นำเปิดอภิปรายร่วมกับนักเรียนทั้งชั้นเกี่ยวกับยุทธวิธีและกระบวนการแก้ปัญหานั้นที่นักเรียนแต่ละคนได้ทำแล้วร่วมกันพิจารณาและสรุปว่ายุทธวิธีและกระบวนการแก้ปัญหานั้นใดเหมาะสมและมีประสิทธิภาพ

จากการศึกษาแนวทางการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหามathematics สรุปได้ว่า 1) การพัฒนาความสามารถในการทำความเข้าใจปัญหา โดยการพัฒนาทักษะการอ่าน ส่งเสริมความเข้าใจด้วยการใช้ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับชีวิตจริง 2) การพัฒนาความสามารถ

ในการวางแผนแก้ปัญหา ใช้วิธีการกระตุ้นให้นักเรียนคิดด้วยตนเอง จัดปัญหาให้นักเรียนฝึกคิดบ่อย ๆ พร้อมทั้งส่งเสริมลักษณะนิสัยของนักเรียนให้คิดวางแผนก่อนลงมือทำเสมอ 3) การพัฒนาความสามารถในการดำเนินการตามแผน โดยการฝึกให้นักเรียนวางแผนก่อน แล้วจึงค่อยลงมือตามลำดับแผนนั้น และ 4) การพัฒนาความสามารถในการตรวจสอบ โดยกระตุ้นให้นักเรียนเห็นความสำคัญของการตรวจสอบวิธีทำและคำตอบ ส่งเสริมให้นักเรียนทำแบบฝึกหัด

6. การประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

6.1 เกณฑ์การให้คะแนนแบบรูบริก (Scoring rubrics)

ได้มีนักการศึกษาและหน่วยงานทางการศึกษาได้ให้เกณฑ์การให้คะแนนแบบรูบริกไว้ ดังนี้

เวชฤทธิ์ อังกะภักทขจร (2555, หน้า 184-186) ได้เสนอประเภทของเกณฑ์การให้คะแนนแบบรูบริกไว้ 2 รูปแบบ ดังนี้

1. การให้คะแนนแบบภาพรวม (Holistic scoring) เป็นการให้คะแนนที่ประเมินความรู้และผลงานของผู้เรียนโดยกำหนดระดับคะแนนพร้อมบรรยายละเอียดของผลงานหรือพฤติกรรมของผู้เรียนเป็นภาพรวม โดยไม่มีการแยกเป็นด้าน ๆ การให้คะแนนลักษณะนี้มักใช้ตัดสินหรือสรุปผลการเรียนของผู้เรียน
 2. การให้คะแนนแบบแยกองค์ประกอบ (Analytic scoring) เป็นการให้คะแนนตามองค์ประกอบของสิ่งที่ต้องการประเมิน เช่น เมื่อประเมินความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ เรื่องการวิเคราะห์ข้อมูล อาจแยกพิจารณาเป็นด้านการเก็บข้อมูล ด้านการนำเสนอข้อมูล และด้านการอ่าน เปรียบเทียบ และวิเคราะห์แนวโน้มของข้อมูล การให้คะแนนลักษณะนี้มักใช้ในการประเมินการเรียนรู้ที่มีจุดประสงค์เพื่อวินิจฉัยหาจุดเด่นหรือจุดด้อยของผู้เรียนในแต่ละด้าน
- สสวท. (2551, หน้า 199-201) ได้เสนอประเภทของเกณฑ์การให้คะแนนแบบรูบริกไว้ 2 แบบ ดังนี้

1. การให้คะแนนแบบวิเคราะห์ (Analytic scoring)

การให้คะแนนแบบวิเคราะห์ เป็นการให้คะแนนตามองค์ประกอบของสิ่งที่ต้องการประเมิน เช่น เมื่อต้องการประเมินความสามารถในการแก้ปัญหา อาจแยกพิจารณาในความสามารถในการทำความเข้าใจปัญหา ยุทธวิธีที่ใช้ในการแก้ปัญหาและการสรุปคำตอบของปัญหา ในการให้คะแนนจะกำหนดเกณฑ์ของคะแนนในแต่ละด้าน แล้วรายงานผลโดยจำแนกเป็นด้าน ๆ และอาจสรุปรวมคะแนนทุกด้านด้วยได้

ในการสอนคณิตศาสตร์ การให้คะแนนแบบวิเคราะห์มักจะนำมาใช้ในการประเมินผลที่มีวัตถุประสงค์เพื่อวินิจฉัยหาจุดเด่นหรือจุดด้อยของนักเรียนในแต่ละด้าน

แล้วนำผลของการประเมินที่มีวัตถุประสงค์เพื่อปรับปรุงการเรียนการสอนให้เหมาะสมและมีประสิทธิภาพก่อนที่นักเรียนจะเรียนเนื้อหาใหม่ต่อไป การประเมินผลโดยการให้คะแนนแบบวิเคราะห์จะมีประสิทธิภาพมากขึ้นเมื่อใช้ร่วมกับวิธีการประเมินผลอย่างอื่น เช่น การสังเกต และการใช้คำถาม

2. การให้คะแนนแบบองค์รวม (Holistic scoring)

การให้คะแนนแบบองค์รวม เป็นการให้คะแนนแบบรูปรีคที่ประเมินผลงานของนักเรียน โดยการกำหนดระดับคะแนนพร้อมบรรยายละเอียดของผลงานหรือพฤติกรรมของนักเรียน ที่ควรมีภาพรวมของการทำงานทั้งหมด ไม่แยกแยะเป็นด้าน ๆ

ในการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ การให้คะแนนแบบองค์รวมมักนำมาใช้ในการประเมินผลที่มีวัตถุประสงค์เพื่อตัดสินหรือสรุปผลการเรียนของนักเรียน การประเมินผลโดยการให้คะแนนแบบองค์รวมเป็นการประเมินที่เหมาะสมสำหรับการประเมินที่มีพิสัยกว้าง ๆ และต้องการผลที่เป็นภาพรวมกว้าง ๆ และจะมีประสิทธิภาพมากขึ้นเมื่อใช้กับวิธีการประเมินผลอย่างอื่น เช่น การสังเกต และการใช้คำถาม

อัมพร ม้าคนอง (2553, หน้า 194-195) กล่าวว่าเกณฑ์การให้คะแนนแบบรูปรีคเป็นเกณฑ์ที่กำหนดเพื่อใช้เป็นแนวทางในการให้คะแนนผลงานหรือคุณภาพการปฏิบัติงานของนักเรียน โดยทั่วไปมี 2 แบบ ดังนี้

1. แบบเกณฑ์รวม (Holistic scoring) เป็นเกณฑ์การให้คะแนนงานหรือการแก้ปัญหา โดยพิจารณาภาพรวมของคุณภาพของผลงานที่ได้ ซึ่งอาจมองหลายมิติหรือหลายด้านรวมกัน มีการจำแนกระดับคะแนนให้เห็นความแตกต่างของคุณภาพงาน ดังตัวอย่างต่อไปนี้

ระดับคะแนน	คุณภาพงาน
4	แสดงวิธีทำชัดเจน และตอบถูกต้อง
3	แสดงวิธีทำชัดเจน แต่ตอบไม่ถูกต้อง
2	แสดงวิธีทำบางส่วน แต่ตอบถูกต้อง
1	แสดงวิธีทำบางส่วน แต่ตอบไม่ถูกต้องหรือไม่ตอบ
0	ไม่แสดงวิธีทำ และตอบไม่ถูกต้องหรือไม่ตอบ

2. แบบเกณฑ์ย่อยหรือเกณฑ์เฉพาะ (Analytic scoring) เป็นเกณฑ์การให้คะแนนเฉพาะขั้น เฉพาะงานย่อย หรือเฉพาะด้าน โดยกำหนดระดับคะแนนตามความแตกต่างของคุณภาพงาน งานในขั้น งานย่อย หรือด้านที่พิจารณา ดังตัวอย่าง ต่อไปนี้

ด้านวิธีการ

ระดับคะแนน	คุณภาพงาน
3	ใช้วิธีการเหมาะสม และดำเนินการถูกต้อง
2	ใช้วิธีการไม่เหมาะสม แต่ยังดำเนินการถูกต้อง
1	ใช้วิธีการไม่เหมาะสม ทำให้การดำเนินการไม่ถูกต้อง
0	ไม่ใช้วิธีการ และไม่มีการดำเนินการ

ด้านการอธิบายงาน

ระดับคะแนน	คุณภาพงาน
3	เขียนอธิบายงานทั้งหมดได้ชัดเจน และสมเหตุสมผล
2	เขียนอธิบายงานได้ชัดเจนเป็นส่วนใหญ่
1	เขียนอธิบายงานได้บางส่วน แต่ยังไม่ชัดเจน
0	เขียนอธิบายงานไม่ได้ หรือไม่เขียน

จากที่กล่าวข้างต้นสามารถสรุปได้ว่า การให้คะแนนแบบรูปรีมี 2 แบบ คือ แบบที่ 1 เกณฑ์การให้คะแนนแบบภาพรวม (Holistic scoring) เป็นแนวทางการให้คะแนน โดยพิจารณาจากภาพรวมของผลงาน โดยมีการกำหนดระดับคะแนนพร้อมทั้งระบุรายละเอียดของผลงาน มีลักษณะเป็นองค์รวม ไม่มีการแยกแยะเป็นด้าน ๆ และแบบที่ 2 เกณฑ์การให้คะแนนแบบวิเคราะห์ (Analytic scoring) เป็นแนวทางการให้คะแนนโดยพิจารณาจากแต่ละส่วนของงาน ซึ่งแต่ละส่วนต้องกำหนดแนวทางการให้คะแนน โดยมีคำอธิบายลักษณะของงานส่วนนั้น ๆ ในแต่ละระดับไว้อย่างละเอียดชัดเจน ซึ่งในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยเลือกใช้เกณฑ์การให้คะแนนแบบวิเคราะห์ (Analytic scoring)

6.2 เกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

ได้มีนักการศึกษาและหน่วยงานทางการศึกษานำเสนอเกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ไว้ดังนี้

รีส์ ชุยแคม และลินควิสท์ (Reys, Suydam & Lindquist, 1995, p. 313) ได้กำหนดรูปรีของความสามารในการแก้ปัญหาโดยที่แต่ละขั้นตอนของกระบวนการแก้ปัญหา จะให้คะแนนตั้งแต่ 0-2 คะแนน ตามรายละเอียดดังนี้

1. ความเข้าใจ

0 หมายถึง ไม่เข้าใจในปัญหาเลย

1 หมายถึง เข้าใจปัญหาบางส่วนหรือแปลความหมายบางส่วนคลาดเคลื่อน

2 หมายถึง เข้าใจปัญหาได้ดี ครบถ้วนสมบูรณ์

2. การวางแผนการแก้ปัญหา

0 หมายถึง ไม่พยายาม หรือวางแผนได้ไม่เหมาะสมทั้งหมด

1 หมายถึง วางแผนถูกต้องบางส่วน

2 หมายถึง วางแผนเพื่อนำไปสู่การแก้ปัญหาได้ถูกต้องทั้งหมด

3. คำตอบ

0 หมายถึง ไม่ตอบ หรือตอบผิดในส่วนที่วางแผนไม่เหมาะสม

1 หมายถึง คัดลอกคิดพลาด จำนวนผิดพลาด ตอบบางส่วนสำหรับปัญหา
ที่มีหลายคำตอบ

2 หมายถึง ตอบได้ถูกต้อง และใช้ภาษาได้ถูกต้อง

ชาร์ล และเลสเตอร์ (Charles & Lester, 1982, pp. 11-12) เสนอรูปแบบเกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ไว้ โดยพิจารณาถึงความสามารถ 3 ประการ ดังนี้

1. ความเข้าใจในปัญหา เป็นความสามารถในการแก้ปัญหา โจทย์ มีวิธีการให้คะแนน ดังนี้

0 หมายถึง แปลความหมายผิดโดยสิ้นเชิง

1 หมายถึง แปลความหมายผิดบางส่วน

2 หมายถึง แปลความหมายโจทย์ถูกต้อง

2. การแก้ปัญหา เป็นความสามารถในการวางแผนแก้ปัญหา มีวิธีการให้คะแนน ดังนี้

0 หมายถึง ไม่ลงมือทำหรือทำผิดโดยสิ้นเชิง

1 หมายถึง มีกระบวนการแก้ปัญหาถูกต้องบางส่วน

2 หมายถึง มีกระบวนการแก้ปัญหาถูกต้อง (ไม่พิจารณาการคำนวณ)

3. การตอบปัญหา เป็นการพิจารณากระบวนการแก้ปัญหาร่วมกับทักษะการคำนวณ มีวิธีการให้คะแนนดังนี้

0 หมายถึง ตอบผิดและกระบวนการแก้ปัญหาคิด

1 หมายถึง ตอบถูกเพียงบางส่วน (ในกรณีที่มีหลายคำตอบ)

2 หมายถึง การคำนวณถูกต้อง

สิริพร ทิพย์คง (2544, หน้า 113-114) กล่าวว่า การประเมินความสามารถในการแก้ปัญหา ควรจะมีวิธีการในการประเมินที่มากกว่าการได้คำตอบที่ถูกต้อง และได้เสนอเกณฑ์การประเมินการแก้ปัญหาไว้ ดังนี้

1. ความเข้าใจปัญหา
 - 2 คะแนน สำหรับความเข้าใจปัญหาได้ถูกต้อง
 - 1 คะแนน สำหรับการเข้าใจโจทย์บางส่วนไม่ถูกต้อง
 - 0 คะแนน เมื่อมีหลักฐานที่แสดงว่าเข้าใจน้อยมากหรือไม่เข้าใจเลย
2. การเลือกยุทธวิธีการแก้ปัญหา
 - 2 คะแนน สำหรับการเลือกวิธีการแก้ปัญหาได้ถูกต้องและเขียนประโยคคณิตศาสตร์ถูกต้อง
 - 1 คะแนน สำหรับการเลือกวิธีการแก้ปัญหา ซึ่งอาจจะนำไปสู่คำตอบที่ถูกต้อง แต่ยังมีบางส่วนผิดโดยอาจเขียนประโยคคณิตศาสตร์ไม่ถูกต้อง
 - 0 คะแนน สำหรับการเลือกวิธีการแก้ปัญหาไม่ถูกต้อง
3. การใช้ยุทธวิธีการแก้ปัญหา
 - 2 คะแนน สำหรับการนำยุทธวิธีการแก้ปัญหาไปใช้ได้ถูกต้อง
 - 1 คะแนน สำหรับการนำวิธีการแก้ปัญหบางส่วนไปใช้ได้ถูกต้อง
 - 0 คะแนน สำหรับการใช้ยุทธวิธีการแก้ปัญหาไม่ถูกต้อง
4. การตอบ
 - 2 คะแนน สำหรับการตอบคำถามได้ถูกต้อง สมบูรณ์
 - 1 คะแนน สำหรับการตอบที่ไม่สมบูรณ์หรือใช้สัญลักษณ์ผิด
 - 0 คะแนน เมื่อไม่ได้ระบุคำตอบ

สสวท. (2546, หน้า 105-106) ได้เสนอว่า การประเมินผลการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์พิจารณาได้จากรายการประเมิน 4 องค์ประกอบ คือ ความเข้าใจปัญหา การเลือกยุทธวิธีการแก้ปัญหา การใช้ยุทธวิธีการแก้ปัญหาและการสรุปคำตอบ ทั้งนี้อาจกำหนดเกณฑ์การประเมินผลแบบวิเคราะห์ที่แบ่งระดับคุณภาพเป็น 3 ระดับ คือ 1, 2 และ 3 นอกจากนี้ผู้สอนอาจกำหนดน้ำหนักคะแนนของแต่ละปัญหาให้แตกต่างกันตามน้ำหนักของเนื้อหาหรือความเหมาะสม ดังตารางที่ 2-6

ตารางที่ 2-6 เกณฑ์การประเมินผลแบบวิเคราะห์ของการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของ สสวท.

รายการประเมิน	ระดับคุณภาพ	เกณฑ์การพิจารณา
1. ความเข้าใจ ปัญหา	3 (ดี)	- เข้าใจปัญหาได้ถูกต้อง
	2 (พอใช้)	- เข้าใจปัญหาบางส่วนได้ถูกต้อง
	1 (ควรปรับปรุง)	- เข้าใจปัญหาน้อยมากหรือไม่เข้าใจปัญหา
2. การเลือก ยุทธวิธี การแก้ปัญหา	3 (ดี)	- เลือกวิธีการแก้ปัญหาได้เหมาะสมและเขียนประโยค คณิตศาสตร์ได้ถูกต้อง
	2 (พอใช้)	- เลือกวิธีการแก้ปัญหา ซึ่งอาจนำไปสู่คำตอบที่ถูก แต่ยังมีบางส่วนผิดโดยอาจเขียนประโยคคณิตศาสตร์ ไม่ถูกต้อง
	1 (ควรปรับปรุง)	- เลือกวิธีการแก้ปัญหาส่วนใหญ่ไม่ถูกต้อง
3. การใช้ยุทธวิธี การแก้ปัญหา	3 (ดี)	- นำวิธีการแก้ปัญหาไปใช้ได้ถูกต้อง
	2 (พอใช้)	- นำวิธีการแก้ปัญหาไปใช้ได้ถูกต้องเป็นบางครั้ง
	1 (ควรปรับปรุง)	- นำวิธีการแก้ปัญหาไปใช้ได้ไม่ถูกต้อง
4. การสรุปคำตอบ	3 (ดี)	- สรุปคำตอบได้ถูกต้อง สมบูรณ์
	2 (พอใช้)	- สรุปคำตอบที่ไม่สมบูรณ์หรือใช้สัญลักษณ์ไม่ถูกต้อง
	1 (ควรปรับปรุง)	- ไม่มีการสรุปคำตอบ

เวชฤทธิ์ อังกนะภทรขจร (2554, หน้า 118) ได้เสนอเกณฑ์ของการให้คะแนนแบบแยกองค์ประกอบทักษะการแก้ปัญหา ดังตารางที่ 2-7

ตารางที่ 2-7 การให้คะแนนแบบแยกองค์ประกอบของทักษะการแก้ปัญหาของ
 เวชฤทธิ์ อังคนะภัทรขจร

องค์ประกอบของ ทักษะการแก้ปัญหา	คะแนน (ความหมาย)	ความสามารถที่ปรากฏให้เห็น
การทำความเข้าใจ ปัญหา	3 (ดี)	- เข้าใจปัญหาถูกต้องทั้งหมด
	2 (พอใช้)	- เข้าใจปัญหาถูกต้องบางส่วน
	1 (ต้องปรับปรุง)	- ไม่เข้าใจปัญหา
การวางแผน การแก้ปัญหา	3 (ดี)	- วางแผนการแก้ปัญหาได้เหมาะสม ชัดเจน
	2 (พอใช้)	- วางแผนการแก้ปัญหาได้บางส่วน
	1 (ควรปรับปรุง)	- วางแผนการแก้ปัญหาไม่เหมาะสม
การดำเนิน การแก้ปัญหา	3 (ดี)	- ดำเนินการแก้ปัญหาได้ถูกต้องทั้งหมด
	2 (พอใช้)	- ดำเนินการแก้ปัญหาได้ถูกต้องบางส่วน
	1 (ต้องปรับปรุง)	- ดำเนินการแก้ปัญหาไม่ถูกต้อง
การสรุปและ ตรวจคำตอบ	3 (ดี)	- มีการสรุปและตรวจคำตอบได้ถูกต้อง สมบูรณ์
	2 (พอใช้)	- มีการสรุปคำตอบแต่ไม่มีการตรวจคำตอบ
	1 (ต้องปรับปรุง)	- ไม่มีการสรุปและไม่มีการตรวจคำตอบ

จากที่กล่าวมาข้างต้นสรุปได้ว่า เกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์แบบเกณฑ์การให้คะแนนแบบวิเคราะห์ เป็นการพิจารณาคะแนนตามขั้นตอนของกระบวนการแก้ปัญหา ซึ่งเป็นเกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาวงคณิตศาสตร์ที่ผู้วิจัยเลือกใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้สังเคราะห์จากเกณฑ์การให้คะแนนแบบวิเคราะห์ของการแก้ปัญหาวงคณิตศาสตร์ของสสวท. (2546, หน้า 105-106) และเวชฤทธิ์ อังคนะภัทรขจร (2554, หน้า 118) เนื่องจากเกณฑ์ดังกล่าวมีความเหมาะสม ชัดเจน เหมาะกับลักษณะของเนื้อหาเรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ทั้งนี้ผู้วิจัยได้มีการปรับเกณฑ์การให้คะแนนจาก 3 คะแนน, 2 คะแนน และ 1 คะแนน เป็น 2 คะแนน, 1 คะแนน และ 0 คะแนน เนื่องจากประสบการณ์ในการจัดการเรียนรู้ที่ผ่านมา พบว่า มีนักเรียนบางส่วนไม่มีการเขียนอะไรลงในกระดาษคำตอบ โดยมีเกณฑ์การให้คะแนน ดังตารางที่ 2-8

ตารางที่ 2-8 เกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของผู้วิจัย

รายการประเมิน	คะแนน	ความสามารถที่ปรากฏให้เห็น
ขั้นทำความเข้าใจ ปัญหา	2	บอกสิ่งที่โจทย์กำหนดให้และสิ่งที่โจทย์ต้องการได้อย่างถูกต้อง ครบถ้วน
	1	บอกสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ได้อย่างถูกต้อง ครบถ้วน แต่ไม่บอกสิ่งที่โจทย์ต้องการหรือบอกสิ่งที่โจทย์ต้องการได้ไม่ถูกต้อง/ บอกสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ได้อย่างถูกต้องไม่ครบถ้วน แต่บอกสิ่งที่โจทย์ต้องการได้อย่างถูกต้อง/ ไม่บอกสิ่งที่โจทย์กำหนดให้หรือบอกสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ได้ไม่ถูกต้อง แต่บอกสิ่งที่โจทย์ต้องการได้อย่างถูกต้อง
	0	บอกสิ่งที่โจทย์กำหนดให้และสิ่งที่โจทย์ต้องการไม่ถูกต้อง/ ไม่บอกสิ่งที่โจทย์กำหนดให้และสิ่งที่โจทย์ต้องการ
ขั้นวางแผน การแก้ปัญหา	2	สมมติตัวแปร และเขียนสมการตรงตามเงื่อนไขของโจทย์ปัญหาได้อย่างถูกต้อง
	1	สมมติตัวแปรได้อย่างถูกต้อง แต่เขียนสมการไม่ตรงตามเงื่อนไขของโจทย์ปัญหา/ ไม่ได้สมมติตัวแปร แต่เขียนสมการตรงตามเงื่อนไขของโจทย์ปัญหาได้อย่างถูกต้อง
	0	สมมติตัวแปรไม่ถูกต้อง และเขียนสมการไม่ตรงตามเงื่อนไขของโจทย์ปัญหา/ ไม่มีร่องรอยการวางแผนแก้ปัญหา
ขั้นดำเนินการ แก้ปัญหา	2	แสดงการแก้ปัญหาเป็นลำดับขั้นตอนได้อย่างถูกต้อง ครบถ้วน
	1	แสดงการแก้ปัญหาเป็นลำดับขั้นตอนได้อย่างถูกต้อง บางส่วน
	0	แสดงการแก้ปัญหาได้ไม่ถูกต้อง/ ไม่แสดงลำดับขั้นตอนการแก้ปัญหา

ตารางที่ 2-8 (ต่อ)

รายการประเมิน	คะแนน	ความสามารถที่ปรากฏให้เห็น
ขั้นตรวจสอบและสรุปคำตอบ	2	แสดงการตรวจสอบคำตอบ และสรุปคำตอบได้ถูกต้อง
	1	แสดงการตรวจสอบคำตอบได้ถูกต้อง แต่ไม่สรุปคำตอบหรือสรุปคำตอบได้ไม่ถูกต้อง/ ไม่แสดงการตรวจสอบคำตอบหรือแสดงการตรวจสอบคำตอบไม่ถูกต้อง แต่สรุปคำตอบได้ถูกต้อง
	0	แสดงการตรวจสอบคำตอบและสรุปคำตอบไม่ถูกต้อง/ ไม่แสดงการตรวจสอบคำตอบ และสรุปคำตอบไม่ถูกต้อง/ แสดงการตรวจสอบคำตอบไม่ถูกต้อง และไม่สรุปคำตอบ/ ไม่แสดงการตรวจสอบคำตอบ และไม่สรุปคำตอบ

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์

1. ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์

วิลสัน (Wilson, 1971, pp. 643-696 อ้างถึงใน พร้อมพรรณ อุดมสิน, 2544, หน้า 60-75) ได้ให้ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถทางสติปัญญา (Cognitive domain) ในการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ ซึ่งจำแนกพฤติกรรมที่พึงประสงค์ทางด้านพุทธิพิสัย ตามกรอบแนวความคิดของบลูม (Bloom taxonomy) ไว้ 4 ระดับ ดังนี้

1. ความรู้ความจำด้านการคำนวณ (Computation) พฤติกรรมในระดับนี้ถือว่าเป็นพฤติกรรมที่อยู่ในระดับต่ำ แบ่งออกเป็น 3 ชั้น คือ

1.1 ความรู้ความจำเกี่ยวกับข้อเท็จจริง (Knowledge of specific facts) เป็นความสามารถที่จะระลึกข้อเท็จจริงต่าง ๆ ที่นักเรียนเคยได้รับการเรียนการสอนมาแล้วคำถามที่วัดความสามารถในระดับนี้จะเกี่ยวกับข้อเท็จจริงตลอดจนความรู้พื้นฐานซึ่งนักเรียนได้สั่งสมมาเป็นระยะเวลาอันแล้วด้วย

1.2 ความรู้ความจำเกี่ยวกับคำศัพท์และนิยาม (Knowledge of terminology) เป็นความสามารถในการระลึกหรือจำศัพท์ และนิยามต่าง ๆ ได้ โดยคำถามจะถามโดยตรงหรือโดยอ้อมก็ได้ แต่ไม่ต้องอาศัยคำนวณ

1.3 ความสามารถในการทำตามขั้นตอน (Ability to carry out algorithms) เป็นความสามารถในการใช้ข้อเท็จจริง หรือนิยามหรือกระบวนการที่ได้เรียนมาแล้วมาคำนวณ

ตามลำดับขั้นตอนที่เคยเรียนรู้มาแล้ว ข้อสอบที่วัดความสามารถด้านนี้ ต้องเป็นโจทย์ง่าย ๆ คล้ายคลึงกับตัวอย่าง นักเรียนไม่ต้องพบกับความยุ่งยากในการตัดสินใจเลือกใช้กระบวนการ

2. ความเข้าใจ (Comprehension) ความเข้าใจเป็นพฤติกรรมที่ใกล้เคียงกับพฤติกรรมระดับความรู้ความจำเกี่ยวกับการคิดคำนวณ แต่ซับซ้อนกว่า แบ่งเป็น 6 ชั้น

2.1 ความรู้เกี่ยวกับมโนทัศน์ (Knowledge of concepts) ความรู้เกี่ยวกับมโนทัศน์เป็นความสามารถที่ซับซ้อนกว่าความรู้ความจำเกี่ยวกับข้อเท็จจริง เพราะมโนทัศน์เป็นนามธรรม ซึ่งประมวลจากข้อเท็จจริงต่าง ๆ ต้องอาศัยการตัดสินใจในการตีความหรือยกตัวอย่างของมโนทัศน์นั้น โดยใช้คำพูดของตัวเอง หรือเลือกความหมายที่กำหนดให้ซึ่งเขียนในรูปใหม่ หรือตัวอย่างใหม่แตกต่างไปจากที่เคยเรียนในชั้นเรียน มิฉะนั้นจะเป็นการวัดความจำ

2.2 ความรู้เกี่ยวกับหลักการ กฎ และข้อสรุปนัยทั่วไป (Knowledge of principles rules and generalization) พฤติกรรมในขั้นนี้เป็นความสามารถในการนำเอาหลักการ กฎ และ ความเข้าใจเกี่ยวกับมโนทัศน์ไปสัมพันธ์กับปัญหาจนได้แนวทางในการแก้ปัญหาได้ ถ้าคำถามนั้นเป็นคำถามเกี่ยวกับหลักการและกฎที่นักเรียนไม่เคยพบมาก่อน อาจจัดเป็นพฤติกรรมในระดับการวิเคราะห์ก็ได้

2.3 ความรู้เกี่ยวกับโครงสร้างวิทยาศาสตร์ (Knowledge of mathematical structure) คำถามที่วัดพฤติกรรมในขั้นนี้เป็นคำถามที่วัดเกี่ยวกับสมบัติของระบบจำนวนและโครงสร้างทางพีชคณิต

2.4 ความสามารถในการเปลี่ยนองค์ประกอบของปัญหาจากแบบหนึ่งไปเป็นอีกแบบหนึ่ง (Ability to transform problem elements from one mode to another) พฤติกรรมในขั้นนี้เป็นความสามารถในการแปลข้อความที่กำหนดให้เป็นข้อความใหม่ หรือภาษาใหม่ เช่น แปลจากภาษาพูดให้เป็นสมการ ซึ่งมีความหมายคงเดิม โดยไม่รวมถึงขั้นตอน (Algorithms) ในการแก้ปัญหาหลังจากแปลแล้ว อาจกล่าวได้ว่า เป็นพฤติกรรมที่ง่ายที่สุดของพฤติกรรมระดับความเข้าใจ

2.5 ความสามารถติดตามแนวเหตุผล (Ability to follow a line of reasoning) เป็นความสามารถในการอ่านและเข้าใจข้อความทางคณิตศาสตร์ซึ่งแตกต่างไปจากความสามารถในการอ่านทั่วไป

2.6 ความสามารถในการอ่านและตีความโจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ (Ability to read and interpret a problem) ข้อสอบที่วัดความสามารถในขั้นนี้ อาจดัดแปลงมาจากข้อสอบที่วัดความสามารถในขั้นอื่น ๆ โดยให้นักเรียนอ่านและตีความโจทย์ปัญหา ซึ่งอาจจะอยู่ในรูปของข้อความ ตัวเลข ข้อมูลทางสถิติ หรือกราฟ

3. การนำไปใช้ (Application) การนำไปใช้ เป็นความสามารถในการแก้ปัญหาที่คล้ายกับปัญหาที่นักเรียนประสบอยู่ในระหว่างเรียน หรือคล้ายกับแบบฝึกหัด นักเรียนสามารถเลือกกระบวนการแก้ปัญหาและดำเนินการแก้ปัญหาได้โดยไม่ต้องยาก พฤติกรรมในระดับนี้แบ่งเป็น 4 ชั้น ได้แก่

3.1 ความสามารถในการแก้ปัญหาที่คล้ายคลึงกับปัญหาที่ประสบอยู่ในระหว่างเรียน (Ability to solve routine problem) นักเรียนต้องอาศัยความสามารถในระดับความเข้าใจและเลือกกระบวนการแก้ปัญหานั้นได้คำตอบออกมา

3.2 ความสามารถในการเปรียบเทียบ (Ability to make comparisons) ความสามารถในการเปรียบเทียบ เป็นความสามารถในการค้นหาความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูล 2 ชุด เพื่อสรุปการตัดสินใจ ซึ่งในการแก้ปัญหานี้ อาจต้องใช้วิธีการคิดคำนวณและจำเป็นต้องอาศัยความรู้ที่เกี่ยวข้อง รวมทั้งความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผล

3.3 ความสามารถในการวิเคราะห์ (Ability to analyze data) พฤติกรรมในขั้นนี้ เป็นความสามารถในการตัดสินใจอย่างต่อเนื่องในการหาคำตอบจากข้อมูลที่กำหนดให้ ซึ่งต้องอาศัยการแยกข้อมูลที่เกี่ยวข้องออกจากข้อมูลที่ไม่เกี่ยวข้อง พิจารณาว่าอะไรคือข้อมูลที่ต้องการเพิ่มเติม มีปัญหาอื่นใดบ้างที่อาจเป็นตัวอย่างในการหาคำตอบของปัญหาที่กำลังประสบอยู่ หรือต้องแยกโจทย์ปัญหาออกพิจารณาเป็นส่วน ๆ มีการตัดสินใจหลายครั้งอย่างต่อเนื่องตั้งแต่ต้นจนได้คำตอบหรือผลลัพธ์ที่ต้องการ

3.4 ความสามารถในการมองเห็นแบบแผน ลักษณะ โครงสร้างที่เหมือนกัน และการสมมาตร (Ability to recognize patterns, isomerism and symmetries) พฤติกรรมในขั้นนี้เป็นความสามารถที่ต้องอาศัยพฤติกรรมอย่างต่อเนื่องตั้งแต่การการระลึกถึงข้อมูลที่กำหนดให้ การเปลี่ยนรูปปัญหา การจัดกระทำกับข้อมูล การระลึกถึงความสัมพันธ์ นักเรียนจึงสำรวจสิ่งที่คุ้นเคยกันจากข้อมูลหรือสิ่งที่กำหนดจากโจทย์ปัญหาให้พบ

4. การวิเคราะห์ (Analysis) เป็นความสามารถในการแก้ปัญหานักเรียนไม่เคยเห็นหรือไม่เคยทำแบบฝึกหัดมาก่อน ซึ่งส่วนใหญ่เป็นโจทย์พลิกแพลง แต่ก็อยู่ในขอบเขตเนื้อหาวิชาที่เรียนการแก้โจทย์ปัญหาดังกล่าวต้องอาศัยความรู้ที่ได้เรียนมารวมกับความคิดสร้างสรรค์ผสมผสานกันเพื่อแก้ปัญหา พฤติกรรมระดับนี้ถือว่าเป็นพฤติกรรมขั้นสูงของการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ ซึ่งต้องใช้สมรรถภาพสมองระดับสูง แบ่งเป็น 5 ชั้น ดังนี้

4.1 ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาที่ไม่เคยประสบมาก่อน (Ability to solve no routine problems) คำถามในขั้นนี้เป็นคำถามที่ซับซ้อนไม่มีในแบบฝึกหัดหรือตัวอย่าง ไม่เคยเห็นมาก่อน นักเรียนต้องอาศัยความคิดสร้างสรรค์ผสมผสานกับความเข้าใจในมโนคติ นิยาม ตลอดจนทฤษฎีต่าง ๆ ที่เรียนมาแล้วเป็นอย่างดี

4.2 ความสามารถในการค้นพบความสัมพันธ์ (Ability to discovery relationships) เป็นความสามารถในการจัดส่วนต่าง ๆ ที่โจทย์กำหนดมาให้ใหม่ แล้วสร้างความสัมพันธ์ขั้นใหม่ เพื่อใช้ในการแก้ปัญหา แทนการจำความสัมพันธ์เดิมที่เคยพบมาแล้วใช้กับข้อมูลชุดใหม่

4.3 ความสามารถในการสร้างข้อพิสูจน์ (Ability to construct proofs) เป็นความสามารถในการสร้างภาษา เพื่อยืนยันข้อความทางคณิตศาสตร์อย่างสมเหตุสมผล โดยอาศัยนิยาม สัจพจน์ และทฤษฎีต่าง ๆ ที่เรียนมาแล้วมาพิสูจน์ปัญหาที่ไม่เคยพบมาก่อน

4.4 ความสามารถในการวิพากษ์วิจารณ์ข้อพิสูจน์ (Ability to criticize proofs) ความสามารถขั้นนี้เป็นการใช้เหตุผลที่ควบคู่กับความสามารถในการเขียนพิสูจน์ แต่ความสามารถในการพิจารณาเป็นพฤติกรรมที่มีความยุ่งยากซับซ้อนกว่า ความสามารถในขั้นนี้ต้องการให้นักเรียนมองเห็นและเข้าใจการพิสูจน์นั้นว่าถูกต้องหรือไม่ มีตอนใดผิดพลาดไปจากมโนคติ หลักการ กฎ นิยาม หรือวิธีการทางคณิตศาสตร์

4.5 ความสามารถในการสร้างสูตร และทดสอบความถูกต้องของสูตร (Ability to formulate and validate generalizations) นักเรียนต้องสามารถสร้างสูตรขึ้นมาใหม่ได้โดยให้สัมพันธ์กับเรื่องเดิมและต้องสมเหตุสมผลด้วย นั่นคือการถามให้หาและพิสูจน์ประโยคทางคณิตศาสตร์ หรืออาจถามให้นักเรียนสร้างกระบวนการการคิดคำนวณใหม่ พร้อมทั้งแสดงการใช้กระบวนการนั้น

พร้อมพรรณ อุคมสิน (2544, หน้า 24) กล่าวว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ หมายถึง ความรู้ ความเข้าใจและความสามารถต่าง ๆ ทางสมองที่ผู้เรียนได้รับประสบการณ์ตามหลักสูตร

ชานนท์ จันทรา (2555, หน้า 79) กล่าวว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถของผู้เรียนเกี่ยวกับความรู้ความเข้าใจ ทักษะและสมรรถภาพทางสมองด้าน ๆ ทั้งในส่วนเนื้อหาสาระ ข้อเท็จจริงที่ผู้เรียนได้เรียนรู้ และมโนทัศน์แต่ละเรื่อง จากการจัดกิจกรรมตามที่กำหนดไว้ในหลักสูตร

จากที่กล่าวมา สรุปได้ว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถของนักเรียนในการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ในด้านความรู้ความจำ ความเข้าใจ การนำไปใช้ และการวิเคราะห์ โดยในงานวิจัยนี้ ผู้วิจัยวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ตามระดับพฤติกรรมของนักเรียน

3 ระดับ คือ ความเข้าใจ การนำไปใช้ และการวิเคราะห์ เนื่องด้วยเนื้อหา เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว เป็นเนื้อหาเกี่ยวกับโจทย์ปัญหา ที่เน้นในส่วนการประยุกต์ใช้ทักษะและกระบวนการแก้ปัญหา จึงไม่มีวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในระดับพฤติกรรมด้านความรู้ความจำ

2. ความหมายของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

นักการศึกษาได้ให้ความหมายของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนพอสรุปได้ดังนี้

ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ (2543, หน้า 20) ได้กล่าวว่า แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง แบบทดสอบ ที่มุ่งวัดเนื้อหาวิชาที่เรียนผ่านมาแล้วว่านักเรียนมีความรู้ความสามารถเพียงใด ดังเช่น การสอบวัดผลการเรียนรู้การสอนในชั้นเรียนในปัจจุบัน

พิชิต ฤทธิ์จรูญ (2545, หน้า 96) กล่าวว่า แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง แบบทดสอบที่ใช้วัดความรู้ ทักษะและความสามารถทางวิชาการที่นักเรียนได้เรียนรู้อย่างไรว่าบรรลุผลสำเร็จตามจุดประสงค์ที่กำหนดไว้เพียงใด

สิริพร ทิพย์คง (2545, หน้า 193) กล่าวว่า แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ชุดคำถามที่มุ่งวัดพฤติกรรมการเรียนของนักเรียนว่ามีความรู้ ทักษะ และสมรรถภาพทางสมองด้านต่าง ๆ ในเรื่องที่เรียนรู้ไปแล้วมากน้อยเพียงใด

ชานนท์ จันทรา (2555, หน้า 79) ได้กล่าวว่า แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เป็นเครื่องมือที่ช่วยให้ครูผู้สอนตัดสินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยเป็นแบบทดสอบที่ใช้วัดระดับความสามารถของผู้เรียนเกี่ยวกับความรู้ความเข้าใจ ทักษะและสมรรถภาพทางสมองด้านต่าง ๆ ทั้งในส่วนของเนื้อหาสาระ ข้อเท็จจริงที่ผู้เรียนได้เรียนรู้ และมโนทัศน์แต่ละเรื่อง จากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามที่กำหนดไว้ในหลักสูตร

จากที่กล่าวมาสรุปได้ว่า แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน คือ เครื่องมือที่สร้างขึ้นเพื่อใช้วัดความรู้ความเข้าใจ ทักษะและสมรรถภาพทางสมองด้านต่าง ๆ ของผู้เรียน หลังจากที่ได้ผ่านการเรียนรู้แล้ว โดยในงานวิจัยนี้ ผู้วิจัยได้สร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เพื่อใช้วัดพฤติกรรมของนักเรียน 3 ระดับ คือ ความเข้าใจ การนำไปใช้ และการวิเคราะห์ เนื่องด้วยเนื้อหา เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว เป็นเนื้อหาเกี่ยวกับโจทย์ปัญหา ที่เน้นในส่วนการประยุกต์ใช้ทักษะและกระบวนการแก้ปัญหา

3. ประเภทของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

มีนักการศึกษาได้กล่าวถึงประเภทแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ดังนี้

สิริพร ทิพย์คง (2545, หน้า 193) กล่าวว่า แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

มี 2 ประเภท สามารถสรุปแบบทดสอบแต่ละประเภทได้ดังนี้

1. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์มาตรฐาน มีการดำเนินการสอบและการแปลคะแนนแบบมาตรฐาน สร้างโดยผู้เชี่ยวชาญในแต่ละสาขาวิชา และยอมรับในคุณภาพที่สามารถขยายอิงสู่ประชากรได้ การดำเนินการในการใช้แบบทดสอบมาตรฐานต้องทำตามคู่มือทุกอย่าง ไม่ว่าจะเป็นการแจก การอธิบาย การใช้เวลา การตรวจและการแปลคะแนนของข้อสอบ

2. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ที่ครูสร้างขึ้น โดยสร้างตามจุดประสงค์ของครูผู้สอน เป็นคำถามที่เกี่ยวกับความรู้ที่นักเรียนได้เรียนในห้องเรียน ซึ่งเป็นการทดสอบว่านักเรียนมีความรู้มากแค่ไหน บทพร่องในส่วนตัว เพื่อจะได้สอนซ่อมเสริม หรือเป็นการวัดเพื่อดูความพร้อมที่จะเรียนในเนื้อหาใหม่ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับความต้องการของครูผู้สอน บางฉบับอาจจะไม่ได้ทดลองสอบมาก่อน กลุ่มตัวอย่างไม่คลุมประชากร สามารถแก้ไขได้ทุกกระยะ และครูผู้สอนไม่จำเป็นต้องเป็นผู้เชี่ยวชาญในการสร้างข้อสอบ แบบทดสอบที่ครูสร้างขึ้นจึงเชื่อถือได้น้อยกว่าแบบทดสอบมาตรฐาน

พิชิต ฤทธิ์จรูญ (2548, หน้า 96) กล่าวว่า โดยทั่วไปแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์แบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ

1. แบบทดสอบที่ครูสร้างขึ้นเอง หมายถึง แบบทดสอบที่มุ่งวัดผลสัมฤทธิ์ของผู้เรียนเฉพาะกลุ่มที่ครูสอน เป็นแบบทดสอบที่ครูสร้างขึ้นใช้กัน โดยทั่วไปในสถานศึกษา มีลักษณะเป็นแบบทดสอบข้อเขียน (Paper and pencil test) ซึ่งแบ่งออกได้อีก 2 ชนิดคือ

1.1 แบบทดสอบอัตนัย (Subjective or essay test) เป็นแบบทดสอบที่กำหนดคำถามหรือปัญหาให้ แล้วให้ผู้ตอบเขียนโดยแสดงความรู้ ความคิด เจตคติ ได้อย่างเต็มที่

1.2 แบบทดสอบปรนัย หรือแบบให้ตอบสั้น ๆ (Objective test or short answer) เป็นแบบทดสอบที่กำหนดให้ผู้สอบเขียนตอบสั้น ๆ หรือมีคำตอบให้เลือกแบบจำกัดคำตอบ (Restricted response type) ผู้ตอบไม่มีโอกาสแสดงความรู้ ความคิด ได้อย่างกว้างขวางเหมือนแบบทดสอบอัตนัย แบบทดสอบชนิดนี้แบ่งออกเป็น 4 แบบ คือ แบบทดสอบถูก-ผิด แบบทดสอบเติมคำ แบบทดสอบจับคู่ และแบบทดสอบเลือกตอบ

2. แบบทดสอบมาตรฐาน หมายถึง แบบทดสอบที่มุ่งวัดผลสัมฤทธิ์ของผู้เรียนทั่ว ๆ ไป ซึ่งสร้างโดยผู้เชี่ยวชาญ มีการวิเคราะห์และปรับปรุงอย่างดีจนมีคุณภาพ มีมาตรฐาน กล่าวคือมีมาตรฐานในการดำเนินการสอบ วิธีการให้คะแนนและการแปลความหมายของคะแนน

ซานนท์ จันทรา (2555, หน้า 79-80) ได้กล่าวถึง แบบทดสอบที่ครูผู้สอนเป็นผู้สร้างขึ้นเพื่อใช้สรุปผลการเรียนรู้หรือตรวจสอบความก้าวหน้าในการเรียนรู้ของผู้เรียน สามารถแบ่งรูปแบบของแบบทดสอบได้เป็น 2 ประเภทใหญ่ ๆ คือ

1. แบบทดสอบแบบปรนัยหรือแบบทดสอบที่ไม่ใช่ความเรียง (Objective tests) เช่น แบบทดสอบแบบเลือกตอบ (Multiple choice) แบบทดสอบแบบจับคู่ (Matching) แบบทดสอบแบบถูกผิด (True-false) แบบทดสอบแบบเติมคำหรือแบบตอบสั้น ๆ (Short answer test) แบบทดสอบแบบเปรียบเทียบ

2. แบบทดสอบแบบอัตนัยหรือแบบทดสอบแบบความเรียง (Subjective tests) เช่น แบบทดสอบแบบแสดงวิธีทำ

สสวท. (2555, หน้า 28) กล่าวว่า แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ครูสร้างขึ้น จำแนกออกเป็น 8 ประเภท โดยสามารถสรุปแต่ละประเภทได้ ดังนี้

1. แบบทดสอบแบบเลือกตอบ ใช้วัดผลได้ทั้งด้านความรู้ ความคิด ทฤษฎี หลักการ การตัดสินใจ ตลอดจนความสามารถด้านทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์

2. แบบทดสอบแบบถูกผิด โดยมีการนำเสนอข้อความเกี่ยวกับความรู้ความเข้าใจ ในหลักการ ทฤษฎี การแปลความหมายหรือการกำหนดตัวแปร

3. แบบทดสอบแบบจับคู่ เป็นแบบทดสอบที่มีลักษณะการนำเสนอข้อความ 2 ส่วน ให้เลือกเพื่อจับคู่กัน ซึ่งโดยทั่วไปจำนวนข้อของคำตอบจะมีมากกว่าคำถาม

4. แบบทดสอบแบบเปรียบเทียบ เป็นแบบทดสอบที่ประกอบด้วยข้อความที่ต้องการให้ผู้เรียนพิจารณาในรูปของ มากกว่า เท่ากับ น้อยกว่า หรือสรุปไม่ได้

5. แบบทดสอบแบบเติมคำ โดยผู้ตอบต้องแสดงความรู้ความสามารถด้วยการเขียนตอบ ที่เป็นผลลัพธ์ของปัญหา ซึ่งแบบทดสอบแบบเติมคำยังใช้ในการคิดเลขในใจได้

6. แบบทดสอบแบบเขียนตอบ โดยให้ผู้สอบแสดงความรู้ ความสามารถด้วยการเขียนตอบ แสดงวิธีทำ หรือสรุปผลจากวิธีทำ โดยแสดงเหตุผลประกอบ

7. แบบทดสอบแบบต่อเนื่อง เป็นการผสมผสานแบบทดสอบหลายรูปแบบไว้ด้วยกัน เช่น แบบทดสอบแบบเลือกตอบกับแบบถูกผิด แบบทดสอบแบบเลือกตอบกับแบบเขียนตอบ

8. แบบทดสอบแบบแสดงวิธีทำ เป็นแบบทดสอบที่ให้ผู้เรียนแสดงวิธีการแก้ปัญหา ใช้ประเมินได้ครอบคลุมทั้งมโนทัศน์และวิธีการคิด การวางแผน รวมทั้งความสามารถของทักษะ และกระบวนการทางคณิตศาสตร์ในด้านต่าง ๆ จากประเภทของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ที่มีนักการศึกษาได้จำแนก แต่ละประเภทไว้ดังกล่าวข้างต้น

กล่าวโดยสรุปได้ว่า แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ส่วนใหญ่แล้วแบ่งออกได้ เป็น 2 ประเภท ได้แก่ 1) แบบทดสอบแบบอัตนัย เป็นแบบทดสอบที่กำหนดคำถามหรือปัญหาให้ แล้วให้ผู้ตอบเขียน โดยใช้ความรู้ ความคิด เจตคติได้อย่างเต็มที่ และ 2) แบบทดสอบแบบปรนัย เป็นแบบทดสอบที่สามารถวัดได้ครอบคลุมเนื้อหา ตรวจสอบให้คะแนนง่าย มีความเป็นปรนัยสูง และ

สามารถนำผลการสอบมาวิเคราะห์และปรับปรุงให้ข้อสอบมีคุณภาพดีขึ้นได้ง่ายกว่าแบบทดสอบชนิดอื่น ซึ่งผู้วิจัยเลือกใช้แบบทดสอบแบบปรนัย ในการวิจัยครั้งนี้

4. ลักษณะของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ดี

ในการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน จำเป็นต้องคำนึงถึงลักษณะของแบบทดสอบที่ดี ซึ่งมีนักการศึกษาได้กล่าวถึง ลักษณะของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ดังนี้

ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ (2543, หน้า 47) ได้สรุปลักษณะของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ดีไว้ ดังนี้

1. ความเที่ยงตรง (Validity) เป็นลักษณะที่สำคัญที่สุดที่ทำให้เครื่องมือวัดผลนั้นมีคุณภาพ เพราะเป็นการแสดงให้เห็นว่า เครื่องมือวัดนั้นสามารถวัดได้อย่างมีประสิทธิภาพ นั่นคือวัดได้ตรงและครบถ้วนตามเนื้อหาที่ต้องการวัด วัดได้ตรงตามจุดประสงค์ วัดได้ตรงตามสภาพความเป็นจริง และวัดแล้วสามารถนำผลการวัดไปพยากรณ์หรือคาดคะเนอนาคตได้
2. มีความเชื่อมั่นสูง (Reliability) เครื่องมือวัดผลที่ดีวัดสิ่งเดียวกันหลาย ๆ ครั้ง ผลที่ได้จากการวัดจะเหมือนกันหรือแตกต่างกันน้อยมาก
3. มีความเป็นปรนัย (Objectivity) เครื่องมือที่มีความเป็นปรนัยจะมีความชัดเจนในตัวเอง เช่น ข้อสอบที่มีความเป็นปรนัย จะมีความชัดเจนอยู่ 3 ประการ คือ คำถามชัดเจนอ่านแล้วเข้าใจตรงกัน คำตอบแน่นอน ใครตรวจก็ให้คะแนนตรงกัน และประการสุดท้าย คือ แปลความหมายคะแนนได้ตรงกัน
4. มีความยากง่ายพอเหมาะ (Difficulty) ไม่ยากเกินไปและไม่ง่ายเกินไป ข้อสอบข้อใดที่มีคนตอบถูกมากแสดงว่าง่าย ข้อที่มีคนตอบถูกน้อยแสดงว่ายาก
5. มีอำนาจจำแนก (Discrimination) หมายถึง สามารถแบ่งแยกคนออกเป็นประเภทต่าง ๆ ได้ถูกต้อง ข้อสอบที่จำแนกได้ หมายถึง ข้อสอบที่คนเก่งตอบถูก คนอ่อนตอบผิด ข้อสอบที่จำแนกกลับ คนเก่งจะตอบผิดแต่คนอ่อนจะตอบถูก และข้อสอบที่จำแนกไม่ได้ คนเก่งและคนอ่อนจะตอบถูกและผิดพอ ๆ กัน ไม่ค่อยมีความแตกต่างกันมากนัก
6. มีประสิทธิภาพ (Efficiency) คือ เครื่องมือที่สามารถทำให้ได้ข้อมูลที่ดีที่สุดเชื่อถือได้มาก โดยใช้วิธีการที่สะดวก รวดเร็ว คล่องตัว แต่เสียเวลาน้อย ลงทุนน้อยและใช้แรงงานน้อย
7. มีความยุติธรรม (Fair) ไม่เปิดโอกาสให้มีการได้เปรียบเสียเปรียบกันระหว่างผู้ที่ถูกวัดด้วยกัน
8. ใช้คำถามถามลึก (Searching) ข้อสอบที่ดีต้องการให้ผู้ตอบใช้ความสามารถในการคิดค้นก่อนที่จะตอบ

9. ใช้คำถามช่วย (Exemplary) มีลักษณะที่ทำให้ผู้สอบอยากคิดอยากตอบและทำด้วยความเต็มใจ

10. คำถามจำเพาะเจาะจง (Definite) ไม่ถามวงกว้างเกินไป หรือถามคลุมเครือให้คิดได้หลายแง่หลายมุม

สิริพร ทิพย์คง (2545, หน้า 194-195) กล่าวว่า ลักษณะของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ดีพิจารณาได้ดังนี้

1. ความตรง แบบทดสอบที่มีความตรงเป็นแบบทดสอบที่สามารถนำไปวัดในสิ่งที่ต้องการวัดได้อย่างถูกต้อง ตรงตามจุดประสงค์ที่ต้องการวัด ครอบคลุมเนื้อหาที่มีในหลักสูตร
2. ความเชื่อมั่น แบบทดสอบที่มีความเชื่อมั่นเป็นแบบทดสอบที่สามารถให้ผลการวัดได้คงที่ ไม่ว่าจะนำแบบทดสอบนั้นไปวัดกี่ครั้ง
3. ความเป็นปรนัย แบบทดสอบที่มีความเป็นปรนัยเป็นแบบทดสอบที่มีคำถามชัดเจน สามารถตรวจให้คะแนนและแปลความหมายของคะแนนได้ตรงกัน
4. การถามลึก หมายถึง ถามให้ครอบคลุมพฤติกรรมขั้นความรู้ ความจำ ความเข้าใจ การนำไปใช้ การวิเคราะห์ การสังเคราะห์และการประเมินค่า
5. ความยุติธรรม คำถามของแบบทดสอบต้องไม่มีช่องทางชี้แนะให้เดาได้ถูกต้อง และต้องเป็นข้อสอบที่ไม่มีความลำเอียงต่อกลุ่มนักเรียนกลุ่มใดกลุ่มหนึ่งโดยเฉพาะ
6. อำนาจจำแนก แบบทดสอบนี้สามารถแยกนักเรียนได้ว่าใครเก่งใครอ่อน โดยสามารถจำแนกนักเรียนออกเป็นประเภท ๆ ได้ทุกระดับอย่างละเอียด ตั้งแต่อ่อนสุดจนถึงเก่งสุด
7. ความยากง่ายพอเหมาะ แบบทดสอบนี้จะต้องไม่ยากเกินไปและไม่ง่ายเกินไป
8. ความช่วย หมายถึง แบบทดสอบที่นักเรียนทำด้วยความสนุกเพลิดเพลิน โดยไม่รู้สึกลำบากหน่ายในการทำแบบทดสอบ

9. ประสิทธิภาพ เป็นแบบทดสอบที่มีจำนวนข้อสอบพอประมาณ จัดทำแบบทดสอบด้วยความประณีต ตรวจให้คะแนนได้รวดเร็ว รวมถึงสิ่งแวดล้อมในการสอบที่ดี

สสวท. (2555, หน้า 162-163) กล่าวว่า การเลือกใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่มีประสิทธิภาพ ครูผู้สอนควรพิจารณาลักษณะที่สำคัญในด้านความเที่ยงตรงในการวัดเนื้อหาหรือประสบการณ์การเรียนรู้ การวัดพฤติกรรม การวัดสภาพที่แท้จริง คุณลักษณะหรือความสามารถของนักเรียน นอกจากนี้ข้อทดสอบในแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนควรมีอัตราส่วนของความยากอยู่ในช่วง .20-.80 ถ้าข้อทดสอบใดอยู่นอกขอบเขตนี้ถือว่ายากหรือง่ายเกินไป ครูผู้สอนไม่ควรนำมาใช้

กล่าวโดยสรุปได้ว่า ลักษณะของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ดี มีดังนี้ ต้องวัดผลได้ถูกต้องตรงกับจุดมุ่งหมาย มีความคงที่ในการวัด ใช้คำถามที่ชัดเจนครอบคลุมเนื้อหา สามารถแยกความสามารถของนักเรียนได้ และมีความยากง่ายพอเหมาะ ซึ่งในการวิจัยนี้จะมีการวัด ลักษณะของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ดี ได้แก่ ความตรง ความเชื่อมั่น อำนาจจำแนก และความยากง่าย

5. การสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

มีนักการศึกษาหลายท่านได้เสนอการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไว้ดังนี้

เยวดี วิบูลย์ศรี (2545, หน้า 178-187) ได้กล่าวถึง การสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ ว่าแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์เป็นเครื่องมือที่ใช้วัดความสามารถของผู้เรียนด้านพุทธิพิสัย ต้องมีความตรงตามเนื้อหา คือ เป็นแบบทดสอบที่สร้างขึ้นครอบคลุมเนื้อหาวิชา โดยสรุปวิธีการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแบ่งได้เป็น 4 ขั้นตอน คือ

1. กำหนดวัตถุประสงค์ของการสอบให้อยู่ในรูปของวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม และให้วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมสอดคล้องกับเนื้อหาสาระทั้งหมดที่จะทำการทดสอบ
2. กำหนดโครงเรื่องของเนื้อหาสาระที่จะทำการทดสอบ
3. สร้างตารางเฉพาะหรือผังของแบบทดสอบ เพื่อแสดงถึงน้ำหนักของเนื้อหาแต่ละส่วนและพฤติกรรมต่าง ๆ ที่ต้องการทดสอบให้ชัดเจน
4. สร้างข้อสอบที่ต้องการจะทดสอบให้เป็นไปตามสัดส่วนของน้ำหนักที่ระบุไว้ในตารางเฉพาะ โดยให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม และตรงตามเนื้อหาที่วัดความสามารถของผู้เรียน

ศิริชัย กาญจนวาสี (2548, หน้า 170-187) ได้กล่าวถึงขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน สรุปได้ดังนี้

1. กำหนดจุดมุ่งหมายของการทดสอบ

จุดมุ่งหมายของการทดสอบจะต้องมีความสัมพันธ์และสอดคล้องกับจุดมุ่งหมายการเรียนรู้ และจุดหมายของหลักสูตร ตามลำดับ โดยผู้สอนต้องทำการวิเคราะห์หลักสูตร เพื่อให้ผู้สอนมีความเข้าใจว่าควรสอบอะไรบ้าง และควรดำเนินการสอบอย่างไร ซึ่งการวิเคราะห์หลักสูตรสำหรับการกำหนดจุดมุ่งหมาย เนื้อหา และวิธีการสอบ มีขั้นตอนการดำเนินงานดังนี้

1.1 วิเคราะห์จุดมุ่งหมาย

1.1.1 วิเคราะห์จุดมุ่งหมายของหลักสูตร จุดมุ่งหมายของการเรียนรู้ และระบุคุณลักษณะ หรือสมรรถภาพที่ต้องการวัดในการสอบ

1.1.2 แปลงคุณลักษณะหรือสมรรถภาพที่ต้องการวัดให้มีลักษณะเป็นรูปธรรม

1.2 วิเคราะห์เนื้อเรื่อง

1.2.1 วิเคราะห์เนื้อหาของหลักสูตร เนื้อหาของการเรียนการสอน เพื่อแยกแยะเนื้อหา และจัดรวมเนื้อหาเป็นหน่วยการเรียนรู้

1.2.2 เรียงลำดับความสัมพันธ์ของเนื้อหา จัดลำดับการสอนว่าสิ่งใดควรถูกสอนก่อนหลัง

1.3 วิเคราะห์กิจกรรม/ ประสพการณ์

วิเคราะห์กิจกรรมของการเรียนรู้ เพื่อเป็นแนวคิดในการกำหนดรูปแบบวิธีการสอน และวิธีการสอบที่เหมาะสมกับจุดมุ่งหมายและเนื้อหาของการเรียนรู้นั้น

2. ออกแบบการสร้างแบบทดสอบ

การออกแบบการสร้างแบบทดสอบ เป็นการกำหนดรูปแบบ ขอบเขต เนื้อหาและแนวทางการสร้าง เพื่อให้ได้ข้อสอบที่มีคุณภาพ ประกอบด้วยกิจกรรม ดังนี้

2.1 วางแผนการทดสอบ

ก่อนการสร้างข้อสอบ ผู้สอนจะต้องวางแผนการทดสอบก่อน โดยต้องวางแผนการสอบให้สอดคล้องกับแผนการวัดผลที่กำหนดไว้ว่าต้องการทำการทดสอบทั้งหมดกี่ครั้ง มีความถี่ห่างของการสอบเท่าใด และครอบคลุมเนื้อหา จุดมุ่งหมายใด และใช้เวลาเท่าใด

2.2 กำหนดรูปแบบของการทดสอบ

ผู้สอนต้องเลือกรูปแบบการทดสอบที่เหมาะสมกับสมรรถภาพและเนื้อหาในการทดสอบแต่ละครั้ง ซึ่งมีรูปแบบต่าง ๆ ได้ดังนี้

2.2.1 แบบทดสอบอิงเกณฑ์ กับแบบทดสอบอิงกลุ่ม

2.2.2 แบบทดสอบแบบข้อเขียน กับแบบทดสอบปฏิบัติการ

2.2.3 แบบทดสอบแบบเสนอคำตอบ กับแบบทดสอบแบบเลือกตอบ

2.2.4 แบบทดสอบความเร็ว กับแบบทดสอบความสามารถ

2.2.5 แบบทดสอบเป็นกลุ่ม กับแบบทดสอบเป็นรายบุคคล

2.3 การสร้างแผนผังการทดสอบ

การสร้างแผนผังการทดสอบมีความจำเป็นอย่างยิ่ง เพราะจะทำให้การจัดกิจกรรมอยู่บนหลักการและเหตุผลของการจัดการทดสอบได้อย่างเหมาะสม ช่วยให้เห็นจุดมุ่งหมายที่ต้องการวัด การให้น้ำหนักความสำคัญ ความถี่ของการทดสอบ และรูปแบบของการทดสอบที่ได้

2.4 สร้างผังข้อสอบ

ผังข้อสอบ หรือตารางกำหนดแผนผังการสร้างข้อสอบ เป็นตารางที่สร้างขึ้น

เพื่อเสนอรายละเอียดของการทดสอบแต่ละครั้งว่าวัดเนื้อหาอะไร และวัดจุดมุ่งหมายของการเรียนรู้ อะไร ซึ่งอาจเป็นหัวข้อย่อย หน่วยการสอน หรือบทก็ได้ มีการกำหนดน้ำหนักความสำคัญ หรือ สัดส่วนของจำนวนข้อสอบ

3. เขียนข้อสอบ

การเขียนข้อสอบเป็นทักษะอย่างหนึ่งที่ต้องมีความรู้ในเนื้อหาสาระเป็นอย่างดี ข้อสอบที่ดีควรมีลำดับขั้นตอนการเขียน ดังนี้

3.1 กำหนดแบบแผนข้อสอบ

ผู้สอนควรกำหนดแบบแผน ซึ่งเป็นรูปแบบทั่วไปของข้อสอบที่สามารถใช้วัด สมรรถภาพตามจุดประสงค์การเรียนรู้

3.2 ร่างข้อสอบ

ผู้สอนทำการร่างข้อสอบตามแบบแผนข้อสอบของแต่ละจุดประสงค์การเรียนรู้ให้ ครอบคลุมจุดประสงค์และเนื้อเรื่องที่ต้องการวัด และให้มีปริมาณข้อสอบตามสัดส่วนความสำคัญ ที่กำหนดไว้ ควรเขียนข้อสอบเพื่อไว้ 25% หรือควรเพื่อไว้ประมาณ 1-2 เท่าของจำนวนที่ต้องการ ใช้จริง

3.3 ทบทวนร่างข้อสอบ

3.3.1 ทบทวนร่างข้อสอบโดยผู้เขียนข้อสอบ เพื่อตรวจสอบความตรง ตามจุดประสงค์ สัดส่วนของข้อสอบ ความสมเหตุสมผลและความชัดเจนของภาษาที่ใช้

3.3.2 ทบทวนร่างข้อสอบโดยผู้อื่น เป็นการนำไปให้ผู้เชี่ยวชาญช่วยตรวจสอบ ร่างข้อสอบเพื่อพิจารณาถึงความตรงของข้อสอบตามจุดประสงค์ ความครอบคลุมและความชัดเจน ของคำถามและคำตอบ

3.4 บรรณาธิการข้อสอบ

ผู้สอนทำการปรับปรุงข้อบกพร่องตามคำแนะนำที่ได้รับ จัดเกลาข้อความและภาษา ที่ใช้ให้เหมาะสมกับผู้เรียน เรียบเรียงข้อสอบรวมกันเป็นแบบทดสอบที่พร้อมและนำไปทดลองใช้ การจัดเรียงข้อสอบอย่างมีประสิทธิภาพ ควรดำเนินการ ดังนี้

3.4.1 ถ้าแบบทดสอบประกอบด้วยข้อสอบหลายประเภท ควรแบ่งแบบทดสอบ ออกเป็นตอน ข้อสอบในตอนเดียวกันเป็นข้อสอบประเภทเดียวกัน โดยเรียงตอนของแบบทดสอบ จากประเภทง่ายไปสู่ประเภทยาก ดังนี้ ข้อสอบแบบถูกผิด ข้อสอบแบบจับคู่ ข้อสอบแบบตอบ สั้น ๆ ข้อสอบแบบหลายตัวเลือก และข้อสอบแบบเขียนตอบ

3.4.2 ในแบบทดสอบแต่ละตอน ควรเรียงลำดับข้อสอบตามจุดประสงค์ของ การเรียนรู้ จากง่ายไปซับซ้อน เช่น ความรู้ ความจำ ความเข้าใจ การนำไปใช้ การวิเคราะห์

การสังเคราะห์ และการประเมินค่า

3.4.3 ข้อสอบแต่ละตอน ควรเรียงลำดับตามความยากง่ายของข้อสอบ โดยเรียงจากง่ายไปสู่ยากขึ้น ตามลำดับ

4. การทดลองใช้ข้อสอบและการวิเคราะห์ข้อสอบ

ควรนำข้อสอบไปทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่างผู้เรียนที่มีลักษณะใกล้เคียงกับกลุ่มผู้สอบที่จะนำแบบทดสอบไปใช้จริง อย่างน้อยจำนวน 50 คน เพื่อให้ได้ผลการวิเคราะห์ข้อสอบที่น่าเชื่อถือ

4.1 การวิเคราะห์ข้อสอบ

4.1.1 การวิเคราะห์ทางกายภาพ เช่น ความชัดเจนของคำชี้แจง คำถามและคำตอบ ความเหมาะสมของการใช้ภาษา ความยาวของแบบทดสอบ ระยะเวลาที่กำหนดให้ และรูปแบบการพิมพ์ เป็นต้น

4.1.2 การวิเคราะห์เชิงปริมาณ หรือการวิเคราะห์ข้อสอบ เพื่อให้ทราบถึงคุณภาพของข้อสอบเป็นรายข้อเกี่ยวกับความยากง่าย อำนาจจำแนก และประสิทธิภาพของตัวลง

4.2 การคัดเลือกข้อสอบรวมเป็นแบบทดสอบ

ข้อสอบควรมีความยากง่ายที่เหมาะสม และมีอำนาจจำแนกสูง ข้อสอบที่มีความยากง่ายพอเหมาะควรมีค่า p ประมาณ .50 ค่าเฉลี่ยความยากง่ายของข้อสอบทั้งฉบับควรมีค่าประมาณ .50

4.3 การวิเคราะห์แบบทดสอบ

หลังจากคัดเลือกข้อสอบที่มีคุณภาพเป็นรายข้อมารวมกันแล้ว ควรทำการวิเคราะห์ข้อสอบในด้านความเที่ยง และความตรง

5. นำแบบทดสอบไปใช้

การนำข้อสอบไปใช้ ต้องยึดหลักว่า ผู้สอบทุกคนต้องได้รับความยุติธรรมเท่าเทียมกัน ในการแสดงความสามารถจากการเรียนรู้ตามที่แบบทดสอบต้องการวัด

6. วิเคราะห์คุณภาพของแบบทดสอบ

เมื่อนำแบบทดสอบไปใช้แล้ว ควรนำคะแนนที่ได้มาศึกษาเพื่อทราบลักษณะของคะแนนสอบเกี่ยวกับค่าเฉลี่ย การกระจาย รูปแบบของการแจกแจง และทำการวิเคราะห์คุณภาพข้อสอบทางด้านความเที่ยงและความตรง

7. ปรับปรุงแบบทดสอบ

ปรับปรุงแบบทดสอบตามข้อบกพร่องเพื่อนำไปใช้กับกลุ่มอื่น ๆ ที่มาจากประชากรเป้าหมายเดียวกัน

ชานนท์ จันทรา (2555, หน้า 87-90) ได้กล่าวถึงการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ มีขั้นตอนที่สำคัญ ดังนี้

1. ศึกษาหลักสูตร วิเคราะห์มาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัด สาระการเรียนรู้ หรือ เนื้อหา และจุดประสงค์การเรียนรู้ของหน่วยการเรียนรู้หรือเรื่องที่ต้องการวัด
2. กำหนดจุดมุ่งหมายของการวัดและการประเมิน สาระการเรียนรู้ และจุดประสงค์ การเรียนรู้ที่ต้องการวัด
3. เลือกประเภทของแบบทดสอบโดยอาจเป็นแบบปรนัยทั้งหมด แบบอัตนัยทั้งหมด หรือแบบปรนัยผสมแบบอัตนัย เพื่อให้ผู้เรียนได้มีโอกาสแสดงความรู้ ความสามารถตาม จุดมุ่งหมายที่ได้กำหนดไว้
4. กำหนดจำนวนข้อสอบ การกระจายของเนื้อหาสาระที่ต้องการทดสอบและเวลาที่ใช้สอบ เช่น การสอบย่อยหรือการสอบเก็บคะแนน อาจใช้เวลา 30-60 นาที การสอบปลายภาคหรือ สอบปลายปี อาจใช้เวลา 100-120 นาที เป็นต้น โดยในส่วนของจำนวนข้อสอบและคะแนนนั้น ต้องสัมพันธ์หรือเหมาะสมกับเวลาที่ใช้สอบและรูปแบบของแบบทดสอบด้วย
5. จัดทำตารางวิเคราะห์ข้อสอบ (Table of specification) เพื่อกำหนดจำนวนข้อของ แบบทดสอบในแต่ละเนื้อหาและพฤติกรรมที่มุ่งวัดตามอัตราส่วนที่เหมาะสม โดยพฤติกรรม ที่มุ่งวัดนั้น อาจใช้ความสามารถด้านความรู้ ความคิดทางคณิตศาสตร์ ได้แก่ ความรู้ ความจำ และการคิดคำนวณ ความเข้าใจ การนำไปใช้ และการวิเคราะห์ หรืออาจผสมผสานระหว่าง ความสามารถด้านความรู้ ความคิดกับทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ เช่น ความรู้ ความจำ และการสื่อความหมายของคณิตศาสตร์ ความเข้าใจและการสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ ความเข้าใจและการให้เหตุผล การนำไปใช้และการแก้ปัญหา การวิเคราะห์และการแก้ปัญหา เป็นต้น ซึ่งการจัดทำตารางวิเคราะห์ข้อสอบนี้จะช่วยทำให้ได้แบบทดสอบที่มีความตรงเชิงเนื้อหา
6. สร้างแบบทดสอบตามคุณลักษณะและแนวทางที่ได้กำหนดไว้ในตารางวิเคราะห์ ข้อสอบที่กำหนด
7. ตรวจสอบความตรงและความเที่ยงของแบบทดสอบ
8. แก้ไขปรับปรุงจนได้ข้อสอบที่มีคุณภาพและจัดทำแบบทดสอบฉบับสมบูรณ์ เพื่อนำไปใช้กับกลุ่มเป้าหมายต่อไป

เวชฤทธิ์ อังกะภักขจร (2555, หน้า 154) ได้เสนอขั้นตอนในการสร้างแบบทดสอบ วัดผลสัมฤทธิ์ไว้ 5 ขั้นตอน ดังนี้

1. ศึกษาหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 หรือหลักสูตร สถานศึกษา แล้ววิเคราะห์มาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัด สาระการเรียนรู้ และเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์

ที่ต้องการวัด

2. จากข้อมูลในชั้นที่ 1 วิเคราะห์จุดประสงค์การเรียนรู้ที่ต้องการให้เกิดแก่ผู้เรียนในแต่ละเนื้อหา
 3. วิเคราะห์ระดับพฤติกรรมที่ต้องการวัด ซึ่งพฤติกรรมที่วัดในวิชาคณิตศาสตร์เป็นพฤติกรรมระดับความรู้/ ความจำ ความเข้าใจ การนำไปใช้ และการวิเคราะห์ จากนั้นสร้างตารางวิเคราะห์ข้อสอบจำแนกตามพฤติกรรมที่ต้องการวัดในแต่ละเนื้อหา
 4. จากข้อมูลในชั้นที่ 2 และชั้นที่ 3 นำมาวิเคราะห์พฤติกรรมที่ต้องการวัดในแต่ละจุดประสงค์การเรียนรู้
 5. กำหนดลักษณะของข้อสอบ และทำการสร้างข้อสอบตามพฤติกรรมที่ต้องการวัดและจุดประสงค์การเรียนรู้ที่สร้างขึ้นในชั้นที่ 4
- จากที่กล่าวข้างต้น สรุปได้ว่า ขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนได้ดังนี้

1. ศึกษาหลักสูตร วิเคราะห์มาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัด สาระการเรียนรู้ และเนื้อหาวิชาที่ต้องการวัด
2. กำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้ที่ต้องการให้เกิดแก่ผู้เรียนในแต่ละเนื้อหา
3. สร้างตารางวิเคราะห์ข้อสอบ จำแนกตามพฤติกรรมที่ต้องการวัดในแต่ละเนื้อหา
4. กำหนดลักษณะของข้อสอบ และทำการสร้างข้อสอบตามพฤติกรรมที่ต้องการวัดและจุดประสงค์การเรียนรู้ที่สร้างขึ้น
5. ตรวจสอบคุณภาพของแบบทดสอบ โดยหาความยากและค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบ
6. จัดทำแบบทดสอบ ตรวจสอบความถูกต้องในการพิมพ์ และนำไปใช้ทดลองใช้
7. นำแบบทดสอบที่ทดลองใช้มาวิเคราะห์หาคุณภาพข้อสอบรายข้อ เพื่อแก้ไขปรับปรุงจนได้แบบทดสอบที่มีคุณภาพ

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยในประเทศ

นภารัตน์ หวังสุขกลาง (2552) ได้ศึกษาผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการสอนตามวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ชั้น เพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาในกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 พบว่า นักเรียนจำนวนร้อยละ 57.14 ได้คะแนน

ในด้านทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ร้อยละ 60.78 ซึ่งต่ำกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ และนักเรียนจำนวนร้อยละ 71.42 มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนร้อยละ 73.78 ซึ่งผ่านเกณฑ์ที่กำหนดไว้

อารีย์ สุขใจวรเวทย์ (2553) ได้ศึกษาการพัฒนาผลการเรียนรู้ เรื่องการบวกและการลบ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7E ผลการศึกษาพบว่า 1) คะแนนหลังการจัดการเรียนรู้สูงกว่าก่อนการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7E อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 2) ความสามารถในการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7E โดยภาพรวมทั้ง 7E มีความสามารถอยู่ในระดับดี

ลียานา ประทีปวัฒนพันธ์ (2558) ได้ศึกษา ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่องความน่าจะเป็น ของนักเรียนห้องเรียน สสวท.ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7E ร่วมกับการเรียนแบบ STAD ผลการวิจัย พบว่า เมื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเฉลี่ยกับเกณฑ์ร้อยละ 75 (19.5 คะแนน จากคะแนนเต็ม 26 คะแนน) นักเรียนได้คะแนนเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ 77.58 (20.17 คะแนน) สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

งานวิจัยต่างประเทศ

กานลิ และแยกบาแซน (Kanli & Yagbasan, 2008) ได้ศึกษา ผลการเรียนการสอน เพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในวิชาฟิสิกส์ทั่วไป โดยเปรียบเทียบผลการเรียนการสอนด้วยวงจรการเรียนรู้ 7E กับการสอนแบบปกติ ผลการวิจัยพบว่า การเรียนการสอนด้วยวงจรการเรียนรู้ 7E มีคะแนนเฉลี่ยทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่าการสอนแบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

เยนิลเมส และเออร์ซอย (Yenilmez & Ersoy, 2008) ได้ศึกษา ความคิดเห็นของครูฝึกสอนวิชาคณิตศาสตร์ต่อการประยุกต์ใช้การเรียนการสอนด้วย 7E บนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ในห้องเรียน พบว่า ความคิดเห็นของครูฝึกสอนวิชาคณิตศาสตร์มีความสัมพันธ์เชิงบวกระหว่างการใช่ 7E กับการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ด้วยคอมพิวเตอร์ช่วยสอน และพบว่า ความคิดเห็นของครูฝึกสอนวิชาคณิตศาสตร์มีแนวโน้มมีระดับสูงทั้งสองเพศ และทั้งสองกลุ่มคือกลุ่มที่เป็นเจ้าของคอมพิวเตอร์และกลุ่มที่ใช้คอมพิวเตอร์ร่วม โดยเฉพาะจำนวนครูฝึกสอนที่เป็นผู้ใช้คอมพิวเตอร์ร่วมอยู่ในระดับต่ำแต่มีความคิดเห็นสูง แสดงให้เห็นว่าครูฝึกสอนวิชาคณิตศาสตร์เห็นด้วยกับการประยุกต์ใช้รูปแบบ 7E กับการเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนในวิชาคณิตศาสตร์

จากงานวิจัยที่เกี่ยวข้องข้างต้น เห็นได้ว่า การจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7E เป็นรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพที่ส่งเสริมการเรียนรู้ของนักเรียน ส่งผลให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนสูงกว่าการจัดการเรียนรู้แบบปกติ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนสูงกว่าเกณฑ์ที่ได้กำหนดไว้ รวมทั้งความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์สูงขึ้นด้วย

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

ในการวิจัยเรื่อง ผลการจัดการเรียนรู้ตามวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 มีขั้นตอนดำเนินการวิจัย ดังนี้

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง
2. การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
3. การเก็บรวบรวมข้อมูล
4. การวิเคราะห์ข้อมูล
5. สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1. ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2560 โรงเรียนปลวกแดงพิทยาคม อำเภอปลวกแดง จังหวัดระยอง จำนวน 10 ห้องเรียน จำนวนนักเรียน 392 คน
2. กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2/3 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2560 โรงเรียนปลวกแดงพิทยาคม อำเภอปลวกแดง จังหวัดระยอง จำนวน 37 คน โดยวิธีการสุ่มแบบแบ่งกลุ่ม (Cluster random sampling) ซึ่งนักเรียนในแต่ละห้องมีผลการเรียนที่ไม่แตกต่างกัน เนื่องจากทางโรงเรียนได้จัดห้องเรียนแบบความสามารถของนักเรียน

การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้สร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย มีดังนี้

1. แผนการจัดการเรียนรู้ด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว จำนวน 4 แผน
2. แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว เป็นแบบอัตนัย จำนวน 4 ข้อ
3. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว เป็นแบบชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 20 ข้อ

ตารางที่ 3-1 (ต่อ)

แผน	ตัวชี้วัด	จุดประสงค์การเรียนรู้	สาระ การเรียนรู้	เวลา เรียน (คาบ)
2	ค 4.2 ม.2/1 แก้โจทย์ปัญหา เกี่ยวกับ สมการเชิงเส้น ตัวแปรเดียว พร้อมทั้ง ตระหนักถึง	1. นักเรียนเขียนสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว จากโจทย์ปัญหาที่เกี่ยวกับเศษส่วนได้ 2. นักเรียนหาคำตอบของโจทย์ปัญหา สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวเกี่ยวกับ เศษส่วนได้ 3. นักเรียนแก้โจทย์ปัญหาสมการเชิงเส้น ตัวแปรเดียวเกี่ยวกับเศษส่วนได้	โจทย์ปัญหา สมการ เชิงเส้น ตัวแปรเดียว เกี่ยวกับ เศษส่วน	3
3	ความสมเหตุ- สมผลของ คำตอบ ค 6.1 ม.2/2 ใช้ความรู้ ทักษะและ กระบวนการ ทางคณิตศาสตร์ และเทคโนโลยี	1. นักเรียนเขียนสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว จากโจทย์ปัญหาที่เกี่ยวกับอัตราส่วนและ ร้อยละได้ 2. นักเรียนหาคำตอบของโจทย์ปัญหา สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวเกี่ยวกับ อัตราส่วนและร้อยละได้ 3. นักเรียนแก้โจทย์ปัญหาสมการเชิงเส้น ตัวแปรเดียวเกี่ยวกับอัตราส่วนและ ร้อยละได้	โจทย์ปัญหา สมการ เชิงเส้น ตัวแปรเดียว เกี่ยวกับ อัตราส่วน และร้อยละ	3
4	ในการแก้ปัญหา ในสถานการณ์ ต่าง ๆ ได้อย่าง เหมาะสม	1. นักเรียนเขียนสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว จากโจทย์ปัญหาที่เกี่ยวกับอัตราเร็วได้ 2. นักเรียนหาคำตอบของโจทย์ปัญหา สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวเกี่ยวกับ อัตราเร็วได้ 3. นักเรียนแก้โจทย์ปัญหาสมการเชิงเส้น ตัวแปรเดียวเกี่ยวกับอัตราเร็วได้	โจทย์ปัญหา สมการ เชิงเส้น ตัวแปรเดียว เกี่ยวกับ อัตราเร็ว	3
รวม				12

1.4 สร้างแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว จำนวน 4 แผน ใช้เวลาเรียนทั้งหมด 12 คาบ โดยออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ตามขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) ซึ่งมีขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ 7 ขั้นตอน ดังนี้

1.4.1 ขั้นทบทวนความรู้เดิม (Elicit) เป็นขั้นที่ครูตั้งคำถาม หรือจัดกิจกรรมการเรียนรู้ กระตุ้นให้ผู้เรียนได้แสดงความรู้เดิม เพื่อให้ครูได้ทราบว่าผู้เรียนมีพื้นฐานความรู้เดิมเป็นอย่างไร

1.4.2 ขั้นสร้างความสนใจ (Engage) เป็นขั้นที่ครูจัดกิจกรรมสร้างความสนใจ อาจเป็นเรื่องที่น่าสนใจ หรือเรื่องที่เกี่ยวข้องกับความรู้เดิมที่เพิ่งเรียนรู้ออกมา และกระตุ้นให้นักเรียนอยากรู้ อยากเห็น เกิดความคิดที่ขัดแย้งกับสิ่งที่ผู้เรียนเคยรู้ ให้ผู้เรียนตั้งคำถาม กำหนดประเด็นปัญหาที่ต้องการศึกษาไปสู่การสำรวจตรวจสอบในขั้นตอนต่อไป

1.4.3 ขั้นสำรวจและค้นหา (Explore) เป็นขั้นที่ครูกระตุ้นให้นักเรียนตรวจสอบปัญหา และให้นักเรียนดำเนินการสำรวจตรวจสอบ สืบค้น และรวบรวมข้อมูล โดยการวางแผน การแก้ปัญหา และดำเนินการลงมือปฏิบัติ

1.4.4 ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explain) เป็นขั้นที่ครูให้นักเรียนนำข้อมูล มาวิเคราะห์ จัดกระทำข้อมูล โดยให้นักเรียนอธิบายความคิดตนเอง พร้อมแสดงหลักฐานเหตุผล ประกอบการอธิบาย เพื่อนำไปสู่ข้อสรุปที่สมบูรณ์

1.4.5 ขั้นขยายความรู้ (Elaborate) เป็นขั้นที่ครูให้นักเรียนนำข้อสรุปที่ได้ไปใช้อธิบายสถานการณ์อื่น ๆ โดยใช้ทักษะที่เรียนมา เพื่อให้นักเรียนนำสิ่งที่ได้จากการเรียนรู้มาใช้ ในแก้ปัญหา ให้นักเรียนมีความรู้มากขึ้น เป็นการขยายกรอบแนวคิดและต่อเติมให้ชัดเจนมากยิ่งขึ้น

1.4.6 ขั้นประเมินผล (Evaluate) เป็นขั้นตรวจสอบสิ่งที่นักเรียนได้เรียนรู้ ซึ่งเป็นการประเมินด้านความรู้และความเข้าใจ ใช้วิธีการประเมินผลโดยการให้คำถาม โดยครูและผู้เรียนมีส่วนร่วมในการประเมิน

1.4.7 ขั้นขยายความคิดรวบยอด (Extend) เป็นขั้นที่ครูจัดกิจกรรมให้ผู้เรียน เชื่อมโยงความคิดรวบยอดที่ได้เรียนรู้มา ไปสู่การเรียนรู้เรื่องใหม่ พร้อมทั้งตั้งคำถาม เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนเกิดปัญหาใหม่

ซึ่งแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ ประกอบด้วย 1) มาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด 2) จุดประสงค์การเรียนรู้ 3) สารระสำคัญ 4) สารการเรียนรู้ 5) กิจกรรมการเรียนรู้ 6) สื่อการเรียนรู้ 7) การวัดและประเมินผล และ 8) บันทึกหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

1.5 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยสร้างเรียบร้อยแล้วเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ เพื่อตรวจสอบความเหมาะสมของเนื้อหา ตลอดจนภาษาที่ใช้ และนำข้อเสนอแนะที่ได้มาปรับปรุงแก้ไข

1.6 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ได้รับการปรับปรุงแก้ไขแล้วเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน เพื่อตรวจสอบความเหมาะสมของเนื้อหา ความถูกต้องของภาษาที่ใช้ และความเหมาะสมของแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยใช้แบบประเมินที่มีลักษณะเป็นมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ (Rating scale) (บุญชม ศรีสะอาด, 2553, หน้า 162) ดังนี้

- | | |
|-----------|------------------------|
| 5 หมายถึง | มีความเหมาะสมมากที่สุด |
| 4 หมายถึง | มีความเหมาะสมมาก |
| 3 หมายถึง | มีความเหมาะสมปานกลาง |
| 2 หมายถึง | มีความเหมาะสมพอใช้ |
| 1 หมายถึง | มีความเหมาะสมน้อย |

แล้วนำค่าเฉลี่ยมาแปลความหมาย โดยเปรียบเทียบกับเกณฑ์ ในการแปลความหมาย

ดังนี้

ค่าเฉลี่ยระหว่าง 4.51-5.00	หมายถึง	เหมาะสมมากที่สุด
ค่าเฉลี่ยระหว่าง 3.51-4.50	หมายถึง	เหมาะสมมาก
ค่าเฉลี่ยระหว่าง 2.51-3.50	หมายถึง	เหมาะสมปานกลาง
ค่าเฉลี่ยระหว่าง 1.51-2.50	หมายถึง	เหมาะสมน้อย
ค่าเฉลี่ยระหว่าง 1.00-1.50	หมายถึง	เหมาะสมน้อยที่สุด

ซึ่งแผนการจัดการเรียนรู้ที่เหมาะสมควรมีค่าตั้งแต่ 3.51 ขึ้นไป

โดยผลของการประเมินแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นที่จำนวน 4 แผนการจัดการเรียนรู้ โดยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน พบว่าแผนการจัดการเรียนรู้มีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับเหมาะสมมากที่สุด มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.90 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ .20 ตามลำดับ (รายละเอียดดังภาคผนวก ค ตารางที่ ค-5) และผู้วิจัยได้ปรับปรุงในส่วน of รายละเอียดที่ผู้เชี่ยวชาญได้ให้ข้อเสนอแนะ ดังนี้

- แก้ไขคำที่พิมพ์ผิดในทุกแผนการจัดการเรียนรู้

1.7 นำแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ที่ผ่านการปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญเรียบร้อยแล้ว เสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์เพื่อตรวจสอบพิจารณาอีกครั้ง

1.8 นำแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ที่ผ่านการปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะเรียบร้อยแล้ว ไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา ปีที่ 2/1 ปีการศึกษา 2560 จำนวน 33 คน โรงเรียนปลวกแดงพิทยาคม ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง เพื่อตรวจสอบความเป็นไปได้ในการนำไปใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ และใช้เป็นข้อมูล ในการปรับปรุงแผนการจัดการเรียนรู้ให้มีคุณภาพมากยิ่งขึ้น ได้ข้อมูลดังนี้

1.8.1 ในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 นักเรียนยังไม่ค่อยกล้าที่จะตอบคำถาม ผู้วิจัยจึงได้ปรับกิจกรรมการเรียนรู้ในส่วนของสร้างแรงบันดาลใจ โดยการตั้งคำถามกระตุ้น ให้นักเรียนร่วมกันคิด และจัดสถานการณ์ให้นักเรียนสนใจ ซึ่งในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2-4 นักเรียนส่วนใหญ่กล้าที่จะถามและตอบคำถาม สามารถปฏิบัติกิจกรรมได้ตาม แผนการจัดการเรียนรู้ที่วางแผนไว้

1.8.2 ในส่วนของเวลาที่ใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เป็นไปตามที่กำหนดไว้

1.9 นำแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ที่การปรับปรุงแก้ไขแล้วไปใช้ในการวิจัยกับกลุ่มตัวอย่าง

2. แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การประยุกต์ของ สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ซึ่งมีขั้นตอนการสร้าง ดังนี้

2.1 ศึกษาหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระ การเรียนรู้คณิตศาสตร์และศึกษาหลักสูตรสถานศึกษา กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โรงเรียนปลวกแดงพิทยาคม มาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัด และสาระการเรียนรู้แกนกลาง ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

2.2 ศึกษาคู่มือครู เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความสามารถในการแก้ปัญหา ทางคณิตศาสตร์

2.3 วิเคราะห์สาระการเรียนรู้ และจุดประสงค์การเรียนรู้ เรื่อง การประยุกต์ของ สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เพื่อเป็นแนวทางในการสร้างและกำหนดจำนวน แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ มีรายละเอียด ดังตารางที่ 3-2

ตารางที่ 3-2 การวิเคราะห์แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

สาระการเรียนรู้	จุดประสงค์การเรียนรู้	จำนวนข้อสอบ ที่ออกทั้งหมด	จำนวนข้อสอบ ที่ใช้จริง
โจทย์ปัญหา สมการเชิงเส้น ตัวแปรเดียว เกี่ยวกับจำนวนเต็ม	นักเรียนแก้โจทย์ปัญหาสมการ เชิงเส้นตัวแปรเดียวเกี่ยวกับ จำนวนเต็มได้	2	1
โจทย์ปัญหา สมการเชิงเส้น ตัวแปรเดียว เกี่ยวกับเศษส่วน	นักเรียนแก้โจทย์ปัญหาสมการ เชิงเส้นตัวแปรเดียวเกี่ยวกับ เศษส่วนได้	2	1
โจทย์ปัญหา สมการเชิงเส้น ตัวแปรเดียว เกี่ยวกับอัตราส่วน และร้อยละ	นักเรียนแก้โจทย์ปัญหาสมการ เชิงเส้นตัวแปรเดียวเกี่ยวกับ อัตราส่วนและร้อยละได้	2	1
โจทย์ปัญหา สมการเชิงเส้น ตัวแปรเดียวเกี่ยวกับ อัตราเร็ว	นักเรียนแก้โจทย์ปัญหาสมการ เชิงเส้นตัวแปรเดียวเกี่ยวกับ อัตราเร็วได้	2	1
	รวม	8	4

2.4 สร้างเกณฑ์ในการให้คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ซึ่งได้สังเคราะห์จากเกณฑ์การให้คะแนนแบบ
วิเคราะห์ของการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของสสวท. (2546, หน้า 105-106) และ
เวชฤทธิ์ อังกะนัททขจร (2554, หน้า 118) โดยมีรายละเอียด ดังตารางที่ 3-3

ตารางที่ 3-3 เกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

รายการประเมิน	คะแนน	ความสามารถที่ปรากฏให้เห็น
ขั้นทำความเข้าใจ ปัญหา	2	บอกสิ่งที่โจทย์กำหนดให้และสิ่งที่โจทย์ต้องการได้อย่างถูกต้อง ครบถ้วน
	1	บอกสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ได้อย่างถูกต้อง ครบถ้วน แต่ไม่บอกสิ่งที่โจทย์ต้องการหรือบอกสิ่งที่โจทย์ต้องการได้ไม่ถูกต้อง/ บอกสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ได้อย่างถูกต้อง ไม่ครบถ้วน แต่บอกสิ่งที่โจทย์ต้องการได้อย่างถูกต้อง/ ไม่บอกสิ่งที่โจทย์กำหนดให้หรือบอกสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ได้อย่างถูกต้อง แต่บอกสิ่งที่โจทย์ต้องการได้อย่างถูกต้อง
	0	บอกสิ่งที่โจทย์กำหนดให้และสิ่งที่โจทย์ต้องการไม่ถูกต้อง / ไม่บอกสิ่งที่โจทย์กำหนดให้และสิ่งที่โจทย์ต้องการ
ขั้นวางแผนการ แก้ปัญหา	2	สมมติตัวแปร และเขียนสมการตรงตามเงื่อนไขของโจทย์ปัญหาได้อย่างถูกต้อง
	1	สมมติตัวแปรได้อย่างถูกต้อง แต่เขียนสมการไม่ตรงตามเงื่อนไขของโจทย์ปัญหา/ ไม่ได้สมมติตัวแปร แต่เขียนสมการตรงตามเงื่อนไขของโจทย์ปัญหาได้อย่างถูกต้อง
	0	สมมติตัวแปรไม่ถูกต้อง และเขียนสมการไม่ตรงตามเงื่อนไขของโจทย์ปัญหา/ ไม่มีร่องรอยการวางแผนแก้ปัญหา
ขั้นดำเนินการ แก้ปัญหา	2	แสดงการแก้ปัญหาเป็นลำดับขั้นตอนได้อย่างถูกต้อง ครบถ้วน
	1	แสดงการแก้ปัญหาเป็นลำดับขั้นตอนได้อย่างถูกต้อง บางส่วน
	0	แสดงการแก้ปัญหาได้ไม่ถูกต้อง/ ไม่แสดงลำดับขั้นตอนการแก้ปัญหา

ตารางที่ 3-3 (ต่อ)

รายการประเมิน	คะแนน	ความสามารถที่ปรากฏให้เห็น
ขั้นตรวจสอบและ	2	แสดงการตรวจสอบคำตอบ และสรุปคำตอบได้ถูกต้อง
สรุปคำตอบ	1	แสดงการตรวจสอบคำตอบได้ถูกต้อง แต่ไม่สรุปคำตอบหรือสรุปคำตอบได้ไม่ถูกต้อง/ ไม่แสดงการตรวจสอบคำตอบหรือแสดงการตรวจสอบคำตอบไม่ถูกต้อง แต่สรุปคำตอบได้ถูกต้อง
	0	แสดงการตรวจสอบคำตอบและสรุปคำตอบไม่ถูกต้อง/ ไม่แสดงการตรวจสอบคำตอบ และสรุปคำตอบไม่ถูกต้อง/ แสดงการตรวจสอบคำตอบไม่ถูกต้อง และไม่สรุปคำตอบ/ ไม่แสดงการตรวจสอบคำตอบ และไม่สรุปคำตอบ

2.5 ผู้วิจัยดำเนินการสร้างแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่องการประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว โดยสร้างแบบทดสอบแบบอัตนัย จำนวน 8 ข้อ เสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ เพื่อพิจารณาความครอบคลุมของเนื้อหาและความชัดเจนของข้อคำถาม แล้วนำแบบทดสอบมาปรับปรุงแก้ไขให้เหมาะสม

2.6 ตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหาของแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว โดยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน เพื่อพิจารณาตรวจสอบความสอดคล้องของข้อสอบรายข้อกับจุดประสงค์การเรียนรู้ โดยใช้ค่าดัชนีความสอดคล้อง IOC (Index of objective congruence) โดยใช้เกณฑ์การให้คะแนน ดังนี้ (เวชฤทธิ์ อังกะภักทรขจร, 2555, หน้า 159-160)

- +1 หมายถึง แน่ใจว่าข้อสอบสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ หรือวัดได้ตรงตามจุดประสงค์การเรียนรู้
- 0 หมายถึง ไม่แนใจว่าข้อสอบสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ หรือวัดได้ตรงตามจุดประสงค์การเรียนรู้หรือไม่
- 1 หมายถึง แน่ใจว่าข้อสอบไม่สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ หรือวัดได้ตรงตามจุดประสงค์การเรียนรู้

ซึ่งข้อสอบที่ดีควรมีค่า IOC ของแต่ละข้อไม่น้อยกว่า .5 โดยผลการประเมินความสอดคล้องของแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ทั้ง 8 ข้อ

มีค่า IOC ระหว่าง .8-1.00 (รายละเอียดคังภาคผนวก ค ตารางที่ ค-6) โดยผู้เชี่ยวชาญได้ให้ข้อเสนอแนะและปรับปรุงแก้ไข ดังนี้

- เพิ่มตัวเลขที่เป็นเศษส่วนในคำถาม ของแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ให้มีความครบถ้วนสมบูรณ์ เช่น

จากโจทย์ ข้อที่ 3 “ถ้าถังน้ำใบหนึ่งมีน้ำอยู่ ของถัง ถ้าตักน้ำออกไป ของน้ำที่มีอยู่ปรากฏว่าเหลือน้ำในถัง 10 ลิตร แล้วถังน้ำใบนี้จุน้ำได้กี่ลิตร”

แก้ไขเป็น “ถ้าถังน้ำใบหนึ่งมีน้ำอยู่ $\frac{5}{6}$ ของถัง ถ้าตักน้ำออกไป $\frac{2}{3}$ ของน้ำที่มีอยู่ปรากฏว่าเหลือน้ำในถัง 10 ลิตร แล้วถังน้ำใบนี้จุน้ำได้กี่ลิตร”

2.7 นำแบบทดสอบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว มาปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ จากนั้นเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาตรวจสอบความถูกต้องอีกครั้ง

2.8 นำแบบทดสอบที่ปรับปรุง แก้ไขตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญไปทดสอบกับนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 2/1 จำนวน 33 คน ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง โรงเรียนปลวกแดงพิทยาคม อำเภอปลวกแดง จังหวัดระยอง ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2560 ซึ่งเป็นนักเรียนที่เคยเรียนเนื้อหา เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว มาแล้วเพื่อหาคุณภาพของแบบทดสอบ

2.9 นำผลการสอบมาวิเคราะห์เป็นรายข้อ เพื่อหาค่าความยากง่ายและค่าอำนาจจำแนก แล้วคัดเลือกแบบทดสอบเฉพาะที่มีค่าความยากง่าย (p) ตั้งแต่ .20-.80 และค่าอำนาจจำแนก (r) ตั้งแต่ .20 ขึ้นไป จำนวน 4 ข้อ โดยให้ครอบคลุมทุกจุดประสงค์การเรียนรู้ พบว่า แบบทดสอบมีค่าความยากง่าย (p) อยู่ระหว่าง .41-.69 และค่าอำนาจจำแนก (r) อยู่ระหว่าง .51-.86

2.10 นำผลการทดสอบจากข้อที่ผ่านการคัดเลือกแล้วจำนวน 4 ข้อ มาหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบแบบอัตโนมัติโดยใช้สูตรการหาค่าสัมประสิทธิ์แอลฟา (α -Coefficient) ของ Cronbach (เวชฤทธิ์ อังคะนภัทรขจร, 2555, หน้า 161) ได้ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ทั้งฉบับเท่ากับ .90

2.11 นำแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่ผ่านการตรวจสอบและวิเคราะห์คุณภาพแล้ว ไปใช้กับกลุ่มตัวอย่างต่อไป

3. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว มีขั้นตอนการสร้าง ดังนี้

3.1 ศึกษาหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์และศึกษาหลักสูตรสถานศึกษา กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โรงเรียนปลวกแดงพิทยาคม มาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัด และสาระการเรียนรู้แกนกลาง

ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

3.2 วิเคราะห์มาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัดและจุดประสงค์การเรียนรู้ เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เพื่อเป็นแนวทางในการสร้างและ กำหนดจำนวนแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ มีรายละเอียด ดังตารางที่ 3-4

ตารางที่ 3-4 การวิเคราะห์แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน จำแนกตามพฤติกรรมที่ ต้องการวัด เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

ตัวชี้วัด	จุดประสงค์การเรียนรู้	จำนวนข้อตามพฤติกรรม ที่ต้องการวัด			รวม (ข้อ)
		เข้าใจ	นำไปใช้	วิเคราะห์	
ค 4.2 ม.2/1	1. นักเรียนเขียนสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว จากโจทย์ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับจำนวนเต็มได้	4 (2)	-	-	4 (2)
	ค 6.1 ม.2/2	2. นักเรียนหาคำตอบของโจทย์ปัญหาสมการ เชิงเส้นตัวแปรเดียวเกี่ยวกับจำนวนเต็มได้	-	4 (2)	2 (1)
		3. นักเรียนเขียนสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว จากโจทย์ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับเศษส่วนได้	4 (2)	-	-
		4. นักเรียนหาคำตอบของโจทย์ปัญหาสมการ เชิงเส้นตัวแปรเดียวเกี่ยวกับเศษส่วนได้	-	4 (2)	2 (1)
		5. นักเรียนเขียนสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว จากโจทย์ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับอัตราส่วนและร้อยละได้	4 (2)	-	-
		6. นักเรียนหาคำตอบของโจทย์ปัญหาสมการ เชิงเส้นตัวแปรเดียวเกี่ยวกับอัตราส่วนและร้อยละได้	-	4 (2)	2 (1)
		7. นักเรียนเขียนสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว จากโจทย์ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับอัตราเร็วได้	4 (2)	-	-
		8. นักเรียนหาคำตอบของโจทย์ปัญหาสมการ เชิงเส้นตัวแปรเดียวเกี่ยวกับอัตราเร็วได้	-	4 (2)	2 (1)
รวม		16 (8)	16 (8)	8 (4)	40 (20)

**หมายเหตุ a (b) หมายถึง จำนวนข้อสอบที่ออกทั้งหมด (จำนวนข้อสอบที่ใช้จริง)

3.3 ผู้วิจัยกำหนดเกณฑ์การให้คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ โดยใช้เกณฑ์การให้คะแนน ดังนี้

ให้ 1 คะแนน กรณีตอบถูก

ให้ 0 คะแนน กรณีตอบผิด หรือไม่ตอบ หรือตอบเกิน 1 คำตอบ

3.4 ผู้วิจัยดำเนินการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว โดยสร้างแบบทดสอบแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 40 ข้อ แล้วนำแบบทดสอบและเกณฑ์การให้คะแนนเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

3.5 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่แก้ไขแล้วให้ผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 ท่าน เพื่อตรวจพิจารณาความตรงเชิงเนื้อหาโดยการประเมินความสอดคล้องของแบบทดสอบในแต่ละข้อกับจุดประสงค์การเรียนรู้ โดยใช้ค่าดัชนีความสอดคล้อง IOC (Index of objective congruence) โดยใช้เกณฑ์การให้คะแนน ดังนี้ (เวชฤทธิ์ อังชนะภัทรขจร, 2555, หน้า 159-160)

+1 หมายถึง แนใจว่าข้อสอบสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ หรือวัดได้ตรงตามจุดประสงค์การเรียนรู้

0 หมายถึง ไม่แนใจว่าข้อสอบสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ หรือวัดได้ตรงตามจุดประสงค์การเรียนรู้หรือไม่

-1 หมายถึง แนใจว่าข้อสอบไม่สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ หรือวัดได้ตรงตามจุดประสงค์การเรียนรู้

โดยผลการประเมินแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว จากผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน พบว่า แบบทดสอบ ทั้ง 40 ข้อ มีค่า IOC ตั้งแต่ .80-1.00 (รายละเอียดดังภาคผนวก ค ตารางที่ ค-8) โดยผู้เชี่ยวชาญได้ให้ข้อเสนอแนะและปรับปรุงแก้ไข ดังนี้

ปรับข้อความที่ในโจทย์ปัญหาให้มีความสมบูรณ์ ชัดเจนมากขึ้น เช่น

- จากโจทย์ ข้อ 9 “นาย ก นาย ข นาย ค และนาย ง เกิดในเดือนเดียวกันและปีเดียวกัน ถ้านาย ก และนาย ง เกิดวันเดียวกัน นาย ข เกิดก่อนนาย ก 3 วัน นาย ค เกิดก่อนนาย ข 10 วัน ถ้านาย ง เกิดวันจันทร์ที่ 21 มีนาคม นาย ค จะเกิดวันที่เท่าใด”

แก้ไขเป็น “ประวิทย์ ประยูทธ์ ประจวบ และประทวน เกิดในเดือนเดียวกันและปีเดียวกัน ถ้าประวิทย์ และประทวน เกิดวันเดียวกัน ประยูทธ์ เกิดก่อนประวิทย์ 3 วัน ประจวบ เกิดก่อนประยูทธ์ 10 วัน ถ้าประทวน เกิดวันจันทร์ที่ 21 มีนาคม ประจวบ จะเกิดวันที่เท่าใด”

- จากโจทย์ ข้อ 5 “นายชาติศรีมีรายได้เพิ่มขึ้นจากเดิม 1,500 บาท แต่ยังไม่พอกว่าจุดพลซึ่งมีรายได้ทั้งสิ้น 9,000 บาท อยู่ 350 บาท เดิมนายชาติศรีมีรายได้เท่าใด”

แก้ไขเป็น “นายชาตรีมีรายได้เพิ่มขึ้นจากเดิม 1,500 บาท แต่ยังไม่เกินกว่านายจตุพลอยู่ 350 บาท ซึ่งนายจตุพลมีรายได้ทั้งสิ้น 9,000 บาท เดิมนายชาตรีมีรายได้เท่าใด”

3.6 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ที่ผ่านการปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญแล้วเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาตรวจสอบความถูกต้องอีกครั้ง

3.7 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ที่ได้ไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2/1 จำนวน 33 คน ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง โรงเรียนปลวกแดงพิทยาคม อำเภอปลวกแดง จังหวัดระยอง ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2560 ซึ่งเป็นนักเรียนที่เคยเรียนเนื้อหาเรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว

3.8 ตรวจสอบให้คะแนนแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่นักเรียนทำได้ โดยให้ 1 คะแนน สำหรับข้อที่นักเรียนตอบถูก และให้ 0 คะแนน สำหรับข้อที่นักเรียนตอบผิด ไม่ตอบ หรือตอบเกิน 1 คำตอบ

3.9 นำผลการตรวจคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์เป็นรายข้อ เพื่อหาค่าความยากง่าย และค่าอำนาจจำแนก โดยทำการคัดเลือกข้อสอบที่มีค่าความยากง่ายอยู่ระหว่าง .20-.80 และมีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ .20 ขึ้นไป (เวชฤทธิ์ อังคนะภัทรขจร, 2555, หน้า 161-162) และครอบคลุมทุกจุดประสงค์การเรียนรู้ จำนวน 20 ข้อ พบว่า แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมีค่าความยากง่าย (p) อยู่ระหว่าง .36-.76 และค่าอำนาจจำแนก (r) อยู่ระหว่าง .27-.87

3.10 นำข้อสอบที่คัดเลือกไว้จำนวน 20 ข้อ มาวิเคราะห์หาค่าความเชื่อมั่น (Reliability) ของแบบทดสอบทั้งฉบับ โดยวิธีของ Lovett (สุรวาท ทองบุ, 2550, หน้า 111) คะแนนจุดตัด เท่ากับ 14 คะแนน (ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม 20 คะแนน) ได้ค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับเท่ากับ .88 แล้วนำแบบทดสอบที่หาค่าความเชื่อมั่นที่ได้ไปเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ เพื่อนำไปทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่างต่อไป

3.11 จัดพิมพ์และทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฉบับสมบูรณ์ เพื่อนำไปใช้จริงกับกลุ่มตัวอย่าง

การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยใช้เวลาในการดำเนินการทดลอง ทั้งหมด 14 คาบเรียน โดยแบ่งเวลาเรียนในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว จำนวน 12 คาบเรียน และทำการทดสอบหลังเรียน 2 คาบเรียน ซึ่งมีรายละเอียดการดำเนินการทดลอง ดังนี้

1. ชี้แจงให้นักเรียนชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2560 โรงเรียนปลวกแดงพิทยาคม จังหวัดระยอง ให้มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยใช้รูปแบบการเรียนรู้ตามวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว เพื่อให้ นักเรียนทุกคน ได้เข้าใจตรงกัน และได้ปฏิบัติตนได้อย่างถูกต้อง
2. ดำเนินการสอน เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว โดยใช้รูปแบบการเรียนรู้ตามวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) จำนวน 12 คาบเรียน คาบเรียนละ 50 นาที
3. ทดสอบหลังเรียน (Posttest) หลังการสอนสิ้นสุดลง ดำเนินการสอบกับกลุ่มตัวอย่าง ด้วยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ โดยใช้เวลา 50 นาที
4. ทดสอบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ด้วย แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น โดยเป็นแบบทดสอบแบบอัตนัย จำนวน 4 ข้อ ใช้เวลา 50 นาที
5. นำผลการทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว หลังเรียนของนักเรียนมาเปรียบเทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 70
6. นำผลการทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ของนักเรียนมาเปรียบเทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 70

การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยใช้การวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณ

1. การเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังการเรียนของกลุ่มตัวอย่างกับเกณฑ์ร้อยละ 70 ที่ผู้วิจัยกำหนดไว้โดยใช้สถิติ t-test for one samples
2. การเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยของความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของกลุ่มตัวอย่างกับเกณฑ์ร้อยละ 70 ที่ผู้วิจัยกำหนดไว้โดยใช้สถิติ t-test for one samples

การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพ

ผู้วิจัยนำข้อมูลที่ได้จากการทำแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว มาจำแนกนักเรียนออกเป็น 4 กลุ่ม ตามเกณฑ์การประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นแล้ว นำเสนอในรูปแบบความเรียง

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลในการวิจัย มีดังนี้

1. สถิติพื้นฐาน ได้แก่

1.1 ร้อยละ (Percentage) (บุญชม ศรีสะอาด, 2545, หน้า 104)

$$P = \frac{f}{n} \times 100$$

เมื่อ	P	แทน	ร้อยละ
	f	แทน	ความถี่ที่ต้องการแปลงให้เป็นร้อยละ
	n	แทน	ความถี่ที่ต้องการแปลงให้เป็นร้อยละ

1.2 ค่าเฉลี่ย (Arithmetic mean) (บุญชม ศรีสะอาด, 2545, หน้า 105)

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

เมื่อ	\bar{X}	แทน	ค่าเฉลี่ย
	$\sum X$	แทน	ผลรวมของคะแนนทั้งหมดในกลุ่ม
	n	แทน	จำนวนคะแนนในกลุ่ม

1.3 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard deviation) (บุญชม ศรีสะอาด, 2545, หน้า 104) มีสูตรดังนี้

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

เมื่อ	SD	แทน	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
	X	แทน	คะแนนแต่ละตัว
	n	แทน	จำนวนคะแนนในกลุ่ม
	\sum	แทน	ผลรวม

2. สถิติที่ใช้วิเคราะห์หาคุณภาพของเครื่องมือ มีดังนี้

2.1 การหาค่าดัชนีความสอดคล้องของแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ มีสูตรการคำนวณ ดังนี้ (เวชฤทธิ์ อังกะนภัทรขจร, 2555, หน้า 159-160)

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

เมื่อ IOC คือ ค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์
 $\sum R$ คือ ผลรวมคะแนนความสอดคล้องตามการพิจารณาของผู้เชี่ยวชาญ
 N คือ จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

2.2 การวิเคราะห์ค่าความยากของแบบสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ซึ่งเป็นข้อสอบแบบอัตนัย โดยแบ่งกลุ่มนักเรียนเป็นกลุ่มสูงกลุ่มต่ำ โดยใช้เทคนิค 25 เปอร์เซนต์ของจำนวนนักเรียนทั้งหมด มีสูตรการคำนวณ ดังนี้ (เวชฤทธิ์ อังกะนภัทรขจร, 2555, หน้า 163)

$$p = \frac{S_h + S_l - (n_t)(X_{\min})}{n_t(X_{\max} - X_{\min})}$$

เมื่อ p คือ ค่าความยากของข้อสอบแต่ละข้อ
 S_h คือ ผลรวมของผลคูณของคะแนนแต่ละคะแนนกับจำนวนผู้เรียนที่ได้คะแนนเท่านั้น (fx) ในกลุ่มสูง
 S_l คือ ผลรวมของผลคูณของคะแนนแต่ละคะแนนกับจำนวนผู้เรียนที่ได้คะแนนเท่านั้น (fx) ในกลุ่มต่ำ
 n_t คือ จำนวนผู้เรียนในกลุ่มสูงและกลุ่มต่ำรวมกัน
 X_{\max} คือ คะแนนสูงสุด
 X_{\min} คือ คะแนนต่ำสุด

2.3 หาค่าความยากของข้อสอบแต่ละข้อของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์

ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์โดยใช้สูตร p ของ Brennan โดยแบ่งกลุ่มนักเรียนเป็นกลุ่มสูงกลุ่มต่ำ โดยใช้เทคนิค 25 เปอร์เซ็นต์ของจำนวนนักเรียนทั้งหมด (เวชฤทธิ์ อังกะภักทรจรรยา, 2555, หน้า 162)

$$p = \frac{R_h + R_l}{n_h + n_l}$$

เมื่อ	p	คือ	ค่าความยากง่ายของข้อสอบแต่ละข้อ
	R_h	คือ	จำนวนนักเรียนที่ตอบถูกในกลุ่มสูง
	R_l	คือ	จำนวนนักเรียนที่ตอบถูกในกลุ่มต่ำ
	n_h	คือ	จำนวนนักเรียนในกลุ่มสูง
	n_l	คือ	จำนวนนักเรียนในกลุ่มต่ำ

2.4 การวิเคราะห์ค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ซึ่งเป็นข้อสอบแบบอัตนัย โดยแบ่งกลุ่มนักเรียนเป็นกลุ่มสูงกลุ่มต่ำ โดยใช้เทคนิค 25 เปอร์เซ็นต์ของจำนวนนักเรียนทั้งหมด มีสูตรการคำนวณ ดังนี้ (เวชฤทธิ์ อังกะภักทรจรรยา, 2555, หน้า 166)

$$r = \frac{S_h - S_l}{n(X_{\max} - X_{\min})}$$

เมื่อ	r	คือ	ค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบแต่ละข้อ
	S_h	คือ	ผลรวมของผลคูณของคะแนนแต่ละคะแนนกับจำนวนผู้เรียนที่ทำได้คะแนนเท่านั้น (fx) ในกลุ่มสูง
	S_l	คือ	ผลรวมของผลคูณของคะแนนแต่ละคะแนนกับจำนวนผู้เรียนที่ทำได้คะแนนเท่านั้น (fx) ในกลุ่มต่ำ
	n_t	คือ	จำนวนผู้เรียนในกลุ่มสูงและกลุ่มต่ำรวมกัน
	X_{\max}	คือ	คะแนนสูงสุด
	X_{\min}	คือ	คะแนนต่ำสุด

2.5 หาค่าอำนาจจำแนกเป็นรายข้อ ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาคณิตศาสตร์ โดยวิธีของ Brennan โดยแบ่งกลุ่มนักเรียนเป็นที่รอบรู้ที่ไม่รอบรู้ โดยใช้เทคนิค 50 เปอร์เซนต์ของจำนวนนักเรียนทั้งหมด มีสูตรการคำนวณ ดังนี้ (บุญชม ศรีสะอาด, 2545, หน้า 84)

$$r = \frac{U}{N_U} - \frac{L}{N_L}$$

เมื่อ	r	คือ	ค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบแต่ละข้อ
	U	คือ	จำนวนนักเรียนที่รอบรู้ ตอบถูก
	L	คือ	จำนวนนักเรียนที่ไม่รอบรู้ ตอบถูก
	N_U	คือ	จำนวนนักเรียนที่รอบรู้
	N_L	คือ	จำนวนนักเรียนที่ไม่รอบรู้

2.6 การวิเคราะห์ความเที่ยง/ ความเชื่อมั่น (Reliability) ของแบบทดสอบ วัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์โดยใช้สัมประสิทธิ์แอลฟาครอนบาค (Cronbach) มีสูตรการคำนวณ ดังนี้ (เวชฤทธิ์ อังกนะภัทรขจร, 2555, หน้า 161)

$$\alpha = \frac{k}{k-1} \left[1 - \frac{\sum_{i=1}^k S_i^2}{S_t^2} \right]$$

เมื่อ	α	คือ	ค่าความเที่ยงของแบบทดสอบ
	k	คือ	จำนวนข้อของแบบทดสอบ
	S_i^2	คือ	ความแปรปรวนของข้อสอบในแต่ละข้อ
	S_t^2	คือ	ความแปรปรวนของข้อสอบทั้งหมด

2.7 การวิเคราะห์ความเที่ยง/ ความเชื่อมั่น (Reliability) ของแบบทดสอบ
 วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยใช้วิธีของ Lovett มีสูตรการคำนวณ ดังนี้ (สุรวาท ทองบุ, 2550,
 หน้า 111)

$$r_{cc} = 1 - \frac{k \sum x_i - \sum x_i^2}{(k-1) \sum (x_i - c)^2}$$

เมื่อ	r_{cc}	คือ	ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
	k	คือ	จำนวนข้อสอบ
	x_i	คือ	คะแนนของนักเรียนแต่ละคน
	c	คือ	คะแนนจุดตัดของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (14 คะแนน)

3. สถิติที่ใช้ในการทดสอบสมมติฐาน

ทดสอบความแตกต่างคะแนนเฉลี่ยของความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และ
 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ หลังเรียนกับเกณฑ์ร้อยละ 70 โดยใช้สถิติ t-test for one
 samples

$$t = \frac{\bar{X} - \mu}{\frac{S}{\sqrt{n}}}$$

เมื่อ	t	คือ	ค่าสถิติ
	\bar{X}	คือ	ค่าเฉลี่ย
	n	คือ	จำนวนผู้เรียน
	S	คือ	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
	μ	คือ	ค่าคงที่หรือเกณฑ์ที่ต้องการทดสอบ (ร้อยละ 70)

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่เรียนโดยใช้การจัดการเรียนรู้ตามวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) กับ เกณฑ์ร้อยละ 70 โดยเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

การนำเสนอผลการวิจัย เพื่อให้เกิดความเข้าใจที่ตรงกัน ผู้วิจัยจึงได้กำหนดสัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล เพื่อการนำเสนอผลการวิจัย ดังนี้

t	แทน	ค่าสถิติที่ใช้พิจารณาใน t-Distribution
\bar{X}	แทน	ค่าเฉลี่ยของคะแนน
μ	แทน	ค่าเฉลี่ยมาตรฐานที่ใช้เป็นเกณฑ์ (ร้อยละ 70)
SD	แทน	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
n	แทน	จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง
p	แทน	ระดับนัยสำคัญทางสถิติ
df	แทน	องศาอิสระ
*	แทน	มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ในการนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล ผู้วิจัยแบ่งการนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล ออกเป็น 2 ตอน คือ ตอนที่ 1 ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว และตอนที่ 2 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว โดยมีรายละเอียด ดังนี้

ตอนที่ 1 ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้น ตัวแปรเดียว

การเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) กับ เกณฑ์ร้อยละ 70 ผู้วิจัยนำคะแนนที่ได้จากการทำแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ภายหลังจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) มาทำการเปรียบเทียบด้วยการทดสอบแบบ t-test for one sample ผลการวิเคราะห์ข้อมูลแสดงดังตารางที่ 4-1

ตารางที่ 4-1 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าสถิติทดสอบที ของความสามารถ
ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว

กลุ่มตัวอย่าง	n	df	คะแนน เต็ม	μ (ร้อยละ 70)	\bar{X}	SD	t	p
คะแนนความสามารถ ในการแก้ปัญหา ทางคณิตศาสตร์	37	36	32	22.40	25.57	3.91	4.93*	.00

* $p < .05$ ($t_{0.05, 36} = 1.6883$)

จากตารางที่ 4-1 พบว่า คะแนนเฉลี่ยความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) เท่ากับ 25.57 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 79.90 และเมื่อทดสอบสมมติฐานพบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) มีคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

นอกจากนี้ผู้วิจัยได้วิเคราะห์ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนจากแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ซึ่งสามารถจำแนกนักเรียนตามเกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่ผู้วิจัยสร้างได้ขึ้น โดยแบ่งตามขั้นตอนการแก้ปัญหา 4 ขั้นตอน ดังนี้

1. ขั้นทำความเข้าใจปัญหา ในขั้นนี้นักเรียนต้องทำความเข้าใจโจทย์ ว่าต้องการหาอะไร โดยเขียนแสดงข้อมูลของสิ่งที่โจทย์กำหนดให้และสิ่งที่โจทย์ต้องการ ซึ่งสามารถจำแนกความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ในขั้นทำความเข้าใจปัญหาตามเกณฑ์การให้คะแนนในแต่ละข้อของแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ คิดเป็นร้อยละของนักเรียน แสดงดังตารางที่ 4-2

ตารางที่ 4-2 ร้อยละของนักเรียนจำแนกตามเกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ในขั้นทำความเข้าใจปัญหา

	คะแนน	ร้อยละของนักเรียน				เฉลี่ย (ร้อยละ)
		ข้อ 1	ข้อ 2	ข้อ 3	ข้อ 4	
ขั้นทำความเข้าใจปัญหา	2	83.78	81.08	78.38	75.68	79.73
	1	16.22	18.92	21.62	24.32	20.27
	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

จากตารางที่ 4-2 ร้อยละของนักเรียนในขั้นทำความเข้าใจปัญหา พบว่านักเรียนส่วนใหญ่ได้ 2 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 79.73 นักเรียนบางส่วนได้ 1 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 20.27 และไม่มีนักเรียนที่ได้ 0 คะแนน

นอกจากนี้ มีตัวอย่างผลการทำแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ในขั้นการทำความเข้าใจปัญหาจากโจทย์ “ข้อที่ 2 บิคาต้องการแบ่งเงิน 1,300 บาท ให้ลูก 3 คน โดยลูกคนเล็กได้ $\frac{3}{4}$ เท่าของลูกคนกลาง และลูกคนกลางได้ $\frac{2}{3}$ เท่าของลูกคนโต จงหาว่าลูกแต่ละคนได้เงินคนละกี่บาท” จำแนกตามระดับคะแนน ได้ดังนี้

1.1 มีนักเรียนที่ได้คะแนน 2 คะแนน โดยนักเรียนสามารถเขียนบอกสิ่งที่โจทย์กำหนดให้และสิ่งที่โจทย์ต้องการ ได้อย่างถูกต้อง โดยมีตัวอย่างแสดงดังภาพที่ 4-1

ขั้นที่ 1 ขั้นทำความเข้าใจปัญหา

- สิ่ง โจทย์กำหนดให้ คือ...นิสิตต้องการแบ่งเงิน 1,300 บาท ให้ลูก 3 คน
ลูกคนเล็กได้ 300 บาทของลูกคนกลาง และลูกคนกลางได้ 300 บาทของลูกคนที่โต
- สิ่ง โจทย์ต้องการ คือ ลูกแต่ละคนได้เงินคนละกี่บาท

ภาพที่ 4-1 ตัวอย่างการทำแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
ในขั้นทำความเข้าใจปัญหาที่ได้ 2 คะแนน

จากภาพที่ 4-1 นักเรียนสามารถเขียนสิ่งที่โจทย์ต้องการและแสดงข้อมูลหรือเงื่อนไข
ที่โจทย์กำหนดได้ถูกต้อง ครบถ้วน

1.2 มีนักเรียนที่ได้คะแนน 1 คะแนน แบ่งออกเป็น 3 กรณี ตามเกณฑ์การให้คะแนน
ดังนี้

กรณีที่ 1 นักเรียนสามารถเขียนบอกสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ได้ถูกต้อง ครบถ้วน
แต่ไม่บอกสิ่งที่โจทย์ต้องการหรือบอกสิ่งที่โจทย์ต้องการได้ไม่ถูกต้อง ซึ่งไม่มีนักเรียนคนใด
ตอบในลักษณะนี้

กรณีที่ 2 นักเรียนบอกสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ได้ถูกต้องไม่ครบถ้วน แต่บอกสิ่งที่โจทย์
ต้องการได้ถูกต้อง โดยมีตัวอย่างแสดงดังภาพที่ 4-2

ขั้นที่ 1 ขั้นทำความเข้าใจปัญหา

- สิ่ง โจทย์กำหนดให้ คือ... นิสิต 600 บาทแบ่งเงิน 1,500 บาท ให้ลูก 3 คน
- สิ่ง โจทย์ต้องการ คือ... ลูกแต่ละคนได้เงินคนละกี่บาท

ภาพที่ 4-2 ตัวอย่างการทำแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
ในขั้นทำความเข้าใจปัญหาที่ได้ 1 คะแนน

จากภาพที่ 4-2 นักเรียนเขียนแสดงข้อมูลที่โจทย์กำหนดให้ได้ถูกต้องเพียงส่วนเดียว
ไม่ครบถ้วน แต่นักเรียนเขียนสิ่งที่โจทย์ต้องการได้ถูกต้อง

กรณีที่ 3 นักเรียนไม่บอกสิ่งที่โจทย์กำหนดให้หรือบอกสิ่งที่โจทย์กำหนดให้
ไม่ถูกต้อง แต่บอกสิ่งที่โจทย์ต้องการได้ถูกต้อง ตัวอย่างแสดงดังภาพที่ 4-3

ชั้นที่ 1 ชั้นทำความเข้าใจปัญหา

- สิ่งที่โจทย์กำหนดให้ คือ.....
-
- สิ่งที่โจทย์ต้องการ คือ ...ถูกแต่คะแนนได้ จึงมีคะแนนที่ 1
-

ภาพที่ 4-3 ตัวอย่างการทำแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
ในชั้นทำความเข้าใจปัญหาที่ได้ 1 คะแนน

จากภาพที่ 4-3 นักเรียนไม่ได้เขียนสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ แต่นักเรียนเขียนแสดงข้อมูล
ที่โจทย์ต้องการได้ถูกต้อง

1.3 ไม่มีนักเรียนที่ได้ 0 คะแนน

2. ชั้นการวางแผนแก้ปัญหา ในขั้นนี้ นักเรียนจะต้องสมมติตัวแปร และเขียนสมการได้
ตรงตามเงื่อนไขของโจทย์ปัญหา ซึ่งสามารถจำแนกความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
ในชั้นการวางแผนแก้ปัญหาคตามเกณฑ์การให้คะแนนในแต่ละข้อ ของแบบทดสอบ
วัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ คิดเป็นร้อยละของนักเรียน แสดงดังตารางที่ 4-3

ตารางที่ 4-3 ร้อยละของนักเรียนจำแนกตามเกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหา
ทางคณิตศาสตร์ ในชั้นวางแผนการแก้ปัญหา

คะแนน	ร้อยละของนักเรียน				เฉลี่ย (ร้อยละ)
	ข้อ 1	ข้อ 2	ข้อ 3	ข้อ 4	
2	89.19	81.08	75.68	78.38	81.08
ชั้นวางแผนการแก้ปัญหา 1	10.81	18.92	24.32	21.62	18.92
0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

จากตารางที่ 4-3 ร้อยละของนักเรียนในชั้นวางแผนการแก้ปัญหา พบว่านักเรียน
ส่วนใหญ่ได้ 2 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 81.08 รองลงมามีนักเรียนได้ 1 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 18.92
และไม่มีนักเรียนที่ได้ 0 คะแนน

นอกจากนี้ มีตัวอย่างผลการทำแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
 ในชั้นวางแผนแก้ปัญหา จากโจทย์ “ข้อที่ 2 บิดต้องการแบ่งเงิน 1,300 บาทให้ลูก 3 คน โดยลูก
 คนเล็กได้ $\frac{3}{4}$ เท่าของลูกคนกลาง และลูกคนกลางได้ $\frac{2}{3}$ เท่าของลูกคนโต จงหาว่าลูกแต่ละคนได้
 เงินคนละกี่บาท” จำแนกตามระดับคะแนน ได้ดังนี้

2.1 มีนักเรียนที่ได้คะแนน 2 คะแนน โดยนักเรียนสามารถสมมติตัวแปร และ
 เขียนสมการตรงตามเงื่อนไขของโจทย์ปัญหาได้ถูกต้อง โดยมีตัวอย่างแสดงดังภาพที่ 4-4

ข้อที่ 2 ชั้นวางแผนแก้ปัญหา

ให้ ลูกคนโต ได้เงิน x บาท

ลูกคนกลางได้เงิน $\frac{2}{3}x$ บาท

ลูกคนเล็กได้เงิน $\frac{3}{4}(\frac{2}{3}x) = \frac{1}{2}x = \frac{1}{2}x$ บาท

ดังนั้น เขียนเป็นสมการได้ $x + \frac{2}{3}x + \frac{1}{2}x = 1,300$

ภาพที่ 4-4 ตัวอย่างการทำแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
 ในชั้นวางแผนการแก้ปัญหาที่ได้ 2 คะแนน

จากภาพที่ 4-4 นักเรียนสามารถสมมติตัวแปร และเขียนสมการตรงตามเงื่อนไขของ
 โจทย์ปัญหาได้ถูกต้อง

2.2 มีนักเรียนที่ได้คะแนน 1 คะแนน แบ่งออกเป็น 2 กรณี ตามเกณฑ์การให้คะแนน
 ดังนี้

กรณีที่ 1 นักเรียนสามารถสมมติตัวแปรได้ถูกต้อง แต่เขียนสมการไม่ตรง
 ตามเงื่อนไขของโจทย์ปัญหา ซึ่งไม่มีนักเรียนคนใดตอบในลักษณะนี้

กรณีที่ 2 นักเรียนไม่ได้สมมติตัวแปร แต่เขียนสมการตรงตามเงื่อนไขของ
 โจทย์ปัญหาได้ถูกต้อง โดยมีตัวอย่างแสดงดังภาพที่ 4-5

ชั้นที่ 2 ชั้นวางแผนแก้ปัญหา

$$x + \frac{2}{5}x + \frac{3}{5}\left(\frac{2}{5}x\right) = 1300$$

$$x + \frac{2}{5}x + \frac{6}{12}x = 1300$$

ภาพที่ 4-5 ตัวอย่างการทำแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
ในชั้นวางแผนการแก้ปัญหาที่ได้ 1 คะแนน

จากภาพที่ 4-5 นักเรียนเขียนสมการได้ ตรงตามเงื่อนไขของโจทย์ปัญหาได้ถูกต้อง
แต่นักเรียนไม่มีการสมมติตัวแปร

2.3 ไม่มีนักเรียนได้คะแนน 0 คะแนน

3. ชั้นดำเนินการแก้ปัญหา ในชั้นนี้นักเรียนจะต้องแสดงการแก้ปัญหาเป็นลำดับขั้นตอน
ซึ่งสามารถจำแนกความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ในชั้นดำเนินการแก้ปัญหา
ตามเกณฑ์การให้คะแนนในแต่ละข้อ ของแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา
คณิตศาสตร์ คิดเป็นร้อยละของนักเรียนแสดงดังตารางที่ 4-4

ตารางที่ 4-4 ร้อยละของนักเรียนจำแนกตามเกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหา
ทางคณิตศาสตร์ ในชั้นดำเนินการแก้ปัญหา

คะแนน	ร้อยละของนักเรียน				เฉลี่ย (ร้อยละ)
	ข้อ 1	ข้อ 2	ข้อ 3	ข้อ 4	
2	83.78	62.16	70.27	40.54	64.18
ชั้นดำเนินการแก้ปัญหา 1	10.81	32.43	27.03	51.35	30.41
0	5.41	5.41	2.70	8.11	5.41

จากตารางที่ 4-4 ร้อยละของนักเรียนในชั้นดำเนินการแก้ปัญหา พบว่านักเรียนส่วนใหญ่
ได้ 2 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 64.18 รองลงมานักเรียนได้ 1 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 30.41 และ
นักเรียนบางส่วนได้ 0 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 5.41

นอกจากนี้ มีตัวอย่างผลการทำแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ในชั้นดำเนินการแก้ปัญหา จากโจทย์ “ข้อที่ 2 บิดาต้องการแบ่งเงิน 1,300 บาทให้ลูก 3 คน โดยลูกคนเล็กได้ $\frac{3}{4}$ เท่าของลูกคนกลาง และลูกคนกลางได้ $\frac{2}{3}$ เท่าของลูกคนโต จงหาว่าลูกแต่ละคนได้เงินคนละกี่บาท” จำแนกตามระดับคะแนน ได้ดังนี้

3.1 มีนักเรียนที่ได้คะแนน 2 คะแนน โดยนักเรียนสามารถแสดงการแก้ปัญหาเป็นลำดับขั้นตอนได้ถูกต้อง ครบถ้วน โดยมีตัวอย่างแสดงดังภาพที่ 4-6

ชั้นที่ 3 ชั้นดำเนินการแก้ปัญหา

$$\begin{aligned}
 a + \frac{2}{3}a + \frac{1}{2}a &= 1,300 \\
 (2a + \frac{4}{3}a + \frac{1}{2}a) &= 6(1,300) \\
 6a + 4a + 3a &= 7,800 \\
 13a &= 7,800 \\
 a &= \frac{7,800}{13} \\
 a &= 600
 \end{aligned}$$

ภาพที่ 4-6 ตัวอย่างการทำแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ในชั้นดำเนินการแก้ปัญหาที่ได้ 2 คะแนน

จากภาพที่ 4-6 นักเรียนดำเนินการแก้ปัญหา ซึ่งนักเรียนสามารถแสดงการแก้ปัญหาเป็นลำดับขั้นตอนได้ถูกต้อง ครบถ้วน

3.2 มีนักเรียนที่ได้คะแนน 1 คะแนน โดยนักเรียนสามารถแสดงการแก้ปัญหาเป็นลำดับขั้นตอนได้ถูกต้อง บางส่วน โดยมีตัวอย่างแสดงดังภาพที่ 4-7

ขั้นที่ 3 ขั้นดำเนินการแก้ปัญหา

$$C + \frac{2}{3}C + \frac{1}{2}C = 1,300$$

$$\left(1 + \frac{2}{3} + \frac{1}{2}\right)C = 1,300$$

$$\frac{13}{6}C = 1,300$$

$$13C = 1,300 \times 6$$

$$C = \frac{6,800}{13} = 523\frac{1}{13}$$

ภาพที่ 4-7 ตัวอย่างการทำแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
ในขั้นดำเนินการแก้ปัญหาที่ได้ 1 คะแนน

จากภาพที่ 4-7 นักเรียนดำเนินการแก้ปัญหา แต่นักเรียนสามารถแสดงการแก้ปัญหาเป็นลำดับขั้นตอนได้ถูกต้องเพียงบางส่วน โดยผิดพลาดในการคำนวณส่วนของการคูณ กล่าวคือ นักเรียนคำนวณว่า $1,300 \times 6 = 6,800$ ซึ่งไม่ถูกต้อง

3.3 มีนักเรียนที่ได้คะแนน 0 คะแนน โดยนักเรียนแสดงการแก้ปัญหาได้ไม่ถูกต้อง/ไม่แสดงลำดับขั้นตอนการแก้ปัญหา โดยมีตัวอย่างแสดงดังภาพที่ 4-8

ขั้นที่ 3 ขั้นดำเนินการแก้ปัญหา

$$C + \frac{2}{3}C + \frac{1}{2}C = 1,300$$

$$\left(1 + \frac{2}{3} + \frac{1}{2}\right)C = 1,300$$

$$\frac{9}{12}C = 1,300$$

$$C = 1,300 \times \frac{9}{12} = 325 \times 3 = 975$$

ภาพที่ 4-8 ตัวอย่างการทำแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
ในขั้นดำเนินการแก้ปัญหาที่ได้ 0 คะแนน

จากภาพที่ 4-8 นักเรียนดำเนินการแก้ปัญหา แต่นักเรียนแสดงการแก้ปัญหาได้ไม่ถูกต้อง โดยผิดพลาดในการคำนวณส่วนของการบวกเศษส่วน และการแก้สมการ

4. ชั้นตรวจสอบและสรุปคำตอบ ในขั้นนี้นักเรียนจะต้องตรวจสอบและสรุปคำตอบว่าผลที่ได้เป็นไปตามที่ต้องการ ถูกต้อง ครบถ้วนหรือไม่ ซึ่งสามารถจำแนกความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ในชั้นตรวจสอบและสรุปคำตอบตามเกณฑ์การให้คะแนนในแต่ละข้อ ของแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ คิดเป็นร้อยละของนักเรียนแสดงดังตารางที่ 4-5

ตารางที่ 4-5 ร้อยละของนักเรียนจำแนกตามเกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ในชั้นตรวจสอบและสรุปคำตอบ

	คะแนน	ร้อยละของนักเรียน				เฉลี่ย (ร้อยละ)
		ข้อ 1	ข้อ 2	ข้อ 3	ข้อ 4	
ชั้นตรวจสอบและสรุปคำตอบ	2	56.76	40.54	18.92	10.81	31.76
	1	35.14	45.95	70.27	75.68	56.76
	0	8.11	13.51	10.81	13.51	11.48

จากตารางที่ 4-5 ร้อยละของนักเรียนในชั้นตรวจสอบและสรุปคำตอบ พบว่านักเรียนส่วนใหญ่ได้ 1 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 56.76 รองลงมานักเรียนได้ 2 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 31.76 และนักเรียนบางส่วนได้ 0 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 11.48

นอกจากนี้ มีตัวอย่างผลการทำแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ในชั้นตรวจสอบและสรุปคำตอบ จากโจทย์ “ข้อที่ 2 บิดาต้องการแบ่งเงิน 1,300 บาท ให้ลูก 3 คน โดยลูกคนเล็กได้ $\frac{3}{4}$ เท่าของลูกคนกลาง และลูกคนกลางได้ $\frac{2}{3}$ เท่าของลูกคนโต จงหาว่าลูกแต่ละคนได้เงินคนละกี่บาท” จำแนกตามระดับคะแนน ได้ดังนี้

4.1 มีนักเรียนที่ได้คะแนน 2 คะแนน โดยนักเรียนมีการแสดงการตรวจสอบคำตอบและสรุปคำตอบได้ถูกต้องโดยมีตัวอย่างแสดงดังภาพที่ 4-9

ชั้นที่ 4 ชั้นตรวจสอบและสรุปคำตอบ

ถ้า ลูกคนโตได้เงิน 600 บาท
 ลูกคนกลางได้เงิน $\frac{2}{3}(600) = 400$ บาท
 ลูกคนเล็กได้เงิน $\frac{3}{4}(400) = 300$ บาท
 มีค่าต้องการแบ่งเงิน 1,300 บาท
 จะได้ $600 + 400 + 300 = 1,300$ ซึ่งเป็นจริงตามเงื่อนไขของโจทย์ 2

ดังนั้น ลูกคนโตได้เงิน 600 บาท ลูกคนกลางได้เงิน 400 บาท และลูกคนเล็กได้เงิน 300 บาท

ภาพที่ 4-9 ตัวอย่างการทำแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
 ในชั้นตรวจสอบและสรุปคำตอบที่ได้ 2 คะแนน

จากภาพที่ 4-9 นักเรียนดำเนินการตรวจสอบคำตอบ ซึ่งนักเรียนสามารถแสดงการ
 ตรวจสอบคำตอบ และสรุปคำตอบได้ถูกต้อง

4.2 มีนักเรียนที่ได้คะแนน 1 คะแนน แบ่งออกเป็น 2 กรณี ตามเกณฑ์การให้คะแนน
 ดังนี้

กรณีที่ 1 นักเรียนแสดงการตรวจสอบคำตอบได้ถูกต้อง แต่ไม่สรุปคำตอบหรือสรุป
 คำตอบได้ไม่ถูกต้อง ซึ่งไม่มีนักเรียนคนใดตอบในลักษณะนี้

กรณีที่ 2 นักเรียนแสดงการตรวจสอบคำตอบหรือแสดงการตรวจสอบคำตอบไม่
 ถูกต้อง แต่สรุปคำตอบได้ถูกต้อง โดยมีตัวอย่างแสดงดังภาพที่ 4-10

ชั้นที่ 4 ชั้นตรวจสอบและสรุปคำตอบ

ดังนั้น ลูกคนโตได้เงิน 600 บาท
 ลูกคนกลางได้เงิน $\frac{2}{3}(600) = 400$ บาท
 และ ลูกคนเล็กได้เงิน 300 บาท 1

ภาพที่ 4-10 ตัวอย่างการทำแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
 ในชั้นตรวจสอบและสรุปคำตอบ ที่ได้ 1 คะแนน

จากภาพที่ 4-10 นักเรียนมีเพียงการสรุปคำตอบ ซึ่งนักเรียนสรุปคำตอบได้ถูกต้อง แต่ไม่มีการตรวจสอบคำตอบ

4.3 มีนักเรียนที่ได้คะแนน 0 คะแนน แบ่งออกเป็น 4 กรณี ตามเกณฑ์การให้คะแนน ดังนี้

กรณีที่ 1 นักเรียนแสดงการตรวจสอบคำตอบและสรุปคำตอบไม่ถูกต้อง ซึ่งไม่มีนักเรียนคนใดตอบในลักษณะนี้

กรณีที่ 2 นักเรียนไม่แสดงการตรวจสอบคำตอบ และสรุปคำตอบไม่ถูกต้อง โดยมีตัวอย่างแสดงดังภาพที่ 4-11

ขั้นที่ 4 ขั้นตรวจสอบและสรุปคำตอบ

ส่วนนี้	ลูกคนโต ได้เงิน	650 บาท	
	ลูกคนกลาง ได้เงิน	435 บาท	
	ลูกคนเล็ก ได้เงิน	215 บาท	0

ภาพที่ 4-11 ตัวอย่างการทำแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
ในขั้นตรวจสอบและสรุปคำตอบ ที่ได้ 0 คะแนน

จากภาพที่ 4-11 นักเรียนไม่มีการตรวจสอบคำตอบและคำตอบที่สรุปมานั้นไม่ถูกต้อง

กรณีที่ 3 นักเรียนแสดงการตรวจสอบคำตอบไม่ถูกต้อง และไม่สรุปคำตอบ ซึ่งไม่มีนักเรียนคนใดตอบในลักษณะนี้

กรณีที่ 4 นักเรียนไม่แสดงการตรวจสอบคำตอบ และไม่สรุปคำตอบ ซึ่งมีนักเรียนที่อยู่ในกรณีนี้ด้วย

ตอนที่ 2 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้น ตัวแปรเดียว

การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) กับเกณฑ์ร้อยละ 70 ผู้วิจัยนำคะแนนที่ได้จากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ภายหลังจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) มาทำการเปรียบเทียบด้วยการทดสอบแบบ t-test for one sample ผลการวิเคราะห์ข้อมูลแสดงดังตารางที่ 4-6

ตารางที่ 4-6 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าสถิติทดสอบที ของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว

กลุ่มตัวอย่าง	n	df	คะแนน เต็ม	μ (ร้อยละ 70)	\bar{X}	SD	t	p
คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์	37	36	20	14	14.89	2.97	1.83*	.038

* $p < .05$ ($t_{0.05, 36} = 1.6883$)

จากตารางที่ 4-6 พบว่า คะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) เท่ากับ 14.89 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 74.46 และเมื่อทดสอบสมมติฐานพบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) มีคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

บทที่ 5

สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่เรียนโดยใช้การจัดการเรียนรู้ตามวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) กับ เกณฑ์ร้อยละ 70 และ 2) เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่เรียนโดยใช้การจัดการเรียนรู้ตามวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) กับ เกณฑ์ร้อยละ 70 โดยกลุ่มตัวอย่าง เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2/3 จำนวน 37 คนโดยวิธีการสุ่มแบบแบ่งกลุ่ม (Cluster random sampling) เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ 1) แผนการจัดการเรียนรู้ จำนวน 4 แผน โดยมีค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 4.90 และ 0.20 ตามลำดับ 2) แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว มีค่าความยาก (p) ตั้งแต่ .41-.69 และค่าอำนาจจำแนก (r) ตั้งแต่ .51-.86 และมีค่าความเชื่อมั่น เท่ากับ .90 และ 3) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว มีค่าความยาก (p) ตั้งแต่ .36-.76 และค่าอำนาจจำแนก (r) ตั้งแต่ .27-.87 และมีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.88 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ค่าเฉลี่ยเลขคณิต ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการทดสอบ t-test for one sample

สรุปผลการวิจัย

1. นักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่องการประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่เรียน โดยใช้การจัดการเรียนรู้ตามวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) หลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05
2. นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องการประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่เรียน โดยใช้การจัดการเรียนรู้ตามวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) หลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

อภิปรายผล

จากผลการวิจัย เรื่อง ผลการจัดการเรียนรู้ตามวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 สามารถอภิปรายผลการวิจัยได้ดังนี้

1. ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากการจัดการเรียนรู้ตามวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) ที่ผู้วิจัยได้นำมาใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นการจัดการเรียนรู้ที่มุ่งเน้นให้ผู้เรียนค้นหาคำตอบ โดยการแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง มุ่งส่งเสริมให้ผู้เรียนได้ฝึกคิด ลงมือแก้ปัญหาด้วยตนเอง นำความรู้ที่ได้ไปประยุกต์ใช้ในสถานการณ์อื่น ๆ และในชีวิตประจำวัน โดยครุมีหน้าที่อำนวยความสะดวกในการจัดบรรยากาศให้เอื้อต่อการเรียนรู้ ซึ่งสอดคล้องกับกรมวิชาการ (2544, หน้า 19) ที่กล่าวไว้ว่า การจัดการเรียนรู้ตามวัฏจักรการเรียนรู้ เป็นวิธีสอนที่เน้นการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหา ด้วยวิธีการทางความคิดหาเหตุผลจนค้นพบความรู้ หรือแนวทางแก้ปัญหาที่ถูกต้องด้วยตนเอง โดยครูตั้งคำถามประเภทกระตุ้นให้ผู้เรียนใช้ความคิดหาวิธีการแก้ปัญหาได้เอง และสามารถนำการแก้ปัญหานั้นมาใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวัน และสอดคล้องกับชาติ กิธธรรม (2545, หน้า 36) ที่กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้ตามวัฏจักรการเรียนรู้ เป็นการจัดการเรียนรู้ที่ฝึกให้นักเรียนรู้จักค้นคว้าหาความรู้ โดยใช้กระบวนการทางความคิดหาเหตุผล จนค้นพบความรู้ หรือแนวทางในการแก้ปัญหาที่ถูกต้องด้วยตนเอง โดยครูผู้สอนตั้งคำถามให้นักเรียนใช้ความคิดหาวิธีแก้ปัญหาได้เอง และสามารถนำการแก้ปัญหามาใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวันได้ นอกจากนี้ ไอเซนคราฟท์ (Eisenkraft, 2003, pp. 57-59) ยังได้กล่าวถึงรูปแบบการสอนตามวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) ว่าเป็นรูปแบบการสอนที่ส่งเสริมการแก้ปัญหานักเรียน โดยเปิดโอกาสให้นักเรียน คิด แก้ปัญหา ประยุกต์ใช้ความรู้ไปสู่การแก้ปัญหาในสถานการณ์ใหม่ และในชีวิตประจำวัน ซึ่งช่วยส่งเสริมการแก้ปัญหานักเรียนได้

เมื่อพิจารณาตามขั้นของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) ที่ผู้วิจัยสังเคราะห์ขึ้นมีกระบวนการในการจัดการเรียนรู้ 7 ขั้น ได้แก่

1.1. ขั้นทบทวนความรู้เดิม (Elicit) เป็นขั้นที่การที่นักเรียนได้มีการทบทวนความรู้เดิมก่อนการเริ่มต้นการเรียนรู้ในแต่ละกิจกรรม โดยครูตั้งคำถาม หรือจัดกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนได้แสดงความรู้เดิม เพื่อให้ครูได้ทราบว่าผู้เรียนมีพื้นฐานความรู้เดิมเป็น

อย่างไร ซึ่งในขั้นนี้จะทำให้นักเรียนมีความรู้เดิมมากพอที่จะเป็นการเตรียมความพร้อมเพื่อนำไปใช้ในกระบวนการแก้ปัญหา

1.2 ขั้นสร้างความสนใจ (Engage) เป็นขั้นที่ครูนำเสนอสถานการณ์ปัญหาและตั้งคำถามกระตุ้นให้นักเรียนอยากรู้คำตอบ โดยการใช้คำถามนำเพื่อกระตุ้นทำให้นักเรียนเชื่อมโยงความรู้เดิมกับสถานการณ์ปัญหา ซึ่งในขั้นนี้นักเรียนได้รับรู้ปัญหาที่เกิดจากการสังเกตสถานการณ์เป็นการทำความเข้าใจปัญหาโดยใช้พื้นฐานความรู้เดิมสะท้อนสิ่งที่กำลังเรียนรู้ว่า มีความเข้าใจในสถานการณ์ปัญหาหรือไม่ จะต้องใช้ความรู้เดิมอะไร และจะต้องมีความรู้อะไรเพิ่มเติมเกี่ยวกับสถานการณ์ปัญหานี้บ้าง

1.3 ขั้นสำรวจและค้นหา (Explore) เป็นขั้นที่นักเรียนทำความเข้าใจปัญหา รวบรวมข้อมูล วางแผนการแก้ปัญหา และดำเนินการลงมือปฏิบัติหาคำตอบตามที่ได้วางแผนไว้ โดยครูจะเปิดโอกาสให้นักเรียนดำเนินการตรวจสอบปัญหาหรือหาวิธีในการหาคำตอบด้วยตนเอง โดยขั้นตอนนี้จะช่วยฝึกให้นักเรียนได้แก้ปัญหาอย่างมีระบบ

1.4 ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explain) เป็นขั้นที่ครูให้นักเรียนนำข้อมูลมาวิเคราะห์จัดกระทำข้อมูล โดยให้นักเรียนอธิบายความคิดตนเอง พร้อมแสดงหลักฐานเหตุผลประกอบการอธิบาย เพื่อนำไปสู่ข้อสรุปที่สมบูรณ์

1.5 ขั้นขยายความรู้ (Elaborate) เป็นขั้นที่ครูยกสถานการณ์ปัญหาใหม่ที่ใกล้เคียงกับสถานการณ์ที่เรียนมา เพื่อให้นักเรียนนำสิ่งที่ได้จากการเรียนรู้มาใช้ในแก้ปัญหา ซึ่งในขั้นนี้ฝึกให้นักเรียนได้ใช้กระบวนการแก้ปัญหามากขึ้น ทำให้นักเรียนมีความรู้เข้าใจที่ถูกต้องและสมบูรณ์

1.6 ขั้นประเมินผล (Evaluate) เป็นขั้นตรวจสอบสิ่งที่นักเรียนได้เรียนรู้ ซึ่งเป็น การประเมินด้านความรู้และความเข้าใจ ใช้วิธีการประเมินผลโดยการใช้คำถามที่เป็นสถานการณ์ปัญหา แล้วให้นักเรียนแลกเปลี่ยนความคิดเห็นซึ่งกันและกัน โดยครูและผู้เรียนมีส่วนร่วมในการประเมิน ซึ่งในขั้นนี้ทำให้นักเรียนมีความเข้าใจและเกิดความแม่นยำในความรู้ที่นักเรียนได้รับได้อย่างถูกต้อง

1.7 ขั้นขยายความคิดรวบยอด (Extend) เป็นขั้นที่ครูยกสถานการณ์ใหม่ที่แตกต่างจากที่ได้เรียนรู้มา พร้อมทั้งตั้งคำถาม เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนแสดงความคิด และนำสิ่งที่ได้จากการเรียนรู้แล้วมาประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหา ซึ่งในขั้นนี้นักเรียนได้นำหลักการ กฎเกณฑ์ และวิธีการแก้ปัญหาไปใช้แก้ปัญหาในสถานการณ์ใหม่ ๆ ต่อไป

จากขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนข้างต้น จะเห็นได้ว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) สามารถส่งเสริมและพัฒนาความสามารถใน

การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนได้ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของสมศักดิ์ วงษ์จำรัส (2555) ที่ได้ศึกษาผลของการเรียนการสอนตามวงจรการเรียนรู้ 7E ที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง สมการเชิงเส้น ตัวแปรเดียว ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ผลการวิจัยพบว่า ทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์หลังเรียนของนักเรียนที่เรียนตามวงจรการเรียนรู้ 7E สูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และสอดคล้องกับงานวิจัยของมัญญา หาชัย (2556) ที่ได้ศึกษาผลการจัดการเรียนรู้โดยรูปแบบ 7E ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง เศษส่วน ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนสาธิตสนธิ์ประชาอุทิศพิทยาคาร ผลการวิจัยพบว่า ความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ด้วยการจัดการเรียนรู้โดยรูปแบบ 7E สูงกว่า การจัดการเรียนรู้โดยวิธีปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องการประยุกต์ของสมการเชิงเส้น ตัวแปรเดียว ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่เรียนโดยใช้การจัดการเรียนรู้ตามวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ชั้น (7E) หลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากการจัดการเรียนรู้ตามวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ชั้น (7E) ที่ผู้วิจัยได้นำมาใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นการจัดการเรียนรู้ที่มุ่งเน้นให้ผู้เรียนได้แสวงหาความรู้ด้วยตนเอง ฝึกคิดและสรุปองค์ความรู้ด้วยตนเองอย่างมีระบบ และจากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมีนักเรียนบางส่วนที่มีคะแนนต่ำกว่าร้อยละ 70 โดยนักเรียนในส่วนนี้ขาดการเข้าร่วมกิจกรรมการเรียนรู้ในบางคาบเรียน ผู้วิจัยจึงได้จัดกิจกรรมการเรียนรู้เสริมให้กับนักเรียนดังกล่าว เนื่องจากการเรียนรู้ของนักเรียนเกิดขึ้นในระหว่างที่นักเรียนได้ปฏิบัติกิจกรรม ได้ร่วมแสดงความคิดเห็น และร่วมกันสรุปองค์ความรู้โดยผ่านการกระตุ้นจากครูผู้สอน จึงทำให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้อย่างเข้าใจมากกว่าการจดจำได้ สอดคล้องกับประสาธน์ เนิ่งเฉลิม (2550, หน้า 25-29) ที่ได้กล่าวว่ารูปแบบการสอนตามวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ชั้น (7E) เป็นรูปแบบการสอนที่มุ่งเน้นให้ผู้เรียนได้ศึกษาค้นคว้าและแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง มีการเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ทบทวน และตรวจสอบความรู้เดิมของตนเอง เพื่อเป็นการเตรียมความพร้อมสู่การเรียนรู้และสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง ตลอดจนการประยุกต์และนำความรู้ดังกล่าวไปใช้ ซึ่งทำให้นักเรียนสามารถเรียนรู้และเข้าใจในเนื้อหาความรู้ดังกล่าวได้ด้วยตนเอง ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของนภารัตน์ หวังสุขกลาง (2552) ได้ศึกษาผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการสอนตามวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ชั้น เพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหา กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 พบว่า นักเรียนจำนวนร้อยละ 71.42 มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนร้อยละ 73.78 ซึ่งผ่านเกณฑ์ที่กำหนดไว้ สอดคล้อง

กับังงานวิจัยของอารีย์ สุขใจรเวทย์ (2553) ได้ศึกษาการพัฒนาผลการเรียนรู้ เรื่องการบวกและการลบของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7E ผลการศึกษาพบว่า คะแนนหลังการจัดการเรียนรู้สูงกว่า ก่อนการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7E อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และสอดคล้องกับงานวิจัยของ สมศักดิ์ วงษ์จำรัส (2555) ที่ได้ศึกษาผลของการเรียนการสอนตามวงจรการเรียนรู้ 7E ที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์หลังเรียนของนักเรียนที่เรียนตามวงจรการเรียนรู้ 7E สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ข้อเสนอแนะ

จากผลการวิจัย เรื่อง ผลการจัดการเรียนรู้ตามวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ชั้น (7E) ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะ ดังต่อไปนี้

ข้อเสนอแนะทั่วไป

1. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ชั้น (7E) ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ในช่วงของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ชั้นที่ 3 ขั้นสำรวจและค้นหา (Explore) เป็นขั้นที่นักเรียนทำความเข้าใจปัญหา รวบรวมข้อมูล วางแผนการแก้ปัญหา และดำเนินการลงมือปฏิบัติหาคำตอบตามที่ได้วางแผนไว้ ครูควรให้เวลากับนักเรียนในการค้นหาความรู้ แลกเปลี่ยนความรู้ และความเข้าใจ เพื่อหาข้อสรุปที่สมเหตุสมผลมากที่สุด และเน้นให้นักเรียนได้แสดงออกถึงความสามารถในการแก้ปัญหา โดยการใช้คำถามเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนได้ฝึกกระบวนการคิดหาแนวทางการแก้ปัญหา และในขั้นตรวจสอบและสรุปคำตอบควรเน้นย้ำให้นักเรียนได้ตรวจสอบและสรุปคำตอบได้อย่างถูกต้อง ซึ่งจะทำให้นักเรียนเกิดการพัฒนาทักษะและกระบวนการในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้ดียิ่งขึ้น

2. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ชั้น (7E) ครูควรจัดบรรยากาศในการเรียนรู้ให้นักเรียนมีส่วนร่วมได้ลงมือปฏิบัติ ค้นหาความรู้ แลกเปลี่ยนความรู้ รวมไปถึงการนำเสนอตัวอย่างหรือสถานการณ์ที่หลากหลายและมากพอที่จะทำให้นักเรียนได้คิดวิเคราะห์ สังเกตเปรียบเทียบหาลักษณะร่วม จนกระทั่งนักเรียนสามารถสร้างองค์ความรู้ใหม่ด้วยตนเองได้

3. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ชั้น (7E) เป็นการจัดกิจกรรมที่นักเรียนจะต้องค้นคว้า และสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง หากนักเรียนมีความรู้พื้นฐานไม่เพียงพอ

อาจได้ข้อสรุปที่ไม่ถูกต้อง ดังนั้น ครูควรตรวจสอบข้อสรุปนั้นทุกครั้ง โดยการใช้คำถามนำ เป็นต้น
ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

1. ควรนำการจัดการเรียนรู้ตามวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) ไปประยุกต์ใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อพัฒนาทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์อื่น ๆ เช่น ทักษะการให้เหตุผล หรือทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เป็นต้น

2. ควรมีการศึกษาผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) ในเนื้อหาคณิตศาสตร์อื่น ๆ เช่น การวัด ทฤษฎีบทพีทาโกรัส เส้นขนาน เป็นต้น

บรรณานุกรม

- กรมวิชาการ. (2544). คู่มือการจัดสาระและมาตรฐานการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์.
กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์องค์การรับส่งสินค้าและพัสดุภัณฑ์.
- กระทรวงศึกษาธิการ. (2551). หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551.
กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.
- กระทรวงศึกษาธิการ. (2552). เอกสารประกอบหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน
พุทธศักราช 2551 แนวปฏิบัติการวัดและประเมินผลการเรียนรู้. กรุงเทพฯ:
โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.
- กระทรวงศึกษาธิการ. (2556). การแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ (พิมพ์ครั้งที่ 2). กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์
สกสค.ลาดพร้าว.
- กิตติ พัฒนตระกูลสุข. (2546). การเรียนการสอนคณิตศาสตร์ในระดับมัธยมศึกษาของประเทศไทย
ล้มเหลวจริงหรือ. วารสารคณิตศาสตร์, 46(530-532), 54-58.
- ชฎาพร จิตมงคล, รุ่งฉภา บุญสอน และอาภรณ์ นาคาพันธ์. (2560, 30 มีนาคม). สัมภาษณ์.
ชมนาด เชื้อสุวรรณทวี. (2542). การสอนคณิตศาสตร์. กรุงเทพฯ: ภาควิชาหลักสูตรและการสอน
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- ชาติรี เกิดธรรม. (2545). เทคนิคการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์
ไทยวัฒนาพานิช.
- ชานนท์ จันทรา. (2555). การประเมินในชั้นเรียนคณิตศาสตร์: จากแนวคิดสู่การปฏิบัติ. กรุงเทพฯ:
อาร์ แอนด์ เอ็น ปริ้นท์.
- ทิตินา เขมมณี. (2550). รูปแบบการเรียนการสอน: ทางเลือกที่หลากหลาย. กรุงเทพฯ:
สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- นภารัตน์ หวังสุขกลาง. (2552). ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการสอนวัฏจักร
การเรียนรู้ 7 ขั้น เพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ กลุ่มสาระการเรียนรู้
คณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตร์มหาบัณฑิต,
สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน, คณะศึกษาศาสตร์, มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- บุญชม ศรีสะอาด. (2545). วิธีการทางสถิติสำหรับการวิจัย (พิมพ์ครั้งที่ 3). กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.
- บุญชม ศรีสะอาด. (2553). การวิจัยเบื้องต้น (พิมพ์ครั้งที่ 8). กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.
- ประสาธน์ เนื่องเฉลิม. (2550). การเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น. วารสารวิชาการ,
10(4), 25-29.

- ปรีชา เนาว์เย็นผล. (2537). การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์. ใน *เอกสารการสอนชุดกิจกรรม การสอนคณิตศาสตร์หน่วยที่ 12-15*. นนทบุรี: มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช.
- พร้อมพรรณ อุดมสิน. (2544). *การวัดและการประเมินผลการเรียนการสอนคณิตศาสตร์*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- พิชิต ฤทธิ์จรูญ. (2545). *หลักการวัดและประเมินผลการศึกษา* (พิมพ์ครั้งที่ 2). กรุงเทพฯ: เข้าส์ออฟเคอร์มีส์.
- พิชิต ฤทธิ์จรูญ. (2548). *หลักการวัดและประเมินผลการศึกษา* (พิมพ์ครั้งที่ 3). กรุงเทพฯ: เข้าส์ออฟเคอร์มีส์.
- พิมพ์พันธ์ เดชะคุปต์. (2544). *การจัดการเรียนการสอนด้วยวิธีการสอนแบบสืบเสาะ*. กรุงเทพฯ: มาสเตอร์กรุ๊ป แมเนจเม้นท์.
- พิมพ์พันธ์ เดชะคุปต์ และคณะ. (2552). *สอนวิทยาศาสตร์เพื่อความเข้าใจด้วยกระบวนการออกแบบย้อนกลับ*. กรุงเทพฯ: พัฒนาคุณภาพวิชาการ.
- มัณฑุญา หาชัย. (2556). *ผลการจัดการเรียนรู้โดยรูปแบบ 7E ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหา คณิตศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่อง เศษส่วน ของนักเรียนชั้นประถมศึกษา ปีที่ 6 โรงเรียนสารสาสน์ ประชาอุทิศพิทยาคาร*. วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน, โครงการบัณฑิตศึกษา, มหาวิทยาลัยราชภัฏธนบุรี.
- เขาวดี วิบูลย์ศรี. (2545). *การวัดผลและการสร้างแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์* (พิมพ์ครั้งที่ 3). กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- โรงเรียนปลวกแดงพิทยาคม. (2560 ก). *รายงานผลการทดสอบทางการศึกษาระดับชาตินี้ขึ้นพื้นฐาน (O-NET) ประจำปีการศึกษา 2559*. ระยอง: โรงเรียนปลวกแดงพิทยาคม.
- โรงเรียนปลวกแดงพิทยาคม. (2560 ข). *รายงานผลการพัฒนาการเรียนการสอน ประจำปีการศึกษา 2559*. ระยอง: โรงเรียนปลวกแดงพิทยาคม.
- ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. (2543). *เทคนิคการวัดผลการเรียนรู้* (พิมพ์ครั้งที่ 3). กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาสน์.
- ลียานา ประทีปวัฒนพันธ์. (2558). *การศึกษาค้นคว้าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง ความน่าจะเป็นของนักเรียนห้องเรียน สสวท.ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7E ร่วมกับการเรียนแบบ STAD*. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตร์ มหาบัณฑิต, สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา, คณะวิทยาศาสตร์, มหาวิทยาลัยบูรพา.
- เวชฤทธิ์ อังคนะภัทรขจร. (2554). *เอกสารคำสอนรายวิชา 410541 ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์*. คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา.

- เวชฤทธิ์ อังคะภัทรขจร. (2555). *ครบเครื่องเรื่องความรู้สำหรับครูคณิตศาสตร์: หลักสูตร การสอน และการวิจัย*. กรุงเทพฯ: จริยสนิทวงศ์การพิมพ์.
- ศิริชัย กาญจนวาสี. (2548). *ทฤษฎีการทดสอบแบบดั้งเดิม (พิมพ์ครั้งที่ 5)*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- สถาบันทดสอบการศึกษาแห่งชาติ. (2560). *รายงานผลการทดสอบทางการศึกษาขั้นพื้นฐาน (O-NET) มัธยมศึกษาปีที่ 3 ปีการศึกษา 2558-2559*. เข้าได้ถึงจาก <http://www.neits.or.th/>.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2546). *คู่มือวัดผลประเมินผลคณิตศาสตร์*. กรุงเทพฯ: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2548). *การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้*. กรุงเทพฯ: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2551). *ทักษะ/กระบวนการทางคณิตศาสตร์ มืออาชีพ (พิมพ์ครั้งที่ 2)*. กรุงเทพฯ: ส.เจริญการพิมพ์.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2555). *ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์*. กรุงเทพฯ: ส.เจริญการพิมพ์.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2560). *สรุปผลการวิจัย PISA 2015*. เข้าได้ถึงจาก <https://drive.google.com/file/d/0BwqFSkq5b7zScUJOOV9ldUNfTlk/view>.
- สมเดช บุญประจักษ์. (2540). *การพัฒนาศักยภาพทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยใช้การเรียนรู้แบบร่วมมือ*. ปรินญานิพนธ์การศึกษาคณะศึกษาศาสตร์, สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา, บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- สมเดช บุญประจักษ์. (2543). *เอกสารประกอบการอบรมครู และเอกสารประกอบการเรียน เรื่อง การแก้ปัญหา*. กรุงเทพฯ: สถาบันราชภัฏพระนคร.
- สมศักดิ์ วงษ์จำรัส. (2555). *ผลของการเรียนการสอนตามวงจรการเรียนรู้ 7E ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1*. งานนิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต, สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน, คณะศึกษาศาสตร์, มหาวิทยาลัยบูรพา.
- สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ. (2545). *พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 และที่แก้ไขเพิ่มเติม (ฉบับที่ 2) พ.ศ. 2545*. กรุงเทพฯ: สำนักนายกรัฐมนตรี.

- สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา. (2551). *ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.
- สิริพร ทิพย์คง. (2536). *เอกสารคำสอนรายวิชา 158522: ทฤษฎีและวิธีการสอนวิชาคณิตศาสตร์*. กรุงเทพฯ: ภาควิชาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
- สิริพร ทิพย์คง. (2544). *หนังสือเสริมประสบการณ์วิชาคณิตศาสตร์ ระดับประถมศึกษา และระดับมัธยมศึกษาตอนต้นเรื่องการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์*. กรุงเทพฯ: ศูนย์พัฒนาหนังสือ.
- สิริพร ทิพย์คง. (2545). *หลักสูตรและการสอนคณิตศาสตร์*. กรุงเทพฯ: สถาบันพัฒนาคุณภาพวิชาการ (พว.).
- สุชาดา ปัทมวิภาค. (2557). การประเมินการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ของ PISA 2015. *นิตยสาร สสวท.*, 42(188), 35-39.
- สุรวาท ทองบุ. (2550). *การวิจัยทางการศึกษา*. มหาสารคาม: อภิชาตการพิมพ์.
- อารีย์ สุขใจวรเวทย์. (2553). *การพัฒนาผลการเรียนรู้ เรื่อง การบวกและการลบของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7E*. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต, สาขาวิชาหลักสูตรและการนิเทศ, บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยศิลปากร.
- อัมพร ม้าคนอง. (2553). *ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์: การพัฒนาเพื่อพัฒนาการ*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- Abruscato, J. (1996). *Teaching children science: A discovery approach*. Boston: Allyn and Bacon.
- Adam, S., Ellis, L., & Beeson, B. E. (1977). *Teaching mathematics with emphasis on the diagnostic approach*. New York: Harper & Row.
- Anderson, K. B., & Pingry, R. E. (1973). *Problem solving in mathematics: Its theory and practice*. Washington, D.C.: The National Council of Teacher of Mathematics.
- Barman, C. R., & Kotar, M. (1989). Teaching teachers: The learning cycle. *Science and Children*, 26(7), 30-32.
- Baroody, A. J. (1993). *Problem solving, reasoning, and communicating, K-8: helping children think mathematically*. New York: Macmillan.
- Bybee, R. W., Buchwald, C. E., Crissman, S., Heil, D. R., Kucrbis, P. J., Matsumoto, C., & McInerney, J. D. (1989). The 5E learning cycle model. *Inquiry approach*, 65(4), 59-63.

- Charles, R., & Lester, F. (1982). *Teaching problem solving: what, why & how*. Pala Alto, California: Dale Seymour Publications.
- Eisenkraft, A. (2003). Expanding the 5E model. *The Science Teacher*, 70(6), 56-59.
- Kanli, U., & Yagbasan, R. (2008). *The efficacy of the 7E learning cycle model based on laboratory approach on development of students' science process skills*. Retrieved from <http://www.usca.edu/essays/specialedition/UKanliandRYagbasan.pdf>.
- Karplus, R. (1977). Science teaching and development of reasoning. *Journal of researching science teaching*, 14(2), 169-175.
- Kennedy, L. M. (1984). *Guiding children's learning of mathematics* (4th ed.). Belmont, California: Wadsworth.
- Krulik, S., & Rudnick, J. A. (1993). *Reasoning and problem solving: A handbook for elementary school teachers*. Massachusetts: Allyn and Bacon.
- Lawson, A. E. (1995). *Science teaching and the development of thinking*. Belmont, California: Wadsworth.
- National Council of Teachers of Mathematics (NCTM). (2000). *Principles and standards for school mathematics*. Reston, Virginia: National Council of Teachers of Mathematics.
- Polya, G. (1957). *How to solve it: A new aspect of mathematical method*. Garden City, New York: Doubleday and company.
- Polya, G. (1980). On solving mathematical problems in high School. In *Problem solving in school mathematics: 1980 Yearbook* (p. 1). Virginia: The National Council of Teachers of Mathematics.
- Reys, R. E., Suydum, M. N., & Lindquist, M. M. (1995). *Helping children learn mathematics* (4th ed.). Boston: Allyn and Bacon.
- Wilson, J. W. (1971). Evaluation of learning in secondary school mathematics. In *Handbook on formative and summative evaluation of student learning* (pp. 643-696). New York: McGraw-Hill.
- Wilson, J. W., Fernandez, M. L., & Hadaway, N. (1993). Mathematics problem solving. In P. S. Wilson (Ed.). *Research ideas for the classroom: High school mathematics* (pp. 57-78). New York: Macmillan.

Yenilmez, K., & Ersoy, M. (2008). Opinions of mathematics teacher candidates towards applying 7E instructional model on computer aided instruction environments. *International Journal of Instruction*, 1(1), 50-51.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

- ราชานามผู้เชี่ยวชาญ
- ตำแหน่งที่ขอความอนุเคราะห์

รายนามผู้เชี่ยวชาญ

1. ดร.คมสัน ศรีไพบูลย์
 อาจารย์ประจำสาขาวิชาการสอนคณิตศาสตร์
 ภาควิชาการจัดการเรียนรู้ คณะศึกษาศาสตร์
 มหาวิทยาลัยบูรพา
2. ดร.บุญยงค์ ศรีพลแก้ว
 อาจารย์ประจำสาขาวิชาคณิตศาสตร์
 ภาควิชาคณิตศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์
 มหาวิทยาลัยบูรพา
3. ดร.จตุพัทธ พากเพียร
 ตำแหน่งครู วิทยฐานะครูชำนาญการพิเศษ
 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์
 โรงเรียนนครศรีลำดวนวิทยา จ.ศรีสะเกษ
4. นางอรุณี ตันงาม
 ตำแหน่งครู วิทยฐานะครูชำนาญการพิเศษ
 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์
 โรงเรียนบ้านสวน(จันทนุสรณ์) จ.ชลบุรี
5. นางปัทมา คงกระจ่าง
 ตำแหน่งครู วิทยฐานะครูชำนาญการพิเศษ
 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์
 โรงเรียนนิคมวิทยา จ.ระยอง

(สำเนา)

ที่ ศธ ๖๒๑๘.๔/ว.

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

๑๗ พฤศจิกายน ๒๕๖๐

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์ในการตรวจสอบความเที่ยงตรงของเครื่องมือเพื่อการวิจัย

เรียน

สิ่งที่ส่งมาด้วย เค้าโครงย่อวิทยานิพนธ์ และเครื่องมือเพื่อการวิจัย จำนวน ๑ ชุด

ด้วยนางสาวแอนนา สุภาพญาติ นิสิตระดับบัณฑิตศึกษา หลักสูตรการศึกษามหาบัณฑิต สาขาการสอนคณิตศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา ได้รับอนุมัติให้ทำ วิทยานิพนธ์ เรื่อง “ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามวัฏจักรการเรียนรู้ ๗ ขั้น (๗E) ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๒” โดยอยู่ในความควบคุมดูแลของดร.พรณทิพา ตันตินัย ประธานกรรมการ ขณะนี้อยู่ในขั้นตอนการสร้างเครื่องมือเพื่อการวิจัย ในการนี้คณะศึกษาศาสตร์ได้พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญในเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอความอนุเคราะห์จากท่านในการตรวจสอบความเที่ยงตรงของเครื่องมือเพื่อการวิจัยของนิสิตในครั้งนี้

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา หวังเป็นอย่างยิ่งว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดี และขอขอบพระคุณอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(ลงชื่อ) **เชษฐ ศิริสวัสดิ์**

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เชษฐ ศิริสวัสดิ์)

รองคณบดีฝ่ายบัณฑิตศึกษา ปฏิบัติการแทน

คณบดีคณะศึกษาศาสตร์ ปฏิบัติการแทน

ผู้ปฏิบัติหน้าที่อธิการบดีมหาวิทยาลัยบูรพา

ภาควิชาการจัดการเรียนรู้

โทรศัพท์ ๐-๓๘๓๕-๓๔๘๖, ๐-๓๘๑๐-๒๐๖๕

โทรสาร ๐-๓๘๓๕-๓๔๘๕

ผู้วิจัย ๐๖๔-๒๕๓๑๒๓๔

(สำเนา)

ที่ ศธ ๖๒๑๘/

คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา
๑๖๕ ถ. ลาดยาวบางแสน ต.แสนสุข
อ. เมือง จ. ชลบุรี ๒๐๑๑๑

๒๕ มกราคม ๒๕๖๑

เรื่อง ขอบความอนุเคราะห์ในการเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อหาคุณภาพของเครื่องมือการวิจัย

เรียน ผู้อำนวยการ โรงเรียนปลวกแดงพิทยาคม

สิ่งที่ส่งมาด้วย เครื่องมือเพื่อการวิจัย จำนวน ๑ ชุด

ด้วยนางสาวแอนนา สุภาพญาติ นิสิตระดับบัณฑิตศึกษา หลักสูตรการศึกษามหาบัณฑิต สาขาการสอนคณิตศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา ได้รับอนุมัติให้ทำ วิทยานิพนธ์ เรื่อง “ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามวัฏจักรการเรียนรู้ ๗ ขั้น (๗E) ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๒” โดยอยู่ในความควบคุมดูแลของดร.พรณทิพา ตันตินัย ประธานกรรมการ มีความประสงค์ขออำนวยความสะดวกในการเก็บรวบรวมข้อมูลจากนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๒ ภาคเรียนที่ ๒ ปีการศึกษา ๒๕๖๐ จำนวน ๑ ห้องเรียน โดยผู้วิจัยจะขออนุญาตเก็บรวบรวมข้อมูลด้วยตนเอง ระหว่างวันที่ ๑ กุมภาพันธ์ พ.ศ. ๒๕๖๑ – ๕ กุมภาพันธ์ พ.ศ. ๒๕๖๑ อนึ่งโครงการวิจัยนี้ได้ผ่านขั้นตอนการพิจารณาทางจริยธรรมการวิจัยของมหาวิทยาลัยบูรพาเรียบร้อยแล้ว

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา หวังเป็นอย่างยิ่งว่า คงจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดี และขอขอบพระคุณอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(ลงชื่อ) เชษฐ ศิริสวัสดิ์

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เชษฐ ศิริสวัสดิ์)

รองคณบดีฝ่ายบัณฑิตศึกษา ปฏิบัติการแทน

คณบดีคณะศึกษาศาสตร์ ปฏิบัติการแทน

ผู้ปฏิบัติหน้าที่อธิการบดีมหาวิทยาลัยบูรพา

ภาควิชาการจัดการเรียนรู้

โทรศัพท์ ๐-๓๘๓๕-๓๔๘๖, ๐-๓๘๑๐-๒๐๖๕

โทรสาร ๐-๓๘๓๕-๓๔๘๕

ผู้วิจัย ๐๖๔-๒๕๓๑๒๓๔

(สำเนา)

ที่ ศร ๖๒๑๘/

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

๒๕ มกราคม ๒๕๖๑

เรื่อง ขออนุญาตนุเคราะห์ในการเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อการวิจัย

เรียน ผู้อำนวยการ โรงเรียนปลวกแดงพิทยาคม

สิ่งที่ส่งมาด้วย เครื่องมือเพื่อการวิจัย จำนวน ๑ ชุด

ด้วยนางสาวแอนนา สุภาพญาติ นิสิตระดับบัณฑิตศึกษา หลักสูตรการศึกษามหาบัณฑิต สาขาการสอนคณิตศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา ได้รับอนุมัติให้ทำ วิทยานิพนธ์ เรื่อง “ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามวัฏจักรการเรียนรู้ ๗ ขั้น (๗E) ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๒” โดยอยู่ในความควบคุมดูแลของดร.พรณทิพา ตันตินัย ประธานกรรมการ มีความประสงค์ขออำนาจความสะดวกในการเก็บรวบรวมข้อมูลจากนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๒ ภาคเรียนที่ ๒ ปีการศึกษา ๒๕๖๐ โดยผู้วิจัยจะขออนุญาตเก็บรวบรวมข้อมูลด้วยตนเอง ระหว่างวันที่ ๑๒ กุมภาพันธ์ พ.ศ. ๒๕๖๑ ถึงวันที่ ๒๘ กุมภาพันธ์ พ.ศ. ๒๕๖๑ อนึ่ง โครงการวิจัยนี้ได้ผ่านขั้นตอนการพิจารณาทางจริยธรรมการวิจัยของมหาวิทยาลัยบูรพาเรียบร้อยแล้ว

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา หวังเป็นอย่างยิ่งว่า คงจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดี และขอขอบพระคุณอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(ลงชื่อ) เชษฐ ศิริสวัสดิ์

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เชษฐ ศิริสวัสดิ์)

รองคณบดีฝ่ายบัณฑิตศึกษา ปฏิบัติการแทน

คณบดีคณะศึกษาศาสตร์ ปฏิบัติการแทน

ผู้ปฏิบัติหน้าที่อธิการบดีมหาวิทยาลัยบูรพา

ภาควิชาการจัดการเรียนรู้

โทรศัพท์ ๐-๓๘๓๕-๓๔๘๖, ๐-๓๘๑๐-๒๐๖๕

โทรสาร ๐-๓๘๓๕-๓๔๘๕

ผู้วิจัย ๐๖๔-๒๕๓๑๒๓๔

ภาคผนวก ข

- ตัวอย่างแบบประเมินแผนการจัดการเรียนรู้สำหรับผู้เชี่ยวชาญ
- ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้
- แนวทางการตอบใบกิจกรรมและแบบฝึกหัด
- แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
- แนวทางการตอบแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
- แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์

แบบประเมินเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย (สำหรับผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบ)

- คำชี้แจง** 1. แบบประเมินนี้สร้างขึ้นเพื่อตรวจสอบความเหมาะสมของเนื้อหา ความถูกต้องของภาษาที่ใช้ และความเหมาะสมของแผนการจัดการจัดการการเรียนรู้ ในการวิจัยเรื่องผลการจัดการเรียนรู้ตามวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ซึ่งประกอบด้วย
- แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง โจทย์ปัญหาสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวเกี่ยวกับจำนวนเต็ม
 - แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง โจทย์ปัญหาสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวเกี่ยวกับเศษส่วน
 - แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง โจทย์ปัญหาสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวเกี่ยวกับอัตราส่วนและร้อยละ
 - แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 เรื่อง โจทย์ปัญหาสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวเกี่ยวกับอัตราเร็ว
2. ขอให้ท่านผู้เชี่ยวชาญได้กรุณาแสดงความคิดเห็นของท่านที่มีต่อแผนการจัดการเรียนรู้ โดยใส่เครื่องหมาย (✓) ลงในช่องความคิดเห็นของท่านพร้อมเขียนข้อเสนอแนะเพื่อนำไปพิจารณาปรับปรุงต่อไป โดยพิจารณาตามเกณฑ์ดังต่อไปนี้
- | | | |
|---|---------|------------------------|
| 5 | หมายถึง | มีความเหมาะสมมากที่สุด |
| 4 | หมายถึง | มีความเหมาะสมมาก |
| 3 | หมายถึง | มีความเหมาะสมปานกลาง |
| 2 | หมายถึง | มีความเหมาะสมพอใช้ |
| 1 | หมายถึง | มีความเหมาะสมน้อย |

รายการประเมิน	ระดับความเหมาะสม					ข้อเสนอแนะ
	5	4	3	2	1	
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1						
1. มาตรฐานการเรียนรู้						
2. ตัวชี้วัด						
3. จุดประสงค์การเรียนรู้						
4. สาระสำคัญ						
5. สาระการเรียนรู้						
6. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้						
6.1 ขั้นทบทวนความรู้เดิม (Elicit)						
6.2 ขั้นสร้างความสนใจ (Engage)						
6.3 ขั้นสำรวจและค้นหา (Explore)						
6.4 ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explain)						
6.5 ขั้นขยายความรู้ (Elaborate)						
6.6 ขั้นประเมินผล (Evaluate)						
6.7 ขั้นขยายความคิดรวบยอด (Extend)						
7. สื่อ อุปกรณ์และแหล่งการเรียนรู้						
8. การวัดและประเมินผลการเรียนรู้						

ข้อเสนอแนะอื่นๆ

.....

.....

.....

.....

4. สาระสำคัญ / ความคิดรวบยอดหลัก

โจทย์สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวที่เกี่ยวกับเศษส่วน เป็นสถานการณ์ปัญหาที่ประกอบไปด้วยภาษาและตัวเลขที่ต้องการคำตอบ โดยจะต้องใช้กระบวนการแก้ปัญหา มี 4 ขั้นตอน ดังนี้

- 1) ขั้นทำความเข้าใจปัญหา เป็นขั้นที่นักเรียนต้องทำความเข้าใจโจทย์ ว่าต้องการหาอะไร โดยเขียนแสดงข้อมูลของสิ่งที่โจทย์กำหนดให้และสิ่งที่โจทย์ต้องการ
- 2) ขั้นวางแผนแก้ปัญหา เป็นขั้นที่นักเรียนสมมติตัวแปร และเขียนสมการได้ตรงตามเงื่อนไขของโจทย์ปัญหา
- 3) ขั้นดำเนินการแก้ปัญหา เป็นขั้นที่นักเรียนแสดงการแก้ปัญหาลำดับขั้นตอน
- 4) ขั้นตรวจสอบและสรุปคำตอบ เป็นขั้นที่นักเรียนตรวจสอบและสรุปคำตอบว่าผลที่ได้เป็นไปตามที่ต้องการ ถูกต้อง ครบถ้วนหรือไม่

5. สาระการเรียนรู้

โจทย์สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวที่เกี่ยวกับเศษส่วน เป็นสถานการณ์ปัญหาที่ประกอบไปด้วยภาษาและตัวเลขที่ต้องการคำตอบ โดยจะต้องใช้กระบวนการแก้ปัญหา มี 4 ขั้นตอน ดังนี้

- 1) ขั้นทำความเข้าใจปัญหา เป็นขั้นที่นักเรียนต้องทำความเข้าใจโจทย์ ว่าต้องการหาอะไร โดยเขียนแสดงข้อมูลของสิ่งที่โจทย์กำหนดให้และสิ่งที่โจทย์ต้องการ
- 2) ขั้นวางแผนแก้ปัญหา เป็นขั้นที่นักเรียนสมมติตัวแปร และเขียนสมการได้ตรงตามเงื่อนไขของโจทย์ปัญหา
- 3) ขั้นดำเนินการแก้ปัญหา เป็นขั้นที่นักเรียนแสดงการแก้ปัญหาลำดับขั้นตอน
- 4) ขั้นตรวจสอบและสรุปคำตอบ เป็นขั้นที่นักเรียนตรวจสอบและสรุปคำตอบว่าผลที่ได้เป็นไปตามที่ต้องการ ถูกต้อง ครบถ้วนหรือไม่

สถานการณ์ปัญหาที่ 1 สมศักดิ์มีดินสออยู่จำนวนหนึ่ง แจกให้เพื่อนๆ เป็นจำนวน $\frac{2}{3}$ ของจำนวนที่มีอยู่ เมื่อนับจำนวนดินสอ พบว่าเหลืออยู่ 14 แท่ง จงหาว่าเดิมสมศักดิ์มีดินสอกี่แท่ง

วิธีทำ ขั้นที่ 1 ขั้นทำความเข้าใจปัญหา

- สิ่งที่โจทย์กำหนดให้ :

1. สมศักดิ์แจกดินสอให้เพื่อนๆ เป็นจำนวน $\frac{2}{3}$ ของจำนวนที่มีอยู่

2. เหลือดินสออยู่ 14 แท่ง

- สิ่งที่โจทย์ต้องการ : เดิมสมศักดิ์มีดินสอกี่แท่ง

ขั้นที่ 2 ขั้นวางแผนแก้ปัญหา

ให้ X แทน จำนวนดินสอที่สมศักดิ์มีอยู่เดิม

ดังนั้น สมศักดิ์แจกดินสอให้เพื่อนๆ เป็นจำนวน $\frac{2}{3} X$

$$\text{เหลือดินสอ } X - \frac{2}{3} X$$

เหลือดินสออยู่ 14 แท่ง

$$\text{ดังนั้น เขียนเป็นสมการได้ } X - \frac{2}{3} X = 14$$

ขั้นที่ 3 ขั้นดำเนินการแก้ปัญหา

$$X - \frac{2}{3} X = 14$$

$$\text{จะได้ } 3(X - \frac{2}{3} X) = 3 \times 14$$

$$3X - (3 \times \frac{2}{3} X) = 42$$

$$3X - 2X = 42$$

$$X = 42$$

ขั้นที่ 4 ขั้นตรวจสอบและสรุปคำตอบ

ถ้า สมศักดิ์มีดินสอ 42 แท่ง

แจกดินสอให้เพื่อนๆ เป็นจำนวน $\frac{2}{3}$ ของจำนวนที่มีอยู่ เท่ากับ $\frac{2}{3} \times 42 = 28$ แท่ง

เหลือดินสอ $42 - 28 = 14$ แท่ง ซึ่งเป็นจริงตามเงื่อนไขของโจทย์

ดังนั้น เดิมสมศักดิ์มีดินสอ 42 แท่ง

6. กิจกรรมการเรียนรู้ (3 คาบเรียน)**คาบเรียนที่ 1****ขั้นที่ 1 ทบทวนความรู้เดิม**

1. ครูและนักเรียนร่วมกันทบทวนความรู้เกี่ยวกับการบวกและการลบของเศษส่วน โดยครูยกตัวอย่างประโยคสัญลักษณ์ ดังนี้

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

$$(2) \left(\frac{1}{2} + \frac{3}{5}\right) = \square$$

$$(3) \left(\frac{5}{8} - \frac{1}{4}\right) = \square$$

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

จากนั้นครูและนักเรียนร่วมกันพิจารณาประโยคสัญลักษณ์ แล้วให้นักเรียนดำเนินการหาคำตอบของประโยคสัญลักษณ์ในแต่ละข้อ

2. ครูสุ่มนักเรียน 2-3 คน โดยให้นักเรียนออกมาดำเนินการหาคำตอบบนกระดานหน้าชั้นเรียน แล้วให้เพื่อนนักเรียนร่วมกันตรวจสอบความถูกต้อง

ขั้นที่ 2 สร้างความสนใจ

3. ครูนำเสนอสถานการณ์ปัญหาที่ 1 ในใบกิจกรรมที่ 2 เรื่อง โจทย์ปัญหาสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวเกี่ยวกับเศษส่วน ดังนี้

สถานการณ์ปัญหาที่ 1 สมศักดิ์มีดินสออยู่จำนวนหนึ่ง แจกให้เพื่อนๆ เป็นจำนวน $\frac{2}{3}$ ของจำนวนที่มีอยู่ เมื่อนับจำนวนดินสอ พบว่าเหลืออยู่ 14 แท่ง จงหาว่าเดิมสมศักดิ์มีดินสอกี่แท่ง

จากนั้นกระตุ้นความสนใจของนักเรียน โดยการใช้คำถาม ดังนี้

- นักเรียนจะแก้โจทย์ปัญหาได้อย่างไรบ้าง

ขั้นที่ 3 สำรวจและค้นหา

4. ครูให้นักเรียนแบ่งกลุ่ม กลุ่มละ 4-5 คน โดยละความสามารถ (เก่ง-ปานกลาง-อ่อน) จากนั้นให้นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันดำเนินการแก้ปัญหาในสถานการณ์ปัญหาที่ 1 ในใบกิจกรรมที่ 2 เรื่อง โจทย์ปัญหาสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวเกี่ยวกับเศษส่วน

5. ครูใช้คำถามกระตุ้นให้นักเรียนเข้าใจปัญหามากยิ่งขึ้น และนำไปสู่กระบวนการแก้ปัญหา ดังนี้

- อะไรคือสิ่งที่โจทย์กำหนดให้
- อะไรคือสิ่งที่โจทย์ต้องการหา
- เมื่อนักเรียนทราบแล้วว่า อะไรคือสิ่งที่โจทย์กำหนดให้และอะไรคือสิ่งที่โจทย์

ต้องการหา นักเรียนมีการวางแผนในการแก้ปัญหาอย่างไร

- นักเรียนแสดงวิธีทำได้อย่างไร
- คำตอบของโจทย์ปัญหานี้ คืออะไร และสอดคล้องกับเงื่อนไขของโจทย์ปัญหาหรือไม่ หากนักเรียนไม่สามารถวางแผนการแก้ปัญหาได้ ครูจะเป็นผู้สนับสนุนความคิดของนักเรียนโดยใช้คำถามเพิ่มเติม เพื่อให้ให้นักเรียนวางแผนการแก้ปัญหาได้ถูกต้องครบถ้วน ดังนี้
- โจทย์ปัญหาลักษณะนี้เคยพบมาก่อนหรือไม่และมีลักษณะคล้ายคลึงกับโจทย์ปัญหาที่เคยทำมาแล้วอย่างไร

- นักเรียนเคยพบโจทย์ปัญหาลักษณะนี้เมื่อไร และใช้วิธีการใดในการแก้ปัญหา
- ถ้าอ่านโจทย์ปัญหาครั้งแรกแล้วไม่เข้าใจควรอ่านโจทย์ปัญหาอีกครั้ง แล้ววิเคราะห์

ความแตกต่างของปัญหานี้กับปัญหาที่เคยทำมาก่อน

6. ครูให้นักเรียนดำเนินการแก้ปัญหาตามสถานการณ์ปัญหาที่ 1 ในใบกิจกรรมที่ 2 เรื่อง โจทย์ปัญหาสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวเกี่ยวกับเศษส่วน ตามที่ได้วางแผนการแก้ปัญหาไว้ โดยครูคอยสังเกตและให้คำแนะนำในกรณีที่นักเรียนเกิดข้อสงสัย

คาบเรียนที่ 2

ขั้นที่ 4 อธิบายและลงข้อสรุป

7. เมื่อนักเรียนดำเนินการแก้ปัญหาตามสถานการณ์ปัญหาที่ 1 ในใบกิจกรรมที่ 2 เรื่อง โจทย์ปัญหาสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวเกี่ยวกับเศษส่วน เสร็จเรียบร้อยแล้ว ครูสุ่มให้นักเรียนออกมา นำเสนอกระบวนการแก้ปัญหา พร้อมแสดงเหตุผลประกอบ และหลังจากที่นำเสนอจบแล้วครูใช้คำถามกระตุ้นความคิดของนักเรียน ดังนี้

- กระบวนการแก้ปัญหานักเรียนแตกต่างจากเพื่อนกลุ่มอื่นหรือไม่ อย่างไร

เพราะเหตุใด

8. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายและสรุปความรู้ทั้งหมดที่ได้จากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในครั้งนี้ โดยครูใช้คำถาม ดังนี้

- การแก้โจทย์ปัญหาสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวเกี่ยวกับจำนวนเต็ม มีขั้นตอนอย่างไรบ้าง

ขั้นที่ 5 ขยายความรู้

9. นักเรียนแต่ละคนดำเนินการแก้ปัญหาสถานการณ์ปัญหาที่ 2 ในใบกิจกรรมที่ 2 เรื่อง โจทย์ปัญหาสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวเกี่ยวกับเศษส่วน เพื่อให้ นักเรียนเกิดความเข้าใจให้มากขึ้น

10. ครูให้ตัวแทนนักเรียนเขียนแสดงกระบวนการแก้ปัญหาสถานการณ์ที่ 2 ในใบกิจกรรมที่ 2 เรื่อง โจทย์ปัญหาสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวเกี่ยวกับเศษส่วน พร้อมทั้งอธิบายหน้าชั้นเรียน จากนั้นนักเรียนและครู ร่วมกันตรวจสอบความถูกต้อง หากทำผิด ร่วมกันแก้ไขให้เกิดความสมบูรณ์

คาบเรียนที่ 3

ขั้นที่ 6 ประเมินผล

11. นักเรียนดำเนินการแก้ปัญหาสถานการณ์ปัญหาที่ 1 ในใบแบบฝึกหัดที่ 2 เรื่อง โจทย์ปัญหาสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวเกี่ยวกับเศษส่วน และครูใช้คำถามเพื่อประเมินความรู้ความเข้าใจของนักเรียน ดังนี้

- นักเรียนแก้โจทย์ปัญหานี้ อย่างไรบ้าง

ขั้นที่ 7 ขยายความคิดรวบยอด

12. ครูให้นักเรียนดำเนินการแก้ปัญหาสถานการณ์ปัญหาที่ 2 ในใบแบบฝึกหัดที่ 2 เรื่อง โจทย์ปัญหาสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวเกี่ยวกับเศษส่วน จากนั้นครูกับนักเรียนร่วมกันอภิปราย โดยใช้คำถามนำ ดังนี้

- โจทย์ปัญหามีลักษณะคล้ายคลึงหรือแตกต่างที่นักเรียนพบเจอหรือไม่

- นักเรียนจะมีวิธีการแก้ปัญหานี้ได้อย่างไร

13. ครูนำเสนอสถานการณ์ปัญหาที่ 3 ในใบแบบฝึกหัดที่ 2 เรื่อง โจทย์ปัญหาสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวเกี่ยวกับเศษส่วน แล้วให้นักเรียนดำเนินการแก้ปัญหานี้ โดยครูใช้คำถามเพื่อกระตุ้นความคิด ดังนี้

- นักเรียนจะแก้โจทย์ปัญหานี้ได้ อย่างไรบ้าง

- นักเรียนจะนำความรู้ที่ได้เรียนมาประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ปัญหานี้ อย่างไรบ้าง

7. สื่อ อุปกรณ์ และแหล่งเรียนรู้

1. ใบกิจกรรมที่ 2 เรื่อง โจทย์ปัญหาสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวเกี่ยวกับเศษส่วน
2. แบบฝึกหัดที่ 2 เรื่อง โจทย์ปัญหาสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวเกี่ยวกับเศษส่วน

8. การวัดและประเมินผลการเรียนรู้

สิ่งที่ต้องการวัด	วิธีการวัด	เครื่องมือการวัด	เกณฑ์การประเมิน
<u>ด้านความรู้</u> 1) นักเรียนเขียนสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวจากโจทย์ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับเศษส่วนได้ 2) นักเรียนหาคำตอบของโจทย์ปัญหาสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวเกี่ยวกับเศษส่วนได้	- การตรวจ ใบกิจกรรมที่ 2 และ แบบฝึกหัดที่ 2	- ใบกิจกรรมที่ 2 และแบบฝึกหัดที่ 2	- ทำใบกิจกรรมที่ 2 และแบบฝึกหัดที่ 2 ได้ถูกต้อง ร้อยละ 70 ขึ้นไป
<u>ด้านทักษะ/กระบวนการ</u> 3) นักเรียนแก้ปัญหาโจทย์ปัญหาสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวเกี่ยวกับเศษส่วนได้	- การตรวจ ใบกิจกรรมที่ 2 และ แบบฝึกหัดที่ 2	- ใบกิจกรรมที่ 2 และแบบฝึกหัดที่ 2	- ทำใบกิจกรรมที่ 2 และแบบฝึกหัดที่ 2 ได้ถูกต้อง ร้อยละ 70 ขึ้นไป
<u>ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์</u> 4) นักเรียนมีความมุ่งมั่นในการเรียน	- สังเกตพฤติกรรม	แบบประเมิน คุณลักษณะอันพึงประสงค์ของผู้เรียน ด้านความมุ่งมั่นในการเรียน	ผลการประเมินอยู่ในระดับพอใช้

เกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ (ต่อ)

รายการประเมิน	คะแนน	ความสามารถที่ปรากฏให้เห็น
ขั้นตรวจสอบและ สรุปคำตอบ	2	แสดงการตรวจสอบคำตอบ และสรุปคำตอบได้ถูกต้อง
	1	แสดงการตรวจสอบคำตอบได้ถูกต้อง แต่ไม่สรุปคำตอบหรือ สรุปคำตอบได้ไม่ถูกต้อง / ไม่แสดงการตรวจสอบคำตอบหรือแสดงการตรวจสอบคำตอบ ไม่ถูกต้อง แต่สรุปคำตอบได้ถูกต้อง
	0	แสดงการตรวจสอบคำตอบและสรุปคำตอบไม่ถูกต้อง / ไม่แสดงการตรวจสอบคำตอบ และสรุปคำตอบไม่ถูกต้อง / แสดงการตรวจสอบคำตอบไม่ถูกต้อง และไม่สรุปคำตอบ / ไม่แสดงการตรวจสอบคำตอบ และไม่สรุปคำตอบ

แบบประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์ของผู้เรียน

รายวิชาคณิตศาสตร์ 4 (ค22102) ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2560
 หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2
 เรื่อง การแก้โจทย์ปัญหาสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวเกี่ยวกับเศษส่วน

คำชี้แจง : ให้ครูทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องที่ตรงกับพฤติกรรมของนักเรียน

ที่	ชื่อ-สกุล	รายการประเมิน ความมุ่งมั่นในการ เรียน			รวม
		2	1	0	

เกณฑ์การให้คะแนน

คะแนน/ความหมาย	คุณลักษณะอันพึงประสงค์ที่ปรากฏ
2 / ดี	- มีส่วนร่วมในการตอบคำถามและการปฏิบัติกิจกรรมทุกครั้ง - ส่งงานครบและตรงเวลาทุกครั้ง
1 / พอใช้	- มีส่วนร่วมในการตอบคำถามและการปฏิบัติกิจกรรมบางครั้ง - ส่งงานครบและตรงเวลาบางครั้ง
0 / ต้องปรับปรุง	- ไม่มีส่วนร่วมในการตอบคำถามและการปฏิบัติกิจกรรมทุกครั้ง - ส่งงานไม่ครบ หรือไม่ส่งงาน หรือส่งงานไม่ตรงเวลาทุกครั้ง

บันทึกผลหลังการจัดการเรียนรู้

ผลการจัดการเรียนรู้

นักเรียนส่วนใหญ่ให้ความร่วมมือในการทำกิจกรรม และสนใจในการเรียนเป็นอย่างดี สามารถแก้โจทย์ปัญหาสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวเกี่ยวกับเศษส่วนได้อย่างเป็นระบบตามขั้นตอนของกระบวนการแก้ปัญหา และสามารถนำความรู้ที่ได้ไปประยุกต์ใช้กับสถานการณ์ปัญหาที่แตกต่างไปจากเดิมได้อย่างถูกต้อง เมื่อครูใช้คำถามกับนักเรียน ยังพบว่านักเรียนกล้าที่จะตอบคำถามและแสดงความคิดเห็น

ปัญหา/ อุปสรรค

นักเรียนบางส่วนไม่สามารถแก้โจทย์แก้ปัญหาจากสถานการณ์ปัญหาที่กำหนดให้ได้ด้วยตนเอง

ข้อเสนอแนะ/ แนวทางแก้ไข

ครูกระตุ้นนักเรียน โดยการใช้คำถามและทบทวนขั้นตอนกระบวนการแก้ปัญหา และให้คำแนะนำเมื่อนักเรียนเกิดข้อสงสัย

ลงชื่อ.....ผู้ใช้แผนการจัดการเรียนรู้

(นางสาวแอนนา สุภาพญาติ)

ใบกิจกรรมที่ 2

เรื่อง โจทย์ปัญหาสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวเกี่ยวกับเศษส่วน

สถานการณ์ปัญหาที่ 1 สมศักดิ์มีดินสออยู่จำนวนหนึ่ง แจกให้เพื่อนๆ เป็นจำนวน $\frac{2}{3}$ ของจำนวนที่มีอยู่ เมื่อนับจำนวนดินสอ พบว่าเหลืออยู่ 14 แท่ง จงหาว่าเดิมสมศักดิ์มีดินสอกี่แท่ง

วิธีทำ ขั้นที่ 1 ขั้นทำความเข้าใจปัญหา

- สิ่งที่โจทย์กำหนดให้ คือ

.....

- สิ่งที่โจทย์ต้องการ คือ

.....

ขั้นที่ 2 ขั้นวางแผนแก้ปัญหา

.....

ขั้นที่ 3 ขั้นดำเนินการแก้ปัญหา

.....

ขั้นที่ 4 ขั้นตรวจสอบและสรุปคำตอบ

.....

.....

สถานการณ์ปัญหาที่ 2 ถ้าด้านที่หนึ่งของรูปสามเหลี่ยมยาวเป็นหนึ่งในสามของความยาวรอบรูป ด้านที่สองยาว $10\frac{1}{2}$ เซนติเมตร และด้านที่สามยาวเป็นหนึ่งในสี่ของความยาวรอบรูป จงหาความยาวรอบรูปของรูปสามเหลี่ยม

วิธีทำ **ขั้นที่ 1** ขั้นทำความเข้าใจปัญหา

- สิ่ง โจทย์กำหนดให้ คือ

.....

- สิ่ง โจทย์ต้องการ คือ

.....

ขั้นที่ 2 ขั้นวางแผนแก้ปัญหา

.....

ขั้นที่ 3 ขั้นดำเนินการแก้ปัญหา

.....

ขั้นที่ 4 ขั้นตรวจสอบและสรุปคำตอบ

.....

แบบฝึกหัดที่ 2

เรื่อง โจทย์ปัญหาสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวเกี่ยวกับเศษส่วน

สถานการณ์ปัญหาที่ 1 ถ้ามาลีและมะลิมีเงินรวมกัน 500 บาท $\frac{3}{4}$ ของเงินของมาลิน้อยกว่า $\frac{1}{2}$ ของเงินของมะลิตั้งอยู่ 80 บาท อยากทราบว่า มาลีมีเงินเท่าใด

วิธีทำ ขั้นที่ 1 ขั้นทำความเข้าใจปัญหา

- สิ่งที่โจทย์กำหนดให้ คือ

.....

- สิ่งที่โจทย์ต้องการ คือ

.....

ขั้นที่ 2 ขั้นวางแผนแก้ปัญหา

.....

ขั้นที่ 3 ขั้นดำเนินการแก้ปัญหา

.....

ขั้นที่ 4 ขั้นตรวจสอบและสรุปคำตอบ

.....

.....

สถานการณ์ปัญหาที่ 2 ถ้าเมื่อ 18 ปีที่แล้ว แดงความีอายุเป็น $\frac{2}{3}$ เท่าของอายุแดงไทย แต่อีก 6 ปี

ข้างหน้าอายุของแดงทจะเป็น $\frac{5}{6}$ เท่าของอายุแดงไทย ปัจจุบันแดงทอายุกี่ปี

วิธีทำ ขั้นที่ 1 ขั้นทำความเข้าใจปัญหา

- สิ่ง โจทย์กำหนดให้ คือ

.....

.....

- สิ่ง โจทย์ต้องการ คือ

.....

.....

ขั้นที่ 2 ขั้นวางแผนแก้ปัญหา

.....

.....

.....

.....

ขั้นที่ 3 ขั้นดำเนินการแก้ปัญหา

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ขั้นที่ 4 ขั้นตรวจสอบและสรุปคำตอบ

.....

.....

.....

.....

.....

สถานการณ์ปัญหาที่ 3 สนามหญ้ารูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า มีอัตราส่วนของความยาวต่อความกว้าง เป็น 5 : 4 ถ้าเพิ่มความยาวของแต่ละด้านออกไปอีก 25%ของความยาวเดิม จะทำให้ความยาวรอบสนามเท่ากับ 180 เมตร จงหาว่าเดิมแต่ละด้านของสนามยาวกี่เมตร

วิธีทำ **ขั้นที่ 1** ขั้นทำความเข้าใจปัญหา

- สิ่ง โจทย์กำหนดให้ คือ

.....

- สิ่ง โจทย์ต้องการ คือ

.....

ขั้นที่ 2 ขั้นวางแผนแก้ปัญหา

.....

ขั้นที่ 3 ขั้นดำเนินการแก้ปัญหา

.....

ขั้นที่ 4 ขั้นตรวจสอบและสรุปคำตอบ

.....

แนวทางการตอบ ใบกิจกรรมที่ 2

เรื่อง โจทย์ปัญหาสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวเกี่ยวกับเศษส่วน

สถานการณ์ปัญหาที่ 1 สมศักดิ์มีดินสออยู่จำนวนหนึ่ง แจกให้เพื่อนๆ เป็นจำนวน $\frac{2}{3}$ ของจำนวนที่มีอยู่ เมื่อนับจำนวนดินสอ พบว่าเหลืออยู่ 14 แท่ง จงหาว่าเดิมสมศักดิ์มีดินสอกี่แท่ง

วิธีทำ ขั้นที่ 1 ขั้นทำความเข้าใจปัญหา

- สิ่ง โจทย์กำหนดให้ คือ

1. สมศักดิ์แจกดินสอให้เพื่อนๆ เป็นจำนวน $\frac{2}{3}$ ของจำนวนที่มีอยู่

2. เหลือดินสออยู่ 14 แท่ง

- สิ่ง โจทย์ต้องการ คือ เดิมสมศักดิ์มีดินสอกี่แท่ง

ขั้นที่ 2 ขั้นวางแผนแก้ปัญหา

ให้ X แทน จำนวนดินสอที่สมศักดิ์มีอยู่เดิม

ดังนั้น สมศักดิ์แจกดินสอให้เพื่อนๆ เป็นจำนวน $\frac{2}{3} X$

เหลือดินสอ $X - \frac{2}{3} X$

เหลือดินสออยู่ 14 แท่ง

ดังนั้น เขียนเป็นสมการได้ $X - \frac{2}{3} X = 14$

ขั้นที่ 3 ขั้นดำเนินการแก้ปัญหา

$$X - \frac{2}{3} X = 14$$

$$\text{จะได้ } 3\left(X - \frac{2}{3} X\right) = 3 \times 14$$

$$3X - \left(3 \times \frac{2}{3} X\right) = 42$$

$$3X - 2X = 42$$

$$X = 42$$

ขั้นที่ 4 ขั้นตรวจสอบและสรุปคำตอบ

ถ้า สมศักดิ์มีดินสอ 42 แท่ง

แจกดินสอให้เพื่อนๆ เป็นจำนวน $\frac{2}{3}$ ของจำนวนที่มีอยู่ เท่ากับ $\frac{2}{3} \times 42 = 28$ แท่ง

เหลือดินสอ $42 - 28 = 14$ แท่ง ซึ่งเป็นจริงตามเงื่อนไขของโจทย์

ดังนั้น เดิมสมศักดิ์มีดินสอ 42 แท่ง

สถานการณ์ปัญหาที่ 2 ถ้าด้านที่หนึ่งของรูปสามเหลี่ยมยาวเป็นหนึ่งในสามของความยาวรอบรูป ด้านที่สองยาว $10\frac{1}{2}$ เซนติเมตร และด้านที่สามยาวเป็นหนึ่งในสี่ของความยาวรอบรูป จงหาความยาวรอบรูปของรูปสามเหลี่ยม

วิธีทำ **ขั้นที่ 1 ขั้นทำความเข้าใจปัญหา**

- สิ่ง โจทย์กำหนดให้ คือ

1. ด้านที่หนึ่งของรูปสามเหลี่ยมยาวเป็นหนึ่งในสามของความยาวรอบรูป

2. ด้านที่สองยาว $10\frac{1}{2}$ เซนติเมตร

3. ด้านที่สามยาวเป็นหนึ่งในสี่ของความยาวรอบรูป

- สิ่ง โจทย์ต้องการ คือ ความยาวรอบรูปของรูปสามเหลี่ยม

ขั้นที่ 2 ขั้นวางแผนแก้ปัญหา

..... ให้ Z แทน ความยาวรอบรูปของรูปสามเหลี่ยม

..... ดังนั้น ด้านที่หนึ่งยาวเป็นหนึ่งในสามของความยาวรอบรูป จะได้ $\frac{1}{3}Z$

..... ด้านที่สองยาว $10\frac{1}{2}$ เซนติเมตร

..... และ ด้านที่สามยาวเป็นหนึ่งในสี่ของความยาวรอบรูป จะได้ $\frac{1}{4}Z$

..... ดังนั้น เขียนเป็นสมการได้ $Z = \frac{1}{3}Z + 10\frac{1}{2} + \frac{1}{4}Z$

ขั้นที่ 3 ขั้นดำเนินการแก้ปัญหา

$$Z = \frac{1}{3}Z + 10\frac{1}{2} + \frac{1}{4}Z$$

$$12 \times Z = 12 \left(\frac{1}{3}Z + \frac{21}{2} + \frac{1}{4}Z \right)$$

$$12Z = 4Z + 126 + 3Z$$

$$12Z = 7Z + 126$$

$$12Z - 7Z = 7Z + 126 - 7Z$$

$$5Z = 126$$

$$\frac{5}{5}Z = \frac{126}{5}$$

$$z = 25\frac{1}{5}$$

ขั้นที่ 4 ขั้นตรวจสอบและสรุปคำตอบ

ถ้าความยาวรอบรูปของรูปสามเหลี่ยม เท่ากับ $25\frac{1}{5}$ เซนติเมตร

ด้านที่หนึ่งยาวเป็นหนึ่งในสามของความยาวรอบรูป เท่ากับ $\frac{1}{3} \times 25\frac{1}{5} = 8\frac{2}{5}$ ซม.

ด้านที่สองยาว $10\frac{1}{2}$ เซนติเมตร และ

ด้านที่สามยาวเป็นหนึ่งในสี่ของความยาวรอบรูป เท่ากับ $\frac{1}{4} \times 25\frac{1}{5} = 6\frac{3}{10}$ ซม.

จะได้ ความยาวรอบรูปของรูปสามเหลี่ยม เท่ากับ $8\frac{2}{5} + 10\frac{1}{2} + 6\frac{3}{10}$ เซนติเมตร

$$8\frac{2}{5} + 10\frac{1}{2} + 6\frac{3}{10} = \frac{42+105+63}{10}$$

$$= \frac{252}{10}$$

$$= 25\frac{1}{5} \text{ ซึ่งเป็นจริงตามเงื่อนไขของโจทย์}$$

ดังนั้น ความยาวรอบรูปของรูปสามเหลี่ยม เท่ากับ $25\frac{1}{5}$ เซนติเมตร

แนวทางการตอบ แบบฝึกหัดที่ 2

เรื่อง โจทย์ปัญหาสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวเกี่ยวกับเศษส่วน

สถานการณ์ปัญหาที่ 1 ถ้ามาลีและมะลิมีเงินรวมกัน 500 บาท $\frac{3}{4}$ ของเงินของมาลีน้อยกว่า $\frac{1}{2}$ ของเงินของมะลิตั้งอยู่ 80 บาท อยากทราบว่า มาลามีเงินเท่าใด

วิธีทำ **ขั้นที่ 1** ขั้นทำความเข้าใจปัญหา

- สิ่ง โจทย์กำหนดให้ คือ

1. มาลีและมะลิมีเงินรวมกัน 500 บาท

2. $\frac{3}{4}$ ของเงินของมาลีน้อยกว่า $\frac{1}{2}$ ของเงินของมะลิตั้งอยู่ 80 บาท

- สิ่ง โจทย์ต้องการ คือ มาลามีเงินเท่าใด

ขั้นที่ 2 ขั้นวางแผนแก้ปัญหา

..... ให้ มาลามีเงิน F บาท

..... มะลิมีเงิน 500 - F บาท

..... $\frac{3}{4}$ ของเงินของมาลีน้อยกว่า $\frac{1}{2}$ ของเงินของมะลิตั้งอยู่ 80 บาท

..... ดังนั้น เขียนเป็นสมการได้ $\frac{1}{2}(500 - F) - \frac{3}{4}F = 80$

ขั้นที่ 3 ขั้นดำเนินการแก้ปัญหา

..... $\frac{1}{2}(500 - F) - \frac{3}{4}F = 80$

..... $4[\frac{1}{2}(500 - F) - \frac{3}{4}F] = 4 \times 80$

..... $2(500 - F) - 3F = 4 \times 80$

..... $1,000 - 2F - 3F = 320$

..... $1,000 - 5F - 1,000 = 320 - 1,000$

..... $-5F = -680$

..... $\frac{-5}{-5}F = \frac{-680}{-5}$

..... $F = 136$

ขั้นที่ 4 ขั้นตรวจสอบและสรุปคำตอบ

ถ้า มาลีมีเงิน 136 บาท

มะลิมีเงิน $500 - 136 = 364$ บาท

$\frac{3}{4}$ ของเงินของมาลิน้อยกว่า $\frac{1}{2}$ ของเงินของมะลิตั้ง 80 บาท

$$\text{จะได้ } \frac{1}{2}(364) - \frac{3}{4}(136) = 182 - 102$$

$= 80$ ซึ่งเป็นจริงตามเงื่อนไขของโจทย์

ดังนั้น มาลีมีเงิน 136 บาท

สถานการณ์ปัญหาที่ 2 ถ้าเมื่อ 18 ปีที่แล้ว แดงกวมมีอายุเป็น $\frac{2}{3}$ เท่าของอายุแดงไทย แต่อีก 6 ปี

ข้างหน้าอายุของแดงกวมจะเป็น $\frac{5}{6}$ เท่าของอายุแดงไทย ปัจจุบันแดงกวมอายุกี่ปี

วิธีทำ ขั้นที่ 1 ขั้นทำความเข้าใจปัญหา

- สิ่ง โจทย์กำหนดให้ คือ

1. เมื่อ 18 ปีที่แล้ว แดงกวมมีอายุเป็น $\frac{2}{3}$ เท่าของอายุแดงไทย

2. อีก 6 ปีข้างหน้าอายุของแดงกวมจะเป็น $\frac{5}{6}$ เท่าของอายุแดงไทย

- สิ่ง โจทย์ต้องการ คือ ปัจจุบันแดงกวมอายุกี่ปี

ขั้นที่ 2 ขั้นวางแผนแก้ปัญหา

ให้ 18 ปีที่แล้วแดงไทยอายุ E ปี

18 ปีที่แล้วแดงกวมมีอายุเป็น $\frac{2}{3}$ เท่าของอายุแดงไทย เท่ากับ $\frac{2}{3} E$ ปี

ปัจจุบัน แดงไทยอายุ E + 18 ปี

ปัจจุบัน แดงกวมอายุ $\frac{2}{3} E + 18$ ปี

6 ปีข้างหน้าอายุของแดงไทย E + 18 + 6 ปี

6 ปีข้างหน้าอายุของแดงกวม $\frac{2}{3} E + 18 + 6$ ปี

6 ปีข้างหน้าอายุของแดงกวมจะเป็น $\frac{5}{6}$ เท่าของอายุแดงไทย

ดังนั้น เขียนเป็นสมการได้ $\frac{2}{3} E + 18 + 6 = \frac{5}{6} (E + 18 + 6)$

ขั้นที่ 3 ขั้นดำเนินการแก้ปัญหา

$\frac{2}{3} E + 18 + 6 = \frac{5}{6} (E + 18 + 6)$

$\frac{2}{3} E + 24 = \frac{5}{6} (E + 24)$

$\frac{2}{3} E + 24 = \frac{5}{6} E + 20$

$\frac{5}{6} E - \frac{2}{3} E = 24 - 20$

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

$5E - 4E = 24$

$$E = 24$$

ขั้นที่ 4 ขั้นตรวจสอบและสรุปคำตอบ

$$\text{ถ้า 18 ปีที่แล้วแดงไทยอายุ } 24 \text{ ปี}$$

$$\text{ปัจจุบัน แดงไทยอายุ } 24 + 18 = 42 \text{ ปี}$$

$$\text{ปัจจุบัน แดงกวาอายุ } \frac{2}{3}(24) + 18 = 34 \text{ ปี}$$

$$6 \text{ ปีข้างหน้าอายุของแดงไทย } 24 + 18 + 6 = 48 \text{ ปี}$$

$$6 \text{ ปีข้างหน้าอายุของแดงกวา } \frac{2}{3}(24) + 18 + 6 = 40 \text{ ปี}$$

$$6 \text{ ปีข้างหน้าอายุของแดงกวาจะเป็น } \frac{5}{6} \text{ เท่าของอายุแดงไทย}$$

$$\text{จะได้ } 40 = \frac{5}{6}(48)$$

$$40 = 40 \quad \text{ซึ่งเป็นจริงตามเงื่อนไขของโจทย์}$$

ดังนั้น ปัจจุบันแดงกวาอายุ 34 ปี

สถานการณ์ปัญหาที่ 3 สนามหญ้ารูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า มีอัตราส่วนของความยาวต่อความกว้าง เป็น 5 : 4 ถ้าเพิ่มความยาวของแต่ละด้านออกไปอีก 25%ของความยาวเดิม จะทำให้ความยาวรอบสนามเท่ากับ 180 เมตร จงหาว่าเดิมแต่ละด้านของสนามยาวกี่เมตร

วิธีทำ **ขั้นที่ 1 ขั้นทำความเข้าใจปัญหา**

- สิ่งที่เกี่ยวข้องกำหนดให้ คือ

1. สนามหญ้ารูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า มีอัตราส่วนของความยาวต่อความกว้างเป็น 5 : 4
2. เพิ่มความยาวของแต่ละด้านออกไปอีก 25%ของความยาวเดิม จะทำให้ความยาวรอบสนามเท่ากับ 180 เมตร

- สิ่งที่เกี่ยวข้องต้องการ คือ เดิมแต่ละด้านของสนามยาวกี่เมตร

ขั้นที่ 2 ขั้นวางแผนแก้ปัญหา

ให้ สนามหญ้ามีความยาวของด้านยาว เป็น $5A$ เมตร

สนามหญ้ามีความยาวของด้านกว้าง เป็น $4A$ เมตร

ถ้าเพิ่มความยาวของแต่ละด้านออกไปอีก 25%ของความยาวเดิม จะทำให้ความยาวรอบสนามเท่ากับ 180 เมตร

ดังนั้น เขียนเป็นสมการได้ $2\left[\left(5A + \frac{25}{100}(5A)\right) + \left(4A + \frac{25}{100}(4A)\right)\right] = 180$

ขั้นที่ 3 ขั้นดำเนินการแก้ปัญหา

$$2\left[\left(5A + \frac{25}{100}(5A)\right) + \left(4A + \frac{25}{100}(4A)\right)\right] = 180$$

$$2[(5A + 1.25A) + (4A + A)] = 180$$

$$2[(6.25A) + (5A)] = 180$$

$$2(11.25A) = 180$$

$$22.5A = 180$$

$$\frac{22.5}{22.5}A = \frac{180}{22.5}$$

$$A = 8$$

ขั้นที่ 4 ขั้นตรวจสอบและสรุปคำตอบ

..... ถ้า สนามหญ้ามีความยาวของด้านยาว เป็น $5 \times 8 = 40$ เมตร

..... สนามหญ้ามีความยาวของด้านกว้าง เป็น $4 \times 8 = 32$ เมตร

..... ถ้าเพิ่มความยาวของแต่ละด้านออกไปอีก 25% ของความยาวเดิม จะทำให้ความยาว
..... รอบสนามเท่ากับ 180 เมตร

..... จะได้ $2[(40+10) + (32+8)] = 2(50+40)$

..... $= 2(90)$

..... $= 180$ ซึ่งเป็นจริงตามเงื่อนไขของโจทย์

..... ดังนั้น เดิมด้านยาวของสนามยาว 40 เมตร และด้านกว้างของสนามยาว 32 เมตร

แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว

1. ในกระปุกออมสินของน้องมะลิ มีเงินเหรียญห้าบาทและเหรียญสิบบาท รวมกัน 25 เหรียญ คิดเป็นเงินทั้งสิ้น 185 บาท จงหาว่าน้องมะลิมียเหรียญห้าบาทและเหรียญสิบบาท อย่างละกี่เหรียญ

วิธีทำ **ขั้นที่ 1 ขั้นทำความเข้าใจปัญหา**

- สิ่ง โจทย์กำหนดให้ คือ

.....

- สิ่ง โจทย์ต้องการ คือ

.....

ขั้นที่ 2 ขั้นวางแผนแก้ปัญหา

.....

ขั้นที่ 3 ขั้นดำเนินการแก้ปัญหา

.....

ขั้นที่ 4 ขั้นตรวจสอบและสรุปคำตอบ

.....

2. บิดาต้องการแบ่งเงิน 1,300 บาทให้ลูก 3 คน โดยลูกคนเล็กได้ $\frac{3}{4}$ เท่าของลูกคนกลาง และลูกคนกลางได้ $\frac{2}{3}$ เท่าของลูกคนโต จงหาว่าลูกแต่ละคนได้เงินคนละกี่บาท

วิธีทำ ขั้นที่ 1 ขั้นทำความเข้าใจปัญหา

- สิ่ง โจทย์กำหนดให้ คือ

.....

.....

- สิ่ง โจทย์ต้องการ คือ

.....

.....

ขั้นที่ 2 ขั้นวางแผนแก้ปัญหา

.....

.....

.....

.....

ขั้นที่ 3 ขั้นดำเนินการแก้ปัญหา

.....

.....

.....

.....

ขั้นที่ 4 ขั้นตรวจสอบและสรุปคำตอบ

.....

.....

.....

.....

3. อรุณีเปิดร้านขายกระเป๋าและรองเท้า เธอคิดราคาขายรองเท้าคู่หนึ่งไว้โดยคิดกำไร 20% แต่เมื่อมีเพื่อนมาซื้อ อรุณีจึงลดราคาให้ 10% และขายไปราคา 540 บาท อยากทราบว่าต้นทุนของรองเท้าคู่นี้เป็นเท่าใด

วิธีทำ **ขั้นที่ 1 ขั้นทำความเข้าใจปัญหา**

- สิ่ง โจทย์กำหนดให้ คือ

.....
.....

- สิ่ง โจทย์ต้องการ คือ

.....
.....

ขั้นที่ 2 ขั้นวางแผนแก้ปัญหา

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

ขั้นที่ 3 ขั้นดำเนินการแก้ปัญหา

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

ขั้นที่ 4 ขั้นตรวจสอบและสรุปคำตอบ

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

4. ปัทมาและธันวา ออกเดินทางพร้อมกัน และเดินทางเข้าหากันจากสถานที่สองแห่ง ซึ่งห่างกัน 75 กิโลเมตร ถ้าปัทมาเดินทางด้วยความเร็วเป็น 2 เท่าของธันวา และเขาทั้งสองคนพบกันหลังจากเดินทางไปได้ 5 ชั่วโมง จงหาอัตราเร็วในการเดินทางของปัทมาและธันวา

วิธีทำ **ขั้นที่ 1** ขั้นทำความเข้าใจปัญหา

- สิ่ง โจทย์กำหนดให้ คือ

.....
.....

- สิ่ง โจทย์ต้องการ คือ

.....
.....

ขั้นที่ 2 ขั้นวางแผนแก้ปัญหา

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

ขั้นที่ 3 ขั้นดำเนินการแก้ปัญหา

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

ขั้นที่ 4 ขั้นตรวจสอบและสรุปคำตอบ

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

แนวทางการตอบ แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว

1. ในกระปุกออมสินของน้องมะลิ มีเงินเหรียญห้าบาทและเหรียญสิบบาท รวมกัน 25 เหรียญ คิดเป็นเงินทั้งสิ้น 185 บาท จงหาว่าน้องมะลิมีเงินเหรียญห้าบาทและเหรียญสิบบาท อย่างละกี่เหรียญ

วิธีทำ ขั้นที่ 1 ขั้นทำความเข้าใจปัญหา

- สิ่ง โจทย์กำหนดให้ คือ

1. น้องมะลิมีเงินเหรียญห้าบาทและเหรียญสิบบาทรวมกัน 25 เหรียญ
2. คิดเป็นเงินทั้งสิ้น 185 บาท

- สิ่ง โจทย์ต้องการ คือ น้องมะลิมีเงินเหรียญห้าบาทและเหรียญสิบบาทอย่างละกี่เหรียญ

ขั้นที่ 2 ขั้นวางแผนแก้ปัญหา

ให้ น้องมะลิมีเงินเหรียญห้าบาท จำนวน X เหรียญ

มีเงินเหรียญห้าบาทและเหรียญสิบบาท รวมกัน 25 เหรียญ

จะได้ว่า มีเงินเหรียญสิบบาท จำนวน $25 - X$ เหรียญ

คิดเป็นเงินทั้งสิ้น 185 บาท

ดังนั้น เขียนเป็นสมการได้ $5X + 10(25 - X) = 185$

ขั้นที่ 3 ขั้นดำเนินการแก้ปัญหา

$$\begin{array}{rcl}
 5X + 10(25 - X) & = & 185 \\
 5X + 250 - 10X & = & 185 \\
 -5X & = & 185 - 250 \\
 -5X & = & -65 \\
 X & = & 13
 \end{array}$$

ขั้นที่ 4 ขั้นตรวจสอบและสรุปคำตอบ

ถ้า น้องมะลิมีเงินเหรียญห้าบาท จำนวน 13 เหรียญ

มีเงินเหรียญห้าบาทและเหรียญสิบบาท รวมกัน 25 เหรียญ

จะได้ว่า มีเงินเหรียญสิบบาท จำนวน $25 - 13 = 12$ เหรียญ

คิดเป็นเงินทั้งสิ้น 185 บาท

$$\text{นั่นคือ } 5(13) + 10(12) = 65 + 120$$

$$= 185 \quad \text{ซึ่งเป็นจริงตามเงื่อนไขของโจทย์}$$

ดังนั้น น้องมะลิมีเงินเหรียญห้าบาท 13 เหรียญ และเหรียญสิบบาท 12 เหรียญ

2. บิดาต้องการแบ่งเงิน 1,300 บาทให้ลูก 3 คน โดยลูกคนเล็กได้ $\frac{3}{4}$ เท่าของลูกคนกลาง และลูกคนกลางได้ $\frac{2}{3}$ เท่าของลูกคนโต จงหาว่าลูกแต่ละคนได้เงินคนละกี่บาท

วิธีทำ ขั้นที่ 1 ขั้นทำความเข้าใจปัญหา

- สิ่ง โจทย์กำหนดให้ คือ 1. บิดาต้องการแบ่งเงิน 1,300 บาทให้ลูก 3 คน
- 2. โดยลูกคนเล็กได้ $\frac{3}{4}$ เท่าของลูกคนกลาง และลูกคนกลางได้ $\frac{2}{3}$ เท่าของลูกคนโต
- สิ่ง โจทย์ต้องการ คือ ลูกแต่ละคนได้เงินคนละกี่บาท

ขั้นที่ 2 ขั้นวางแผนแก้ปัญหา

ให้ ลูกคนโตได้เงิน M บาท

ลูกคนกลางได้ $\frac{2}{3}$ เท่าของลูกคนโต

จะได้ว่า ลูกคนกลางได้เงิน $\frac{2}{3}M$ บาท

ลูกคนเล็กได้ $\frac{3}{4}$ เท่าของลูกคนกลาง

จะได้ว่า ลูกคนเล็กได้เงิน $\frac{3}{4}(\frac{2}{3}M) = \frac{1}{2}M$ บาท

บิดาต้องการแบ่งเงิน 1,300 บาท

$$\text{ดังนั้น เขียนเป็นสมการได้ } M + \frac{2}{3}M + \frac{1}{2}M = 1,300$$

ขั้นที่ 3 ขั้นตอนการแก้ปัญหา

$$\begin{aligned}
 M + \frac{2}{3}M + \frac{1}{2}M &= 1,300 \\
 6\left(M + \frac{2}{3}M + \frac{1}{2}M\right) &= 6(1,300) \\
 6M + 4M + 3M &= 7,800 \\
 13M &= 7,800 \\
 \frac{13}{13}M &= \frac{7,800}{13} \\
 M &= 600
 \end{aligned}$$

ขั้นที่ 4 ขั้นตอนตรวจสอบและสรุปคำตอบ

ถ้า ลูกคนโตได้เงิน 600 บาท

ลูกคนกลางได้ $\frac{2}{3}$ เท่าของลูกคนโต

จะได้ว่า ลูกคนกลางได้เงิน $\frac{2}{3}(600) = 400$ บาท

ลูกคนเล็กได้ $\frac{3}{4}$ เท่าของลูกคนกลาง

จะได้ว่า ลูกคนเล็กได้เงิน $\frac{3}{4}(400) = 300$ บาท

บิดาต้องการแบ่งเงิน 1,300 บาท

จะได้ $600 + 400 + 300 = 1,300$ ซึ่งเป็นจริงตามเงื่อนไขของโจทย์

ดังนั้น ลูกคนโตได้เงิน 600 บาท ลูกคนกลางได้เงิน 400 บาท และ

ลูกคนเล็กได้เงิน 300 บาท

3. อรุณีเปิดร้านขายกระเป๋าและรองเท้า เธอคิดราคาขายรองเท้าคู่หนึ่งไว้โดยคิดกำไร 20% แต่เมื่อมีเพื่อนมาซื้อ อรุณีจึงลดราคาให้ 10% และขายไปราคา 540 บาท อยากทราบว่าต้นทุนของรองเท้าคู่นี้เป็นเท่าใด

วิธีทำ ขั้นที่ 1 ขั้นทำความเข้าใจปัญหา

- สิ่ง โจทย์กำหนดให้ คือ 1. คิดราคาขายรองเท้าคู่หนึ่งไว้โดยคิดกำไร 20%
- 2. เพื่อนมาซื้อ จึงลดราคาให้ 10% และขายไปราคา 540 บาท
- สิ่ง โจทย์ต้องการ คือ ต้นทุนของรองเท้าคู่นี้เป็นเท่าใด

ขั้นที่ 2 ขั้นวางแผนแก้ปัญหา

ให้ ราคาทุนของรองเท้าคู่นี้ A บาท

คิดราคาขายรองเท้าไว้โดยคิดกำไร 20%

จะได้ว่า คิดราคาขายรองเท้าไว้ $A + 0.20A$ บาท

เพื่อนมาซื้อ จึงลดราคาให้ 10%

จะได้ว่า ลดราคาให้ $0.10(A + 0.20A) = 0.10A + 0.02A = 0.12A$ บาท

และขายไปราคา 540 บาท

ดังนั้น เขียนเป็นสมการได้ $A + 0.20A - 0.12A = 540$

ขั้นที่ 3 ขั้นดำเนินการแก้ปัญหา

$$A + 0.20A - 0.12A = 540$$

$$1.08A = 540$$

$$1.08A = 540$$

$$\frac{1.08}{1.08} A = \frac{540}{1.08}$$

$$A = 500$$

ขั้นที่ 4 ขั้นตรวจสอบและสรุปคำตอบ

ถ้าราคาทุนของรองเท้าคู่นี้ 500 บาท

คิดราคาขายรองเท้าไว้โดยคิดกำไร 20%

จะได้ว่า คิดราคารองเท้าไว้ $500 + 0.20(500) = 500 + 100 = 600$ บาท

เพื่อนมาซื้อ จึงลดราคาให้ 10% จะได้ว่า ลดราคาให้ $0.10(600) = 60$ บาท

และขายไปราคา 540 บาท นั่นคือ $600 - 60 = 540$ ซึ่งเป็นจริงตามเงื่อนไขของโจทย์

ดังนั้น ราคาทุนของรองเท้าคู่นี้ 500 บาท

4. ปัทมาและธันวา ออกเดินทางพร้อมกัน และเดินทางเข้าหากันจากสถานที่สองแห่ง ซึ่งห่างกัน 75 กิโลเมตร ถ้าปัทมาเดินทางด้วยความเร็วเป็น 2 เท่าของธันวา และเขาทั้งสองคนพบกันหลังจากเดินทางไปได้ 5 ชั่วโมง จงหาอัตราเร็วในการเดินทางของปัทมาและธันวา

วิธีทำ **ขั้นที่ 1 ขั้นทำความเข้าใจปัญหา**

- สิ่งที่โจทย์กำหนดให้ คือ

1. ปัทมาและธันวา ออกเดินทางพร้อมกัน และเดินทางเข้าหากันจากสถานที่สองแห่ง ซึ่งห่างกัน 75 กิโลเมตร
 2. ปัทมาเดินทางด้วยความเร็วเป็น 2 เท่าของธันวา และเขาทั้งสองคนพบกันหลังจากเดินทางไปได้ 5 ชั่วโมง
- สิ่งที่โจทย์ต้องการ คือ อัตราเร็วในการเดินทางของปัทมาและธันวา

ขั้นที่ 2 ขั้นวางแผนแก้ปัญหา

ให้ ธันวาเดินทาง ด้วยอัตราเร็ว P กิโลเมตรต่อชั่วโมง

ปัทมาเดินทางด้วยความเร็วเป็น 2 เท่าของธันวา

จะได้ว่า ปัทมาเดินทาง ด้วยอัตราเร็ว $2P$ กิโลเมตรต่อชั่วโมง

เขาทั้งสองคนพบกันหลังจากเดินทางไปได้ 5 ชั่วโมง

ธันวาออกเดินทางเป็นเวลา 5 ชั่วโมงด้วยอัตราเร็ว P กิโลเมตรต่อชั่วโมง

จะได้ว่า ธันวาเดินทางได้ $5P$ กิโลเมตร

ปัทมาออกเดินทางเป็นเวลา 5 ชั่วโมงด้วยอัตราเร็ว $2P$ กิโลเมตรต่อชั่วโมง

จะได้ว่า ปัทมาเดินทางได้ $5(2P) = 10P$ กิโลเมตร

สถานที่สองแห่ง ซึ่งห่างกัน 75 กิโลเมตร

ดังนั้น เขียนเป็นสมการได้ $5P + 10P = 75$

ขั้นที่ 3 ขั้นตอนการแก้ปัญหา

$$5P + 10P = 75$$

$$15P = 75$$

$$\frac{15}{15}P = \frac{75}{15}$$

$$P = 5$$

ขั้นที่ 4 ขั้นตอนตรวจสอบและสรุปคำตอบ

ถ้า ธันวาคมเดินทาง ด้วยอัตราเร็ว 5 กิโลเมตรต่อชั่วโมง

ปีทมาเดินทางด้วยความเร็วเป็น 2 เท่าของธันวาคม

จะได้ว่า ปีทมาเดินทาง ด้วยอัตราเร็ว $2 \times 5 = 10$ กิโลเมตรต่อชั่วโมง

เขาทั้งสองคนพบกันหลังจากเดินทางไปได้ 5 ชั่วโมง

จะได้ว่า ธันวาคมเดินทางได้ $5 \times 5 = 25$ กิโลเมตร

ปีทมาเดินทางได้ $5 \times 10 = 50$ กิโลเมตร

สถานที่สองแห่งห่างกัน 75 กิโลเมตร นั่นคือ $25 + 50 = 75$

ซึ่งเป็นจริงตามเงื่อนไขของโจทย์

ดังนั้น ปีทมาเดินทาง ด้วยอัตราเร็ว 10 กิโลเมตรต่อชั่วโมง และ

ธันวาคมเดินทาง ด้วยอัตราเร็ว 5 กิโลเมตรต่อชั่วโมง

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์
เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว

คำชี้แจง

1. แบบทดสอบเป็นปรนัยชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 20 ข้อ ใช้เวลา 50 นาที
 2. ให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียว และกาเครื่องหมาย ลงในกระดาษคำตอบ
 3. ห้ามนักเรียนขีดเขียนหรือทำเครื่องหมายใด ๆ ลงในแบบทดสอบโดยเด็ดขาดและคืนแบบทดสอบและกระดาษคำตอบเมื่อหมดเวลา
-

1. สองเท่าของจำนวนหนึ่งบวกกับสามได้สิบห้า ข้อใดเขียนประโยคสัญลักษณ์ได้ถูกต้อง

ก. $2m + 3 = 15$

ข. $2(m + 3) = 15$

ค. $2(m + 3) + 3 = 15$

ง. $2(m - 15) = 3$

2. ปัจจุบันฉันมีอายุ a ปี อีก 5 ปีข้างหน้าฉันจะมีอายุ 17 ปี ข้อใดเขียนประโยคสัญลักษณ์ได้ถูกต้อง

ก. $a - 5 = 17$

ข. $a + 5 = 17$

ค. $5a + 5 = 17$

ง. $5a - 5 = 17$

3. นายชาติมีรายได้เพิ่มขึ้นจากเดิม 1,500 บาท แต่อย่างน้อยกว่าจตุพลซึ่งมีรายได้ทั้งสิ้น 9,000 บาท อยู่ 350 บาท เดิมนายชาติมีรายได้เท่าใด

ก. 7,000 บาท

ข. 7,150 บาท

ค. 7,100 บาท

ง. 7,200 บาท

4. แต่งสอบแข่งขันวิชาคณิตศาสตร์สองครั้ง แต่แต่ละครั้งคะแนนเต็ม 100 คะแนน ครั้งแรกสอบได้ 80 คะแนน ครั้งที่สองสอบได้กี่คะแนนจึงจะได้คะแนนเฉลี่ยของคะแนนสอบทั้งสองครั้งเป็น 80 คะแนน

ก. 75

ข. 80

ค. 85

ง. 90

5. A หนักเป็น 2 เท่าของ B และ B หนักเป็น 3 เท่าของ C ถ้า C หนัก 21 กิโลกรัม อยากทราบว่า A หนักกี่กิโลกรัม

ก. 63 กิโลกรัม

ข. 126 กิโลกรัม

ค. 128 กิโลกรัม

ง. 189 กิโลกรัม

6. อำพรและอำไพเป็นพี่น้องกัน อำพรมีหน้าที่กวาดดูบ้าน โดยใช้เวลา $\frac{1}{2}$ ของเวลาที่อำไพ

ทำกับข้าว ถ้าอำพรใช้เวลา D นาที อำไพจะใช้เวลาเท่าไร

ก. $\frac{1}{2}D$ นาที

ข. D นาที

ค. 2D นาที

ง. $\frac{3}{2}D$ นาที

7. ปัจจุบันบิดามีอายุ U ปี เมื่อ 6 ปีที่แล้ว บุตรมีอายุเป็น $\frac{5}{12}$ ของบิดา ปัจจุบันบุตรมีอายุกี่ปี

ก. $\frac{5}{12}U$ ปี

ข. $\frac{5}{12}(U-6)$ ปี

ค. $\frac{5}{12}(U+6)$ ปี

ง. $\frac{5}{12}(U-6)+6$ ปี

8. พ่อแบ่งที่ดินให้แก่บุตรชาย $\frac{4}{9}$ ของที่ดินที่พ่อมีอยู่ ที่เหลือให้บุตรสาว ถ้าบุตรทั้งสองได้ส่วน

แบ่งต่างกันอยู่ 10 ไร่ พ่อมีที่ดินเท่าไร

ก. 70 ไร่

ข. 75 ไร่

ค. 90 ไร่

ง. 95 ไร่

9. ที่ดินแปลงหนึ่งใช้ทำนาไป $\frac{3}{7}$ ของที่ดินทั้งหมด ขุดบ่อเลี้ยงปลา $\frac{1}{5}$ ของที่ดินทั้งหมด เหลือพื้นที่

ว่างเปล่า 26 ไร่ ที่ดินแปลงนี้มีทั้งหมดกี่ไร่

ก. 30 ไร่

ข. 44 ไร่

ค. 70 ไร่

ง. 96 ไร่

10. แบ่งเงิน 1,320 บาท ให้ ก และ ข โดยที่เศษสองส่วนสามของจำนวนเงินที่ ข ได้รับเท่ากับ เศษหนึ่งส่วนสี่ของจำนวนเงินที่ ก ได้รับ พิจารณาว่าข้อใดต่อไปนี้สรุปเกี่ยวกับโจทย์ปัญหาดังกล่าว ได้ถูกต้อง

ก. ข ได้รับเงิน 960 บาท

ข. ก ได้รับเงิน 360 บาท

ค. ก ได้รับเงินมากกว่า ข 480 บาท

ง. ข ได้รับเงินน้อยกว่า ก 600 บาท

11. ร้านค้าแห่งหนึ่งประกาศลดราคาสินค้าทุกชนิด 20% ถ้าสินค้าชนิดหนึ่งคิดประกาศราคาทีลด แล้วเป็น 280 บาท สินค้านี้เดิมราคา F บาท สามารถเขียนเป็นประโยคสัญลักษณ์ได้อย่างไร

ก. $\frac{F}{5} - F = 280$

ข. $F + \frac{F}{5} = 280$

ค. $\frac{F}{5} + F = 280$

ง. $F - \frac{F}{5} = 280$

12. ปัจจุบันชาลีอายุมากกว่าอารี 5 ปี อีก 5 ปีข้างหน้าอัตราส่วนอายุของชาลีและอารีจะเป็น 4 : 3

ถ้าปัจจุบันอารีอายุ W ปี สามารถเขียนเป็นประโยคสัญลักษณ์ได้อย่างไร

ก. $\frac{W+5}{W} = \frac{4}{3}$

ข. $\frac{W+5}{W} = \frac{3}{4}$

ค. $\frac{W+10}{W+5} = \frac{4}{3}$

ง. $\frac{W+10}{W+5} = \frac{3}{4}$

13. ด้านทั้งสามของรูปสามเหลี่ยมรูปหนึ่งเป็นอัตราส่วน 3 : 4 : 5 ถ้าเพิ่มความยาวของทุกด้านอีก ด้านละ 10% จะได้ความยาวรอบรูปเป็น 132 เซนติเมตร พื้นที่ของรูปสามเหลี่ยมรูปนี้ตรงกับข้อใด

ก. 1,000 ตารางเซนติเมตร

ข. 750 ตารางเซนติเมตร

ค. 600 ตารางเซนติเมตร

ง. 500 ตารางเซนติเมตร

14. กระจายสี่รูปสี่เหลี่ยมคางหมูแผ่นหนึ่งมีพื้นที่ 84 ตารางเซนติเมตร และมีความสูง 8 เซนติเมตร ด้านคู่ขนานมีความยาวเป็นอัตราส่วน 2:5 ความยาวของด้านคู่ขนานของกระจายแผ่นนี้เป็นกี่ เซนติเมตร

ก. 4 เซนติเมตร และ 10 เซนติเมตร

ข. 5 เซนติเมตร และ 12.5 เซนติเมตร

ค. 6 เซนติเมตร และ 15 เซนติเมตร

ง. 8 เซนติเมตร และ 20 เซนติเมตร

15. อานนท์ขายทีวีให้อานันท์ขาดทุน 20% อานันท์ขายให้อานุได้กำไร 10% ถ้าอานุซื้อทีวีมาราคา 3,498 บาท อานนท์ซื้อมาราคาเท่าไร

ก. 3,148 บาท

ข. 3,180 บาท

ค. 3,816 บาท

ง. 3,975 บาท

16. นายแดงวิ่ง 50 เมตรต่อนาที นายดำวิ่งได้ 45 เมตรต่อนาที ถ้าทั้งสองคนออกวิ่งจากที่เดียวกัน นายแดงให้นายดำออกก่อน 5 นาที ให้ T แทน เวลาที่นายแดงใช้ในการตามนายดำได้ทัน ข้อใดต่อไปนี้เป็นประโยคสัญลักษณ์ได้ถูกต้อง

ก. $45T = 50T + 5$

ข. $50T = 45T + 5$

ค. $45T = 50(T + 5)$

ง. $50T = 45(T + 5)$

17. รถยนต์สองคันอยู่ห่างกัน 720 กิโลเมตร และวิ่งเข้าหากัน รถยนต์คันแรกวิ่งด้วยอัตราเร็ว 70 กิโลเมตรต่อชั่วโมง รถยนต์คันที่สองวิ่งด้วยอัตราเร็ว 50 กิโลเมตรต่อชั่วโมง โดยให้ระยะเวลาที่รถยนต์ทั้งสองคันจะพบกันเมื่อเวลาผ่านไป H ชั่วโมง ข้อใดต่อไปนี้เป็นประโยคสัญลักษณ์ได้ถูกต้อง

ก. $(70 - 50)H = 720$

ข. $(70 + 50)H = 720$

ค. $70H - 50H = 720$

ง. $H = 720 - 20H$

18. นาวันเดินมาราธอนด้วยอัตราความเร็วชั่วโมงละ 6 กิโลเมตรหลังจากนั้น 1 ชั่วโมง ชาวิกี้เดินมาราธอนตามนาวันไปในทิศทางเดียวกันด้วยอัตราเร็วชั่วโมงละ 8 กิโลเมตร อีกนานเท่าใดที่ชาวิกี้จะเดินมาราธอนทันนาวัน

ก. 1 ชั่วโมง

ข. 2 ชั่วโมง

ค. 3 ชั่วโมง

ง. 4 ชั่วโมง

19. ชายคนหนึ่งเริ่มออกเดินทาง เมื่อเวลา 9.00 น. ด้วยอัตราเร็ว 5 กิโลเมตร/ชั่วโมง อีก 2 ชั่วโมงต่อมา ชายคนที่สองออกเดินทางด้วยอัตราเร็ว 10 กิโลเมตร/ชั่วโมง ชายคนที่สองจะเดินทางทันชายคนที่หนึ่งเวลาใด

ก. 11.00 น.

ข. 12.00 น.

ค. 13.00 น.

ง. 14.00 น.

20. ถ้าวิ่งด้วยความเร็ว 10 กิโลเมตรต่อชั่วโมง ระยะทาง 50 กิโลเมตร รถยนต์ที่ขับจะต้องใช้เวลาเท่าไร และถ้าต้องการให้รถไปถึงในเวลา 2 ชั่วโมงควรจะทำอย่างไร

- ก. ใช้เวลา 5 ชั่วโมง , เพิ่มความเร็วขึ้น 15 กิโลเมตร/ชั่วโมง
- ข. ใช้เวลา 5 ชั่วโมง , เพิ่มความเร็วขึ้น 40 กิโลเมตร/ชั่วโมง
- ค. ใช้เวลา 8 ชั่วโมง , เพิ่มความเร็วขึ้น 30 กิโลเมตร/ชั่วโมง
- ง. ไม่มีข้อใดถูก

ภาคผนวก ค

- ตารางแสดงผลการประเมินความเหมาะสมองค์ประกอบของแผนการจัดการเรียนรู้
- ตารางแสดงค่าดัชนีความสอดคล้องของแบบทดสอบ
- ตารางแสดงค่าความยากง่าย ค่าอำนาจจำแนก และค่าความเชื่อมั่น ของแบบทดสอบ
- ตารางแสดงคะแนนแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
- ตารางแสดงคะแนนแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์

ตารางที่ ค-1 ผลการประเมินความเหมาะสมองค์ประกอบของแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1
เรื่อง การแก้โจทย์ปัญหาสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวเกี่ยวกับจำนวนเต็ม

ข้อ ที่	รายการประเมิน	ระดับการประเมินจากผู้เชี่ยวชาญ					(\bar{X})	(SD)	ระดับ
		คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5			
1	มาตรฐานการเรียนรู้	5	5	5	5	5	5	0	เหมาะสมมากที่สุด
2	ตัวชี้วัด	5	5	5	5	5	5	0	เหมาะสมมากที่สุด
3	จุดประสงค์การเรียนรู้	5	5	5	5	5	5	0	เหมาะสมมากที่สุด
4	สาระสำคัญ	5	5	5	5	4	4.8	0.45	เหมาะสมมากที่สุด
5	สาระการเรียนรู้	5	5	5	5	4	4.8	0.45	เหมาะสมมากที่สุด
6	การจัดกิจกรรมการเรียนรู้								
	6.1 ขั้นทบทวนความรู้เดิม	5	5	5	5	5	5	0	เหมาะสมมากที่สุด
	6.2 ขั้นสร้างความสนใจ	5	5	5	5	5	5	0	เหมาะสมมากที่สุด
	6.3 ขั้นสำรวจและค้นหา	5	5	5	4	5	4.8	0.45	เหมาะสมมากที่สุด
	6.4 ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป	5	5	5	5	4	4.8	0.45	เหมาะสมมากที่สุด
	6.5 ขั้นขยายความรู้	5	5	5	5	5	5	0	เหมาะสมมากที่สุด
	6.6 ขั้นประเมินผล	5	5	5	5	5	5	0	เหมาะสมมากที่สุด
	6.7 ขั้นขยายความคิดรวบยอด	5	5	5	5	5	5	0	เหมาะสมมากที่สุด
7	สื่อ อุปกรณ์และแหล่งการเรียนรู้	5	5	4	5	5	4.8	0.45	เหมาะสมมากที่สุด
	รวมเฉลี่ย						4.90	0.20	เหมาะสมมากที่สุด

จากตารางพบว่า ค่าเฉลี่ยความคิดเห็นของผลการประเมินความเหมาะสมของ
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 โดยผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน พบว่า มีค่าเฉลี่ยรวมอยู่ในระดับ
เหมาะสมมากที่สุด ($\bar{X} = 4.90$, $SD = 0.20$)

ตารางที่ ค-2 ผลการประเมินความเหมาะสมองค์ประกอบของแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2
เรื่อง การแก้โจทย์ปัญหาสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวเกี่ยวกับเศษส่วน

ข้อ ที่	รายการประเมิน	ระดับการประเมินจากผู้เชี่ยวชาญ					(\bar{X})	(SD)	ระดับ
		คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5			
1	มาตรฐานการเรียนรู้	5	5	5	5	5	5	0	เหมาะสมมากที่สุด
2	ตัวชี้วัด	5	5	5	5	5	5	0	เหมาะสมมากที่สุด
3	จุดประสงค์การเรียนรู้	5	5	5	5	5	5	0	เหมาะสมมากที่สุด
4	สาระสำคัญ	5	5	5	5	4	4.8	0.45	เหมาะสมมากที่สุด
5	สาระการเรียนรู้	5	5	5	5	4	4.8	0.45	เหมาะสมมากที่สุด
6	การจัดกิจกรรมการเรียนรู้								
	6.1 ขั้นทบทวนความรู้เดิม	5	5	5	5	5	5	0	เหมาะสมมากที่สุด
	6.2 ขั้นสร้างความสนใจ	5	5	5	5	5	5	0	เหมาะสมมากที่สุด
	6.3 ขั้นสำรวจและค้นหา	5	5	5	4	5	4.8	0.45	เหมาะสมมากที่สุด
	6.4 ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป	5	5	5	5	4	4.8	0.45	เหมาะสมมากที่สุด
	6.5 ขั้นขยายความรู้	5	5	5	5	5	5	0	เหมาะสมมากที่สุด
	6.6 ขั้นประเมินผล	5	5	5	5	5	5	0	เหมาะสมมากที่สุด
	6.7 ขั้นขยายความคิดรวบยอด	5	5	5	5	5	5	0	เหมาะสมมากที่สุด
7	สื่อ อุปกรณ์และแหล่งการเรียนรู้	5	5	4	5	5	4.8	0.45	เหมาะสมมากที่สุด
	รวมเฉลี่ย						4.90	0.20	เหมาะสมมากที่สุด

จากตารางพบว่า ค่าเฉลี่ยความคิดเห็นของผลการประเมินความเหมาะสมของ
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 โดยผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน พบว่า มีค่าเฉลี่ยรวมอยู่ในระดับ
เหมาะสมมากที่สุด ($\bar{X} = 4.90$, $SD = 0.20$)

ตารางที่ ค-3 ผลการประเมินความเหมาะสมองค์ประกอบของแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3
เรื่อง การแก้โจทย์ปัญหาสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวเกี่ยวกับอัตราส่วนและร้อยละ

ข้อ ที่	รายการประเมิน	ระดับการประเมินจากผู้เชี่ยวชาญ					(\bar{X})	(SD)	ระดับ
		คนที่ ที่ 1	คนที่ ที่ 2	คนที่ ที่ 3	คนที่ ที่ 4	คนที่ ที่ 5			
1	มาตรฐานการเรียนรู้	5	5	5	5	5	5	0	เหมาะสมมากที่สุด
2	ตัวชี้วัด	5	5	5	5	5	5	0	เหมาะสมมากที่สุด
3	จุดประสงค์การเรียนรู้	5	5	5	5	5	5	0	เหมาะสมมากที่สุด
4	สาระสำคัญ	5	5	5	5	4	4.8	0.45	เหมาะสมมากที่สุด
5	สาระการเรียนรู้	5	5	5	5	4	4.8	0.45	เหมาะสมมากที่สุด
6	การจัดกิจกรรมการเรียนรู้								
	6.1 ขั้นทบทวนความรู้เดิม	5	5	5	5	5	5	0	เหมาะสมมากที่สุด
	6.2 ขั้นสร้างความสนใจ	5	5	5	5	5	5	0	เหมาะสมมากที่สุด
	6.3 ขั้นสำรวจและค้นหา	5	5	5	4	5	4.8	0.45	เหมาะสมมากที่สุด
	6.4 ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป	5	5	5	5	4	4.8	0.45	เหมาะสมมากที่สุด
	6.5 ขั้นขยายความรู้	5	5	5	5	5	5	0	เหมาะสมมากที่สุด
	6.6 ขั้นประเมินผล	5	5	5	5	5	5	0	เหมาะสมมากที่สุด
	6.7 ขั้นขยายความคิดรวบยอด	5	5	5	5	5	5	0	เหมาะสมมากที่สุด
7	สื่อ อุปกรณ์และแหล่งการเรียนรู้	5	5	4	5	5	4.8	0.45	เหมาะสมมากที่สุด
	รวมเฉลี่ย						4.90	0.20	เหมาะสมมากที่สุด

จากตารางพบว่า ค่าเฉลี่ยความคิดเห็นของผลการประเมินความเหมาะสมของ
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 โดยผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน พบว่า มีค่าเฉลี่ยรวมอยู่ในระดับ
เหมาะสมมากที่สุด ($\bar{X} = 4.90$, $SD = 0.20$)

ตารางที่ ค-4 ผลการประเมินความเหมาะสมองค์ประกอบของแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4
เรื่อง การแก้โจทย์ปัญหาสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวเกี่ยวกับอัตราเร็ว

ข้อ ที่	รายการประเมิน	ระดับการประเมินจากผู้เชี่ยวชาญ					(\bar{X})	(SD)	ระดับ
		คนที่ ที่ 1	คนที่ ที่ 2	คนที่ ที่ 3	คนที่ ที่ 4	คนที่ ที่ 5			
1	มาตรฐานการเรียนรู้	5	5	5	5	5	5	0	เหมาะสมมากที่สุด
2	ตัวชี้วัด	5	5	5	5	5	5	0	เหมาะสมมากที่สุด
3	จุดประสงค์การเรียนรู้	5	5	5	5	5	5	0	เหมาะสมมากที่สุด
4	สาระสำคัญ	5	5	5	5	4	4.8	0.45	เหมาะสมมากที่สุด
5	สาระการเรียนรู้	5	5	5	5	4	4.8	0.45	เหมาะสมมากที่สุด
6	การจัดกิจกรรมการเรียนรู้								
	6.1 ขั้นทบทวนความรู้เดิม	5	5	5	5	5	5	0	เหมาะสมมากที่สุด
	6.2 ขั้นสร้างความสนใจ	5	5	5	5	5	5	0	เหมาะสมมากที่สุด
	6.3 ขั้นสำรวจและค้นหา	5	5	5	4	5	4.8	0.45	เหมาะสมมากที่สุด
	6.4 ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป	5	5	5	5	4	4.8	0.45	เหมาะสมมากที่สุด
	6.5 ขั้นขยายความรู้	5	5	5	5	5	5	0	เหมาะสมมากที่สุด
	6.6 ขั้นประเมินผล	5	5	5	5	5	5	0	เหมาะสมมากที่สุด
	6.7 ขั้นขยายความคิดรวบยอด	5	5	5	5	5	5	0	เหมาะสมมากที่สุด
7	สื่อ อุปกรณ์และแหล่งการเรียนรู้	5	5	4	5	5	4.8	0.45	เหมาะสมมากที่สุด
	รวมเฉลี่ย						4.90	0.20	เหมาะสมมากที่สุด

จากตารางพบว่า ค่าเฉลี่ยความคิดเห็นของผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 โดยผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน พบว่า มีค่าเฉลี่ยรวมอยู่ในระดับเหมาะสมมากที่สุด ($\bar{X} = 4.90$, $SD = 0.20$)

ตารางที่ ค-5 ผลการประเมินความเหมาะสมองค์ประกอบของแผนการจัดการเรียนรู้ด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว

แผนการจัดการเรียนรู้	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					ค่าเฉลี่ย (\bar{X})	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD)	แปลความหมาย
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5			
1	5	5	4.86	4.86	4.79	4.90	0.20	เหมาะสมมากที่สุด
2	5	5	4.86	4.86	4.79	4.90	0.20	เหมาะสมมากที่สุด
3	5	5	4.86	4.86	4.79	4.90	0.20	เหมาะสมมากที่สุด
4	5	5	4.86	4.86	4.79	4.90	0.20	เหมาะสมมากที่สุด
รวมเฉลี่ย	5	5	4.86	4.86	4.79	4.90	0.20	เหมาะสมมากที่สุด

จากตารางพบว่า ค่าเฉลี่ยความคิดเห็นของผลการประเมินความเหมาะสมองค์ประกอบของแผนการจัดการเรียนรู้ด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว โดยผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน พบว่า มีค่าเฉลี่ยรวมอยู่ในระดับเหมาะสมมากที่สุด ($\bar{X} = 4.90$, $SD = 0.20$)

ตารางที่ ค-6 ค่าดัชนีความสอดคล้องของแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา
ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว

ข้อที่	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					ΣR	IOC
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5		
1	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
2	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
3	+1	+1	+1	+1	0	4	0.8
4	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
5	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
6	+1	+1	+1	+1	0	4	0.8
7	+1	+1	+1	+1	0	4	0.8
8	+1	+1	+1	+1	+1	5	1

ตารางที่ ค-7 ค่าความยากง่าย ค่าอำนาจจำแนก และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัด
ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้น
ตัวแปรเดียว

จุดประสงค์การเรียนรู้ที่	ข้อที่	ค่าความยากง่าย	ค่าอำนาจจำแนก
1	1*	0.57	0.86
	2	0.67	0.67
2	3	0.60	0.44
	4*	0.57	0.51
3	5*	0.69	0.61
	6	0.74	0.51
4	7	0.52	0.59
	8*	0.41	0.81

หมายเหตุ: เครื่องหมาย (*) คือ ข้อสอบที่ได้รับคัดเลือกไปใช้เป็นแบบทดสอบวัดความสามารถ
ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว
จำนวน 4 ข้อ โดยผู้วิจัยคัดเลือกแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
ให้ครอบคลุมจุดประสงค์ พบว่า ข้อที่มีความยากง่ายตั้งแต่ 0.41-0.69 ซึ่งเป็นความยาก
ที่เหมาะสม ไม่ยากหรือไม่ง่ายจนเกินไป และคัดเลือกข้อที่มีค่าอำนาจจำแนก ตั้งแต่
0.51-0.86 ไปใช้กับกลุ่มตัวอย่างต่อไป ซึ่งมีค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัด
ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้น
ตัวแปรเดียว จำนวน 4 ข้อ เท่ากับ .90

ตารางที่ ค-8 ค่าดัชนีความสอดคล้องของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชา
คณิตศาสตร์ เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว

ข้อที่	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					ΣR	IOC
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5		
1	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
2	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
3	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
4	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
5	+1	+1	+1	+1	0	4	0.8
6	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
7	+1	+1	+1	0	+1	4	0.8
8	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
9	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
10	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
11	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
12	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
13	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
14	+1	+1	+1	0	+1	4	0.8
15	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
16	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
17	+1	+1	+1	0	+1	4	0.8
18	+1	+1	+1	0	+1	4	0.8
19	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
20	+1	+1	+1	+1	+1	5	1

ตารางที่ ค-8 (ต่อ)

ข้อที่	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					ΣR	IOC
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5		
21	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
22	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
23	+1	+1	+1	0	+1	4	0.8
24	+1	+1	+1	0	+1	4	0.8
25	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
26	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
27	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
28	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
29	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
30	+1	+1	+1	+1	0	4	0.8
31	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
32	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
33	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
34	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
35	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
36	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
37	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
38	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
39	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
40	+1	+1	+1	+1	+1	5	1

ตารางที่ ค-9 ค่าความยากง่าย ค่าอำนาจจำแนก และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว

จุดประสงค์การเรียนรู้ที่	ข้อที่	ค่าความยากง่าย	ค่าอำนาจจำแนก
1	1*	0.61	0.87
	2*	0.67	0.59
	3	0.79	0.28
	4	0.88	0.31
2	5*	0.76	0.49
	6	0.94	0.15
	7*	0.36	0.35
	8	0.33	0.3
	9*	0.61	0.87
	10	0.79	0.41
3	11*	0.76	0.36
	12*	0.67	0.34
	13	0.82	0.33
	14	0.45	0.24
4	15*	0.61	0.62
	16	0.79	0.28
	17	0.82	0.33
	18*	0.7	0.77
	19	0.52	0.22
	20*	0.55	0.27
5	21*	0.76	0.36
	22*	0.73	0.31
	23	0.76	0.23
	24	0.91	0.23

ตารางที่ ค-9 (ต่อ)

จุดประสงค์การเรียนรู้ที่	ข้อที่	ค่าความยากง่าย	ค่าอำนาจจำแนก
6	25*	0.73	0.57
	26	0.91	0.1
	27	0.55	0.27
	28*	0.64	0.54
	29*	0.73	0.31
	30	0.79	0.28
7	31*	0.67	0.34
	32*	0.76	0.49
	33	0.94	0.15
	34	0.36	0.22
8	35*	0.7	0.39
	36	0.82	0.46
	37	0.76	0.23
	38*	0.76	0.49
	39	0.45	0.24
	40*	0.58	0.44

หมายเหตุ: เครื่องหมาย (*) คือ ข้อสอบที่ได้รับคัดเลือกไปใช้เป็นแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว จำนวน 20 ข้อ โดยผู้วิจัยคัดเลือกแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ให้ครอบคลุมจุดประสงค์ พบว่าข้อที่มีความยากง่ายตั้งแต่ 0.36-0.76 ซึ่งเป็นความยากที่เหมาะสม ไม่ยากหรือไม่ง่ายจนเกินไป และคัดเลือกข้อที่มีค่าอำนาจจำแนก ตั้งแต่ 0.27-0.87 ไปใช้กับกลุ่มตัวอย่างต่อไป ซึ่งมีค่าความเชื่อมั่นของแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว จำนวน 20 ข้อ เท่ากับ .89

ตารางที่ ค-10 คะแนนแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง
การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ของนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง

เลขที่	คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ (คะแนนเต็ม 32 คะแนน)
1	29
2	27
3	29
4	26
5	32
6	29
7	16
8	25
9	28
10	27
11	20
12	25
13	27
14	29
15	26
16	26
17	29
18	28
19	32
20	28
21	27
22	22
23	26
24	16
25	23

ตารางที่ ก-10 (ต่อ)

เลขที่	คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ (คะแนนเต็ม 32 คะแนน)
26	27
27	24
28	22
29	27
30	23
31	27
32	23
33	29
34	16
35	26
36	27
37	23
คะแนนเฉลี่ย	25.57
ร้อยละ	79.90

ตารางที่ ค-11 คะแนนแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง การประยุกต์ของ
สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ของนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง

เลขที่	คะแนนแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ (คะแนนเต็ม 20 คะแนน)
1	17
2	15
3	17
4	14
5	19
6	17
7	10
8	14
9	17
10	15
11	12
12	13
13	15
14	18
15	14
16	15
17	19
18	17
19	20
20	17
21	16
22	12
23	15
24	8
25	15

ตารางที่ ค-11 (ต่อ)

เลขที่	คะแนนแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ (คะแนนเต็ม 20 คะแนน)
26	17
27	13
28	12
29	16
30	13
31	17
32	13
33	18
34	6
35	15
36	17
37	13
คะแนนเฉลี่ย	14.89
ร้อยละ	74.46

ภาคผนวก ง

- ภาพแสดงผลการวิเคราะห์ข้อมูลการวิจัยโดยใช้โปรแกรม

1. ผลการวิเคราะห์ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว จากการทำแบบทดสอบ โดยวิเคราะห์ด้วยสถิติ t-test for one sample ดังภาพที่ ง-1

One-Sample Statistics

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
Reasoning	37	25.57	3.905	0.642

One-Sample Test

	Test Value = 22.4					
	t	df	Sig. (1-tailed)	Mean Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
					Lower	Upper
Reasoning	4.934	36	0.000	3.168	1.865	4.468

ภาพที่ ง-1 ผลการวิเคราะห์ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว โดยวิเคราะห์ด้วยสถิติ t-test for one sample

จากภาพที่ ง-1 พบว่า ค่าสถิติ t-test = 4.934 และค่า Sig = 0.000 (1-tailed) ซึ่งน้อยกว่า 0.05 ดังนั้น สรุปได้ว่า นักเรียนที่รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) มีคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2. ผลการวิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว จากการทำแบบทดสอบ โดยวิเคราะห์ด้วยสถิติ t-test for one sample ดังภาพที่ ง-2

One-Sample Statistics				
	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
Result	37	14.89	2.970	0.488

One-Sample Test						
	Test Value = 14					
	t	df	Sig. (1-tailed)	Mean Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
					Lower	Upper
Result	1.827	36	0.038	0.892	-0.098	1.881

ภาพที่ ง-2 ผลการวิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว โดยวิเคราะห์ด้วยสถิติ t-test for one sample

จากภาพที่ ง-2 พบว่า ค่าสถิติ t-test = 1.827 และค่า Sig = 0.038 (1-tailed) ซึ่งน้อยกว่า 0.05 ดังนั้นสรุปได้ว่า นักเรียนที่รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) มีคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05