ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เรียนโดยรูปแบบสืบเสาะหาความรู้ 5Es ร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหาของโพลยา

ศศิธร โมลา

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรการศึกษามหาบัณฑิต
สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน
คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา
พฤศจิกายน 2560
ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยบูรพา

คณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์และคณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ได้พิจารณาวิทยานิพนธ์ของ ศศิธร โมลา ฉบับนี้แล้ว เห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน ของมหาวิทยาลัยบูรพาได้

คณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์

.....อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก

(ดร.คมสัน ตรีไพบูลย์)

.....อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วิมลรัตน์ จตุรานนท์)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

.....ประธาน

(รองศาสตราจารย์ ดร. สุนทร บำเรอราช)

.....กรรมการ

(ดร.คมสัน ตรีไพบูลย์)

.....กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วิมลรัตน์ จตุรานนท์)

.....กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุรีพร อนุศาสนนันท์)

คณะศึกษาศาสตร์อนุมัติให้รับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน ของมหาวิทยาลัยบูรพา

.....คณบดีคณะศึกษาศาสตร์

(รองศาสตราจารย์ ดร.วิชิต สุรัตน์เรืองชัย)

วันที่ 29 เดือน กันยายน พ.ศ. 2560

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยฉบับนี้ สำเร็จลงได้ด้วยความกรุณาจาก ดร.คมสัน ตรีไพบูลย์ อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วิมลรัตน์ จตุรานนท์ อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม ที่กรุณาให้คำปรึกษาแนะนำแนวทางที่ถูกต้อง ตลอดจนแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ ด้วยความละเอียดถี่ถ้วนและเอาใจใส่ด้วยดีเสมอมา ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งเป็นอย่างยิ่ง จึงขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้

ขอกราบขอบพระคุณคณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ รองศาสตราจารย์ ดร.สุนทร บำเรอราช ประธานกรรมการ และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุรีพร อนุศาสนนันท์ กรรมการ ที่กรุณาแนะนำชี้แนะเพื่อให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขอกราบขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ นาวาตรี ดร.พงศ์เทพ จิระโร ดร.พาวา พงษ์พันธุ์ อาจารย์ราชัย นาเจริญ คุณครูพิชญามณฑน์ วัฒนธัชพงศ์ คุณครูสมจิตต์ มาฆะสิทธิ์ ที่กรุณาอุทิศเวลาในการเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยในครั้งนี้โดยให้คำแนะนำและแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ เป็นอย่างดี

ขอขอบพระคุณผู้อำนวยการโรงเรียนวังจันทร์วิทยา ตลอดจนคณะครูที่ให้ความอนุเคราะห์และอำนวยความสะดวกในการเก็บรวบรวมข้อมูลในการทำวิจัยและขอขอบคุณนักเรียนกลุ่มตัวอย่างที่ให้ความร่วมมือในการหาคุณภาพเครื่องมือ และดำเนินการทดลอง จนทำให้การวิจัยครั้งนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี

ขอกราบขอบพระคุณคุณแม่ทองทรัพย์ และคุณพ่อสมพงษ์ โมลา และสมาชิกในครอบครัวทุกท่าน ขอบคุณพี่ ๆ เพื่อน ๆ น้อง ๆ นิสิตปริญญาโท สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน ที่คอยให้การช่วยเหลือมาตลอดจนทำให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้เสร็จสมบูรณ์

คุณค่าและประโยชน์จากงานวิจัยฉบับนี้ ผู้วิจัยขอมอบเป็นกตัญญูกตเวทิตาแด่บุพการีบูรพาจารย์ และผู้มีพระคุณทุกท่านทั้งในอดีตและปัจจุบัน ที่ทำให้ข้าพเจ้าเป็นผู้มีการศึกษาและประสบความสำเร็จจนตราบเท่าทุกวันนี้

ศศิธร โมลา

57920162: สาขาวิชา: หลักสูตรและการสอน; กศ.ม. (หลักสูตรและการสอน)
คำสำคัญ: ความสามารถในการแก้ปัญหา/ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน/ การสืบเสาะหาความรู้ 5Es

ศศิธร โมลา: ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เรียนโดยรูปแบบสืบเสาะหาความรู้ 5Es ร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหาของโพลยา (MATHEMATICAL PROMBLEM SOLVING ABILITY ACHIEVEMENT AND ATTITUDE TOWARD MATHEMATICS OF MATHAYOMSUKSA I STUDENTS LEARNING BY INQUIRY CYCLE (5ES) AND POLYA'S PROBLEM SOLVING PROCESS) คณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์: คมสัน ตรีไพบูลย์, กศ.ด., วิมลรัตน์ จตุรานนท์, ค.ด. 213 หน้า. ปี พ.ศ. 2560.

การวิจัยครั้งนี้ มีวัตถุประสงค์ 1) เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยรูปแบบสืบเสาะหาความรู้ 5Es ร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหาของโพลยา กับ เกณฑ์ 2) เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เรียนโดยรูปแบบสืบเสาะหาความรู้ 5Es ร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหาของโพลยา กับเกณฑ์ 3) เพื่อศึกษาเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เรียนโดยรูปแบบสืบเสาะหาความรู้ 5Es ร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหาของโพลยา 4) เพื่อศึกษาความคงทนในการเรียนคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เรียนโดยรูปแบบสืบเสาะหาความรู้ 5Es ร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหาของโพลยา กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนวังจันทร์วิทยา ปีการศึกษา 2559 ภาคเรียนที่ 2 จำนวน 1 ห้องเรียน จำนวน 43 คน สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล คำนวณหาค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ย ($\overline{X}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (*SD*) และการทดสอบค่า *t*

ผลการวิจัยพบว่า 1) ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เรียนโดยรูปแบบสืบเสาะหาความรู้ 5Es ร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหาของโพลยา สูงกว่า เกณฑ์ ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 2) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เรียนโดยรูปแบบสืบเสาะหาความรู้ 5Es ร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหาของโพลยา สูงกว่า เกณฑ์ ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 3) นักเรียนมีเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์รายด้านโดยรวมอยู่ในระดับมาก 4) นักเรียนมีความคงทนในการเรียนคณิตศาสตร์ผลการทดสอบไม่แตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

57920162: MAJOR: CURRICULUM AND INSTRUCTION; M.Ed. (CURRICULUM AND INSTRUCTION)
KEYWORDS: MATHEMATICAL PROMBLEM SOLVING ABILITY ACHIEVEMENT ACHIEVEMENT/ INQUIRY CYCLE (5ES)

SASITHORN MOLA: MATHEMATICAL PROMBLEM SOLVING ABILITY ACHIEVEMENT AND ATTITUDE TOWARD MATHEMATICS OF MATHAYOMSUKSA I STUDENTS LEARNING BY INQUIRY CYCLE (5ES) AND POLYA'S PROBLEM SOLVING PROCESS. ADVISORY COMMITTEE: KOMSON TREEPIBOON, Ed.D. WIMONRAT CHATURANON, Ph.D 213 P. 2017.

The purposes of this research were: to compare the mathematical problem solving ability of Mathayomsuksa I students learning by the Inquiry Cycle (5Es) and Polya's problem solving process with the set criterion, to compare the learning achievement in mathematics of Mathayomsuksa I students learning by the Inquiry Cycle (5Es) and Polya's problem solving process**,** to study Mathayomsuksa I students' attitude towards mathematics after learning with the Inquiry Cycle (5Es) and Polya's problem solving process, and to study Mathayomsuksa I students' learning retention after learning with the Inquiry Cycle (5Es) and Polya's problem solving process.

The sample group consisted of 43 Mathayomsuksa I students at Wangchanwittaya School, studying in the second semester of academic year 2016. The collected data were analyzed by percentage, means ($\overline{X}$), standard deviation (*SD*), and *t*-test.

The findings were as follows: 1) The mathematical problem solving ability of the students learning by the Inquiry Cycle (5Es) and Polya's problem solving process was higher than the set criterion of 70 percent at the significance level of .01. 2) The achievement in mathematics of the students of all participants learning by the Inquiry Cycle (5Es) and Polya's problem solving process was higher than the set criterion at the .05 level of significance. 3) The attitude towards mathematics in all aspects were at high level 4) There was no significant difference in learning retention at .05 level of significance

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย…… ง

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ……... จ

สารบัญ…… ฉ

สารบัญตาราง……..... ซ

สารบัญภาพ..……..…… ญ

บทที่

1 บทนำ…… 1

ที่มาและความสำคัญของปัญหา……..…… 1

วัตถุประสงค์ของการวิจัย……..……... 6

สมมติฐานงานวิจัย……..…… 6

กรอบแนวคิดในการวิจัย……..…… 7

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการวิจัย…….. 7

ขอบเขตของการวิจัย……..…….. 8

นิยามศัพท์เฉพาะ……..……... 9

2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง…… 12

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้ คณิตศาสตร์…… 13

แนวคิดการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ ……. 18

แนวทางการจัดการเรียนการสอนโดยใช้รูปแบบสืบเสาะหาความรู้ 5Es……. 23

การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์…….. 41

การวัดและประเมินผลการเรียนรู้คณิตศาสตร์……. 53

แนวคิดและทฤษฎีเกี่ยวกับเจตคติต่อคณิตศาสตร์…… 71

ความคงทนในการเรียนรู้…… 76

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง……... 81

3 วิธีดำเนินการวิจัย……..... 88

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง……..... 88

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย……..... 88

สารบัญ (ต่อ)

บทที่		หน้า
	การสร้างและการหาคุณภาพเครื่องมือ	89
	การรวบรวมข้อมูล	101
	การวิเคราะห์ข้อมูล	102
	สถิติที่ใช้ในการวิจัย	103
4	ผลการวิจัย	106
	การเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เรียนโดยรูปแบบสืบเสาะหาความรู้ 5Es ร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหาของโพลยากับเกณฑ์	107
	การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เรียนโดยรูปแบบสืบเสาะหาความรู้ 5Es ร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหาของโพลยากับเกณฑ์	107
	ผลการวิเคราะห์เจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เรียนโดยรูปแบบสืบเสาะหาความรู้ 5Es ร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหาของโพลยา	108
	ผลการวิเคราะห์ความคงทนในการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เรียนโดยรูปแบบสืบเสาะหาความรู้ 5Es ร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหาของโพลยา	111
5	อภิปรายผล และสรุปผล	112
	สรุปผลการวิจัย	112
	การอภิปรายผล	113
	ข้อเสนอแนะ	118
บรรณานุกรม		120
ภาคผนวก		128
	ภาคผนวก ก	129
	ภาคผนวก ข	134
	ภาคผนวก ค	185
	ภาคผนวก ง	202
ประวัติย่อของผู้วิจัย		213

สารบัญตาราง

ตารางที่ หน้า

2-1 มาตรฐาน ค 4.1 เข้าใจและวิเคราะห์แบบรูป (Pattern) ความสัมพันธ์และฟังก์ชัน…. 15

2-2 มาตรฐาน ค 4.2 ใช้นิพจน์ สมการ อสมการ กราฟ และตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ (Mathematical model) อื่น ๆ แทนสถานการณ์ต่าง ๆ ตลอดจนแปลความหมายและนำไปใช้แก้ปัญหา…….. 15

2-3 มาตรฐาน ค 6.1 มีความสามารถในการแก้ปัญหา การให้เหตุผล การสื่อสาร การสื่อความหมาย ทางคณิตศาสตร์ และการนำเสนอ การเชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์และเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ และริเริ่มมีความคิดสร้างสรรค์……..... 16

2-4 มาตรฐานและตัวชี้วัดของเนื้อหาที่นำไปใช้ในการวิจัย เรื่อง สมการชิงเส้นตัวแปรเดียว…… 17

2-5 ขั้นตอนของรูปแบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5Es) …..……..... 28

2-6 บรรยากาศในการเรียนการสอนแบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้…..……... 34

2-7 สรุปขั้นตอนการเรียนโดยรูปแบบการสืบเสาะหาความรู้ 5Es...……. 34

2-8 เกณฑ์การให้คะแนนแบบองค์รวม…...…….. 66

2-9 เกณฑ์การให้คะแนนกระบวนการทางคณิตศาสตร์...……. 67

2-10 เกณฑ์การประเมินผลแบบเกณฑ์รวมของการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ …...……... 67

2-11 เกณฑ์การให้คะแนนแบบทดสอบที่เน้นกระบวนการแก้ปัญหา ทางคณิตศาสตร์แบบอัตนัย……...……..……. 68

2-12 เกณฑ์การให้คะแนนแบบทดสอบที่เน้นกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี…….……. 70

3-1 กำหนดโครงสร้างของแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่เรียนโดยรูปแบบสืบเสาะหาความรู้ 5Es ร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหาของโพลยา…….. 89

3-2 ตารางวิเคราะห์แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน……. 94

3-3 โครงสร้างของแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์…….. 97

3-4 เกณฑ์การประเมินผลแบบย่อยของการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี……. 98

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่ หน้า

3-5 กำหนดโครงสร้างของแบบวัดเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์..... 100

4-1 การเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เรียนโดยรูปแบบสืบเสาะหาความรู้ 5Es ร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหาของโพลยากับเกณฑ์..... 106

4-2 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เรียนโดยรูปแบบสืบเสาะหาความรู้ 5Es ร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหาของโพลยา (พิจารณารายด้าน)..... 107

4-3 การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เรียนโดยรูปแบบสืบเสาะหาความรู้ 5Es ร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหาของโพลยากับเกณฑ์..... 107

4-4 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของนักเรียนที่มีต่อวิชาคณิตศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนวังจันทร์วิทยา ด้านความรู้..... 108

4-5 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของนักเรียนที่มีต่อวิชาคณิตศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนวังจันทร์วิทยา ด้านความรู้สึก 109

4-6 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของนักเรียนที่มีต่อวิชาคณิตศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนวังจันทร์วิทยา ด้านการกระทำหรือพฤติกรรม..... 109

4-7 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของนักเรียนที่มีต่อวิชาคณิตศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนวังจันทร์วิทยา โดยรวม..... 110

4-8 ผลการวิเคราะห์ความคงทนในการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เรียนโดยรูปแบบสืบเสาะหาความรู้ 5Es ร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหาของโพลยา..... 111

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	กรอบแนวคิดในการวิจัย…….	7
2	ขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ (5Es: Inquiry Cycle) ……	28
3	รูปแบบสืบเสาะหาความรู้ 5Es ร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหาของโพลยาของผู้วิจัย….	53
4	ความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบเจตคติ…….	73
5	กระบวนการควบคุมและจัดกระทำกับข้อมูล…….	78
6	ความจำ Gray……..	80

บทที่ 1
บทนำ

ที่มาและความสำคัญของปัญหา

เป้าหมายของการจัดการศึกษา คือ เป้าหมายของชีวิต เศรษฐกิจ และสันติภาพพร้อมกัน เพราะการศึกษาเป็นกระบวนการทางสังคมจัดขึ้น เพื่อให้มนุษย์ได้เรียนรู้ที่อยู่ร่วมกันอย่างมีความสุข ความก้าวหน้าทางเศรษฐกิจนั่นมีเป้าหมายที่สำคัญที่จะจัดสภาพแวดล้อมหรือโครงสร้างทางสังคมที่ทำให้มนุษย์ได้อยู่อย่างสะดวกสบาย สุดท้ายสันติภาพ คือ สภาวะที่มนุษย์อยู่ร่วมกันอย่างมีความสุขความสงบ ซึ่งสามสิ่งนี้จะสัมพันธ์กัน และเป็นกระบวนการที่ส่งเสริมและพัฒนาทุกส่วนของสังคม โดยมีการศึกษาเป็นแกนกลางการพัฒนา จุดสำคัญของการศึกษาที่สำคัญที่สุด นั่นคือ มนุษย์ที่เป็นเป้าหมายในการจัดการศึกษา และในฐานะที่เป็นกระบวนการเรียนรู้นั้นเด็กทุกคนควรได้รู้จักตนเอง และเข้าใจตนเองว่าต้องการสิ่งใด ความสามารถแค่ไหนและความสุขของตัวเองคืออะไร ซึ่งการจัดการศึกษาต้องเป็นลักษณะการฝึกให้เด็กรู้จักคิด มองตัวเองอย่างวิเคราะห์ มิใช่การศึกษาแบบบอกเนื้อหา เด็กได้สัมผัสกับสังคมรอบข้างจนเกิดความเข้าใจตัวเองจนเกิดการเรียนรู้ที่มีความหมาย (ไพฑูรย์ สินลารัตน์, 2553)

การจัดการศึกษาเพื่อให้ผู้เรียนมีความรู้ความสามารถทางคณิตศาสตร์ เป็นจุดมุ่งหมายที่สำคัญ เนื่องจากคณิตศาสตร์เป็นวิชาที่มีความสำคัญสำหรับการพัฒนาคน เป็นวิชาที่ว่าด้วยเหตุผล กระบวนการคิด และการแก้ปัญหา สามารถคาดการณ์ วางแผน ตัดสินใจและแก้ปัญหาได้อย่างเหมาะสม ซึ่งเป็นประโยชน์ต่อการดำรงชีวิตประจำวันอย่างยิ่ง เพื่อนำไปสู่การพัฒนาในด้านต่าง ๆ ทั้งทางเทคโนโลยีสารสนเทศ ซึ่งล้วนต้องอาศัยความรู้ทางคณิตศาสตร์เป็นพื้นฐานความคิดพื้นฐานในการสร้างองค์ความรู้ และการทำงาน รวมทั้งสามารถนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหาได้ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2550) ในหลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ได้กำหนดให้ทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เป็นทักษะหนึ่งในกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์

คณิตศาสตร์ในอดีตตามบันทึกของคันทอร์ (Moritz Cantor) บันทึกไว้ พบว่าวิชาคณิตศาสตร์ในระยะแรก ๆ นั้นเกิดขึ้นและพัฒนามาจากความจำเป็นในด้านการนำไปใช้ประโยชน์ในการดำเนินชีวิตของมนุษย์อย่างแท้จริง เช่น ความจำเป็นในการใช้ความคิดทางคณิตศาสตร์ เพื่อขุดร่องน้ำ ทำฝาย สร้างทำนบ สำหรับกักเก็บน้ำไว้ใช้ในฤดูแล้งและป้องกันน้ำท่วมในฤดูที่มีน้ำมาก การแบ่งที่ดินในการเพราะปลูก และการสร้างมาตรการชั่ง ตวง วัด เพื่อสำหรับการเก็บเกี่ยวพืชพันธุ์

ธัญญาหาร (ทรงวิทย์ สุวรรณธาดา, 2558, หน้า 49) โดยจะมุ่งเน้นเพียงการใช้จำนวนและการคิด ในชีวิตประจำวันเท่านั้น แต่ในปัจจุบันความต้องการในการเรียนคณิตศาสตร์เปลี่ยนแปลงไป เนื่องจากความเจริญก้าวหน้าทางเทคโนโลยี การเติบโตทางเศรษฐกิจ การพัฒนาการทางด้านการแพทย์ และอื่น ๆ คณิตศาสตร์ในปัจจุบันจึงมีความหมายและขอบเขตของเนื้อหามากกว่าเรื่องของการคำนวณ โดยมีการมุ่งเน้นการเชื่อมโยงความรู้ในเนื้อหานำมาใช้ในการคิดเพื่อแก้ปัญหาอย่างมีประสิทธิภาพ และมีความสมเหตุสมผล มีกระบวนการทำงานที่เป็นระบบ มีระเบียบแบบแผน และมีขั้นตอนการคิดหรือวิธีในการทำงานที่ถูกต้องตามหลักวิชา ซึ่งความสำเร็จในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์นั้นจำเป็นต้องขึ้นอยู่กับความสามารถในการนำความรู้ไปประยุกต์ในการแก้ปัญหาได้อย่างแท้จริง

ภาพรวมผลจากการจัดการศึกษาวิชาคณิตศาสตร์ในจังหวัดระยองยังมีปัญหาอยู่มากจากการศึกษารายงานผลการทดสอบทางการศึกษาระดับชาติขั้นพื้นฐาน (O-NET) ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 พบว่า ค่าเฉลี่ยคะแนนรายวิชาคณิตศาสตร์ในระดับประเทศ ปีการศึกษา 2555- 2557 มีค่าเฉลี่ยคะแนน ดังนี้ 35.77, 41.95 และ 44.48 ซึ่งมีแนวโน้มที่เพิ่มขึ้นต่อเนื่องแต่ค่าเฉลี่ยคะแนนยังไม่ถึง 50 เมื่อพิจาณาโดยละเอียดโดยแยกตามมาตรฐานการเรียนรู้ในปีการศึกษา 2557 พบว่า มีมาตรฐาน 11 มาตรฐานที่ทำการทดสอบ แต่มีเพียง 2 มาตรฐานเท่านั้นที่มีค่าคะแนนเฉลี่ยมากกว่าค่าคะแนนเฉลี่ยรวมระดับประเทศ ซึ่งสะท้อนถึงผลการจัดการศึกษาที่ยังไม่สามารถดึงศักยภาพของผู้เรียนออกมาได้อย่างเต็มตามศักยภาพเท่าที่ควร (สถาบันทดสอบการศึกษา, 2558) เมื่อศึกษาถึงผลการทดสอบทางการศึกษาระดับชาติขั้นพื้นฐาน (O-NET) ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ปีการศึกษา 2557 จำนวนทั้งหมด 50 โรงเรียน สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 18 พบว่า คะแนนเฉลี่ยรายวิชาคณิตศาสตร์ เท่ากับ 31.66 ผลคะแนนสูงกว่าคะแนนเฉลี่ยระดับประเทศ แต่หากแยกพิจารณาเป็นระดับโรงเรียน พบว่า มีเพียงโรงเรียนขนาดใหญ่พิเศษเท่านั้นที่มีค่าคะแนนเฉลี่ยสูงกว่าคะแนนเฉลี่ยระดับประเทศ เมื่อแบ่งตามมาตรฐานการเรียนรู้ค่าเฉลี่ยคะแนนที่ได้มีคะแนนสูงกว่าคะแนนเฉลี่ยระดับประเทศเล็กน้อย ยังคงต้องเร่งพัฒนาปรับปรุงกันต่อไป (สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 18, 2557, หน้า 122-124) โดยเฉพาะสาระการเรียนรู้ทักษะ/ กระบวนการทางคณิตศาสตร์ ส่วนสาระการเรียนรู้จำนวนและดำเนินการนั้น นักเรียนทำคะแนนได้ดีแต่ควรต้องส่งเสริมและพัฒนาให้มีความสามารถในการคิดวิเคราะห์ ทักษะการแก้ปัญหา เพื่อให้นักเรียนได้ฝึกคิด ฝึกปฏิบัติ รวมถึงรูปแบบของข้อสอบที่ต้องเพิ่มการเขียนอธิบาย เพื่อการฝึกเรียบเรียงข้อความนำเสนอและสื่อสาร เพื่อให้เกิดทักษะที่จำเป็นในการดำเนินชีวิตในชีวิตประจำวัน เพราะการเรียนรู้เพียงความรู้ ความจำ อาจไม่เพียงพอต่อการนำไปใช้จริง เนื่องด้วยชีวิตจริงอาจไม่มีรูปแบบการแก้ปัญหาที่ตายตัว แน่นอน อาจจะต้องมีกระบวนการคิดที่ซับซ้อนมากยิ่งขึ้น ดังนั้น นักเรียนจึงต้องมีการฝึกทักษะแก้ปัญหา การคิด ทบทวน แยกแยะข้อเท็จจริง เพื่อนำไปสู่กระบวนการกลั่นกรองทาง

ความคิด จนเกิดองค์ความรู้ ต่อยอดไปยังวิชาแขนงต่าง ๆ โดยมีคณิตศาสตร์เป็นพื้นฐาน และนักเรียนจะได้เรียนรู้อย่างมีความสุข เมื่อมีโอกาสได้พบเจอโจทย์ปัญหาที่ยาก และท้าทายมากยิ่งขึ้น

ผลจากการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ของโรงเรียนวังจันทร์วิทยา จังหวัดระยอง ในปัจจุบันได้สะท้อนให้เห็นปัญหาในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนในด้านต่าง ๆ ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนค่อนข้างต่ำ จากผลการทดสอบทางการศึกษาระดับชาติขั้นพื้นฐาน (O-NET) ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนวังจันทร์วิทยา อำเภอวังจันทร์ จังหวัดระยอง ปีการศึกษา 2557 ได้ผลคะแนนเฉลี่ยรายวิชาคณิตศาสตร์ในระดับโรงเรียนเท่ากับ 28.55 ซึ่งผลคะแนนต่ำกว่าระดับประเทศ (คะแนนเฉลี่ยระดับประเทศเท่ากับ 29.65) ผลคะแนนเฉลี่ยจัดอยู่ในกลุ่มพอใช้ (คะแนนต่ำกว่าระดับประเทศ แต่ไม่อยู่ในกลุ่ม 10 อันดับสุดท้าย) อยู่ในลำดับที่ 22 จากจำนวน 50 โรงเรียนสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 18 (สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 18, 2557, หน้า 132-134) แม้ว่าผลคะแนนเฉลี่ยดังกล่าวเพิ่มจากปีที่แล้ว 3.88 ก็ตาม (โรงเรียนวังจันทร์วิทยา, 2557, หน้า 2) แต่ก็ยังต่ำกว่าคะแนนเฉลี่ยระดับประเทศ เมื่อพิจารณาด้านทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ พบว่า นักเรียนขาดทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ โดยเฉพาะการแก้ปัญหา โดยผู้เรียนยังไม่สามารถวิเคราะห์ปัญหา ไม่สามารถแก้โจทย์ปัญหาได้ จึงส่งผลให้ผู้เรียนไม่สามารถแก้ปัญหาได้ ประกอบกับข้อมูลได้จากการตรวจแบบฝึกหัด ส่วนการวัดผลในระดับชั้นเรียน พบว่า คะแนนจากการทำแบบทดสอบวัดผลช่วงระหว่างเรียน กลางภาคเรียน หรือปลายภาคเรียน ข้อสอบในส่วนของอัตนัยของหัวข้อการแก้โจทย์ปัญหา นักเรียนจะทำคะแนนได้น้อยและนักเรียนส่วนใหญ่ไม่ได้ทำเลย ส่วนด้านการจัดการเรียนการสอนของผู้สอนนั้น กระบวนการจัดการเรียนการสอนผู้สอนควรมุ่งพัฒนาการเรียนการสอนเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ มากกว่าสอนที่เน้นเพียงสาระเนื้อหา เพราะการจัดการเรียนรู้แบบท่องจำจะเกิดการเรียนรู้ที่ไม่คงทนต่างกับการเรียนรู้ที่เกิดจากความรู้ความเข้าใจ ซึ่งสอดคล้องกับแอทคลินสันและซิฟฟริน ได้กล่าวไว้ว่า การที่นักเรียนขาดการสร้างความสัมพันธ์ระหว่างความรู้ที่มีอยู่กับความรู้ใหม่ที่จะเรียน ทำให้นักเรียนขาดความคงทนในการเรียนรู้ เพราะถ้าผู้เรียนมีความเข้าใจในเนื้อหาที่เรียนแต่ไม่สามารถจำกฎ บทนิยาม ทฤษฎีบท เพื่อนำไปประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหาแล้วย่อมส่งผลต่อประสิทธิภาพในการหาผลลัพธ์ได้ จากการสอบถามครูผู้สอน พบว่า อุปสรรคในการจัดการเรียนการสอน คือ เนื้อหา และระยะเวลาในการสอนที่ค่อนข้างจำกัด จึงส่งผลให้การจัดการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญนั้นขาดการถ่ายทอดลงสู่ผู้เรียนอย่างแท้จริง ส่วนผู้เรียนนั้นจึงขาดแนวทางการคิดที่หลากหลายขาดแรงจูงใจในการเรียนรู้ เนื่องจากไม่ได้ศึกษาค้นคว้าหาความรู้ด้วยตนเอง ขาดความรู้สึกที่ต้องการใฝ่รู้ด้วยตนเองอย่างแท้จริง แต่รอเพียงการถ่ายทอดจากครูผู้สอนเท่านั้น ส่งผลต่อผู้เรียนอย่างชัดเจน เริ่มจากขาดความมั่นใจตนเอง ส่งผล

ให้ขาดทักษะในการแก้ปัญหาทั้งภายในห้องเรียนและนอกห้องเรียน ตลอดจนขาดทักษะพื้นฐานที่สามารถนำไปใช้ในการดำเนินชีวิต และเกิดเจตคติเชิงลบต่อวิชาคณิตศาสตร์ จนเกิดความเบื่อหน่ายในวิชาคณิตศาสตร์

การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ถือเป็นกระบวนการที่ใช้ในการหาคำตอบทางคณิตศาสตร์ โดยผู้หาคำตอบจะต้องอาศัยความรู้ทางคณิตศาสตร์เพื่อนำไปประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์อย่างมีเหตุ มีผล เป็นขั้นตอน และสามารถตรวจสอบได้ ซึ่งในกระบวนการหาคำตอบจะกล่าวถึงแนวทางการพัฒนาทักษะและกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของ Schoeder and Lester (1989, pp. 31-33 อ้างถึงใน เวชฤทธิ์ อังกนะภัทรขจร, 2555, หน้า 112) มี 3 แนวทาง ดังนี้ 1) การสอนเกี่ยวกับการแก้ปัญหา (Teaching about problem solving) เป็นการสอนเกี่ยวกับกระบวนการแก้ปัญหาทั่วไป โดยปกติมักใช้กระบวนการแก้ปัญหาของโพลยา หรือกระบวนการแก้ปัญหาที่เป็นพลวัตของวิลสัน เฟอร์นันเดซ และฮาดาเวย์ 2) การสอนการแก้ปัญหา (Teaching for problem solving) เป็นการสอนที่เน้นให้ผู้เรียนนำมโนทัศน์หรือทักษะที่เรียนรู้ไปประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหาหรือสถานการณ์ที่กำหนด 3) การสอนโดยใช้การแก้ปัญหา (Teaching via problem solving) เป็นการสอนที่เน้นการประยุกต์ใช้ การสอนลักษณะนี้จะใช้ปัญหาเป็นสื่อในการเรียนรู้แนวคิดใหม่ กล่าวคือใช้ปัญหาในการศึกษาเนื้อหาคณิตศาสตร์ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ศึกษาวิธีการแก้ปัญหาของโพลยา 4 ขั้นตอน ได้แก่ 1) ทำความเข้าใจปัญหา ผู้เรียนจะต้องวิเคราะห์เพื่อทำความเข้าใจปัญหาในประเด็นต่าง ๆ 2) วางแผนการแก้ปัญหา เป็นการคิดวางแผนเพื่อนำไปใช้ในการแก้ปัญหา หาวิธีการต่าง ๆ นำไปสู่การหาคำตอบ โดยใช้ข้อมูลที่ได้จากการวิเคราะห์ประเด็นปัญหา 3) ดำเนินการแก้ปัญหาเป็นการดำเนินการตามแผนที่วางไว้ รวมถึงการตรวจสอบความถูกต้องหรือความสมเหตุสมผลของการแก้ปัญหา 4) ตรวจสอบการแก้ปัญหา เป็นการประเมินการแก้ปัญหาในภาพรวม ทั้งด้านกลวิธีและวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหา การตัดสินใจ และการนำไปประยุกต์ใช้รวมถึงการขยายผลการแก้ปัญหาไปสู่การแก้ปัญหาอื่น ๆ

การศึกษาตำราและงานวิจัยเกี่ยวกับกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ 5Es นั้นพบว่า เป็นกิจกรรมการเรียนการสอนรูปแบบหนึ่งของการสอบแบบสืบสวนสอบสอบสวน (Inquiry method) หรือการสืบเสาะหาความรู้หรือวัฏจักรสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry cycle) ซึ่งเป็นรูปแบบการจัดการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญโดยผู้เรียนมีบทบาท และมีส่วนร่วมในการจัดการเรียนการสอนที่สอดคล้องกับแนวคิดของทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ ที่เชื่อว่าการเรียนรู้นั้นเกิดขึ้นในตัวผู้เรียนเอง ได้ยึดตามแนวทางของนักการศึกษากลุ่ม BSCS (Biological science Curriculum Study) และของสสวท. (2554, หน้า 18-19) ซึ่งขั้นตอนการสอนโดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ 5Es ประกอบด้วยขั้นตอนที่สำคัญ 5 ขั้นตอน ได้แก่ 1) ขั้นสร้าง

ความสนใจ (Engagement phase) 2) ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration phase) 3) ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation phase) 4) ขั้นขยายความรู้ (Elaboration phase) และ 5) ขั้นประเมินผล (Evaluation phase) ซึ่งผู้วิจัยได้ศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5Es เพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ พบว่า นักเรียนร้อยละ 86.67 มีคะแนนจากการทำแบบทดสอบวัดทักษะการพื้นฐานทางคณิตศาสตร์ผ่านเกณฑ์ที่กำหนด และนักเรียนร้อยละ 76.67 มีคะแนนจากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ผ่านเกณฑ์ที่กำหนด (วนาวัน เมืองมงคล, 2552) และนักเรียนทำแบบทดสอบขั้นทำความเข้าใจหรือวิเคราะห์ปัญหาได้มากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 94.0 รองลงมาคือขั้นการวางแผนการแก้ปัญหา คิดเป็นคะแนนร้อยละ 90.0 และขั้นที่ได้คะแนนน้อยสุด คือ ขั้นการตรวจสอบ คิดเป็นคะแนนร้อยละ 38.0 โดยภาพรวมนักเรียนมีกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ คิดเป็นร้อยละ 69.5 และนักเรียนจำนวนร้อยละ 82.76 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมดมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ตั้งแต่ร้อยละ 70 ขึ้นไป (มาลัย พิมพาเลีย, 2553) และการศึกษาผลของการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาตร์ โดยใช้รูปแบบการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ที่เน้นกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ทฤษฎีบทพิทาโกรัส ระดับชั้นมัธยมศึกษปีที่ 2 พบว่า กิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ที่เน้นกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ทฤษฎีบทพิทาโกรัส ระดับมัธยมศึกษปีที่ 2 มีประสิทธิภาพเท่ากับ 77.47/ 77.62 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ 75/ 75 ความสามารถในการแก้ปัญหาผ่านเกณฑ์ร้อยละ 77.62 และนักเรียนมีความพึงพอใจในการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ที่เน้นกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ทฤษฎีบทพัทาโกรัส โดยรวม อยู่ในระดับมากที่สุด (วรรณภา ต่อติด, 2556)

จากการศึกษาข้อมูลดังกล่าว ผู้วิจัยจึงมีความสนใจในพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ซึ่งเป็นสิ่งจำเป็นในการเรียนรู้ เพิ่มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนความคงทนในการเรียนรู้ และเจตคติที่ดีต่อการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ รวมถึงความรู้ที่ได้รับจากการสอนในชั้นเรียน จะคงทนอยู่ในความทรงจำได้อย่างยาวนาน ถ้าผู้สอนมีกลวิธีในการสอนที่กระตุ้นย้ำให้ผู้เรียนต้องทบทวนความรู้อยู่ตลอดเวลา (Semb & Ellis, 1994, p. 279 อ้างถึงใน นุชลี อุปภัย, 2555, หน้า 157) เช่น การถามย้ำ การทดสอบผู้เรียน การป้อนข้อมูลย้อนกลับเพื่อให้ผู้เรียนปรับปรุงงาน การกำหนดมาตรฐานการเรียนรู้ ซึ่งล้วนแต่ช่วยให้ผู้เรียนจดจำสิ่งที่เรียนได้อย่างแม่นยำและคงทน โดยนักเรียนควรได้รับการส่งเสริมและพัฒนาตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ในเรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว นักเรียนจะได้ศึกษาในเรื่อง ความสัมพันธ์และแบบรูป การใช้สัญลักษณ์ การแทนค่าตัวแปร การแก้สมการ รวมถึงการแก้โจทย์ปัญหาตามสถานการณ์ต่าง เพราะเป็นเนื้อหาที่เหมาะสมและสอดคล้องกับ

กระบวนการเรียนรู้ และเพื่อใช้เป็นพื้นฐานในการเรียนระดับสูง ได้แก่ การประยุกต์สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว สมการเชิงเส้นสองตัวแปร อสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวระบบสมการเชิงเส้น ดังนั้นหน่วยการเรียนรู้นี้จึงมีเนื้อหาเหมาะสม เพื่อพัฒนาความสามารถในแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความคงทนในการเรียนรู้ และเจตคติต่อการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนโดยใช้รูปแบบสืบเสาะหาความรู้ (5Es) ร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหาของโพลยา

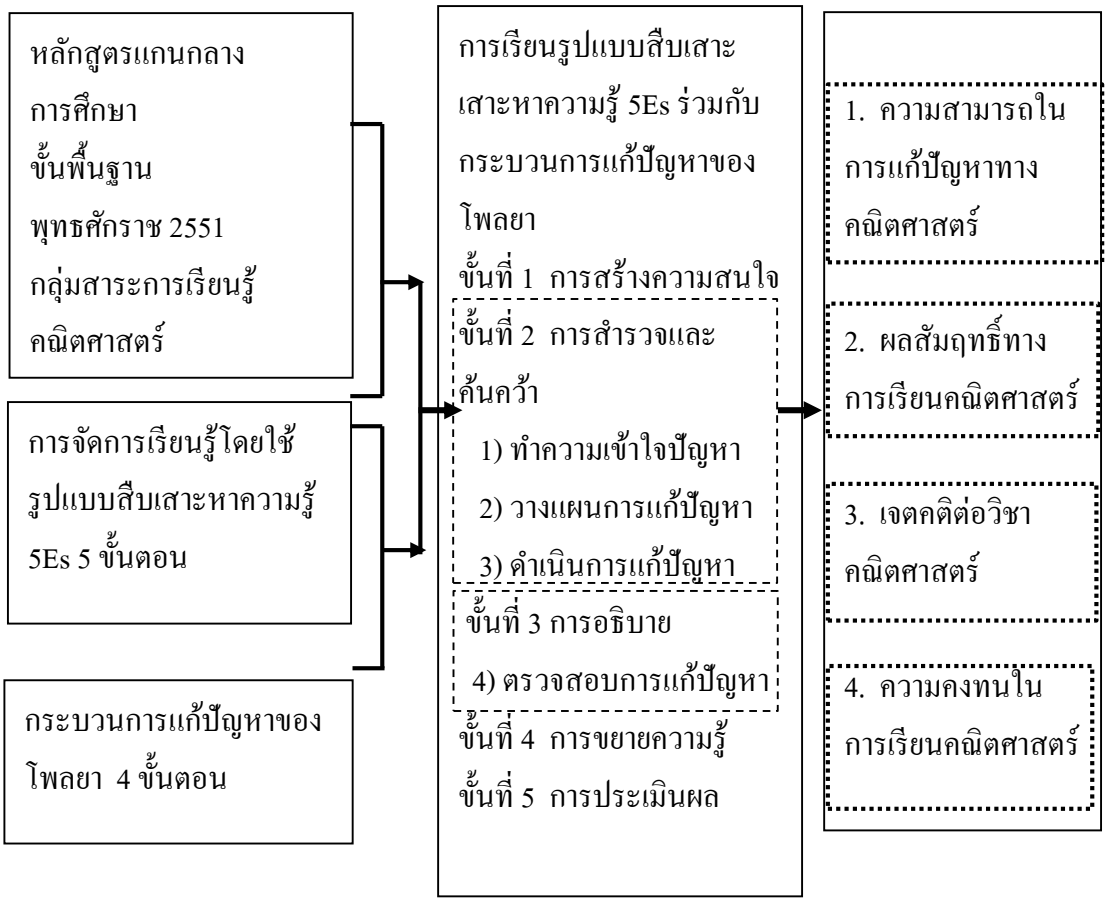
วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เรียนโดยรูปแบบสืบเสาะหาความรู้ 5Es ร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหาของโพลยา กับ เกณฑ์
2. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เรียนโดยรูปแบบสืบเสาะหาความรู้ 5Es ร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหาของโพลยา กับ เกณฑ์
3. เพื่อศึกษาเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เรียนโดยรูปแบบสืบเสาะหาความรู้ 5Es ร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหาของโพลยา
4. เพื่อศึกษาความคงทนในการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เรียนโดยรูปแบบสืบเสาะหาความรู้ 5Es ร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหาของโพลยา

สมมติฐานของการวิจัย

1. ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เรียนโดยรูปแบบสืบเสาะหาความรู้ 5Es ร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหาของโพลยา สูงกว่า ร้อยละ 70
2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เรียนโดยรูปแบบสืบเสาะหาความรู้ 5Es ร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหาของโพลยา สูงกว่าร้อยละ 70

กรอบแนวคิดในการวิจัย



ภาพที่ 1 กรอบแนวคิดในการวิจัย

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการวิจัย

1. ได้แนวทางในจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เรียนโดยรูปแบบสืบเสาะหาความรู้ 5Es ร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหาของโพลยา

2. นักเรียนได้พัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังการเรียนโดยรูปแบบสืบเสาะหาความรู้ 5Es ร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหาของโพลยา

3. สามารถนำข้อมูลที่ได้ไปพัฒนาและปรับปรุงการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ในระดับมัธยมต้นได้

4. กระตุ้นให้ผู้ที่เกี่ยวข้องเข้ามารับทราบข้อมูล แล้วนำไปปรับใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ในระดับมัธยมศึกษาตอนต้นได้

ขอบเขตของการวิจัย

1. เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย

เนื้อหาที่ใช้ในงานวิจัยเป็นเนื้อหากลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว โดยมีเนื้อหา ดังนี้

1.1 แบบรูปและความสัมพันธ์

1.2 สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว

1.3 สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวและการแก้โจทย์ปัญหา

2. ขอบเขตด้านประชากร

ประชากรที่ใช้ในการวิจัย คือ นักเรียนโรงเรียนวังจันทร์วิทยา อำเภอวังจันทร์ จังหวัดระยอง นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2559 จำนวน 8 ห้องเรียน

3. กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในงานวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนวังจันทร์วิทยา จังหวัดระยอง ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2559 จำนวน 1 ห้องเรียน ด้วยวิธีการสุ่มตัวอย่างแบบแบ่งกลุ่ม (Cluster random sampling) จำนวน 43 คน

4. ตัวแปรที่ใช้ในการวิจัย

4.1 ตัวแปรต้น ได้แก่ การจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบสืบเสาะหาความรู้ 5Es ร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหาของโพลยา

4.2 ตัวแปรตาม ได้แก่ ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ ความคงทนในการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว

5. ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย

ระยะเวลาในการดำเนินการวิจัย คือ ใช้เวลาระหว่างเดือนมกราคม พ.ศ. 2560 ถึงเดือนมีนาคม พ.ศ. 2560 โดยดำเนินการจัดการเรียนการสอน จำนวน 10 คาบ (คาบละ 50 นาที) และเวลาในการทดสอบ 3 คาบ

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. การจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โดยใช้รูปแบบสืบเสาะหาความรู้ 5Es ร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหาของโพลยา หมายถึง การจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โดยใช้รูปแบบสืบเสาะหาความรู้ 5Es มี 5 ขั้นตอน คือ ขั้นการสร้างความสนใจ ขั้นการสำรวจและค้นคว้า ขั้นการอธิบาย ขั้นการขยายความรู้ ขั้นการประเมินผล โดยนำกระบวนการแก้ปัญหาของโพลยามาเสริมในขั้นตอนการสำรวจและค้นคว้า ซึ่งประกอบไปด้วย 3 ขั้น คือ ทำความเข้าใจปัญหา วางแผนการแก้ปัญหา ดำเนินการแก้ปัญหา และขั้นการอธิบาย 1 ขั้น คือ ตรวจสอบการแก้ปัญหา มีขั้นตอน ดังนี้

1.1 ขั้นตอนที่ 1 การสร้างความสนใจ (Engagement) ครูนำเสนอปัญหาหรือสถานการณ์เกี่ยวข้องกับคณิตศาสตร์ ที่อยู่ในความสนใจของผู้เรียน หากยังไม่ได้ประเด็นที่สนใจผู้สอนสืบค้นจากสื่อต่าง ๆ แล้วกระตุ้นผู้เรียนโดยนำเสนอปัญหาโดยไม่บังคับผู้เรียน

1.2 ขั้นตอนที่ 2 การสำรวจและค้นคว้า (Exploration) ผู้สอนกระตุ้นให้ผู้เรียนสำรวจปัญหา ค้นคว้า สืบค้นข้อมูลที่จำเป็นและเพียงพอในการนำไปสู่การหาคำตอบ โดยผู้เรียนต้องนำข้อมูลที่ได้มาสนทนากับเพื่อน พยายามทำความเข้าใจด้วยตนเองและพยายามทำความเข้าใจร่วมกับเพื่อน ครูคอยช่วยเหลือและให้คำแนะนำ โดยร่วมกระบวนการแก้ปัญหาของโพลยา 3 ขั้นตอน คือ

1.2.1 ทำความเข้าใจปัญหา ผู้เรียนจะต้องวิเคราะห์เพื่อทำความเข้าใจปัญหาในประเด็นต่าง ๆ ว่าเป็นข้อมูลเกี่ยวกับอะไร มีข้อมูลใดบ้างที่กำหนดมาให้ ต้องหาข้อมูลใดบ้างเพิ่มเติม

1.2.2 วางแผนการแก้ปัญหา เป็นการคิดวางแผนเพื่อนำไปใช้ในการแก้ปัญหา หาวิธีการต่าง ๆ นำไปสู่การหาคำตอบ มองเห็นความสัมพันธ์ของข้อมูลที่ได้กับปัญหา โดยนำข้อมูลที่ได้จากการวิเคราะห์ประเด็นปัญหา

1.2.3 ดำเนินการแก้ปัญหา เป็นการดำเนินการตามแผนที่วางไว้ การคิดคำนวณหาคำตอบ รวมถึงการตรวจสอบความถูกต้องหรือความสมเหตุสมผลของการแก้ปัญหา

1.3 ขั้นตอนที่ 3 การอธิบาย (Explanation) เป็นขั้นตอนการอธิบาย เพื่อตรวจสอบการแก้ปัญหา สิ่งที่นักเรียนได้นำเสนอ และการประเมินการแก้ปัญหาในภาพรวม วิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหา การตัดสินใจ ถูกต้องและสมเหตุสมผลหรือไม่ ต้องปรับปรุงขั้นตอนใดหรือไม่ และการนำไปประยุกต์ใช้รวมถึงการขยายผลการแก้ปัญหาไปสู่การแก้ปัญหาอื่น ๆ โดยผู้สอนคอยกระตุ้นให้ผู้เรียนได้มีโอกาสนำเสนอข้อมูลที่ได้มาจากการวิเคราะห์ แปลผล และสรุปผลเรียบร้อยแล้ว นำมาอภิปรายแลกเปลี่ยนความคิดเห็น ถ่ายทอดและสื่อสารกับเพื่อน โดยร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหาของโพลยา 1 ขั้นตอน คือ ขั้นตอนการตรวจสอบการแก้ปัญหา

1.4 ขั้นตอนที่ 4 การขยายความรู้ (Elaboration) ผู้สอนควรนำเสนอสถานการณ์ที่สามารถขยายกรอบแนวคิด เพื่อให้ผู้เรียนได้มีโอกาสประยุกต์ใช้แนวคิดหรือขยายกรอบแนวคิดให้กว้างขึ้น เป็นการฝึกฝนผู้เรียนด้วยปัญหาที่ซับซ้อนมากยิ่งขึ้น ใช้ความรู้ในขั้นตอนที่ 3 มาอภิปราย เพื่อหาคำตอบ ใช้ทักษะต่าง ๆ และมีการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นร่วมกับผู้อื่น

1.5 ขั้นตอนที่ 5 การประเมิน (Evaluation) เป็นการตรวจสอบความถูกต้องของความรู้ที่ได้ โดยการร่วมกันวิเคราะห์ สรุปแนวคิดรวบยอดที่ได้จากการค้นคว้า แล้วนำมาแลกเปลี่ยนซึ่งกันและกัน นำไปสู่การพัฒนาตนเอง เนื่องจากผู้เรียนจะได้รับผลย้อนกลับของความรู้ความเข้าใจของผู้เรียนเองจากการประเมินตนเองร่วมกับผู้อื่น ผู้สอนคอยสังเกตและกระตุ้นหรือคอยชี้แนะผู้เรียนให้แสดงความคิดเห็น เพื่อนำไปสู่ข้อสรุปในเชิงเนื้อหาสาระ และการมีส่วนร่วมกิจกรรมของผู้เรียน

2. ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ หมายถึง การหาคำตอบของปัญหาหรือสถานการณ์ที่กำหนด โดยใช้ความรู้และประสบการณ์ที่มีอยู่ในกระบวนการแก้ปัญหาตามขั้นตอนกระบวนการของโพลยา 4 ขั้นตอน โดยวัดได้จากการทำแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์แบบอัตนัย จำนวน 5 ข้อ โดยใช้เกณฑ์การให้คะแนนแบบทดสอบที่เน้นกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์แบบรูบริค

3. แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ หมายถึง เครื่องมือที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเพื่อใช้วัดความสามารถในการทำความเข้าใจปัญหา วางแผนการแก้ปัญหา ดำเนินการแก้ปัญหา ตรวจสอบการแก้ปัญหา เป็นแบบทดสอบแบบอัตนัย จำนวน 5 ข้อ ใช้เกณฑ์การให้คะแนนแบบทดสอบที่เน้นกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ แบบรูบริค

4. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ผลการสอบของนักเรียนที่ได้จากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ผู้วิจัยสร้างตามวัตถุประสงค์การเรียนรู้ เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว เป็นแบบทดสอบแบบปรนัย 20 ข้อ

5. แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง เครื่องมือที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเพื่อใช้สำหรับวัดพฤติกรรมหลังการเรียนรู้ โดยใช้รูปแบบสืบเสาะหาความรู้ 5Es ร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหาของโพลยา เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว เป็นแบบทดสอบแบบปรนัย 20 ข้อ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นตามวัตถุประสงค์การเรียนรู้และได้กำหนดพฤติกรรมที่ต้องการวัดไว้ 4 ระดับ คือ ความจำ ความเข้าใจ การนำไปใช้ การวิเคราะห์

6. เจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ หมายถึง ความรู้สึก ความคิดเห็น หรือพฤติกรรมของนักเรียนที่แสดงออกต่อวิชาคณิตศาสตร์ หลังการได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบสืบเสาะหาความรู้ 5Es ร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหาของโพลยา

7. แบบวัดเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ เครื่องมือที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเพื่อวัดความรู้สึก ความคิดเห็น หรือพฤติกรรมของนักเรียนที่แสดงออกต่อวิชาคณิตศาสตร์ หลังการได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบสืบเสาะหาความรู้ 5Es ร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหาของโพลยา โดยแยกเป็นองค์ประกอบ 3 ด้าน คือ ด้านความรู้สึก ด้านความรู้ ด้านพฤติกรรม จำนวน 20 ข้อ เป็นแบบวัดมาตรประมาณค่า ใช้เกณฑ์การแปลผลค่าเฉลี่ยแบ่งเป็น 5 ระดับ

8. ความคงทนในการเรียนคณิตศาสตร์ หมายถึง ผลการสอบของนักเรียนที่ได้จากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ผู้วิจัยสร้างตามวัตถุประสงค์การเรียนรู้ เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว หลังจากทดสอบหลังเรียนแล้ว 2 สัปดาห์ เป็นแบบทดสอบแบบปรนัย 20 ข้อ ที่เป็นข้อสอบคู่ขนาน

9. เกณฑ์ หมายถึง เป้าหมายของความสำเร็จของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ คือ มีคะแนนเฉลี่ยไม่น้อยกว่าร้อยละ 70 ขึ้นไป ซึ่งกำหนดโดยกลุ่มงานฝ่ายวิชาการโรงเรียนวังจันทร์วิทยา

บทที่ 2
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ดังมีเนื้อหาสาระตามลำดับดังนี้

1. หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์
   1.1 สาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์
   1.2 ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว
2. แนวคิดการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์
   2.1 เป้าหมายของการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์
   2.2 ธรรมชาติของวิชาคณิตศาสตร์
   2.3 หลักการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์
3. แนวทางการจัดการเรียนการสอนโดยใช้รูปแบบสืบเสาะหาความรู้ 5Es
   3.1 ความเป็นมาและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง
   3.2 ความหมายและการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5Es
   3.3 ลักษณะการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5Es
   3.4 รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบการสืบเสาะหาความรู้ 5Es
   3.5 บทบาทของครูผู้สอนในการจัดการเรียนการสอนโดยใช้รูปแบบสืบเสาะหาความรู้ 5Es
   3.6 ประโยชน์ที่ได้รับจากการจัดการเรียนรู้รูปแบบสืบเสาะหาความรู้ 5Es
4. การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
   4.1 ความหมายของคิดแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
   4.2 ประเภทของปัญหาทางคณิตศาสตร์
   4.3 กระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
   4.4 ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
   4.5 แนวทางการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
5. การวัดและประเมินผลการเรียนรู้
   5.1 ความหมายของการวัดและประเมินผล

5.2 การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

5.3 การวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

6. แนวคิดหรือทฤษฎีที่เกี่ยวกับเจตคติ

6.1 ความหมายของเจตคติ

6.2 องค์ประกอบของเจตคติ

6.3 การวัดเจตคติต่อคณิตศาสตร์

7. ความคงทนในการเรียนรู้

7.1 ความหมายของความคงทนในการเรียนรู้

7.2 ความจำและกระบวนการเรียนรู้

7.3 การวัดและระยะเวลาในการวัดความคงทนในการเรียนรู้

8. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

8.1 งานวิจัยในประเทศ

8.2 งานวิจัยในต่างประเทศ

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์

1. สาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์

คณิตศาสตร์มีบทบาทสำคัญยิ่งต่อการพัฒนาความคิดมนุษย์ ทำให้มนุษย์มีความคิดสร้างสรรค์ คิดอย่างมีเหตุผล เป็นระบบ มีแบบแผน สามารถวิเคราะห์ปัญหาหรือสถานการณ์ได้อย่างถี่ถ้วนรอบคอบ ช่วยให้คาดการณ์ วางแผน ตัดสินใจ แก้ปัญหา และนำไปใช้ในชีวิตประจำวันได้อย่างถูกต้องเหมาะสม ซึ่งหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐานกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ได้กำหนดสาระหลักที่จำเป็นสำหรับผู้เรียนทุกคนดังนี้ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2552)

สาระที่ 1 จำนวนและการดำเนินการ: ความคิดรวบยอดและความรู้สึกเชิงจำนวน ระบบจำนวนจริง สมบัติเกี่ยวกับจำนวนจริง การดำเนินการของจำนวน อัตราส่วน ร้อยละ การแก้ปัญหาเกี่ยวกับจำนวน และการใช้จำนวนในชีวิตจริง

สาระที่ 2 การวัด: ความยาว ระยะทาง น้ำหนัก พื้นที่ ปริมาตรและความจุ เงินและเวลา หน่วยวัดระบบต่าง ๆ การคาดคะเนเกี่ยวกับการวัด อัตราส่วนตรีโกณมิติ การแก้ปัญหาเกี่ยวกับการวัด และการนำความรู้เกี่ยวกับการวัดไปใช้ในสถานการณ์ต่าง ๆ

สาระที่ 3 เรขาคณิต: รูปเรขาคณิตและสมบัติของรูปเรขาคณิตหนึ่งมิติ สองมิติ และสามมิติ การนึกภาพ แบบจำลองทางเรขาคณิต ทฤษฎีบททางเรขาคณิต การแปลงทางเรขาคณิต (Geometric transformation) ในเรื่องการเลื่อนขนาน (Translation) การสะท้อน (Reflection) และการหมุน (Rotation)

สาระที่ 4 พีชคณิต: แบบรูป (Pattern) ความสัมพันธ์ ฟังก์ชัน เซตและการดำเนินการของเซต การให้เหตุผล นิพจน์ สมการ ระบบสมการ อสมการ กราฟ ลำดับเลขคณิต ลำดับเรขาคณิต อนุกรมเลขคณิต และอนุกรมเรขาคณิต

สาระที่ 5 การวิเคราะห์ข้อมูลและความน่าจะเป็น: การกำหนดประเด็น การเขียนข้อคำถาม การกำหนดวิธีการศึกษา การเก็บรวบรวมข้อมูล การจัดระบบข้อมูล การนำเสนอข้อมูล ค่ากลางและการกระจายของข้อมูล การวิเคราะห์และการแปลความข้อมูล การสำรวจความคิดเห็น ความน่าจะเป็น การใช้ความรู้เกี่ยวกับสถิติและความน่าจะเป็นในการอธิบายเหตุการณ์ต่าง ๆ และช่วยในการตัดสินใจในการดำเนินชีวิตประจำวัน

สาระที่ 6 ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์: การแก้ปัญหาด้วยวิธีการที่หลากหลาย การให้เหตุผล การสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์และการนำเสนอ การเชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์ และการเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ และความคิดริเริ่มสร้างสรรค์

ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ได้ระบุไว้ในหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐานกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เป็นทักษะที่สำคัญ 5 ด้าน ที่ไม่ใช่เนื้อหา ซึ่งประกอบด้วย

1. ทักษะการแก้ปัญหา เป็นทักษะที่ผู้เรียนต้องใช้ความรู้และทักษะทางคณิตศาสตร์ช่วยในการค้นพบผลของการแก้ปัญหาในชีวิตประจำวัน เป็นกระบวนการที่ทำให้ผู้เรียนได้รับประสบการณ์ เป็นวิธีการสืบเสาะหาความรู้และการนำไปใช้
2. ทักษะการให้เหตุผล เป็นทักษะที่ผู้เรียนจำเป็นต้องได้รับการพัฒนาให้เกิดความเชื่อมั่นในความสามารถด้านเหตุผล การคิด และตัดสินใจ
3. ทักษะการสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตสาสตร์และการนำเสนอ
4. ทักษะการเชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆทางคณิตศาสตร์และเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ เป็นทักษะต้องฝึกการเชื่อมโยงในเนื้อหาต่าง ๆไม่แบ่งแยก ทำนักเรียนเกิดความตระหนักในประโยชน์ของวิชาคณิตศาสตร์ทั้งภายในและภายนอกชั้นเรียน
5. ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ เป็นกระบวนการผสมผสานเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างความรู้เดิมกับความรู้ใหม่ เพื่อหาแนวทางในการแก้ปัญหา และนำไปแก้ปัญหาในชีวิตประจำวันได้

จะเห็นได้ว่า ทักษะการแก้ปัญหาเป็นทักษะหนึ่งที่ถูกบรรจุไว้ในหลักสูตรการศึกษาแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 และได้กำหนดในคุณลักษณะของผู้เรียนเมื่อจบการศึกษาภาคบังคับและในมาตรฐาน 6.1 นั่นแสดงให้เห็นว่า นักเรียนจะต้องมีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เพื่อให้บรรลุมาตรฐานและตัวชี้วัดตามที่กำหนดไว้

2. ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เกี่ยวข้อง

2.1 สาระที่ 4 พีชคณิต

ตารางที่ 2-1 มาตรฐาน ค 4.1 เข้าใจและวิเคราะห์แบบรูป (Pattern) ความสัมพันธ์ และฟังก์ชัน

ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
1. วิเคราะห์และอธิบายความสัมพันธ์ของแบบรูปที่กำหนดให้	- ความสัมพันธ์ของแบบรูป

ตารางที่ 2-2 มาตรฐาน ค 4.2 ใช้นิพจน์ สมการ อสมการ กราฟ และตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ (Mathematical model) อื่น ๆ แทนสถานการณ์ต่าง ๆ ตลอดจนแปลความหมายและนำไปใช้แก้ปัญหา

ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
1. แก้สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวอย่างง่าย	- สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว
2. เขียนสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวจากสถานการณ์ หรือปัญหาอย่างง่าย	- การเขียนสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวจากสถานการณ์หรือปัญหา
3. แก้โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวอย่างง่าย พร้อมทั้งตระหนักถึงความสมเหตุสมผลของคำตอบ	- โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว

ตารางที่ 2-2 (ต่อ)

ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
4. เขียนกราฟบนระนาบในระบบพิกัดฉากแสดงความเกี่ยวข้องของปริมาณสองชุดที่กำหนดให้ 5. อ่านและแปลความหมายของกราฟบนระนาบในระบบพิกัดฉากที่กำหนดให้	- กราฟบนระนาบในระบบพิกัดฉาก

2.2 สาระที่ 6 ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์

ตารางที่ 2-3 มาตรฐาน ค 6.1 มีความสามารถในการแก้ปัญหา การให้เหตุผล การสื่อสาร การสื่อความหมาย ทางคณิตศาสตร์ และการนำเสนอ การเชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์และเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ และมีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์

ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
1. ใช้วิธีการที่หลากหลายแก้ปัญหา 2. ใช้ความรู้ ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ และเทคโนโลยีในการแก้ปัญหาในสถานการณ์ต่าง ๆ ได้อย่างเหมาะสม 3. ให้เหตุผลประกอบการตัดสินใจ และสรุปผลได้อย่างเหมาะสม 4. ใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ในการสื่อสาร การสื่อความหมาย และการนำเสนอ ได้อย่างถูกต้อง และชัดเจน 5. เชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ ในคณิตศาสตร์ และนำความรู้ หลักการ กระบวนการทางคณิตศาสตร์ไปเชื่อมโยงกับศาสตร์อื่น ๆ 6. มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์	-

จากการศึกษาหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ มีแนวทางในการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โดยพิจารณาตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ที่เกี่ยวข้องมี 2 สาระ คือ สาระที่ 4 พีชคณิต มี 2 ตัวชี้วัด ได้แก่ มาตรฐาน ค 4.1 ม 1/ 1 มาตรฐาน ค 4.2 ม 1/ 1-3 และสาระที่ 6 ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ มาตรฐาน ค 6.1 มี 6 ตัวชี้วัด ได้แก่ มาตรฐาน ค 6.1 ม 1/ 1-6 ตามตาราง ดังนี้

ตารางที่ 2-4 มาตรฐานและตัวชี้วัดของเนื้อหาที่นำไปใช้ในการวิจัย เรื่อง สมการชิงเส้นตัวแปรเดียว

มาตรฐานการเรียนรู้	**ตัวชี้วัด**	**สาระการเรียนรู้**	**สาระสำคัญ**
ค 4.1 เข้าใจและวิเคราะห์แบบรูป (Pattern) ความสัมพันธ์ และฟังก์ชัน	ม.1/ 1 แบบรูปและความสัมพันธ์	ความสัมพันธ์ของแบบรูป	- แบบรูปและ ความสัมพันธ์
ค 4.2 ใช้นิพจน์ สมการ อสมการ กราฟ และตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ (Mathematical model) อื่น ๆ แทนสถานการณ์ต่าง ๆ ตลอดจนแปลความหมายและนำไปใช้แก้ปัญหา	ม.1/ 1 แก้สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวอย่างง่าย ม.1/ 2 เขียนสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวจากสถานการณ์ หรือปัญหาอย่างง่าย ม.1/ 3 แก้โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวอย่างง่าย พร้อมทั้งตระหนักถึงความสมเหตุสมผลของคำตอบ	- สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว - การเขียนสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวจากสถานการณ์หรือปัญหา - โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว	- คำตอบของสมการ - การแก้สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว - เขียนสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวจากสถานการณ์หรือปัญหา - โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว

ตารางที่ 2-4 (ต่อ)

มาตรฐานการเรียนรู้	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้	สาระสำคัญ
ค 6.1 มีความสามารถในการแก้ปัญหา การให้เหตุผล การสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ และการนำเสนอ การเชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์ และเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ และมีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์	ม 1/ 1 ใช้วิธีการที่หลากหลายแก้ปัญหา ม 1/ 2 ใช้ความรู้ ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ และเทคโนโลยีในการแก้ปัญหาในสถานการณ์ต่าง ๆ ได้อย่างเหมาะสม ม 1/ 3 ให้เหตุผลประกอบการตัดสินใจ และสรุปผลได้อย่างเหมาะสม ม 1/ 4 ใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ในการสื่อสาร การสื่อความหมาย และการนำเสนอ ได้อย่างถูกต้อง และชัดเจน ม 1/ 5 เชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ ในคณิตศาสตร์ และนำความรู้ หลักการ กระบวนการทางคณิตศาสตร์ไปเชื่อมโยงกับศาสตร์อื่น ๆ ม 1/ 6 มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์	-	-

แนวคิดการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์

1. เป้าหมายของการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์

การเรียนการสอนคณิตศาสตร์นั้นมีจุดมุ่งหมายต่าง ๆ ตามความเชื่อแต่ละยุคสมัย เช่น ในสมัยก่อนมีเป้าหมายของการเรียนการสอนคณิตศาสตร์เพื่อการพิสูจน์หรือหาคำตอบ โดยไม่ให้ความสำคัญกับการเข้าใจเหตุผลของการเรียนคณิตศาสตร์ ว่าทำไมต้องเรียนคณิตศาสตร์ มุ่งจดจำสูตร กฎ ทฤษฎีบท นำไปใช้ เพื่อหาคำตอบเท่านั้น ปัจจุบันความก้าวหน้าทางวิทยาการต่าง ๆ เพิ่มมากยิ่งขึ้น เป้าหมายการสอนคณิตศาสตร์ดังกล่าวอาจไม่เพียงพอ ดังนั้น การเรียนการสอนในปัจจุบันจึงต้องจัดการเรียนเรียนรู้ เพื่อให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ มีความเข้าใจเนื้อหาและสาระทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ เพื่อส่งเสริมให้ผู้เรียนได้คิดและสามารถเชื่อมโยงคณิตศาสตร์

กับศาสตร์อื่น ๆ ได้ สามารถแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ และเป็นกระบวนการเป็นเหตุเป็นผล ได้มีนักวิชาการให้ความหมายเป้าหมายของการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ ดังนี้

เป้าหมายหลักของการจัดการเรียนการสอนมุ่งเน้นไปที่การจัดการเรียนรู้ เพื่อให้นักเรียนเกิดความรู้ ความเข้าใจในเนื้อหาคณิตศาสตร์ไปพร้อม ๆ กับการพัฒนาทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ (สสวท., 2554, หน้า 5)

คณิตศาสตร์มีบทบาทช่วยพัฒนาความคิดมนุษย์ ทำให้มนุษย์มีความคิดสร้างสรรค์ คิดอย่างมีเหตุผล เป็นระบบ มีแบบแผน สามารถวิเคราะห์ปัญหาหรือสถานการณ์ได้อย่างถี่ถ้วนและรอบคอบ ช่วยให้การคาดการณ์ วางแผน ตัดสินใจ แก้ปัญหา และนำไปใช้ในชีวิตประจำวันอย่างถูกต้องเหมาะสม (สวก. และสพฐ., 2551, หน้า 1)

ฟาฏินา วงศ์เลขา (2553) ได้กล่าวถึง หัวใจสำคัญของการเรียนคณิตศาสตร์ คือ มีความรู้และเข้าใจในหลักการ วิธีการ ทฤษฎี ที่เกี่ยวกับเนื้อหานั้น ๆ จากการตั้งใจฟังครูผู้สอนศึกษาตามตัวอย่างในหนังสือต่าง ๆ การฟังหรืออ่านหากมีข้อสงสัยหรือไม่เข้าใจต้องถามผู้รู้ทันที

จากแนวคิดข้างต้นสรุปได้ว่า เป้าหมายของการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ เพื่อพัฒนาผู้เรียนให้มีความรู้เข้าใจ มีความสามารถด้านทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์สามารถแก้ปัญหาอย่างทีระบบ มีการคิดอย่างมีเหตุผลและสามารถนำไปใช้ในชีวิตประจำวันได้

2. ธรรมชาติของวิชาคณิตศาสตร์

คณิตศาสตร์ความสำคัญยิ่งในการพัฒนาความคิดของมนุษย์ ทำให้มนุษย์มีระบบ เป็นแบบแผน มีเหตุมีผล สามารถแก้ปัญหาหรือสถานการณ์ ช่วยในการคาดการณ์ วางแผนการตัดสินใจได้ มีนักวิชาการต่าง ๆ ได้ให้ความหมายธรรมชาติของวิชาคณิตศาสตร์ไว้ ดังนี้

ธรรมชาติของการเรียนรู้ว่า การเรียนรู้เป็นกระบวนการทางธรรมชาติที่เกิดขึ้นในชีวิตมนุษย์ เป็นกระบวนการเปลี่ยนแปลงข้อมูลข่าวสารและประสบการณ์ที่ได้รับให้เกิดเป็นความรู้ทักษะ พฤติกรรม และเจตคติ (สสวท., 2554, หน้า 6)

วัชรี กาญจน์กีรติ (2554, หน้า 9-10) กล่าวไว้ว่า คณิตศาสตร์มีลักษณะเป็นนามธรรม มีโครงสร้างซึ่งประกอบด้วย อนิยาม บทนิยาม สัจพจน์ ที่เป็นข้อตกลงเบื้องต้น จากนั้นจึงใช้การให้เหตุผลที่สมเหตุสมผลสร้างทฤษฎีบทต่าง ๆ ขึ้นและนำไปใช้อย่างเป็นระบบ และการเรียนรู้ คือ การเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมจากการได้รับประสบการณ์นั้นทำให้เปลี่ยนแปลงพฤติกรรมไปจากเดิม

เวชฤทธิ์ อังกนะภัทรขจร (2555, หน้า 1) กล่าวไว้ว่า วิชาคณิตศาสตร์มีลักษณะและธรรมชาติ ดังนี้

1. คณิตศาสตร์เป็นวิชาที่มีโครงสร้าง มีระบบ และแบบแผนที่ชัดเจน
2. คณิตศาสตร์เป็นวิชาที่เกี่ยวข้องโดยตรงต่อความคิด การคำนวณและการใช้สติปัญญา

ของมนุษย์

3. คณิตศาสตร์เป็นวิชาที่ใช้สัญลักษณ์แทนการคิด

4. คณิตศาสตร์เป็นวิชาที่แสดงถึงความเป็นเหตุเป็นผลต่อกัน

5. คณิตศาสตร์เกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหา และมีแนวทางการหาคำตอบ

6. คณิตศาสตร์เป็นศาสตร์อย่างหนึ่ง เช่นเดียวกับศิลปะอื่น ๆ ความงดงามของคณิตศาสตร์ คือ ความเป็นระเบียบ ความกลมกลืนกัน และการค้นพบสิ่งใหม่ ๆ

7. คณิตศาสตร์เป็นเครื่องมือที่สร้างสรรค์และเป็นสิ่งที่ถูกนำไปใช้ในชีวิตประจำวัน

จากคำกล่าวข้างต้นสามารถสรุปได้ว่า ธรรมชาติของวิชาคณิตศาสตร์ คือ มีลักษณะเป็นนามธรรม เป็นกระบวนการทางธรรมชาติ ที่มีโครงสร้างประกอบด้วย อนิยาม บทนิยาม สัจพจน์ ทฤษฎีบท เป็นวิชาที่เป็นแบบแผน มีเหตุมีผล สามารถแก้ปัญหาหรือสถานการณ์ ช่วยในการคาดการณ์ วางแผนการตัดสินใจ และสามารถนำไปใช้ในการแก้ปัญหาในชีวิตประจำวันได้

3. หลักการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์

หลักการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์มีนักวิชาการได้ให้ความหมาย ดังนี้

เรย์ (Ray, ม.ม.ป. อ้างถึงใน สสวท., 2554, หน้า 12-22) ได้นำเสนอหลักการสำหรับจัดการเรียนสอนคณิตศาสตร์ที่เป็นหลักการที่ดีและสอดคล้องตามทฤษฎีการเรียนรู้ มีทั้งหมด 11 หลักการ ดังนี้

หลักการที่ 1 การให้นักเรียนมีส่วนร่วมอย่างกระตือรือร้น เนื่องจากจะช่วยให้ผู้เรียนทั้งในด้านกว้างและด้านลึก สามารถมองเห็นความสมเหตุสมผลของสิ่งที่กำลังศึกษา เพื่อนำไปสู่การพัฒนาความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ การออกแบบกิจกรรมที่เน้นปฏิบัติซึ่งในกระบวนการนั้นต้องมีการใช้ความคิดควบคู่กับการปฏิบัติด้วย

หลักการที่ 2 การเรียนรู้คือการพัฒนา ควรคำนึงพัฒนาการของผู้เรียน ทำความเข้าใจถึงพัฒนาการและความพร้อมในการเรียนรู้ของผู้เรียน และจัดกิจกรรมให้เหมาะสมกับระดับพัฒนาการของผู้เรียน สอดคล้องและเหมาะสม

หลักการที่ 3 การเรียนรู้เกิดจากความรู้ที่มีมาก่อน การจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ต้องเป็นระบบ มีความเหมาะสมและความสามารถของผู้เรียนที่พอจะเข้าใจได้ มีความท้าทายมิเพียงแค่มีความรู้ ความเข้าใจ แต่ต้องสามารถเชื่อมโยงความรู้ได้ ซึ่งพื้นฐานความรู้เดิมมีความสำคัญอย่างมากตามหลักการเรียนรู้แบบบันไดเวียน (Spiral approach) เป็นหลักการที่ช่วยให้ผู้เรียนได้มีการรวบรวมความรู้และสร้างการเรียนรู้ใหม่จากความรู้เดิม ช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนได้เรียนรู้อย่างต่อเนื่องผสมผสานความรู้เก่าและความรู้ใหม่ เป็นพื้นฐานในการเรียนรู้ที่ซับซ้อนมากยิ่งขึ้น

หลักการที่ 4 การสื่อสารมีความสำคัญในการสร้างความเข้าใจ เนื่องจากเป็นการกระตุ้น

ให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจลึกซึ้ง ได้มีโอกาสแสดงความคิดเห็นโดยใช้วาจาและการเขียนของผู้เรียน เกิดการมีส่วนร่วมของผู้เรียน

หลักการที่ 5 คำถามที่ดีช่วยส่งเสริมการเรียนรู้ ลักษณะของคำถามที่ดีนั้นต้องเป็นคำถามที่กระตุ้นการคิดและการเรียนรู้ของผู้เรียน ควรเป็นคำถามที่ส่งเสริมการคิดวิพากษ์วิจารณ์ การสร้างความสัมพันธ์และสนับสนุนการเชื่อมโยงอย่างมีความหมาย

หลักการที่ 6 สื่อปฏิบัติช่วยในการเรียนรู้ เนื่องจากการเรียนรู้คณิตศาสตร์จะเกิดขึ้นได้ดีเมื่อนักเรียนสามารถเข้าใจความสัมพันธ์พื้นฐานต่าง ๆ ช่วยสร้างอธิบายสิ่งที่เป็นนามธรรมให้ง่ายต่อการทำความเข้าใจ

หลักการที่ 7 อภิปัญญา (Metacognition) มีผลต่อการเรียนรู้ อภิปัญญาเป็นการคิดเกี่ยวกับความคิดของตนเอง เกิดจากการทบทวนและไตร่ตรอง หาความถูกต้องเหมาะสม ปรับปรุงข้อบกพร่องของตนเอง ช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนรู้จักปรับปรุงพฤติกรรมของตนเองและช่วยในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

หลักการที่ 8 เจตคติของครูมีความสำคัญยิ่ง เพราะการสอนของครูมีความสัมพันธ์ต่อการเรียนรู้ของผู้เรียน ทำให้ผู้เรียนเกิดการเชื่อมโยง สร้างแรงจูงใจให้เกิดความอยากเรียน และเห็นคุณค่าในการเรียน ขึ้นอยู่กับการออกแบบการสอนของคุณครูผู้สอนที่ปลูกฝังการเรียนรู้ของผู้เรียนในด้านใด เช่น เน้นการแก้ปัญหา นักเรียนคิดว่าการวิพากษ์วิจารณ์แนวคิดเพื่อการแก้ปัญหานั้นเป็นสิ่งสำคัญ เป็นต้น

หลักการที่ 9 ประสบการณ์มีอิทธิพลต่อความวิตกกังวล วิธีการที่ช่วยลดความวิตกกังวล เช่น การเน้นย้ำความหมายและความเข้าใจมากกว่าการจดจำ สาธิตวิธีการในการแก้ปัญหามากกว่าการมุ่งหาคำตอบ จัดเตรียมประสบการณ์การเรียนรู้ที่หลากหลายและท้าทาย ควรเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้มีส่วนร่วม เพื่อจะได้รู้สึกซาบซึ้ง เห็นคุณค่าในคณิตศาสตร์ เป็นต้น

หลักการที่ 10 ความถนัดตามธรรมชาติของแต่ละเพศมีความเท่าเทียมกัน

หลักการที่ 11 ความทรงจำสามารถทำให้ดีขึ้นได้ เพราะความทรงจำมีผลต่อความคงทนในการเก็บความรู้ และรักษาทักษะที่ได้รับการฝึกฝน วิธีการช่วยให้ความทรงจำดีขึ้น เช่น การเรียนรู้อย่างมีความหมาย บริบทของมโนทัศน์ที่ได้เรียนรู้ ส่งผลให้เกิดการเชื่อมโยง ที่เป็นประโยชน์ต่อความทรงจำระยะยาว การทบทวนแนวคิดสำคัญเป็นระยะ ๆ ช่วยตอกย้ำความรู้และความสามารถ

อัมพร ม้าคนอง และยุพิน พิพิธกุล ได้กล่าวถึงหลักการสำหรับการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ มีดังนี้ (อัมพร ม้าคนอง, 2546, หน้า 8-9; ยุพิน พิพิธกุล, 2545, หน้า 11-12 อ้างถึงใน เวชฤทธิ์ อังกนะภัทรขจร, 2555, หน้า 101-102)

1. สอนให้ผู้เรียนเกิดมโนทัศน์หรือให้ความรู้ทางคณิตศาสตร์จากการคิด การมีส่วนร่วม

ในการทำกิจกรรมกับผู้อื่น และการลงมือปฏิบัติจริง ใช้ความคิดและคำถามที่ผู้เรียนสงสัย เป็นประเด็นในการอภิปราย เพื่อให้เกิดแนวคิดที่หลากหลาย และเพื่อนำไปสู่ข้อสรุป

2. สอนให้ผู้เรียนเห็นโครงสร้างทางคณิตศาสตร์ ความสัมพันธ์และความต่อเนื่องของเนื้อหาคณิตศาสตร์ และความสัมพันธ์ของคณิตศาสตร์ในห้องเรียนกับชีวิตจริง อีกทั้งเนื้อหา ที่มีความสัมพันธ์กันควรสอนไปพร้อม ๆ กัน

3. สอนโดยคำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคลของผู้เรียน คำนึงถึงเนื้อหาวิชา และกระบวนการเรียนการสอนที่ต้องการให้เกิดกับผู้เรียน

4. สอนโดยให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ตามลำดับขั้นทีละน้อย โดยสอนจากเรื่องง่ายไปสู่เรื่องยาก หรือสอนโดยสิ่งที่เป็นรูปธรรมอธิบายสิ่งที่เป็นนามธรรม หรือการทำให้สิ่งที่เป็นนามธรรมมาก ๆ เป็นนามธรรมที่ง่ายขึ้นพอที่จะจินตนาการได้

5. สอนโดยการใช้การฝึกหัดให้ผู้เรียนเกิดประสบการณ์ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ทั้งการฝึกรายบุคคล ฝึกเป็นกลุ่ม การฝึกทักษะย่อยทางคณิตศาสตร์ และการฝึกทักษะรวมเพื่อแก้ปัญหาที่ซับซ้อนมากขึ้น

6. สอนเพื่อให้เกิดความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ควบคู่ไปกับทักษะการแก้ปัญหาการให้เหตุผล การเชื่อมโยง การสื่อสาร และความคิดสร้างสรรค์ ตลอดจนเกิดความอยากรู้อยากเห็นและนำไปคิดต่อ

7. ผู้สอนควรศึกษาธรรมชาติและศักยภาพของผู้เรียน เพื่อจะได้จัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่สอดคล้องกับประสบการณ์และความรู้พื้นฐานของผู้เรียน

8. สอนให้ผู้เรียนมีความสุขในการเรียนคณิตศาสตร์ รู้สึกว่าคณิตศาสตร์ไม่ยาก และบรรยากาศในชั้นเรียนคณิตศาสตร์ ควรเป็นบรรยากาศที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนกล้าแสดงออกกล้าคิดกล้าทำ และเอื้อต่อความสำเร็จของผู้เรียน

9. สังเกต ประเมินการเรียนรู้ และความเข้าใจของผู้เรียนอย่างต่อเนื่องและควบคู่ไปกับการเรียนการสอน โดยใช้คำถามสั้น ๆ หรือพูดคุยปกติ

การจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่ผู้สอนสามารถนำไปจัดให้เหมาะสมกับเนื้อหา และเวลาเรียนของผู้เรียนมีหลายรูปแบบ ดังนี้ (กรมวิชาการ, 2545)

1. การเรียนรู้จากการปฏิบัติจริง เป็นการเรียนรู้ที่มุ่งให้ผู้เรียนได้ลงมือทำงานจริง ๆได้รับประสบการณ์ตรงจากการปฏิบัติ โดยใช้สื่อสิ่งพิมพ์หรือสื่อรูปธรรมที่สามารถนำผู้เรียนไปสู่การค้นพบและได้ข้อสรุป

2. การเรียนรู้จากการใช้คำถามประกอบการอธิบายและแสดงเหตุผล รูปแบบนี้มีความจำเป็นในการเรียนคณิตศาสตร์ เพราะธรรมชาติของคณิตศาสตร์ต้องอาศัยคำนิยาม บทนิยาม

สัจพจน์ ทฤษฎีบทต่าง ๆ เป็นพื้นฐานในการเรียนรู้ บางเนื้อหาผู้สอนต้องสร้างพื้นฐานในเนื้อหานั้นด้วยการอธิบายและแสดงเหตุผลให้ข้อตกลงในรูปของบทนิยาม เพื่อให้เกิดความเข้าใจเบื้องต้น บางเนื้อหาผู้สอนควรใช้คำถามก่อน ถ้านักเรียนไม่เข้าใจอาจอธิบายและแสดงเหตุผลเพิ่มเติม

3. การเรียนรู้จากการค้นคว้า เป็นการเรียนรู้ที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ศึกษาค้นคว้าเรื่องที่สนใจอย่างอิสระ สามารถศึกษาได้จากสื่อสิ่งพิมพ์ และสื่อเทคโนโลยีต่าง ๆ หรือจากการทำโครงงาน ครูผู้สอนทำหน้าที่เพียงเป็นที่ปรึกษาและแนะนำให้ความสนใจงานที่ผู้เรียนได้ศึกษาค้นคว้ามา ให้โอกาสได้นำเสนอผลงานต่อครูผู้สอน ผู้เรียน ตลอดจนบุคคลทั่วไป

4. การเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้และการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ ผู้สอนควรจัดสถานการณ์ที่เป็นปัญหาให้ผู้เรียนเกิดความสงสัย เมื่อผู้เรียนสังเกตจนพบปัญหานั้นแล้ว ผู้สอนควรส่งเสริมให้ผู้เรียนพยายามที่จะค้นหาสาเหตุด้วยการตั้งคำถามต่อเนื่อง และรวบรวมข้อมูลมาอธิบายการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้และการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ เป็นการวิเคราะห์จากปัญหามาหาสาเหตุ ใช้คำถามสืบเสาะจนกระทั่งแก้ปัญหาหรือหาข้อสรุปได้

จากความหมายข้างต้น สามารถสรุปการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ ได้ว่า เป็นการสอนที่เน้นให้ผู้เรียนมีส่วนร่วม ให้ผู้เรียนได้มีโอกาสคิดและแก้ปัญหาด้วยตนเอง คำนึงถึงความสนใจและพื้นฐานความรู้นำไปสู่การสร้างองค์ความรู้ได้ด้วยตนเอง ควรสอนให้เกิดมโนทัศน์พัฒนาคู่กับทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ เน้นการแก้ปัญหาตามความสนใจ ความถนัด เพื่อแสวงหาคำตอบนำมาใช้ประโยชน์ได้ จัดประสบการณ์ต้องคำนึงถึงพัฒนาการตามช่วงวัยอย่างเป็นระบบและเหมาะสม ทำให้ผู้เรียนเกิดความสุขและมีเจตคติที่ดีต่อวิชาคณิตศาสตร์

แนวทางการจัดการเรียนการสอนโดยใช้รูปแบบสืบเสาะหาความรู้ 5Es

1. ความเป็นมาและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

จอยซ์และเวลล์ (Joyce & Weil, 1986 อ้างถึงใน ทิศนา แขมมณี, 2553, หน้า 248-249) เป็นผู้พัฒนารูปแบบนี้จากแนวคิดหลักของเธเลน 2 แนวคิด คือ แนวคิดเกี่ยวกับการสืบเสาะแสวงหาความรู้ (Inquiry) และแนวคิดเกี่ยวกับความรู้ (Knowledge) เธเลนได้อธิบายว่า สิ่งสำคัญที่สามารถช่วยให้ผู้เรียนเกิดความรู้สึก หรือความต้องการที่จะสืบค้นหรือเสาะแสวงหาความรู้ คือ ตัวปัญหา แต่ปัญหาต้องเป็นลักษณะที่มีความหมายต่อผู้เรียนและท้าทายเพียงพอที่จะทำให้ผู้เรียนเกิดความต้องการที่จะแสวงหาคำตอบ ส่วนในเรื่อง ความรู้ เธเลนให้ความเห็นว่า ความรู้เป็นเป้าหมายของกระบวนการสืบสอบทั้งหลาย ความรู้เป็นสิ่งที่ได้จากการนำประสบการณ์หรือความรู้เดิมมาใช้ในประสบการณ์ใหม่ ดังนั้น ความรู้จึงเป็นสิ่งที่ค้นพบผ่านกระบวนการสืบสอบ (Inquiry) โดยอาศัยความรู้และประสบการณ์

Harms (1981 อ้างถึงใน ศศิธร เวียงวะลัย, 2556) ได้ให้ทัศนะว่า การสืบเสาะเป็นกระบวนการทางสติปัญญาที่ครอบคลุมการใช้ยุทธศาสตร์ด้านต่าง ๆ ได้แก่ การแก้ปัญหา การใช้หลักฐาน การใช้ตรรกศาสตร์ การทำความกระจ่างในคุณค่าหรือค่านิยมต่าง ๆ การตัดสินใจตลอดจนการรู้จักใช้ระเบียบข้อบังคับของการสืบเสาะอย่างเหมาะสม

บาบี และคณะ (Babee et al., 2006, p. 1 อ้างถึงใน วารุณี บุญรอด, 2556, หน้า 26) และนักการศึกษาจากลุ่ม (BSCS) ได้เสนอกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ เพื่อให้ผู้เรียนสร้างองค์ความรู้ใหม่ โดยเชื่อมโยงสิ่งที่เรียนรู้เข้ากับประสบการณ์ เป็นความรู้หรือแนวคิดของผู้เรียนเอง เรียกรูปแบบการสอนนี้ว่า Inquiry cycle หรือ 5E

พจนา ทรัพย์สมาน (2550) ได้กล่าวถึงลักษณะสำคัญของการจัดการเรียนรู้โดยให้ผู้เรียนแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง โดยยึดหลักการจัดการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเอง (Constructivism) ทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเองโดยการสร้างสรรค์ชิ้นงาน (Constructionism) และทฤษฎีพหุปัญญา (Theory of multiple intelligences)

จากคำกล่าวข้างต้นสามารถสรุปความเป็นมาและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องการจัดการเรียนการสอนโดยใช้รูปแบบสืบเสาะหาความรู้ 5Es ได้ว่า ผู้พัฒนารูปแบบนี้ คือ จอยซ์และเวลล์ โดยพัฒนามาจากแนวคิดของเธเลน 2 แนวคิด คือ แนวคิดเกี่ยวกับการสืบเสาะแสวงหาความรู้ (Inquiry) และแนวคิดเกี่ยวกับความรู้ (Knowledge) ซึ่งแนวความคิดดังกล่าว มีตัวปัญหาเป็นปัจจัยสำคัญในการกระตุ้นความต้องการที่จะสืบค้นหรือเสาะแสวงหาความรู้โดยผ่านกระบวนการสืบสอบ (Inquiry) ที่ต้องอาศัยความรู้และประสบการณ์ และสอดคล้องกับทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเอง (Constructivism)

2. ความหมายและการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5Es

ความหมายและการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5Es ได้มีนักวิชาการได้ให้ความหมายไว้ดังนี้

ไสว ฟักขาว (2544, หน้า 102) ได้กล่าวถึง วิธีการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ เป็นวิธีการที่เน้นการแสวงหาความรู้ เพื่อการแก้ปัญหาโดยใช้คำถาม จัดเป็นวิธีการสอนที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้มีส่วนร่วมในกิจกรรมการสอน บทบาทของครูผู้สอนจะลดลง ผู้สอนจะเปิดโอกาสและชี้แนะให้ผู้เรียนได้ร่วมคิด ร่วมแสดงความคิดเห็น ร่วมค้นคว้า และสรุปความรู้ด้วยตนเอง จากการถามตอบหรือครูและผู้เรียนผลัดกันถามก็ได้ แต่รูปแบบที่ผู้เรียนเป็นผู้ถามจะสอดคล้องกับแนวการจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลางมากที่สุด

สุวิทย์ มูลคำ และอรทัย มูลคำ (2545, หน้า 136) ได้กล่าวถึง การจัดการเรียนรู้แบบสืบสวนสอบสวน คือ กระบวนการเรียนรู้ที่เน้นการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาด้วยวิธี

การฝึกให้ผู้เรียนรู้จักศึกษาหาความรู้ โดยผู้สอนตั้งคำถามกระตุ้นให้ผู้เรียนใช้กระบวนการทางความคิดหาเหตุผล จนค้นพบความรู้หรือแนวทางการแก้ปัญหาที่ถูกต้องได้ด้วยตนเอง สรุปเป็นหลักการกฎเกณฑ์ หรือวิธีการในการแก้ปัญหา และสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการควบคุม ปรับปรุงเปลี่ยนแปลง หรือสร้างสรรค์สิ่งแวดล้อมในสถานการณ์ต่าง ๆ ได้อย่างกว้างขวาง

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2554, หน้า 18) ระบุถึง การสอนแบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ เป็นกระบวนการที่ผสมผสานระหว่างการใช้กระบวนการคิดและทักษะต่าง ๆ เพื่อที่จะแก้ปัญหาหรือค้นหาคำตอบ ทำให้เกิดความเข้าใจและสามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้ และสามารถสร้างเป็นองค์ความรู้ของนักเรียนเอง

เวชฤทธิ์ อังกนะภัทรขจร (2555, หน้า 95) ได้กล่าวถึง สอนแบบสืบเสาะหาความรู้เป็นรูปแบบการสอนที่อยู่บนพื้นฐานการสร้างความรู้ (Constructivism) เป็นกระบวนการที่นักเรียนจะต้องสืบค้น เสาะหา สำรวจ ตรวจสอบ และค้นคว้าด้วยวิธีการต่าง ๆ จนทำให้เกิดความเข้าใจและเกิดการรับรู้นั้นอย่างมีความหมาย และสามารถสร้างเป็นองค์ความรู้ของนักเรียนเอง

ศศิธร เวียงวะลัย (2556, หน้า 147) ได้ให้ความหมายของการจัดการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ไว้ว่า หมายถึง การจัดกระบวนการเรียนรู้โดยให้ผู้เรียนค้นหาความจริง โดยการแสวงหาความรู้ มุ่งส่งเสริมให้ผู้เรียนได้ฝึกคิดหาเหตุผล ลงมือปฏิบัติ สำรวจตรวจสอบ เน้นให้ผู้เรียนสร้างความรู้ใหม่ สิ่งประดิษฐ์ใหม่ด้วยตนเอง

จากความหมายข้างต้นสรุปได้ว่า ความหมายและการจัดการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ หมายถึง กระบวนการคิด ฝึกการคิดหาเหตุผล ที่เน้นการสืบค้นอย่างเป็นระบบ เพื่อหาคำตอบโดยใช้คำถามนำไปสู่การพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหา หรือ เพื่อการสร้างองค์ความรู้ต่าง ๆ ด้วยตนเอง ซึ่งคำถามนั้นต้องการกระตุ้นและเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้หาเหตุผล ลงมือปฏิบัติ สำรวจตรวจสอบด้วยตนเอง จนทำให้เกิดความเข้าใจและเกิดการรับรู้ได้อย่างมีความหมาย

3. ลักษณะการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5Es

กู๊ด (Good, 1973, p. 303) ได้กล่าวไว้ว่า การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ มีลักษะเป็นแบบเดียวกับการสอนโดยวิธีการแก้ปัญหา (Problem solving approach) มีลักษณะสำคัญ คือ

1. เป็นการเรียนจากกิจกรรมที่จัดขึ้น
2. ผู้เรียนใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ในการจัดกิจกรรม

คาริน (Carin, 1993, p. 86) ได้กล่าวไว้ว่า การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ เป็นกระบวนการที่เมื่อพบปัญหาแล้วมีการตั้งสมมติฐานหรือหาคำตอบที่เป็นไปได้ ทดสอบสมมติฐานนั้น ด้วยข้อมูลที่รวบรวมได้ แล้วพยายามที่จะประยุกต์ข้อสรุปนั้นมาเป็นความรู้ใหม่ โดยประเด็นหลักอยู่ที่กระบวนการ (Process) มากกว่าผลผลิต (Product)

พจนา ทรัพย์สมาน (2550) ได้กล่าวถึง จุดเน้นสำคัญในการจัดการเรียนรู้โดยให้ผู้เรียนแสวงหาความรู้และค้นพบความรู้ด้วยตนเองว่า อยู่ที่การทำให้ผู้เรียนเรียนด้วยความรู้สึกอยากรู้อยากเรียน เป็นเจ้าของการเรียนรู้ที่จริง มีโอกาสได้วางแผนการเรียนรู้ กำหนดขอบเขตการเรียนรู้ของตนเองลงมือเรียนรู้ตามแผนและควบคุมการเรียนรู้ของตนเอง

จากคำกล่าวข้างต้น สรุปลักษณะการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5Es ได้ว่า เป็นกระบวนการเรียนรู้ที่ฝึกให้ผู้เรียนรู้จักศึกษาค้นคว้าหาความรู้ด้วยตนเอง รู้จักวางแผน และควบคุมการเรียนรู้ โดยผู้สอนมีบทบาทในการตั้งคำถาม กระตุ้นให้ผู้เรียนได้ หาเหตุผลจนค้นพบความรู้หรือแนวทางในการแก้ไขปัญหาที่ถูกต้องด้วยตนเอง แล้วสรุปออกมาเป็นหลักการ หรือวิธีการในการแก้ปัญหา

4. รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบการสืบเสาะหาความรู้ 5Es

การสืบเสาะหาความรู้เป็นรูปแบบการสอนที่อยู่บนพื้นฐานของทฤษฎีการสร้างองค์ความรู้ (Contructivism) เป็นกระบวนการที่ผู้เรียนจะต้องสืบค้น เสาะหา สำรวจ ตรวจสอบ และค้นคว้าด้วยวิธีการต่าง ๆ ขั้นตอนของการเรียนแบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอน ดังนี้ (สสวท., 2554, หน้า 18-19)

1. ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement) ในขั้นนี้เป็นการนำเข้าสู่บทเรียนหรือเรื่องที่สนใจของนักเรียนเองหรือการนำเสนออภิปรายภายในกลุ่ม สถานการณ์ที่น่าสนใจหรืออาจจะเป็นการเชื่อมโยงความรู้เดิมเป็นตัวกระตุ้นให้นักเรียนสร้างประเด็นขึ้นมา หรือครูนำเสนอปัญหา หรือสถานการณ์ที่เกี่ยวกับคณิตสาสตร์ที่อยู่ในความสนใจของผู้เรียน จากนั้นกระตุ้นให้เกิดความอยากรู้อยากเห็น ยั่วยุ เพื่อนำไปสู่การแก้ปัญหา

2. ขั้นสำรวจและค้นคว้า (Exploration) เมื่อทำความเข้าใจในประเด็นหรือคำถามที่สนใจจะศึกษา ก็มีวางแผนกำหนดแนวทางการสำรวจตรวจสอบ การตั้งสมมติฐาน กำหนดทางเลือกที่เป็นไปได้ ครูกระตุ้นให้ผู้เรียนตรวจสอบปัญหาหรือสถานการณ์ โดยเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้สำรวจตรวจสอบ สืบค้น ทดลอง ค้นหา และรวบรวมข้อมูล และใช้วิธีการต่าง ๆ ในการหาคำตอบ

3. ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation) เป็นขั้นที่นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์แปลผลและนำเสนอในรูปแบบต่าง ๆ เช่น การบรรยาย สร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์วาดรูป สร้างตาราง ครูส่งเสริมให้นักเรียนนำข้อมูลที่ได้จากการสำรวจและค้นหามาตรวจสอบ วิเคราะห์ แปลผล หาข้อสรุป และอภิปรายแลกเปลี่ยนความคิดเห็นพร้อมทั้งนำเสนอในรูปแบต่าง ๆ

4. ขั้นขยายความรู้ (Elaboration) เป็นขั้นที่นำความรู้เก่ามาเชื่อมโยงกับความรู้หรือแนวคิดที่ได้จากการค้นคว้าเพิ่มเติม หรือนำแบบจำลองไปอธิบายสถานการณ์หรือเหตุการณ์อื่น ๆ ครูควรจัดกิจกรรมหรือสถานการณ์ให้นักเรียนมีความรู้เพิ่มเติม หรือขยายกรอบแนวคิดกว้างขึ้น

หรือเชื่อมโยงความรู้สู่สถานการณ์ใหม่

5. ขั้นประเมิน (Evaluation) เป็นการประเมินการเรียนรู้ด้วยกระบวนการต่าง ๆ ตรวจสอบความถูกต้องของความรู้ที่ได้ โดยให้นักเรียนได้วิเคราะห์ วิจารณ์แลกเปลี่ยนความรู้ซึ่งกันและกัน อภิปราย ประเมินปรับปรุง เพิ่มเติมและสรุป

สมบัติ การจนารักพงศ์ (2549) ได้กล่าวถึง ขั้นตอนการจัดกิจกรรมวัฏจักรการเรียนรู้ 5 ขั้นตอน (5Es) ดังนี้

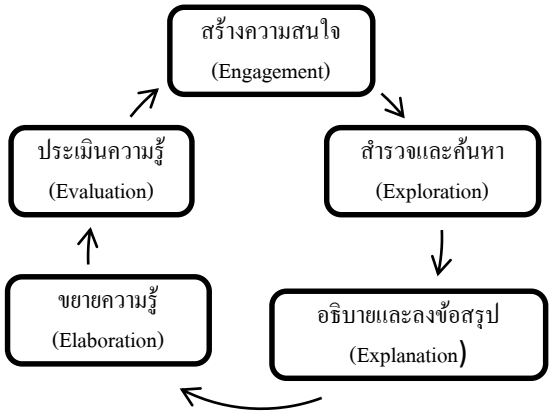
ขั้นที่ 1 ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement) ขั้นนี้เป็นขั้นของการนำเข้าสู่บทเรียน หรือเรื่องที่สนใจ ซึ่งเกิดขึ้นเองจาก ความสนใจ หรืออาจเริ่มจากความสนใจของตัวนักเรียนเอง หรือเกิดจากการอภิปรายในกลุ่มเรื่องที่น่าสนใจอาจมาจากเหตุการณ์ที่กำลังเกิดคำถาม กำหนดประเด็นที่จะศึกษา ในกรณีที่ยังไม่มีประเด็นใดน่าสนใจ ครูอาจหาศึกษาจากสื่อต่าง ๆ หรือเป็นผู้กระตุ้นด้วยการเสนอประเด็นขึ้นมาก่อน แต่ไม่ควรบังคับให้นักเรียนยอมรับประเด็นหรือคำถามที่ครูกำลังสนใจเรื่องที่จะต้องศึกษา

ขั้นที่ 2 ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration) ขั้นนี้เป็นขั้นที่นักเรียนได้ทำกิจกรรมต่าง ๆ ในการสำรวจ นักเรียนสำรวจและค้นหาในเนื้อหาและสร้างเป็นคำพูดของตนเอง ผู้เรียนมีเวลาในการที่จะพูดคุยกับนักเรียนคนอื่น ๆ จากนั้นนักเรียนก็สร้างองค์ความรู้ และทำความเข้าใจด้วยตนเองและในขณะเดียวกันก็ทำตามความเข้าใจเรื่องคนอื่นด้วย

ขั้นที่ 3 ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation) ขั้นนี้เป็นขั้นที่ได้จากการสำรวจค้นคว้าซึ่งผู้เรียนได้ดำเนินการมาแล้ว นักเรียนสามารถกำหนดแนวคิดรวบยอดตามเข้าใจของนักเรียนเองโดยผ่านประสบการณ์และความรู้เดิมของนักเรียนที่มีอยู่ และสามารถประมวลเป็นความรู้ เพื่อถ่ายทอดและสื่อสารไปยังผู้อื่นได้

ขั้นที่ 4 ขั้นขยายความรู้ (Elaboration) ขั้นนี้นักเรียนมีโอกาสในการประยุกต์ใช้แนวคิดความคิดรวบยอดนำไปสู่การค้นหาในสถานการณ์ใหม่ ๆ ที่ละเอียดและระดับลึกลงไป นักเรียนสามารถค้นคว้ารายละเอียดในสิ่งที่ต้องการศึกษาและสำรวจตรวจสอบได้มากขึ้น ตลอดจนการใช้ทักษะต่าง ๆ และมีการอภิปรายแลกเปลี่ยนความคิดเห็นร่วมกับผู้อื่น

ขั้นที่ 5 ขั้นประเมิน (Evaluation) ขั้นนี้เป็นขั้นสำคัญ เนื่องจาก นักเรียนที่จะได้รับผลสะท้อนย้อนกลับ (Feedback) จากประสบการณ์และความเข้าใจของนักเรียน นักเรียนยังคงพัฒนาแนวคิดรวบยอดและความเข้าใจอย่างต่อเนื่อง นักเรียนจะประเมินความเข้าใจของตนเองจากแนวคิดที่เป็นกุญแจสำคัญและการพัฒนาของทักษะพื้นฐานที่จำเป็น



ภาพที่ 2 ขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ (5Es: Inquiry cycle)

นอกจากนี้ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาตร์เทคโนโลยี ได้ระบุบทบาทของครูในการจัดกิจกรรมการเรียนการเรียนการสอนแบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5Es) และรายละเอียดเกี่ยวกับกิจกรรมการสอนของครูและนักเรียน ดังตารางที่ 2-5 ดังนี้ (สสวท., 2548)

ตารางที่ 2-5 ขั้นตอนของรูปแบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5Es)

ขั้นตอนการเรียนการสอน	กิจกรรมการเรียนการสอน	ลักษณะกิจกรรมและสถานการณ์	บทบาทครู	บทบาทของนักเรียน
1. สร้างความสนใจ	ครูจัดกิจกรรมหรือสถานการณ์กระตุ้นยั่วยุหรือท้าทายให้นักเรียนสนใจสงสัยอยากรู้อยากเห็น เกิดขัดแย้ง ปัญหา ทำให้นักเรียนต้องการ	1. เชื่อมโยงความรู้เดิม 2. นำเสนอแปลกใหม่ นักเรียนไม่เคยรู้มาก่อน 3. ยั่วยุ ท้าทาย น่าสนใจ ใคร่รู้ 4. เปิดโอกาสให้มีแนวทาง	1. สร้างความสนใจ 2. สร้างความอยากรู้ อยากเห็น 3. ตั้งคำถามกระตุ้นให้นักเรียนคิด 4. เปิดโอกาสให้นักเรียนได้มีเวลาคิดก่อนตอบคำถาม	1. ตั้งคำถาม 2. ตอบคำถาม 3. แสดงความคิดเห็น 4. กำหนดปัญหา เรื่องที่สำรวจ

ตารางที่ 2-5 (ต่อ)

ขั้นตอนการเรียนการสอน	กิจกรรมการเรียนการสอน	ลักษณะกิจกรรมและสถานการณ์	บทบาทครู	บทบาทของนักเรียน
1. สร้างความสนใจ	ศึกษา ค้นคว้า ทดลอง หรือแก้ปัญหา เกิดการสำรวจตรวจสอบด้วยตนเอง	5. นำไปสู่กระบวนการตรวจสอบด้วยตนเองของนักเรียนเอง	5. ดึงเอาคำตอบหรือความคิดที่ยังไม่ชัดเจน ไม่สมบูรณ์ 6. เปิดโอกาสให้นักเรียนสร้างความกระจ่างในปัญหาที่สำรวจ 7. เปิดดอกาสให้นักเรียนเลือกหรือกำหนดปัญหาที่สำรวจตรวจสอบ	5. แสดงความสนใจ
2. สำรวจและค้นหา	ครูจัดกิจกรรมหรือสถานการณ์ให้นักเรียนสำรวจตรวจสอบปัญหาหรือประเด็นที่นักเรียนสนใจ	1. นักเรียนได้เรียนรู้แสวงหาความรู้ด้วยตนเอง 2. นักเรียนตั้งสมมติฐานได้หลากหลาย 3. พิจารณาข้อมูล และข้อเท็จจริงที่ปรากฏแล้วกำหนดสมมติฐานที่เป็นไปได้	1. ให้โอกาสนักเรียนได้วิเคราะห์กระบวนการสำรวจตรวจสอบ 2. ถามเพื่อนำไปสู่การสำรวจตรวจสอบ 3. ส่งเสริมให้นักเรียนได้สำรวจตรวจสอบด้วยตนเอง	1. คิดอย่างอิสระแต่อยู่ในขอบเขตของกิจกรรม 2. ตั้งสมมติฐาน 3. พิจารณาสมมติฐานที่เป็นไปได้โดยอภิปราย

ตารางที่ 2-5 (ต่อ)

ขั้นตอนการเรียนการสอน	กิจกรรมการเรียนการสอน	ลักษณะกิจกรรมและสถานการณ์	บทบาทครู	บทบาทของนักเรียน
2. สำรวจและค้นหา	ครูจัดกิจกรรมหรือสถานการณ์ให้นักเรียนสำรวจตรวจสอบปัญหาหรือประเด็นที่นักเรียนสนใจ	4. นักเรียนวางแผนแนวทางการแก้ปัญหา 5. นักเรียนวิเคราะห์อภิปรายเกี่ยวกับการตรวจสอบ 6. ให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติในการสำรวจตรวจสอบ	4. ให้เวลานักเรียนได้คิดไตร่ตรองปัญหา 5. สังเกตการทำงานของนักเรียน 6. ฟังการโต้ตอบของนักเรียน 7. ทำหน้าที่ในการให้คำปรึกษา	4. ระดมความคิดในการแก้ปัญหาตรวจสอบ 5. ตรวจสอบสมมติฐานอย่างเป็นระบบขั้นตอนถูกต้อง 6. บันทึกผลการสังเกตหรือผลการสำรวจตรวจสอบอย่างเป็นระบบละเอียดรอบคอบ
3. อธิบายและลงข้อสรุป	ครูจัดกิจกรรมหรือสถานการณ์ให้นักเรียนได้วิเคราะห์อธิบายความรู้หรือ	1. นักเรียนนำข้อมูลที่ได้จากการสำรวจตรวจสอบมาวิเคราะห์แปลผลสรุปผลสอดคล้องกับข้อมูลถูกต้องเชื่อถือได้ อภิปรายผลอย่างสมเหตุสมผล	1. ส่งเสริมให้นักเรียนได้อธิบายผลการสำรวจตรวจสอบและแนวคิดด้วยคำพูดของนักเรียนเอง	1. อธิบายการแก้ปัญหาหรือผลสำรวจตรวจสอบได้

ตารางที่ 2-5 (ต่อ)

ขั้นตอนการเรียนการสอน	กิจกรรมการเรียนการสอน	ลักษณะกิจกรรมและสถานการณ์	บทบาทครู	บทบาทของนักเรียน
3. อธิบายและลงข้อสรุป	อภิปราย ซักถาม แลกเปลี่ยนความคิดเห็นซึ่งกันและกันเกี่ยวกับสิ่งได้จากการเรียนรู้หรือสิ่งที่ได้ค้นพบ เพื่อให้นักเรียนได้พัฒนาความรู้ความเข้าใจในองค์ความรู้ที่ได้อย่างชัดเจน	นำเสนอผลงานในรูปแบบต่าง ๆ 2. มีการอภิปราย ซักถาม แลกเปลี่ยนความคิดเห็นเกี่ยวกับผลงานของนักเรียน 3. มีการพิสูจน์ตรวจสอบให้แน่ใจ (ทำซ้ำหรือมีเอกสารอ้างอิงหรือหลักฐานชัดเจน)	2. ให้นักเรียนเชื่อมโยงประสบการณ์และความรู้เดิมมาใช้ในการอธิบาย 3. ให้นักเรียนอธิบายโดยการอ้างอิงเหตุผลหลักการทางวิชาการหรือหลักฐานประกอบ 4. ให้ความสนใจกับคำอธิบายของนักเรียน	2. อธิบายผลการสำรวจตรวจสอบสอดคล้องกับข้อมูล 3. อธิบายโดยอ้างเหตุผลหลักการทางวิชาการและหลักฐานประกอบ 4. ฟังการอธิบายของผู้อื่นแล้วคิดวิเคราะห์ 5. อภิปรายซักถามเกี่ยวกับสิ่งที่เพื่นอธิบาย

ตารางที่ 2-5 (ต่อ)

ขั้นตอนการเรียนการสอน	กิจกรรมการเรียนการสอน	ลักษณะกิจกรรมและสถานการณ์	บทบาทครู	บทบาทของนักเรียน
4. ขยายความรู้	ครูจัดกิจกรรมหรือสถานการณ์ที่เปิดโอกาสให้นักเรียนได้ขยายหรือเพิ่มเติมความรู้ความเข้าใจในองค์ความรู้ใหม่ให้กว้างขวางกระจ่างสมบูรณ์และลึกซึ้งยิ่งขึ้น	1. ให้นักเรียนมีความรู้สึกลึกซึ้งหรือขยายกรอบความคิดให้กว้างขึ้น	1. ส่งเสริมให้นักเรียนขยายแนวคิดและทักษะจากการสำรวจ	1. ใช้ข้อมูลจากการสำรวจตรวจสอบไปอธิบายหรืออธิบายหรือทักษะจากการสำรวจไปใช้สถานการณ์ใหม่ที่คล้ายกับสถานการณ์เดิม
		2. ให้นักเรียนได้เชื่อมโยงความรู้เดิมไปสู่ความรู้ใหม่	2. ส่งเสริมให้นักเรียนเชื่อมโยงความรู้จากการสำรวจตรวจสอบกับความรู้อื่น ๆ	2. นำข้อมูลจากการสังเกตตรวจสอบไปสร้างความรู้ใหม่
		3. ให้นักเรียนนำความรู้ใหม่ไปสู่การศึกษาค้นคว้าเพิ่มขึ้น		3. นำความรู้ใหม่เชื่อมโยงกับความรู้เดิมเพื่ออธิบายหรือนำไปใช้ในชีวิตประจำวัน
		4. ให้นักเรียนนำความรู้ที่ได้ไปประยุกต์ใช้ในเรื่อง หรือสถานการณ์อื่น		

ตารางที่ 2-5 (ต่อ)

ขั้นตอนการเรียนการสอน	กิจกรรมการเรียนการสอน	ลักษณะกิจกรรมและสถานการณ์	บทบาทครู	บทบาทของนักเรียน
5. ประเมินผล	ครูจัดกิจกรรมหรือสถานการณ์ที่เปิดโอกาสให้นักเรียนวิเคราะห์ วิจารณ์ หรืออภิปราย ซักถามและเปลี่ยนองค์ความรู้ซึ่งกันและกัน เปรียบเทียบประเมิน ปรับปรุง เพิ่มเติม ทบทวน	มีการตรวจสอบความถูกต้องขององค์ความรู้ที่ได้ โดย - วิเคราะห์แลกเปลี่ยนเรียนรู้ - อภิปรายประเมิน ปรับปรุง - เปรียบเทียบผลสำรวจกับสมมติฐานที่ตั้งไว้	1. ถามคำถามที่นำไปสู่การประเมิน 2. ส่งเสริมให้นักเรียนประเมิน 3. วิเคราะห์สิ่งที่ควรปรับปรุงแก้ไข	1. วิเคราะห์กระบวนการ 2. ถามคำถามที่เกี่ยวข้องจากการสังเกตหลักฐานการอธิบายซึ่งอาจนำไปสู่การสำรวจใหม่ 3. ประเมินความก้าวหน้า

ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบรูปแบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5Es) มีบรรยากาศในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนทั่วไป และปฏิสัมพันธ์ที่เกิดขึ้นในชั้นเรียนระหว่างครูกับนักเรียน ดังแสดงในตารางที่ 2-6

ตารางที่ 2-6 บรรยากาศในการเรียนการสอนแบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้

บรรยากาศในการเรียนการสอนทั่ว ๆ ไป	ปฏิสัมพันธ์ระหว่างครูกับนักเรียน	ปฏิสัมพันธ์ระหว่างนักเรียนกับนักเรียน
1. ไม่เครียด 2. สนุก 3. ไม่สับสน 4. นักเรียนคิดอย่างอิสระ 5. นักเรียนสนใจกระตือรือร้นเข้าร่วมกิจกรรม	1. ครูเป็นกันเองกับนักเรียน 2. ครูยิ้มแย้มแจ่มใส 3. ครูติชมนักเรียนอย่างสร้างสรรค์ 4. ครูให้คำปรึกษา แนะนำช่วยเหลือนักเรียน 5. ครูยอมรับฟังความคิดเห็นของนักเรียน	1. ร่วมมือในการทำกิจกรรมช่วยกันคิด ช่วยกันทำ 2. อภิปรายแสดงความคิดเห็นร่วมกัน 3. ยอมรับฟังความคิดเห็นซึ่งกันและกัน

จากขั้นตอนข้างต้น ในการจัดการเรียนโดยรูปแบบการสืบเสาะหาความรู้ 5Es ที่ผู้วิจัยได้สรุปตามขั้นตอน 5 ขั้น เพื่อนำเป็นแนวทางในการทำวิจัยต่อไป ได้ดังตารางที่ 2-7 ดังนี้

ตารางที่ 2-7 สรุปขั้นตอนการเรียนโดยรูปแบบการสืบเสาะหาความรู้ 5Es

สสวท.	สมบัติ การจนารักพงศ์	ผู้วิจัย
1. ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement) ในขั้นนี้เป็นการนำเข้าสู่บทเรียนหรือเรื่องที่สนใจของนักเรียนเองหรือการนำเสนออภิปรายภายในกลุ่มสถานการณ์ที่น่าสนใจหรืออาจจะเป็นการเชื่อมโยงความรู้เดิมเป็นตัวกระตุ้นให้นักเรียนสร้างประเด็นขึ้นมา	1. ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement) ขั้นนี้เป็นขั้นของการนำเข้าสู่บทเรียนหรือเรื่องที่สนใจ ซึ่งเกิดขึ้นเองจาก ความสนใจ หรืออาจเริ่มจากความสนใจของตัวนักเรียนเองหรือเกิดจากการอภิปรายในกลุ่มเรื่องที่น่าสนใจอาจมาจากเหตุการณ์ที่กำลังเกิดคำถาม	1. ขั้นการสร้างความสนใจ (Engagement) ครูนำเสนอปัญหาหรือสถานการณ์เกี่ยวข้องกับคณิตศาสตร์ ที่อยู่ในความสนใจของผู้เรียน หากยังไม่ได้ประเด็นที่สนใจผู้สอนสืบค้นจากสื่อต่าง ๆ แล้วกระตุ้นโดยนำเสนอปัญหาโดยไม่บังคับผู้เรียน

ตารางที่ 2-7 (ต่อ)

สสวท.	สมบัติ การจนารักพงศ์	ผู้วิจัย
หรือครูนำเสนอปัญหา หรือสถานการณ์ที่เกี่ยวกับคณิตศาสตร์ที่อยู่ในความสนใจของผู้เรียน จากนั้นกระตุ้นให้เกิดความอยากรู้ อยากเห็น ยั่วยุเพื่อนำไปสู่การแก้ปัญหา	กำหนดประเด็นที่จะศึกษา ในกรณีที่ยังไม่มีประเด็นใดน่าสนใจ ครูอาจหาศึกษาจากสื่อต่าง ๆ หรือเป็นผู้กระตุ้นด้วยการเสนอประเด็นขึ้นมาก่อน แต่ไม่ควรบังคับให้นักเรียนยอมรับประเด็นหรือคำถามที่ครูกำลังสนใจเรื่องที่จะต้องศึกษา	
2. ขั้นสำรวจและค้นคว้า (Exploration) เมื่อทำความเข้าใจในประเด็นหรือคำถามที่สนใจจะศึกษา ก็มีวางแผนกำหนดแนวทางการสำรวจตรวจสอบ การตั้งสมมติฐาน กำหนดทางเลือกที่เป็นไปได้ ครูกระตุ้นให้ผู้เรียนตรวจสอบปัญหาหรือสถานการณ์ โดยเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้สำรวจตรวจสอบ สืบค้น ทดลอง ค้นหา และรวบรวมข้อมูล และใช้วิธีการต่าง ๆ ในการหาคำตอบ	2. ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration) ขั้นนี้เป็นขั้นที่นักเรียนได้ทำกิจกรรมต่าง ๆ ในการสำรวจ นักเรียนสำรวจและค้นหาในเนื้อหาและสร้างเป็นคำพูดของตนเอง ผู้เรียนมีเวลาในการที่จะพูดคุยกับนักเรียนคนอื่น ๆ จากนั้นนักเรียนก็สร้างองค์ความรู้ และทำความเข้าใจด้วยตนเองและในขณะเดียวกันก็ทำตามความเข้าใจเรื่องคนอื่นด้วย	2. ขั้นการสำรวจและค้นคว้า (Exploration) ผู้สอนกระตุ้นให้ผู้เรียนสำรวจปัญหา ค้นคว้า สืบค้นข้อมูลที่จำเป็นและเพียงพอในการนำไปสู่การหาคำตอบ โดยผู้เรียนต้องนำข้อมูลที่ได้มาสนทนากับเพื่อน พยายามทำความเข้าใจด้วยตนเองและทำความเข้าใจร่วมกับเพื่อน ครูคอยช่วยเหลือและให้คำแนะนำ

ตารางที่ 2-7 (ต่อ)

สสวท.	สมบัติ การจนารักพงศ์	ผู้วิจัย
3. ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation) เป็นขั้นที่นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์แปลผลและนำเสนอในรูปแบบต่าง ๆ เช่น การบรรยาย สร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ วาดรูป สร้างตาราง ครูส่งเสริมให้นักเรียนนำข้อมูลที่ได้จากการสำรวจและค้นหามาตรวจสอบ วิเคราะห์แปลผล หาข้อสรุป และอภิปรายแลกเปลี่ยนความคิดเห็นพร้อมทั้งนำเสนอในรูปแบบต่าง ๆ	3. ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation) ขั้นนี้เป็นขั้นที่ได้จากการสำรวจค้นคว้า ซึ่งผู้เรียนได้ดำเนินการมาแล้ว นักเรียนสามารถกำหนดแนวคิดรวบยอดตามเข้าใจของนักเรียนเอง โดยผ่านประสบการณ์และความรู้เดิมของนักเรียนที่มีอยู่ และสามารถประมวลเป็นความรู้ เพื่อถ่ายทอดและสื่อสารไปยังผู้อื่นได้	3. ขั้นการอธิบาย (Explanation) ผู้สอนคอยกระตุ้นให้ผู้เรียนได้มีโอกาสนำเสนอข้อมูลที่ได้มาจากการวิเคราะห์แปลผล และสรุปผลเรียบร้อยแล้ว นำมาอภิปรายแลกเปลี่ยนความคิดเห็น ถ่ายทอดและสื่อสารกับเพื่อน อาจนำเสนอในรูปตาราง แผนภาพ กราฟ โดยผู้สอนคอยสนับสนุนสื่ออุปกรณ์ที่จำเป็นในการนำเสนอ
4. ขั้นขยายความรู้ (Elaboration) เป็นขั้นที่นำความรู้เก่ามาเชื่อมโยงกับความรู้หรือแนวคิดที่ได้จากการค้นคว้าเพิ่มเติม หรือนำแบบจำลองไปอธิบาย สถานการณ์หรือเหตุการณ์อื่น ๆ ครูควรจัดกิจกรรมหรือสถานการณ์ให้นักเรียนมีความรู้เพิ่มเติมหรือขยายกรอบแนวคิดกว้างขึ้นหรือเชื่อมโยงความรู้สู่สถานการณ์ใหม่	4. ขั้นขยายความรู้ (Elaboration) ขั้นนี้นักเรียนมีโอกาสในการประยุกต์ใช้แนวคิดความคิดรวบยอดนำไปสู่การค้นหาในสถานการณ์ใหม่ ๆ ที่ละเอียด และระดับลึกลงไป นักเรียนสามารถค้นคว้ารายละเอียดในสิ่งที่ต้องการศึกษาและสำรวจตรวจสอบได้มากขึ้น	4. ขั้นการขยายความรู้ (Elaboration) ผู้สอนควรนำเสนอสถานการณ์ที่สามารถขยายกรอบแนวคิดเพื่อให้ผู้เรียนได้มีโอกาสประยุกต์ใช้แนวคิดหรือขยายกรอบแนวคิดให้กว้างขึ้น เป็นการฝึกฝนผู้เรียนด้วยปัญหาที่ซับซ้อนมากยิ่งขึ้น ใช้ความรู้ในขั้นตอนที่ 3 มาอภิปรายเพื่อหาคำตอบ ใช้ทักษะต่าง ๆ

ตารางที่ 2-7 (ต่อ)

สสวท.	สมบัติ การจนารักพงศ์	ผู้วิจัย
	ตลอดจนการใช้ทักษะต่าง ๆ และมีการอภิปรายแลกเปลี่ยนความคิดเห็นร่วมกับผู้อื่น	และมีการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นร่วมกับผู้อื่น
5. ขั้นประเมิน (Evaluation) เป็นการประเมินการเรียนรู้ด้วยกระบวนการต่าง ๆ ตรวจสอบความถูกต้องของความรู้ที่ได้ โดยให้นักเรียนได้วิเคราะห์วิจารณ์แลกเปลี่ยนความรู้ซึ่งกันและกัน อภิปราย ประเมิน ปรับปรุง เพิ่มเติมและสรุป	5. ขั้นประเมิน (Evaluation) ขั้นนี้เป็นขั้นสำคัญ เนื่องจากนักเรียนที่จะได้รับผลสะท้อนย้อนกลับ (Feedback) จากประสบการณ์และความเข้าใจของนักเรียน นักเรียนยังคงพัฒนาแนวคิดรวบยอดและความเข้าใจอย่างต่อเนื่อง นักเรียนจะประเมินความเข้าใจของตนเองจากแนวคิดที่เป็นกุญแจสำคัญและการพัฒนาของทักษะพื้นฐานที่จำเป็น	5. ขั้นการประเมินผล (Evaluation) เป็นการตรวจสอบความถูกต้องของความรู้ที่ได้ โดยการร่วมกันวิเคราะห์ สรุปแนวคิดรวบยอดที่ได้จากการค้นคว้า แล้วนำมาแลกเปลี่ยนซึ่งกันและกัน นำไปสู่การพัฒนาตนเอง เนื่องจากผู้เรียนจะได้รับผลย้อนกลับของความรู้ความเข้าใจของผู้เรียนเองจากการประเมินตนเองร่วมกับผู้อื่น ครูคอยสังเกตและกระตุ้นหรือคอยชี้แนะผู้เรียนให้แสดงความคิดเห็น เพื่อนำไปสู่ข้อสรุปในเชิงเนื้อหาสาระ และการร่วมกิจกรรมของผู้เรียน

5. บทบาทของครูผู้สอนในการจัดการเรียนการสอนโดยใช้รูปแบบสืบเสาะหาความรู้ 5Es

เวชฤทธิ์ อังกนะภัทรขจร (2555, หน้า 95-96) ได้กล่าวถึง บทบาทของครูของการจัดการเรียนการสอนโดยใช้รูปแบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 การสร้างความสนใจ (Engagement) บทบาทของครู คือ สร้างความสนใจ

สร้างความอยากรู้อยากเห็น ตั้งคำถามกระตุ้นให้นักเรียนคิดและแก้ปัญหา

ขั้นตอนที่ 2 การสำรวจและค้นคว้า (Exploration) บทบาทของครู คือ ส่งเสริมให้นักเรียนได้ทำงานร่วมกันในการตรวจสอบ สังเกต และฟังการโต้ตอบกันระหว่างนักเรียนกับนักเรียน ให้เวลานักเรียนในการคิดข้อสงสัยตลอดจนปัญหาต่าง ๆ และทำหน้าที่ให้คำปรึกษาแก่นักเรียน

ขั้นตอนที่ 3 การอธิบาย (Explanation) บทบาทของครู คือ ส่งเสริมให้นักเรียนอธิบายแนวคิดปะกอบเหตุผล แสดงหลักฐานโดยใช้ประสบการณ์เดิมของตนเองเป็นพื้นฐานในการอธิบายแนวคิด

ขั้นตอนที่ 4 การขยายความรู้ (Elaboration) บทบาทของครู คือ ส่งเสริมให้นักเรียนนำสิ่งที่ได้เรียนรู้ไปประยุกต์ใช้หรือขยายความรู้และทักษะในสถานการณ์ใหม่

ขั้นตอนที่ 5 การประเมิน (Evaluation) บทบาทของครู คือ สังเกตนักเรียนในการนำแนวคิดและทักษะใหม่ไปประยุกต์ใช้ ประเมินความรู้และทักษะนักเรียน หาหลักฐานที่แสดงว่านักเรียนเปลี่ยนความคิดหรือพฤติกรรม ให้นักเรียนประเมินการเรียนรู้และทักษะกระบวนการกลุ่ม

พจนา ทรัพย์สมาน (2549 อ้างถึงใน บุญเลี้ยง ทุมทอง, 2556, หน้า 120-121) ได้กล่าวถึงบทบาทของครูผู้สอนจากการถ่ายทอดความรู้เป็นผู้ช่วยเหลืออำนวยความสะดวกในการเรียนรู้ของผู้เรียน ให้ผู้เรียนเรียนรู้จากการคิดปฏิบัติจริงตามขั้นตอนเพื่อแสวงหาและค้นพบความรู้ได้ด้วยตนเอง เกิดการเรียนรู้ที่แท้จริง มีความสุขและภาคภูมิใจในตนเอง และนำเสนอบทบาทของครูตามขั้นตอน 5 ขั้น ดังนี้ (บุญเลี้ยง ทุมทอง, 2556, หน้า 123-128)

ขั้นที่ 1 ขั้นจุดประกายความสนใจ ครูผู้สอนใช้คำถามในการกระตุ้นให้ผู้เรียนมีกระบวนการคิดตามลำดับขั้นตอนและจัดให้ทุกคนได้มีส่วนร่วมในการคิดและอภิปรายอย่างกว้างขวาง เพื่อสรุปตัดสินใจที่จะเรียนร่วมกันอย่างมีเหตุผล

ขั้นที่ 2 ขั้นวางแผนการเรียนรู้ ครูช่วยดูแลผู้เรียนให้ผู้เรียนสามารถวางแผนการเรียนรู้ได้ด้วยตนเอง โดยใช้คำถามยั่วยุท้าทาย กระตุ้นให้ผู้เรียนกล้าคิด กล้าตัดสินใจ กล้าอภิปรายวิเคราะห์และสามารถหลอมรวมความคิดสมาชิกทุกคนและสรุปเป็นแนวทางการปฏิบัติร่วมกัน

ขั้นที่ 3 ขั้นลงมือทำตามแผน ครูทำหน้าที่ประสานและเตรียมแหล่งเรียนรู้ สื่อการเรียนรู้และใช้คำถามกระตุ้นให้ผู้เรียนคิดและปฏิบัติงานตามขั้นตอน รวมทั้งการควบคุมดูแลอำนวยความสะดวกให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ตามแผนที่วางไว้ ทุกขั้นตอนจนถึงขั้นตอน นักเรียนสามารถประเมินและปรับปรุงกระบวนการเรียนรู้ของตนเองได้

ขั้นที่ 4 นำเสนอข้อมูลสรุปความรู้ ครูผู้สอนใช้คำถามกระตุ้นให้ผู้เรียนสังเกตเปรียบเทียบ อภิปรายซักถาม และแสดงความคิดเห็นอย่างกว้างขวางเพื่อฝึกให้ผู้เรียนใช้วิจารณญาณพิจารณาตัดสินใจสรุปหรือลงความเห็น รวมทั้งกระตุ้นให้ผู้เรียนร่วมกันวิเคราะห์สรุปขั้นตอน

กระบวนการเรียนรู้ของตนเอง

ขั้นที่ 5 ขั้นจัดทำชิ้นงาน ครูคอยอำนวยความสะดวกเรื่องสื่ออุปกรณ์ สถานที่ควบคุม ดูแลให้ผู้เรียนร่วมกันทำงานให้สำเร็จตามเป้าหมายใช้คำถามกระตุ้นให้ผู้เรียนประเมินผลงาน และกระบวนการทำงานของตนเอง ของกลุ่ม ของเพื่อน แสดงความคิดเห็น ความรู้สึกต่องาน เพื่อสร้างความภูมิใจในความสำเร็จร่วมกัน

วีณา ประชากูล และประสาท เนืองเฉลิม ได้กล่าวถึง การเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ว่าคือ กระบวนการเรียนรู้ที่เน้นการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาด้วยวิธีการฝึกให้ผู้เรียนรู้จักศึกษาค้นคว้าหาความรู้ โดยผู้สอนมีบทบาทในการตั้งคำถาม เพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนได้ใช้กระบวนการทางความคิด หาเหตุผลจนค้นพบความรู้หรือแนวทางในการแก้ไขปัญหาที่ถูกต้องด้วยตนเอง แล้วสรุปออกมาเป็นหลักการ หรือวิธีการในการแก้ปัญหาและสามารถนำไปประยุกต์ใช้ประโยชน์ (วีณา ประชากูล และประสาท เนืองเฉลิม, 2553, หน้า 228)

จากคำกล่าวข้างต้น สามารถสรุปบทบาทของครูผู้สอนในการจัดการเรียนการสอนโดยใช้รูปแบบสืบเสาะหาความรู้ 5Es โดยสรุปตามขั้นตอนได้ ดังนี้

1. ครูเป็นผู้จุดประกายความสนใจของผู้เรียน ด้วยการตั้งคำถาม เพื่อให้ผู้เรียน มีความกระตือรือร้นในการแก้ปัญหา ทำให้ผู้เรียนมีความสนใจ ต้องการเป็นส่วนหนึ่งของปัญหา
2. ครูทำหน้าที่ให้คำปรึกษาในประเด็นที่นักเรียนถกเถียงกันในระหว่างที่นักเรียนคิดข้อสงสัย ครูยั่วยุให้เกิดการปฏิสัมพันธ์ของนักเรียนกับเพื่อนภายในกลุ่ม ให้คำปรึกษาในประเด็นที่คับข้องใจ ไม่ชัดเจนในประเด็นปัญหานั้น ๆ
3. ครูคอยกำกับดูนักเรียนประสานงาน ให้การช่วยเหลือสอดส่องดูแลนักเรียนให้ดำเนินการตามแผนที่วางไว้ กระตุ้นให้ผู้เรียนคิดและปฏิบัติงานตามขั้นตอน นำเสนอหลักฐานแนวความคิดโดยใช้ประสบการณ์เดิมของตนเองเป็นพื้นฐาน
4. ครูใช้คำถามกระตุ้นให้ผู้เรียนสังเกต เปรียบเทียบ อภิปรายซักถาม และแสดงความคิดเห็นอย่างกว้างขวางให้ผู้เรียนร่วมกันวิเคราะห์สรุปขั้นตอนกระบวนการเรียนรู้ของตนเอง นำไปสู่การขยายความรู้และทักษะในสถานการณ์ใหม่
5. ครู สังเกตนักเรียนในการประเมินความรู้และทักษะนักเรียน หาหลักฐานหรือชิ้นงานที่แสดงว่านักเรียนเปลี่ยนความคิดหรือพฤติกรรม ให้ส่งเสริมนักเรียนประเมินการเรียนรู้และทักษะกระบวนการกลุ่ม สามารถแสดงความคิดเห็น ความรู้สึกต่องาน เพื่อสร้างความภูมิใจในความสำเร็จร่วมกัน

6. ประโยชน์ที่ได้รับจากการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5Es

บุญเลี้ยง ทุมทอง (2556, หน้า 128-129) ได้กล่าวถึงคุณค่าและประโยชน์ของการจัดการโดยให้ผู้เรียนแสวงหาความรู้และค้นพบด้วยตนเองที่เกิดกับผู้เรียนนั้นกล่าวโดยสรุป มีดังนี้

1. ส่งเสริมให้ผู้เรียนมีโอกาสได้ค้นพบศักยภาพที่แท้จริงของตนเอง รู้จักและเข้าใจตนเองมากยิ่งขึ้น เนื่องจากผู้เรียนได้แสวงหาและค้นพบด้วยตนเองจากการคิดและลงมือปฏิบัติจริงตามขั้นตอนที่ตนเองได้วางแผน รวมทั้งได้มีโอกาสในการปรับปรุงและพัฒนาตนเอง

2. เกิดการเรียนรู้ที่แท้จริงและเข้าใจในสิ่งที่เรียนรู้อย่างท่องแท้ เนื่องจากผู้เรียนได้รับข้อมูลความรู้จากประสบการณ์ตรงที่เกิดจากการปฏิบัติจริง แล้วใช้กระบวนการคิดเชื่อมโยงสรุปสิ่งที่เรียนรู้ และนำเสนอความรู้ ชิ้นงานและกระบวนการที่เกิดจากการเรียนรู้ สามารถพูด อธิบายได้และเห็นคุณค่าในสิ่งที่ได้เรียนรู้

3. ผู้เรียนได้ฝึกทักษะกระบวนการต่าง ๆ ทั้งกระบวนการคิด ได้ลงมือปฏิบัติ ส่งเสริมให้ผู้เรียนคิดเป็น ทำเป็น แก้ปัญหาเป็นสามารถนำไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวันได้

4. ทำให้ผู้เรียนเห็นคุณค่าในการเรียน เนื่องจากผู้เรียนมีโอกาสเป็นเจ้าของกระบวนการเรียนรู้ของตนเอง คิดและปฏิบัติด้วยตนเอง เกิดความภูมิใจในตนเอง

5. ผู้เรียนได้รับการพัฒนาทักษะทางสังคม เกิดพฤติกรรมที่พึงประสงค์ เนื่องจากผู้เรียนถูกฝึกฝนให้รับผิดชอบด้วยตนเอง ด้วยการคิดและการทำงานกลุ่ม

มาลัย พิมพาเลีย (2553, หน้า 17) ได้กล่าวถึงประโยชน์ของการเรียนรู้วัฏจักรการเรียนรู้ 5 ขั้น (5Es) มี 4 ประการ ดังนี้

1. เพิ่มศักยภาพด้านสติปัญญา (Intellectual potency) เนื่องจากการเรียนแบบสืบเสาะหาความรู้นักเรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนทุกขั้นตอน

2. ส่งเสริมการเรียนรู้ที่เกิดจากแรงจูงใจภายใน (Intrinsic motivation) ในการเรียนแบบสืบเสาะหาความรู้ นักเรียนจะมุ่งอยู่ที่ความสำเร็จของการแก้ปัญหา จนกระทั่งได้รับความรู้ใหม่ด้วยตนเอง นักเรียนมีความคิดเป็นอิสระในการควบคุม นำทางตนเองไปสู่ความสำเร็จในการแก้ปัญหา ไม่ต้องคำนึงถึงเรื่องรางวัลและการลงโทษ สามารถพัฒนาความมีวินัยในตนเองได้ มีความเชื่อมั่นในความสามารถของตนเอง ไม่ท้อถอยเมื่อเจออุปสรรคหรือประสบความล้มเหลว

3. เป็นการเรียนรู้ยุทธศาสตร์ในการเรียน (Heuristic of mearning) การเรียนแบบสืบเสาะหาความรู้นักเรียนจะได้รับการฝึกฝนในการแก้ปัญหา ตลอดจนใช้ความพยายามในการค้นพบความรู้ ยุทธวิธีในการสืบเสาะที่ใช้กันมาก ได้แก่ กระบวนการใช้คำถาม กระบวนการจัดกระทำข้อมูลซึ่งรวมถึงการบันทึกการวิเคราะห์ การประเมิน และการปรับปรุงแก้ไข

4. ส่งเสริมการจดจำความรู้ (Conservation of memory) ในการเรียนรู้นั้นสิ่งที่เรียนรู้

อย่างมีความหมายจะถูกเก็บบันทึกไว้ในหน่วยความจำระยะยาวของสมอง และสามารถเรียกกลับมาใช้ได้อีก เมื่อมีสิ่งเร้าภายนอกมากระตุ้น จะทำให้เกิดการระลึกได้ ความรู้จึงคงทนไม่ลบลืมไป

จากคำกล่าวข้างต้น สามารถสรุปประโยชน์ที่ได้รับจากการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5Es ได้ดังนี้

1. ผู้เรียนรู้จักและเข้าใจตนเองมากยิ่งขึ้น เนื่องจากผู้เรียนเกิดแสวงหาและค้นพบด้วยตนเองจากการคิด รวมถึงการลงมือปฏิบัติจริงตามขั้นตอนที่ตนเองได้วางแผน และมีโอกาสในการปรับปรุงและพัฒนาตนเอง

2. ผู้เรียนได้รับส่งเสริมการเรียนรู้ด้วยตนเองอย่างแท้จริง เพราะการเรียนรู้ดังกล่าวเกิดจากความกระหายใคร่รู้ของผู้เรียนเองที่มีความสนใจที่จะศึกษาความรู้นั้น ๆ สิ่งนี้ย่อมได้ความรู้ที่คงทนและยั่งยืน สามารถพัฒนาตนเองในการศึกษาระดับสูงได้

3. ผู้เรียนได้รับการพัฒนาทักษะทางสังคม เนื่องจากผู้เรียนถูกฝึกฝนให้รับผิดชอบด้วยตนเอง ด้วยการคิดและกระบวนการทำงานกลุ่ม

การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

1. ความหมายของการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

ความหมายของการคิดแก้ปัญหา ได้มีนักวิชาการได้ให้ความหมายไว้ดังนี้

กาเย่ (Gange, 1970 อ้างถึงใน สุคนธ์ สินธพานนท์ และคณะ, 2551, หน้า 104) ได้อธิบายการคิดแก้ปัญหาว่าเป็นรูปแบบหนึ่งที่ต้องอาศัยการเรียนรู้ประเภทหลักการที่มีความเกี่ยวข้องกันตั้งแต่สองประเภทขึ้นไป

เบล (Bell, 1978, p. 310 อ้างถึงใน มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช, 2556, หน้า 9-7) ได้กล่าวว่า การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เป็นการหาคำตอบของสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ซึ่งพิจารณาแล้วว่าเป็นปัญหาโดยผู้หาคำตอบ

โพลยา (Polya, 1980, p. 81 อ้างถึงใน มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช, 2556, หน้า 9-7) ได้กล่าวว่า การแก้ปัญหาเป็นการหาวิธีทางที่จะหาวิ่งที่ไม่รู้ปัญหา เป็นการหาวิธีการที่จะนำสิ่งที่ยุ่งยากออกไป หาวิธีที่จะเอาชนะอุปสรรคที่เผชิญอยู่ เพื่อให้ได้ข้อลงเอย หรือคำตอบที่มีความชัดเจน แต่ว่าสิ่งเหล่านี้มิได้เกิดขึ้นได้อย่างทันทีทันใด

ครูลิค และเรย์ (Krulik & Reys, 1980, pp. 3-4 อ้างถึงใน วารุณี บุญรอด, 2556, หน้า 34) ได้ให้ความหมายของการแก้ปัญหาไว้ 3 ประการ ได้แก่

1. การแก้ปัญหาในฐานะที่เป็นเป้าหมายของการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (Problem solving as a goal) ความสามารถในการแก้ปัญหาเป็นเหตุผลหนึ่งที่สำคัญต่อการเรียนคณิตศาสตร์ดังนั้น

การแก้ปัญหาจึงเป็นอิสระจากคำถามหรือปัญหาเฉพาะเจาะจงหรือวิธีการและเนื้อหาสาระใด ๆ

2. การแก้ปัญหาในฐานะที่เป็นกระบวนการ (Problem solving as a basic skill) เมื่อการแก้ปัญหาเป็นกระบวนการ คือ วิธีการ ยุทธวิธี หรือเทคนิคเฉพาะต่าง ๆ ที่นักเรียนจำเป็นต้องใช้ในการแก้ปัญหาแบบต่าง ๆ กระบวนการแก้ปัญหาเหล่านี้จึงเป็นสาระสำคัญและเป็นเป้าหมายของหลักสูตรคณิตศาสตร์

3. การแก้ปัญหาในฐานะที่เป็นทักษะพื้นฐาน (Problem solving as a basic skill) เมื่อการแก้ปัญหาถูกจัดเป็นทักษะพื้นฐาน การเรียนการสอนคณิตศาสตร์จึงให้ความสำคัญ กับลักษณะเฉพาะของโจทย์ปัญหาแบบของปัญหา และวิธีการแก้ปัญหาต่าง ๆ ที่ควรใช้ จุดเน้นอยู่ที่สาระสำคัญของการแก้ปัญหาที่ทุกคนต้องเรียนรู้และเลือกปัญหาและเทคนิควิธีการแก้ปัญหา

สมาคมครูคณิตศาสตร์แห่งชาติของสหรัฐอเมริกา (Nation Council of Supervisors of Mathematics, 2000, p. 52 อ้างถึงใน วารุณี บุญรอด, 2556, หน้า 34) ได้กล่าวถึงความหมายของการแก้ปัญหาว่า การแก้ปัญหา คือ การทำงานที่ยังไม่รู้วิธีการได้มาซึ่งคำตอบในทันที ซึ่งการหาคำตอบของนักเรียนต้องนำความรู้ที่มีอยู่เข้าไปสู่กระบวนการแก้ปัญหา เพื่อที่จะทำให้เกิดความรู้ใหม่ ๆ การแก้ปัญหาไม่ได้มีเป้าหมายเพียงการหาคำตอบ แต่อยู่ที่วิธีการได้มาซึ่งคำตอบ

ประพันธ์ศิริ สุเสารัจ (2556, หน้า 161) ได้ให้ความหมายของการแก้ปัญหาไว้ว่า หมายถึง การคลี่คลายช่องว่างระหว่างสิ่งที่เป็นจริงกับสิ่งที่ต้องการให้แคบลงโดยใช้วิธีการที่ถูกต้อง และเหมาะสม การคิดแก้ปัญหาจึงเป็นกระบวนการคิดพิจารณาไตร่ตรองอย่างพินิจพิเคราะห์สิ่งต่าง ๆ ที่เป็นประเด็นสำคัญของเรื่องหรือสิ่งต่าง ๆ และพยายามหาหนทางคลี่คลายสิ่งเหล่านั้น

สุคนธ์ สินธพานนท์, วรรัตน์ วรรณเลิศลักษณ์ และพรรณี สินธพานนท์ (2551, หน้า 104) ได้ให้ความหมายในการคิดแก้ปัญหาไว้ว่า หมายถึง การนำประสบการณ์เดิมที่เกิดจากการเรียนรู้มาเป็นพื้นฐานการแก้ปัญหาในสถานการณ์หรือปัญหาใหม่ ๆ โดยมีขั้นตอนหรือกระบวนการในการแก้ปัญหาให้บรรลุเป้าหมายหรือเป้าประสงค์ที่วางไว้

จากความหมายข้างต้น สรุปความได้ว่า การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ทักษะพื้นฐาน ที่เป็นรูปแบบที่ต้องอาศัยหลักการเรียนรู้ และประสบการณ์เดิม เพื่อนำมาใช้ในการคลี่คลายปัญหา หรือสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ มีลักษณะเป็นกระบวนการ คือ มีขั้นตอน มีวิธีการ หรือเทคนิคต่าง ๆ โดยมีกระบวนการคิดพิจารณาไตร่ตรองอย่างพินิจพิเคราะห์ในสิ่งต่าง ๆ ที่เป็นประเด็นสำคัญของเรื่องหรือสถานการณ์นั้น ๆ และพยายามหาหนทางคลี่คลายปัญหาหรือคำตอบ

2. ประเภทของปัญหาทางคณิตศาสตร์

ชาร์ลส์ และเลสเตอร์ (Charles & Lester, 1982, pp. 6-10 อ้างถึงใน พงค์พันธ์ ปิจดี, 2554, หน้า 18-19) ได้พิจารณาจำแนกประเภทของปัญหา ดังนี้

1. ปัญหาที่ใช้ฝึก (Drill exercise) เป็นปัญหาที่ใช้ฝึกขั้นตอนวิธีและการคำนวณเบื้องต้น

2. ปัญหาข้อความอย่างง่าย (Simple translation problem) เป็นปัญหาข้อความที่เคยพบ เช่น ปัญหาในหนังสือเรียน ต้องการฝึกให้คุ้นเคยกับการเปลี่ยนประโยคภาษาเป็นประโยคสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์เป็นปัญหาขั้นตอนเดียวมุ่งให้เข้าใจมโนมติทางคณิตศาสตร์และความสามารถในการคิดคำนวณ

3. ปัญหาข้อความที่ซับซ้อน (Complex translation problem) คล้ายกับปัญหาอย่างง่าย แต่เพิ่มเป็นปัญหาที่มีสองขั้นตอน หรือมากกว่าสองขั้นตอน หรือมากกว่าสองการดำเนินการ

4. ปัญหาที่เป็นกระบวนการ (Process problem) เป็นปัญหาที่ไม่เคยพบมาก่อนไม่สามารถเปลี่ยนเป็นประโยคทางคณิตศาสตร์ได้ทันทีจะต้องจัดปัญหาให้ง่ายขึ้น หรือแบ่งเป็นขั้นตอนย่อย ๆ แล้ว หารูปแบบทั่วไปของปัญหา ซึ่งนำไปสู่การคิดและการแก้ปัญหาเป็น การพัฒนายุทธวิธีต่าง ๆ เพื่อความเข้าใจ วางแผนการแก้ปัญหาและการประเมินผลคำตอบ

5. ปัญหาประยุกต์ (Applied problem) เป็นปัญหาที่ต้องใช้ทักษะ ความรู้มโนมติ และการดำเนินการทางคณิตศาสตร์การได้มาซึ่งคำตอบต้องอาศัยวิธีทางคณิตศาสตร์เป็นสำคัญ เช่น การจัดกระทำ การรวบรวม และการแทนข้อมูล และต้องการตัดสินใจเกี่ยวกับข้อมูลในเชิงปริมาณ เป็นปัญหาที่เปิดโอกาสให้นักเรียนได้ใช้ทักษะ กระบวนการ มโนมติและข้อเท็จจริงในการแก้ปัญหาในชีวิตจริง ซึ่งจะทำให้นักเรียนเห็นประโยชน์และเห็นคุณค่าของคณิตศาสตร์ในสถานการณ์ปัญหาในชีวิตจริง

6. ปัญหาปริศนา (Puzzle problem) เป็นปัญหาที่บางครั้งได้คำตอบจากการเดาสุ่ม ไม่จำเป็นต้องใช้คณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหา บางครั้งต้องใช้เทคนิคเฉพาะ เป็นปัญหาที่เปิดโอกาสให้นักเรียนได้ใช้ความคิดสร้างสรรค์มีความยืดหยุ่นในการแก้ปัญหาและเป็นปัญหาที่มองได้หลายมุมมอง

โพลยา (Polya, 1957 อ้างถึงใน พงค์พันธ์ ปิจดี, 2554, หน้า 19) ได้แบ่งปัญหาออกเป็น 2 ประเภท คือ

1. ปัญหาให้ค้นหา (Problem to find) เป็นปัญหาให้ค้นพบสิ่งที่ต้องการ ซึ่งอาจจะเป็นปัญหาในเชิงทฤษฎีหรือปัญหาในเชิงปฏิบัติอาจจะเป็นรูปธรรมหรือนามธรรม ส่วนสำคัญของปัญหานี้ แบ่งเป็น 3 ส่วน คือ สิ่งที่ต้องการหา ข้อมูลที่กำหนดให้และเงื่อนไข

2. ปัญหาให้พิสูจน์ (Problem to prove) เป็นปัญหาที่ให้แสดงอย่างสมเหตุสมผลว่าข้อความที่กำหนดให้เป็นจริงเป็นเท็จ ส่วนสำคัญของปัญหานี้ แบ่งเป็น 2 ส่วน คือ สมมติฐานหรือสิ่งที่กำหนดให้และผลสรุปหรือสิ่งที่จะต้องพิสูจน์ Bitter, Hatfield and Edwards (1989 , p. 37 อ้างถึงใน ปริญญา ผลิเจริญสุข, 2550, หน้า 22)

2.1 ปัญหาปลายเปิด (Open-Ended) เป็นปัญหาที่มีจำนวนคำตอบที่เป็นไปได้หลายคำตอบ ปัญหาเหล่านี้มองว่า กระบวนการแก้ปัญหาเป็นสิ่งสำคัญมากกว่าคำตอบ

2.2 ปัญหาให้ค้นพบ (Discovery) ปัญหาประเภทนี้จะให้คำตอบในขั้นสุดท้าย แต่จะมีวิธีการที่หลากหลายให้ผู้เรียนใช้ในการหาคำตอบ

2.3 ปัญหาที่กำหนดแนวทางในการค้นพบ (Guided discovery) เป็นปัญหาที่เป็นลักษณะร่วมของปัญหามีเงื่อนไขและบอกทิศทางในการแก้ไขปัญหาผู้เรียนไม่รู้สึกหมดหวังในการหาคำตอบ

กรมวิชาการ (2541, หน้า 2) ได้แบ่งประเภทของปัญหาคณิตศาสตร์ออกเป็น 2 ลักษณะ คือ

1. ปัญหาปกติ (Routine problems) เป็นปัญหาที่พบในหนังสือเรียนและหนังสือทั่ว ๆ ไปผู้แก้ปัญหามีความคุ้นเคยในโครงสร้างและวิธีการแก้ปัญหา

2. ปัญหาที่ไม่ปกติ (Non-routine problems) เป็นปัญหาที่เน้นกระบวนการคิด และปริศนาต่าง ๆ ผู้แก้ปัญหาต้องประมวลความรู้ความสามารถหลายอย่างเข้าด้วยกัน เพื่อนามาใช้ในการแก้ปัญหา

ปรีชา เนาว์เย็นผล (2537, หน้า 62) ได้แบ่งประเภทของปัญหาทางคณิตศาสตร์ตามจุดประสงค์ของปัญหาได้เป็น 2 ประเภท คือ

1. ปัญหาให้ค้นหา เป็นปัญหาให้ค้นหาคำตอบซึ่งอาจอยู่ในรูปปริมาณ จำนวน หรือให้หาวิธีการ คำอธิบายให้เหตุผล

2. ปัญหาให้พิสูจน์ เป็นปัญหาให้แสดงการให้เหตุผลว่าข้อความที่กำหนดให้เป็นจริง หรือ ข้อความที่กำหนดให้เป็นเท็จ

จากคำกล่าวข้างต้น สรุปความได้ว่า ประเภทของปัญหาทางคณิตศาสตร์ สามารถแบ่งได้ 3 ประเภท ดังนี้

1. ปัญหาอย่างง่าย เป็นปัญหาที่มุ่งเพียงการคำนวณหาผลลัพธ์อย่างง่าย พื้นฐานการคำนวณทั่วไป

2. ปัญหาประยุกต์ เป็นปัญหาที่เพิ่มเติมสถานการณ์ในชีวิตประจำวัน ต้องใช้กระบวนการในการแยกแยะประเด็น มีการถอดความจากประโยคภาษาเป็นประโยคสัญลักษณ์ โดยอาศัยความรู้ทางคณิตศาสตร์ ทักษะต่าง ๆ

3. ปัญหาที่ซับซ้อน อาจใช้กระบวนการหรือไม่มีกระบวนการที่แน่นอน เพราะบางปัญหาอาจไม่สามารถแปลงเป็นประโยคสัญลักษณ์ได้ จึงไม่มุ่งหาเพียงคำตอบ แต่มุ่งฝึกให้นักเรียนเปิดกว้างทางความคิด มีเหตุผลประกอบตามหลักการคณิตศาสตร์ เกิดความคิดสร้างสรรค์

3. กระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

ความหมายของกระบวนการแก้ปัญหา ได้มีนักวิชาการได้ให้กล่าวไว้ ดังนี้

ทอร์แรนซ์ (Torrance, 1995 อ้างถึงใน อุษณี อนุรุทธ์วงศ์, ม.ม.ป.) ได้กล่าวถึง กระบวนการแก้ปัญหา ไว้ว่า เป็นกระบวนการกลยุทธ์สร้างสรรค์รูปแบบหนึ่งที่เริ่มจากการรับรู้ปัญหา ตระหนักในปัญหา แล้วมองเห็นช่องว่างจากปัญหาที่มีอยู่ นำไปสู่การคาดเดา ตั้งสมมติฐาน หาข้อมูลเพื่อทดสอบสมมติฐาน แก้ไข ปรับปรุง จนได้ข้อยุติ แล้วสื่อสารผลที่ได้ออกมา

บรูเนอร์ (Bruner, 1969 อ้างถึงใน อุษณี อนุรุทธ์วงศ์, ม.ม.ป.) ได้กล่าวถึง กระบวนการแก้ปัญหา ไว้ว่า เป็นกระบวนการคิดที่เกิดจากโจทย์ที่ท้าทาย และเกิดการตอบสนองกับโจทย์นั้นอย่างเหมาะสมกับสถานการณ์

โบโน (Bono, ม.ป.ป. อ้างถึงใน ศิริกาญน์ โกสุมภ์ และดารณี คำวัจนัง, 2549, หน้า 67-78) ได้เสนอยุทธศาสตร์กระบวนการแก้ปัญหา 5 ขั้นตอน ดังนี้

1. การยอมรับ คือ การยอมรับในสถานการณ์ที่ปรากฏ แล้วกำหนดขั้นตอนในการแก้ไข
2. การวิเคราะห์ เป็นการแยกสถานการณ์เป็นส่วน ๆ แบ่งเป็นปัญหาเดิม และปัญหาจากการมองสถานการณ์
3. การเปรียบเทียบ เป็นการเปรียบเทียบสถานการณ์ระหว่างสถานการณ์ใหม่ กับสถานการณ์เก่าที่คุ้นเคย เพื่อค้นหาความรู้ในเรื่องหนึ่ง ๆ ที่สามารถถ่ายทอดไปสู่เรื่องหนึ่งได้ ที่ต้องอาศัยการฝึกฝนอย่างมาก
4. การคัดเลือก เป็นการตัดสินใจเลือกจากสถานการณ์ที่ค้นพบ เพื่อ หาสิ่งที่เหมาะสมกับสถานการณ์
5. ทางเลือกที่ชัดเจน เป็นกระบวนการเปิดแนวความคิดใหม่ ๆ เพื่อหาแนวทางที่ต่างออกไป ภายใต้ความเชื่อที่ว่า นักแก้ปัญหาต้องหลีกเลี่ยงการยึดติดกับวิธีการแก้ปัญหาวิธีใดวิธีหนึ่ง

เลสเตอร์ และโอดาฟเฟอร์ (Lester & O'Draffer, 1987 อ้างถึงใน มสธ., 2556) ได้ให้ความหมายของ การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ว่า เป็นกิจกรรมการคิดที่ซับซ้อนซึ่งเกี่ยวกับการย้อนระลึกถึงข้อเท็จจริง และความคิดรวบยอดต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์การใช้ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ การติดตามตรวจสอบความก้าวหน้าในการคิดของตนเองตลอดจนความสนใจ แรงจูงใจ และความเชื่อมั่นในตนเองของผู้เรียน

ประพันธ์ศิริ สุเสารัจ (2556, หน้า 161) ได้กล่าวถึง กระบวนการแก้ปัญหา ไว้ว่า เป็นกระบวนการที่เป็นลำดับขั้นตอน แต่ละขั้นตอนก็ต้องเป็นไปด้วยความรอบคอบ ซึ่งกระบวนการเหล่านี้ช่วยให้เกิดความรู้ มีความรอบคอบ และเตือนความจำที่จะช่วยในการนำไปแก้ปัญหา

ประกอบไปด้วย 6 ขั้นตอน ดังนี้

1. ขั้นกำหนดปัญหา (Problem definition)
2. ขั้นวิเคราะห์ปัญหา (Problemanalysis)
3. ขั้นหาวิธีการแก้ปัญหาที่เป็นไปได้ (Generating possible solution)
4. ขั้นวิเคราะห์วิธีการแก้ปัญหา (Analyzing the solution)
5. ขั้นเลือกปัญหาที่ดีที่สุด (Selecting the best solution(s))
6. ขั้นวางแผนดำเนินการแก้ปัญหา (Planning the next course of action)

อุษณี อนุรุทธ์วงศ์ (ม.ม.ป.) ได้กล่าวถึง กระบวนการแก้ปัญหา ไว้ว่า เป็นกลยุทธ์ทางการคิดของมนุษย์ที่เกิดขึ้น โดยมีขั้นตอน เริ่มจากการรับรู้ปัญหา เห็นปัญหา เข้าใจประเด็นปัญหาว่าข้อมูลที่ได้รับเกี่ยวข้องกับการหาทางออก มีการดำเนินการอย่างเป็นระบบ มีขั้นตอน ตรวจสอบคำตอบได้

กระบวนการแก้ปัญหามีมากมาย ในที่นี้ ผู้วิจัยขอนำเสนอกระบวนการแก้ปัญหาที่นิยมใช้ในการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ เนื่องจากมีขั้นตอนไม่ซับซ้อน ผู้สอนสะดวกในการนำไปใช้ในชั้นเรียนคณิตศาสตร์ ซึ่งประกอบด้วย 4 ขั้นตอน (Polya, 1957 อ้างถึงใน สสวท., 2555, หน้า 78)

1. ทำความเข้าใจปัญหา ผู้เรียนจะต้องวิเคราะห์เพื่อทำความเข้าใจปัญหาในประเด็นต่าง ๆ เช่น คำถามของปัญหา คืออะไร ข้อมูลที่กำหนดให้มีอะไรบ้าง ต้องการข้อมูลใดเพิ่มเติม เนื่องจากการวิเคราะห์ปัญหาจะช่วยให้นักเรียนเข้าใจประเด็นปัญหาต่าง ๆ ได้ชัดเจนมากยิ่งขึ้น

2. วางแผนการแก้ปัญหา เป็นการคิดวางแผนเพื่อนำไปใช้ในการแก้ปัญหา หาวิธีการต่าง ๆ นำไปสู่การหาคำตอบ โดยใช้ข้อมูลที่ได้จากการวิเคราะห์ประเด็นปัญหา โดยผู้เรียนต้องใช้ทั้งความรู้และประสบการณ์มาใช้ในการแก้ปัญหาควบคู่กันไป

3. ดำเนินการแก้ปัญหา เป็นการดำเนินการตามแผนที่วางไว้ รวมถึงการตรวจสอบความถูกต้องหรือความสมเหตุสมผลของการแก้ปัญหา

4. ตรวจสอบการแก้ปัญหา เป็นการประเมินการแก้ปัญหาในภาพรวม ทั้งด้านกลวิธีและวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหา การตัดสินใจ และการนำไปประยุกต์ใช้รวมถึงการขยายผลการแก้ปัญหาไปสู่การแก้ปัญหาอื่น ๆ

4. ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

การพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหา เป็นเป้าหมายที่สำคัญเป้าหมายหนึ่ง ในการจัดการศึกษาของนักเรียน เพราะความสามารถในการแก้ปัญหาเป็นทักษะพื้นฐานที่ส่งเสริมให้นักเรียนมีศักยภาพในการเรียนรู้ทั้งภายในและภายนอกห้องเรียนอย่างต่อเนื่อง เพื่อพัฒนาและนำไปสู่การคิดอย่างเป็นระบบ โดยมีนักวิชการที่กล่าวไว้ ดังนี้

เพียเจต์ (Piaget, 1962, p. 120 อ้างถึงใน สุคนธ์ สินธพานนท์ และคณะ, 2551) ได้กล่าวถึง ความสามารถในการคิดแก้ปัญหาตามทฤษฎีด้านพัฒนาการ ว่าเป็นความสามารถของเด็กที่มีการพัฒนามาตั้งแต่ขั้นที่ 3 คือ ช่วงอายุ 7-11 ปี เริ่มมีความสามารถในการแก้ปัญหาแบบง่าย และระดับขั้นพัฒนาขั้นที่ 4 ช่วงอายุ 11-15 ปี เด็กจะมีความสามารถในการคิดที่มีเหตุมีผลมากขึ้น และสามารถแก้ปัญหาซับซ้อนได้

Guilford (1967, p. 135 อ้างถึงใน คมสัน ตรีไพบูลย์, 2557, หน้า 55-56) ได้นำทฤษฎีโครงสร้างทางสมองที่ประกอบไปด้วย มิติทั้งสามมิติ ได้แก่ มิติด้านการปฏิบัติการ (Operation) มิติด้านเนื้อหา (Content) และมิติด้านผลการคิด (Product) มาช่วยอธิบายรูปแบบของการคิดแก้ปัญหา กระบวนการคิดแก้ปัญหา เป็นส่วนหนึ่งของความสามารถทางสมองด้านการจำ การรับรู้ การคิดแบบเอกนัย
การคิดแบบอเนกนัย และการประมาณค่า ซึ่งความสามารถทั้ง 5 อย่างนี้ จะปฏิบัติรวมกันเป็นขั้นตอน ดังนี้

1. เมื่อบุคคลพบเจอปัญหา ความสามารถทางสมองของการจำย่อมทำการรู้จักสิ่งต่าง ๆ ที่เกี่ยวกับโครงสร้างทางปัญญา และสภาพที่ก่อให้เกิดปัญหา (ปัญหาเป็นมิติด้านเนื้อหา)
2. ความสามารถทางสมองในส่วนของ การเรียนรู้ การปฏิบัติ การคิด เพื่อรับรู้ข่าวสารที่จำเป็นต่อการแก้ปัญหา
3. ความสามารถทางสมองในส่วนของการประเมิน และการจำ ปฏิบัติการคิดร่วมกัน เพื่อแยกแยะข้อมูลที่เกี่ยวข้อง และไม่เกี่ยวข้องกับปัญหา
4. ความสามารถทางสมองในส่วนของการคิดแบบเอกนัยก็ปฏิบัติการคิดต่อกันไป เพื่อสร้างแนวทางในการคิดแก้ปัญหาทางเดียว
5. ความสามารถทางสมองในส่วนของการประเมินค่า การจำและการรับรู้ ปฏิบัติการคิดร่วมกัน เพื่อตัดสินใจว่าแนวทางในการแก้ปัญหาที่ได้มานั้นถูกต้องหรือไม่ ข้อมูลบางส่วนที่ไม่ถูกต้องจะถูกตัดทิ้งออกไปบ้าง เหลือไว้เฉพาะแนวทางในการแก้ปัญหาที่ถูกต้อง
6. ความสามารถทางสมองในส่วนของการคิดแบบเอกนัย และแบบอเนกนัย จะฏิบัติการสลับกันต่อไปจนกว่าจะได้คำตอบในขั้นตอนสุดท้ายออกมา (ผลที่ได้รับนี้จะเป็นมิติด้านผลผลิต)

กาเย่ (Gagne, 1967, p. 135 อ้างถึงใน คมสัน ตรีไพบูลย์, 2557, หน้า 56) อธิบายถึงความสามารถในด้านการแก้ปัญหาว่าเป็นรูปแบบของการเรียนรู้อย่างหนึ่งที่ต้องอาศัยการเรียนรู้ประเภทหลักการที่มีความเกี่ยวข้องกันตั้งแต่สองประเภทขึ้นไป และใช้หลักการนั้นประสานกันจนเป็นความสามารถชนิดใหม่ ที่เรียกว่า ความสามารถด้านการคิดแก้ปัญหา

กาเย่ (Gagne, 1985, pp. 186-187 อ้างถึงใน วารุณี บุญรอด, 2556, หน้า 36) ได้กล่าวถึง

สาระสำคัญของความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ไว้ดังนี้

1. ทักษะทางปัญญา (Intellectual skills) เป็นความสามารถในการนำรูปแบบของกฎ สูตร หรือหลักการทางคณิตศาสตร์มาใช้ในการแก้ปัญหาได้อย่างเหมาะสม ทักษะทางปัญญาจะเป็นความรู้ที่นักเรียนได้เคยเรียนรู้มาแล้ว

2. แบบของปัญหา (Problem schemata) เป็นตัวแทนที่แสดงให้เห็นถึงความเข้าใจในปัญหา ซึ่งเป็นสิ่งที่มีความจำเป็น ในการเลือกรูปแบบที่เหมาะสมกับแต่ละชนิดของปัญหา หรือใช้การเปรียบเทียบ การเปลี่ยนแปลง การรวบรวม

3. ยุทธวิธีการวางแผน (Planning strategies) เป็นส่วนหนึ่งของทักษะทางปัญญา โดยเป็นความสามารถของผู้แก้ปัญหาที่เลือกกลยุทธวิธีในการกระทำให้เหมาะสม และใช้ให้เกิดประโยชน์ เพื่อความสำเร็จ ตามเป้าหมายที่วางไว้

4. การตรวจสอบคำตอบ (Validating the answer) เพื่อแสดงความสามารถในการตรวจสอบ คำตอบ เพื่อความถูกต้องและความสมเหตุสมผลของการแก้ปัญหา โดยถือว่าเป็นความสามารถที่แท้จริงในการกำจัดคำตอบที่ผิดพลาดออกไป

ศศิธร แม้นสงวน (2556, หน้า 167) ได้สรุปไว้ว่า ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ หมายถึง กระบวนการในการประยุกต์ความรู้ทางคณิตศาสตร์ ขั้นตอน/ กระบวนการแก้ปัญหา ยุทธวิธีแก้ปัญหาและประสบการณ์ที่มีอยู่ไปใช้ในการหาคำตอบของปัญหาทางคณิตศาสตร์

จากความหมายข้างต้น สรุปได้ว่า ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถทางสมอง ที่ต้องอาศัยหลักการทางคณิตศาสตร์และ กระบวนการคิดแก้ปัญหาที่มีพื้นฐานประสบการณ์เดิม มีลำดับขั้นตอน เชื่อมโยงความรู้ หรือกระบวนการที่สามารถนำความรู้ความสามารถของตนเองไปประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหา ข้อเท็จจริงได้อย่างสมเหตุสมผล

Ausubel (1968, p. 551 อ้างถึงใน คมสัน ตรีไพบูลย์, 2557, หน้า 56) กล่าวว่า องค์ประกอบที่ทำให้คนมีความสามารถในการแก้ปัญหาแตกต่างกันออกได้ 3 ประการ ดังนี้

1. ความรู้ในเนื้อหาวิชาและความเคยชินในการคิดเกี่ยวกับเรื่องนั้น

2. การใช้แบบความคิดที่ไวต่อการแก้ปัญหาและความรู้ทั่ว ๆ ไป เกี่ยวกับการแก้ปัญหาที่มีประสิทธิภาพ

3. คุณลักษณะทางบุคลิกภาพ เช่น แรงขับ ความมั่นคงในอารมณ์ ความวิตกกังวล เป็นต้น

4. Heddens and William (1992, pp. 34-35 อ้างถึงใน คมสัน ตรีไพบูลย์, 2557, หน้า 56) ได้กล่าวถึง องค์ประกอบความสามารถของบุคคลในการแก้ปัญหา มี 6 องค์ประกอบ

1) รูปแบบการรับรู้

2) ความสามารถภายในตัวบุคคล

3) เทคนิคการประมวลข้อมูล

4) พื้นฐานทางคณิตศาสตร์

5) ความต้องการที่จะหาคำตอบ

6) ความมั่นใจในความสามารถของตนเองในการแก้ปัญหา

Heimer and Trueblood (1997, p. 52 อ้างถึงใน คมสัน ตรีไพบูลย์, หน้า 57) ได้อธิบายเกี่ยวกับองค์ประกอบที่มีอิทธิพลต่อความสามารถในการแก้ปัญหา มี 8 องค์ประกอบ ดังนี้

1. เทคนิคการรับรู้คำศัพท์ในโจทย์คำถาม
2. ทักษะการคำนวณ
3. การแยกแยะข้อมูลที่ไม่เกี่ยวข้อง
4. การหาความสัมพันธ์ของข้อมูล
5. การคาดคะเนคำตอบ
6. การเลือกใช้วิธีในการจัดกระทำกับข้อมูลอย่างถูกต้อง
7. ความสามารถในการหาข้อมูลเพิ่มเติม
8. การแปลความหมายของโจทย์

มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช (2556, หน้า 71-72) ได้กล่าวถึง องค์ประกอบของความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ผู้วิจัยได้สรุปความ ดังนี้

1. ความสามารถในการทำความเข้าใจปัญหา ปัจจัยที่ส่งผลต่อความสามารถด้านนี้ คือ ทักษะการอ่าน และการฟัง เพราะนักเรียนต้องอ่านและทำความเข้าใจ โดยสามารถแยกประเด็นที่สำคัญ ๆ ของปัญหาออกมาให้ได้ ต้องแยกแยะให้ได้ว่าปัญหากำหนดอะไรบ้าง ปัญหาต้องการอะไร มีข้อมูลใดที่จำเป็น และไม่จำเป็น ต้องอาศัยองค์ความรู้เกี่ยวกับคำศัพท์ นิยาม มโนมติ และข้อเท็จจริงต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับปัญหา ปัจจัยหนึ่งที่ช่วยให้ความเข้าใจปัญหามีประสิทธิภาพ คือ การเลือกกลวิธีมาช่วยในการทำความเข้าใจ เช่น การขีดเส้นใต้ข้อความสำคัญ การแบ่งวรรคตอน การจดบันทึกแยะแยะประเด็นที่สำคัญ การเขียนแผนภาพ การสร้างแบบจำลอง เป็นต้น

2. ทักษะในการแก้ปัญหา ทักษะนี้เกิดขึ้น เมื่อฝึกคิดแก้ปัญหาอยู่เสมอ การฝึกฝนทำอยู่บ่อย ๆ จนเกิดความชำนาญ เนื่องจากนักเรียนได้มีโอกาสพบกับปัญหาต่าง ๆ หลายรูปแบบ จนทำให้นักเรียนเกิดประสบการณ์ในการเลือกใช้ยุทธวิธีต่าง ๆ เพื่อนำไปใช้ในการแก้ปัญหาได้อย่างเหมาะสม โดยการเทียบเคียงจากประสบการณ์เดิม พิจารณาปัญหาใหม่ว่าตนเองคุ้นเคยหรือไม่

สามารถแยกแยะประเด็นปัญหาย่อย ๆ ซึ่งนักเรียนที่มีทักษะการแก้ปัญหาจะสามารถวางแผน เพื่อกำหนดยุทธวิธีในการแก้ปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพ

3. ความสามารถในการคิดคำนวณและความสามารถในการให้เหตุผล เป็นการลงมือปฏิบัติตามแผนที่วางไว้ ซึ่งอาจต้องใช้การคำนวณ ซึ่งบางกระบวนการอาจต้องให้เหตุผลสนับสนุน ทักษะการคำนวณพื้นฐานที่จำเป็น ได้แก่ การบวก การลบ การหารและการคูณ หากฝึกฝนมาไม่ดีอาจมีปัญหาในการเรียนคณิตศาสตร์ทั่ว ๆ ไป ส่วนการให้เหตุผล ต้องอาศัยทักษะการเขียน และการพูด ซึ่งนักเรียนต้องเข้าใจในกระบวนการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ความหมายของการพิสูจน์และวิธีพิสูจน์แบบต่าง ๆ ที่เพียงพอต่อการนำไปแก้ปัญหา

4. แรงขับ เป็นแรงที่จะสร้างพลังความคิด เกิดจากปัจจัยต่าง ๆ เช่น เจตคติ ความสนใจ แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ ความสำเร็จ รวมถึงความซาบซึ้งในการแก้ปัญหา ซึ่งต้องใช้เวลาในการปลูกฝังผ่านกิจกรรมการเรียนรู้

5. ความยืดหยุ่น คือ การยืดหยุ่นในการคิด ไม่ยึดติดในรูปแบบที่ตนเองคุ้นเคยยอมรับรูปแบบและวิธีการใหม่ ๆ อยู่เสมอ โดยความยืดหยุ่นเป็นความสามารถในการปรับกระบวนการคิดแก้ปัญหาที่บูรณาการความเข้าใจ ทักษะและความสามารถในการแก้ปัญหา ตลอดจนแรงขับ ที่มีการผนวกเข้ากับสถานการณ์ปัญหา สร้างเป็นองค์ความรู้ที่สามารถนำไปแก้ปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพ

จากความหมายข้างต้น สรุปได้ว่า องค์ประกอบของความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ประกอบด้วย 1) การรับรู้ปัญหาหรือสถานการณ์ที่ได้เผชิญหรือสัมผัส 2) ทักษะการแก้ปัญหา ไวต่อการรับรู้ เนื่องจากการฝึกฝนจนเกิดความชำนาญ 3) การรู้จักเลือกใช้เทคนิควิธีเพื่อนำมาใช้ในการนำมาแก้ปัญหาอย่างเหมาะสม 4) แรงขับหรือความมุ่งมั่นในการแก้ปัญหา มีพลังทางความคิด มุ่งมั่นแก้ปัญหาให้สำเร็จ 5) ทักษะการคำนวณพื้นฐานทางคณิตศาสตร์ รวมถึงพื้นฐานความรู้เดิมที่จำเป็นและเพียงพอต่อการแก้ปัญหาหรือสถานการณ์ 6) ความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้เดิม ประสบการณ์ กับหลักการทางคณิตศาสตร์

5. แนวทางการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

ทักษะการแก้ปัญหาสามารถพัฒนาได้ ส่วนที่สำคัญล้วนมาจากการสอนทั้งสิ้น ซึ่งการสอนการแก้ปัญหามี 3 แนวทางดังนี้ (Schroeder & Lester, 1989 อ้างถึงใน เวชฤทธิ์ อังกนะภัทรขจร, 2555, หน้า 112)

1. การสอนเกี่ยวกับการแก้ปัญหา (Teaching about problem solving) เป็นการสอนเกี่ยวกับกระบวนการแก้ปัญหาทั่วไป โดยปกติใช้กระบวนการแก้ปัญหาของโพลยา หรือกระบวนการแก้ปัญหาของพลวัตของวิลสัน เฟอร์นันเดซ และฮาดาเวย์

2. การสอนการแก้ปัญหา (Teaching for problem solving) เป็นการสอนที่เน้นการนำมโนทัศน์หรือทักษะที่เรียนรู้ไปประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหาหรือสถานการณ์ที่กำหนด มุ่งเน้นการประยุกต์ใช้และสอดคล้องกับชีวิตจริง

3. การสอนโดยใช้การแก้ปัญหา (Teaching via problem solving) เป็นการสอนที่เน้นการประยุกต์ใช้เช่นกัน เน้นการสอนใช้ปัญหาเป็นสื่อในการเรียนรู้แนวคิดใหม่ กล่าวคือ ใช้ปัญหาในการศึกษาเนื้อหาคณิตศาสตร์ แล้วแสดงความสัมพันธ์ของปัญหากับชีวิตจริง โดยใช้ปัญหาแนะนำและทำความเข้าใจเนื้อหา หรืออาจใช้ปัญหาเป็นตัวกระตุ้นให้เกิดการอภิปรายการใช้ความรู้ในการแก้ปัญหา

แนวทางต่อไปนี้เป็นแนวทางการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ตามแนวทางของโพลยา สามารถสรุปได้ ดังนี้ (Polya, 1980 อ้างถึงใน มสธ., 2556, หน้า 72-78)

1. การพัฒนาความสามารถในการเข้าใจปัญหา

1.1 การพัฒนาทักษะการอ่าน

1.2 การใช้กลวิธีในการช่วยเพิ่มพูนความเข้าใจ

1.3 การใช้ปัญหาที่มีลักษณะคล้ายกับปัญหาในชีวิตจริงมาให้นักเรียนฝึกทำความเข้าใจ

2. การพัฒนาความสามารถในการวางแผนแก้ปัญหา มีแนวทางการปฏิบัติ ดังนี้

2.1 ครูไม่ควรบอกวิธีการแก้ปัญหากับผู้เรียนโดยตรง แต่ควรกระตุ้นโดยการใช้คำถามที่มาจากการอาศัยข้อมูลที่โจทย์กำหนดให้ รอนักเรียนตอบคำถาม ถ้าไม่ได้ให้เปลี่ยนคำถามให้ง่ายขึ้น หยุดการใช้คำถามเมื่อผู้เรียนมองเห็นแนวทางในการแก้ปัญหา

2.2 ส่งเสริมให้ผู้เรียนคิดออกมาดัง ๆ สามารถบอกผู้อื่นได้ว่าตัวเองคิดเช่นไร อาจอยู่ในรูปการบอก หรือการเขียนแผนภาพลำดับขั้นตอน

2.3 สร้างนิสัยให้วางแผนก่อนลงมือทำ เพื่อให้มองเห็นภาพรวมในการแก้ปัญหา สามารถประเมินความเป็นไปได้ของการแก้ปัญหา สามารถแก้ไขปัญหาได้สะดวก และตรงประเด็น ควรเน้นวิธีการแก้ปัญหามากกว่าการมุ่งหาคำตอบ

2.4 จัดปัญหามาให้ผู้เรียนได้ฝึกคิดบ่อย ๆ และต้องเป็นปัญหาที่ท้าทายน่าสนใจ เหมาะสมกับความสามารถของผู้เรียน ไม่ยากหรือง่ายจนเกินไป

2.5 ควรส่งเสริมให้ผู้เรียนใช้ยุทธวิธีในการแก้ปัญหาให้มากกว่า 1 รูปแบบ เพื่อฝึกให้ผู้เรียนมีความยืดหยุ่นในการคิด ไม่ยึดติดในรูปแบบใดรูปแบบหนึ่งโดยเฉพาะ

3. การพัฒนาความสามารถในการดำเนินการตามแผน เป็นการวางแผนความคิดแบบคร่าว ๆ ไม่ละเอียดชัดเจน ซึ่งขั้นนี้นักเรียนต้องตีความ ขยายความ นำแผนไปสู่การปฏิบัติอย่าง

ชัดเจน ตามลำดับขั้นตอน มีแนวทางการปฏิบัติ คือ การฝึกให้นักเรียนวางแผนจัดลำดับความคิดก่อนแล้วค่อยลงมือแสดงวิธีการหาคำตอบ

4. การพัฒนาความสามารถในการตรวจสอบ มีประเด็นที่สำคัญ 2 ประเด็น คือประเด็นแรก คือ การมองย้อนกลับไปที่ขั้นตอนการแก้ปัญหา ตั้งแต่ขั้นทำความเข้าใจปัญหา ขั้นการวางแผน ขั้นดำเนินการตามแผน โดยพิจารณาจากความถูกต้องของกระบวนการและผลลัพธ์ รวมถึงยุทธวิธีในการแก้ปัญหา ประเด็นที่สอง เป็นการมองไปข้างหน้า เป็นการใช้ประโยชน์จากกระบวนการที่เพิ่งสิ้นสุดลง ทั้งในส่วนของเนื้อหาและกระบวนการ โดยการสร้างสรรค์ปัญหาที่สัมพันธ์กันขึ้นมาใหม่ มีแนวทางการปฏิบัติ ดังนี้

4.1 การกระตุ้นให้ผู้เรียนเห็นความสำคัญของการตรวจสอบคำตอบที่ได้เคยชินเป็นนิสัย ครูควรสร้างกิจกรรมที่ให้ผู้เรียนได้ฝึกตรวจสอบความถูกต้อง โดยให้หาข้อบกพร่องจากการแก้ปัญหา

4.2 ฝึกให้นักเรียนได้คาดคะเนคำตอบ แล้วนำมาเทียบเคียงกับผลลัพธ์ที่ได้ เพื่อฝึกพิจารณาความเป็นไปได้

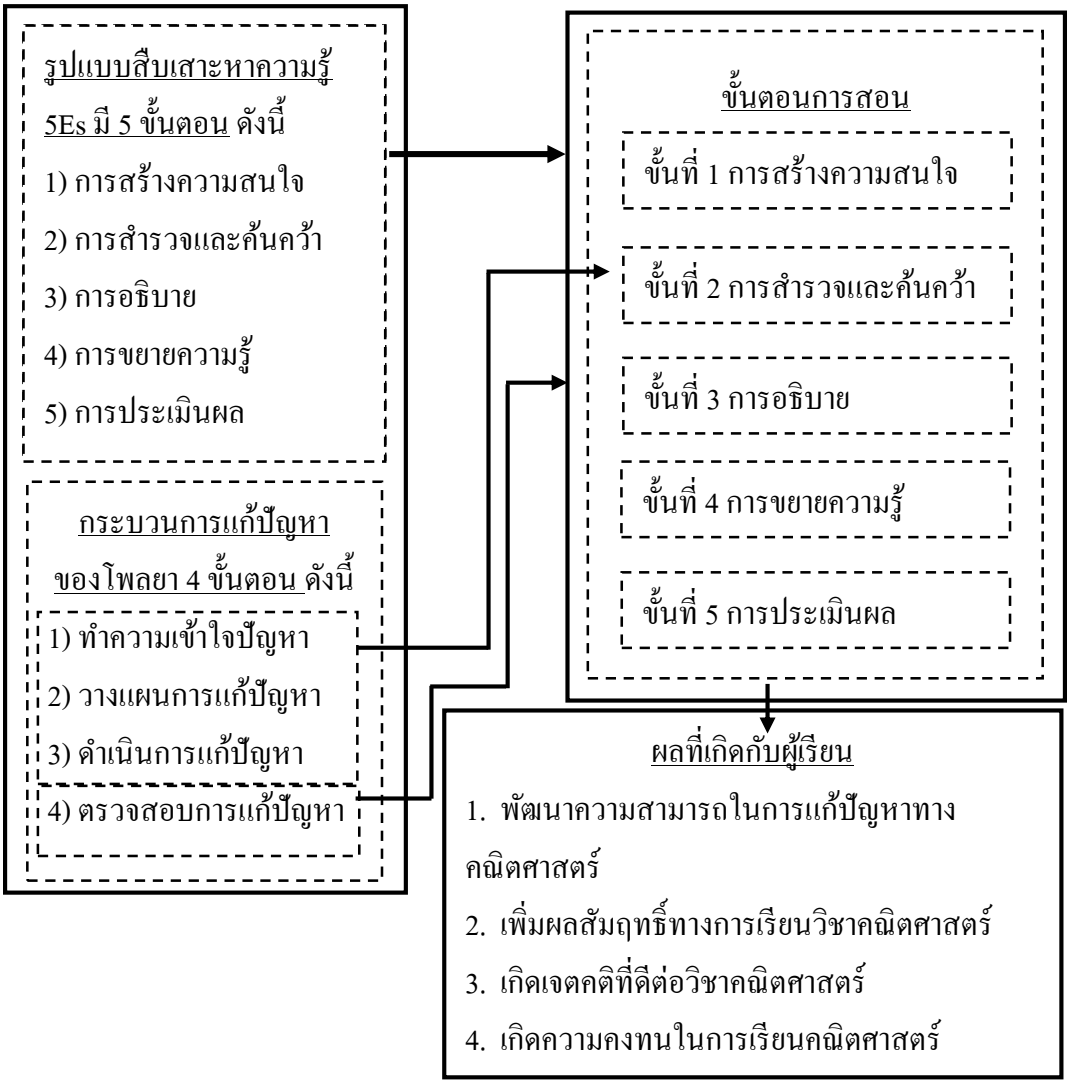
4.3 ฝึกตีความหมายของคำตอบ เมื่อได้คำตอบจากปัญหา ควรฝึกตีความว่าคำตอบนั้นสอดคล้องกับตัวปัญหาหรือไม่ มีความเหมาะสมเพียงไร ชี้ให้เห็นถึงความสำคัญของการตีความของคำตอบว่าไม่น้อยกว่าการหาคำตอบ

4.4 สนับสนุนให้นักเรียนทำแบบฝึกหัดโดยใช้วิธีการหาคำตอบได้มากกว่า 1 วิธี อาจเป็นวิธีที่คล้ายกับตัวอย่าง หรือสร้างสรรค์ขึ้นมาจากประสบการณ์ตรง ตรวจสอบความถูกต้องของวิธีการ ความสะดวกในการนำไปใช้

4.5 ให้ผู้เรียนได้ฝึกการสร้างโจทย์ปัญหาเกี่ยวกับปัญหาที่เรียน โดยอาศัยสถานการณ์จากสภาพแวดล้อม จากกิจกรรมต่าง ๆ ในชีวิตประจำวัน รวมถึงการดัดแปลงโจทย์จากแบบฝึกหัด

จากความหมายข้างต้น สามารถสรุปแนวทางการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ได้ว่า การพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์นั้น หากพิจารณาตามลักษณะวิธีการสอนจะมี 3 ทาง คือ 1) การสอนเกี่ยวกับการแก้ปัญหา 2) การสอนการแก้ปัญหา 3) การสอนโดยใช้การแก้ปัญหา นอกจากนี้ยังมีปัจจัยที่สำคัญในการช่วยพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาของผู้เรียนได้นั้น คือ ผู้สอน ควรออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ที่เอื้อต่อการพัฒนาความสามารถของผู้เรียนอย่างเต็มความสามารถ เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง และมีส่วนร่วมอย่างสร้างสรรค์

จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ผู้วิจัยได้นำรูปแบบสืบเสาะหาความรู้ 5Es ร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหาของโพลยา ดังแสดงตามภาพที่ 3 ดังนี้



ภาพที่ 3 รูปแบบสืบเสาะหาความรู้ 5Es ร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหาของโพลยาของผู้วิจัย

การวัดและประเมินผลการเรียนรู้คณิตศาสตร์

1. ความหมายของการวัดและประเมินผล

ความหมายของการวัดและประเมินผล ได้มีนักวิชาการได้ให้ความหมายไว้หลายท่าน ดังนี้

เคอร์ลิงเจอร์ ได้กล่าวว่า การวัดผลเป็นการกำหนดจำนวนให้กับวัตถุหรือเหตุการณ์หรือตามเกณฑ์ที่วางไว้โดยคำว่าจำนวน (Kerlinger, 1986 อ้างถึงใน ศศิธร แม้นสงวน, 2556)

Gronlund and Cunningham ได้ให้ความหมายของการวัด (Measurement) หมายถึง กระบวนการที่ผู้วัดได้ให้ตำแหน่งหรือค่าทางตัวเลขลงที่คุณลักษณะอย่างใดอย่างหนึ่งของผู้ถูกวัด

(Gronlund, 1976; Cunningham, 1986 อ้างถึงใน มสธ., 2549, หน้า 11)

Stevens ได้กล่าวโดยสรุปว่า การวัดผล (Measurement) เป็นการกำหนดค่าเป็นตัวเลขให้แก่สิ่งของหรือเหตุการณ์ภายใต้เกณฑ์บางอย่าง (Stevens, 1946 อ้างถึงใน พร้อมพรรณ อุดมสิน, 2544, หน้า 2)

Smith and Adams ได้อธิบายความหมายของการวัดผล หมายถึง การรวบรวมและเรียงลำดับข้อมูล ข้อความ หรือข่าวสารอย่างมีระบบ (Smith & Adams, 1966 อ้างถึงใน พร้อมพรรณ อุดมสิน, 2544, หน้า 3)

การวัดผล (Measurement) หมายถึง กระบวนการกำหนดตัวเลขหรือสัญลักษณ์ให้กับบุคคล สิ่งของ หรือเหตุการณ์ เพื่อให้ได้ข้อมูลที่แทนปริมาณหรือคุณภาพของลักษณะที่จะวัด โดยมีองค์ประกอบของการวัด ได้แก่ ปัญหาหรือสิ่งที่จะวัด เครื่องมือหรือเทคนิควิธีการ การรวบรวมข้อมูล และข้อมูลในเชิงปริมาณหรือคุณภาพ (ศศิธร แม้นสงวน, 2556, หน้า 244)

การวัดผล (Measurement) หมายถึง กระบวนการหาปริมาณหรือจำนวนของสิ่งต่าง ๆ โดยใช้เครื่องมืออย่างใดอย่างหนึ่ง ผลจากการวัดออกมาเป็นตัวเลขหรือสัญลักษณ์ (ศศิธร เวียงวลัย, 2556, หน้า 242)

การวัดผล (Measurement) หมายถึง การกำหนดตัวเลขให้กับวัตถุ สิ่งของ เหตุการณ์ ปรากฏการณ์ หรือพฤติกรรมต่าง ๆ ของผู้เรียน การได้มาซึ่งตัวเลขนั้น ต้องใช้เครื่องมือในการวัด (สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา, 2552, หน้า 66)

การประเมินผล (Evaluation) หมายถึง กระบวนการเก็บข้อมูล ตีความ บันทึก และใช้ข้อมูลเกี่ยวกับคำตอบของผู้เรียนที่ทำในภาระ/ ชิ้นงาน ว่าผู้เรียนรู้อะไร สามารถทำอะไรได้ และจะทำต่อไปอย่างไร ด้วยวิธีการและเครื่องมือที่หลากหลาย (สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา, 2552, หน้า 67)

การประเมินผล (Evaluation) หมายถึง กระบวนการที่ผู้ประเมินนำเอาข้อมูลจากแหล่งต่าง ๆ ซึ่งได้มาจากการวัดมาประกอบกัน เพื่อทำการตัดสินเกี่ยวกับบุคคลใด บุคคลหนึ่ง หรือกลุ่มบุคคล (มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช, 2549, หน้า 11)

การประเมินผล (Evaluation) หมายถึง การตัดสินหรือวินิจฉัยสิ่งต่าง ๆ ที่ได้จากการวัดหรือจากการทดสอบ (ศศิธร เวียงวลัย, 2556, หน้า 242)

การประเมินผล (Evaluation) เป็นกระบวนการอย่างมีระบบที่นำมาใช้ต่อเนื่องจากการทดสอบและการวัดผล หรือ หมายถึงการตีค่าของสิ่งที่เราวัด รวมถึงการตัดสินคุณค่าด้วย การประเมินผลต้องมีเกณฑ์ (Criteria) หรือมาตรฐาน (Standard) ที่แน่นอน วัตถุประสงค์ (Objective) (ศศิธร แม้นสงวน, 2556, หน้า 244)

จากความหมายข้างต้น สรุปได้ว่า การวัดผล หมายถึง กระบวนการกำหนดค่า หรือกำหนดตัวเลข หรือกำหนดสัญลักษณ์ที่สื่อความหมายในการวัดให้กับวัตถุ สิ่งของ เหตุการณ์ หรือพฤติกรรมของสิ่งที่ต้องการวัด โดยมีเกณฑ์หรือเครื่องมือที่ใช้ในการวัด เพื่อให้ได้ข้อมูลที่ถูกแทนค่าด้วยตัวเลขอย่างเป็นระบบ การประเมินผล หมายถึง กระบวนการเก็บรวบรวมข้อมูลที่ได้จากการวัดผล มาตีค่าหรือวินิจฉัย เพื่อนำไปสู่การตัดสินใจ โดยมีเกณฑ์หรือมาตรฐานที่แน่นอน

ในทำนองเดียวกันกับการจัดการเรียนการสอน นอกจากการมุ่งมั่นในการสอนของผู้สอนผนวกกับวิธีการสอนที่หลากหลาย เพื่อกระตุ้นความสนใจของผู้เรียนและพัฒนาความสามารถของของผู้เรียนอย่างเต็มศักยภาพ ยังต้องคำนึงถึงการวัดผลและประเมินผลของผู้เรียน ซึ่งผลที่ได้จากการวัดและประเมินผลจะทำให้ทราบข้อมูลที่สะท้อนให้ผู้สอนทราบถึงผลการจัดการเรียนการสอนและการพัฒนาผู้เรียน ดังนั้น ข้อมูลที่เกิดจากการวัดที่มีคุณภาพ จะสามารถนำไปใช้ประโยชน์ตรงตามเป้าหมาย ซึ่งผู้สอนควรดำเนินการวัดและประเมินผลการเรียนรู้เพื่อให้ได้ข้อมูลที่สะท้อนความเป็นจริง ด้วยวิธีการที่หลากหลาย จนสามารถนำไปกำหนดเป้าหมายและวิธีการพัฒนาผู้เรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพ

2. การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ไอแซงค์ อาโนล และไมลี (Eysenck, Arnold, & Meili, 1972 อ้างถึงใน ปริยทิพย์ บุญคง, 2546, หน้า 7) ได้ให้ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ขนาดของความสำเร็จที่ได้จากการทำงานที่ต้องอาศัยความพยามยามอย่างมาก ซึ่งเป็นผลมาจากการกระทำที่ต้องอาศัยความสามารถทั้งทางร่างกายและสติปัญญา

อัจฉรา สุขารมณ์ และอรพินทร์ ชูชม (2530, หน้า 3) ได้ให้ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ระดับความสำเร็จ ซึ่งได้ประเมินผลจากหลายวิธี ดังต่อไปนี้

1. กระบวนการที่ได้จากแบบทดสอบ โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนโดยทั่วไป

2. กระบวนการที่ได้จากเกรดเฉลี่ยของโรงเรียน ซึ่งต้องอาศัยกรรมวีที่ซับซ้อนและช่วงเวลาที่ยาวนาน

ไพศาล หวังพานิช (2531, หน้า 89) ได้ให้ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง คุณลักษณะและความสามารถของบุคคล อันเกิดจากการเรียนการสอนเป็นการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมและประสบการณ์การเรียนที่เกิดขึ้นจากการฝึกอบรมหรือการสอบจึงเป็นการตรวจสอบระดับความสามารถของบุคคลว่าเรียนแล้วมีความรู้เท่าใด สามารถวัดได้ 2 แบบ คือ การวัดด้านปฏิบัติกับการวัดด้านเนื้อหา

จากความหมายข้างต้น สรุปได้ว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ระดับความสำเร็จของบุคคลที่ได้จากการเรียน ที่บ่งบอกถึงคุณลักษณะและความสามารถ ที่ต้องอาศัยความรู้ และประสบการณ์ทางด้านร่างกายและสติปัญญา โดยสะท้อนออกมาในรูปแบบของเกรดเฉลี่ยของโรงเรียนหรือคะแนนหรือผลการทดสอบต่าง ๆ

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ศิริชัย กาญจนวาสี (2556, หน้า 166) ได้กล่าวถึง แบบสอบผลสัมฤทธิ์เป็นแบบสอบที่ใช้วัดผลการเรียนรู้ที่เกิดขึ้น (What person has learned) จากกิจกรรมการเรียนการสอนที่ผู้สอนได้จัดขึ้นเพื่อการเรียนรู้นั้น สิ่งที่มุ่งวัดจึงเป็นสิ่งที่ผู้เรียนได้เรียนรู้ภายใต้สถานการณ์ที่กำหนด

ภัทรา นิคมานนท์ (2537) ได้ให้ความหมายของ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง แบบทดสอบที่ใช้วัดความรู้ความสามารถ ทักษะเกี่ยวกับด้านวิชาการที่ได้เรียนรู้ในอดีตว่ารับรู้ได้มากน้อยเพียงใด โดยทั่วไปจะใช้วัดหลังทำกิจกรรมเสร็จเรียนรู้อยแล้ว เพื่อประเมินการเรียนการสอนว่าได้ผลเพียงใด

สมนึก ภัททิยธนี (2549, หน้า 73) ได้ให้ความหมายของ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง แบบทดสอบวัดสมรรถภาพทางสมองในด้านต่าง ๆ ที่นักเรียนได้เรียนรู้มาแล้ว โดยแบ่งได้เป็น 2 ประเภท คือ แบบทดสอบที่ผู้สอนเป็นผู้สร้างกับแบบทดสอบมาตรฐาน ซึ่งประเภทแรกจะเกี่ยวข้องกับผู้สอนโดยตรงที่ต้องทำการวัดและประเมินผลการเรียนรู้ของผู้เรียน

พวงรัตน์ ทวีรัตน์ (2540, หน้า 96) ได้ให้ความหมายของ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง แบบทดสอบที่วัดความรู้ความสามารถของนักเรียนที่ได้เรียนไปแล้ว ซึ่งมักจะเป็นข้อคำถามเพื่อให้นักเรียนเขียนตอบกับให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติจริง

สมนึก ภัททิยธนี (2549, หน้า 73-96) ได้เสนอว่า แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้ ที่ครูสร้างขึ้นมีหลายแบบ แต่แบบที่นิยมใช้นั้นมี 6 แบบ ดังนี้

1. ข้อสอบอัตนัยหรือเรียงความ (Subjective or essay test) เป็นข้อสอบที่มีเฉพาะคำถามแล้วให้นักเรียนเขียนตอบอย่างเสรี เขียนบรรยายตามความรู้ และข้อคิดเห็นของแต่ละคน

2. ข้อสอบแบบกา ถูก-ผิด (True-false test) เป็นข้อสอบแบบเลือกคำตอบที่มี 2 ตัวเลือก แต่ละตัวเลือกดังกล่าวเป็นแบบคงที่ และมีความหมายตรงกันข้าม เช่น ถูก-ผิด จริง-ไม่จริง เหมือน-ต่าง เป็นต้น

3. ข้อสอบแบบเติมคำ (Completion test) เป็นข้อสอบที่ประกอบด้วยประโยคหรือข้อความที่ยังไม่สมบูรณ์แล้วให้ผู้ตอบเติมคำ หรือประโยค หรือข้อความลงในช่องว่างที่เว้นไว้นั้น เพื่อให้ได้ใจความถูกต้อง

4. ข้อสอบแบบตอบสั้น ๆ (Short answer test) เป็นข้อสอบคล้ายการเติมคำแต่แตกต่าง

ตรงเป็นการเขียนเติมคำสั้น ๆ ที่ขาดหายไปจากข้อความ (ข้อสอบเติมคำเป็นประโยคหรือข้อความที่ยังไม่สมบูรณ์) แล้วให้ผู้ตอบเป็นคนเขียนคำถามที่ต้องการ สั้น ๆ และกะทัดรัดได้ใจความสมบูรณ์ ไม่ใช่การบรรยายหรืออัตนัย

5. ข้อสอบแบบจับคู่ (Matching test) เป็นข้อสอบแบบเลือกตอบ โดยมีคำถามแยกจากคำตอบออกเป็น 2 ชุด แล้วให้ผู้เลือกตอบจับคู่ว่าแต่ละข้อความในชุดหนึ่ง (ตัวยืน) จะจับคู่กับคำหรือข้อความใดในอีกชุดหนึ่ง (ตัวเลือก) ซึ่งมีความสัมพันธ์กันอย่างใดอย่างหนึ่งตามที่ผู้ออกข้อสอบกำหนดไว้

6. ข้อสอบแบบเลือกตอบ (Multiple choice) ประกอบด้วย 2 ตอน คือ ตอนนำหรือคำถาม (Stem) กับตอนเลือกหรือคำตอบ (Choice) ในการเลือกจะมีตัวเลือกที่ถูกต้อง และตัวเลือกที่เป็นตัวลวง และคำตอบของคำถามที่ดีต้องมีความหมายใกล้เคียงกันดูเผิน ๆ จะเห็นว่าตัวเลือกถูกทั้งหมด แต่ตัวเลือกที่ถูกต้องมีเพียงข้อเดียว

จากความหมายข้างต้น สรุปได้ว่า แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง แบบทดสอบที่ใช้วัดความรู้ ความสามารถทางด้านวิชาการในการเรียนรู้หลังการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน โดยใช้ข้อคำถาม หรือการลงมือปฏิบัติ ภายใต้สถานการณ์ที่กำหนด หรือวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้

หลักการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ศิริชัย กาญจนวาสี (2556, หน้า 167) ได้กล่าวถึงข้อตกลงเบื้องต้นของการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน พอสรุปได้ว่า แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ปีนเครื่องมืออย่างหนึ่งสำหรับการวัดความรู้ หรือทักษะที่เกิดขึ้นกับผู้เรียนในช่วงเวลาใดเวลาหนึ่ง ซึ่งเป็นผลมาจากการเรียนการสอนที่ได้กำหนดไว้ในวัตถุประสงค์และขอบเขตของเนื้อหาที่ได้ระบุไว้อย่างชัดเจน แบบทดสอบนั้นก็มีข้อจำกัดหลายประการ เนื่องจากไม่มีแบบทดสอบใดที่สามารถวัดความรู้และทักษะได้ครอบคลุมทุกเนื้อหาที่สอนไปได้ทั้งหมด ฉะนั้น ในการสร้างแบบทดสอบเพื่อใช้วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนนั้น จะต้องตั้งอยู่บนข้อตกลง 3 ประการ ดังนี้

1. มวลเนื้อหา หรือทักษะที่เป็นจุดมุ่งหมายของการเรียนการสอน สามารถระบุได้อย่างชัดเจน (Well defined) ในเชิงพฤติกรรมหรือกลุ่มพฤติกรรม ที่สามารถสื่อความหมายตรงตามเป้าหมายของการเรียนรู้ได้

2. แบบสอบที่ทำขึ้น ต้องทำหน้าที่วัดพฤติกรรมที่เป็นเป้าหมายของการเรียนรู้ นั่นคือต้องตรงตามเนื้อหา (Content validity)

3. ผู้สอบได้มีโอกาสเรียนรู้ครอบคลุมสิ่งที่แบบทดสอบมุ่งวัด ซึ่งการวัดผลสัมฤทธิ์ของผู้เรียนจะนำมาแปลผลได้อย่างมีความหมายนั้น ผู้เรียนจะต้องมีโอกาสในการเรียนรู้

(Opportunity to learn) คลอบคลุมเนื้อหาที่ทำการวัด

สมนึก ภัททิยธนี (2549, หน้า 67-71) ได้กล่าวถึงคุณลักษณะที่ดีของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ดังนี้

1. ความเที่ยงตรง (Validity) หมายถึง ลักษณะของแบบทดสอบทั้งฉบับที่สามารถวัดได้ตรงตามจุดประสงค์ที่ต้องการ หรือวัดในสิ่งที่ต้องการวัดได้อย่างถูกต้อง แม่นยำ ความเที่ยงตรงจึงเปรียบเสมือนหัวใจของการทดสอบ ซึ่งความเที่ยงเปรียบได้กับเครื่องชั่ง ที่ไม่ว่าจะชั่งสิ่งของคราใดก็ได้น้ำหนักของสิ่งนั้นเท่าเดิม ไม่มีโกงน้ำหนัก หรือเปรียบกับนาฬิกาที่บอกตรงเวลา ลักษณะของความเที่ยงตรงแบ่งเป็น 4 ชนิด ดังนี้

1.1 ความเที่ยงตรงตามเนื้อหา (Content validity) หมายถึง ความสามารถของข้อสอบที่วัดได้ตรงกับเนื้อหาที่กำหนดไว้ในหลักสูตร หรือตรงกับเนื้อหาที่ได้ทำการสอน โดยต้องเขียนข้อคำถามให้สอดคล้องกับน้ำหนักความสำคัญขอองเนื้อหา

1.2 ความเที่ยงตรงตามโครงสร้าง (Construction validity) หมายถึงความสามารถของแบบทดสอบที่วัดได้ตรงกับจุดมุ่งหมายที่กำหนดไว้ในหลักสูตร หรือตรงตามตัวชี้วัด หรือวัดได้ตรงตามพฤติกรรมที่ต้องการให้เกิดกับผู้เรียน

1.3 ความเที่ยงตรงตามสภาพ (Concurrent validity) หมายถึง ความสามารถของแบบทดสอบที่วัดได้ตรงตามสภาพความเป็นจริงในชีวิตประจำวัน อาจกล่าวได้ว่าเป็นความสามารถของแบบทดสอบที่ช่วยให้ผู้สอนประมาณสถานภาพที่แท้จริงของผู้เรียนในสภาพการณ์ปัจจุบันได้

1.4 ความเที่ยงตรงตามการพยากรณ์ (Predictive validity) หมายถึง ความสามารถของแบบทดสอบ ที่วัดได้ตามสภาพความเป็นจริงของนักเรียน ที่จะเกิดขึ้นในอนาคต ความเที่ยงตรงตามการพยากรณ์ เป็นลักษณะสำคัญของแบบทดสอบแบบคัดเลือก หรือ แบบทดสอบที่ใช้วัดความถนัด หรือแบบทดสอบใช้วัดเชาว์ปัญญา เนื่องจากคนที่มีความถนัดในด้านนั้น ๆ ย่อมสอบผ่านและสามารถเรียนได้สำเร็จ

2. ความเชื่อมั่น (Relibility) หมายถึง ลักษณะของแบบทดสอบทั้งฉบับที่สามารถวัดได้คงที่ ไม่เปลี่ยนแปลง ไม่ว่าจะสอบกี่ครั้งก็ตาม

3. ความยุติธรรม (Fair) หมายถึง ลักษณะของข้อสอบที่ไม่เปิดโอกาสให้เกิดการได้เปรียบในกลุ่มผู้เข้าสอบด้วยกัน และไม่เปิดโอกาสให้สอบด้วยการเดา

4. ความลึกของคำถาม (Searching) หมายถึง ลักษณะของข้อสอบที่ไม่ได้ถามเพียงความรู้ความจำ แต่ผู้ตอบคำถามต้องรู้จักนำไปใช้ โดยการนำความรู้ไปวิเคราะห์คำถามจึงได้คำตอบ

5. ความยั่วยุ (Exemplary) หมายถึง แบบทดสอบที่ทำให้ผู้สอบทำไปด้วยความรู้สึกท้าทาย อยากตอบคำถามตลอด

6. ความจำเฉพาะเจาะจง (Defination) หมายถึง ข้อสอบที่มีความชัดเจนในสิ่งที่ต้องการถาม ไม่แฝงกลเม็ดให้ผู้ตอบงงหรือกำกวมในคำถาม

7. ความเป็นปรนัย (Objective) โดยมีคุณสมบัติ 3 ประการ คือ

7.1 ตั้งคำถามให้ชัดเจน มีความหมายตรงกัน

7.2 ตรวจให้คะแนนตรงกัน ไม่ว่าใครจะเป็นคนตรวจ

7.3 แปลความหมายและคะแนนเหมือนกัน

8. ประสิทธิภาพ (Efficiency) หมายถึง แบบทดสอบที่มีข้อสอบพอประมาณ ใช้เวลาสอบเหมาะสม ประหยัดค่าใช้จ่าย จัดทำได้ง่าย ตรวสอบผลคะแนนได้เร็ว

9. อำนาจจำแนก (Discrimination) หมายถึง ความสามารถในการเลือกคำตอบที่ถูกต้องของผู้สอบ ถ้ามีค่ามากคือแบบทดสอบที่ดี

10. ความยาก (Difficulty) ขึ้นอยู่กับทฤษฎีที่เป็นหลักยึด เช่น ข้อสอบอิงเกณฑ์ข้อสอบที่ดีในรูปแบบนี้คือ ข้อสอบที่ไม่ยากหรือไม่ง่ายเกินไป ส่วนใหญ่ค่าที่วัดได้ต้องมากกว่าหรือเท่ากับ 0.5 คือความน่าจะเป็นที่ผู้สอบจะสอบผ่านครึ่งห้องขึ้นไป

พร้อมพรรณ อุดมสิน (2544, หน้า 109-113) ได้ระบุถึงลักษณะที่ดีของแบบทดสอบ ว่าแบบทดสอบที่ดีและมีคุณภาพต้องมีลักษณะทั่วไป 10 ประการ ดังนี้

1. ความตรง (Validity) หมายถึง ความสามารถในการวัดสิ่งที่ต้องการวัดได้ถูกต้องตามวัตถุประสงค์ เพื่อให้ได้ตัวแทนข้อมูลของสิ่งที่วัด เช่น ต้องการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก็ต้องสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เป็นต้น

2. ความเที่ยง (Relibility) หมายถึง ความคงเส้นคงวาของคะแนนที่ได้ในการวัดแต่ละครั้ง หรือเครื่องมือที่ใช้วัดในแต่ละครั้งได้ค่าเท่าเดิมไม่ปลี่ยนแปลง

3. ความเป็นปรนัย หมายถึง ความแจ่มชัดในข้อคำถาม แจ่มชัดของการตรวจคะแนนและความแจ่มชัดในการแปลความหมายคะแนน

4. ความยาก หมายถึง ระบุสัดส่วนของคนที่ทำข้อสอบนั้น ๆ ได้ถูกต้อง โดยใช้สัดส่วนเป็นดัชนีค่าความยาก ที่อยู่ระหว่าง 0.00 ถึง 1.00 ในแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนนิยมใช้ค่าความยากที่อยู่ระหว่าง 0.20 ถึง 0.80

5. อำนาจจำแนก คือ แบบทดสอบที่สามารถจำแนกคนเก่ง กลาง อ่อนได้ตามความสามารถจริง มีลักษณะที่สำคัญ คือ มีพิสัยกว้าง ความแปรปรวนสูง ในทางปฏิบัติแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ดี ควรเลือข้อสอบที่มีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไป

6. ความยุติธรรม เป็นความเท่าเทียมกันของผู้ได้รับการทดสอบ มีลักษณะที่สำคัญ คือไม่ลำเอียงเข้าข้างกลุ่มใดกลุ่มหนึ่ง ไม่เปิดโอกาสในการเดาข้อสอบ ซึ่งแบบทดสอบที่ดีจะต้องวัดให้

คลอบคลุม มีจำนวนมากข้อ และสอบหลาย ๆ ครั้ง

7. ยั่วยุ เป็นแบบทดสอบที่ท้าทาย ชวนให้คิด ซึ่งลักษณะที่สำคัญคือ ไม่เป็นข้อสอบที่ยากหรือง่ายจนเกินไป ไม่ซ้ำซาก วกวนชวนให้ฉุกคิด

8. ถามลึก ควรเป็นแบบทดสอบที่มุ่งคิดค้นคำตอบด้วยความสามารถของสติปัญญาระดับขั้นสูง ไม่มุ่งเพียงความจำ

9. ประสิทธิภาพ ให้คะแนนได้เที่ยงตรงมากที่สุด ประหยัดเวลา ค่าใช้จ่าย และเป็นตัวแทนกลุ่มความรู้ได้กว้างขวาง คือ วัดได้ตรง อำนาจจำแนกสูง มีความเที่ยงสูง

10. ประโยชน์ใช้สอย คือ มีความสะดวกในการดำเนินการสอบ ใช้เวลาในการสอบได้เหมาะสม สะดวกในการให้คะแนนและง่ายต่อการแปลผลและนำไปใช้

จากการคุณลักษณะที่สำคัญของแบบทดสอบข้างต้น สรุปเป็นหลักการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนได้ ดังนี้

1. มีความเที่ยงตรง วัดตรงตามจุดประสงค์

2. มีความเชื่อมั่น ไม่ว่าจะทดสอบกี่ครั้งผลลัพธ์ยังคงเดิม

3. มีความยุติธรรม ไม่ลำเอียงอคติต่อกลุ่มใดกลุ่มหนึ่ง ไม่เปิดโอกาสให้กลุ่มใดได้ประโยชน์หรือเสียประโยชน์

4. คำถามเชิงลึก ไม่มุ่งเน้นเพียงความรู้ความจำ แต่ควรพัฒนาระดับสติปัญญาให้สูงขึ้น

5. มีความยั่วยุ ให้เกิดการคิด เกิดความท้าทาย ต้องการหาคำตอบ

6. มีความเป็นปรนัย ถามชัดเจน ถามตรง ตอบตรง ตรวจให้คะแนนได้ตรงกัน

7. ประสิทธิภาพ มีความเหมาะสมของเวลา แบบทดสอบ ประหยัดและง่ายต่อการจัดทำ

8. อำนาจจำแนก สามารถแยกคนเก่ง กลาง อ่อนได้ชัดเจน ค่าอำนาจจำแนกที่เหมาะสมตั้งแต่ 0.02 ขึ้นไป

9. ความยาก ความสามารถที่ผู้ทดสอบสามารถทำแบบทดสอบได้ไม่ยากหรือง่ายจนเกินไป ค่าอยู่ในช่วง 0.20 ถึง 0.80

10. แบบทดสอบควรเหมาะสมกับช่วงวัย พัฒนาการของผู้เรียนที่สามารถระบุได้ถึงระดับพฤติกรรมของผู้เรียน และเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้รับการเรียนรู้ได้อย่างเหมาะสมก่อนการทดสอบ

จากการศึกษา สามารถสรุปได้ว่า หลักการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ดีนั้น ต้องถูกต้องตรงตามหลักการวัดผลและประเมินผล คือ ความตรงทั้งทางเนื้อหา วัดพฤติกรรมได้ตามวัตถุประสงค์ มีความเที่ยง ความเป็นปรนัย สามารถจำแนกคนเก่งอ่อนได้ มีความเป็นธรรม เป็นคำถามเชิงยั่วยุให้ผู้เรียนตอบคำถาม ไม่ยากและง่ายจนเกินไป

3. การวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

ศิริชัย กาญจนวาสี (2556, หน้า 166) ได้กล่าวถึง ความสามารถ (Ability) เป็นพลังที่แสดงถึงสมรรถนะการทำงานของบุคคลในปัจจุบัน แบบสอบความสามารถเป็นแบบสอบที่ใช้วัดสมรรถนะของบุคคลในการทำงานใดงานหนึ่ง (Power to perform a task) สิ่งที่มุ่งวัดจึงเป็นระดับของทักษะทั้งความคิดและการปฏิบัติที่แสดงถึงความสามารถเฉพาะอย่างในสภาพปัจจุบัน (Current state) ของบุคคล

สมรรถภาพทางคณิตศาสตร์ เป็นความสามารถของผู้เรียนในการคิดและทำงานทางคณิตศาสตร์ เพื่อแก้ปัญหาในสถานการณ์ต่าง ๆ หรือเหตุการณ์ต่าง ๆ โดยสอดคล้องกับทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่เป็นความสามารถในการนำความรู้ทางคณิตศาสตร์ไปประยุกต์ใช้ในการเรียนรู้สิ่งต่าง ๆ หรือแก้ปัญหาในสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องในชีวิตประจำวันได้ อย่างมีระสิทธิภาพ ในทำนองเดียวกันทักษะการแก้ปัญหานั้นเป็นทักษะหนึ่งที่จำเป็นในการเรียนรู้คณิตศาสตร์ซึ่งนักเรียนต้องมีความฝึกฝนเพื่อให้มีความสามารถในการแก้ปัญหา อาจกล่าวได้ว่า สมรรถภาพทางคณิตศาสตร์เป็นตัวสะท้อนความสามารถทางคณิตศาสตร์ ส่วนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของผู้เรียนเป็นสมรรถภาพทางคณิตศาสตร์ด้านหนึ่งโดยมีปัจจัยหลายประการก่อให้เกิดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ดังนี้ (สสวท., 2555, หน้า 76-77)

1. ความสามารถในการทำความเข้าใจปัญหา เป็นความสามารถในการใช้ความรู้ความเข้าใจที่มีอยู่มาใช้แปลความ ตีความ หรือวิเคราะห์ เพื่อให้มีความเข้าใจในปัญหา

2. ความรู้พื้นฐาน ความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่ผู้เรียนมีอยู่ เป็นสิ่งสำคัญที่ทำให้ผู้เรียนคิดและหาวิธีแก้ปัญหา

3. ประสบการณ์ในการแก้ปัญหา ผู้เรียนที่มีประสบการณ์ในการแก้ปัญหามักสามารถระลึกถึงขั้นตอนและวิธีการแก้ปัญหา รวมถึงกลวิธีในการแก้ปัญหา

4. เจตคติต่อการแก้ปัญหา ผู้เรียนมีเจตคติที่ดีต่อการแก้ปัญหา จะมีความพยายามและความอดทนในการแก้ปัญหา ผู้เรียนจะเรียนรู้และพัฒนาประสบการณ์จากการคิดและการทำงานเพื่อแก้ปัญหา

การวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เป็นการวัดและประเมินสามารถกระทำได้หลายวิธี ทั้งในลักษณะรายบุคคลและรายกลุ่ม รวมถึงการมีโอกาสของผู้เรียน ในการประเมินตนเอง เพื่อให้ผลของการประเมินครอบคลุมพฤติกรรมในทุก ๆ ด้าน ฉะนั้น เครื่องมือที่นำมาวัดควรมีหลายรูปแบบและเหมาะสมกับจุดประสงค์ โดยแบบทดสอบที่ใช้ในการวัดผลควรใช้ข้อสอบที่หลากหลายรูปแบบและสะท้อนถึงความสามารถหรือทักษะของผู้เรียนทางคณิตศาสตร์ เช่น ข้อสอบเขียนตอบแบบสั้น ข้อสอบที่แสดงวิธีทำหรือเขียนอธิบาย เป็นต้น เนื่องจาก

ความสามารถในการแก้ปัญหาเป็นทักษะและกระบวนการหนึ่งทางคณิตศาสตร์ จึงเสนอการวัดและประเมินผลในรูปแบบทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ประกอบด้วย 2 ส่วน ดังนี้ (สสวท., 2555, หน้า 89)

1. สถานการณ์ เป็นส่วนของเนื้อหาสาระ ข้อสนเทศ หรือข้อความรู้ที่ผู้เรียนต้องใช้ในการลงมือปฏิบัติภาระงาน

2. คำสั่งหรือคำชี้แจง เป็นเงื่อนไข หรือสิ่งที่ระบุให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติจริงภายใต้สถานการณ์ที่กำหนดให้ เพื่อให้ผู้เรียนได้แสดงออกถึงพฤติกรรมที่ต้องการวัด ซึ่งต้องครอบคลุมทักษะปฏิบัติ ดังนี้

2.1 การวางแผนการดำเนินงาน กำหนดให้ผู้เรียนตรวจสอบความสามารถเกี่ยวกับการกำหนดปัญหา การสร้างข้อความคาดการณ์ และการออกแบบวีการแก้ปัญหา

2.2 การลงมือปฏิบัติ กำหนดให้ผู้เรียนแสดงพฤติกรรมด้านทักษะและปฏิบัติ หรือแสดงความสามรถในการสังเกต การใช้อุปกรณ์หรือเครื่องมือ การบันทึกผลการคำนวณค่า และการดำเนินงานอย่างเป็นขั้นตอนตามแผนที่วางไว้

2.3 การวิเคราะห์และแปลผล กำหนดให้ผู้เรียนจัดกระทำข้อมูลตรวจสอบความแม่นยำของข้อมูลที่ได้ สรุปความสัมพันธ์ของข้อมูล และการแปลความข้อมูล

3. การสร้างความรู้และการนำความรู้ไปใช้ กำหนดให้ผู้เรียนแสดงความสามารถในการลงข้อสรุปหรือสร้างความรู้ ประยุกต์ความรู้ในรูปแบบจำลองหรือการนำเสนอแนวคิดที่แตกต่างไปจากเดิม

จากแนวทางข้างต้น สามารถสรุปได้ว่า การวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เป็นการวัดและประเมินผลการเรียนรู้ของผู้เรียนโดยใช้เครื่องมือที่หลากหลายที่ระบุได้ถึงพฤติกรรมที่ต้องการวัดผู้เรียนให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ที่ต้องการวัด

4. หลักการวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

หลักการของการประเมินทางคณิตศาสตร์เป็นหลักการประเมินความสามารถทางคณิตศาสตร์นั้น ต้องประกอบไปด้วยหลักการ 5 ประการ ได้แก่ (มสธ., 2556, หน้า 12-20)

1. การประเมินต้องส่งเสริมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ รูปแบบการประเมินการกำกับตรวจสอบตนเอง (Self-assessment) เป็นรูปแบบหนึ่งที่ส่งเสริมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (Kenney & Silver, 1993 อ้างถึงใน มสธ., 2556, หน้า 12) โดยการกำกับตรวจสอบตนเองจะประกอบไปด้วย 2 ส่วน ได้แก่ การระลึกรู้ (Self-awareness) และการประเมินตนเอง (Self-evaluation) ทั้งสองส่วนนี้เกี่ยวข้องและต่อเนื่องกัน เนื่อง การระลึกรู้ เป็นความสามารถของผู้เรียนที่ได้ตระหนักและรับรู้การเรียนรู้ของคณิตศาสตร์ รวมถึงกระบวนการ กลยุทธ์และเจตคติอะไรบ้าง ส่วนที่สอง

การประเมินตนเองเป็นความสามารถที่เหนือกว่าการระลึกรู้ คือ ความสามารถในการนำความรู้ กระบวนการ กลยุทธ์และเจตคติมาใช้ โดยผ่านกระบวนการคิดอย่างมีวิจารณญาณ จนสามารถตัดสินใจได้ว่าตนรู้อะไรแค่ไหน ทำอะไรได้บ้าง อะไรที่ยังไม่รู้ และหาวิธีการใดมาเพิ่มพูนความรู้ได้บ้าง การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการตรวจสอบตนเองนั้น สามารถสอดแทรกกิจกรรมได้หลากหลายลักษณะ เช่น กิจกรรมการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์แบบร่วมมือเป็นกลุ่มย่อย ในขั้นทำความเข้าใจปัญหา ซึ่งผู้เรียนได้ช่วยกันเขียนหรืออธิบายความเข้าใจเกี่ยวกับประเด็นปัญหา เมื่อได้คำตอบผู้เรียนสามารถคิดย้อนกลับหรือตรวจสอบ โดยอธิบายหรือเขียนประสิทธิภาพ หรือประสิทธิผล หรือวิธีการต่าง ๆ ที่นำไปใช้ในการแก้ปัญหาได้ เป็นต้น การตรวจสอบตนเองจะช่วยให้ผู้เรียนทราบจุดเด่น จุดด้อยของตนเองและทราบความสามารถทางคณิตศาสตร์ของผู้เรียนเอง ทำให้ผู้เรียนเกิดความเชื่อมั่นในตนที่จะแก้ปัญหาหรืองานคณิตศาสตร์ กิจกรรมประเมินตนเองจะอยู่ในรูปของแบบประเมินประเภทมาตรประมาณค่า หรือประเภทตรวจสอบรายการ หรืออยู่ในรูปการเขียนอนุทินเชิงไตร่ตรอง (Reflective journal writing) เช่น หลังเรียนจบในแต่ละบทเรียน ผู้เรียนมีความเข้าใจเพียงใดหรือยังสับสนไม่เข้าใจตรงไหน ซึ่งสามารถบันทึกผลการเรียนนั้น ๆ ซึ่งข้อมูลเหล่านี้ช่วยให้ผู้สอนเข้าใจผู้เรียนได้มากยิ่งขึ้นทั้งในด้านความรู้ ทักษะและกระบวนการ

2. การประเมินกับการส่งเสริมความเสมอภาค การจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์เป็นไปตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 เป็นหลักสูตรอิงเกณฑ์มาตรฐานและตัวชี้วัด ซึ่งผลประเมินการเรียนรู้จึงลดความสำคัญการวัดผลเฉพาะด้านความรู้ที่ใช้แบบทดสอบแต่เน้นการประเมินตามสภาพจริงที่ใช้การสังเกต สนทนาซักถาม การอภิปราย การตรวจสอบกระบวนการทำงานและผลงานที่ได้รับมอบหมาย ควบคู่ไปกับการใช้วิธีการทดสอบ เพื่อให้ได้ผลการประเมินที่เกิดจากผู้ประเมินอย่างแท้จริง ไม่ลักลั่นเกิดความเสมอภาคเท่าเทียมกันของผู้เรียน ในเอกสาร Assessment Standard for school Mathematics ได้ระบุสิทธิและความเสมอภาคของผู้เรียนสำหรับการประเมินการเรียนรู้คณิตศาสตร์ในชั้นเรียนไว้ว่า ผู้เรียนทุกคนมีสิทธิและความเสมอภาค เช่น ได้ปฏิบัติงานคณิตศาสตร์ที่ท้าทาย น่าสนใจ และมีประโยชน์ ได้ร่วมมือในการปฏิบัติกิจกรรมกับผู้เพื่อนและผู้สอน เพื่อเกิดการเรียนรู้อย่างมีความหมาย เข้าใจถึงเกณฑ์ในการประเมินผลการทำงานแต่ละงาน ตลอดจนเกณฑ์การตัดสินผลการเรียน ได้ผลการตัดสินอย่างเป็นเป็นธรรมรวมถึงมีผลย้อนกลับอย่างสม่ำเสมอ มีส่วนร่วมในการประเมินผล เป็นต้น (National Council of Teachers of Mathematics, 1995 อ้างถึงใน มสธ., 2556, หน้า 13-14)

3. การประเมินเป็นกระบวนการแบบเปิด หมายถึง ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการประเมินและมีผลย้อนกลับเกี่ยวกับการเรียนรู้และความก้าวหน้าในการเรียนรู้อย่างต่อเนื่องและทันเวลา รวมถึงการเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้เสนอแนะเกี่ยวกับการเลือกกิจกรรมทางคณิตศาสตร์ การออก

ข้อสอบโดยผู้เรียน เช่น การเขียนคำถามแบบแสดงวิธีทำ พร้อมเฉลย หรือคำถามเลือกตอบ ซึ่งผู้ที่สามารถการเขียนคำถามได้นั้น แสดงว่าต้องมีความเข้าใจลึกซึ้งจะเขียนคำถามได้ดี เป็นต้น และการกำหนดเกณฑ์ในการวัด

4. การประเมินนำไปสู่สารสนเทศที่น่าเชื่อถือเกี่ยวกับการเรียนรู้ของผู้เรียน กล่าวคือ จะต้องมีความสอดคล้องกับมาตรฐานและตัวชี้วัด เน้นความเข้าใจและความคิดรวบยอด ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ สามารถประยุกต์ความรู้และกระบวนการในบริบทต่าง ๆ โดยสะท้อนออกมาให้เห็นถึงความรู้และความสามารถของผู้เรียนได้ตามมาตรฐานและตัวชี้วัด มีรายละเอียดที่ลึกซึ้งเกี่ยวกับความสามารถของผู้เรียนในด้านความคิดรวบยอด ทักษะและกระบวนการที่แสดงออกในรูปของชิ้นงานคณิตศาสตร์ ซึ่งผู้สอนสามารถเก็บรวบรวมข้อมูลได้จากการสังเกตกระบวนการทำงาน การตรวจสอบความเข้าใจความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์ ยุทธวิธีและการคิดให้เหตุผล รวมถึงการนำเสนอในรูปแบบต่าง ๆ โดยลดบทบาทวิธีการประเมินที่เป็นทางการ เลือกใช้สื่อและวิธีการประเมินที่เหมาะสม ตรงตามลักษณะของข้อมูลที่ต้องการ ตรงตามวัตถุประสงค์ที่ต้องการวัด และตรงตามระดับพัฒนาการและวุฒิภาวะของผู้เรียน นั่นคือเครื่องมือที่ใช้ประเมินผลจะต้องมีความหลากหลายและไม่จำเป็นต้องเป็นกิจกรรมที่เป็นทางการเสมอไป

5. การประเมินตามมาตรฐานการเรียนรู้ หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ได้กำหนดมาตรฐานการเรียนรู้ไว้ 6 สาระ ได้แก่ สาระที่ 1 จำนวนและการดำเนินการ สาระที่ 2 การวัด สาระที่ 3 เรขาคณิต สาระที่ 4 พีชคณิต สาระที่ 5 การวิเคราะห์ข้อมูลและความน่าจะเป็น และสาระที่ 6 ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ โดยกำหนดคุณภาพผู้เรียนในแต่ละระดับการศึกษา และได้กำหนดตัวชี้วัดไว้ในแต่ละสาระ ซึ่งผู้สอนจะต้องออกแบบงานคณิตศาสตร์ให้สอดคล้องกับตัวชี้วัด และต้องเก็บข้อมูลเกี่ยวกับความสามารถทางคณิตศาสตร์ผ่านงานคณิตศาสตร์เหล่านั้นด้วย

จากการศึกษา สามารถสรุปได้ว่า หลักการวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ประกอบด้วย 5 หลักการ คือ 1) ส่งเสริมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ รูปแบบการประเมินการกำกับตรวจสอบตนเอง 2) ส่งเสริมความเสมอภาค การจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์เป็นไปตามหลักสูตร 3) หมายถึง ผู้เรียนมีส่วนรวมในการประเมิน และมีผลย้อนกลับเกี่ยวกับการเรียนรู้และความก้าวหน้าในการเรียนรู้อย่างต่อเนื่องและทันเวลา 4) การประเมินเชื่อถือได้ ต้องมีความสอดคล้องกับมาตรฐานและตัวชี้วัด เน้นความเข้าใจและความคิดรวบยอด ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ สามารถประยุกต์ความรู้และกระบวนการในบริบทต่าง ๆ 5) ผู้สอนจะต้องออกแบบงานคณิตศาสตร์ให้สอดคล้องกับตัวชี้วัดและต้องเก็บข้อมูลเกี่ยวกับความสามารถ

ทางคณิตศาสตร์ผ่านงานคณิตศาสตร์และเก็บข้อมูลเพื่อใช้เป็นแนวทางการพัฒนาต่อไป

5. แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

การวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์มีเครื่องมือที่ใช้วัดและประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์หลากหลายเครื่องมือ ดังนี้ (เวชฤทธิ์ อังกนะภัทรขจร, 2554, หน้า 109-115)

1. การทดสอบ เป็นการประเมินโดยใช้แบบทดสอบ โดยข้อสอบที่ใช้กันมี 2 ประเภท คือ ข้อสอบแบบปรนัย และข้อสอบแบบอัตนัย ลักษณะของข้อสอบแบบอัตนัยเป็นข้อสอบที่กำหนดปัญหาหรือกำหนดคำถามมาให้ แล้วให้ผู้ตอบแสดงความรู้ ความเข้าใจ และความคิด การใช้ภาษาในการเขียนตอบอยู่ที่ความสามารถของผู้ตอบ ซึ่งข้อสอบประเภทนี้สามารถวัดความรู้และทักษะ กระบวนการได้

2. การสังเกต เป็นการประเมินผลของผู้เรียนตามสภาพจริง โดยการสังเกตจะใช้ประเมินการแสดงออกและกระบวนการที่ผู้เรียนได้ดำเนินกิจกรรม รวมทั้งสามารถสังเกตพฤติกรรมการทำงาน

3. การประเมินบันทึกการเรียนรู้ของผู้เรียน เป็นการบันทึกการเรียนรู้ของผู้เรียนในประเด็นที่สำคัญ ผู้สอนเป็นคนตรวจสอบการบันทึกและมีการสื่อสารระหว่างผู้สอนกับผู้เรียนผ่านบันทึกการเรียนรู้

6. เกณฑ์การให้คะแนนแบบรูบริค

การประเมินความสามารถทางคณิตศาสตร์ของผู้เรียนมีวิธีการประเมินที่หลากหลาย เช่น การทดสอบ การมอบหมายงาน การปฏิบัติ การสัมภาษณ์ ฯลฯ การประเมินความสามารถทางคณิตศาสตร์ ประกอบไปด้วย 2 กระบวนการที่สำคัญ คือ กระบวนการรวบรวมหลักฐานที่แสดงถึงการเรียนรู้ของผู้เรียน สามารถปฏิบัติสิ่งใดได้บ้าง และกระบวนการตัดสินใจหรือให้คุณค่ากับหลักฐานต่าง ๆ ที่แสดงถึงความสามารถของผู้เรียนโดยกระบวนการนี้จะประกอบไปด้วย 2 ส่วน คือ การให้คะแนน (Scoring) และการตัดสินผล (Grading) ซึ่งการให้คะแนนเป็นการเปรียบเทียบผลงานผู้เรียนกับมาตรฐาน (Standard) มาตรฐานต่าง ๆ ที่ถูกกำหนด ส่วนการตัดสินเป็นการนำคะแนนต่าง ๆ มาสรุป และเปรียบเทียบอิงเกณฑ์หรืออิงกลุ่ม เพื่อให้ระดับผลการเรียน กูดริช (Goodrich, 1997 อ้างถึงใน เวชฤทธิ์ อังกนะภัทรขจร, 2554, หน้า 164) ได้กล่าวถึง สาเหตุที่ทำให้การให้คะแนนแบบรูบริคเป็นสิ่งที่น่าสนใจของผู้สอนและผู้เรียน ดังนี้

1. เกณฑ์การให้คะแนนแบบรูบริค เป็นเกณฑ์การให้คะแนนที่มีประสิทธิภาพสูงสำหรับการสอน เนื่องจากสามารถสะท้อนและช่วยให้ผู้เรียนปรับปรุงการทำงานได้ตลอดเวลา เกณฑ์ที่สร้างจะสะท้อนให้ผู้เรียนมีแนวทางในการพัฒนาตนเองเพื่อบรรลุจุดมุ่งหมาย

2. เกณฑ์การให้คะแนนแบบรูบริค ทำให้ผู้เรียนมีความละเอียดรอบคอบในการตัดสินคุณภาพตนเองและผู้อื่น ตระหนักถึงความสำคัญความแตกต่างของงานที่ทำเสร็จกับงานที่มีคุณภาพ

3. เกณฑ์การให้คะแนนแบบรูบริคจะช่วยลดเวลาผู้สอนในการประเมินชิ้นงานและเกณฑ์ประเมินที่ชัดเจนช่วยให้ผู้เรียนสามารถวิเคราะห์และประเมินชิ้นงานของตนเองและผู้อื่นได้อย่างเที่ยวตรง มีความยุติธรรม และเป็นที่ยอมรับของเพื่อนร่วมชั้น

4. เกณฑ์การให้คะแนนแบบรูบริคเป็นสิ่งที่ง่ายต่อการใช้และอธิบายแก่ผู้อื่นให้เข้าใจการประเมินและการให้คะแนน

โดยเกณฑ์การให้คะแนน (Rubric) เป็นระดับมาตรฐานที่ใช้เพื่อตรวจให้คะแนนงานของผู้เรียน เกณฑ์การให้คะแนนมีทั้งแบบง่ายและแบบทั่วไป โดยแบ่งเป็นประเภทต่าง ๆ ได้ดังนี้ (มสธ., 2556, หน้า 98)

1. เกณฑ์การให้คะแนนแบบรวม (Holistic scoring) เป็นการอธิบายคุณภาพการปฏิบัติหรือผลงานในแต่ละระดับเอาไว้ โดยการประเมินจะประเมินในภาพรวม ไม่แยกเป็นรายด้าน แล้วนำมาเทียบกับคำอธิบายคุณภาพว่าตรงกับระดับใด โดยปกติจะใช้เกณฑ์คะแนนแบบรวมกับการประเมินความสามารถทางคณิตศาสตร์ที่ซับซ้อน และมีจุดมุ่งหมายเพื่อสรุปรวมความสามารถของผู้เรียน

ตารางที่ 2-8 เกณฑ์การให้คะแนนแบบองค์รวม

เกณฑ์การให้คะแนน	**คะแนน**
ตอบได้ถูกต้อง สามารถแสดงข้อมูลเปรียบเทียบและอธิบายได้อย่างชัดเจน	20
ตอบได้ถูกต้อง สามารถแสดงข้อมูลเปรียบเทียบและอธิบายสื่อให้เข้าใจได้ครบถ้วน	15
ตอบได้ถูกต้อง สามารถแสดงข้อมูลเปรียบเทียบและอธิบายพอสื่อให้เข้าใจได้บางส่วน	10
ตอบได้ถูกต้อง แต่มาสามารถแสดงข้อมูล เปรียบเทียบและอธิบายได้ หรือตอบไม่ถูกต้อง	5
ตอบไม่ถูกต้อง ไม่สามารถแสดงข้อมูลเปรียบเทียบและอธิบายได้ หรืออธิบายผิด	0

2. เกณฑ์การให้คะแนนแบบวิเคราะห์ (Analytic scoring) เป็นลักษณะการให้คะแนนตามองค์ประกอบในแต่ละด้านที่ต้องการประเมิน เพื่อนำผลการประเมินมาปรับปรุงการเรียนรู้ของผู้เรียนและปรับปรุงวิธีสอน

ตารางที่ 2-9 เกณฑ์การให้คะแนนกระบวนการทางคณิตศาสตร์ (กรมวิชาการ, 2546)

คะแนน/ ความหมาย	ความสามารถในการแก้ปัญหาที่ปรากฏให้เห็น
4 ดีมาก	ใช้ยุทธวิธีดำเนินการแก้ปัญหาสำเร็จอย่างมีประสิทธิภาพ อธิบายถึงเหตุผลในการใช้วิธีการดังกล่าวได้เข้าใจชัดเจน
3 ดี	ใช้ยุทธวิธีดำเนินการแก้ปัญหาสำเร็จ อธิบายถึงเหตุผลในการใช้วิธีการดังกล่าวได้ดีกว่านี้
2 พอใช้	ใช้ยุทธวิธีดำเนินการแก้ปัญหาสำเร็จบางส่วน อธิบายถึงเหตุผลในการใช้วิธีการดังกล่าวได้บางส่วน
1 ต้องปรับปรุง	มีร่องรอยการดำเนินการแก้ปัญหาบางส่วน เริ่มคิดว่าทำไมจึงต้องใช้วิธีการนั้นแล้วหยุด อธิบายต่อไม่ได้ แก้ปัญหาไม่สำเร็จ
0 ไม่พยายาม	ทำได้ไม่ถึงเกณฑ์ข้างต้นหรือไม่มีร่องรอยการดำเนินการแก้ปัญหา

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2555, หน้า 27-28) ได้นำเสนอแนวคิดในกาประเมินผลการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยพิจารณาจากรายการประเมิน 4 ประเด็น และกำหนดเกณฑ์การประเมินผลแบบเกณฑ์รวมที่ใช้ในการพิจารณาขั้นตอนการแก้ปัญหาของผู้เรียนโดยภาพรวม โดยกำหนดระดับคุณภาพเป็น 4 ระดับ ดังตารางที่ 2-10

ตารางที่ 2-10 เกณฑ์การประเมินผลแบบเกณฑ์รวมของการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

คะแนน (ระดับคุณภาพ)	เกณฑ์การพิจารณา
4 (ดีมาก)	- เข้าใจปัญหาได้ถูกต้องชัดเจน - เลือกวิธีการที่สามารถแก้ปัญหาได้ถูกต้องเหมาะสมและสอดคล้องกับ ปัญหา นำวิธีการแก้ปัญหาไปใช้ได้อย่างถูกต้องและแสดง การแก้ปัญหาแก้ปัญหาเป็นลำดับขั้นตอนอย่างชัดเจน

ตารางที่ 2-10 (ต่อ)

คะแนน (ระดับคุณภาพ)	เกณฑ์การพิจารณา
3 (ดี)	- สรุปคำตอบได้ถูกต้อง สมบูรณ์ - เข้าใจปัญหาได้ถูกต้องชัดเจน - เลือกวิธีการที่สามารถแก้ปัญหาได้ถูกต้องเหมาะสมและสอดคล้องกับปัญหา นำวิธีการแก้ปัญหาไปใช้ได้อย่างถูกต้อง แต่การแสดงลำดับขั้นตอนการแก้ปัญหายังไม่ชัดเจน - สรุปคำตอบได้ถูกต้อง แต่ยังไม่สมบูรณ์
2 (ดี)	- เข้าใจปัญหาบางส่วนไม่ถูกต้อง - เลือกวิธีการที่สามารถแก้ปัญหาได้ถูกต้องเหมาะสมและสอดคล้องกับปัญหา นำวิธีการแก้ปัญหาไปใช้ได้อย่างถูกต้อง แต่การแสดงลำดับขั้นตอนการแก้ปัญหายังไม่ชัดเจน - สรุปคำตอบได้ถูกต้องหรือสรุปคำตอบไม่ครบถ้วน
1 (ต้องปรับปรุง)	- เข้าใจปัญหาบางส่วนไม่ถูกต้อง - เลือกวิธีการแก้ปัญหาไม่ถูกต้อง และนำวิธีการแก้ปัญหาไปใช้ไม่ถูกต้อง หรือไม่แสดงลำดับขั้นตอนของการแก้ปัญหา - ไม่มีการสรุปคำตอบ หรือสรุปคำตอบไม่ถูกต้อง

ตารางที่ 2-11 เกณฑ์การให้คะแนนแบบทดสอบที่เน้นกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์แบบอัตนัย (มาลัย พิมพาเลย, 2553)

กระบวนการแก้ปัญหา	คะแนน
1. ทำความเข้าใจและวิเคราะห์ปัญหา (การกำหนดตัวแปร: คะแนน 5)	
- กำหนดตัวแปรที่นำไปสู่การหาคำตอบได้ถูกต้อง	5
- กำหนดตัวแปรที่นำไปสู่การหาคำตอบได้ และเขียนแสดงเงื่อนไขในโจทย์ที่เกี่ยวข้องกับตัวแปรได้บางส่วน	3
- กำหนดตัวแปรที่นำไปสู่การหาคำตอบได้ และเขียนแสดงเงื่อนไขในโจทย์ที่เกี่ยวข้องกับตัวแปรได้บางส่วน	2
- ไม่แสดงวิธีทำ หรือแสดงวิธีทำที่ไม่ตรงตามเงื่อนไขในโจทย์หรือไม่ตอบ	

ตารางที่ 2-11 (ต่อ)

กระบวนการแก้ปัญหา	คะแนน
2. การวางแผนปัญหาการแก้ปัญหา (เขียนสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวที่นำไปสู่การแก้ปัญหา: คะแนนเต็ม 5 คะแนน)	
- เขียนสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว เพื่อแสดงความสัมพันธ์ตามเงื่อนไขในโจทย์ได้ถูกต้อง	
- เขียนแสดงเงื่อนไขในโจทย์ที่เกี่ยวข้องกับตัวแปรได้ครบ แต่ไม่ได้ตามเงื่อนไขในโจทย์หรือเขียนสมการไม่ถูกต้อง	3
- เขียนสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวได้ แต่ไม่ได้ดำเนินการในขั้นต่อไปหรือดำเนินการในขั้นต่อไปไม่ถูกต้อง	2
- ไม่แสดงวิธีทำ หรือแสดงวิธีทำไม่ตรงตามเงื่อนไขในโจทย์หรือไม่ตอบ	0
3. การดำเนินการแก้ปัญหา (การแก้สมการเพื่อหาค่าของตัวแปร: คะแนนเต็ม 5)	5
- แสดงการคำนวณ และหาค่าตัวแปรได้ถูกต้อง	
- แสดงการคำนวณส่วนใหญ่ที่นำไปสู่การหาค่าของตัวแปรได้ แต่ไม่ได้ระบุค่าของตัวแปรหรือระบุไม่ถูกต้อง	3
- แสดงการคำนวณเพียงเล็กน้อยหรือไม่แสดงการคำนวณแต่ระบุค่าตัวแปรได้ถูกต้อง	2
- แสดงการคำนวณเพียงเล็กน้อยหรือไม่แสดงการคำนวณแต่ละบุค่าตัวแปรหรือระบุไม่ถูกต้อง	0
4. การตรวจสอบและสรุปคำตอบ (คะแนนเต็ม 5)	
- แสดงการตรวจสอบค่าของตัวแปรกับเงื่อนไขในโจทย์ปัญหาได้ถูกต้อง	5
- แสดงการตรวจสอบค่าของตัวแปรกับเงื่อนไขในโจทย์แต่ไม่สรุปคำตอบของโจทย์ปัญหาหรือสรุปไม่ถูกต้อง	3
- สรุปคำตอบของโจทย์ปัญหาได้ถูกต้อง แต่ไม่แสดงการตรวจสอบค่าของตัวแปรกับเงื่อนไขในโจทย์หรือแสดงการตรวจสอบค่าของตัวแปรกับสมการที่กำหนดขึ้นมา หรือแสดงการตรวจสอบค่าของตัวแปรอย่างไม่ถูกต้อง	2
- ไม่แสดงการตรวจสอบค่าของตัวแปรหรือแสดงการตรวจสอบค่าของตัวแปรอย่างไม่ถูกต้อง ไม่สรุปคำตอบของโจทย์ปัญหาหรือสรุปไม่ถูกต้อง	0

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2555, หน้า 127-130) ได้นำเสนอเกณฑ์การประเมินผลการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ แบบย่อยตามกระบวนการแก้ปัญหาโดยกำหนดระดับคุณภาพเป็น 3 ระดับ ดังตารางที่ 2-12

ตารางที่ 2-12 เกณฑ์การประเมินผลแบบย่อยของการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

รายการประเมิน	**ระดับคุณภาพ**	**เกณฑ์การพิจารณา**
1. ความเข้าใจปัญหา	3 (ดี)	- เข้าใจปัญหาได้ถูกต้องชัดเจน
	2 (พอใช้)	- เข้าใจปัญหาบางส่วนไม่ถูกต้อง
	1 (ต้องปรับปรุง)	- เข้าใจปัญหาน้อยมาก หรือไม่เข้าใจปัญหา
2. การเลือกยุทธวิธีในการแก้ปัญหา	3 (ดี)	- เลือกวิธีการแก้ปัญหาได้ถูกต้องเหมาะสมและเขียนประโยคคณิตศาสตร์ได้ถูกต้อง
	2 (พอใช้)	- เลือกวิธีแก้ปัญหา ซึ่งอาจนำไปสู่คำตอบที่ถูกต้อง แต่ยังมีบางส่วนผิด โดยอาจเขียนประโยคคณิตศาสตร์ไม่ถูกต้อง
	1 (ต้องปรับปรุง)	- เลือกวิธีการแก้ปัญหาบางส่วนไม่ถูกต้อง
3. การใช้วิธีการในการแก้ปัญหา	3 (ดี)	- นำวิธีการแก้ปัญหาไปใช้ได้ถูกต้องและแสดงการแก้ปัญหาเป็นลำดับขั้นตอนได้อย่างชัดเจน
	2 (พอใช้)	- นำวิธีการแก้ปัญหาไปใช้ได้ถูกต้องเป็นบางครั้ง
	1 (ต้องปรับปรุง)	- นำวิธีการแก้ปัญหาไปใช้ได้ไม่ถูกต้อง
4. การสรุปคำตอบ	3 (ดี)	- สรุปคำตอบได้ถูกต้อง สมบูรณ์
	2 (พอใช้)	- สรุปคำตอบไม่สมบูรณ์ หรือใช้สัญลักษณ์ไม่ถูกต้อง
	1 (ต้องปรับปรุง)	- ไม่มีการสรุปคำตอบ

จากการศึกษาเกณฑ์กระบวนการแก้ปัญหาข้างต้น ผู้วิจัยได้นำเกณฑ์การประเมินผลแบบย่อยของการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีนำไปใช้เป็นเกณฑ์ในการให้คะแนนแบบวิเคราะห์ของแบบทดสอบที่เน้นการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ แบบอัตนัย ที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้

แนวคิดและทฤษฎีเกี่ยวกับเจตคติต่อคณิตศาสตร์

1. ความหมายของเจตคติ

ความหมายของเจตคติมีนักวิชาการได้ให้ความหมายไว้ ดังนี้

เกรก และคณะ (Greg et al., 2010 อ้างถึงใน จามรี สมานชาติ, 2554) ได้ให้ความหมายของเจตคติ หมายถึง พัฒนาการเปลี่ยนแปลงทั้งหมดของสิ่งใดสิ่งหนึ่ง ที่เป็นผลมาจากพุทธิพิสัย จิตพิสัยและทักษะพิสัย

บุญธรรม กิจปรีดาบริสุทธิ์ (2533, หน้า 1) ได้ให้ความหมายของเจตคติ หมายถึง กริยาท่าทีรวม ๆ ของบุคคลที่เกิดจากความพร้อมหรือจากความโน้มเอียงของจิตใจซึ่งแสดงออกต่อสิ่งเร้าหนึ่ง ๆ เช่น ต่อวัตถุ สิ่งของและสถานการณ์ต่าง ๆ ที่สำคัญโดยจะแสดงออกมาในทางที่สนับสนุน (Positive) ซึ่งมีความรู้สึกเห็นดีเห็นชอบต่อสิ่งเร้านั้นหรือแสดงออกในทางต่อต้าน (Negative) ซึ่งมีความรู้สึกไม่เห็นดีไม่เห็นชอบต่อสิ่งนั้น

นิตย์ บุหงามงคล (2540, หน้า 186) ได้ให้ความหมายของเจตคติ หมายถึง ความคิดความเข้าใจความเห็นและความรู้สึก และความเชื่อของบุคคลที่มีต่อสิ่งของ บุคคลหรือสถานการณ์

ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ (2543, หน้า 53-54) ได้ให้ความหมายของเจตคติ (Attitude) หมายถึง ความรู้สึกเชื่อ ศรัทธา ต่อสิ่งหนึ่งสิ่งใด จนเกิดความพร้อมที่จะแสดงการกระทำออกมา ซึ่งอาจไปในทิศทางดี หรือไม่ดี เจตคติไม่ใช่พฤติกรรมแต่เป็นตัวการที่จะทำให้เกิดพฤติกรรมของจิตใจซึ่งเกิดโดยประสบการณ์ สภาพความพร้อมนี้เป็นแรงที่จะกำหนดทิศทาง หรือปฏิกิริยาต่อบุคคลสิ่งของหรือสถานการณ์ที่เกี่ยวข้อง เป็นระดับความมากน้อยของความรู้สึกในด้านบวกหรือลบที่มีต่อสิ่งหนึ่งซึ่งอาจเป็นอะไรก็ได้ เป็นต้นว่า สิ่งของ บุคคล บทความ องค์การ ความคิด ฯลฯซึ่งความรู้สึกเช่นนี้แสดงให้เห็นถึงความแตกต่างว่าเห็นด้วยหรือไม่เห็นด้วย เป็นอาการการตอบสนองต่อเป้าเจตคติอย่างคงเส้นคงวา เป็นความรู้สึกโน้มน้าวของแต่ละบุคคลที่ประเมินสัญลักษณ์สิ่งของหรือโฉมหน้าโลกของเขาเองด้วยความเต็มใจหรือไม่เต็มใจ เป็นความรู้สึกชอบหรือไม่ชอบ

พร้อมพรรณ อุดมสิน (2544, หน้า 84) ได้ให้ความหมายของเจตคติ หมายถึง เป็นอารมณ์ความรู้สึกของบุคคลที่มีต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่ง หลังจากที่มีประสบการณ์ในสิ่งนั้น เป็นตัวกระตุ้นให้

บุคคลแสดงพฤติกรรมที่จะสนองต่อสิ่งเร้านั้นไปในทิศทางหนึ่งหรือลักษณะใดลักษณะหนึ่งใน ลักษณะของเจตคติทางบวกหรือเจตคติทางลบหรือเจตคติที่เป็นกลาง

การให้ความหมายของนักวิชาการแต่ละท่านข้างต้น สามารถสรุปความหมายของเจตคติ หมายถึง อารมณ์หรือความรู้สึก หรือความคิดเห็นต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่ง หลังจากได้รับการกระตุ้นจาก สิ่งเร้าต่าง เช่น วัตถุ สิ่งของ หรือสถานการณ์ เป็นต้น โดยแสดงออกมาในลักษณะความรู้สึกเชิง บวกหรือความคิดเห็นในเชิงเห็นด้วยหรือความรู้สึกชอบ หรือแสดงออกมาในลักษณะความรู้สึก เชิงลบหรือความคิดเห็นในเชิงไม่เห็นด้วยหรือความรู้สึกไม่ชอบ หรือความรู้สึกเป็นกลาง

2. องค์ประกอบของเจตคติ

แมคไกร์ (McGuire, 1969 อ้างถึงใน สุธิดา สุขสิงห์, 2550, หน้า 51) ได้อธิบายถึง องค์ประกอบของเจตคติไว้ 3 ส่วน คือ

1. องค์ประกอบด้านความรู้ คือ ความเข้าใจของบุคคลที่มีต่อสิ่งเร้า เพื่อเป็นเหตุผล ในการที่จะสรุปรวมความเชื่อ หรือช่วยในการประเมินสิ่งเร้านั้น ๆ

2. องค์ประกอบด้านความรู้สึก เป็นอารมณ์ของบุคคลที่สัมพันธ์กับสิ่งเร้า อันเป็นผล เนื่องมาจากที่บุคคลได้ประเมินสิ่งเร้านั้นว่า พอใจ-ไม่พอใจ ต้องการ-ไม่ต้องการ ดี-เลว

3. องค์ประกอบด้านการกระทำ เป็นความพร้อมหรือความโน้มเอียงที่บุคคลจะประพฤติ ปฏิบัติ หรือตอบสนองต่อสิ่งเร้านั้น ๆ ในทิศทางใดทิศทางหนึ่ง เช่น สนับสนุน หรือคัดค้าน การตอบสนองจะอยู่ในทิศทางใดขึ้นอยู่กับความเชื่อหรืออความรู้สึกของบุคคล

มิลตัน และคาร์ล (Milton & Carl, 1960 อ้างถึงใน วรรณเพ็ญ อินทร์แก้ว, 2529, หน้า 18) ได้แบ่งองค์ประกอบของทัศนคติออกเป็น 3 อย่าง คือ

1. องค์ประกอบทางด้านท่าทีความรู้สึกส่วนตัว (Affective component) ได้แก่ ความรู้สึก ส่วนบุคคลที่มีต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่ง เช่น เกลียด โกรธ รัก ชอบ เป็นต้น เป็นเรื่องความแตกต่างกันตาม บุคลิกภาพของบุคคลจะมีหรือเรียกว่า ค่านิยมโดยเฉพาะของบุคคลก็ได้

2. องค์ประกอบด้านพุทธิปัญหา หรือความรู้คิด (Cognitive component) ซึ่งได้แก่ ความเชื่อ หรือแนวคิด หรือการรับรู้ ต่อสิ่งหนึ่งสิ่งใด ซึ่งอาจเป็นไปได้ทั้งแง่ดี หรือไม่ดี

3. องค์ประกอบด้านพฤติกรรม (Behavior component) คือ แนวโน้มที่จะกระทำอย่างใด อย่างหนึ่งต่อสิ่ง บุคคล หรือสถานการณ์ ถ้ามีสิ่งเร้าที่เหมาะสมจะเกิดการปฏิบัติ หรือมีปฏิกิริยา อย่างใดอย่างหนึ่งตอบสนอง

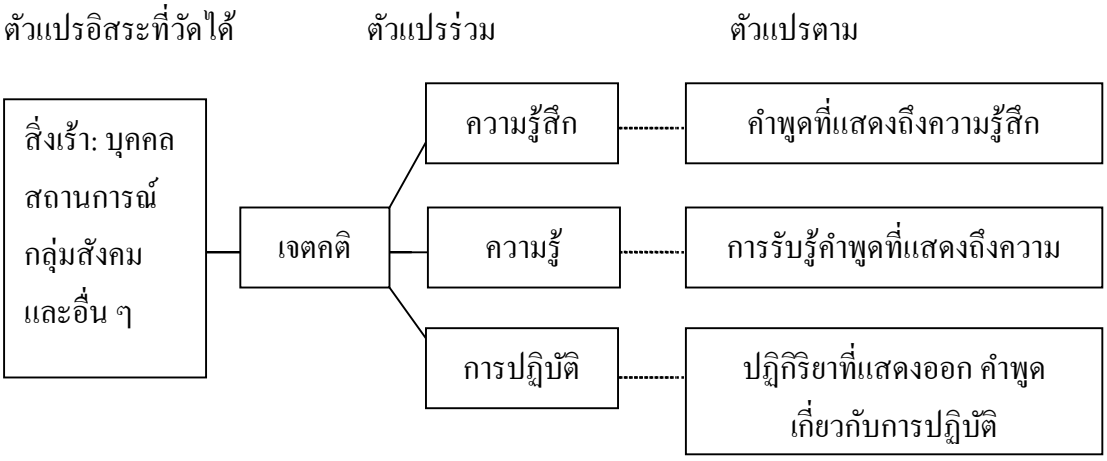
ไทรแอนดิส (Triandis, 1971, pp. 6-7 อ้างถึงใน จุลจิรา ปิ่นมั่น, 2557, หน้า 70) ได้กล่าว ถึงองค์ประกอบของเจตคติ มีองค์ประกอบ 3 ประการ ดังนี้

1. องค์ประกอบด้านความรู้ ความเข้าใจ (Cognitive component) คือ ความคิดของบุคคล

ที่ตอบสนองต่อสิ่งเร้าต่าง ๆ

2. องค์ประกอบด้านความรู้สึก (Affective component) คือ สภาพอารมณ์ซึ่งเป็นผลมาจากความคิด ถ้าบุคคลที่มีความคิดที่ดีหรือไม่ดีต่อสิ่งใดนั้นจะมีความรู้สึกยอมรับหรือปฏิเสธต่อสิ่งนั้น

3. องค์ประกอบด้านพฤติกรรม (Behavior component) คือ ความรู้สึกโน้มเอียงที่จะกระทำซึ่งจะอยู่ในรูปของการยอมรับหรือปฏิเสธ องค์ประกอบทั้งสามประการนี้มีความสัมพันธ์กันแสดงดังภาพนี้



ภาพที่ 4 ความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบเจตคติ (Triandis, 1971, pp. 6-7 อ้างถึงใน จุลจิรา ปิ่นมั่น, 2557, หน้า 71)

ประภาเพ็ญ สุวรรณ (2520, หน้า 3-4 อ้างถึงใน วนัญชนา เชิงดี, 2555, หน้า 41) ได้สรุปองค์ประกอบของเจตคติไว้ 3 ประการ ดังนี้

1. องค์ประกอบด้านพุทธิปัญญา (Cognitive component) เป็นองค์ประกอบทางด้านความรู้ ความเข้าใจของบุคคลที่มีต่อสิ่งเร้านั้น ๆ เพื่อเป็นเหตุผลในการสรุปรวมเป็นความเชื่อหรือช่วยประเมินผลสิ่งเร้านั้น ๆ

2. องค์ประกอบทางด้านท่าทีความรู้สึก (Affective component) เป็นองค์ประกอบทางด้านความรู้สึกหรืออารมณ์ของบุคคลที่มีความสัมพันธ์กับสิ่งเร้าต่าง ๆ เป็นผลเนื่องมาจากการที่บุคคลประเมินผลสิ่งเร้า แล้ว พอใจหรือไม่พอใจ ชอบหรือไม่ชอบ ดีหรือเลว อย่างไร

3. องค์ประกอบทางด้านพฤติกรรม (Behavioral component) คือ ความพร้อมหรือความโน้มเอียงที่บุคคลจะประพฤติปฏิบัติ หรือ ตอบสนองต่อสิ่งเร้าในทิศทางที่จะสนับสนุนหรือ

คัดค้าน ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับความเชื่อ หรือความรู้สึกของบุคคลที่ได้มาจากการประเมินผล

จากการศึกษา องค์ประกอบของเจตคติ สามารถสรุปได้ว่า องค์ประกอบของเจตคติประกอบไปด้วย 3 ส่วน คือ ด้านความรู้ความเข้า ด้านความรู้สึก ด้านพฤติกรรม ที่ตอบสนองต่อสิ่งเร้าที่มากระตุ้นจากภายนอก โดยแสดงออกมาในแบบการยอมรับ หรือปฏิเสธ

2. การวัดเจตคติต่อคณิตศาสตร์

เธอร์สโตน (Thurstone, 1967, p. 479 อ้างถึงใน วนัญชนา เชิงดี, 2555, หน้า 44) ได้แสดงความคิดเห็นตรงกันว่า การจัดเจตคติจะวัดโดยตรงไม่ได้ แต่สามารถวัดในรูปความคิดเห็น (Opinion) หรือแสดงออกทางภาษา (Verbal expression) แต่ในการวัดนี้อาจเกิดความไม่แน่นอน หากผู้ตอบบิดเบือน หรือตอบไม่ตรงกับใจจริง

อนาส์ตาชิ (Anastasi, 1969, p. 453 อ้างถึงใน วนัญชนา เชิงดี, 2555, หน้า 44) ได้แสดงความคิดเห็นในเรื่อง การวัดเจตคติไว้ว่า เจตคติไม่สามารถสังเกตได้โดยตรง แต่สามารถสรุปพาดพิง (Infered) จากพฤติกรรมภายนอกโดยใช้ภาษาเป็นสื่อ หรือไม่ใช้ภาษาเป็นสื่อ

เพราพรรณ เปลี่ยนภู่ (2542, หน้า 105-110) ได้เสนอว่า การวัดเจตคติสามารถกระทำได้หลายวิธี ดังนี้

1. การสังเกต เป็นวิธีการศึกษาพฤติกรรมด้วยการติดตาม เฝ้ามองและจดบันทึกพฤติกรรมอย่างมีระบบ ผู้ถูกสังเกตนั้นจะต้องไม่รู้ตัวว่าตงเองกำลังถูกติดตามพฤติกรรม อาจใช้โทรทัศน์กล้องวงจรปิด ถ่ายภาพพฤติกรรมแล้วมาวิเคราะห์ภายหลัง การสังเกตอย่างเป็นระบบสามารถนำมาประยุกต์ใช้เพื่อสร้างแบบสังเกต โดยการจดบันทึกพฤติกรรมตามระยะเวลาที่เหมาะสม

2. การใช้แบบสอบถาม จัดเป็นการวัดเจตคติ แบบการเขียนตอบโดยกำหนดให้ตอบด้วยการสร้างรายงานด้วยตนเองว่ามีความคิดเห็น ความรู้สึกหรือมีการปฏิบัติอย่างไรในเรื่องที่สอบถาม เช่น การแก้ปัญหาการใช้สิ่งเสพติดของเยาวชนในสถานศึกษากระทำโดยส่งแบบสอบถามได้หลายคนในเวลาเดียวกันและผู้ถูกทดสอบจะรู้สึกเป็นอิสระในการตอบไม่รู้สึกว่าตนเองถูกติดตามหรือเฝ้ามอง และสามารถตอบคำถามได้โดยไม่จำกัดเวลา แบบสอบถามที่นำมาใช้มีหลายประเภท เช่น แบบสอบถามแบบกำหนดตัวเลือก การใช้แบบสำรวจ แบบตรวจสอบรายการ การใช้ค่าประจำประโยควิธีการประเมิน โดยกำหนดมาตราส่วนและวิธีใช้ความหมายแฝงคำศัพท์ มีรายละเอียดดังนี้

2.1 การวัดเจตคติด้วยวิธีการใช้ค่าประจำประโยค โดย Thurstone และคณะเป็นผู้สร้างเครื่องมือขึ้น เครื่องมือวัดเจตคติแบบ Thurstone หรือ Thurstone Scale มีจุดมุ่งหมายในการหาค่าประจำประโยค คือเพื่อใช้ในการเปรียบเทียบปริมาณมากน้อย หนักเบาของเจตคติ เมื่อ

นำประโยคที่มีค่าประจำประโยคไปวัดเจตคติหนักเบาในทางลบหรือทางบวก ถ้าผู้ใดเห็นด้วยกับประโยคใดก็แสดงว่าผู้นั้นมีเจตคติปริมาณใกล้เคียงกับค่าประโยคนั้น

2.2 วิธีประมาณมาตรส่วน Likert ซึ่งวิธีการวัดแบบนี้นิยมใช้กันมาก การสร้างแบบสอบถามนิยมเริ่มต้นด้วยการสร้างประโยคต่าง ๆ เกี่ยวกับสิ่งที่ต้องศึกษา โดยแต่ละประโยคจะมีมาตรส่วน 5 หน่วย ตามวิธีการของ Likert หรือมากกว่าขึ้นอยู่กับความสามารถของผู้วินิจฉัยประโยคของผู้ที่ถูกทดสอบ ประโยคที่สร้างขึ้นควรมีมากกว่าที่ต้องการใช้จริงรวบรวม ประโยคจัดเป็นรูปแบบทดสอบ โดยนำแบบทดสอบไปใช้กับกลุ่มทดลองที่มีลักษณะคล้ายกับกลุ่มทดสอบจริงให้ผู้ถูกทดสอบประเมินค่าว่าตนเองเห็นด้วยกับความคิดเห็นที่แสดงในแต่ละประโยคเพียงใด ผู้ทดสอบจะนำคะแนนแสดงปริมาณเจตคติของบุคคลนั้น จากนั้นเลือกประโยคที่มีค่าอำนาจจำแนกดี มีความชัดเจนในการวัดมาใช้เป็นแบบทดสอบฉบับจริง จากนั้นจึงนำไปใช้กับกลุ่มทดลองจริง

2.3 วิธีการใช้ความหมายแฝงของคำคุณศัพท์ (Semantic differential scale) วิธีการทดสอบแบบนี้สร้างตามทฤษฎีของ Osgood และคณะ โดยมีหลักการว่า เจตคติคือการประมาณค่าเขาถูกกำหนดให้ผู้ถูกทดสอบประเมินค่าข้อความที่สร้างขึ้นลงในสเกล 7 ช่วง และใช้วิธีการตีความหมายที่ซ้อนอยู่หรือคำที่มีความหมายอื่นแฝงอยู่ด้วย ซึ่งกลุ่มคำลักษณะนี้เป็นคำคุณศัพท์แสดง “Semantic space” ซึ่งเป็นคำที่ใช้มโนภาพที่ต้องตีความหมาย คำคุณศัพท์ที่นิยมใช้ควรเป็นคำที่มีความหมายในเชิงประมาณค่า (Evaluation) เช่น ดี เลว น่ารัก น่าเกลียด เป็นต้น หรือคำที่มีความหมายแสดงการเคลื่อนไหวหรือแสดงกิจกรรม เช่น เร็ว ช้า คล่องแคล่ว เฉื่อยชา เป็นต้น

อรพินท์ สุวรรณลพ (2546, หน้า 37) ได้นำเสนอว่า วิธีการวัดเจตคติไม่สามารถวัดได้โดยตรงแต่สามาถวัดได้จากการแสดงความคิดเห็นหรือการสังเกตจากพฤติกรรมของผู้ถูกวัด

เจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ เป็นความรู้สึกส่วนบุคคลที่ตอบสนองต่อวิชาคณิตศาสตร์ในด้านความพึงพอใจ-ไม่พอใจ ความชอบ-ความไม่ชอบ รวมทั้งการตระหนักในคุณค่าของวิชาคณิตศาสตร์ ทั้งนี้การเปลี่ยนแปลงเจตคติต่อคณิตศาสตร์ขึ้นอยู่กับปัจจัย ดังต่อไปนี้ (สสวท., 2546, หน้า 168-169)

1. ความสอดคล้องกลมกลืน ไม่มีความกดดันในด้านใดด้านหนึ่ง จะทำให้เจตคติในสิ่งนั้นเป็นไปอย่างต่อเนื่อง

2. การเสริมแรง จะทำให้ผู้เรียนสนใจและยอมรับในข้อมูลข่าวสาร ช่วยปรับเจตคติตามสิ่งล่อใจ

3. การตัดสินใจทางสังคม การอยู่ในกลุ่มที่มีเจตคติแบบใดแบบหนึ่งจะทำให้ผู้เรียนปรับเปลี่ยนเจตคติตามกกลุ่มที่ตนสัมพันธ์อยู่ได้

มัณฑนา ฟักขาว (2549, หน้า 50) ได้นำเสนอเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ว่า เป็น

ความรู้สึกของบุคคลที่จะสนองต่อวิชาคณิตศาสตร์ในด้านความพอใจหรือไม่พอใจ ความชอบหรือไม่ชอบ รวมทั้งการตระหนักในคุณค่าของวิชาคณิตศาสตร์ ซึ่งการเปลี่ยนแปลงเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ขึ้นอยู่กับปัจจัยต่อไปนี้

1. ความสอดคล้อง ภาวะที่กลมกลืนสอดคล้องกัน ไม่มีความกดดันด้านใดด้านหนึ่งจะทำให้เจตคติเป็นไปอย่างต่อเนื่อง ถ้าไม่มีความสอดคล้องกันหรือมีแรงกดดัน ผู้เรียนอาจปรับเปลี่ยนหลีกหนีจากสิ่งนั้นหรืออาจหาเหตุผลมาสนับสนุนความรู้สึกตนเองได้

2. การเสริมแรง การเสริมแรงและการยกย่องชมเชยในรูปแบบที่ทำให้ผู้เรียนเกิดความสนใจ จะทำให้ผู้เรียนยอมรับข้อมูลข่าวสาร ซึ่งทำให้ผู้เรียนปรับเปลี่ยนเจตคติตามสิ่งล่อใจ

3. การตัดสินทางสังคม การอยู่ในกลุ่มคนที่มีเจตคติแบบใดแบบหนึ่งจะทำให้ผู้เรียนปรับเปลี่ยนเจตคติตามกลุ่มเพื่อนที่ตนสัมพันธ์อยู่ได้

จากการศึกษา การวัดเจตคติต่อคณิตศาสตร์ สามารถสรุปได้ว่า การวัดเจตคตินั้น ไม่สามารถวัดได้โดยตรง สามารถวัดในรูปของความคิดเห็น การสังเกตพฤติกรรมภายนอกการแสดงออกทางภาษาหรือการพูดคุย หรือจากการสังเกตพฤติกรรมต่าง ๆ ที่แสดงออกมา ซึ่งการวัดอาจใช้การสังเกต แบบสอบถาม การพูดคุย ควบคู่กันไป

ความคงทนในการเรียนรู้

1. ความหมายของความคงทนในการเรียนรู้

นักจิตวิทยาและนักการศึกษาได้ให้ความหมายไว้ ดังนี้

มอร์ริส (Morris, 1990, p. 178 อ้างถึงใน วรรณี ลิมอักษร, 2551, หน้า 48) ให้ความหมายว่า การเรียนรู้ เป็นกระบวนการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมอย่างถาวร ซึ่งเป็นผลมาจากประสบการณ์และการปฏิบัติฝึกฝน

สันติ บุญภิรมย์ (2557, หน้า 69) ได้สรุป การเรียนรู้ หมายถึง การเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมของมนุษย์ที่ค่อนข้างถาวรอันเป็นผลเนื่องมาจากประสบการณ์และการฝึกฝนในรูปแบบต่าง ๆ

อาภรณ์ ใจเที่ยง (2550, หน้า 14) ได้สรุป การเรียนรู้ หมายถึง กระบวนการที่บุคคลเกิดการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมอย่างค่อนข้างถาวรอันเป็นผลเนื่องมาจากประสบการณ์หรือการฝึกฝน

สุรางค์ โค้วตระกูล (2553, หน้า 268) ได้ให้ความหมายของความจำ คือ ความสามารถในการเก็บสิ่งที่เรียนรู้ไว้เป็นเวลานานและสามารถค้นคว้ามาใช้ได้หรือระลึกได้

แสงเดือน ทวีสิน (2545, หน้า 200) ได้กล่าวถึงความจำ คือ การคงเหลือของข้อมูลเมื่อได้เรียนรู้สิ่งใดสิ่งหนึ่งแล้ว ความจำเป็นสิ่งสำคัญสำหรับกระบวนการเรียนรู้ เพราะถ้าผู้เรียนสามารถเก็บข้อมูลที่เรียนผ่านไปได้มากเท่าใดก็จะเป็นพื้นฐานในการเรียนเรื่องต่อไป

อดัม (Adam, 1967, p. 9 อ้างถึงใน ธราดล รานรินทร์, 2554, หน้า 44) ได้ให้ความหมายของความคงทนในการเรียนรู้ หมายถึง การคงไว้ซึ่งผลการเรียน หรือความสามารถที่จะระลึกถึงสิ่งเร้าที่เคยเรียน หรือมีประสบการณ์รับรู้มาแล้วหลังจากทิ้งไว้ชั่วระยะเวลาหนึ่งได้

ประพันธ์ น้อยเภา (2541, หน้า 38) ได้ให้ความหมายของความคงทนในการเรียนรู้ หมายถึง ความสามารถในการระลึกถึงสิ่งที่ได้จากการเรียนรู้ หรือประสบการณ์ที่เคยเรียนมาก่อนหลังจากทิ้งช่วงระยะเวลาหนึ่งแล้ว

ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ (2541, หน้า 161) ได้ให้ความหมายของความคงทนในการเรียนรู้ หมายถึง ความสามารถในการระลึกนึกออกสิ่งที่ได้เรียนรู้ได้มีประสบการณ์ได้รับรู้มาแล้ว ความจำเป็นความสามารถพื้นฐานอย่างหนึ่งของมนุษย์ ซึ่งความคิดทั้งหลายล้วนมาจากการหาความสัมพันธ์ของความจำ

ประสาท อิศรปรีดา (2531, หน้า 230) ได้ให้ความหมายของความคงทนในการเรียนรู้ หมายถึง การรักษาไว้ซึ่งผลที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมหรือการเรียนรู้ให้คงอยู่ต่อไป

จากคำกล่าวข้างต้น สามารถสรุป ความคงทนในการเรียนรู้ หมายถึง ความสามารถในการระลึกถึงหรือการจดจำ พฤติกรรมหรือกระบวนการหรือประสบการณ์ที่เคยรับรู้ผ่านมาแล้ว โดยทิ้งไว้ช่วงเวลาหนึ่ง

2. ความจำและกระบวนการเรียนรู้

ความจำเป็นความสามารถพื้นฐานของการเรียนระดับสูง ในการเรียนทุกศาสตร์ต้องอาศัยความจำ และกระบวนการเรียนรู้จะเกิดขึ้นได้แท้จริง เมื่อมีการเรียกใช้ข้อมูลที่เก็บไว้ในระบบความจำ ทั้งระยะสั้นและระยะยาว ซึ่งกาเย่ได้อธิบายรูปแบบแบบการเรียนรู้ของข้อมูล ที่เปรียบเหมือนกับการทำงานของคอมพิวเตอร์ โดยสภาพการเรียนรู้ที่เกิดขึ้นจากการได้รับข้อมูล จากการเรียนในห้องเรียนหรือจากการอ่าน ข้อมูลที่ได้รับจะถูกตีความหมาย แล้วเก็บบันทึกข้อมูลเก็บรวบรวมในความจำระยะสั้น ซึ่งจะเก็บไว้ได้ไม่นาน โดยเฉพาะข้อมูลที่ไม่มีความหมายจะหายไป ส่วนข้อมูลที่มีความหมายจะถูกส่งบันทึกในความจำระยะยาว โดยจะยังคงอยู่ตลอดไปจนกว่าจะถูกเรียกใช้เพื่อการนำไปใช้ต่อไป (เพราพรรณ เปลี่ยนภู่, 2542, หน้า 158-159) ระบบความจำเป็นสิ่งที่สำคัญมากต่อการเรียนรู้สิ่งต่าง ๆ ระบบความจำแบ่งออกเป็น 3 ระบบดังนี้ (Morgan, 1998, pp. 152-157 อ้างถึงใน เกศินี โกมล, 2556, หน้า 39) คือ

1. ระบบความจำจากการเรียนรู้สึกสัมผัส (Sensory memory) เป็นการจำที่ได้จากการสัมผัส เช่น เมื่อสักครู่นี้ข้าพเจ้าจับมือเพื่อน (เพื่อแสดงความยินดีที่ได้รับรางวัลนักศึกษาตัวอย่าง) ปรากฏว่าขณะนี้ยังมีความรู้สึกได้ว่ามือของเพื่อนยังอุ่น เป็นต้น ความรู้สึกสัมผัสจากเสนอสิ่งเร้าสิ้นสุดลง การสัมผัสด้วยอวัยวะรับสัมผัสทั้ง 5 ได้แก่ หู ตา จมูก ลิ้น และผิวหนัง หรือส่วนใด

ส่วนหนึ่งแต่ยังไม่รู้ความหมาย ควรจะอยู่ในขั้นนี้เพียง 1 วินาทีแล้วจะเข้าสู่ขั้นต่อไป

2. ระบบความจำระยะสั้น (Short term memory หรือ STM) เป็นการจำหลักการการรับรู้แล้ว ระบบประสาทจะส่งความรู้สึกจากการรับรู้มาเก็บไว้ที่สมอง แต่เป็นการเก็บไว้ชั่วคราวหรือจำไว้เพียงชั่วขณะแล้วก็ลืม ความจำหลังการเรียนรู้เป็นความจำที่อยู่ในระยะเวลาอันสั้น (ประมาณ 30 วินาที) ที่ตั้งใจจำ หรือมีใจจดจ่อต่อสิ่งนั้น เมื่อไม่ได้ใส่ใจสิ่งเหล่านั้นแล้วความจำก็จะเลือนหายไป หรือกล่าวอีกนัยหนึ่งก็คือ เป็นการจำเพียงชั่วคราวเพื่อประโยชน์ในขณะนั้นเท่านั้น

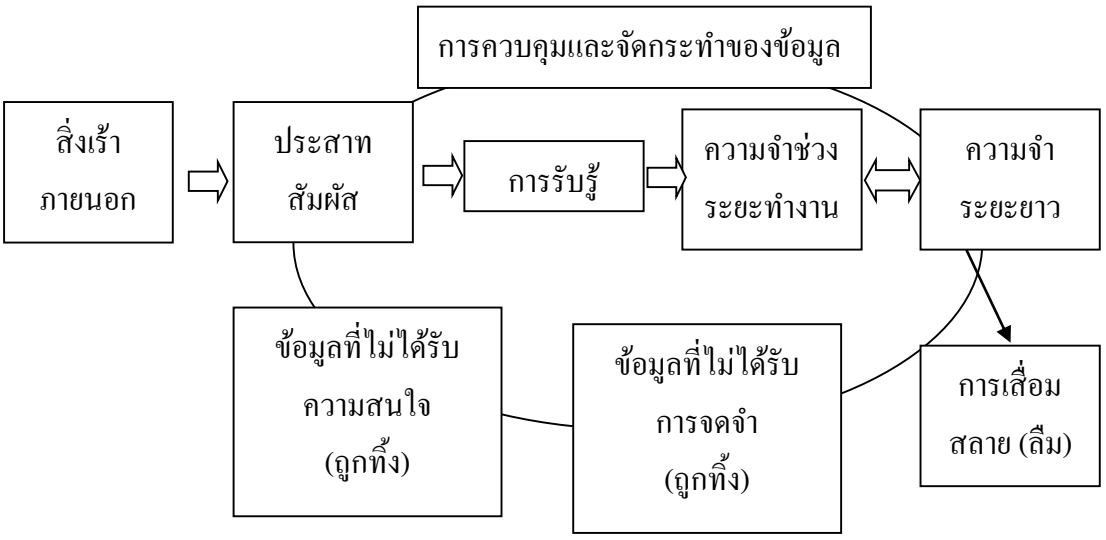
3. ระบบความจำระยะยาว (Long term memory หรือ LTM) เป็นการจำที่มีลักษณะคงทนถาวร เพราะเป็นการจำในสิ่งที่รับรู้ด้วยความเข้าใจอย่างมีความหมาย มีคุณลักษณะ ดังนี้ (วรรณี ลิมอักษร, 2551, หน้า 103)

3.1 สามารถเก็บหรือบันทึกข้อมูลเอาไว้ได้นาน เป็นชั่วโมง เป็นวัน เป็นเดือนเป็นปี หลายปี หรือบันทึกข้อมูลไว้ตลอดช่วงชีวิตของคนเราได้

3.2 สามารถเก็บข้อมูลได้จำนวนมากมายประมาณ 100 ล้านล้านข้อความ

3.3 สามารถนำข้อมูลต่าง ๆ ที่บันทึกไว้ในส่วนของความจำระยะยาวมาสร้างความสัมพันธ์เชื่อมโยงกัน

การทำความเข้าใจกับกระบวนการในการจดจำข้อมูลข่าวสาร จะช่วยให้ผู้สอนทราบถึงขั้นตอนการเรียนรู้ของบุคคลได้เป็นอย่างดี โดยพิจารณาภาพและโดยสรุป ดังนี้ (นุชลี อุปภัย, 2556, หน้า 144-157)



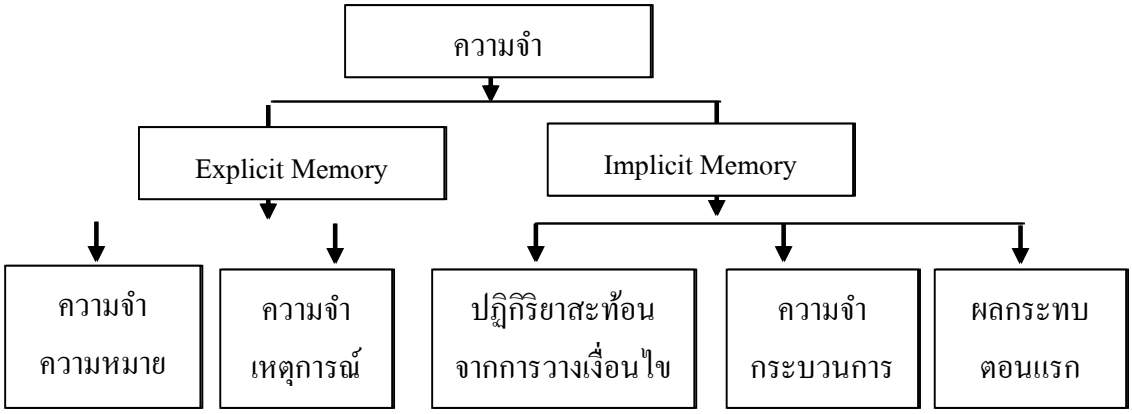
ภาพที่ 5 กระบวนการควบคุมและจัดกระทำกับข้อมูล (นุชลี อุปภัย, 2556, หน้า 144)

ความจำในระดับรับสัมผัส (Sensory memory) เกิดจากสิ่งเร้าหรือข้อมูลที่ผ่านประสาทสัมผัสของบุคคล โดยข้อมูลจะถูกบันทึกในช่วงระยะเวลาสั้น ๆ

การรับรู้ เป็นการแปลความหมาย หรือตีความหมาย แก่สิ่งเร้าหรือข้อมูลที่อยู่ในประสาทสัมผัส ซึ่งแต่ละบุคคลจะไม่เหมือนกัน เนื่องจากขึ้นอยู่กับ ประสบการณ์เดิม แรงจูงใจและปัจจัยอื่น ๆ รวมถึงความใส่ใจ เพราะบุคคลมักใส่ใจเรื่องที่ตนเองสนใจ ส่วนมากจะเป็นเรื่องที่เกี่ยวกับความรู้เดิม หรือความต้องการอยากจะรู้ โดยกระบวนการเรียนการสอนควรเน้นให้ผู้เรียนเกิดความสนใจเป็นอันดับแรก เพราะถ้าไม่สนใจก็จะไม่เกิดกระบวนการจัดกระทำกับข้อมูลใด ๆ ซึ่งอาจกระตุ้นโดยการให้สัญญาณ การให้ความสำคัญกับสิ่งที่เรียน การกระตุ้นโดยใช้สิ่งเร้า หรือการสร้างความชัดเจนในสิ่งที่สอนตลอดเวลา

ความจำในช่วงระยะทำงาน (Working memory) เป็นการสะสมข้อมูลใหม่ที่ผ่านการรับรู้เข้ามาเก็บไว้ชั่วคราว ในขณะเดียวกันก็นำความทรงจำ (ความจำระยะยาว) กลับมาทำงานร่วมกันกับความทรงจำระยะสั้น ๆ เรียกว่า ความจำระยะสั้น (Short-Term Memory: STM) ซึ่งมีระยะเวลาในการจำไม่เกิน 20 วินาที ซึ่งวิธีการทำให้ความจำอยู่ได้นานขึ้น โดยการกลับมาทวนซ้ำยิ่งมากครั้ง ยิ่งทำให้ข้อมูลนั้นอยู่ในความทรงจำนานยิ่งขึ้น ซึ่งเป็นประโยชน์ต่อการจัดเก็บในความทรงจำระยะยาวได้ง่ายขึ้น เช่น การท่องจำในใจ การเชื่อมโยงความรู้เดิม โดยผู้สอนควรให้เวลาในการทบทวนข้อมูล และไม่ควรสอนเร็วเกินไป โดยเฉพาะเนื้อหาที่มีความซับซ้อน ในกระบวนการทำงานในของความจำระยะทำงานจะมีการลืมเกิดขึ้น 2 กรณี คือ 1) ลืมเนื่องจากถูกรบกวน เกิดจากการได้รับความรู้ใหม่ในขณะเดียวกันกับการกำลังจัดเก็บข้อมูล ส่งผลให้เกิดความสับสนและลืมในที่สุด 2) การลืมหาย เนื่องจากไม่ได้สนใจสิ่งเร้าตั้งแต่ต้น และไม่มีกระบวนการทวนซ้ำข้อมูล

ความจำระยะยาว (Long-term memory) เป็นความจำที่สามารถเก็บสะสมข้อมูลสิ่งเร้าได้เป็นระยะเวลายาวนาน และปริมาณที่ไม่จำกัด ซึ่งมีนักจิตวิทยาหลายท่านเชื่อว่า บุคคลไม่มีวันลืมข้อมูลสิ่งเร้า เพียงแต่ไม่สามารถนำมาใช้ได้ในช่วงขณะนั้น โดยเรียนความจำลักษณะนี้ว่า ความจำถาวร (Permanent memory) ความจำระยะยาวมี 2 ประเภท คือ Explicit memory เป็นความจำที่สะสมอยู่และระลึกได้ กับ Implicit memory เป็นความจำที่เกิดจากความรู้ความเข้าใจ ที่มีผลต่อพฤติกรรมในชีวิตประจำวันอาจอยู่ในรูปของความหมาย หรือ เหตุการณ์ ดังแสดงในภาพ ดังนี้



ภาพที่ 6 ความจำ Gray (1994 อ้างถึงใน นุชลี อุปภัย, 2556, หน้า 152)

กล่าวโดยสรุป ความจำและกระบวนการเรียนรู้ มีความสอดคล้องสัมพันธ์กัน โดยเริ่มตั้งแต่กระบวนการรับรู้จากประสาทสัมผัส สิ่งเร้าซึ่งความรู้ที่ผู้เรียนจะมีความคงทนได้ยาวนานเพียงใด กระบวนการเรียนการสอนที่มีการกระตุ้นให้ผู้รียนได้มีการทบทวนความจำอยู่ตลอดเวลา เช่น การถามซ้ำ การทดสอบผู้เรียน การป้อนข้อมูลย้อนกลับเพื่อให้ผู้เรียนได้ปรับปรุงงาน ซึ่งช่วยให้ผู้เรียนจดจำสิ่งที่เรียนได้อย่างแม่นยำและคงทน

3. การวัดและระยะเวลาในการวัดความคงทนในการเรียนรู้

Klatzky (1980 อ้างถึงใน พรรณี ชูชัย เจนจิต, 2550, หน้า 221) กล่าวถึง จุดสำคัญของการที่คนจะจดจำสิ่งต่าง ๆ ได้ ขึ้นอยู่กับประสิทธิภาพของการระลึกได้ (Recognition) และกระบวนการที่มีความหมาย เช่น การที่ให้นักเรียนระลึกคำ หรือข้อความที่เรียนไปแล้วได้ จะต้องเขียนคำหรือข้อความนั้น ๆ ให้ชัดเจน นักเรียนจะต้องมีความรู้เกี่ยวกับโครงสร้างของคำ หรือประโยคนั้น ๆ และจะต้องมีโอกาสใช้บ่อย ๆ

เทรเวอร์ (1967, pp. 308-309 อ้างถึงใน ธราดล รานรินทร์, 2554, หน้า 51) ได้กล่าวไว้ว่า ความคงทนในการเรียนรู้สามารถวัดได้จากพฤติกรรม ดังต่อไปนี้การระลึกได้ เป็นการบอกสิ่งที่เคยจดจำมา เช่น การบอกความหมายของคำศัพท์ การบอกประโยคหรือข้อความ รวมทั้งการสาธิตสิ่งที่เคยเรียนรู้ การจำได้ เป็นการประยุกต์ทักษะด้านความรู้โดยระบุสิ่งเร้าที่ได้เรียนรู้หรือมีประสบการณ์มาก่อนจากสิ่งที่มีให้เลือก ซึ่งเป็นวิธีการที่ง่ายกว่าการระลึกได้ เนื่องจากมีข้อมูลบางส่วนให้เลือกเพื่อช่วยการจดจำ

จิราภา เต็งไตรรัตน์และคณะ (2543, หน้า 139) ได้กล่าวถึงการวัดสิ่งที่ต้องที่เรียนรู้ไปแล้วจะจำได้มากน้อยเพียงใด ซึ่งจำเป็นต้องมีการวัดความจำ ซึ่งมีวิธีการวัดไว้ 3 วิธี ดังนี้

1. การระลึก (Recall) หมายถึง การที่ผู้เรียนสามารถสร้างสถานการณ์ต่าง ๆ จากความจำโดยไม่มีเหตุการณ์นั้นปรากฏตรงหน้า เช่น การใช้ข้อสอบแบบอัตนัย เพื่อวัดการเรียนรู้ โดยใช้ข้อคำถาม และสามารถเขียนออกมาเพื่อให้รู้ว่าเรียนรู้มากน้อยเพียงใด

2. การจำได้ (Recognition) หมายถึง ผู้เรียนเกิดรับรู้สิ่งของหรือเหตุการณ์ที่ปรากฏตรงหน้า แล้วเปรียบเทียบการรับรู้นี้กับสิ่งที่เคยรู้มาก่อนว่าเหมือน หรือต่างกันอย่างไร หรือจำได้หรือไม่ อาจเป็นข้อสอบแบบเลือกตอบ

3. การเรียนซ้ำ (Relearning) เป็นวิธีการหนึ่งที่ทำให้เราทราบว่าสิ่งที่เคยเรียนมาแล้วยังมีความจำหลงเหลือหรือไม่ เช่น สิ่งที่เคยเรียน พอเวลาผ่านไปความจำค่อย ๆ หายไป แล้วได้เรียนสิ่งนี้อีกครั้ง ใช้เวลามากหร์อน้อยขึ้นอยู่กับความจำที่หลงเหลืออยู่ แอดคินสันและชิพฟริน (Atkinson & Shiffirin, 1986 อ้างถึงใน วรรณี ลิมอักษร, 2551, หน้า 42) มีความเห็นว่าในการทดสอบความคงทนในการจำ ควรเว้นระยะเวลาห่างจากการทดสอบครั้งแรกประมาณ 1 วัน เพราะเป็นช่วงระยะเวลาที่ความจำระยะสั้นจะฝังตัวกลายเป็นความจำ

Nunnually (1980, p. 108 อ้างถึงใน สำคัญ บุญเกิด, 2557, หน้า 43) กล่าวถึง การลดความคลาดเคลื่อนต่าง ๆ ควรเว้นช่วงเวลาในการสอบห่างกันอย่างน้อย 2 สัปดาห์ ลินด์วอลล์ และนิทโค (Lindvall & Nitko, 1967, p. 127 อ้างถึงใน เกษศิรินทร์ เซ็นบัว, 2556, หน้า 49) กล่าวว่า การวัดความคงทนในการเรียนรู้นั้น ในการสอบซ้ำ ควรใช้เวลาห่างกันถึงแค่ 1 สัปดาห์ ถึง 1 เดือน เพราะ การเว้นช่วงเวลาดังกล่าวจะทำให้เกิดความคงทนของคะแนนที่ได้จากการสอบซ้ำ

กล่าวโดยสรุป การวัดความคงทนในการเรียนรู้ เป็นการวัดสิ่งที่เกิดหลังจากการเรียนรู้ที่สามารถระลึก หรือจดจำ โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ ซึ่งทิ้งช่วงระยะเวลาการวัดไว้ 2 สัปดาห์

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1. งานวิจัยในประเทศ

ผู้วิจัยได้ทำการค้นคว้างานวิจัยภายในประเทศที่เกี่ยวข้องกับรูปแบบสืบเสาะหาความรู้ 5Es ดังนี้

เกษศิรินทร์ เซ็นบัว (2556) ได้ศึกษาผลการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้แผนผังมโนทัศน์ประกอบที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และความคงทนในการเรียนรู้ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปี ที่ 3 โรงเรียนพระบางวิทยา อำเภอเมือง จังหวัดนครสวรรค์ ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2555 จำนวน 1 ห้องเรียน รวม 38 คน ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้แผนผังมโนทัศน์ประกอบ จำนวนร้อยละ 86.00 ของนักเรียนทั้งหมด

มีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และมีความคงทนในการเรียนรู้

ปภัสสร แก้วพิลารมย์ (2554) ได้ศึกษาทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์โดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5Es ที่เน้นกระบวนการแก้ปัญหาของโพลยา เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนผาน้อยวิทยาคม อำเภอวังสะพุง จังหวัดเลย สังกัด สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 19 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2553 จำนวน 25 คน ผลการวิจัยพบว่า 1) นักเรียนมีคะแนนทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เฉลี่ยเท่ากับร้อยละ 73.66 โดยมีนักเรียนจำนวนร้อยละ 76.00 ได้คะแนนทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ตั้งแต่ร้อยละ 70 ขึ้นไป 2) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว พบว่า นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเท่ากับร้อยละ 71.40 และมีนักเรียนร้อยละ 72 ผ่านเกณฑ์ที่กำหนดคือตั้งแต่ร้อยละ 70 ขึ้นไป

มาลัย พิมพาเลีย (2553) ได้พัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์โดยใช้วัฏจักรการเรียนรู้ 5 ขั้น (5Es) เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนทีโอเอวิทยา (เทศบาล 1 วัดสายทอง) อำเภอเมือง จังหวัดมุกดาหาร จำนวน 29 คน เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1/ 2 ภาคเรียนที่ 2 พบว่า การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์โดยใช้วัฏจักรการเรียนรู้ 5 ขั้น (5Es) มีวัตถุประสงค์ เพื่อให้นักเรียนมีส่วนร่วมในกระบวนการเรียนรู้ เปิดโอกาสให้นักเรียนได้สำรวจ และค้นหา เรียนรู้ได้ด้วยตนเอง ขั้นตอนการจัดกิจกรรม ประกอบด้วย 5 ขั้น คือ 1) ขั้นสร้างความสนใจ เป็นขั้นตอนการเตรียมความพร้อมของนักเรียนโดยการแจ้งวัตถุประสงค์การเรียนรู้ทบทวนความรู้เดิมของนักเรียน สร้างแรงจูงใจในการเรียนรู้ให้เกิดขึ้นกับผู้เรียน 2) ขั้นสำรวจและค้นหา เป็นขั้นที่นักเรียนได้ปฏิบัติกิจกรรมเป็นกลุ่ม เพื่อช่วยในการสำรวจและค้นหาคำตอบ เพื่อก่อให้เกิดแนวคิดและองค์ความรู้ของตนเองและกลุ่ม 3) ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป เป็นขั้นที่นักเรียนนำแนวคิดที่ได้จากการทำกิจกรรมกลุ่มนำเสนอให้เพื่อนในชั้นเรียนได้ทราบร่วมกันเพื่อร่วมกันทำการสรุปเป็นแนวคิดของชั้นเรียน 4) ขั้นขยายความรู้ เป็นขั้นที่นักเรียนได้นำแนวคิด ความรู้ที่ได้จากการทำกิจกรรมทั้งหมด ไปประยุกต์ใช้ในการแก้โจทย์ปัญหาต่าง ๆ 5) ขั้นประเมินผล เป็นขั้นที่นักเรียนได้ประเมินตัวเองว่าจากการทำกิจกรรมได้เรียนรู้สิ่งใดบ้าง เพื่อเป็นพื้นฐานในการนำความรู้ไปสู่การประยุกต์ใช้ในเรื่องอื่น ๆ กระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน พบว่า นักเรียนทำแบบทดสอบขั้นทำความเข้าใจหรือวิเคราะห์ปัญหาได้มากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 94.00 รองลงมาคือขั้นการวางแผนการแก้ปัญหา คิดเป็นคะแนนร้อยละ 90.0 และขั้นที่ได้คะแนนน้อยสุดคือขั้นการตรวจสอบ คิดเป็นคะแนนร้อยละ 38.0 โดยภาพรวมนักเรียนมีกระบวนการแก้ปัญหาทาง

คณิตศาสตร์ คิดเป็นร้อยละ 69.5 และนักเรียนจำนวนร้อยละ 82.76 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมดมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ตั้งแต่ร้อยละ 70 ขึ้นไป

วนาวัน เมืองมงคล (2552) ได้ศึกษาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ที่เน้นทักษะการคิดพื้นฐาน คณิตศาสตร์ เรื่อง ระบบจำนวนเต็ม โดยใช้วิธีการสอนแบบ 5Es สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2552 โรงเรียนโพนสูงพัฒนศึกษา อำเภอไชยวาน จังหวัดอุดรธานี สังกัดเขตพื้นที่การศึกษาอุดรธานี เขต 3 จำนวน 30 คน ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนร้อยละ 86.67 มีคะแนนจากการทำแบบทดสอบวัดทักษะการพื้นฐานทางคณิตศาสตร์ผ่านเกณฑ์ที่กำหนด และนักเรียนร้อยละ 76.67 มีคะแนนจากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ผ่านเกณฑ์ที่กำหนด

สุรเดช ม่วงนิกร (2551) ได้ศึกษาการพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ ตามแนวคิดทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ เรื่อง สถิติ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้รูปแบบการสอนแบบผสมผสานระหว่าง 5E กับ STAD โรงเรียนบ้านหันวิทยา อำเภอเกษตรสมบูรณ์ จังหวัดชัยภูมิ ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนได้คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ 78.33 และมีจำนวนนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์ 24 คน คิดเป็นร้อยละ 88.99 ของนักเรียนทั้งหมด ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ คือ ให้จำนวนนักเรียนไม่น้อยกว่าร้อยละ 70 มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและคะแนนเฉลี่ยตั้งแต่ร้อยละ 70 ขึ้นไป

สุภาวดี ศรีธรรมศาสตร์ (2551) ได้ศึกษาผลกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 5E ที่เน้นพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนบ้านดงประชา-นุกูล จังหวัดนครราชสีมา ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนได้คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ 73.33 มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ขึ้นไป

วรรณภา ต่อติด (2556) ได้ศึกษาผลของการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาตร์ โดยใช้รูปแบบการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ที่เน้นกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส ระดับชั้นมัธยมศึกษปีที่ 2 พบว่า กิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ที่เน้นกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส ระดับมัธยมศึกษปีที่ 2 มีประสิทธิภาพเท่ากับ 77.47/ 77.62 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ 75/ 75 ความสามารถในการแก้ปัญหาผ่านเกณฑ์ร้อยละ 77.62 และนักเรียนมีความพึงพอใจในการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ที่เน้นกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส โดยรวม อยู่ในระดับมากที่สุด

วารุณี บุญรอด (2556) ได้ศึกษาผลการจัดการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์โดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้แบบ 5E ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ และความสามารถใน

การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย สังกัดสำนักงานส่งเสริมการศึกษานอกระบบและการศึกษาตามอัธยาศัย ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์โดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้แบบ 5E มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์และมีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์แบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จุลจิรา ปิ่นมั่น (2557) ได้ศึกษาผลการสังเคราะห์รูปแบบกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5Es ร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหาของโพลยา เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2556 โรงเรียนหนองน้ำเขียว อำเภอบ้านบึง จังหวัดชลบุรี สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษา เขต 1 จำนวน 36 คน ผลการวิจัยพบว่า แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5Es ร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหาของโพลยา มีค่าประสิทธิภาพเท่ากับ 80.56/ 80.56 ในส่วนของผลสัมฤทธิ์ทางเรียนและทักษะการแก้ปัญหาทางการเรียนคณิตศาสตร์ในเรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวของกลุ่มตัวอย่างนั้น หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 รวมถึงเจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์ หลังเรียนอยู่ในระดับเห็นด้วย มีค่าเฉลี่ย 4.09

คมสัน ตรีไพบูลย์ (2557) ได้ศึกษาการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับรูปแบบการสอนมโนทัศน์ เพื่อพัฒนามโนทัศน์และความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ภาคตัดกรวยของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2556 โรงเรียนสาธิต “พิบูลบำเพ็ญ” มหาวิทยาลัยบูรพา จังหวัดชลบุรี จำนวน 2 ห้องเรียน กลุ่มทดลองจำนวน 35 คน ผลการวิจัยพบว่า ได้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ จากการพัฒนารูปแบบตามแนวทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับรูปแบบการสอนมโนทัศน์ เพื่อพัฒนามโนทัศน์และความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ภาคตัดกรวย ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ประกอบด้วย 1) หลักการ 2) จุดมุ่งหมาย 3) กระบวนการจัดการเรียนรู้ 4) สาระการเรียนรู้ และ 5)การวัดและการประเมินผล ซึ่งจากการประเมินคุณภาพรูปแบบการสอนโดยผู้ทรงคุณวุฒิอยู่ในระดับเหมาะสมดีมาก ส่วนผลจากการนำรูปแบบจากการพัฒนาไปใช้ พบว่า นักเรียนในกลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยความรู้ด้านมโนทัศน์และมีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์สูงกว่ากลุ่มที่เรียนด้วยวิธีปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2. งานวิจัยในต่างประเทศ

ผู้วิจัยได้ทำการค้นคว้างานวิจัยในต่างประเทศที่เกี่ยวข้องกับรูปแบบสืบเสาะหาความรู้

5Es ดังนี้

Putt (1979 อ้างถึงใน คมสัน ตรีไพบูลย์, 2557, หน้า 70) ได้ศึกษาปัจจัยที่ส่งผลต่อการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ เมื่อมีกระบวนการแก้ปัญหาต่างกัน กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 2 ห้องเรียน ห้องแรกได้รับการสอนวิธีแก้ปัญหา ส่วนอีกห้องหนึ่งพยายามให้รับประสบการณ์ตรงจากการพยายามให้แก้ปัญหาต่าง ๆ เอง ระยะเวลาในการทดลอง 4 สัปดาห์ แล้ววัดผลสัมฤทธิ์ในการแก้ปัญหาของนักเรียนทั้งสองกลุ่ม พบว่า นักเรียนทั้งสองกลุ่ม มีความสามารถในการแก้ปัญหาไม่แตกต่างกัน

Jurdak and Zein (1988 อ้างถึงใน คมสัน ตรีไพบูลย์, 2557, หน้า 70-71) ได้เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทัศนคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ ซึ่งผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนประกอบด้วย ความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ ความรู้ทางด้าน ทักษะกระบวนการ ความสามารถในการแก้ปัญหาและคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของโรงเรียน และความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนอายุระหว่าง 11- 13 ปี เมืองเบรุส ประเทศเลบานอล โดยกลุ่มทดลองให้มีการเขียนบันทึกสรุป และกลุ่มควบคุมไม่มีการเขียนบันทึกสรุป ทั้งสองกลุ่มได้รับการสอนแบบปกติ รวม 12 สัปดาห์ พบว่า กลุ่มที่มีการเขียนบันทึกสรุป มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่ากลุ่มควบคุม ยกเว้น ความสามารถในการแก้ปัญหา รวมไปถึงมีทัศนคติที่ดีต่อวิชาคณิตศาสตร์

Thomas and Douglas (2000 อ้างถึงใน วนาวัน เมืองมงคล, 2552, หน้า 59) ได้ศึกษาการใช้วัฏจักรการเรียนรู้แบบ 5Es มาจัดการเรียนรู้ในเรื่อง โลกดวงจันทร์โดยการบูรณาการในวิชาคณิตศาสตร์วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีสำหรับจัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้นักเรียนเกรด 6-10 พบว่าหน่วยการเรียนนี้ทำให้ผู้เรียนเกิดการคิดวิเคราะห์ จากความคิดรวบยอดที่มีอยู่เดิมและการศึกษาค้นคว้าจากตำราในเรื่องเกี่ยวกับขนาดของสิ่งที่มีความสัมพันธ์และความแตกต่างในระบบวงโคจรของโลกและดวงจันทร์ สู่การค้นหาของแหล่งที่น่าเชื่อถือของข้อมูลและสร้างแบบจำลองมาตราส่วนโดยใช้เทียบกับขนาดของลูกบอลที่ใช้ในกีฬาชนิดต่าง ๆ ในด้านทักษะเกี่ยวกับคณิตศาสตร์และความคิดรวบยอดที่มีในหน่วยการเรียนคลอบคลุมทั้งในเรื่องการคำนวณ การสร้างองค์ความรู้ การนำไปใช้ละการอธิบายแบบจำลอง รวมทั้งการคิดวิเคราะห์ การประมาณ กระบวนการ บันทึกเกี่ยวกับเลขยกกำลัง การวัด การทำนาย การได้สัดส่วนที่พอเหมาะ อัตราส่วน มาตราส่วน ใช้การคำนวณโดยเครื่องคิดเล็ก สืบค้นข้อมูล และการหาขนาดมาตราส่วนของดวงดาวในระบบสุริยะจักวาล

Wilder and Shuttleworth, (2005, p. 37) ได้ศึกษาการใช้วัฏจักรการเรียนรู้แบบ 5Es เพื่อใช้ในการแก้ปัญหาการจัดการเรียนรู้ของครูวิทยาศาสตร์ พบว่า วัฏจักรการเรียนรู้แบบ 5Es ทำให้

ผู้เรียนประสบความสำเร็จจากการดำเนินการที่ต่อเนื่องในการเรียนรู้ ทำให้นักเรียนเป็นผู้สนใจในสิ่งที่เรียนรู้จากการสืบเสาะ สามารถให้คำอธิบายสำหรับประสบการณ์การเรียนรู้ ขยายความรู้และได้รับการประเมินผลการเรียนรู้ ซึ่งทำให้ได้ข้อแนะนำในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วัฏจักรการเรียนรู้แบบ 5Es สำหรับนักเรียนในระดับประถมศึกษาและมัธยมศึกษา

อีบราฮิม (Eblahim, 2004) ได้ศึกษาผลการสอนแบบปกติและการสอนโดยใช้วัฏจักรการเรียนรู้แบบ 5Es ที่มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และเจตคติเชิงวิทยาศาสตร์ ระดับประถมศึกษาจำนวน 111 คน จาก 4 ห้องเรียน แบ่งเป็นกลุ่มทดลอง 56 คน เรียนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ และแบบควบคุม 55 คน เรียนปกติเป็นเวลา 4 สัปดาห์ การสอนโดยครูเพศหญิง นักเรียนแบบทั้งสองกลุ่ม และครูเพศหญิง ซึ่งสอนนักเรียนทั้ง 2 กลุ่ม การเก็บข้อมูลใช้แบบก่อนเรียนและแบบทดสอบหลังการเรียนผลการศึกษาพบว่า นักเรียนที่เรียนโดยใช้วัฏจักรการเรียนรู้ มีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติเชิงวิทยาศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่เรียนโดยการสอนปกติ

ชันชิ (Chun-Chi, 2009 อ้างถึงใน วารุณี บุญรอด, 2556, หน้า 65) ได้นำเสนอวิธีการสอนแบบร่วมมือควบคู่กับการใช้กระบวนการสืบเสาะความรู้ 5E โดยการดำเนินการสอนตามแผนที่วางไว้ สังเกต และบันทึกผล โดยกลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น ในเมืองไทจง (Taichung) ประเทศไต้หวัน ระยะเวลาในการวิจัย ตั้งแต่เดือนมกราคม ค.ศ. 2009 ถึงเดือนพฤษภาคม ค.ศ. 2010 ข้อมูลที่รวบรวม ได้จากการวิจัยมีทั้งข้อมูลในเชิงคุณภาพและข้อมูลในเชิงปริมาณ โดยข้อมูลในเชิงคุณภาพจะแสดงด้วยแผนการสอน แบบบันทึกการเรียนรู้ บันทึกประจำวันของนักเรียนและครู ส่วนข้อมูลในเชิงปริมาณจะตรวจสอบโดยใช้แบบสอบถามแรงจูงใจในการเรียนรู้ พบว่า การจัดการเรียนรู้ดังกล่าวสามารถเพิ่มแรงจูงใจและความสนใจในการเรียนรู้ของนักเรียนได้

เซลมา (Selma, 2009 อ้างถึงใน วารุณี บุญรอด, 2556, หน้า 66) ได้ศึกษาผลการจัดการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ โดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้แบบ 5E ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ และเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนเกรด 6 โดยดำเนินการศึกษากับนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษา ในเขต Central Ana Region จำนวน 28 คน โดยใช้รูปแบบการวิจัยแบบ One group pretest-posttest design ซึ่งดำเนินการวิจัย 5 ชั่วโมง/ สัปดาห์ เป็นเวลา 15 สัปดาห์ วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวน และสถิติการทดสอบค่าทีแบบคู่ (Paired-samples t-test) พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนเกรด 6 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้แบบ 5E ในช่วง 3 ช่วงเวลา คือ ก่อนการทดลอง หลังการทดลอง และการติดตามผล มีการเปลี่ยนแปลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์หลังการทดลองและการติดตามผลมีความแตกต่างกันอย่าง

ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ และคะแนนเฉลี่ยของเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ระหว่างก่อนทดลองและหลังทดลองลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

จากงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดกิจกรรมโดยใช้รูปแบบสืบเสาะหาความรู้ 5Es ทั้งในและต่างประเทศ พบว่า การจัดกิจกรรมโดยใช้รูปแบบสืบเสาะหาความรู้ 5Es นั้น สามารถส่งเสริมการคิด ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนให้ดีขึ้น สามารถเพิ่มแรงจูงใจและความสนใจในการเรียนรู้ของนักเรียนได้ เกิดเจตคติที่ดีต่อการเรียนวิชาคณิตศาสตร์

บทที่ 3
วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยเรื่อง ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เรียนโดยรูปแบบสืบเสาะหาความรู้ 5Es ร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหาของโพลยา มีวัตถุประสงค์ 1) เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยรูปแบบสืบเสาะหาความรู้ 5Es ร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหาของโพลยา กับ เกณฑ์ 2) เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เรียนโดยรูปแบบสืบเสาะหาความรู้ 5Es ร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหาของโพลยา กับเกณฑ์ 3) เพื่อศึกษาเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เรียนโดยรูปแบบสืบเสาะหาความรู้ 5Es ร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหาของโพลยา 4) เพื่อศึกษาความคงทนในการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เรียนโดยรูปแบบสืบเสาะหาความรู้ 5Es ร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหาของโพลยา ผู้วิจัยจะขอเสนอวิธีดำเนินการวิจัย ดังนี้

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรในการวิจัยนี้ คือ นักเรียนโรงเรียนวังจันทร์วิทยา จังหวัดระยอง ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2559 จำนวน 8 ห้องเรียน

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนวังจันทร์วิทยา ปีการศึกษา 2559 ภาคเรียนที่ 2 จำนวน 1 ห้องเรียน ด้วยวิธีการสุ่มตัวอย่างแบบแบ่งกลุ่ม (Cluster random sampling) จำนวน 43 คน

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยมีเครื่องมือในการทำวิจัยจำนวน 4 ชนิด ได้แก่

1. แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่เรียนโดยรูปแบบสืบเสาะหาความรู้ 5Es ร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหาของโพลยา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 10 แผน จำนวน 10 คาบ คาบละ 50 นาที
2. แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แบบปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 20 ข้อ 2 ฉบับ

3. แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ แบบอัตนัย 5 ข้อ

4. แบบวัดเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ แบบสอบถาม แบบมาตรประมาณค่า 5 ระดับ จำนวน 20 ข้อ

การสร้างและการหาคุณภาพของเครื่องมือ

ผู้วิจัยจะดำเนินการสร้างและหาคุณภาพของเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ดังนี้

1. แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่เรียนโดยรูปแบบสืบเสาะหาความรู้ 5Es ร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหาของโพลยา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 มีขั้นตอนในการสร้างดังนี้

1.1 ศึกษาหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ หลักสูตรสถานศึกษา ตำรา หนังสือ และเอกสารที่เกี่ยวข้อง

1.2 กำหนดโครงสร้างของแผน เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว รายละเอียด ดังนี้

ตารางที่ 3-1 กำหนดโครงสร้างของแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่เรียนโดยรูปแบบสืบเสาะหาความรู้ 5Es ร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหาของโพลยา

แผนที่/ 1 ชั่วโมง	**ตัวชี้วัด**	**จุดประสงค์**	**สาระการเรียนรู้**	**สาระสำคัญ**
1 แบบรูป	ค 4.1 ม 1/ 1 วิเคราะห์และอธิบายความสัมพันธ์ของแบบรูปที่กำหนดให้	- วิเคราะห์แบบรูปที่กำหนดให้ได้	ความสัมพันธ์ของแบบรูป	แบบรูปและความสัมพันธ์
2 แบบรูปและความสัมพันธ์	ค 4.1 ม 1/ 1 วิเคราะห์และอธิบายความสัมพันธ์ของแบบรูปที่กำหนดให้	- เขียนความสัมพันธ์จากแบบรูปที่กำหนดให้โดยใช้ตัวแปรได้	ความสัมพันธ์ของแบบรูป	แบบรูปและความสัมพันธ์

ตารางที่ 3-1 (ต่อ)

แผนที่/ 1 ชั่วโมง	ตัวชี้วัด	จุดประสงค์	สาระการเรียนรู้	สาระสำคัญ
3. ความหมายของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว	ค 4.2 ม 1/ 1 แก้สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวได้	- บอกความหมายของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวได้ - ยกตัวอย่างสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวได้	สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว	คำตอบของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว
4. คำตอบของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว	ค 4.2 ม 1/ 1 แก้สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวได้	- แยกประเภทของคำตอบของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวได้ - หาคำตอบของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวโดยการแทนค่า	สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว	คำตอบของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว
5. สมบัติการเท่ากันของสมการ	ค 4.2 ม 1/ 1 แก้สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวได้	- นักเรียนบอกสมบัติการเท่ากันของสมการได้	สมบัติการเท่ากันของสมการ	สมบัติการเท่ากันของสมการ
6. การแก้สมการโดยใช้สมบัติการเท่ากัน	ค 4.2 ม 1/ 1 แก้สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวได้	- ใช้สมบัติของการเท่ากันในการแก้สมการได้อย่างถูกต้อง - แก้สมการและตรวจสอบคำตอบได้อย่างถูกต้อง	สมบัติการเท่ากันของสมการ	การนำสมบัติการเท่ากันไปใช้ในการแก้ปัญหา

ตารางที่ 3-1 (ต่อ)

แผนที่/ 1 ชั่วโมง	ตัวชี้วัด	จุดประสงค์	สาระ การเรียนรู้	สาระสำคัญ
7. การเขียนสมการแทนโจทย์ปัญหาสมการ	ค 4.2 ม 1/2 เขียนสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวจากสถานการณ์ หรือปัญหาอย่างง่าย	- เขียนสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวจากโจทย์ที่กำหนดให้	การเขียนสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวจากสถานการณ์หรือปัญหา	การเขียนสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวจากสถานการณ์หรือปัญหา
8. การประยุกต์ใช้สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวเกี่ยวกับจำนวน	ค 4.2 ม 1/ 3 แก้โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวอย่างง่าย พร้อมทั้งตระหนักถึงความสมเหตุสมผลของคำตอบ	- เขียนสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวจากโจทย์ที่กำหนดให้ได้ - หาคำตอบของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวจากโจทย์ปัญหาได้ - ตระหนักถึงความสมเหตุสมผลของคำตอบ	โจทย์ปัญหาสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว	การแก้โจทย์ปัญหาในสถานการณ์ที่กำหนดให้
9. การประยุกต์ใช้สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวเกี่ยวกับอายุ	ค 4.2 ม 1/ 3 แก้โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวอย่างง่าย พร้อมทั้งตระหนักถึงความสมเหตุสมผลของคำตอบ	- เขียนสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวจากโจทย์ที่กำหนดให้ได้ - หาคำตอบของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวจากโจทย์ปัญหาได้ - ตระหนักถึงความสมเหตุสมผลของคำตอบ	โจทย์ปัญหาสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว	การแก้โจทย์ปัญหาในสถานการณ์ที่กำหนดให้

ตารางที่ 3-1 (ต่อ)

แผนที่/ 1 ชั่วโมง	ตัวชี้วัด	จุดประสงค์	สาระการเรียนรู้	สาระสำคัญ
10. การประยุกต์ใช้สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวเกี่ยวกับระยะทาง อัตราเร็ว และเวลา	ค 4.2 ม 1/ 3 แก้โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวอย่างง่าย พร้อมทั้งตระหนักถึงความสมเหตุสมผลของคำตอบ	- เขียนสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวจากโจทย์ที่กำหนดให้ได้ - หาคำตอบของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวจากโจทย์ปัญหาได้ - ตระหนักถึงความสมเหตุสมผลของคำตอบ	โจทย์ปัญหาสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว	การแก้โจทย์ปัญหาในสถานการณ์ที่กำหนดให้

1.3 เขียนแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่เรียนโดยรูปแบบสืบเสาะหาความรู้ 5Es ร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหาของโพลยา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ตามโครงสร้างที่กำหนดในข้อ 1.2

1.4 เสนอแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่เรียนโดยรูปแบบสืบเสาะหาความรู้ 5Es ร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหาของโพลยา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ต่อคณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ จากนั้นปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของคณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

1.5 นำแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่เรียนโดยรูปแบบสืบเสาะหาความรู้ 5Es ร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหาของโพลยา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ไปให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 คน ได้แก่ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ นาวาตรี ดร. พงศ์เทพ จิระโร ดร. พาวา พงษ์พันธุ์ ครูพิชญามณฑน์ วัฒนธัชพงศ์ ครูสมจิตต์ มาฆะสิทธิ์ และอาจารย์ราชัย นาเจริญ เพื่อตรวจสอบความถูกต้อง ความเหมาะสมของจุดประสงค์การเรียนรู้ สาระสำคัญ สาระการเรียนรู้ การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เวลาที่ใช้จัดการเรียนรู้ สื่อการเรียนรู้/ แหล่งเรียนรู้ ที่มีความสอดคล้องและความเหมาะสมทุกแผนมีคุณภาพและความเหมาะสมอยู่ในระดับดีมาก

ใช้เกณฑ์การแปลผลค่าเฉลี่ย แบ่งเป็น 5 ระดับ ดังนี้ (พงศ์เทพ จิระโร, 2558, หน้า 15)

ค่าเฉลี่ย 4.50-5.00 หมายถึง มีคุณภาพและความเหมาะสมอยู่ในระดับดีมาก

ค่าเฉลี่ย 3.50-4.49 หมายถึง มีคุณภาพและความเหมาะสมอยู่ในระดับดี

ค่าเฉลี่ย 2.50-3.49 หมายถึง มีคุณภาพและความเหมาะสมอยู่ในระดับพอใช้

ค่าเฉลี่ย 1.50-2.49 หมายถึง มีคุณภาพและความเหมาะสมอยู่ในระดับแย่

ค่าเฉลี่ย 1.00-1.49 หมายถึง มีคุณภาพและความเหมาะสมอยู่ในระดับแย่มาก

และผู้เชี่ยวชาญได้เสนอแนะเพิ่มเติม คือ ควรปรับปรุงภาษาที่ใช้สื่อความหมายเข้าใจง่ายและปรับการเขียนกิจกรรมให้มีความละเอียด โดยให้คำนึงถึงเวลาที่ใช้ในการทำกิจกรรม

1.6 นำแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่เรียนโดยใช้รูปแบบสืบเสาะหาความรู้ 5Es ร่วมกับกระบวนแก้ปัญหาของโพลยา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญเรียบร้อยแล้ว และเสนอต่อคณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์และจัดพิมพ์ให้สมบูรณ์สำหรับไปทดลองใช้กับนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 30 คน (ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง) เพื่อดูความเหมาะสมของเวลาที่ใช้ในการจัดกิจกรรม ความเหมาะสมของภาษาที่ใช้ ผลการทดลองพบว่า แผนการจัดการเรียนรู้นั้นต้องปรับในส่วนของเนื้อหา ลดจำนวนข้อ แบบทดสอบลงจากเดิม ปรับข้อสอบใบงานให้ง่ายขึ้นในบางกิจกรรม เพื่อกำกับเรื่องของเวลาและคำนึงถึงภาษาที่นำมาใช้ จากนั้นปรับปรุงแผนแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่เรียนโดยใช้รูปแบบสืบเสาะหาความรู้ 5Es ร่วมกับกระบวนแก้ปัญหาของโพลยาและนำเสนอต่อคณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และจัดพิมพ์แผนฉบับสมบูรณ์สำหรับนำไปใช้กับกลุ่มทดลองต่อไป

2. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ผู้วิจัย จะดำเนินการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ตามขั้นตอน ดังนี้

2.1 ศึกษาตัวชี้วัดสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์และแผนการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์

2.2 กำหนดโครงสร้างของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนให้สอดคล้องกับตัวชี้วัด แผนการจัดการเรียนรู้ โดยสร้างแบบทดสอบเป็นปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 40 ข้อ วัดพฤติกรรม 4 ด้าน ดังนี้

1) ด้านความรู้ความจำ

2) ด้านความเข้าใจ

3) ด้านการนำไปใช้

4) ด้านการวิเคราะห์

ตารางที่ 3-2 ตารางวิเคราะห์แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

สาระ	มาตรฐาน	จุดประสงค์การเรียนรู้	ความรู้/ ทักษะตามตัวชี้วัด				
			ความจำ	เข้าใจ	การนำไปใช้	การวิเคราะห์	รวม
สาระที่ 4 พีชคณิต	ค 4.1 เข้าใจและวิเคราะห์แบบรูป (Pattern) ความสัมพันธ์และฟังก์ชัน	1. วิเคราะห์แบบรูปที่กำหนดให้ได้ 2. เขียนความสัมพันธ์จากแบบรูปที่กำหนดให้โดยใช้ตัวแปรได้	4	2	2	-	8
สาระที่ 4 พีชคณิต	ค 4.2 กราฟและตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ (Mathematical model) อื่น ๆ แทนสถานการณ์ต่าง ๆ ตลอดจนแปลความหมายและนำไปใช้แก้ปัญหา	1. บอกความหมายของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวได้ 2. ยกตัวอย่างสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวได้ 3. แยกประเภทของคำตอบของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวได้ 4. หาคำตอบของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวโดยวิธีการแทนค่า	6	8	8	10	32

ตารางที่ 3-2 (ต่อ)

สาระ	มาตรฐาน	จุดประสงค์การเรียนรู้	ความรู้/ ทักษะตามตัวชี้วัด				
			ความจำ	เข้าใจ	การนำไปใช้	การวิเคราะห์	รวม
สาระที่ 4 พีชคณิต	ค 4.2 กราฟและตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ (mathematical model) อื่น ๆ แทนสถานการณ์ต่าง ๆ ตลอดจนแปลความหมายและนำไปใช้แก้ปัญหา	5. นักเรียนบอกสมบัติการเท่ากันได้ 6. ใช้สมบัติของการเท่ากันในการแก้สมการได้อย่างถูกต้อง 7. แก้สมการและตรวจสอบคำตอบได้อย่างถูกต้อง 8. เขียนสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวจากโจทย์ที่กำหนดให้ 9. หาคำตอบของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวจากโจทย์ปัญหาได้ 10. ตระหนักถึงความสมเหตุสมผลของคำตอบที่ได้	6	8	8	10	32

2.3 เขียนแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ตามโครงสร้างที่กำหนดในข้อ 2.2

จำนวน 40 ข้อ

2.4 เสนอแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ต่อคณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ จากนั้นปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของคณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

2.5 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ไปให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 คน ตรวจสอบความเหมาะสม พิจารณาคุณภาพของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

2.6 นำผลการตรวจสอบของผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 คน มาหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน นำมาหาค่าดัชนีความสอดคล้องรายข้อ มีค่า (*IOC*) ตั้งแต่ 0.6-1 สามารถนำไปทดลองใช้ได้ ผู้เชี่ยวชาญ ได้เสนอแนะเพิ่มเติมดังนี้

2.6.1 ข้อที่ 1 พิจารณา คำตอบ แก้ไขคำตอบ จากข้อ ค เป็น ข้อ ก ข้อที่ 29 ควรปรับข้อความ จาก ถ้า A และ B เป็นคำตอบของสมการ (1) และ (2) จงหาผลลัพธ์ของ AB-B คือข้อใด ปรับเป็น ถ้า A เป็นคำตอบของสมการ (1) และ B เป็นคำตอบของสมการ (2) จงหาผลลัพธ์ของ A×B – B

2.6.2 ตรวจสอบความถูกต้องของคำตอบบางข้อ

2.6.3 ภาษาที่ใช้ควรปรับให้สอดคล้องและเหมาะสมกับการวัดและประเมินผล เข้าใจง่ายและสื่อความหมายให้ชัดเจน

2.7 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ที่ปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ และเสนอต่อคณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

2.8 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ไปทดลองใช้กับนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 30 คน โดยตรวจคะแนนข้อสอบตอบถูกได้ 1 คะแนน และตอบผิดได้ 0 คะแนน ส่วนข้อที่ไม่ทำให้ 0 คะแนน จากนั้นนำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมาตรวจและวิเคราะห์ข้อมูล ค่าความยากง่าย มีค่าตั้งแต่ 0.30-0.93 และค่าอำนาจจำแนก มีค่าตั้งแต่ 0.20-0.65 จากนั้นหาค่าความเที่ยงของแบบทดสอบ โดยต้องมีค่าความเที่ยงของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทั้งฉบับ โดยใช้สูตร KR-20 ของคูเดอร์ริชาร์ดสัน คำนวณค่าสถิติของคะแนนรายข้อ (ซึ่งให้คะแนนแบบ 1, 0) และคะแนนรวม มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.86 พบว่ามีข้อสอบที่ใช้ได้จำนวน 37 ข้อ ควรปรับปรุงจำนวน 3 ข้อ สามารถนำไปใช้ได้แล้วคัดข้อสอบจำนวน 40 ข้อ แบ่งเป็น 2 ชุด

2.9 จัดพิมพ์แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เพื่อใช้ในการวิจัยต่อไป

3. แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ผู้วิจัยจะดำเนินสร้างตามขั้นตอนดังนี้

3.1 ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

3.2 กำหนดโครงสร้างของแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

3.3 เขียนแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์โครงสร้างที่กำหนดแบบอัตนัย จำนวน 15 ข้อ และกำหนดเกณฑ์การให้คะแนน

ตารางที่ 3-3 โครงสร้างของแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

สาระ	มาตรฐาน	จุดประสงค์การเรียนรู้	จำนวนข้อสอบที่ออก	จำนวนข้อสอบที่ใช้จริง
สาระที่ 4 พีชคณิต	ค 4.2 กราฟ และตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ (Mathematical model) อื่น ๆ แทนสถานการณ์ต่าง ๆ ตลอดจนแปลความหมายและนำไปใช้แก้ปัญหา	1. เขียนสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวจากโจทย์ที่กำหนดให้ได้ 2. หาคำตอบของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวจากโจทย์ปัญหาได้ 3. ตระหนักถึงความสมเหตุสมผลของคำตอบที่ได้	15	5
สาระที่ 6 ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์	ค 6.1 มีความสามารถในการแก้ปัญหา การให้เหตุผล การสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ และการนำเสนอ การเชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์ กับศาสตร์อื่น ๆ และการมีความคิดสร้างสรรค์	1. ให้เหตุผลประกอบการตัดสินใจ และสรุปผลได้อย่างเหมาะสม 2. ใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ในการสื่อสาร การสื่อความหมาย และการนำเสนอได้อย่างถูกต้องและชัดเจน		

ตารางที่ 3-4 เกณฑ์การประเมินผลแบบย่อยของการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

รายการประเมิน	ระดับคุณภาพ	เกณฑ์การพิจารณา
1. ความเข้าใจปัญหา	3 (ดี)	- เข้าใจปัญหาได้ถูกต้องชัดเจน
	2 (พอใช้)	- เข้าใจปัญหาบางส่วนไม่ถูกต้อง
	1 (ต้องปรับปรุง)	- เข้าใจปัญหาน้อยมาก หรือไม่เข้าใจปัญหา
2. การเลือกยุทธวิธีในการแก้ปัญหา	3 (ดี)	- เลือกวิธีการแก้ปัญหาได้ถูกต้องเหมาะสมและเขียนประโยคคณิตศาสตร์ได้ถูกต้อง
	2 (พอใช้)	- เลือกวิธีแก้ปัญหา ซึ่งอาจนำไปสู่คำตอบที่ถูกต้อง แต่ยังมีบางส่วนผิด โดยอาจเขียนประโยคคณิตศาสตร์ไม่ถูกต้อง
	1 (ต้องปรับปรุง)	- เลือกวิธีการแก้ปัญหาบางส่วนไม่ถูกต้อง
3. การใช้วิธีการในการแก้ปัญหา	3 (ดี)	- นำวิธีการแก้ปัญหาไปใช้ได้ถูกต้องและแสดงการแก้ปัญหาเป็นลำดับขั้นตอนได้อย่างชัดเจน
	2 (พอใช้)	- นำวิธีการแก้ปัญหาไปใช้ได้ถูกต้องเป็นบางครั้ง
	1 (ต้องปรับปรุง)	- นำวิธีการแก้ปัญหาไปใช้ได้ไม่ถูกต้อง
4. การสรุปคำตอบ	3 (ดี)	- สรุปคำตอบได้ถูกต้อง สมบูรณ์
	2 (พอใช้)	- สรุปคำตอบไม่สมบูรณ์ หรือใช้สัญลักษณ์ไม่ถูกต้อง
	1 (ต้องปรับปรุง)	- ไม่มีการสรุปคำตอบ

3.4 เสนอแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และเกณฑ์ต่อคณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ จากนั้นปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของคณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

3.5 นำแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ไปให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 คน ตรวจสอบความเหมาะสม พิจารณาคุณภาพของแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ได้เสนอแนะเพิ่มเติม ดังนี้

3.5.1 แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา ควรวัดในแบบต่าง ๆ เพิ่มเติม ไม่ควรเน้นเฉพาะการแก้โจทย์ปัญหา

3.5.2 ภาษาที่ใช้ควรปรับให้สอดคล้องและเหมาะสมกับการวัดและประเมินผล เข้าใจง่ายและสื่อความหมายให้ชัดเจน

3.5.3 ข้อสอบบางข้ออาจยากเกินไปและอาจไม่เหมาะเวลาที่ใช้ในการทดสอบให้พิจารณาเพิ่มเติม

3.6 นำผลการตรวจสอบของผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 คน มาหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) มีค่าอยู่ระหว่าง 0.6-0.8 ซึ่งทุกข้อผ่านเกณฑ์ (เกณฑ์ IOC คือ 0.6) ดังนั้นแบบทดสอบฉบับนี้มีความตรงเชิงเนื้อหา

3.7 นำแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่ปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ และเสนอต่อคณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และจัดพิมพ์ให้สมบูรณ์สำหรับใช้เป็นเครื่องมือในการวิจัยต่อไป

3.8 นำแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 30 คน จากนั้นก็นำแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ มาตรวจและวิเคราะห์เนื้อหา เพื่อหาค่าความยากง่าย ผลการวิเคราะห์ค่าความยากง่ายรายข้อตั้งแต่ 0.37-0.73 และมีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.20-0.67 และมีค่าความเที่ยงทั้งฉบับเท่ากับ 0.71

3.9 คัดเลือกข้อสอบสำหรับใช้จริงจำนวน 5 ข้อ จัดพิมพ์เป็นแบบวัดแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ฉบับสมบูรณ์เพื่อนำไปใช้กับกลุ่มตัวอย่างในการวิจัยต่อไป

4. แบบวัดเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ ผู้วิจัยจะดำเนินสร้างตามขั้นตอนดังนี้

4.1 ศึกษาเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์

4.2 สร้างแบบวัดเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ เป็นข้อคำถามแบบมาตรส่วนประมาณค่า (Rating scale) 5 ระดับ ซึ่งข้อคำถามถามถึงความรู้สึก ความคิดเห็น หรือพฤติกรรมการแสดงออกของนักเรียน โดยแยกเป็นองค์ประกอบ 3 ด้าน ตามแนวคิดของแมคไกด์ แมคไกร์ (McGuire, 1969 อ้างถึงใน สุธิดา สุขสิงห์, 2550, หน้า 51) โดยนำมากำหนดโครงสร้างของแบบวัดเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ ดังนี้

ตารางที่ 3-5 กำหนดโครงสร้างของแบบวัดเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์

องค์ประกอบของเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์	ข้อคำถามเชิงนิมาน (Positive)	ข้อคำถามเชิงนิเสธ (Negative)	จำนวนข้อคำถามที่ออก	จำนวนข้อคำถามที่ใช้จริง
1. ด้านความรู้	6	6	12	6
2. ด้านความรู้สึก	6	6	12	6
3. ด้านการกระทำหรือพฤติกรรม	6	6	12	8
รวม	18	18	36	20

เกณฑ์การให้คะแนน ข้อคำถามเชิงนิมาน (Positive) ดังนี้

5 คะแนน กรณีตอบ เห็นด้วยอย่างยิ่ง
4 คะแนน กรณีตอบ เห็นด้วย
3 คะแนน กรณีตอบ ไม่แน่ใจ
2 คะแนน กรณีตอบ ไม่เห็นด้วย
1 คะแนน กรณีตอบ ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง

เกณฑ์การให้คะแนน ข้อคำถามเชิงนิเสธ (Negative) ดังนี้

5 คะแนน กรณีตอบ ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง
4 คะแนน กรณีตอบ ไม่เห็นด้วย
3 คะแนน กรณีตอบ ไม่แน่ใจ
2 คะแนน กรณีตอบ เห็นด้วย
1 คะแนน กรณีตอบ เห็นด้วยอย่างยิ่ง

ใช้เกณฑ์การแปลผลค่าเฉลี่ย แบ่งเป็น 5 ระดับ ดังนี้

ค่าเฉลี่ย 4.50-5.00 หมายถึง มีเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ในระดับสูงมาก
ค่าเฉลี่ย 3.50-4.49 หมายถึง มีเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ในระดับมาก
ค่าเฉลี่ย 2.50-3.49 หมายถึง มีเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ในระดับปานกลาง
ค่าเฉลี่ย 1.50-2.49 หมายถึง มีเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ในระดับต่ำ
ค่าเฉลี่ย 1.00-1.49 หมายถึง มีเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ในระดับต่ำมาก

4.3 นำแบบวัดเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์เสนอต่อคณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์ เพื่อตรวจสอบความถูกต้อง จากนั้นดำเนินการแก้ไขตามความเห็นของคณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์

4.4 นำแบบวัดเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์เสนอต่อผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน เพื่อตรวจสอบความเที่ยงตรงของเนื้อหา มาหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) พบว่า แบบวัดเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ ด้านความรู้สึกและด้านการกระทำหรือพฤติกรรม ทุกข้อมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1 ส่วนด้านความรู้ รายด้านมีค่าเฉลี่ย เท่ากับ 0.97 จึงใช้ได้ ผู้เชี่ยวชาญแนะนำเรื่องการแปลผล เนื่องจากแบบทดสอบนั้นมีข้อคำถามเชิงนิเสธ ฉะนั้น ข้อมูลเป็น Negative ควรเน้นและระวังในการวิเคราะห์ข้อมูล การนำเสนอข้อมูลต้องแปลงเป็น Positive ก่อน

4.5 นำแบบวัดเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ไปทดลองใช้กับนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง นำมาวิเคราะห์ผลหาค่าความเที่ยงของแบบสอบถามทั้งฉบับ โดยใช้วิธีการหาสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาค (Cronbach) มีค่าความเที่ยงทั้งฉบับเท่ากับ 0.95

4.6 จัดพิมพ์แบบวัดเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ เพื่อนำไปใช้ในการวิจัยต่อไป

การเก็บรวบรวมข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยกึ่งทดลอง (Non-equivalent control group-posttest designs) มีแบบแผนการทดลองแบบ One group posttest design โดยใช้กลุ่มตัวอย่าง 1 กลุ่ม มีรูปแบบ ดังนี้

X	O_1	O_2

X แทน การจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่เรียนโดยรูปแบบสืบเสาะหาความรู้ 5Es สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปี ที่ 1 เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว

O_1 แทน การวัดผลหลังการทดลอง (Posttest observation)

O_2 แทน การวัดความคงทนในการเรียนรู้

ผู้วิจัยดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลดังนี้

1. ผู้วิจัยดำเนินการสอน 1 กลุ่ม โดยกลุ่มทดลองดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้รูปแบบสืบเสาะหาความรู้ 5Es ร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหาของโพลยา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว

2. ทดสอบหลังเรียน (Post-test) เมื่อสอนจบแล้ว ทำการทดสอบนักเรียน ด้วยแบบวัด

ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และแบบวัดเจตคติต่อการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เพื่อใช้ในการวิเคราะห์และแปลผลข้อมูลต่อไป

3. ทดสอบความคงทนในการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ หลังจากทดสอบหลังเรียนแล้ว 2 สัปดาห์ โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฉบับคู่ขนาน เพื่อใช้ในการวิเคราะห์และแปลผลข้อมูลต่อไป

การวิเคราะห์ข้อมูล

1. เปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ที่ใช้รูปแบบสืบเสาะหาความรู้ 5Es ร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหาของโพลยากับเกณฑ์ ร้อยละ 70 โดยใช้สถิติ *t*-test for One sample

2. เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ที่ใช้รูปแบบสืบเสาะหาความรู้ 5Es ร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหาของโพลยากับเกณฑ์ ร้อยละ 70 โดยใช้สถิติ t-test for One sample

3. วิเคราะห์ค่าเฉลี่ยของเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ โดยการหาค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน การแปลผลค่าเฉลี่ย แบ่งเป็น 5 ระดับ ดังนี้ (พงศ์เทพ จิระโร, 2558, หน้า 15)

การแปลความหมายของค่าเฉลี่ย ($\overline{X}$) ของผลการวิเคราะห์ข้อมูล แบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating scale) ตามแบบของลิเคิร์ท (Likert) โดยแบ่งออกเป็น 5 ระดับ กำหนดค่าน้ำหนักมาตราส่วนดังนี้

5 หมายถึง เห็นด้วยอย่างยิ่ง
4 หมายถึง เห็นด้วย
3 หมายถึง ไม่แน่ใจ
2 หมายถึง ไม่เห็นด้วย
1 หมายถึง ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง

เกณฑ์การประเมินค่าเฉลี่ยของระดับความคิดเห็นใช้ความต่อเนื่องของระดับเป็นแนวทางเทียบผลการวิเคราะห์ ค่าเฉลี่ย ของคะแนนเป็นตัวชี้วัดดังนี้ (พงศ์เทพ จิระโร, 2558, หน้า 15)

ค่าเฉลี่ย 4.50-5.00 หมายถึง มีเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ในระดับสูงมาก
ค่าเฉลี่ย 3.50-4.49 หมายถึง มีเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ในระดับมาก
ค่าเฉลี่ย 2.50-3.49 หมายถึง มีเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ในระดับปานกลาง

ค่าเฉลี่ย 1.50-2.49 หมายถึง มีเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ในระดับต่ำ

ค่าเฉลี่ย 0.00-1.49 หมายถึง มีเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ในระดับต่ำมาก

4. เปรียบเทียบความคงทนในการเรียนรู้ ผลสอบผลการสอบของนักเรียนที่ได้จากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน โดยวัดผลสองครั้ง ครั้งที่สองวัดหลังจากทดสอบหลังเรียนแล้ว 2 สัปดาห์ ใช้สถิติ *t*-test for Dependent

สถิติที่ใช้ในการวิจัย

ผู้วิจัยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปในการวิจัยครั้งนี้ โดยมีรายละเอียด ดังนี้

1. สถิติที่ใช้ในการหาคุณภาพเครื่องมือ

1.1 หาค่าความตรงเชิงเนื้อหาของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน IOC ใช้สูตร ดังนี้ (พงศ์เทพ จิระโร, 2558 หน้า 17)

$$\text{IOC} = \frac{\sum R}{N} \qquad (1)$$

IOC แทน ความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา

$\sum R$ แทน ผลรวมคะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด

N แทน จำนวนผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด

เกณฑ์ในการพิจารณาค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ต้องมีค่าจะต้องมีค่าตั้งแต่ 0.5 ถือว่าสอดคล้องเที่ยงตรงเนื้อหาสามารถนำมาใช้งานและได้นำเครื่องมือให้ผู้ทรงคุณวุฒิ จำนวน 5 ท่าน ตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา (Content analysis) โดยใช้หาค่า IOC (Index of Objective Congruency) ข้อคำถามใดมีค่าเกิน 0.5 ถือว่าใช้ได้

1.2 หาค่าความเที่ยงของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทั้งฉบับ โดยใช้สูตร KR-20 ของคูเดอร์ ริชาร์ดสัน คำนวณค่าสถิติของคะแนนรายข้อ (ซึ่งให้คะแนนแบบ 1, 0) และคะแนนรวม ดังนี้ สูตรการคำนวณ (พงศ์เทพ จิระโร, 2558, หน้า 21)

$$KR-20 \quad r_{tt} = \frac{k}{k-1}\left|1-\frac{\Sigma pq}{s^2}\right| \qquad (2)$$

เมื่อ $KR-20$ = สัมประสิทธิ์ความเที่ยงของข้อสอบ

k = จำนวนข้อสอบ

p = สัดส่วนในผู้ตอบถูกในข้อ i

q = สัดส่วนในผู้ตอบถูกในข้อ I (1-p)

s^2 = ความแปรปรวนของคะแนนรวม

1.3 การหาค่าความเที่ยง (Reliability) ของเครื่องมือ โดยนำเครื่องมือไปทดลองใช้กับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 30 คน ที่มีคุณสมบัติเหมือนกับกลุ่มตัวอย่าง แล้วนำมาคำนวณหาค่าความเที่ยง ด้วยการหาด้วยสูตรสัมประสิทธิ์แอลฟา (Coefficient alpha) ของครอนบาค (Cronbach's alpha coeffici)

สูตรการคำนวณ (พงศ์เทพ จิระโร, 2558, หน้า 21)

$$\alpha = \frac{n}{n-1}\left|1-\frac{\Sigma s_i^2}{s_t^2}\right| \qquad (3)$$

เมื่อ Alpha = สัมประสิทธิ์ความเที่ยงของแบบสอบถาม

n = จำนวนข้อคำถาม

s_i^2 = ความแปรปรวนของคะแนนแต่ละข้อ

s_t^2 = ความแปรปรวนของคะแนนรวมทั้งฉบับ

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลในการวิจัย

1. ค่าเฉลี่ย (Mean) ใช้สูตรดังนี้ (พงศ์เทพ จิระโร, 2558, หน้า 23)

$$\overline{X} = \frac{\Sigma X}{N} \qquad (4)$$

$\overline{X}$ แทน ค่าเฉลี่ย

ΣX แทน ผลรวมของคะแนนหรือผลรวมของระดับความคิดเห็นทั้งหมดในกลุ่ม

N แทน จำนวนคนในกลุ่ม

2. ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard deviation) ใช้แสดงลักษณะการกระจายของข้อมูล ใช้สูตรดังนี้ (พงศ์เทพ จิระโร, 2558, หน้า 23)

$$SD = \sqrt{\frac{n\Sigma X^2-(\Sigma X)^2}{n(n-1)}} \qquad (5)$$

SD แทน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

X แทน คะแนนแต่ละตัว

n แทน จำนวนคะแนนในกลุ่ม

Σ แทน ผลรวมของคะแนน

3. *t*-test for One sample ใช้สูตรดังนี้ (พงศ์เทพ จิระโร, 2558, หน้า 23)

$$t = \frac{\overline{X} - \mu}{\frac{S}{\sqrt{n}}} ; \quad \text{df} = \text{n-1} \qquad (6)$$

เมื่อ $\overline{X}$ แทน ค่าเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่าง

μ แทน เกณฑ์

S แทน ความเบี่ยงเบนมาตรฐานของกลุ่มตัวอย่าง

n แทน ขนาดของกลุ่มตัวอย่าง

df แทน ชั้นแห่งความเป็นอิสระ

4. *t*-test for Dependent ใช้สูตรดังนี้ (พงศ์เทพ จิระโร, 2558, หน้า 24)

$$t = \frac{\sum D}{\sqrt{\frac{N\sum D^2 - (\sum D)^2}{N-1}}} ; \quad df = n\text{-}1 \qquad (7)$$

เมื่อ t แทน ค่าสถิติที่ใช้ในการพิจารณาใน t-distribution

D แทน ความแตกต่างของคะแนนแต่ละคู่

N แทน จำนวนคู่ของคะแนนหรือจำนวนนักเรียน

$\sum D$ แทน ผลรวมทั้งหมดของผลต่างของคะแนนสอบก่อนและหลัง

$\sum D^2$ แทน ผลรวมของกำลังสองของผลต่างของคะแนนสอบก่อนและหลัง

df แทน ชั้นแห่งความเป็นอิสระ

บทที่ 4
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เรียนโดยรูปแบบสืบเสาะหาความรู้ 5Es ร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหาของโพลยา กับเกณฑ์ เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เรียนโดยรูปแบบสืบเสาะหาความรู้ 5Es ร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหาของโพลยากับเกณฑ์ เพื่อศึกษาเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เรียนโดยรูปแบบสืบเสาะหาความรู้ 5Es ร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหาของโพลยา เพื่อศึกษาความคงทนในการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เรียนโดยรูปแบบสืบเสาะหาความรู้ 5Es ร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหาของโพลยา ผู้วิจัยได้นำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลการวิจัย ดังนี้

ตารางที่ 4-1 การเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เรียนโดยรูปแบบสืบเสาะหาความรู้ 5Es ร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหาของโพลยากับเกณฑ์

จำนวนนักเรียนทั้งหมด	**คะแนนนักเรียน**				***t***	***df***	**Sig**
	คะแนนเต็ม	$\overline{X}$	***SD***	**ร้อยละของคะแนนเฉลี่ย**			
43	60	46.48	3.40	77.48	8.63	42	.00

*$p < .01$

จากตารางที่ 4-1 พบว่า นักเรียนจำนวน 43 คน มีคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 มีค่าคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 46.48 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ตารางที่ 4-2 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เรียนโดยรูปแบบสืบเสาะหาความรู้ 5Es ร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหาของโพลยา (พิจารณารายด้าน)

ความสามารถในการแก้ปัญหา	จำนวนนักเรียนทั้งหมด	คะแนนของนักเรียน			
		คะแนนเต็ม	$\overline{X}$	*SD*	ร้อยละของคะแนนเฉลี่ย
ทำความเข้าใจปัญหา	43	15	12.98	1.28	86.53
วางแผนการแก้ปัญหา	43	15	10.98	1.26	73.20
ดำเนินการแก้ปัญหา	43	15	11.47	1.50	76.47
ตรวจสอบการแก้ปัญหา	43	15	11.07	1.44	73.80
รวม	43	60	46.48	3.40	77.47

จากตารางที่ 4-2 พบว่า คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 หากพิจารณารายด้านพบว่า ในการแก้ปัญหาด้านทำความเข้าใจมีค่าเฉลี่ยมากที่สุด ($\overline{X}$ = 12.98, *SD* = 1.28) รองลงมา ด้านการดำเนินการแก้ปัญหา ($\overline{X}$ = 11.47, *SD* = 1.50) น้อยที่สุดคือ ด้านการวางแผนการแก้ปัญหา ($\overline{X}$ = 10.98, *SD* = 1.26)

ตารางที่ 4-3 การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เรียนโดยรูปแบบสืบเสาะหาความรู้ 5Es ร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหาของโพลยา กับ เกณฑ์

จำนวนนักเรียนทั้งหมด	คะแนนนักเรียน				*t*	*df*	Sig
	คะแนนเต็ม	$\overline{X}$	*SD*	ร้อยละของคะแนนเฉลี่ย			
43	20	14.67	1.78	73.37	2.481	42	.02*

*$p < .05$

จากตารางที่ 4-3 พบว่า นักเรียนจำนวน 43 คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 มีคะแนนเฉลี่ย 14.67 คะแนน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตารางที่ 4-4 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของนักเรียนที่มีต่อวิชาคณิตศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนวังจันทร์วิทยา ด้านความรู้

ข้อ	รายการ	$\overline{X}$	*SD*	ระดับเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์
1	วิชาคณิตศาสตร์ช่วยทำให้ฉันเป็นคนคิดมีเหตุมีผล และรอบคอบ	4.16	0.87	มาก
2	ฉันเรียนคณิตศาสตร์แล้วฉันสามารถแก้ปัญหาเกี่ยวกับคณิตศาสตร์ด้วยตนเอง	3.77	1.19	มาก
3	ฉันมีความเข้าใจเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์เป็นอย่างดี	3.63	1.23	มาก
4	วิชาคณิตศาสตร์เป็นวิชาที่มีกระบวนการที่ไม่ยุ่งยากซับซ้อนสามารถนำไปใช้จริงในชีวิตประจำวันได้	3.65	1.23	มาก
5	ทุกครั้งที่ฉันเรียนฉันจะเข้าใจเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์	3.93	0.67	มาก
6	ฉันมีความเข้าใจในกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์	3.84	0.87	มาก
	รวม	3.83	0.59	มาก

จากตารางที่ 4-4 พบว่า นักเรียนมีเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ด้านความรู้ โดยรวมอยู่ในระดับมาก ($\overline{X}$ = 3.83, *SD* = 0.59) และเมื่อพิจารณารายข้อเรียงจากมากไปหาน้อย พบว่า นักเรียนมีเจตคติในวิชาคณิตศาสตร์ช่วยทำให้ฉันเป็นคนคิดมีเหตุมีผล และรอบคอบ มีคะแนนเฉลี่ยสูงที่สุด ($\overline{X}$ = 4.16, *SD* = 0.83) รองลงมาเป็นทุกครั้งที่ฉันเรียนฉันไม่เข้าใจเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์เลย ($\overline{X}$ = 3.93, *SD* = 0.67) ส่วนเจตคติต่อการมีความเข้าใจเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์เป็นอย่างดี มีคะแนนเฉลี่ยน้อยที่สุด ($\overline{X}$ = 3.63, *SD* = 1.23)

ตารางที่ 4-5 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของนักเรียนที่มีต่อวิชาคณิตศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนวังจันทร์วิทยา ด้านความรู้สึก

ข้อ	รายการ	$\overline{X}$	*SD*	ระดับเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์
1	ฉันชื่นชอบวิชาคณิตศาสตร์	3.44	1.35	ปานกลาง
2	ฉันเรียนวิชาคณิตศาสตร์แล้วทำให้ฉันมีความสุข	4.02	0.96	มาก
3	ฉันเรียนคณิตศาสตร์แล้วทำให้ฉันไม่เครียด	3.67	1.25	มาก
4	ฉันคิดว่าวิชาคณิตศาสตร์เป็นวิชาที่เรียนแล้วสนุก	3.65	0.95	มาก
5	ฉันชอบทำแบบฝึกหัดคณิตศาสตร์ด้วยตนเอง	3.49	1.08	ปานกลาง
6	ฉันรู้สึกไม่เบื่อหน่ายทุกครั้งที่ฉันเรียนวิชาคณิตศาสตร์	3.56	0.98	มาก
	รวม	3.64	0.70	มาก

จากตารางที่ 4-5 พบว่า นักเรียนมีเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ด้านความรู้สึก โดยรวมอยู่ในระดับมาก ($\overline{X}$ = 3.64, SD = 0.70) และเมื่อพิจารณารายข้อเรียงจากมากไปหาน้อย พบว่า นักเรียนมีเจตคติในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์แล้วทำให้ฉันมีความสุข มีคะแนนเฉลี่ยสูงที่สุด ($\overline{X}$ = 4.02, *SD* = 0.96) รองลงมาเป็นฉันเรียนคณิตศาสตร์แล้วทำให้ฉันไม่เครียด ($\overline{X}$ = 3.67, *SD* = 1.25) ส่วนเจตคติต่อการฉันชื่นชอบวิชาคณิตศาสตร์ มีคะแนนเฉลี่ยน้อยที่สุด ($\overline{X}$ = 3.44, *SD* = 1.35)

ตารางที่ 4-6 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของนักเรียนที่มีต่อวิชาคณิตศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนวังจันทร์วิทยา ด้านการกระทำหรือพฤติกรรม

ข้อ	รายการ	$\overline{X}$	*SD*	ระดับเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์
1	ฉันมักจะเข้าร่วมกิจกรรมเกี่ยวกับวิชาคณิตศาสตร์เสมอ	4.05	1.02	มาก

ตารางที่ 4-6 (ต่อ)

ข้อ	รายการ	$\overline{X}$	*SD*	ระดับเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์
2	ฉันจะศึกษาความรู้เกี่ยวกับคณิตศาสตร์เพิ่มเติมหลังจากเรียนจากครู	3.47	1.24	ปานกลาง
3	ฉันจะแนะนำให้คนอื่นให้ความสำคัญของคณิตศาสตร์	3.72	1.16	มาก
4	ฉันเลี่ยงที่จะถามครู เมื่อฉันไม่เข้าใจ	3.72	1.26	มาก
5	เมื่อฉันทำแบบฝึกหัดไม่ได้ ฉันจะไม่หยุดทำทันที	4.07	0.83	มาก
6	เมื่อครูมอบหมายงานฉันจะรีบลงมือทำทันที	3.74	1.18	มาก
7	ฉันจะสนใจ เมื่อครูอธิบายเพิ่มเติมนอกเวลา	4.12	0.91	มาก
8	ฉันจะพยายามทำแบบทดสอบวิชาคณิตศาสตร์ให้ดีที่สุดทุกครั้ง	4.09	1.04	มาก
	รวม	3.87	0.63	มาก

จากตารางที่ 4-6 พบว่า นักเรียนมีเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ด้านความรู้สึก โดยรวมอยู่ในระดับมาก ($\overline{X}$ = 3.64, *SD* = 0.70) และเมื่อพิจารณารายข้อเรียงจากมากไปหาน้อย พบว่า นักเรียนมีเจตคติในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์แล้วจะสนใจ เมื่อครูอธิบายเพิ่มเติมนอกเวลา มีคะแนนเฉลี่ยสูงที่สุด ($\overline{X}$ = 4.12, *SD* = 0.91) รองลงมาเป็นจะพยายามทำแบบทดสอบวิชาคณิตศาสตร์ให้ดีที่สุดทุกครั้ง มี ($\overline{X}$ = 4.09, *SD* = 1.04) ส่วนเจตคติต่อการจะศึกษาความรู้เกี่ยวกับคณิตศาสตร์เพิ่มเติมหลังจากเรียนจากครู มีคะแนนเฉลี่ยน้อยที่สุด ($\overline{X}$ = 3.47, *SD* = 1.24)

ตารางที่ 4-7 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของนักเรียนที่มีต่อวิชาคณิตศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนวังจันทร์วิทยา โดยรวม

ด้าน	รายการ	$\overline{X}$	*SD*	ระดับเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์
1	ด้านความรู้	3.83	0.59	มาก
2	ด้านความรู้สึก	3.63	0.70	มาก

ตารางที่ 4-7 (ต่อ)

ด้าน	รายการ	$\overline{X}$	*SD*	ระดับเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์
3	ด้านการกระทำหรือพฤติกรรม	3.87	0.63	มาก
	รวม	3.78	0.57	มาก

จากตารางที่ 4-7 พบว่า นักเรียนมีเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์รายด้าน โดยรวมอยู่ในระดับมาก ($\overline{X}$ = 3.78, *SD* = 0.57) และพิจารณารายด้านเรียงจากมากไปหาน้อย พบว่า นักเรียนมีเจตคติในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ด้านการกระทำหรือพฤติกรรม ($\overline{X}$ = 3.87, *SD* = 0.63) รองลงมาเป็นด้านความรู้ ($\overline{X}$ = 3.83 , *SD* = 0.59) ส่วนนักเรียนมีเจตคติในด้านความรู้สึกมีคะแนนต่ำสุด ($\overline{X}$ = 3.*63*, *SD* = 0.70)

ตารางที่ 4-8 ผลการวิเคราะห์ความคงทนในการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เรียนโดยรูปแบบสืบเสาะหาความรู้ 5Es ร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหาของโพลยา

จำนวนนักเรียนทั้งหมด	คะแนนนักเรียน				*t*	*df*	Sig
	คะแนนเต็ม	$\overline{X}$	*SD*	ร้อยละของคะแนนเฉลี่ย			
43	20	14.67	1.78	73.37	2.14	42	.04*
43	20	14.11	1.45	70.58			

*$p < .05$

จากตารางที่ 4-8 พบว่า ค่าเฉลี่ยของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 โดยการทดสอบหลังการเรียนและการทดสอบหลังการเรียนแล้ว จำนวน 14 วัน ไม่แตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

บทที่ 5
สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เรียนโดยรูปแบบสืบเสาะหาความรู้ 5Es ร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหาของโพลยา กับ เกณฑ์ เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เรียนโดยรูปแบบสืบเสาะหาความรู้ 5Es ร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหาของโพลยา กับ เกณฑ์ เพื่อศึกษาเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เรียนโดยรูปแบบสืบเสาะหาความรู้ 5Es ร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหาของโพลยา เพื่อศึกษาความคงทนในการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เรียนโดยรูปแบบสืบเสาะหาความรู้ 5Es ร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหาของโพลยา กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนวังจันทร์วิทยา ปีการศึกษา 2559 ภาคเรียนที่ 2 จำนวน 1 ห้องเรียน จำนวน 43 คน สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล คำนวณหาค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ย ($\overline{X}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (*SD*) และการทดสอบค่า *t*

สรุปผลการวิจัย

1. ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เรียนโดยรูปแบบสืบเสาะหาความรู้ 5Es ร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหาของโพลยา สูงกว่าเกณฑ์ ร้อยละ 70 มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เรียนโดยรูปแบบสืบเสาะหาความรู้ 5Es ร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหาของโพลยา สูงกว่าเกณฑ์ ร้อยละ 70 มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

3. ผลการศึกษาเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เรียนโดยรูปแบบสืบเสาะหาความรู้ 5Es ร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหาของโพลยา พบว่า นักเรียนมีเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ด้านความรู้ โดยรวมอยู่ในระดับมาก

4. ผลการศึกษาความคงทนในการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เรียนโดยรูปแบบสืบเสาะหาความรู้ 5Es ร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหาของโพลยา พบว่า ค่าเฉลี่ยของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนผ่าน

เกณฑ์ร้อยละ 70 โดยการทดสอบหลังการเรียนและการทดสอบหลังการเรียนจำนวน 14 วัน ไม่แตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

การอภิปรายผล

จากผลการศึกษาในเรื่อง ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เรียนโดยรูปแบบสืบเสาะหาความรู้ 5Es ร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหาของโพลยา พบว่า

1. ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เรียนโดยรูปแบบสืบเสาะหาความรู้ 5Es ร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหาของโพลยา สูงกว่าเกณฑ์ ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 เพราะว่า นักเรียนมีความเข้าใจในโจทย์ปัญหา นักเรียนสามารถดำเนินการแก้ปัญหาได้ นั่นคือ หากกิจกรรมที่จัดนั้นมีความน่าสนใจ ท้าทายและยั่วยุนักเรียน ทำให้นักเรียนมีส่วนร่วมด้วยความกระตือรือร้นที่จะทำความเข้าใจ รวมถึงคำนึงถึงพัฒนาการและความพร้อมของผู้เรียนแล้ว ทำให้เกิดมีกิจกรรมที่เหมาะสม ร้อยเรียงเรื่องง่าย ๆ ค่อยขยับไปสู่เรื่องที่ยาก เพื่อเพิ่มความท้าทาย และมีการฝึกประสบการณ์ควบคู่ไปกับกิจกรรม ย่อมส่งผลต่อผู้เรียนโดยตรง หากพิจารณารายด้าน พบว่า การแก้ปัญหาด้านทำความเข้าใจนั้นมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 14.98 มีค่าเฉลี่ยมากที่สุด รองลงมา ด้านการดำเนินการแก้ปัญหา มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 14.70 น้อยที่สุดคือ ด้านการวางแผนการแก้ปัญหา มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 14.23 แสดงว่า กระบวนการทำงานที่เป็นกลุ่ม ช่วยเหลือกันระหว่างเด็กเก่ง กลาง อ่อน ภายในกลุ่มเกิดการเรียนรู้ร่วมกัน เพราะการที่นักเรียนสื่อสาร ถ่ายทอดให้เพื่อน ๆ ฟัง ยิ่งทำให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ที่มากยิ่งขึ้น ความเห็นอกเห็นใจกัน การร่วมกันทำงานเพื่อให้บรรลุเป้าหมาย โดยเฉพาะการสื่อสารระหว่างกลุ่มนักเรียนวัยเดียวกัน ย่อมมีประสิทธิภาพและเข้าถึงง่ายกว่า อีกทั้งบทบาทของครูที่คอยช่วยตั้งคำถามกระตุ้นให้นักเรียนได้กระตุ้นคิด คอยแนะแนวทางให้แก่นักเรียน ช่วยส่งเสริมผู้เรียนอีกด้านหนึ่ง สอดคล้องกับหลักการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ของ เรย์ (Ray, ม.ม.ป. อ้างถึงใน สสวท., 2554, หน้า 12-22) ได้นำเสนอหลักการสอนไว้ 11 ข้อ กล่าวคือ หลักการที่ 1 การให้นักเรียนมีส่วนร่วมอย่างกระตือรือร้น เนื่องจากจะช่วยให้ผู้เรียนทั้งในด้านกว้างและด้านลึก สามารถมองเห็นความสมเหตุสมผลของสิ่งที่กำลังศึกษา เพื่อนำไปสู่การพัฒนาความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ การออกแบบกิจกรรมที่เน้นปฏิบัติซึ่งในกระบวนการนั้นต้องมีการใช้ความคิดควบคู่กับการปฏิบัติ หลักการที่ 2 การเรียนรู้คือการพัฒนา ควรคำนึงพัฒนาการของผู้เรียน ทำความเข้าใจถึงพัฒนาการและความพร้อมในการเรียนรู้ของผู้เรียน หลักการที่ 4 การสื่อสารมีความสำคัญในการสร้างความเข้าใจ เนื่องจากเป็น การกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจลึกซึ้ง

ได้มีโอกาสแสดงความคิดเห็นโดยใช้วาจาและการเขียนของผู้เรียน การมีส่วนร่วมของผู้เรียน สอดคล้องกับ อัมพร ม้าคนอง และยุพิน พิพิธกุล ได้กล่าวถึง หลักการสำหรับการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ มีดังนี้ (อัมพร ม้าคนอง, 2546, หน้า 8-9) และยุพิน พิพิธกุล (2545, หน้า 11-12 อ้างถึงใน เวชฤทธิ์ อังกนะภัทรขจร, 2555, หน้า 101-102) กล่าวไว้ว่า การสอนโดยคำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคลของผู้เรียน คำนึงถึงเนื้อหาวิชา และกระบวนการเรียนการสอนที่ต้องการให้เกิดกับผู้เรียนการสอนโดยให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ตามลำดับขั้นทีละน้อย โดยสอนจากเรื่องง่ายไปสู่เรื่องยาก หรือสอนโดยสิ่งที่เป็นรูปธรรมอธิบายสิ่งที่เป็นนามธรรม หรือการทำให้สิ่งที่เป็นนามธรรมมาก ๆ เป็นนามธรรมที่ง่ายขึ้นพอที่จะจินตนาการได้สอนโดยการใช้การฝึกหัดให้ผู้เรียนเกิดประสบการณ์ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ทั้งการฝึกรายบุคคล ฝึกเป็นกลุ่ม การฝึกทักษะย่อยทางคณิตศาสตร์ และการฝึกทักษะรวมเพื่อแก้ปัญหาที่ซับซ้อนมากขึ้น อีกทั้งยังมีงานวิจัยของนักวิชาการหลายท่านที่สอดคล้องกับแนวคิดดังกล่าว วรรณภา ต่อติด (2556) ได้ศึกษาพบว่า กิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ที่เน้นกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ มีประสิทธิภาพเท่ากับ 77.47/ 77.62 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ 75/ 75 ความสามารถในการแก้ปัญหาผ่านเกณฑ์ร้อยละ 77.62 วารุณี บุญรอด (2556) ได้ศึกษาผลการจัดการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์โดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้แบบ 5E ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ และความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย พบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์โดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้แบบ 5E มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์และมีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์แบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05จุลจิรา ปิ่นมั่น (2557) ศึกษาผลการสังเคราะห์รูปแบบกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5Es ร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหาของโพลยา เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางเรียนและทักษะการแก้ปัญหาทางการเรียนคณิตศาสตร์ใน เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวของกลุ่มตัวอย่างนั้น หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญ ทางสถิติที่ระดับ .05 รวมถึงเจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์ หลังเรียนอยู่ในระดับเห็นด้วยมีค่าเฉลี่ย 4.09 คมสัน ตรีไพบูลย์ (2557) ได้ศึกษาการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับรูปแบบการสอนมโนทัศน์ เพื่อพัฒนามโนทัศน์และความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ พบว่า นักเรียนในกลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยความรู้ด้านมโนทัศน์และมีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์สูงกว่ากลุ่มที่เรียนด้วยวิธีปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 มาลัย พิมพาเลีย (2553) ได้พัฒนากิจกรรมการเรียนรูที่เน้นกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์โดยใช้วัฏจักรการเรียนรู้ 5 ขั้น (5Es) พบว่า กระบวนการแก้ปัญหาทาง

คณิตศาสตร์ของนักเรียน พบว่า นักเรียนทำแบบทดสอบ ขั้นทำความเข้าใจหรือวิเคราะห์ปัญหาได้มากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 94.0 รองลงมาคือ ขั้นการวางแผนการแก้ปัญหา คิดเป็นคะแนนร้อยละ 90.0 และขั้นที่ได้คะแนนน้อยสุดคือ ขั้นการตรวจสอบ คิดเป็นคะแนนร้อยละ 38.0 โดยภาพรวมนักเรียนมีกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ คิดเป็นร้อยละ 69.5 และนักเรียนจำนวนร้อยละ 82.76 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมดมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ตั้งแต่ร้อยละ 70 ขึ้นไป และงานวิจัยของ ชันชิ (Chun-Chi, 2009 อ้างถึงใน วารุณี บุญรอด, 2556, หน้า 65) ได้นำเสนอวิธีการสอนแบบร่วมมือควบคู่กับการใช้กระบวนการสืบเสาะความรู้ 5E โดยการดำเนินการสอนตามแผนที่วางไว้ สังเกต และบันทึกผล พบว่า การจัดการเรียนรู้ดังกล่าวสามารถเพิ่มแรงจูงใจและความสนใจในการเรียนรู้ของนักเรียนได้

2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เรียนโดยรูปแบบสืบเสาะหาความรู้ 5Es ร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหาของโพลยา สูงกว่าเกณฑ์ ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 มีค่าเฉลี่ยคะแนนเท่ากับ 14.67เนื่องจากการจัดการเรียนรู้มีขั้นตอนที่สอดคล้องและเหมาะสมกับกระบวนการเรียนรู้ มีการกระตุ้นความสนใจด้วยกิจกรรมย่อย ยกประเด็นปัญหาที่ใกล้ตัว เมื่อนักเรียนเกิดความสนใจนักเรียนก็เกิดแรงผลักที่จะเรียนรู้ด้วยตนเอง ซึ่งคุณครูเป็นผู้คอยอำนวยความสะดวก และช่วยกระตุ้นคิดโดยการตั้งคำถามให้นักเรียนได้คิดร่วมกันตลอดเวลา มีขั้นตอนที่ต้องศึกษาค้นคว้า เน้นกระบวนการแก้ปัญหาร่วมกัน จนนำไปสู่ข้อสรุป รวมถึงมีสื่อใบงานที่ช่วยฝึกประสบการณ์นักเรียนให้สามารถช่วยทบทวน และเพิ่มความท้ายทายของนักเรียนเพิ่มมากยิ่งขึ้น สอดคล้องกับ อัมพร ม้าคนอง และยุพิน พิพิธกุล ได้กล่าวถึงหลักการสำหรับการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ไว้ว่า สอนโดยการใช้การฝึกหัดให้ผู้เรียนเกิดประสบการณ์ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ทั้งการฝึกรายบุคคล ฝึกเป็นกลุ่ม การฝึกทักษะย่อยทางคณิตศาสตร์ และการฝึกทักษะรวมเพื่อแก้ปัญหาที่ซับซ้อนมากขึ้น สอดคล้องกับงานวิจัยของ ปภัสสร แก้วพิลารมย์ (2554) ได้ศึกษาทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์โดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5Es ที่เน้นกระบวนการแก้ปัญหาของโพลยา พบว่า นักเรียนมีคะแนนทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เฉลี่ยเท่ากับร้อยละ 73.66 โดยมีนักเรียนจำนวนร้อยละ 76.00 ได้คะแนนทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ตั้งแต่ร้อยละ 70 ขึ้นไป และ มีคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเท่ากับร้อยละ 71.40 และมีนักเรียนร้อยละ 72.00 ผ่านเกณฑ์ที่กำหนด คือ ตั้งแต่ร้อยละ 70 ขึ้นไป สอดคล้องกับงานวิจัยของ วนาวัน เมืองมงคล (2552) ได้ศึกษาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ที่เน้นทักษะการคิดพื้นฐาน คณิตศาสตร์ เรื่อง ระบบจำนวนเต็ม โดยใช้วิธีการสอนแบบ 5Es สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 พบว่า นักเรียนร้อยละ 86.67 มีคะแนนจจากการทำแบบทดสอบวัดทักษะ

การพื้นฐานทางคณิตศาสตร์ผ่านเกณฑ์ที่กำหนด และนักเรียนร้อยละ 76.67 มีคะแนนจากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ผ่านเกณฑ์ที่กำหนด สอดคล้องกับงานวิจัยของ สุภาวดี ศรีธรรมศาสตร์ (2551) ได้ศึกษาผลกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 5E ที่เน้นพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 พบว่า นักเรียนได้คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเฉลี่ย คิดเป็นร้อยละ 73.33 มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ขึ้นไป

3. ผลการศึกษาเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เรียนโดยรูปแบบสืบเสาะหาความรู้ 5Es ร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหาของโพลยา พบว่า นักเรียนมีเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์รายด้าน โดยรวมอยู่ในระดับมาก ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.78 และพิจารณารายด้านเรียงจากมากไปหาน้อย พบว่า นักเรียนมีเจตคติในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ด้านการกระทำหรือพฤติกรรม เฉลี่ยเท่ากับ 3.87 รองลงมาเป็นด้านความรู้ เฉลี่ยเท่ากับ 3.83 ส่วนนักเรียนมีเจตคติในด้านความรู้สึกมีคะแนนต่ำสุด เฉลี่ยเท่ากับ 3.63 เนื่องจากการจัดการเรียนการสอนที่ส่งเสริมให้เกิดบรรยากาศที่เอื้อต่อการเรียนรู้ เช่น มีกิจกรรมที่ส่งเสริมกระตุ้นให้นักเรียนได้คิด มีกิจกรรมกลุ่มเพื่อให้นักเรียนได้ศึกษาค้นคว้าดำเนินการร่วมกัน ครูได้เปิดโอกาสให้นักเรียนมีส่วนในการเรียนรู้ ไม่มุ่งสอนเนื้อหา แต่เปลี่ยนวิธีการให้นักเรียนได้ศึกษาค้นคว้าด้วยตัวเอง โดยมีระบบกลุ่ม เก่งกลาง อ่อนช่วยเหลือเพื่อนในกลุ่ม ครูเป็นผู้อำนวยความสะดวก การเตรียมสื่อให้พร้อม และคอยชี้แนะและกระตุ้นคิด เมื่อนักเรียนยังไม่บรรลุเป้าหมาย จากข้อสังเกตผลการวิเคราะห์เจตคติด้านความรู้สึกหัวข้อ ฉันชื่นชอบวิชาคณิตศาสตร์และฉันชอบทำแบบฝึกหัดคณิตศาสตร์ด้วยตนเอง รวมถึงด้านการกระทำหรือพฤติกรรมหัวข้อฉันจะศึกษาเพิ่มเติมเกี่ยวกับคณิตศาสตร์เพิ่มเติมหลังจากเรียนจากคุณครู นั้นมีระดับเจตคติระดับปานกลาง อาจเป็นผลสืบเนื่องมาจากความสนใจในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ค่อนข้างน้อย สาเหตุเพราะว่านักเรียนอาจปรับตัวไม่ทันจากการปรับเปลี่ยนวิธีการสอนโดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่นักเรียนต้องเสาะแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง รวมถึงกระบวนการเรียนรู้ที่ค่อนข้างต้องกำกับเวลาตามช่วงเวลาให้เหมาะสม นักเรียนอาจรู้สึกกดดัน และกังวลในการทำแบบทดสอบให้ได้ตามเวลาที่กำหนดของแต่ละกิจกรรมการเรียนรู้ รวมถึงบทบาทในการสื่อสารของคุณครูก็เป็นสิ่งสำคัญที่จะถ่ายทอดให้นักเรียนได้เชื่อตามสิ่งที่คุณครูพยายามนำเสนอตามรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่กำหนดไว้ ทั้งนี้สอดคล้องกับหลักการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ของ เรย์ (Ray, ม.ม.ป. อ้างถึงใน สสวท., 2554, หน้า 12-22) หลักการที่ 8 เจตคติของครูมีความสำคัญยิ่ง เพราะการสอนของครูมีความสัมพันธ์ต่อการเรียนรู้ของผู้เรียน ทำให้ผู้เรียนเกิดการเชื่อมโยง สร้างแรงจูงใจให้เกิดความอยากเรียน และเห็นคุณค่าในการเรียน ขึ้นอยู่กับการออกแบบการสอนของคุณครูผู้สอนที่ปลูกฝังการเรียนรู้ของผู้เรียนในด้านใด เช่น เน้นการแก้

ปัญหา นักเรียนคิดว่าการวิพากษ์วิจารณ์แนวคิดเพื่อการแก้ปัญหานั้นเป็นสิ่งสำคัญ เป็นต้น สอดคล้องกับงานวิจัยของวรรณภา ต่อติด (2556) ได้ศึกษาผลของการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาตร์ โดยใช้รูปแบบการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ที่เน้นกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส ระดับชั้นมัธยมศึกษปีที่ 2 พบว่า กิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ที่เน้นกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส ระดับมัธยมศึกษปีที่ 2 มีประสิทธิภาพเท่ากับ 77.47/ 77.62 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ 75/ 75 ความสามารถในการแก้ปัญหาผ่านเกณฑ์ร้อยละ 77.62 และนักเรียนมีความพึงพอใจในการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ที่เน้นกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ทฤษฎีบทพัทาโกรัส โดยรวม อยู่ในระดับมากที่สุด สอดคล้องกับงานวิจัยของ จุลจิรา ปิ่นมั่น (2557) ได้ศึกษาผลการสังเคราะห์รูปแบบกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5Es ร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหาของโพลยา พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางเรียนและทักษะการแก้ปัญหาทางการเรียนคณิตศาสตร์ใน เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวของกลุ่มตัวอย่างนั้น หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญ ทางสถิติที่ระดับ .05 รวมถึงเจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์ หลังเรียนอยู่ในระดับเห็นด้วย มีค่าเฉลี่ย 4.09 สอดคล้องกับงานวิจัยของอีบราฮิม (Eblahim, 2004) ได้ศึกษาผลการสอนแบบปกติและการสอนโดยใช้วัฏจักรการเรียนรู้แบบ 5Es ที่มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และเจตคติเชิงวิทยาศาสตร์ พบว่า นักเรียนที่เรียนโดยใช้วัฏจักรการเรียนรู้ มีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติเชิงวิทยาศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่เรียนโดยการสอนปกติ

4. ผลการศึกษาความคงทนในการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เรียนโดยรูปแบบสืบเสาะหาความรู้ 5Es ร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหาของโพลยา พบว่า ค่าเฉลี่ยของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ โดยการทดสอบหลังการเรียนและการทดสอบหลังการเรียนไปแล้ว 14 วัน ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และมีความคงทนในการเรียนรู้ เนื่องมาจาก หากนักเรียนมีความเข้าใจในเนื้อหาแล้ว การจัดการเรียนการสอนนั้นมีความหมายกับตัวนักเรียน มีกิจกรรมให้นักเรียนได้ฝึกทบทวนบ่อย ๆ ซ้ำ ๆ จนเกิดความเข้าใจอย่างลึกซึ้ง ย่อมส่งผลให้ความคงทนในการเรียนรู้ของนักเรียนยังคงอยู่ รวมถึงบรรยากาศที่ไม่ตึงเครียด แบบฝึกไม่ยากจนเกินไป เพื่อให้เด็กเกิดแรงจูงใจในการเรียนรู้ สอดคล้องกับหลักการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ของ เรย์ (Ray, ม.ม.ป. อ้างถึงใน สสวท., 2554, หน้า 12-22) หลักการที่ 11 ความทรงจำสามารถทำให้ดีขึ้นได้ เพราะความทรงจำ มีผลต่อความคงทนในการเก็บความรู้ และรักษาทักษะที่ได้รับการฝึกฝน วิธีการช่วยให้ความทรงจำดีขึ้น เช่น การเรียนรู้อย่างมีความหมาย บริบทของมโนทัศน์ที่ได้เรียนรู้ ส่งผลให้

เกิดการเชื่อมโยง ที่เป็นประโยชน์ต่อความทรงจำระยะยาว การทบทวนแนวคิดสำคัญเป็นระยะ ๆ ช่วยตอกย้ำความรู้และความสามารถ สอดคล้องกับ อัมพร ม้าคนอง และยุพิน พิพิธกุล ได้กล่าวถึงหลักการสำหรับการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ มีดังนี้ (อัมพร ม้าคนอง, 2546, หน้า 8-9 และยุพิน พิพิธกุล, 2545, หน้า 11-12 อ้างถึงใน เวชฤทธิ์ อังกนะภัทรขจร, 2555, หน้า 101-102) กล่าวว่า สอนให้ผู้เรียนมีความสุขในการเรียนคณิตศาสตร์ รู้สึกว่าคณิตศาสตร์ไม่ยาก และบรรยากาศในชั้นเรียนคณิตศาสตร์ ควรเป็นบรรยากาศที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนกล้าแสดงออกกล้าคิด กล้าทำ และเอื้อต่อความสำเร็จของผู้เรียน สอดคล้องกับงานวิจัยของ เกษศิรินทร์ เซ็นบัว (2556) ได้ศึกษาผลการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้แผนผังมโนทัศน์ประกอบที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และความคงทนในการเรียนรู้ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปี ที่ 3 พบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้แผนผังมโนทัศน์ประกอบ จำนวนร้อยละ 86.00 ของนักเรียนทั้งหมด มีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และมีความคงทนในการเรียนรู้ สอดคล้องกับงานวิจัยของ เซลมา (Selma, 2009 อ้างถึงใน วารุณี บุญรอด, 2556, หน้า 66) ได้ศึกษาผลการจัดการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ โดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้แบบ 5E ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ และเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนเกรด 6 โดยดำเนินการศึกษากับนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษา พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนเกรด 6 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้แบบ 5E ในช่วง 3 ช่วงเวลา คือ ก่อนการทดลอง หลังการทดลอง และการติดตามผล มีการเปลี่ยนแปลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์หลังการทดลองและการติดตามผลมีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ และคะแนนเฉลี่ยของเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ระหว่างก่อนทดลองและหลังทดลองลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะจากผลการวิจัย

1.1 ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนโดยใช้รูปแบบสืบเสาะหาความรู้ 5Es ร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหาของโพลยา ในขั้นตอนการสร้างความสนใจ ครูควรหากิจกรรมที่กระตุ้นยั่วยุให้นักเรียนมีความอยากรู้อยากเห็น และกระตือรือร้น จนเกิดความสนใจในกิจกรรมที่ครูจะดำเนินการในขั้นต่อไป

1.2 ครูควรเน้นกิจกรรมทักษะการแก้ปัญหา ในขั้นตอนการสำรวจและค้นคว้า เนื่องจากนักเรียนจะต้องมีการวางแผนการทำงาน ประสานงานและทำงานเป็นกลุ่ม เพื่อให้เกิด

การเรียนรู้ร่วมกัน

1.3 ครูควรวางแผนการเตรียมอุปกรณ์ต่าง ๆ ให้พร้อม และควรมีการบริหารเวลาเพื่อให้เกิดความยืดหยุ่น และเหมาะสมกับกิจกรรมโดยไม่เร่งรีบจนเกินไป

2. ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

2.1 ศึกษาและทดลองใช้รูปแบบสืบเสาะหาความรู้ 5Es ร่วมกับ กระบวนการแก้แก้ปัญหาของโพลยา กับนักเรียนระดับชั้นอื่น ๆ

2.2 ควรมีการพัฒนาทักษะการคิดพื้นฐานทางคณิตศาสตร์เพิ่มเติม หรือพัฒนาโดยใช้รูปแบบอื่น ๆ หรือวิธีการสอนที่แตกต่างออกไปให้มากยิ่งขึ้น

บรรณานุกรม

กระทรวงศึกษาธิการ. (2545). *หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544* (พิมพ์ครั้งที่ 3). กรุงเทพฯ: คุรุสภาลาดพร้าว.

กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ. (2541). *เอกสารเสริมความรู้คณิตศาสตร์ระดับประถมศึกษา อันดับที่ 9 เรื่องการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์คุรุสภา ลาดพร้าว.

กรมวิชาการ. (2545). *การจัดการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์*. กรุงเทพฯ: องค์การรับส่งสินค้าและพัสดุภัณฑ์ (ร.ส.พ.).

เกษศิรินทร์ เซ็นบัว. (2556). *ผลการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้แผนผังมโนทัศน์ประกอบที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และความคงทนในการเรียนรู้ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปี ที่ 3.* วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาหลักสูตรและการเรียนรู้, บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์.

เกศินี โกมล. (2556). *ผลการใช้ผังกราฟิกประกอบกับการสอนแบบ 7 อี ที่มีต่อความคงทนในการเรียนรู้วิชาเคมี การคิดวิเคราะห์ และการคิดสังเคราะห์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ในเขตพื้นที่จังหวัดอำนาจเจริญ.* วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาหลักสูตรและสอน, บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.

คมสัน ตรีไพบูลย์. (2557). *การพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับรูปแบบการสอนมโนทัศน์ เพื่อพัฒนามโนทัศน์และความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ภาคตัดกรวยของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4.* วิทยานิพนธ์การศึกษาดุษฎีบัณฑิต, สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน, คณะศึกษาศาสตร์, มหาวิทยาลัยบูรพา.

จามรี สมานชาติ. (2554). *การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และเจตคติต่อคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่เรียนด้วยการจัดการเรียนการสอน เรื่อง ความน่าจะเป็นตามแนวคิดทฤษฎีคอนสตรัคติวิซึมกับทฤษฎีพหุปัญญา.* วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน, บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.

จงกลรัตน์ อาจศัตรู.(2544). *การศึกษาผลการจัดการเรียนการสอนตามแบบวัฏจักรการเรียนรู้ที่มีผลต่อ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 1*. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาการศึกษาวิทยาศาสตร์, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

จุลจิรา ปิ่นมั่น. (2557). *ผลการสังเคราะห์รูปแบบกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5Es ร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหาของโพลยา เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2*. วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต, สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน, คณะศึกษาศาสตร์, มหาวิทยาลัยบูรพา.

ทิศนา แขมมณี. (2553). *ศาสตร์การสอน: องค์ความรู้เพื่อการจัดกระบวนการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ* (พิมพ์ครั้งที่ 13). กรุงเทพฯ: ด่านสุทธาการพิมพ์.

ทรงวิทย์ สุวรรณธาดา. (2558). *หนังสือเรียน รายวิชาพื้นฐาน คณิตศาสตร์ เล่ม 1 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4-6*. กรุงเทพฯ: แม็คเอ็ดดูเคชั่น.

ธราดล รานรินทร์. (2554). *ผลการจัดการเรียนการสอนสังคมศึกษาด้วยกลวิธีสืบสอบที่มีต่อความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ และความคงทนในการเรียนรู้ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5*. วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน, บัณฑิตวิทยาลัย, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

นุชลี อุปภัย. (2555). *จิตวิทยาการศึกษา* (พิมพ์ครั้งที่ 2). กรุงเทพฯ: วี.พริ้นท์ (1991).

นิตย์ บุหงามงคล. (2540). *จิตวิทยาการสอน*. ขอนแก่น, มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

บุญธรรม กิจปรีดาบริสุทธิ์. (2533). *รวมรวมบทความการวัดและการประเมินผล*. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยมหิดล.

บุญเลี้ยง ทุมทอง. (2556). *ทฤษฎีและการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ (Theories and Development of Instruction Model)*. กรุงเทพฯ: เอส.พริ้นติ้ง ไทย แฟคตอรี่.

ปภัสสร แก้วพิลารมย์. (2554). *การศึกษาทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์โดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5Es ที่เน้นกระบวนการแก้ปัญหาของโพลยา เรื่องสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1*. วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน, บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

ประพันธ์ น้อยเภา. (2541). *การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคงทนในการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่มีความรู้พื้นฐานทางคณิตศาสตร์แตกต่างกันที่ได้รับการสอนแบบระบบการสอนส่วนบุคคลโดยใช้ชุดการสอนเป็นรายบุคคลและโดยใช้ชุดการสอนเป็นกลุ่ม*. ปริญญานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต, สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน, มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร.

ประพันธ์ศิริ สุเสารัจ. (2556). *การพัฒนาการคิด* (พิมพ์ครั้งที่ 5 ฉบับปรับปรุงใหม่). กรุงเทพฯ: 9119 เทคนิคพริ้นติ้ง.

ประสาท อิศรปรีดา. (2531). *สารัตถะจิตวิทยาการศึกษา* (พิมพ์ครั้งที่ 3). กรุงเทพฯ: กราฟิคอาต.

ปริยทิพย์ บุญคง. (2546). *การศึกษาปัจจัยบางประการที่สัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1*. วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต, สาขาวิชาการวิจัยและสถิติทางการศึกษา, บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

ปริญญา ผลิเจริญ. (2550). *การสร้างชุดฝึกพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6*. วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต, คณิตศาสตร์ศึกษา, บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร.

ปรีชา เนาว์เย็นผล. (2537). *ประมวลสาระชุดวิชาสารัตถะและวิทยวิธีทางวิชาคณิตศาสตร์ หน่วยที่ 12-15*. นนทบุรี: มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.

พรรณี ชูชัย เจนจิต. (2550). *จิตวิทยาการเรียนการสอน*. นนทบุรี: ศูนย์ส่งเสริมวิชาการ.

พิเชษฐ์ โพนสิม. (2554). *การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นกระบวนการคิดเชิงเมตาคอกนิชันในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว โดยใช้วิธีการสอนแบบ 5Es สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1*. วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน, บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

พงศ์เทพ จิระโร. (2558). *หลักการวิจัยทางการศึกษา* (พิมพ์ครั้งที่ 5). ชลบุรี: บัณฑิตเอกสาร.

พงค์พันธ์ ปิจดี. (2554). *การพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาโดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้ 5อี สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนนาน้อย จ.น่าน*. วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา, บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

พจนา ทรัพย์สมาน. (2550). *การจัดการเรียนรู้โดยให้ผู้เรียนแสวงหาและค้นพบความรู้ด้วยตนเอง* (พิมพ์ครั้งที่ 2 ฉบับพิมพ์เพิ่มเติม). กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

พร้อมพรรณ อุดมสิน. (2544). *การวัดและประเมินผลการเรียนการสอนคณิตศาสตร์*. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

พวงรัตน์ ทวีรัตน์. (2540). *วิธีวิจัยทางพฤติกรรมศาสตร์และสังคมศาสตร์* (พิมพ์ครั้งที่ 7). กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร.

ไพฑูรย์ สินลารัตน์ และคณะ. (2553). *วิกฤติการศึกษาทางออกที่รอการแก้ปัญหา* (พิมพ์ครั้งที่ 2). กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์.

ไพศาล หวังพานิช. (2531). *วิธีการวิจัย* (พิมพ์ครั้งที่ 2). กรุงเทพฯ: กองบรรณาธิการการศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร.

เพราพรรณ เปลี่ยนภู่. (2542). *จิตวิทยาการศึกษา* (พิมพ์ครั้งที่ 5). กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.

ฟาฏินา วงศ์เลขา. (2553). *การเรียนคณิตศาสตร์: ความจำเป็นที่ไม่ควรมองข้าม*. เข้าถึงได้จาก http: // social.obec.go.th/ node/ 22.

ภัทรา นิคมานนท์. (2537). *การประเมินผลและการสร้างแบบทดสอบ* (พิมพ์ครั้งที่ 8). กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ทิพยวิสุทธิ์.

มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช. (2556). *ประมวลสาระชุดวิชาสารัตถะและวิทยวิธีทางคณิตศาสตร์* (พิมพ์ครั้งที่ 2). นนทบุรี: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.

มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช. (2549). *ประมวลสาระชุดวิชาจิตวิทยาและสังคมวิทยาพื้นฐานเพื่อการวัดและประเมินผลการศึกษา* (พิมพ์ครั้งที่ 5). นนทบุรี: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.

มัณฑนา ฟักทอง. (2549). *ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นการสร้างความรู้ด้วยตนเองที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนช่วงชั้นที่ 3 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3.* วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน, บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยราชภัฏจันทรเกษม.

มาลัย พิมพาเลีย. (2553). *การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์โดยใช้วัฏจักรการเรียนรู้ 5 ขั้น (5Es) เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1*. วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน, บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

โรงเรียนวังจันทร์วิทยา. (2557). *ผลการทดสอบทางการศึกษาระดับชาติขั้นพื้นฐาน (O NET) ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 และชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ปีการศึกษา 2557*. ระยอง: ม.ป.ท.

ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. (2543). *การวัดด้านจิตพิสัย*. กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.

วนัญชนา เชิงดี. (2555). *การพัฒนาทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ โดยใช้วิธีการแบบเปิด สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2.* วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาเทคโนโลยีการวิจัยและพัฒนาหลักสูตร, ครุศาสตร์อุตสาหกรรม, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี.

วนาวัน เมืองมงคล. (2552). *การศึกษาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ที่เน้นทักษะการคิดพื้นฐาน คณิตศาสตร์ เรื่อง ระบบจำนวนเต็ม โดยใช้วิธีการสอนแบบ 5Es สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1.* วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน, บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

วารุณี บุญรอด. (2556). *ผลการจัดการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์โดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้แบบ 5E ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ และความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย สังกัดสำนักงานส่งเสริมการศึกษานอกระบบและการศึกษาตามอัธยาศัย.* วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต, สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน, คณะศึกษาศาสตร์, มหาวิทยาลัยบูรพา.

วีณา ประชากูล และประสาท เนืองเฉลิม. (2553). *รูปแบบการเรียนการสอน.* มหาสารคาม: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.

เวชฤทธิ์ อังกนะภัทรขจร. (2555). *ครบเครื่องเรื่องควรรู้สำหรับครูคณิตศาสตร์: หลักสูตรการสอนและการวิจัย.* กรุงเทพฯ: จรัลสนิทวงศ์สนิทวงศ์การพิมพ์.

เวชฤทธิ์ อังกนะภัทรขจร. (2554). *เอกสารคำสอนวิชา 410541 ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์.* ชลบุรี: ม.ป.ท.

วัชรี กาญจน์กีรติ. (2554). *การจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์.* (ม.ป.ท.).

วรรณี ลิมอักษร. (2551). *จิตวิทยาการศึกษา.* สงขลา: นำศิลป์โฆษณา.

วรรณเพ็ญ อินทร์แก้ว. (2529). *การศึกษาทัศนคติของเจ้าหน้าที่สาธารณสุขระดับตำบลต่อการสาธารณสุขมูลฐาน.* วิทยานิพนธ์ศิลปศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาพัฒนาสังคม, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

วรรณภา ต่อติด. (2556). *การพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาตร์ โดยใช้รูปแบบการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ที่เน้นกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส ระดับชั้นมัธยมศึกษปีที่ 2.* วิทยานิพนธ์ครุศาสตร มหาบัณฑิต, สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน, มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม.

ศศิธร แม้นสวน. (2556). *พฤติกรรมการสอนคณิตศาสตร์ 2* (พิมพ์ครั้งที่ 2). กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยรามคำแหง.

ศศิธร เวียงวะลัย. (2556). *การจัดการเรียนรู้ (Learning management).* กรุงเทพฯ: โอเดียนสโตร์

ศิริกาญน์ โกสุมภ์ และดารณี คำวัจนัง. (2549). *สอนเด็กให้คิดเป็น*. กรุงเทพฯ: เกรทเอ็ดดูเคชั่น.

ศิริชัย กาญจนวาสี. (2556). *ทฤษฎีการทดสอบแบบดั้งเดิม CLASSICAL TEST THEORY* (พิมพ์ครั้งที่ 7 ฉบับปรับปรุงเพิ่มเติม). กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ. (2558). *ผลการทดสอบทางการศึกษาระดับชาติขั้นพื้นฐาน (O-NET) ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 และนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในปีการศึกษา 2555-2557*. เข้าถึงได้จาก http: // www.onetresult.niets.or.th

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กระทรวงศึกษาธิการ. (2546). *การจัดสาระการเรียนรู้ กลุ่มวิทยาศาสตร์หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน*. กรุงเทพฯ: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กระทรวงศึกษาธิการ. (2548). *คู่มือจัดการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์*. กรุงเทพฯ: องค์การรับส่งสินค้าและพัสดุภัณฑ์.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2550). *ทักษะ/ กระบวนการทางคณิตศาสตร์* กรุงเทพฯ: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กระทรวงศึกษาธิการ. (2554). *ครูคณิตศาสตร์มืออาชีพเส้นทางสู่ความสำเร็จ*. กรุงเทพฯ: สกสค. ลาดพร้าว.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กระทรวงศึกษาธิการ. (2554). *ปัญหาท้าทาย*. กรุงเทพฯ: ซีเอ็ดยูเคชั่น.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กระทรวงศึกษาธิการ. (2554). *คู่มือการจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กระทรวงศึกษาธิการ. (2555). *การวัดและประเมินผลคณิตศาสตร์*. กรุงเทพฯ: ซีเอ็ดยูเคชั่น.

สันติ บุญภิรมย์. (2557). *การบริหารจัดการในห้องเรียน Classroom management.* กรุงเทพฯ: ทริ๊ปเพิ้ล เอ็ดดูเคชั่น.

สุกันยา ภาโสม. (2556). *การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โดยใช้รูปแบบการผสมผสานระหว่าง 5E กับ STAD เรื่อง จำนวนจริง ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4*. วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน, มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร.

สุคนธ์ สินธพานนท์, วรรัตน์ วรรณเลิศลักษณ์ และพรรณี สินธพานนท์. *การพัฒนาทักษะการคิดพิชิตการสอน* (พิมพ์ครั้งที่ 3 ฉบับแก้ไขเพิ่มเติม). กรุงเทพฯ: เลี่ยงเชียง.

สุธิดา สุขสิงห์. (2550). *การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติต่อคณิตศาสตร์ เรื่อง เรื่อง โจทย์ปัญหาการบวก ลบ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการสอนโดยวิธีการแก้ปัญหาของโพลยากับวิธีการสอนแบบแก้ปัญหาที่เน้นประสบการณ์ทางภาษา*. วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน,บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี.

สุภาวดี ศรีธรรมศาสตร์. (2551). *ผลการจัดกิจกรรมการเรียนแบบ 5E ที่เน้นพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3*. วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน, บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

สุรเดช ม่วงนิกร. (2551). *การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ตามแนวคิดทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ เรื่อง สถิติ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้รูปแบบการสอนผสมผสานระหว่างแบบ 5E กับ STAD*. วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน, บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

สุรางค์ โค้วตระกูล. (2553). *จิตวิทยาการศึกษา*. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณมหาวิทยาลัย.

สุวิทย์ มูลคำ และอรทัย มูลคำ. (2545). *21 วิธีการจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนากระบวนการ*. กรุงเทพฯ: ภาพพิมพ์.

สมนึก ภัททิยธณี. (2549). *การวัดผลการศึกษา* (พิมพ์ครั้งที่ 5). กาฬสินธุ์: ประสานการพิมพ์.

สมบัติ การจนารักพงศ์ มานิก สว่างเพียรและบุญเจือ ดิษฐ์ไชยวงศ์. (2549). *เทคนิคการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 5E ที่เน้นพัฒนาทักษะการคิดขั้นสูง: กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์*. กรุงเทพฯ: ธารอักษร.

ไสว ฟักขาว. (2544). *หลักการสอนสำหรับการเป็นครูมืออาชีพ*. กรุงเทพฯ: เอมพันธ์.

สำคัญ บุญเกิด. (2557). *การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความคงทนในการเรียนรู้หน่วยการเรียนรู้ เสียง และเจตคติวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ แบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้*. วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน, บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา.

สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 18. (2557). *วิเคราะห์เปรียบเทียบผลคะแนนเฉลี่ย O-NET ปีการศึกษา 2554-2555-2556-2557*. กรุงเทพฯ: จามจุรี โปรดักส์.

สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา และสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กระทรวงศึกษาธิการ. (2551). *ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551*. กรุงเทพฯ: ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.

สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา และสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กระทรวงศึกษาธิการ. (2552). *เอกสารประกอบหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 แนวปฏิบัติการวัดและประเมินผลการเรียนรู้*. กรุงเทพฯ: ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.

อัจฉรา สุขารมย์ และอรพินทร์ ชูชม. (2530). *การศึกษาเปรียบเทียบนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำ กว่าระดับความสามารถกับนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนปกติ*. กรุงเทพฯ. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร.

อาภรณ์ ใจเที่ยง. (2550). *หลักการสอน*. กรุงเทพฯ: โอเดียนสโตร์.

อรพินท์ สุวรรณลพ. (2546). *การสร้างชุดฝึกเสริมทักษะทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การแก้โจทย์ปัญหาบทประยุกต์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่* 6. วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน, บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย.

อุษณี อนุรุทธ์วงศ์. (ม.ม.ป.). *การพัฒนาทักษะความคิดระดับสูง (Developing higher level of thinking skills)*. นครปฐม: ไอ.คิว.บุ๊คเซ็นเตอร์.

Carin, A. (1993). *Teaching modern science* (6th ed.). New York: Merrill, an imprint of Macmillian Publishishing Company.

Eblahim, A. (2004). *The effects of traditional learning and a learning cycle inquiry learning strategy on students science achievement and attitudes toward elementary science.* Retrived form http://proguest.umi.com/ pqdweb.

Good, C. (1973). *Dictionary of education*. New York: McGraw-Hill Book.

Wilder, M. & Shuttleworth, P. (2005). Cell Inquiry: A 5Es Learning cycle lesson. science activities. *Washington: Winter, 41*(4), 37. Retrieved from http://proguest.umi.com/ pqdweb.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

1. รายนามผู้เชี่ยวชาญ
2. ขอความอนุเคราะห์ในการตรวจสอบความเที่ยงตรงของเครื่องมือเพื่อการวิจัย
3. ขอความอนุเคราะห์ในการเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อหาคุณภาพของเครื่องมือการวิจัย
4. ขอความอนุเคราะห์ในการเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อการวิจัย

รายนามผู้เชี่ยวชาญ

1. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ นาวาตรี ดร.พงศ์เทพ จิระโร	อาจารย์ภาควิชาวิจัยและจิตวิทยาประยุกต์ สาขาการวัดและประเมินผลการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา
2. ดร.พาวา พงษ์พันธุ์	อาจารย์โรงเรียนสาธิต “พิบูลบำเพ็ญ” มหาวิทยาลัยบูรพา ด้านหลักสูตรและการสอนคณิตศาสตร์
3. นายราชัย นาเจริญ	อาจารย์โรงเรียนสาธิต “พิบูลบำเพ็ญ” มหาวิทยาลัยบูรพา ด้านหลักสูตรและการสอนคณิตศาสตร์
4. นางพิชญามณฑน์ วัฒนธัชพงศ์	ครูชำนาญการพิเศษ ครูผู้สอนรายวิชาคณิตศาสตร์ โรงเรียนวังจันทร์วิทยา
5. นางสมจิตต์ มาฆะสิทธิ์	ครูชำนาญการพิเศษ ครูผู้สอนรายวิชาคณิตศาสตร์ โรงเรียนวังจันทร์วิทยา

(สำเนา)

บันทึกข้อความ

ส่วนงาน คณะศึกษาศาสตร์ ภาควิชาการจัดการเรียนรู้ โทร ๒๐๒๙, ๒๐๖๙
ที่ ศธ ๖๒๑๘.๔/ ว.๑๒๑๖ วันที่ ๑๑ พฤศจิกายน พ.ศ. ๒๕๕๙
เรื่อง ขอความอนุเคราะห์ในการตรวจสอบความเที่ยงตรงของเครื่องมือเพื่อการวิจัย

เรียน

ด้วยนางสาวศศิธร โมลา นิสิตระดับบัณฑิตศึกษา หลักสูตรการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนหลักสูตรและการสอน มหาวิทยาลัยบูรพา ได้รับอนุมัติให้ทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เรียนโดยรูปแบบสืบเสาะหาความรู้ 5Es ร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหาของโพลยา” โดยอยู่ในความควบคุมดูแลของ ดร.คมสัน ตรีไพบูลย์ ประธานกรรมการ ขณะนี้อยู่ในขั้นตอนสร้างเครื่องมือเพื่อการวิจัย ในการนี้คณะศึกษาศาสตร์ได้พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญ ในเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอความอนุเคราะห์จากท่านในการตรวจสอบความเที่ยงตรงของเครื่องมือเพื่อการวิจัยของนิสิตในครั้งนี้

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา หวังเป็นอย่างยิ่งว่าคงจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดี และขอขอบคุณอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ
(ลงชื่อ) เชษฐ์ ศิริสวัสดิ์
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. เชษฐ์ ศิริสวัสดิ์)
รองคณบดีฝ่ายบัณฑิตศึกษา ปฏิบัติการแทน
คณบดีคณะศึกษาศาสตร์ ปฏิบัติการแทน
ผู้รักษาการแทนอธิการบดีมหาวิทยาลัยบูรพา

(สำเนา)

ที่ ศธ. ๖๒๑๘/ ๗ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา
๑๖๙ ถ. ลงหาดบางแสน ต. แสนสุข
อ. เมือง จ. ชลบุรี ๒๐๑๓๑

๕ มกราคม ๒๕๖๐

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์ในการเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อหาคุณภาพของเครื่องมือการวิจัย

เรียน ผู้อำนวยการโรงเรียนวังจันทร์วิทยา

สิ่งที่ส่งมาด้วย เครื่องมือเพื่อการวิจัย จำนวน ๑ ชุด

ด้วยนางสาวศศิธร โมลา นิสิตระดับบัณฑิตศึกษา หลักสูตรการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนหลักสูตรและการสอน มหาวิทยาลัยบูรพา ได้รับอนุมัติให้ทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เรียนโดยรูปแบบสืบเสาะหาความรู้ 5Es ร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหาของโพลยาโดยอยู่ในความควบคุมดูแลของ ดร. คมสัน ตรีไพรบูลย์ ประธานกรรมการ มีความประสงค์ ขออำนวยความสะดวกในการเก็บรวบรวมข้อมูลจากนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๒ จำนวน ๓๐ คน โดยผู้วิจัยขออนุญาตเก็บรวบรวมข้อมูลด้วยตนเอง ระหว่างวันที่ ๙ มกราคม พ.ศ. ๒๕๖๐ – ๒๐ มกราคม ๒๕๖๐ อนึ่งโครงการวิจัยนี้ได้ผ่านขั้นตอนการพิจารณาทางจริยธรรมการวิจัยของมหาวิทยาลัยเรียบร้อยแล้ว

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา หวังเป็นอย่างยิ่งว่าคงจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดี และขอขอบคุณอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(ลงชื่อ) เชษฐ์ ศิริสวัสดิ์

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. เชษฐ์ ศิริสวัสดิ์)
รองคณบดีฝ่ายบัณฑิตศึกษา ปฏิบัติการแทน
คณบดีคณะศึกษาศาสตร์ ปฏิบัติการแทน
ผู้รักษาการแทนอธิการบดีมหาวิทยาลัยบูรพา

ภาควิชาการจัดการเรียนรู้
โทรศัพท์ ๐-๓๘๓๙-๓๔๘๖, ๐-๓๘๑๐-๒๐๖๙
โทรสาร ๐-๓๘๓๙-๓๕๘๕

(สำเนา)

ที่ ศธ. ๖๒๑๘/ ๘ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา
๑๖๙ ถ. ลงหาดบางแสน ต. แสนสุข
อ. เมือง จ. ชลบุรี ๒๐๑๓๑

๕ มกราคม ๒๕๖๐

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์ในการเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อการวิจัย

เรียน ผู้อำนวยการโรงเรียนวังจันทร์วิทยา

สิ่งที่ส่งมาด้วย เครื่องมือเพื่อการวิจัย จำนวน ๑ ชุด

ด้วยนางสาวศศิธร โมลา นิสิตระดับบัณฑิตศึกษา หลักสูตรการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนหลักสูตรและการสอน มหาวิทยาลัยบูรพา ได้รับอนุมัติให้ทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เรียนโดยรูปแบบสืบเสาะหาความรู้ 5Es ร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหาของโพลยา” โดยอยู่ในความควบคุมดูแลของ ดร. คมสัน ตรีไพรบูลย์ ประธานกรรมการ มีความประสงค์ขออำนวยความสะดวกในการเก็บรวบรวมข้อมูลจากนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๑ ภาคเรียนที่ ๒ จำนวน ๑ ห้องเรียน โดยผู้วิจัยขออนุญาตเก็บรวบรวมข้อมูลด้วยตนเอง ระหว่างวันที่ ๒๓ มกราคม พ.ศ. ๒๕๖๐ ถึงวันที่ ๑๗ กุมภาพันธ์ พ.ศ. ๒๕๖๐ อนึ่ง โครงการวิจัยนี้ได้ผ่านขั้นตอนการพิจารณาทางจริยธรรมการวิจัยของมหาวิทยาลัยเรียบร้อยแล้ว

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา หวังเป็นอย่างยิ่งว่าคงจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดี และขอขอบคุณอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(ลงชื่อ) เชษฐ์ ศิริสวัสดิ์

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. เชษฐ์ ศิริสวัสดิ์)
รองคณบดีฝ่ายบัณฑิตศึกษา ปฏิบัติการแทน
คณบดีคณะศึกษาศาสตร์ ปฏิบัติการแทน
ผู้รักษาการแทนอธิการบดีมหาวิทยาลัยบูรพา

ภาควิชาการจัดการเรียนรู้
โทรศัพท์ ๐-๓๘๓๙-๓๔๘๖, ๐-๓๘๑๐-๒๐๖๙
โทรสาร ๐-๓๘๓๙-๓๕๘๕

ภาคผนวก ข

1. ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบสืบเสาะหาความรู้ 5Es ร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหาของโพลยา
2. แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
3. แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
4. แบบวัดเจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์

แผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5Es
ร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหาของโพลยา หน่วยการเรียนรู้ เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง แบบรูปและความสัมพันธ์ เวลา 1 ชั่วโมง

##########

1. มาตรฐานการเรียนรู้

ค 4.1 เข้าใจและวิเคราะห์แบบรูป (pattern) ความสัมพันธ์ และฟังก์ชัน

2. ตัวชี้วัด

ม.1/ 1 วิเคราะห์และอธิบายความสัมพันธ์ของแบบรูปที่กำหนดให้

3. จุดประสงค์การเรียนรู้

3.1 ด้านความรู้: นักเรียนสามารถ

3.1.1 เขียนความสัมพันธ์จากแบบรูปที่กำหนดให้โดยใช้ตัวแปรได้

3.2 ด้านทักษะ/ กระบวนการทางคณิตศาสตร์: นักเรียนสามารถ

3.2.1 ให้เหตุผลประกอบการตัดสินใจ และสรุปผลได้อย่างเหมาะสม

3.2.2 ใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ในการสื่อสารการสื่อความหมาย และการนำเสนอได้อย่างถูกต้อง และชัดเจน

3.3 ด้านคุณลักษณะ: นักเรียนสามารถ

3.3.1 มีวินัย

3.3.2 ใฝ่เรียนรู้

3.3.3 มุ่งมั่นในการทำงาน

4. สาระสำคัญ

แบบรูปเป็นการแสดงความสัมพันธ์ของสิ่งต่าง ๆ ที่มีลักษณะสำคัญบางอย่างร่วมกันอย่างมีเงื่อนไข ซึ่งสามารถอธิบายความสัมพันธ์เหล่านั้นได้โดยใช้การสังเกต การวิเคราะห์ หาเหตุผลสนับสนุนจนได้บทสรุปอันเป็นที่ยอมรับได้ ซึ่งแบบรูป (Patterns) นับเป็นหนึ่งในกลยุทธ์สำคัญที่เป็นพื้นฐานในการช่วยคิดแก้ปัญหาต่าง ๆ ในชีวิตประจำวัน โดยที่เราได้เคยพบเห็นและได้ผ่านการใช้กระบวนการคิดวิเคราะห์ด้วยเหตุผล แบบรูปอาจปรากฏให้เห็นในลักษณะต่าง ๆ กัน เช่น รูปภาพ จุด เส้น ประโยค ตัวเลข สัญลักษณ์ต่าง ๆ เป็นต้น เมื่อวิเคราะห์แบบรูปของจำนวนที่กำหนดให้ สามารถนำมาเขียนความสัมพันธ์จากแบบรูปที่กำหนดให้ โดยการใช้ตัวแปร

5. สาระการเรียนรู้

ความสัมพันธ์ของแบบรูป

6. สมรรถนะของผู้เรียน

6.1 มีความสามารถในการคิด

- ทักษะการคิดวิเคราะห์

6.2 มีความสามารถในการแก้ปัญหา

6.3 ความสามารถในการใช้ทักษะชีวิต

- กระบวนการปฏิบัติ
- กระบวนการทำงานกลุ่ม

7. คุณลักษณะอันพึงประสงค์

7.1 มีวินัย

7.2 ใฝ่เรียนรู้

7.3 มุ่งมั่นในการทำงาน

8. ชิ้นงาน/ภาระงาน

ใบงานที่ 5.2

9. กิจกรรมการเรียนรู้

1) สร้างความสนใจ

ครูยกความสัมพันธ์ระหว่างลำดับที่กับจำนวนซึ่งกำหนดให้ ให้นักเรียนพิจารณาบนกระดาน และใช้คำถามกระตุ้น ดังนี้

ลำดับที่	1	2	3	4	5	6	…..	
จำนวน	4	5	6	7	8	9	……	

(1) จากตารางจะพบว่า จำนวนที่อยู่ในแถวของลำดับที่ เป็นจำนวนนับ 1, 2, 3, 4,… ส่วนจำนวนที่อยู่ในแถวของจำนวน เป็นผลบวกของจำนวนนับหรือไม่ *(ใช่)*

(2) จำนวนในแต่ละลำดับค่าของจำนวนเพิ่มหรือลด *(เพิ่ม)* และเพิ่มเท่า ๆ กันหรือไม่ *(เท่า)* เพิ่มเท่ากับ ..... (*3*)

(3) เราสามารถเขียนสัญลักษณ์แทนลำดับนั้นได้หรือไม่ อย่างไร *(ได้)* *(เช่น n ดังนั้น ความสัมพันธ์ที่กล่าวมาจะเขียนเป็น n +3)*

(4) สัญลักษณ์ที่นักเรียนกำหนดในทางคณิตศาสตร์ เราเรียกว่าอะไร *(ตัวแปร)*

2) สำรวจและค้นคว้า

ให้นักเรียนศึกษาใบความรู้ ที่ 5.2 เรื่อง แบบรูปและความสัมพันธ์

ทำความเข้าใจปัญหา

หลังจากที่นักเรียนได้ศึกษาใบความรู้ ที่ 5.2 เรื่อง แบบรูปและความสัมพันธ์ แล้วให้นักเรียนพิจารณา กิจกรรม ที่ 5.2 เรื่อง ไม้ขีดฟัน แล้วให้นักเรียนลองตอบคำถามต่อไปนี้

- สิ่งที่โจทย์ต้องการคือสิ่งใด

- โจทย์กำหนดสิ่งใดมาให้บ้าง

วางแผนการแก้ปัญหา

➢ ครูใช้คำถามในการกระตุ้น

(1) นักเรียนจะแก้ปัญหาอย่างไรได้บ้าง

(2) วิธีที่นำมาใช้ดำเนินการอย่างไร

➢ นักเรียนภายในกลุ่มช่วยกันหาคำตอบ และอภิปรายคำตอบ

ดำเนินการแก้ปัญหา

➢ นักเรียนภายในกลุ่มช่วยกันทำกิจกรรม เรื่อง ไม้ขีดไฟ รวมถึงการพิจารณาความสมเหตุสมผลของการแก้ปัญหา

3) การอธิบาย

ตรวจคำตอบ

➢ นักเรียนตรวจสอบคำตอบภายในกลุ่ม คำตอบที่ได้ตรงกับข้อมูลที่ให้หรือไม่ โดยครูให้คำชี้แนะ และกระตุ้นด้วยคำถาม ดังนี้

(1) นักเรียนวิธีหาคำตอบใดบ้าง

(2) วิธีที่นำมาใช้ตรวจสอบอย่างไร

➢ นักเรียนส่งตัวแทนออกมานำเสนอคำตอบ และวิธีการได้มาซึ่งคำตอบ หน้าชั้นเรียน

➢ ครูและนักเรียนช่วยสรุป กิจกรรมที่ 5.2 เรื่อง ไม้ขีดไฟ

4) การขยายความรู้

➢ ครูให้นักเรียน ทุกคนภายในกลุ่มร่วมกันทำแบบฝึกหัด 1 ข้อ (2,3) หนังสือคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ภาคเรียนที่ 2

➢ นักเรียนช่วยกันเฉลยคำตอบเมื่อทำเสร็จ หากนักเรียนคนไหนไม่เข้าใจให้ครูหรือเพื่อนนักเรียนที่เข้าใจ ช่วยอธิบายให้ฟัง แนวทางการสรุป ดังนี้ วิเคราะห์แบบรูปของจำนวนที่กำหนดให้ สามารถนำมาเขียนความสัมพันธ์จากแบบรูปที่กำหนดให้ โดยการใช้ตัวแปร

5) การประเมิน

➢ ให้นักเรียนทุกคนทำใบงานที่ 5.2 เรื่อง แบบรูปและความสัมพันธ์ ครูตรวจใบงานที่ 5.2 เรื่อง แบบรูปและความสัมพันธ์ แล้วทำการประเมินผลการเรียนรู้นักเรียน เพื่อแจ้ง

คะแนนสอบในชั่วโมงถัดไป จดบันทึกเนื้อหาที่ต้องซ่อมเสริม กรณีที่นักเรียนไม่ผ่านเกณฑ์

10. การวัดและประเมินผล

วิธีการ	เครื่องมือ	เกณฑ์
ตรวจใบงานที่ 5.2	ใบงานที่ 5.2	ร้อยละ 70 ผ่านเกณฑ์
สังเกตพฤติกรรมด้านคุณลักษณะ	แบบสังเกตพฤติกรรมด้านคุณลักษณะ	ระดับคุณภาพ ดี ผ่านเกณฑ์
สังเกตพฤติกรรมด้านทักษะ/กระบวนการ	แบบพฤติกรรมด้านทักษะ/กระบวนการ	ระดับคุณภาพ ดี ผ่านเกณฑ์

11. สื่อ/ แหล่งการเรียนรู้

11.1 สื่อการเรียนรู้

1. หนังสือเรียน คณิตศาสตร์ ม.1 เล่ม 2
2. ใบความรู้ที่ 5.2 เรื่อง แบบรูปและความสัมพันธ์
3. กิจกรรมที่ 5.2 เรื่อง ไม้ขีดไฟ
4. ใบงานที่ 5.2 เรื่อง แบบรูปและความสัมพันธ์

11.2 แหล่งการเรียนรู้

1. ห้องสมุด
2. อินเทอร์เน็ต

12. กิจกรรมเสนอแนะ

……

……

ใบความรู้ เรื่อง แบบรูปและความสัมพันธ์

แบบรูป (Pattern) เป็นการแสดงความสัมพันธ์ของสิ่งต่าง ๆ ที่มีลักษณะสำคัญบางอย่างร่วมกันอย่างมีเงื่อนไข ซึ่งสามารถอธิบายความสัมพันธ์เหล่านั้นได้โดยใช้การสังเกต การวิเคราะห์หาเหตุผลสนับสนุนจนได้บทสรุปอันเป็นที่ยอมรับได้ ซึ่งแบบรูป (Patterns) นับเป็นหนึ่งในกลยุทธ์สำคัญที่เป็นพื้นฐานในการช่วยคิดแก้ปัญหาต่าง ๆ ในชีวิตประจำวัน โดยที่เราได้เคยพบเห็นและได้ผ่านการใช้กระบวนการคิดวิเคราะห์ด้วยเหตุผล แบบรูปอาจปรากฏให้เห็นในลักษณะต่าง ๆ กัน เช่น รูปภาพ จุด เส้น ประโยค ตัวเลข สัญลักษณ์ต่าง ๆ เป็นต้น

ตัวอย่างที่ 1 จงพิจารณา 4, 6, 8, 10, … จงหา

1. จำนวนอีกสามจำนวน
2. จำนวนในลำดับที่ 10 เท่ากับเท่าใด
3. จำนวนในลำดับที่ n เท่ากับเท่าใด

ขั้นที่ 1 ทำความเข้าใจปัญหา

โจทย์กำหนดสิ่งใดมาให้

กำหนดแบบรูปมา 4 จำนวน ได้แก่ 4, 6, 8, 10, …

- *โจทย์ต้องการทราบสิ่งใด*
- *จำนวนอีกสามจำนวน*
- *จำนวนในลำดับที่ 10 เท่ากับเท่าใด*
- จำนวนในลำดับที่ n เท่ากับเท่าใด

ขั้นที่ 2 วางแผนการแก้ปัญหา

- *พิจาณาความสัมพันธ์สามารถนำมาเขียนในรูปตารางได้*
- *ลองแทนค่าหาคำตอบ ตามเงื่อนไข*
- *ตรวจสอบจำนวนตามลำดับที่กำหนด*

ขั้นที่ 3 ดำเนินการแก้ปัญหา

วิธีทำ *จากความสัมพันธ์สามารถนำมาเขียนในรูปตารางได้ดังนี้*

ลำดับที่	1	2	3	4	5	…
จำนวน	4	6	8	10	12	…
เพิ่มขึ้นครั้งละ	2+(2x1)	2+(2x2)	2+(2x3)	2+(2x4)	2+(2x5)	…

จะเห็นว่าจำนวนต่อไปจะเพิ่มขึ้นจากจำนวนก่อนหน้านั้นที่ละสองเสมอ ดังนั้น จำนวนในลำดับที่ 5 จะเพิ่มขึ้นจากจำนวนในลำดับที่ 4 เท่ากับ 2+[2+2+2+2+2] จำนวนในลำดับที่ 5 คือ 2+(2x5) = 12

จำนวนในลำดับที่ 6 จะเพิ่มขึ้นจากจำนวนในลำดับที่ 5 เท่ากับ 2+[2+2+2+2+2+2]

จำนวนในลำดับที่ 6 คือ 2+(2x6) = 14

จำนวนในลำดับที่ 7 จะเพิ่มขึ้นจากจำนวนในลำดับที่ 6 เท่ากับ 2+[2+2+2+2+2+2+2]

จำนวนในลำดับที่ 7 คือ 2+(2x7) = 16

ตอบ เงื่อนไขของแบบรูปเป็นลำดับได้ดังนี้ 4 ,6, 8, 10, 12, 14, 16, …

➢ *หาจำนวนในลำดับที่ 10 เท่ากับเท่าใด*

จำนวนในลำดับที่ 8 จะเพิ่มขึ้นจากจำนวนในลำดับที่ 7 เท่ากับ 2+[2+2+2+2+2+2+2+2]

จำนวนในลำดับที่ 8 คือ 2+(2x8) = 18

จำนวนในลำดับที่ 9 จะเพิ่มขึ้นจากจำนวนในลำดับที่ 8

เท่ากับ 2+[2+2+2+2+2+2+2+2+2]

จำนวนในลำดับที่ 9 คือ 2+(2x9) = 20

จำนวนในลำดับที่ 10 จะเพิ่มขึ้นจากจำนวนในลำดับที่ 9

เท่ากับ 2+[2+2+2+2+2+2+2+2+2]

จำนวนในลำดับที่ 10 คือ 2+(2x10) = 22 ตอบ

➢ *จำนวนในลำดับที่ n เท่ากับเท่าใด*

เมื่อพิจารณาความสัมพันธ์ข้างต้นสามารถเขียนแบบรูปลำดับที่ n ดังนี้

(2×n)+2 ตอบ

ขั้นที่ 4 ตรวจสอบการแก้ปัญหา

พิจารณาแบบรูปลำดับที่ n คือ (2×n)+2

ถ้า n = 2 จำนวนในลำดับที่ 2 จะเท่ากับ (2×2)+2 = 6 ซึ่งตรงกับแบบรูปที่กำหนดให้

ถ้า n = 3 จำนวนในลำดับที่ 3 จะเท่ากับ (2×3)+2 = 8 ซึ่งตรงกับแบบรูปที่กำหนดให้

ตัวอย่างที่ 2 จงเขียนความสัมพันธ์ที่ทำให้เกิดแบบรูปดังตาราง แล้วหาจำนวนในลำดับที่ 100

ลำดับ	1	2	3	5	…	n
จำนวน	5	6	7	8	…	?

ขั้นที่ 1 ทำความเข้าใจปัญหา

- โจทย์กำหนดสิ่งใดมาให้

ลำดับ	1	2	3	5	…	n
จำนวน	5	6	7	8	…	?

- โจทย์ต้องการทราบสิ่งใด

- หาจำนวนในลำดับที่ 100

ขั้นที่ 2 วางแผนการแก้ปัญหา

- พิจาณาความสัมพันธ์

- ลองแทนค่าหาคำตอบ ตามเงื่อนไข

- ตรวจสอบจำนวนตามลำดับที่กำหนด

ขั้นที่ 3 ดำเนินการแก้ปัญหา

➢ <u>วิธีทำ</u> *จากความสัมพันธ์สามารถนำมาเขียนในรูปตารางได้ดังนี้*

ลำดับ	1	2	3	4	…	n
จำนวน	5	6	7	8	…	?

จะเห็นว่าจำนวนต่อไปจะเพิ่มขึ้นจากจำนวนก่อนหน้านั้นที่ละหนึ่งเสมอ

ดังนั้น จำนวนในลำดับที่ 1 คือ 1+4 = 5

จำนวนในลำดับที่ 2 คือ 2+4 = 6

จำนวนในลำดับที่ 3 คือ 3+4 = 7

จำนวนในลำดับที่ 4 คือ 4+4 = 8

ดังนั้น ความสัมพันธ์ของแบบรูปในตาราง คือ .....n+.....4.....

เพราะฉะนั้น หาจำนวนในลำดับที่ 100 คือ 100+…4… ตอบ

ขั้นที่ 4 ตรวจสอบการแก้ปัญหา

พิจารณาแบบรูปลำดับที่ n คือ n+ …4……

ถ้า n = 2 จำนวนในลำดับที่ 2 จะเท่ากับ 2+ …4… = ……6…..ซึ่งตรงกับแบบรูปที่กำหนดให้

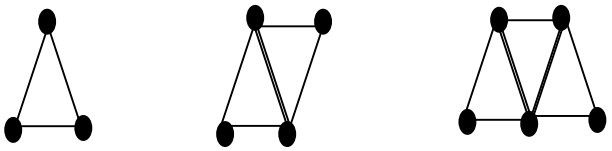
ถ้า n = 3 จำนวนในลำดับที่ 3 จะเท่ากับ 3+ …4… = ……7…..ซึ่งตรงกับแบบรูปที่กำหนดให้

ถ้า n = 4 จำนวนในลำดับที่ 4 จะเท่ากับ 4+ …4… = ……8…..ซึ่งตรงกับแบบรูปที่กำหนดให้

ถ้า n = 100 จำนวนในลำดับที่ 100 จะเท่ากับ 100+ 4 = 104 ซึ่งตรงกับแบบรูปที่กำหนดให้

วิเคราะห์แบบรูปของจำนวนที่กำหนดให้ สามารถนำมาเขียนความสัมพันธ์จากแบบรูปที่กำหนดให้โดยการใช้ตัวแปร

กิจกรรมที่ 5.2 เรื่อง “ไม้ขีดไฟ”



รูปข้างบนเกิดจากการนำก้านไม้ขีดไฟมาเรียงต่อกัน ให้เป็นรูปสามเหลี่ยมที่มีด้าน 1 ด้านร่วมกัน

1. ถ้าวางเรียงไม้ขีดเพิ่มให้มีรูปสามเหลี่ยมทั้งหมด 6 รูป, 7 รูป, 8 รูป, 9 รูป และ 10 รูป จะต้องใช้ไม้ขีดทั้งหมดกี่ก้าน

2. ถ้าวางเรียงไม้ขีดเพิ่มให้มีรูปสามเหลี่ยมทั้งหมด 100 รูป จะต้องใช้ไม้ขีดทั้งหมดกี่ก้าน

ขั้นที่ 1 ทำความเข้าใจปัญหา

- โจทย์กำหนดสิ่งใดมาให้

.....

- โจทย์ต้องการทราบสิ่งใด

.....

ขั้นที่ 2 วางแผนการแก้ปัญหา

.....

.....

.....

ขั้นที่ 3 ดำเนินการแก้ปัญหา

.....

.....

.....

ขั้นที่ 4 ตรวจสอบการแก้ปัญหา

.....

.....

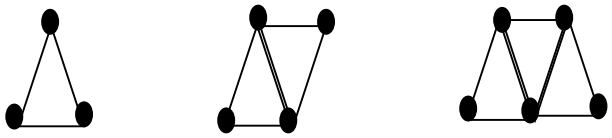
.....

ตัวอย่างเฉลยกิจกรรมที่ 5.2 เรื่อง “ไม้ขีดไฟ”

ขั้นที่ 1 ทำความเข้าใจปัญหา

- โจทย์กำหนดสิ่งใดมาให้

แบบรูปตามที่กำหนด



- โจทย์ต้องการทราบสิ่งใด

1. ถ้าวางเรียงไม้ขีดเพิ่มให้มีรูปสามเหลี่ยมทั้งหมด 6 รูป, 7 รูป, 8 รูป, 9 รูป และ 10 รูป จะต้องใช้ไม้ขีดทั้งหมดกี่ก้าน

2. ถ้าวางเรียงไม้ขีดเพิ่มให้มีรูปสามเหลี่ยมทั้งหมด 100 รูป จะต้องใช้ไม้ขีดทั้งหมดกี่ก้าน

ขั้นที่ 2 วางแผนการแก้ปัญหา

มีแนวทางการตอบ ดังนี้

- พิจาณาความสัมพันธ์สามารถนำมาเขียนในรูปตารางได้

- ลองแทนค่าหาคำตอบ ตามเงื่อนไข

- ตรวจสอบจำนวนตามลำดับที่กำหนด

ขั้นที่ 3 ดำเนินการแก้ปัญหา

จากความสัมพันธ์สามารถนำมาเขียนในรูปตารางได้ดังนี้

จำนวนรูปสามเหลี่ยม (รูป)	*1*	*2*	*3*	...	*n*
จำนวนก้านไม้ขีดไฟ (ก้าน)	*3* *1+2* *1+2(1)*	*5* *1+4* *1+2(2)*	*7* *1+6* *1+2(3)*	... ...	*1+2(n)*

ดังนั้น ถ้าเราเขียนเป็นความสัมพันธ์โดยใช้ตัวแปร จะได้ความสัมพันธ์เป็น 1+2n

เมื่อ n เป็นตัวแปรที่ใช้แทนจำนวนรูปสามเหลี่ยม

1. ถ้าวางเรียงไม้ขีดเพิ่มให้มีรูปสามเหลี่ยมทั้งหมด 6 รูป

จะต้องใช้ไม้ขีดทั้งหมด 1+2(6) = 13 ก้าน

ถ้าวางเรียงไม้ขีดเพิ่มให้มีรูปสามเหลี่ยมทั้งหมด 7 รูป

จะต้องใช้ไม้ขีดทั้งหมด 1+2(7) = 15 ก้าน

ถ้าวางเรียงไม้ขีดเพิ่มให้มีรูปสามเหลี่ยมทั้งหมด 8 รูป

จะต้องใช้ไม้ขีดทั้งหมด 1+2(8) = 17 ก้าน

ถ้าวางเรียงไม้ขีดเพิ่มให้มีรูปสามเหลี่ยมทั้งหมด 9 รูป

จะต้องใช้ไม้ขีดทั้งหมด 1+2(9) = 19 ก้าน

และถ้าวางเรียงไม้ขีดเพิ่มให้มีรูปสามเหลี่ยมทั้งหมด 10 รูป

จะต้องใช้ไม้ขีดทั้งหมด 1+2(10) = 21 ก้าน

2. ถ้าวางเรียงไม้ขีดเพิ่มให้มีรูปสามเหลี่ยมทั้งหมด 100 รูป

จะต้องใช้ไม้ขีดทั้งหมด 1+2(100) = 201 ก้าน

ขั้นที่ 4 ตรวจสอบการแก้ปัญหา

ตรวจสอบกำหนดค่า n ลงในความสัมพันธ์เป็น 1+2n จะได้

ถ้า n = 1 จะได้ 1+2(1) = 3 ตามตารางที่กำหนด

ถ้า n = 2 จะได้ 1+2(2) = 5 ตามตารางที่กำหนด

ถ้า n = 3 จะได้ 1+2(3) = 7 ตามตารางที่กำหนด

ใบงานที่ 5.2 เรื่อง แบบรูปและความสัมพันธ์

1. ให้นักเรียนพิจารณาความสัมพันธ์ที่แสดงในตาราง แล้วตอบคำถามต่อไปนี้

ลำดับที่	1	2	3	4	5	6	…..	n
จำนวน	5	10	15	20	25	30	…..	

(1) ถ้าลำดับที่ 20 จะได้จำนวนเท่าใด

……

(2) ถ้าจำนวน 100 จะได้ลำดับที่เท่าใด

……

(3) ถ้าลำดับที่ n จะได้จำนวนเท่าใด

……

(4) จากความสัมพันธ์ที่กำหนดให้ ถ้าผลบวกของลำดับที่และจำนวนเท่ากับ 360 จงหาลำดับที่และจำนวนนั้น

……

(5) จงเขียนสมการเพื่อหาคำตอบในข้อ (4)

……

2. เปรมสุดาเดินทางไปท่องเที่ยวที่จังหวัดสกลนคร พบสุนัขจำนวนหนึ่งในหมู่บ้านแห่งหนึ่งมีสุนัขตัวเมียมากกว่าสุนัขตัวผู้ 3 ตัว จงพิจารณาความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนสุนัขตัวผู้ และสุนัขตัวเมีย สุนัขทั้งหมด และจำนวนขาสุนัขทั้งหมด แล้วตอบคำถามต่อไปนี้

สุนัขตัวผู้ (ตัว)	1	2	3	4	…..	n
สุนัขตัวเมีย (ตัว)	4	5	6	7	…..	
สุนัขทั้งหมด	5	7	9	11	…..	
จำนวนขาสุนัขทั้งหมด	20	28	36	44	…..	

(1) ถ้ามีสุนัขตัวผู้ 15 ตัว จะมีสุนัขตัวเมียกี่ตัว

……

(2) ถ้ามีสุนัขตัวผู้ n ตัว จะมีสุนัขตัวเมียกี่ตัว

……

(3) ถ้ามีสุนัขตัวผู้ n ตัว จะมีสุนัขทั้งหมดกี่ตัว

……

(4) จากความสัมพันธ์ที่กำหนดให้ จงเขียนสมการเพื่อหาคำตอบในข้อ (1)

……

(5) ถ้านับขาสุนัขทั้งหมดได้ 60 ขา จะมีสุนัขตัวเมียกี่ตัว

……

(6) จากความสัมพันธ์ที่กำหนดให้ จงเขียนสมการเพื่อหาคำตอบในข้อ (5)

……

ตัวอย่างเฉลยใบงานที่ 5.2 เรื่อง แบบรูปและความสัมพันธ์

1.

(1) 100

(2) 20

(3) 5n

(4) ลำดับที่ 60 และจำนวน 300

(5) 5n+n = 360

2.

(1) 18 ตัว

(2) n+3

(3) n+(n+3) = 2n +3

(4) 2n +3 = 15

(5) 15 ตัว

(6) 4(2n+3) = 60

แบบสังเกตพฤติกรรมด้านคุณลักษณะ

คำชี้แจง 1. สังเกตพฤติกรรมนักเรียนด้านคุณลักษณะ ตามรายการประเมินเกณฑ์การให้คะแนนแล้วบันทึกคะแนน

2. สรุปผลการประเมิน ในช่องแปลผล

ลำดับ	ชื่อ-สกุล	รายการประเมิน			รวม 9 คะแนน	แปลผล
		มีวินัย	ใฝ่เรียนรู้	มุ่งมั่นในการทำงาน		

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

...../...../.....

เกณฑ์การให้คะแนน

รายการประเมิน	คะแนน			
	3	**2**	**1**	**0**
1. มีวินัย 1) ปฏิบัติตามข้อตกลง 2) ตรงต่อเวลา 3) รับผิดชอบต่องานที่ได้รับมอบหมาย	ปฏิบัติหรือแสดงพฤติกรรมอย่างสม่ำเสมอทั้ง 3 ข้อ	ปฏิบัติหรือแสดงพฤติกรรมบ่อยครั้งอาจขาดข้อใดข้อหนึ่ง	ปฏิบัติหรือแสดงพฤติกรรมบางครั้งและไม่ครบทั้ง 3 ข้อ	ไม่ปฏิบัติหรือแสดงพฤติกรรมทั้ง 3 ข้อ
2. ใฝ่เรียนรู้ 1) ตั้งใจเรียน เอาใจใส่ในการเรียนรู้ 2) สนใจเข้าร่วมกิจกรรมการเรียนรู้ต่าง ๆ 3) รู้จักแสวงหาข้อมูล ความรู้ จากแหล่งเรียนรู้ต่าง ๆ และแลกเปลี่ยนความรู้ด้วยวิธีต่าง ๆ	ปฏิบัติหรือแสดงพฤติกรรมอย่างสม่ำเสมอทั้ง 3 ข้อ	ปฏิบัติหรือแสดงพฤติกรรมบ่อยครั้งอาจขาดข้อใดข้อหนึ่ง	ปฏิบัติหรือแสดงพฤติกรรมบางครั้งและไม่ครบทั้ง 3 ข้อ	ไม่ปฏิบัติหรือแสดงพฤติกรรมทั้ง 3 ข้อ
3. มุ่งมั่นในการทำงาน 1) มีความตั้งใจและมุ่งมั่นทำงานให้สำเร็จ 2) มีความอดทน ทุ่มเท ไม่ละทิ้งงาน เมื่อเจอปัญหาหรืออุปสรรค 3) พยายามปรับปรุงและพัฒนาการทำงานด้วยตนเอง	ปฏิบัติหรือแสดงพฤติกรรมอย่างสม่ำเสมอทั้ง 3 ข้อ	ปฏิบัติหรือแสดงพฤติกรรมบ่อยครั้งอาจขาดข้อใดข้อหนึ่ง	ปฏิบัติหรือแสดงพฤติกรรมบางครั้งและไม่ครบทั้ง 3 ข้อ	ไม่ปฏิบัติหรือแสดงพฤติกรรมทั้ง 3 ข้อ

เกณฑ์การตัดสินคุณภาพ

ช่วงคะแนน	ระดับคุณภาพ
8 - 9	ดีมาก
6 - 7	ดี
4 - 5	พอใช้
0 - 3	ปรับปรุง

แบบสังเกตพฤติกรรมด้านการทำงานกลุ่ม

คำชี้แจง 1. สังเกตพฤติกรรมนักเรียนด้านการทำงานกลุ่ม ตามรายการประเมินเกณฑ์การให้คะแนนแล้วบันทึกคะแนน

2. สรุปผลการประเมิน ในช่องแปลผล

ลำดับ	ชื่อ-สกุล	รายการประเมิน					รวม 15 คะแนน	แปลผล
		ประพฤติและปฏิบัติตามข้อตกลงของกลุ่ม	ปฏิบัติตามบทบาทและหน้าที่ที่ได้รับมอบหมาย	ให้ความร่วมมือในการทำงานกลุ่ม	ให้การยกย่องบุคคลอื่นตามความเหมาะสม	รับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น		

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

...../...../.....

เกณฑ์การให้คะแนน

รายการประเมิน	คะแนน			
	3	2	1	0
1) ประพฤติและปฏิบัติตามข้อตกลงของกลุ่ม	ปฏิบัติหรือแสดงพฤติกรรมอย่าง*สม่ำเสมอ*	ปฏิบัติหรือแสดงพฤติกรรม*บ่อยครั้ง*	ปฏิบัติหรือแสดงพฤติกรรม*บางครั้ง*	ไม่ปฏิบัติหรือแสดงพฤติกรรม
2) ปฏิบัติตามบทบาทและหน้าที่ที่ได้รับมอบหมาย	ปฏิบัติหรือแสดงพฤติกรรมอย่าง*สม่ำเสมอ*	ปฏิบัติหรือแสดงพฤติกรรม*บ่อยครั้ง*	ปฏิบัติหรือแสดงพฤติกรรม*บางครั้ง*	ไม่ปฏิบัติหรือแสดงพฤติกรรม
3) ให้ความร่วมมือในการทำงานกลุ่ม	ปฏิบัติหรือแสดงพฤติกรรมอย่าง*สม่ำเสมอ*	ปฏิบัติหรือแสดงพฤติกรรม*บ่อยครั้ง*	ปฏิบัติหรือแสดงพฤติกรรม*บางครั้ง*	ไม่ปฏิบัติหรือแสดงพฤติกรรม
4) ให้การยกย่องบุคคลอื่นตามความเหมาะสม	ปฏิบัติหรือแสดงพฤติกรรมอย่าง*สม่ำเสมอ*	ปฏิบัติหรือแสดงพฤติกรรม*บ่อยครั้ง*	ปฏิบัติหรือแสดงพฤติกรรม*บางครั้ง*	ไม่ปฏิบัติหรือแสดงพฤติกรรม
5) รับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น	ปฏิบัติหรือแสดงพฤติกรรมอย่าง*สม่ำเสมอ*	ปฏิบัติหรือแสดงพฤติกรรม*บ่อยครั้ง*	ปฏิบัติหรือแสดงพฤติกรรม*บางครั้ง*	ไม่ปฏิบัติหรือแสดงพฤติกรรม

เกณฑ์การตัดสินคุณภาพ

ช่วงคะแนน	**ระดับคุณภาพ**
13 - 15	ดีมาก
9 - 12	ดี
5 - 8	พอใช้
0 - 4	ปรับปรุง

แบบสังเกตพฤติกรรมด้านทักษะ/กระบวนการทางคณิตศาสตร์

คำชี้แจง 1. สังเกตพฤติกรรมนักเรียนด้านทักษะ/กระบวนการทางคณิตศาสตร์ ตามรายการประเมินเกณฑ์การให้คะแนน แล้วบันทึกคะแนน

2. สรุปผลการประเมิน ในช่องแปลผล

ลำดับ	ชื่อ-สกุล	รายการประเมิน					รวม 15 คะแนน	แปลผล
		การแก้ปัญหา	การให้เหตุผล	การสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ และการนำเสนอ	การเชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์และความเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ	ความคิดสร้างสรรค์		

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

...../...../.....

เกณฑ์การให้คะแนน

รายการประเมิน	คะแนน			
	3	2	1	0
1) การแก้ปัญหา	กำหนดปัญหา และสร้างข้อความคาดการณ์ที่สอดคล้องกับปัญหา ใช้ยุทธวิธีดำเนินการแก้ปัญหาได้สำเร็จและมีประสิทธิภาพอย่าง *สม่ำเสมอ*	กำหนดปัญหา และสร้างข้อความคาดการณ์ที่สอดคล้องกับปัญหา ใช้ยุทธวิธีดำเนินการแก้ปัญหาได้สำเร็จและมีประสิทธิภาพอย่าง*บ่อยครั้ง*	กำหนดปัญหา และสร้างข้อความคาดการณ์ที่สอดคล้องกับปัญหา ใช้ยุทธวิธีดำเนินการแก้ปัญหาได้สำเร็จและมีประสิทธิภาพอย่าง*บางครั้ง*	ไม่ปฏิบัติหรือแสดงพฤติกรรม
2) การให้เหตุผล	มีการอ้างอิงและเสนอแนวคิดประกอบการตัดสินใจอย่างสมเหตุสมผล รวมถึงมีการอธิบายถึงเหตุผลในการใช้ดำเนินการอย่างชัดเจนอย่าง *สม่ำเสมอ*	มีการอ้างอิงและเสนอแนวคิดประกอบการตัดสินใจอย่างสมเหตุสมผล รวมถึงมีการอธิบายถึงเหตุผลในการใช้ดำเนินการอย่างชัดเจน *บ่อยครั้ง*	มีการอ้างอิงและเสนอแนวคิดประกอบการตัดสินใจอย่างสมเหตุสมผล รวมถึงมีการอธิบายถึงเหตุผลในการใช้ดำเนินการอย่างชัดเจน *บางครั้ง*	ไม่ปฏิบัติหรือแสดงพฤติกรรม

เกณฑ์การให้คะแนน (ต่อ)

รายการประเมิน	คะแนน			
	3	2	1	0
3) การสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ และการนำเสนอ	ใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ได้ถูกต้องและเหมาะสม นำเสนอผลงานตามลำดับขั้นตอนอย่างเป็นระบบ ชัดเจนและเข้าใจง่าย ข้อมูลถูกต้องและสมบูรณ์ นำเทคโนโลยีช่วยในการนำเสนอ และมีการนำเสนอที่ดึงดูดความสนใจอย่าง*สม่ำเสมอ*	ใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ได้ถูกต้องและเหมาะสม นำเสนอผลงานตามลำดับขั้นตอนอย่างเป็นระบบ ชัดเจนและเข้าใจง่าย ข้อมูลถูกต้องและสมบูรณ์ นำเทคโนโลยีช่วยในการนำเสนอ และมีการนำเสนอที่ดึงดูดความสนใจ *บ่อยครั้ง*	ใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ได้ถูกต้องและเหมาะสม นำเสนอผลงานตามลำดับขั้นตอนอย่างเป็นระบบ ชัดเจนและเข้าใจง่าย ข้อมูลถูกต้องและสมบูรณ์ นำเทคโนโลยีช่วยในการนำเสนอ และมีการนำเสนอที่ดึงดูดความสนใจ *บางครั้ง*	ไม่ปฏิบัติหรือแสดงพฤติกรรม
4) การเชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์และความเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ	นำความรู้ หลักการและวิธีการทางคณิตศาสตร์มาใช้เชื่อมโยงสาระคณิตศาสตร์กับสาระอื่น ๆ ตลอดจนนำไปใช้ในชีวิตประจำวันได้อย่างเหมาะสมอย่าง*สม่ำเสมอ*	นำความรู้ หลักการและวิธีการทางคณิตศาสตร์มาใช้เชื่อมโยงสาระคณิตศาสตร์กับสาระอื่น ๆ ตลอดจนนำไปใช้ในชีวิตประจำวันได้อย่างเหมาะสม *บ่อยครั้ง*	นำความรู้ หลักการและวิธีการทางคณิตศาสตร์มาใช้เชื่อมโยงสาระคณิตศาสตร์กับสาระอื่น ๆ ตลอดจนนำไปใช้ในชีวิตประจำวันได้อย่างเหมาะสม *บางครั้ง*	ไม่ปฏิบัติหรือแสดงพฤติกรรม

เกณฑ์การให้คะแนน (ต่อ)

รายการประเมิน	คะแนน			
	3	2	1	0
5) ความคิดสร้างสรรค์	นำแนวคิดและวิธีการแปลกใหม่มาปฏิบัติได้อย่างถูกต้อง มีความแปลกใหม่ในการออกแบบอย่าง*สม่ำเสมอ*	นำแนวคิดและวิธีการแปลกใหม่มาปฏิบัติได้อย่างถูกต้อง มีความแปลกใหม่ในการออกแบบ*บ่อยครั้ง*	นำแนวคิดและวิธีการแปลกใหม่มาปฏิบัติได้อย่างถูกต้อง มีความแปลกใหม่ในการออกแบบ*บางครั้ง*	ไม่ปฏิบัติหรือแสดงพฤติกรรม

เกณฑ์การตัดสินคุณภาพ

ช่วงคะแนน	**ระดับคุณภาพ**
13 - 15	ดีมาก
9 - 12	ดี
5 - 8	พอใช้
0 - 4	ปรับปรุง

บันทึกผลหลังการเรียนรู้

รายวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน รหัสวิชา ค 21102 ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

แผนการเรียนรู้ที่..... เรื่อง.....

สอนวันที่.....เดือน..... .....พ.ศ. ..... เวลา 1 ชั่วโมง

ผลการสอน

ด้านความรู้

.....

.....

.....

ด้านทักษะ

.....

.....

.....

ด้านคุณลักษณะ

.....

.....

.....

ปัญหาและอุปสรรค

.....

.....

.....

ข้อเสนอแนะ / แนวทางแก้ไข

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ..... ครูผู้สอน

(นางสาวศศิธร โมลา)

แบบวัดความสามารถในการคิดคำนวณและแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

คำชี้แจง เป็นข้อสอบแบบเขียนตอบ มีทั้งหมด 5 ข้อ ข้อละ 16 คะแนน คะแนนเต็ม 80 คะแนน ให้นักเรียนปฏิบัติ ดังนี้

1. ให้นักเรียนอ่านโจทย์ปัญหาที่กำหนดให้เข้าใจ
2. ให้นักเรียนวิเคราะห์โจทย์ปัญหาและแสดงวิธีการหาคำตอบตามขั้นตอนกระบวนการของโพลยา ดังต่อไปนี้

ขั้นตอนที่ 1 ทำความเข้าใจปัญหา เป็นการแยกแยะสิ่งที่โจทย์กำหนดมาให้และสิ่งที่นักเรียนต้องหาเพิ่มเติม

ขั้นตอนที่ 2 วางแผนแก้ปัญหา เป็นการคิดค้นวิธี และเลือกหาวิธีในการแก้ปัญหา โดยเลือกวิธีการที่เหมาะสมในการหาคำตอบหรือการแก้โจทย์ปัญหา

ขั้นตอนที่ 3 ดำเนินการแก้ปัญหา เป็นการหาคำตอบตามที่ได้วางแผนไว้ โดยอาศัยทักษะการคิดคำนวณ การใช้ทักษะการให้เหตุผล เพื่อดำเนินการทางคณิตศาสตร์ นำไปสู่การหาคำตอบหรือแก้โจทย์ปัญหา

ขั้นที่ 4 ตรวจคำตอบ นักเรียนต้องพิจารณาคำตอบที่ได้ ว่าสอดคล้องกับปัญหาหรือสถานการณ์ที่กำหนดให้หรือไม่ ถ้ายังต้องปรับปรุงแก้ไขส่วนใดบ้าง ปรับปรุงคำตอบเพื่อให้ได้คำตอบที่เหมาะสม ถูกต้อง สอดคล้องกับประเด็นปัญหา

3. ใช้เวลาในการทำแบบทดสอบ 30 นาที

1. ชาวนาเลี้ยงหมู เป็ด และไก่ โดยเลี้ยงหมูเป็นสองเท่าของจำนวนไก่ และเลี้ยงไก่ เป็นสองเท่าของจำนวนเป็ด ถ้ามีเป็ดจำนวน 500 ตัว อยากทราบว่าชาวนาเลี้ยงหมู เป็ด และไก่รวมกันทั้งสิ้นกี่ตัว

วิธีทำ 1. ทำความเข้าใจปัญหา

- สิ่งที่โจทย์ต้องการถาม คือ .....

-สิ่งที่โจทย์กำหนดมาให้ คือ .....

.....

2. วางแผนแก้ปัญหาหรือเขียนเป็นประโยคสัญลักษณ์ได้ ดังนี้

.....

.....

.....

.....

3. ดำเนินการแก้ปัญหา

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

4. ตรวจสอบคำตอบ

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

2. บิดาแบ่งเงินให้บุตรสามคนเท่า ๆ กัน จะได้รับคนละ 5,000,000 บาท เหลือเป็นค่าใช้จ่ายปลูกบ้านของบิดาจำนวน 750,000 บาท และเงินเก็บสำรองของพ่อจำนวน 8,000,000 บาท บิดามีเงินทั้งสิ้นกี่บาท

วิธีทำ 1. ทำความเข้าใจปัญหา

- สิ่งที่โจทย์ต้องการถาม คือ .....

-สิ่งที่โจทย์กำหนดมาให้ คือ .....

.....

2. วางแผนแก้ปัญหาหรือเขียนเป็นประโยคสัญลักษณ์ได้ ดังนี้

.....

.....

.....

.....

3. ดำเนินการแก้ปัญหา

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

4. ตรวจสอบคำตอบ

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

3. เล็ก กลาง ใหญ่ เป็นพี่น้องกัน ใหญ่มีอายุมากกว่ากลาง 2 ปี กลางมีอายุมากกว่าเล็กสามปี ผลบวกของอายุของใหญ่กับเล็กมากกว่าอายุของกลางอยู่ 10 ปี จงหาอีกห้าปีข้างหน้าอายุของทั้งสามคนรวมกันเป็นกี่ปี

วิธีทำ 1. ทำความเข้าใจปัญหา

- สิ่งที่โจทย์ต้องการถาม คือ .....

-สิ่งที่โจทย์กำหนดมาให้ คือ .....

.....

2. วางแผนแก้ปัญหาหรือเขียนเป็นประโยคสัญลักษณ์ได้ ดังนี้

.....

.....

.....

.....

3. ดำเนินการแก้ปัญหา

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

4. ตรวจสอบคำตอบ

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

4. ครอบครัวของบี มีสมาชิก 3 คน ซึ่งพ่อมีอายุมากกว่าแม่ 6 ปี บีมีอายุเป็นสามเท่า เมื่อนำอายุพ่อกับแม่รวมกัน และแม่อายุ 45 ปี ส่วนครอบครัวของนกมีพี่น้องอยู่ 3 คน มีเอี้ยงอายุเป็นสองเท่าของนกแก้วมีอายุมากกว่านก 3 ปี สามคนมีอายุรวมกันเท่ากับ 105 ปี จงหาว่าใครมีอายุน้อยและอายุมาก

วิธีทำ 1. ทำความเข้าใจปัญหา

- สิ่งที่โจทย์ต้องการถาม คือ .....

-สิ่งที่โจทย์กำหนดมาให้ คือ .....

.....

2. วางแผนแก้ปัญหาหรือเขียนเป็นประโยคสัญลักษณ์ได้ ดังนี้

.....

.....

.....

.....

3. ดำเนินการแก้ปัญหา

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

4. ตรวจสอบคำตอบ

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

5. ถ้ารถ ก วิ่งจากจันทบุรีไประยองในอัตราเร็ว 75 กิโลเมตรต่อชั่วโมง ช้ากว่ารถ ข ที่วิ่งด้วยอัตราเร็ว 90 กิโลเมตรต่อชั่วโมง เป็นเวลา 15 นาที จงหาระยะทางจากจันทบุรีถึงระยอง

วิธีทำ 1. ทำความเข้าใจปัญหา

- สิ่งที่โจทย์ต้องการถาม คือ .....
- สิ่งที่โจทย์กำหนดมาให้ คือ .....

.....

2. วางแผนแก้ปัญหาหรือเขียนเป็นประโยคสัญลักษณ์ได้ ดังนี้

.....

.....

.....

.....

3. ดำเนินการแก้ปัญหา

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

4. ตรวจสอบคำตอบ

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

โมเดลคำตอบ

1. ชาวนาเลี้ยงหมู เป็ด และไก่ โดยเลี้ยงหมูเป็นสองเท่าของจำนวนไก่ และเลี้ยงไก่ เป็นสองเท่าของจำนวนเป็ด ถ้ามีเป็ดจำนวน 500 ตัว อยากทราบว่าชาวนาเลี้ยงหมู เป็ด และไก่ รวมกันทั้งสิ้นกี่ตัว

1. ทำความเข้าใจปัญหา

- สิ่งที่โจทย์ต้องการถาม คือ

>>>> ชาวนาเลี้ยงหมู เป็ด และไก่รวมกันทั้งสิ้นกี่ตัว

- สิ่งที่โจทย์กำหนดมาให้ คือ

>>>> ชาวนาเลี้ยงหมูเป็นสองเท่าของจำนวนไก่ และเลี้ยงไก่ เป็นสองเท่าของจำนวนเป็ด มีเป็ดจำนวน 500 ตัว

2. วางแผนแก้ปัญหาหรือเขียนเป็นประโยคสัญลักษณ์ได้ ดังนี้

>> ลำดับข้อมูลที่ มี โดยกำหนด

1) กำหนดตัวแปร แทน จำนวนหมูที่เลี้ยง ด้วย X

*พิจารณาข้อความ "*เลี้ยงหมูเป็นสองเท่าของจำนวนไก่ และเลี้ยงไก่ เป็นสองเท่าของจำนวนเป็ด *" แล้วแทนค่าให้เป็นประโยคสัญลักษณ์*

2) เขียนประโยคสัญลักษณ์ที่ได้จากข้อ 1) .มีเป็ด 500 ตัว นั้นมีไก่ 2×500 ตัว

จะได้ $X = 2(2\times500)$

3. ดำเนินการแก้ปัญหา

>>ดำเนินการคำนวณ จากสมการ $X = 2(2\times500)$

จะได้ $X = 2000$

ชาวนาเลี้ยงหมู เป็ด และไก่รวมกันทั้งสิ้น 500+1000+2000 =3,500 ตัว

4. ตรวจสอบคำตอบ

> แทนค่า X = 2000 ในสมการ

$2000 = 2(2\times500)$

จะได้ $2000 = 2000$

ตอบ ชาวนาเลี้ยงหมู เป็ด และไก่รวมกันทั้งสิ้น 500+1000+2000 =3,500 ตัว

2. บิดาแบ่งเงินให้บุตรสามคนเท่า ๆ กัน จะได้รับคนละ 5,000,000 บาท เหลือเป็นค่าใช้จ่ายปลูกบ้านของบิดาจำนวน 750,000 บาท และเงินเก็บสำรองของพ่อจำนวน 8,000,000 บาท บิดามีเงินทั้งสิ้นกี่บาท

1. ทำความเข้าใจปัญหา

- สิ่งที่โจทย์ต้องการถาม คือ

>>บิดามีเงินทั้งสิ้นกี่บาท

- สิ่งที่โจทย์กำหนดมาให้ คือ

>>บิดาแบ่งเงินให้บุตรสามคนเท่า ๆ กัน จะได้รับคนละ 5,000,000 บาท เหลือเป็นค่าใช้จ่ายปลูกบ้านของบิดาจำนวน 750,000 บาท และเงินเก็บสำรองของพ่อจำนวน 8,000,000 บาท

2. วางแผนแก้ปัญหาหรือเขียนเป็นประโยคสัญลักษณ์ได้ ดังนี้

>> ลำดับข้อมูลที่ มี โดยกำหนด

1. กำหนดตัวแปร แทน จำนวนเงินของบิดา ด้วย X

พิจารณาข้อความ "บิดาแบ่งเงินให้บุตรสามคนเท่า ๆ กัน จะได้รับคนละ 5,000,000 บาท เหลือเป็นค่าใช้จ่ายปลูกบ้านของบิดาจำนวน 750,000 บาท และเงินเก็บสำรองของพ่อจำนวน 8,000,000 บาท" แล้วแทนค่าให้เป็นประโยคสัญลักษณ์

2. เขียนประโยคสัญลักษณ์ที่ได้จากข้อ 1.

นั่นคือ X-3(5,000,000)- 750,000-8,000,000 = 0

3. ดำเนินการแก้ปัญหา

>> ดำเนินการคำนวณ จากสมการ

$$X-3(5,000,000)- 750,000-8,000,000 = 0$$

จะได้

$$X-3(5,000,000)- 750,000-8,000,000 = 0$$

$$X-23750000 = 0$$

$$X = 2,3750,000$$

4. ตรวจสอบคำตอบ

>> แทนค่า X = 2,3750,000 ในสมการ

$$2,3750,000 -3(5000,000)- 750,000-800,0000 = 0$$

จะได้

$$3050000 -3(5,000,000)- 750,000-8,000,000 = 0$$

$$0= 0$$

ตอบ บิดามีเงินทั้งสิ้น 2,3750,000 บาท

3. เล็ก กลาง ใหญ่ เป็นพี่น้องกัน ใหญ่มีอายุมากกว่ากลาง 2 ปี กลางมีอายุมากกว่าเล็กสามปี ผลบวกของอายุของใหญ่กับเล็กมากกว่าอายุของกลางอยู่ 10 ปี จงหาอีกห้าปีข้างหน้าอายุของทั้งสามคนรวมกันเป็นกี่ปี

1. ทำความเข้าใจปัญหา

- สิ่งที่โจทย์ต้องการถาม คือ

>> อีกห้าปีข้างหน้าอายุของ ทั้งสามคนรวมกันเป็นกี่ปี

- สิ่งที่โจทย์กำหนดมาให้ คือ

>> ใหญ่มีอายุมากกว่ากลาง 2 ปี กลางมีอายุมากกว่าเล็กสามปี ผลบวกของอายุของใหญ่กับเล็กมากกว่าอายุของกลางอยู่ 10 ปี

2. วางแผนแก้ปัญหาหรือเขียนเป็นประโยคสัญลักษณ์ได้ ดังนี้

>> ลำดับข้อมูลที่ มี โดยกำหนด

1) กำหนดตัวแปร แทน อายุของเล็ก ด้วย X

พิจารณาข้อความ "ใหญ่มีอายุมากกว่ากลาง 2 ปี กลางมีอายุมากกว่าเล็กสามปี ผลบวกของอายุของใหญ่กับเล็กมากกว่าอายุของกลางอยู่ 10 ปี" แล้วแทนค่าให้เป็นประโยคสัญลักษณ์

2) เขียนประโยคสัญลักษณ์ที่ได้จากข้อ 1)

นั่นคือ อายุของเล็ก ด้วย X ปี

กลางมีอายุ X+3 ปี

ใหญ่มีอายุ (X+3)+2 = X+5 ปี

จะได้ว่า (X+5) +X - (X+3) = 10

หรือ X+2 = 10

3. ดำเนินการแก้ปัญหา

>>ดำเนินการคำนวณ จากสมการ X+2 = 10

จะได้ x = 10-2

x = 8

นั่นคือ อีก 5 ปี อายุของเล็ก ด้วย 8+5 = 13 ปี

กลางมีอายุ 8+3+5 =16 ปี

ใหญ่มีอายุ 8+5+5 = 18 ปี

สามคนมีอายุรวมกัน 13+16 +18 = 47 ปี

4.ตรวจสอบคำตอบ

>>แทนค่า X =8 ในสมการ X+2 = 10

8+2 = 10

10 = 10

<u>ตอบ</u> นั่นคือ อีก 5 ปี อายุของเล็ก ด้วย 8+5 = 13 ปี

กลางมีอายุ 8+3+5 =16 ปี

ใหญ่มีอายุ 8+5+5 = 18 ปี

สามคนมีอายุรวมกัน 13+16 +18 = 47 ปี

4. ครอบครัวของบี มีสมาชิก 3 คน ซึ่งพ่อมีอายุมากกว่าแม่ 6 ปี บีมีอายุเป็นสามเท่า เมื่อนำอายุพ่อกับแม่รวมกัน และแม่อายุ 45 ปี ส่วนครอบครัวของนกมีพี่น้องอยู่ 3 คน มีเอี้ยงอายุเป็นสองเท่าของนก แก้วมีอายุมากกว่านก 3 ปี สามคนมีอายุรวมกันเท่ากับ 103 ปี จงหาว่าใครมีอายุน้อยและอายุมากที่สุด

1. ทำความเข้าใจปัญหา

- สิ่งที่โจทย์ต้องการถาม คือ

>>ใครมีอายุน้อยและอายุมากที่สุดกี่ปี

- สิ่งที่โจทย์กำหนดมาให้ คือ

>> ครอบครัวของบี มีสมาชิก 3 คน ซึ่งพ่อมีอายุมากกว่าแม่ 6 ปี บีมีอายุเป็นสามเท่าเมื่อนำอายุพ่อกับแม่รวมกัน และแม่อายุ 45 ปี

>>ครอบครัวของนกมีพี่น้องอยู่ 3 คน มีเอี้ยงอายุเป็นสองเท่าของนกแก้วมีอายุมากกว่านก 3 ปี สามคนมีอายุรวมกันเท่ากับ 103 ปี

2. วางแผนแก้ปัญหาหรือเขียนเป็นประโยคสัญลักษณ์ได้ ดังนี้

>> ลำดับข้อมูลที่ มี โดยกำหนด

<u>กรณีครอบครัวบี</u>

1) กำหนดตัวแปร แทน อายุของบี ด้วย X

พิจารณาข้อความ "พ่อมีอายุมากกว่าแม่ 6 ปี บีมีอายุเป็นสามเท่า เมื่ออายุพ่อกับแม่รวมกัน แม่อายุ 45 ปี" แล้วแทนค่าให้เป็นประโยคสัญลักษณ์

2) เขียนประโยคสัญลักษณ์ที่ได้จากข้อ 1)

นั่นคือ บี มีอายุ x ปี

แม่มีอายุ 45 ปี

พ่อมีอายุ 45+6 = 51 ปี

จะได้ 3X = (45+51)

หรือ 3X = 96 .....(1)

<u>กรณีครอบครัวนก</u>

1. กำหนดตัวแปร แทน อายุของนก ด้วย Y

พิจารณาข้อความ "ครอบครัวของนกมีพี่น้องอยู่ 3 คน มีเอี้ยงอายุเป็นสองเท่าของนก แก้วมีอายุมากกว่านก 3 ปี สามคนมีอายุรวมกันเท่ากับ 103 ปี" แล้วแทนค่าให้เป็นประโยคสัญลักษณ์

2. เขียนประโยคสัญลักษณ์ที่ได้จากข้อ 1)

นั่นคือ นก มีอายุ Y ปี

เอี้ยง มีอายุ 2Y ปี

แก้วมีอายุ Y+3 ปี

สามคนมีอายุรวมกัน Y+2Y+Y+3 = 103

หรือ 4Y 39= 103.....(2)

3. ดำเนินการแก้ปัญหา

>> ดำเนินการคำนวณ จากสมการ 3X = 96

จะได้ X = 32

และ จากสมการ 4Y +3= 103

4 Y = 100

Y= 25

4. ตรวจสอบคำตอบ

>>แทนค่า X =32 ในสมการ 3X = 96

3(32) = 96

96= 96

<u>นั่นคือ</u> ครอบครัวของบี มีอายุ ดังนี้ บีมีอายุ 32 ปี พ่ออายุ 51 ปี แม่มีอายุ 45 ปี

>>แทนค่า Y =25 ในสมการ 4Y +3 = 103

4(25) +3 = 103

105 = 105

<u>นั่นคือ</u> ครอบครัวของนก มีอายุ ดังนี้ นกมีอายุ 25 ปี เอี้ยงอายุ 50 ปี แก้วมีอายุ 28 ปี

เมื่อพิจารณาอายุของทุกคน คนที่มีอายุน้อยที่สุดคือ นก และคนที่มีอายุมากที่สุดคือ เอี้ยง

<u>ตอบ</u> คนที่มีอายุน้อยที่สุดคือ นก และคนที่มีอายุมากที่สุดคือ พ่อ

5. ถ้ารถ ก วิ่งจากจันทบุรีไประยองในอัตราเร็ว 75 กิโลเมตรต่อชั่วโมง ช้ากว่ารถ ข ที่วิ่งด้วยอัตราเร็ว 90 กิโลเมตรต่อชั่วโมง เป็นเวลา 15 นาที จงหาระยะทางจากจันทบุรีถึงระยอง

1. ทำความเข้าใจปัญหา

- สิ่งที่โจทย์ต้องการถาม คือ

>>ระยะทางจากจันทบุรีถึงระยอง

- สิ่งที่โจทย์กำหนดมาให้ คือ

>>รถวิ่งจากจันทบุรีไประยองในอัตราเร็ว 75 กิโลเมตรต่อชั่วโมง ช้ากว่ารถที่วิ่งด้วยอัตราเร็ว 90 กิโลเมตรต่อชั่วโมง เป็นเวลา 15 นาที

2.วางแผนแก้ปัญหาหรือเขียนเป็นประโยคสัญลักษณ์ได้ ดังนี้

>>ลำดับข้อมูลที่ มี โดยกำหนด

1. กำหนดตัวแปร แทน ระยะทาง ด้วย X กิโลเมตร

2. พิจารณาข้อความ "รถ ก วิ่งจากจันทบุรีไประยอง ในอัตราเร็ว 75 กิโลเมตรต่อชั่วโมง ช้ากว่ารถที่วิ่งด้วยอัตราเร็ว 90 กิโลเมตรต่อชั่วโมง เป็นเวลา 15 นาที" เขียนความสัมพันธ์ได้ดังนี้

เดินทางอัตราเร็ว 75 กิโลเมตร ใช้เวลา 1 ชั่วโมง

เดินทางอัตราเร็ว X กิโลเมตร ใช้เวลา $\frac{X \times 1}{75} \times 60 = \frac{4}{5}X$ *นาที*

เดินทางอัตราเร็ว 90 กิโลเมตร ใช้เวลา 1 ชั่วโมง

เดินทาง X กิโลเมตร ใช้เวลา $\frac{X \times 1}{90} \times 60 = \frac{2}{3}X$ *นาที*

เนื่องจากรถก วิ่งช้ากว่าคันหลัง รถ ก ใช้เวลามากกว่า สามารถเขียนความสัมพันธ์ได้ว่า $\frac{4}{5}X - \frac{2}{3}X = 15$

3. ดำเนินการแก้ปัญหา

>>ดำเนินการคำนวณ จากสมการ $\frac{4}{5}X - \frac{2}{3}X = 15$

จะได้ว่า $\frac{12}{15}X - \frac{10}{15}X = 15$

$$\frac{2}{15}X = 15$$

$$X = 15 \times \frac{15}{2}$$

$$X = 112.5$$

4. ตรวจสอบคำตอบ

>> แทนค่า X = 112.5 ในสมการ $\frac{4}{5}X - \frac{2}{3}X = 15$

จะได้ $\frac{4}{5}\times 112.5 - \frac{2}{3}\times 112.5 = 15$

$90 - 75 = 15$

$15 = 15$

ตอบ ระยะทางจากจันทบุรีถึงระยอง เท่ากับ 112.5 กิโลเมตร

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์

เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว จำนวน 20 ข้อ เวลา 30 นาที

คำสั่ง ให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้องเพียงข้อเดียวโดยทำเครื่องหมาย กากบาท (X) ลงในกระดาษคำตอบที่ตรงกับตัวอักษร ก ข ค ง

1. จงพิจารณาจำนวนต่อไปนี้

1, 3, 5, 7,… ข้อใดคือจำนวนที่ 5

ก. 9 ค. 11

ข. 13 ง. 15

2. ข้อใดคือความสัมพันธ์ของแบบรูป 1, 3, 5, 7,…

ก. n-1 ค. n+1

ข. 2n-1 ง. 2n+1

3. กำหนดแบบรูป 4, 7, 10, A, 16, B,… จงหาค่าของ A^2-B

ก. 169 ค. 139

ข. 150 ง. 120

4. จงพิจารณา

ลำดับที่	1	2	3	4	…	n
จำนวน	4	8	12	16	…	

จงหาลำดับที่ n และจำนวนลำดับที่ 20

ก. 3n และ 60 ค. 4n และ 80

ข. 3n+1 และ 61 ง. 4n-1 และ 79

5. จงพิจารณาข้อความต่อไปนี้ข้อใดกล่าวถูกต้อง

ก. คำตอบของสมการ คือ จำนวนที่แทนตัวแปรในสมการแล้วทำให้สมการเป็นจริง

ข. รูปทั่วไปของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว คือ $ax^2 + b = 0$

ค. สมการ y + 2 = -3 แทนค่า y = 5 ทำให้ได้สมการที่เป็นจริง

ง. สมการ $x^2 + 5 = 6$ เป็นสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว

6. พิจารณาข้อความ “สองเท่าจำนวนหนึ่งน้อยกว่า 15 คือ 5” จงเขียนสมการแสดงความสัมพันธ์

ก. 15-2x = 5 ค. 2x-5 = 15

ข. 2x-15 = 5 ง. 5-2x = 15

7. ข้อใดกล่าวไม่ถูกต้อง

ก. จำนวนหนึ่งลบด้วยหนึ่งเท่ากับสิบ เขียนแทนด้วยสมการ x-1 = 10

ข. จำนวนซึ่งน้อยกว่า a อยู่ 10 คือ 32 เขียนแทนด้วยสมการ a-10 = 32

ค. จำนวนซึ่งน้อยกว่า b อยู่ 20 คือ 2 เขียนแทนด้วยสมการ b+2 = 20

ง. สองเท่าของจำนวนหนึ่ง เท่ากับ 24 เขียนแทนด้วยสมการ 2b = 24

8. ข้อใดคือคำตอบของสมการ 3(x-12) = 42

ก. 3 ค. 5

ข. 18 ง. 26

9. ข้อใดกล่าวถูกต้อง

ก. สมการ $4a + 8 = 17$ คำตอบของสมการคือ 10

ข. สมการ $\frac{2a}{3} = 12$ คำตอบของสมการคือ 21

ค. สมการ $3m+1 = 22$ คำตอบของสมการคือ 8

ง.สมการ $\frac{1}{3}a + 3 = 0$ คำตอบของสมการคือ -9

10. สี่เหลี่ยมผืนผ้ารูปหนึ่งด้ายยาวยาวเป็นสองเท่าของด้านกว้าง มีเส้นรอบรูปยาว 24 หน่วย จงหาความยาวและความกว้างของสี่เหลี่ยมรูปนี้

ก. 4 และ 2 ค. 8 และ 4

ข. 6 และ 3 ง. 10 และ 5

11. ถ้าต้องการแก้สมการ 18 = a + 1 จะต้องใช้สมบัติใด

ก. สมบัติสมมาตร ค. สมบัติการคูณ

ข. สมบัติการบวก ง. สมบัติการถ่ายทอด

12. ส้มโอมีนะนาวอยู่จำนวนหนึ่ง แบ่งให้เพื่อนบ้าน 5 คน คนละ 5 ผลเท่า ๆ กัน และยังเหลือมะนาวอยู่ 100 ผล จึงนำไปขายให้ร้านขายส้มตำได้เงินมา 250 บาท เดิมส้มโอมีมะนาวอยู่กี่ผล และหากส้มโอนำมะนาวมาขายให้ร้านส้มตำโดยไม่แบ่งให้เพื่อนบ้านเลย จะได้รับเงินกี่บาท

ก. 110 และ 275 ค. 120 และ300

ข. 115 และ 287.5 ง. 125 และ312.5

13. กมลวรรณซื้อเสื้อยืดมาขายจำนวน 10 มัดมัดละ 100 ตัว ต้นทุนมัดละ 750 บาท โดยนำมาขายปลีก ดังนี้ ซื้อ 1 ตัว ขายราคา 199 บาท ซื้อสองตัว ราคา 350 บาท ถ้าซื้อสามตัว ราคา 450 บาท ถ้าสมใจซื้อเสื้อกับกมลวรรณ จำนวน 7 ตัว ต้องจ่ายเงินทั้งสิ้นกี่บาท

ก. 1,399 ค. 1,099

ข. 1,225 ง. 1,050

14. หนูเล็กมีอายุน้อยกว่าหนูนิด 2 ปี เมื่อ 6 ปีที่แล้ว อายุของหนูเล็กเป็นสองเท่าของหนูนิด ปัจจุบันหนูเล็กมีอายุกี่ปี

ก. 4 ค. 8

ข. 6 ง. 10

15. จงพิจารณา

ผลบวกของจำนวนหนึ่งกับสิบสามเท่ากับยี่สิบสาม……..(1)

สองเท่าของจำนวนหนึ่งมากกว่าสองอยู่สี่สิบ……(2)

ถ้า A เป็นคำตอบของสมการ (1) และ B เป็นคำตอบของสมการ (2) จงหาผลลัพธ์ของ (A×B)-B คือข้อใด

ก. 171 ค. 665

ข. 189 ง. 735

16. รถยนต์วิ่งจากระยองไปชลบุรีมีระยะทาง 180 กิโลเมตร รถยนต์ A วิ่งด้วยอัตราเร็ว 60 กิโลเมตรต่อชั่วโมง และรถยนต์ B วิ่งด้วยอัตราเร็ว b กิโลเมตรต่อชั่วโมง ซึ่งรถยนต์ B มาถึงชลบุรีก่อนรถยนต์ A 1 ชั่วโมงข้อใดกล่าวผิด

ก. $\frac{180}{60}-\frac{180}{b}=1$ ค. $(\frac{180}{60}+1)b=180$

ข. $\frac{180}{60}-1=\frac{180}{b}$ ง. $b = 90$

17. สมศรีเป็นแม่ค้าขายผลไม้ ลงทุนซื้อมังคุดจากสวนยายจ่อย ในราคา กิโลกรัมละ 15 บาท นำไปขายกิโลกรัมละ 20 บาท จากนั้นแวะไปรับซื้อทุเรียนที่สวนตาคุ้ม กิโลกรัมละ 40 บาท นำไปขายกิโลกรัมละ 60 บาท ขายมังคุดและทุเรียนรวมกันจำนวน 200 กิโลกรัม และสมศรีขายผลไม้ทั้งหมดได้เงินทั้งสิ้น 8,400 บาท จงพิจารณาข้อใดกล่าวไม่ถูกต้อง

ก. สิ่งที่โจทย์กำหนดให้ ได้แก่ ยอดขายของทุเรียนและมังคุด

ข. โจทย์ต้องการทราบ สมศรีขายทุเรียนได้กี่กิโลกรัม

ค. ต้องพิจารณาหาความสัมพันธ์ระหว่างราคาของทุเรียน และมังคุด เทียบกับยอดขายผลไม้เพื่อหายอดขายของทุเรียนและมังคุด

ง. สมศรีขายทุเรียนได้ 110 กิโลกรัม

18. กำหนด a *b = 32 , a-b = 12, จงหาค่าของ a+b = ? จงเรียงลำดับขั้นตอนการหาคำตอบให้ถูกต้อง

A. โจทย์ต้องการทราบ ค่า a+b

B. สุ่มเลือกจำนวนที่เป็นผลคูณของสามสิบสอง แล้วลองบวกตามเงื่อนไข a-b = 12

C. โจทย์กำหนด เงื่อนไข a *b = 32 , a-b = 12

D. ได้ค่า a และb แล้วแทนค่า a, b ตามเงื่อนไข a *b = 32 และ a-b = 12

E. หาคำตอบโดยหาผลคูณของ 32 มีจำนวนใดบ้างคูณแล้วผลลัพธ์เท่ากับ 32

ก. A, C, B, D,E ค. C, A, E, B, D

ข. A, C, E, D, B ง. C, A, E, D, B

19. ป้อมเดินทางจากบ้านไปโรงเรียนด้วยรถยนต์อัตราเร็ว 5 กิโลเมตรต่อชั่วโมง มาสาย 10 นาที ถ้าป้อมเพิ่มอัตราเร็วเป็น 10 กิโลเมตรต่อชั่วโมงป้อมจะมาถึงโรงเรียน ก่อนเวลา 20 นาที จงหาระยะทางจากบ้านถึงโรงเรียนเท่ากับกี่กิโลเมตร

ก. 10 ค. 3

ข. 5 ง. 2

20. อะตอมเดินทางไปรับลูกสาวโรงเรียนที่ป้อมทำงานทุกวัน แต่แล้ววันนี้รถยนต์ของอะตอมเสีย จึงไม่สามารถเดินทางไปรับลูกสาวได้ และบ้านของอะตอมก็ไม่ได้อยู่ในเส้นทางรถโดยสารผ่าน จึงได้ขอความช่วยเหลือจากป้อมให้รับลูกสาวตนเองกลับมาด้วย ซึ่งป้อมขับรถด้วยอัตรา 10 กิโลเมตรต่อชั่วโมง ถึงบ้านช้ากว่าเวลาปกติ 12 นาที แต่เดิมขับรถด้วยอัตรา 12 กิโลเมตรต่อชั่วโมง ถึงบ้านพอดี ข้อใดกล่าวถูก

ก. ระยะทางในการเดินทางกลับจากโรงเรียนถึงบ้าน รวมทั้งสิ้น 12 กิโลเมตร

ข. บ้านของอะตอมเป็นทางผ่านการเดินทางไปโรงเรียนของป้อม

ค. วันนี้ป้อมเดินทางไป-กลับรวมทั้งสิ้น 24 กิโลเมตร

ง. เดินทางขากลับใช้เวลาเดินทางน้อยกว่าขาไป

เฉลยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว

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

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์

เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว จำนวน 20 ข้อ เวลา 30 นาที

คำสั่ง ให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้องเพียงข้อเดียวโดยทำเครื่องหมาย กากบาท (X) ลงในกระดาษคำตอบที่ตรงกับตัวอักษร ก ข ค ง

1. จงพิจารณาจำนวนต่อไปนี้

1, 3, 5, 7,… ข้อใดคือจำนวนที่ 10

ก. 13 ค. 15

ข. 17 ง. 19

2. กล่องจำนวนในห้องคณิตศาสตร์เมื่อใส่จำนวนลงไป ภายในกล่องทำงานจะส่งจำนวน ออกมาดังนี้ จำนวนที่ใส่เข้าไป 1 2 3 4 ... 10

จำนวนที่ส่งออกมา 3 5 7 9 ... 21

ข้อใดคือความสัมพันธ์ของแบบรูป

ก. n-1 ค. n+1

ข. 2n-1 ง. 2n+1

3. ข้อใดเป็นการคาดการณ์ที่ตรงกับแบบรูปต่อไปนี้ -6,-4, -2, 2, 4, 6,…

ก. จำนวนเต็ม ค. จำนวนคู่

ข. จำนวนใด ๆ ง. จำนวนเฉพาะ

4. สมศรีเลี้ยงไก่ไว้จำนวนหนึ่ง ดังนี้

ไก่เนื้อ	1	2	3	4	…	n
ไก่ไข่	5	10	15	20	…	
จำนวนไก่ทั้งหมด	6	12	18	24	…	

ถ้ามีไก่เนื้อ n ตัว จะมีไก่ไข่กี่ตัว

ก. 4n+1 ค. 5n+1

ข. 5n ง. 6n

5. ข้อใดต่อนี้เป็นสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว

ก. a + 4 = b ค. 4ab + 4 = 0

ข. $x^2 + 5 = 6$ ง. 4b + 4 = 0

6. พิจารณาข้อความ “จำนวนหนึ่งลบด้วยสามเท่าของสองเท่ากับสิบหก” จงเขียนสมการแสดงความสัมพันธ์

ก. a - 2 = 15 ค. 2a - 2 = 16

ข. 2a- 6 = 15 ง. a - 6 = 16

7. ข้อใดกล่าวไม่ถูกต้อง

ก. จำนวนหนึ่งลบด้วยห้าเท่ากับสิบสอง เขียนแทนด้วยสมการ x-5 = 12

ข. จำนวนซึ่งน้อยกว่า a อยู่ 2 คือ 15 เขียนแทนด้วยสมการ a-2 = 15

ค. จำนวนซึ่งน้อยกว่า b อยู่ 10 คือ 5 เขียนแทนด้วยสมการ b+10 = 5

ง. สามเท่าของจำนวนหนึ่ง เท่ากับ 12 เขียนแทนด้วยสมการ 3b = 12

8. ประโยคต่อไปนี้ข้อใดเป็นจริง

ก. $a + 9 = 20$ เมื่อ a = 10 ค. $\frac{a}{8} = 4.5$ เมื่อ a = 36

ข. $25.7 - x = 15.5$ เมื่อ x = 10.1 ง. $10 + y = 22$ เมื่อ y = 4

9. จงพิจารณา

$x + \frac{1}{2} = 2$ ..... (1)

$2(y+1)-4 = 10$ ..... (2)

จงหาผลลัพธ์ ของ 2x+y คือข้อใด

ก. 3 ค. 7

ข. 5 ง. 9

10. โรงเรียนแห่งหนึ่งมีนักเรียนทั้งหมด 1,500 คน จำนวนนักเรียนชายมี $\frac{1}{3}$ ของนักเรียนหญิง อยากทราบว่ามีนักเรียนชายและนักเรียนหญิงกี่คน

ก. 500 และ 1000 ค. 300 และ 1,200

ข. 375 และ 1,125 ง. 250 และ 1,250

11. ถ้าต้องการแก้สมการ 2x+1 = 15 จะต้องใช้สมบัติใดตามลำดับ

ก. สมบัติสมมาตรและสมบัติการบวก ค. สมบัติการบวกและสมบัติการคูณ

ข. สมบัติการบวกและสมบัติถ่ายทอด ง. สมบัติการคูณและสมบัติการบวก

12. ส้มโอมีนะนาวอยู่จำนวนหนึ่ง แบ่งให้เพื่อนบ้าน 5 คน คนละ5 ลูกเท่าๆกัน และยังเหลือมะนาวอยู่ 100 ผล จึงนำไปขายให้ร้านขายส้มตำได้เงินมา 250 บาท ถ้าเพื่อนบ้านได้รับมะนาวคนละ 15 ลูก อยากทราบว่าส้มโอมีมะนาวทั้งหมดกี่ลูก

ก. 75 ค. 125

ข. 100 ง. 175

13. กมลวรรณซื้อเสื้อยืดมาขายจำนวน 10 มัดมัดละ 100 ตัว ต้นทุนมัดละ 750 บาท โดยนำมาขายปลีก ดังนี้ ซื้อ 1 ตัว ขายราคา 199 บาท ซื้อสองตัว ราคา 350 บาท ถ้าซื้อสามตัว ราคา 450 บาทถ้ากมลวรรณขายเสื้อยืดได้เงินทั้งสิ้น 52,400 บาท กมลวรรณจะเหลือเสื้อยืดทั้งหมดกี่มัด

ก. 3 ค. 7

ข. 5 ง. 9

14. หนูเล็กมีอายุน้อยกว่าหนูนิด 2 ปี เมื่อ 6 ปีที่แล้ว อายุของหนูเล็กเป็นสองเท่าของหนูนิด ถ้าปัจจุบันหนูนิดมีอายุ 36 ปี และเมื่อ 8 ปีที่แล้ว หนูเล็กมีอายุกี่ปี

ก. 34 ค. 28

ข. 32 ง. 22

15. จงพิจารณา

สามเท่าของจำนวนหนึ่งลบด้วยห้า เท่ากับยี่สิบห้า……..(1)

ถ้านำสามคูณกับจำนวนหนึ่งมากกว่าสิบสองอยู่ห้าสิบ ……..(2)

ส้มมีเงินเป็นสองเท่าของเขียว ถ้าเขียวมีเงินสองร้อยบาท ส้มมีเงินกี่บาท……...(3)

ถ้า A, B และ C เป็นคำตอบของสมการ (1), (2) และ (3) จงเรียงลำดับคำตอบของสมการจากมากไปหาน้อย

ก. C, B, A ค. A, C, B

ข. C, A, B ง. A, B, C

16. รถยนต์วิ่งจากระยองไปชลบุรีมีระยะทาง 180 กิโลเมตร ถ้ารถยนต์ A วิ่งด้วยอัตราเร็ว 80 กิโลเมตรต่อชั่วโมง และรถยนต์ B วิ่งด้วยอัตราเร็ว b กิโลเมตรต่อชั่วโมง ซึ่งรถยนต์ B มาถึงชลบุรีก่อนรถยนต์ A 1 ชั่วโมง ข้อใดกล่าวผิด

ก. $\frac{180}{80}-\frac{180}{b}=1$ ค. $(\frac{180}{80}-1)b=180$

ข. $\frac{180}{80}+1=\frac{180}{b}$ ง. b = 144

17. สมศรีเป็นแม่ค้าขายผลไม้ ลงทุนซื้อมังคุดจากสวนยายจ่อย ในราคา กิโลกรัมละ 15 บาท นำไปขายกิโลกรัมละ 20 บาท จากนั้นแวะไปรับซื้อทุเรียนที่สวนตาคุ้ม กิโลกรัมละ 40 บาท นำไปขายกิโลกรัมละ 60 บาท ขายมังคุดและทุเรียนรวมกันจำนวน 200 กิโลกรัม และสมศรีขายผลไม้ทั้งหมดได้เงินทั้งสิ้น 8,400 บาท ถ้าสมศรีขายมังคุดได้ 90 กิโลกรัม แล้วสมศรีจะได้กำไรจากการขายมังคุดและทุเรียนรวมกันกี่บาท

ก. 2,650 บาท ค. 3,650 บาท

ข. 3,000 บาท ง. 4,000 บาท

18. กำหนด a *b = 32 , a-b = 12, จงหาค่าของ a+b = ?

A. โจทย์ต้องการทราบ ค่า a+b

B. สุ่มเลือกจำนวนที่เป็นผลคูณของสามสิบสอง แล้วลองบวกตามเงื่อนไข a-b = 12

C. โจทย์กำหนด เงื่อนไข a *b = 32 , a-b = 12

D. ได้ค่า a และb แล้ว แทนค่า a, b ตามเงื่อนไข a *b = 32 และ a-b = 12

จงพิจารณาว่า ขั้นตอนใดเป็นขั้นตอนตรวจสอบผลลัพธ์

ก. E ค. B

ข. D ง. A

19. ศิริออกเดินทางจากระยองไปร่วมงานแต่งงานเพื่อนสาวที่สมุทรปราการ เริ่มออกจากบ้าน 5.00 น. ขับรถยนต์ด้วยอัตราเร็ว 75 กิโลเมตรต่อชั่วโมง เกษมออกเดินทางเมื่อเวลา 6.00 น. ขับรถยนต์ด้วยอัตราเร็ว 100 กิโลเมตรต่อชั่วโมง ใครจะเดินทางถึงก่อนกันและถึงก่อนกี่นาที โดยไม่พักรถ เมื่อระยะทางรวมเท่ากับ 200 กิโลเมตร และถึงก่อนกี่นาที

ก. ศิริ ถึงก่อน 20 นาที ค. เกษม ถึงก่อน 20 นาที

ข. ศิริ ถึงก่อน 40 นาที ง. เกษม ถึงก่อน 40 นาที

20. จงพิจารณาตาราแสดงอัตราเร็วในการขับรถของคุณประกอบการ

เวลา(ชั่วโมง)	1	2	3	4	5
ระยะทาง(กิโลเมตร)	80	160	X	320	400

ข้อใดกล่าวไม่ถูกต้อง

ก. คุณประกอบการใช้เวลาขับรถ 6 ชั่วโมง ได้ระยะทาง 480 กิโลเมตร

ข. คุณประกอบการขับรถได้ระยะทาง 200 กิโลเมตร ใช้เวลา 3 ชั่วโมง

ค. คุณประกอบการเดินทางด้วยอัตราเร็ว 80 กิโลเมตรต่อชั่วโมง

ง. สมการแสดงความสัมพันธ์เวลากับระยะทาง คือ 80n

เฉลยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว

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

แบบวัดเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนวังจันทร์วิทยา

ตอนที่ 1 คำชี้แจงในการตอบแบบวัดเจตคติต่อวิชาเรียนคณิตศาสตร์

1. แบบวัดเจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์ขอให้นักเรียนทุกคนตอบตรงความเป็นจริงมากที่สุด คำตอบที่ได้จะนำไปใช้ประโยชน์ในการวิจัย เพื่อประโยชน์ทางการศึกษา
2. แบบวัดเจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์จะไม่นำไปเป็นเกณฑ์ในการให้คะแนนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียน เพราะไม่มีคำตอบที่ถูกหรือผิดแต่อย่างใด

ตอนที่ 2 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบประเมิน

<u>คำชี้แจง</u> โปรดอ่านข้อความในแบบประเมินอย่างละเอียด แล้วทำเครื่องหมาย ✓ลงใน ☐ และกรอกข้อมูลให้ตรงกับความจริงมากที่สุด

1. เพศ ☐ ชาย ☐ หญิง
2. นักเรียนมีเกรดเฉลี่ยรวม.....

ตอนที่ 3 แบบวัดเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์

1. แบบวัดเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์มีจำนวน 20 ข้อ ให้นักเรียนใช้เวลา 10 นาที
2. ให้นักเรียนขีดเครื่องหมาย ✓ หลังข้อความที่นักเรียนมีความคิดเห็นเกี่ยวกับข้อความนั้น ตามความรู้สึกที่เป็นจริงของนักเรียน เพียงข้อละ 1 ช่องเท่านั้น โดยมีเกณฑ์ ดังนี้

5 หมายถึง เห็นด้วยอย่างยิ่ง
4 หมายถึง เห็นด้วย
3 หมายถึง ไม่แน่ใจ
2 หมายถึง ไม่เห็นด้วย
1 หมายถึง ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง

รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็น				
	5	4	3	2	1
1. วิชาคณิตศาสตร์ช่วยทำให้ฉันเป็นคนคิดมีเหตุมีผลและความรอบคอบ		✓			

รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็น				
	5	4	3	2	1
📖 1. ด้านความรู้					
1.1 วิชาคณิตศาสตร์ช่วยทำให้ฉันเป็นคนคิดมีเหตุมีผล และความรอบคอบ					
1.2 ฉันเรียนคณิตศาสตร์แล้วฉันสามารถแก้ปัญหาเกี่ยวกับคณิตศาสตร์ได้ด้วยตนเอง					
1.3 ฉันมีความเข้าใจเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์เป็นอย่างดี					
1.4 วิชาคณิตศาสตร์เป็นวิชาที่มีกระบวนการที่ยุ่งยากซับซ้อน ไม่สามารถนำไปใช้จริงในชีวิตประจำวันได้					
1.5 ทุกครั้งที่ฉันเรียนฉันไม่เข้าใจเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์เลย					
1.6 ฉันไม่มีความเข้าใจในกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์					
📖 2. ด้านความรู้สึก					
2.1 ฉันชื่นชอบวิชาคณิตศาสตร์					
2.2 ฉันเรียนวิชาคณิตศาสตร์แล้วทำให้ฉันมีความสุข					
2.3 ฉันเรียนคณิตศาสตร์แล้วทำให้ฉันเครียด					
2.4 ฉันคิดว่าวิชาคณิตศาสตร์เป็นวิชาที่เรียนแล้วสนุก					
2.5 ฉันไม่ชอบทำแบบฝึกหัดคณิตศาสตร์ด้วยตนเอง					
2.6 ฉันรู้สึกเบื่อหน่ายทุกครั้งที่ฉันเรียนวิชาคณิตศาสตร์					
📖 3.ด้านการกระทำหรือพฤติกรรม					
3.1 ฉันมักจะเข้าร่วมกิจกรรมเกี่ยวกับวิชาคณิตศาสตร์เสมอ					
3.2 ฉันจะศึกษาความรู้เกี่ยวกับคณิตศาสตร์เพิ่มเติมหลังจากเรียนจากครู					
3.3 ฉันจะแนะนำคนอื่น ๆ ให้เห็นความสำคัญของคณิตศาสตร์					

รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็น				
	5	4	3	2	1
📖 3.ด้านการกระทำพฤติกรรม					
3.4 ฉันจะเลี่ยงที่จะถามครู เมื่อฉันไม่เข้าใจ					
3.5 เมื่อฉันทำแบบฝึกหัดไม่ได้ ฉันจะหยุดทำทันที					
3.6 เมื่อครูมอบหมายงานฉันจะรีบลงมือทำทันที					
3.7 ฉันไม่สนใจ เมื่อครูอธิบายเพิ่มเติมนอกเวลาเรียน					
3.8 ฉันจะไม่พยามยามทำแบบทดสอบวิชาคณิตศาสตร์ให้ดีที่สุดทุกครั้ง					

ข้อเสนอแนะ

……

……

……

……

ขอบคุณในความร่วมมือ

ภาคผนวก ค

การหาคุณภาพของเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. ตารางแสดงค่าความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบสืบเสาะหาความรู้ 5Es ร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหาของโพลยา
2. ตารางแสดงค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
3. ตารางแสดงค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
4. ตารางแสดงค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบวัดเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์
5. ตารางแสดง ค่าความยากง่าย (P) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา
6. ตารางแสดง ค่าความยากง่าย (P) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
7. ตารางแสดงค่าความเชื่อมั่นของแบบวัดการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ทั้งฉบับ
8. ตารางแสดงค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทั้งฉบับ
9. ตารางแสดงค่าความเชื่อมั่นของแบบวัดเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์
10. ตารางแสดงค่า t

ตารางภาคผนวก ค-1 ค่าความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ ที่ 1 เรื่อง แบบรูป
โดยใช้รูปแบบสืบเสาะหาความรู้ 5Es ร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหา
ของโพลยา ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

รายการประเมิน	**ระดับความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญคนที่**					**เฉลี่ย**	**แปลผล**
	1	**2**	**3**	**4**	**5**		
1. ค่าเฉลี่ยด้านจุดประสงค์การเรียนรู้	5	5	5	5	5	5	เหมาะสม
2. ค่าเฉลี่ยด้านสาระการเรียนรู้	5	5	5	5	5	5	เหมาะสม
3. ค่าเฉลี่ยด้านกิจกรรมการเรียนรู้	5	5	5	5	5	5	เหมาะสม
4. ค่าเฉลี่ยด้านสื่อการเรียนรู้	5	4.25	5	5	5	4.85	เหมาะสม
5. ค่าเฉลี่ยด้านการวัดและประเมินผล	5	4.23	5	5	5	4.87	เหมาะสม
เฉลี่ยรวมทุกด้าน						4.94	เหมาะสม

ตารางภาคผนวก ค-2 ค่าความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ ที่ 2 เรื่อง แบบรูปและ
ความสัมพันธ์โดยใช้รูปแบบสืบเสาะหาความรู้ 5Es ร่วมกับ
กระบวนการแก้ปัญหาของโพลยา ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

รายการประเมิน	**ระดับความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญคนที่**					เฉลี่ย	แปลผล
	1	**2**	**3**	**4**	**5**		
1. ค่าเฉลี่ยด้านจุดประสงค์การเรียนรู้	5	5	5	5	5	5	เหมาะสม
2. ค่าเฉลี่ยด้านสาระการเรียนรู้	5	5	5	5	5	5	เหมาะสม
3. ค่าเฉลี่ยด้านกิจกรรมการเรียนรู้	5	5	5	5	5	5	เหมาะสม
4. ค่าเฉลี่ยด้านสื่อการเรียนรู้	5	5	5	5	5	5	เหมาะสม
5. ค่าเฉลี่ยด้านการวัดและประเมินผล	5	5	5	5	5	5	เหมาะสม
เฉลี่ยรวมทุกด้าน						5	เหมาะสม

ตารางภาคผนวก ค-3 ค่าความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ ที่ 3 เรื่อง ความหมายของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว โดยใช้รูปแบบสืบเสาะหาความรู้ 5Es ร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหาของโพลยา ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญคนที่					เฉลี่ย	แปลผล
	1	2	3	4	5		
1. ค่าเฉลี่ยด้านจุดประสงค์การเรียนรู้	5	5	5	5	5	5	เหมาะสม
2. ค่าเฉลี่ยด้านสาระการเรียนรู้	5	5	5	5	5	5	เหมาะสม
3. ค่าเฉลี่ยด้านกิจกรรมการเรียนรู้	5	5	5	5	5	5	เหมาะสม
4. ค่าเฉลี่ยด้านสื่อการเรียนรู้	5	5	5	5	5	5	เหมาะสม
5. ค่าเฉลี่ยด้านการวัดและประเมินผล	5	5	5	5	5	5	เหมาะสม
เฉลี่ยรวมทุกด้าน						5	เหมาะสม

ตารางภาคผนวก ค-4 ค่าความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ ที่ 4 เรื่อง คำตอบของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว โดยใช้รูปแบบสืบเสาะหาความรู้ 5Es ร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหาของโพลยา ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญคนที่					เฉลี่ย	แปลผล
	1	2	3	4	5		
1. ค่าเฉลี่ยด้านจุดประสงค์การเรียนรู้	5	5	5	5	5	5	เหมาะสม
2. ค่าเฉลี่ยด้านสาระการเรียนรู้	5	5	5	5	5	5	เหมาะสม
3. ค่าเฉลี่ยด้านกิจกรรมการเรียนรู้	5	5	5	5	5	5	เหมาะสม
4. ค่าเฉลี่ยด้านสื่อการเรียนรู้	5	5	5	5	5	5	เหมาะสม
5. ค่าเฉลี่ยด้านการวัดและประเมินผล	5	5	5	5	5	5	เหมาะสม
เฉลี่ยรวมทุกด้าน						5	เหมาะสม

ตารางภาคผนวก ค-5 ค่าความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ ที่ 3 เรื่อง สมบัติการเท่ากันของสมการ โดยใช้รูปแบบสืบเสาะหาความรู้ 5Es ร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหาของโพลยา ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญคนที่					เฉลี่ย	แปลผล
	1	2	3	4	5		
1. ค่าเฉลี่ยด้านจุดประสงค์การเรียนรู้	5	5	5	5	5	5	เหมาะสม
2. ค่าเฉลี่ยด้านสาระการเรียนรู้	5	5	5	5	5	5	เหมาะสม
3. ค่าเฉลี่ยด้านกิจกรรมการเรียนรู้	5	3.80	5	5	5	4.76	เหมาะสม
4. ค่าเฉลี่ยด้านสื่อการเรียนรู้	5	4.50	5	5	5	4.90	เหมาะสม
5. ค่าเฉลี่ยด้านการวัดและประเมินผล	5	4	5	5	5	4.80	เหมาะสม
เฉลี่ยรวมทุกด้าน						4.90	เหมาะสม

ตารางภาคผนวก ค-6 ค่าความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ ที่ 4 เรื่อง การแก้สมการโดยใช้สมบัติการเท่ากัน โดยใช้รูปแบบสืบเสาะหาความรู้ 5Es ร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหาของโพลยา ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญคนที่					เฉลี่ย	แปลผล
	1	2	3	4	5		
1. ค่าเฉลี่ยด้านจุดประสงค์การเรียนรู้	5	5	5	5	5	5	เหมาะสม
2. ค่าเฉลี่ยด้านสาระการเรียนรู้	5	5	5	5	5	5	เหมาะสม
3. ค่าเฉลี่ยด้านกิจกรรมการเรียนรู้	5	5	5	5	5	5	เหมาะสม
4. ค่าเฉลี่ยด้านสื่อการเรียนรู้	5	4	5	5	5	4.80	เหมาะสม
5. ค่าเฉลี่ยด้านการวัดและประเมินผล	5	3	5	5	5	4.60	เหมาะสม
เฉลี่ยรวมทุกด้าน						4.88	เหมาะสม

ตารางภาคผนวก ค-7 ค่าความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ ที่ 3 เรื่อง การเขียนสมการแทนโจทย์ปัญหา โดยใช้รูปแบบสืบเสาะหาความรู้ 5Es ร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหาของโพลยา ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญคนที่					เฉลี่ย	แปลผล
	1	2	3	4	5		
1. ค่าเฉลี่ยด้านจุดประสงค์การเรียนรู้	5	5	5	5	5	5	เหมาะสม
2. ค่าเฉลี่ยด้านสาระการเรียนรู้	5	5	5	5	5	5	เหมาะสม
3. ค่าเฉลี่ยด้านกิจกรรมการเรียนรู้	5	5	5	5	5	5	เหมาะสม
4. ค่าเฉลี่ยด้านสื่อการเรียนรู้	5	5	5	5	5	5	เหมาะสม
5. ค่าเฉลี่ยด้านการวัดและประเมินผล	5	5	5	5	5	5	เหมาะสม
เฉลี่ยรวมทุกด้าน						5	เหมาะสม

ตารางภาคผนวก ค-8 ค่าความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ ที่ 4 เรื่อง การประยุกต์สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวเกี่ยวกับจำนวน โดยใช้รูปแบบสืบเสาะหาความรู้ 5Es ร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหาของโพลยาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญคนที่					เฉลี่ย	แปลผล
	1	2	3	4	5		
1. ค่าเฉลี่ยด้านจุดประสงค์การเรียนรู้	5	5	5	5	5	5	เหมาะสม
2. ค่าเฉลี่ยด้านสาระการเรียนรู้	5	5	5	5	5	5	เหมาะสม
3. ค่าเฉลี่ยด้านกิจกรรมการเรียนรู้	5	5	5	5	5	5	เหมาะสม
4. ค่าเฉลี่ยด้านสื่อการเรียนรู้	5	5	5	5	5	5	เหมาะสม
5. ค่าเฉลี่ยด้านการวัดและประเมินผล	5	5	5	5	5	5	เหมาะสม
เฉลี่ยรวมทุกด้าน						5	เหมาะสม

ตารางภาคผนวก ค-9 ค่าความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ ที่ 3 เรื่อง การประยุกต์สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวเกี่ยวกับอายุ โดยใช้รูปแบบสืบเสาะหาความรู้ 5Es ร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหาของโพลยาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญคนที่					เฉลี่ย	แปลผล
	1	2	3	4	5		
1. ค่าเฉลี่ยด้านจุดประสงค์การเรียนรู้	5	5	5	5	5	5	เหมาะสม
2. ค่าเฉลี่ยด้านสาระการเรียนรู้	5	5	5	5	5	5	เหมาะสม
3. ค่าเฉลี่ยด้านกิจกรรมการเรียนรู้	5	5	5	5	5	5	เหมาะสม
4. ค่าเฉลี่ยด้านสื่อการเรียนรู้	5	5	5	5	5	5	เหมาะสม
5. ค่าเฉลี่ยด้านการวัดและประเมินผล	5	5	5	5	5	5	เหมาะสม
เฉลี่ยรวมทุกด้าน						5	เหมาะสม

ตารางภาคผนวก ค-10 ค่าความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ ที่ 4 เรื่อง การประยุกต์สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวเกี่ยวกับเวลา ระยะทาง อัตราเร็ว โดยใช้รูปแบบสืบเสาะหาความรู้ 5Es ร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหาของโพลยาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญคนที่					เฉลี่ย	แปลผล
	1	2	3	4	5		
1. ค่าเฉลี่ยด้านจุดประสงค์การเรียนรู้	5	5	5	5	5	5	เหมาะสม
2. ค่าเฉลี่ยด้านสาระการเรียนรู้	5	5	5	5	5	5	เหมาะสม
3. ค่าเฉลี่ยด้านกิจกรรมการเรียนรู้	5	5	5	5	5	5	เหมาะสม
4. ค่าเฉลี่ยด้านสื่อการเรียนรู้	5	5	5	5	5	5	เหมาะสม
5. ค่าเฉลี่ยด้านการวัดและประเมินผล	5	5	5	5	5	5	เหมาะสม
เฉลี่ยรวมทุกด้าน						5	เหมาะสม

ตารางภาคผนวก ค-11 ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของผู้เชี่ยวชาญระหว่าง
แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ กับ
จุดประสงค์การเรียนรู้

ข้อที่	ความเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					IOC	แปลความหมาย
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5		
1	1	1	1	1	0	0.8	เหมาะสม
2	1	1	1	1	0	0.8	เหมาะสม
3	1	1	1	1	0	0.8	เหมาะสม
4	1	1	1	1	0	0.8	เหมาะสม
5	1	1	1	1	0	0.8	เหมาะสม
6	1	1	1	1	0	0.8	เหมาะสม
7	1	1	1	1	0	0.8	เหมาะสม
8	1	1	1	1	0	0.8	เหมาะสม
9	1	1	1	1	0	0.8	เหมาะสม
10	1	1	1	1	0	0.8	เหมาะสม
11	1	1	1	1	0	0.8	เหมาะสม
12	1	1	1	1	0	0.8	เหมาะสม
13	1	1	1	1	0	0.8	เหมาะสม
14	1	1	1	1	0	0.8	เหมาะสม
15	1	1	1	1	0	0.8	เหมาะสม

ตารางภาคผนวก ค-12 ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของผู้เชี่ยวชาญระหว่าง
แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน กับจุดประสงค์การเรียนรู้

ข้อที่	ความเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					IOC	แปลความหมาย
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5		
1	1	1	1	1	1	1	เหมาะสม
2	1	1	1	1	1	1	เหมาะสม
3	1	1	1	1	1	1	เหมาะสม
4	1	1	1	1	-1	0.6	เหมาะสม
5	1	1	1	1	1	1	เหมาะสม
6	1	1	1	1	1	1	เหมาะสม
7	1	1	1	1	1	1	เหมาะสม
8	1	1	1	1	1	1	เหมาะสม
9	1	1	1	1	1	1	เหมาะสม
10	1	1	1	1	1	1	เหมาะสม
11	1	1	1	1	1	1	เหมาะสม
12	1	1	1	1	1	1	เหมาะสม
13	1	1	1	1	1	1	เหมาะสม
14	1	1	1	1	-1	0.6	เหมาะสม
15	1	1	1	1	0	0.8	เหมาะสม
16	1	1	1	1	0	0.8	เหมาะสม
17	1	1	1	1	1	1	เหมาะสม
18	1	1	1	1	1	1	เหมาะสม
19	1	1	1	1	1	1	เหมาะสม
20	1	1	1	1	1	1	เหมาะสม
21	1	1	1	1	1	1	เหมาะสม
22	1	1	1	1	1	1	เหมาะสม
23	1	1	1	1	0	0.8	เหมาะสม
24	1	1	1	1	0	0.8	เหมาะสม

ตารางภาคผนวก ค-12 (ต่อ)

ข้อที่	ความเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					IOC	แปลความหมาย
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5		
25	1	1	1	1	0	0.8	เหมาะสม
26	1	1	1	1	0	0.8	เหมาะสม
27	1	1	1	1	0	0.8	เหมาะสม
28	1	1	1	1	0	0.8	เหมาะสม
29	1	1	1	1	0	0.8	เหมาะสม
30	1	1	1	1	0	0.8	เหมาะสม
31	1	1	1	1	1	1	เหมาะสม
32	1	1	1	1	1	1	เหมาะสม
33	1	1	1	1	1	1	เหมาะสม
34	1	1	1	1	1	1	เหมาะสม
35	1	1	1	1	-1	0.6	เหมาะสม
36	1	1	1	1	-1	0.6	เหมาะสม
37	1	1	1	1	1	1	เหมาะสม
38	1	1	1	1	1	1	เหมาะสม
39	1	1	1	1	1	1	เหมาะสม
40	1	1	1	1	1	1	เหมาะสม

ตารางภาคผนวก ค-13 ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของผู้เชี่ยวชาญระหว่าง
แบบวัดเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1
กับวัตถุประสงค์

ข้อที่	ความเห็นของผู้เชี่ยวชาญคนที่					IOC	แปลความหมาย
	1	2	3	4	5		
1. ด้านความรู้							
1.1 วิชาคณิตศาสตร์ช่วยทำให้ฉันเป็นคนคิดมีเหตุมีผล และความรอบคอบ	1	1	1	1	1	1	เหมาะสม
1.2 ฉันเรียนคณิตศาสตร์แล้วฉันสามารถแก้ปัญหาเกี่ยวกับคณิตศาสตร์ได้ด้วยตนเอง	1	1	1	1	1	1	เหมาะสม
1.3 วิชาคณิตศาสตร์ช่วยพัฒนาสมอง	1	1	1	1	1	1	เหมาะสม
1.4 ฉันสามารถนำความรู้ที่ได้ไปประยุกต์ใช้ในการประกอบอาชีพได้	1	1	1	1	1	1	เหมาะสม
1.5 ฉันไม่สามารถเชื่อมโยงความรู้ที่ได้เรียนมากับความรู้ใหม่ที่ได้รับ	1	1	1	1	1	1	เหมาะสม
1.6 ฉันมีความเข้าใจเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์เป็นอย่างดี	1	1	1	1	1	1	เหมาะสม
1.7 วิชาคณิตศาสตร์เป็นวิชาที่มีกระบวนการที่ยุ่งยาก ซับซ้อน ไม่สามารถนำไปใช้จริงในชีวิตประจำวันได้	1	1	1	1	1	1	เหมาะสม
1.8 ทุกครั้งที่ฉันเรียนฉันไม่เข้าใจเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์เลย	1	1	1	1	1	1	เหมาะสม
1.9 ฉันมักจะลืมเนื้อหา ความรู้ที่ฉันเคยเรียนมาเสมอ	1	1	1	1	1	1	เหมาะสม
1.10 ฉันชอบคิด หาวิธีการแก้โจทย์ปัญหาที่แตกต่างจากเพื่อน และคุณครูได้เป็นอย่างดี	1	1	1	1	1	1	เหมาะสม

ตารางภาคผนวก ค-13 (ต่อ)

ข้อที่	ความเห็นของผู้เชี่ยวชาญคนที่					IOC	แปลความหมาย
	1	2	3	4	5		
1.11 ความรู้ที่ฉันได้รับ ฉันไม่สามารถบอกต่อแก่เพื่อนๆได้	1	1	1	1	1	1	เหมาะสม
1.12 ฉันไม่มีความเข้าใจในกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์	1	1	1	1	1	1	เหมาะสม
2. ด้านความรู้สึก 2.1 ฉันชื่นชอบวิชาคณิตศาสตร์	1	1	1	1	1	1	เหมาะสม
2.2 ฉันเรียนวิชาคณิตศาสตร์แล้วทำให้ฉันมีความสุข	1	1	1	1	1	1	เหมาะสม
2.3 วิชาคณิตศาสตร์เป็นวิชาที่น่าเบื่อ	1	1	1	1	1	1	เหมาะสม
2.4 ฉันไม่ชอบเมื่อถูกครูถามในชั่วโมงคณิตศาสตร์	1	1	1	1	1	1	เหมาะสม
2.5 ฉันเรียนคณิตศาสตร์แล้วทำให้ฉันเครียด	1	1	1	1	1	1	เหมาะสม
2.6 ฉันคิดว่าวิชาคณิตศาสตร์เป็นวิชาที่เรียนแล้วสนุก	1	1	1	1	1	1	เหมาะสม
2.7 ฉันชอบทำกิจกรรมหรือแบบฝึกหัดคณิตศาสตร์	1	1	1	1	1	1	เหมาะสม
2.8 ฉันไม่สนุกกับกิจกรรมที่ครูจัดขึ้น	1	1	1	1	1	1	เหมาะสม
2.9 ฉันภูมิใจที่ฉันสามารถแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้ด้วยตนเอง	1	1	1	1	1	1	เหมาะสม
2.10 ฉันไม่ชอบทำแบบฝึกหัดคณิตศาสตร์ด้วยตนเอง	1	1	1	1	1	1	เหมาะสม
2.11 ฉันชอบให้โรงเรียนจัดกิจกรรมและโครงงานที่เกี่ยวกับคณิตศาสตร์	1	1	1	1	1	1	เหมาะสม
2.12 ฉันรู้สึกเบื่อหน่ายทุกครั้งที่ฉันเรียนวิชาคณิตศาสตร์	1	1	1	1	1	1	เหมาะสม

ตารางภาคผนวก ค-13 (ต่อ)

ข้อที่	ความเห็นของผู้เชี่ยวชาญคนที่					IOC	แปลความหมาย
	1	2	3	4	5		
3. ด้านการกระทำหรือ พฤติกรรม							
3.1 ฉันมักจะเข้าร่วมกิจกรรมเกี่ยวกับวิชาคณิตศาสตร์เสมอ	1	1	1	1	1	1	เหมาะสม
3.2 ฉันจะศึกษาความรู้เกี่ยวกับคณิตศาสตร์เพิ่มเติมหลังจากเรียนจากครู	1	1	1	1	1	1	เหมาะสม
3.3 เมื่อฉันไม่เข้าใจฉันจะถามครู เพื่อให้เกิดความเข้าใจ	1	1	1	1	1	1	เหมาะสม
3.4 ฉันไม่ศึกษาความรู้เพิ่มเติม คอยให้ครูสอนหรืออธิบายเท่านั้น	1	1	1	1	1	1	เหมาะสม
3.5 ฉันจะแนะนำคนอื่น ๆ ให้เห็นความสำคัญของคณิตศาสตร์	1	1	1	1	1	1	เหมาะสม
3.6 ฉันจะเลี่ยงที่จะถามครู เมื่อฉันไม่เข้าใจ	1	1	1	1	1	1	เหมาะสม
3.7 ฉันทำแบบฝึกหัดคณิตศาสตร์ไม่ได้ ฉันจะให้เพื่อนอธิบาย	1	1	1	1	1	1	เหมาะสม
3.8 เมื่อฉันทำแบบฝึกหัดไม่ได้ ฉันจะหยุดทำทันที	1	1	1	1	1	1	เหมาะสม
3.9 เมื่อครูมอบหมายงานฉันจะรีบลงมือทำทันที	1	1	1	1	1	1	เหมาะสม
3.10 ฉันไม่สนใจ เมื่อครูอธิบายเพิ่มเติมนอกเวลาเรียน	1	1	1	1	1	1	เหมาะสม
3.11 ฉันให้ความร่วมมือกับเพื่อนภายในกลุ่ม	1	1	1	1	1	1	เหมาะสม
3.12 ฉันจะไม่พยามยามทำแบบทดสอบวิชาคณิตศาสตร์ให้ดีที่สุดทุกครั้ง	1	1	1	1	1	1	เหมาะสม

ตารางภาคผนวก ค-14 ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของผู้เชี่ยวชาญระหว่างแบบวัดเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 กับวัตถุประสงค์ รวมด้าน

รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญคนที่					รวม	IOC	หมายเหตุ
	1	2	3	4	5			
รวมด้านความรู้	1	0.83	1	1	1	4.83	0.97	เหมาะสม
รวมด้านความรู้สึก	1	1	1	1	1	5	1	เหมาะสม
รวมด้านการกระทำหรือพฤติกรรม	1	1	1	1	1	5	1	เหมาะสม

ตารางภาคผนวก ค-15 แสดง ค่าความยากง่าย (*P*) และค่าอำนาจจำแนก (*r*) ของแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

ข้อ	ระดับคุณภาพของข้อสอบ		สรุป
	ความยากง่าย (*P*)	อำนาจจำแนก (*r*)	
1	0.73	0.40	ใช้ได้
2	0.73	0.13	ใช้ไม่ได้
3	0.67	0.40	ใช้ได้
4	0.60	0.53	ใช้ได้
5	0.73	0.27	ใช้ได้
6	0.60	0.27	ใช้ได้
7	0.70	0.47	ใช้ได้
8	0.37	0.20	ใช้ได้
9	0.57	0.60	ใช้ได้
10	0.40	0.27	ใช้ได้
11	0.67	0.53	ใช้ได้
12	0.57	0.33	ใช้ได้
13	0.53	0.53	ใช้ได้
14	0.47	0.13	ใช้ไม่ได้
15	0.47	0.53	ใช้ได้

ตารางภาคผนวก ค-16 ค่าความยากง่าย (*P*) และค่าอำนาจจำแนก (*r*) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ข้อ	ระดับคุณภาพของข้อสอบ		สรุป	ข้อ	ระดับคุณภาพของข้อสอบ		สรุป
	ความยากง่าย (*P*)	อำนาจจำแนก (*r*)			ความยากง่าย (*P*)	อำนาจจำแนก (*r*)	
1	0.93	0.20	ใช้ได้	21	0.80	0.60	ใช้ได้
2	0.90	0.30	ใช้ได้	22	0.30	0.30	ใช้ได้
3	0.80	0.60	ใช้ได้	23	0.60	0.30	ใช้ได้
4	0.60	0.45	ใช้ได้	24	0.63	0.50	ใช้ได้
5	0.73	0.35	ใช้ได้	25	0.63	0.20	ใช้ได้
6	0.80	0.30	ใช้ได้	26	0.67	0.25	ใช้ได้
7	0.70	0.45	ใช้ได้	27	0.70	0.45	ใช้ได้
8	0.80	0.45	ใช้ได้	28	0.77	0.40	ใช้ได้
9	0.73	0.35	ใช้ได้	29	0.57	0.40	ใช้ได้
10	0.80	0.60	ใช้ได้	30	0.77	0.25	ใช้ได้
11	0.73	0.50	ใช้ได้	31	0.57	0.25	ใช้ได้
12	0.77	0.55	ใช้ได้	32	0.67	0.25	ใช้ได้
13	0.63	0.80	ใช้ได้	33	0.67	0.40	ใช้ได้
14	0.70	0.60	ใช้ได้	34	0.77	0.25	ใช้ได้
15	0.63	0.65	ใช้ได้	35	0.67	0.25	ใช้ได้
16	0.63	0.50	ใช้ได้	36	0.70	0.45	ใช้ได้
17	0.70	0.60	ใช้ได้	37	0.77	0.25	ใช้ได้
18	0.87	0.40	ใช้ได้	38	0.77	0.40	ใช้ได้
19	0.67	0.25	ใช้ได้	39	0.57	0.25	ใช้ได้
20	0.67	0.55	ใช้ได้	40	0.70	0.45	ใช้ได้

ตารางภาคผนวก ค-16 ค่าความเชื่อมั่นของแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ทั้งฉบับ

Case Processing Summary

		N	%
Cases	Valid	30	100.0
	Excluded[a]	0	.0
	Total	30	100.0

a. Listwise deletion based on all variables in the procedure.

Reliability Statistics

Cronbach's Alpha	N of Items
.705	15

ตารางภาคผนวก ค-17 ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทั้งฉบับ

Reliability

Correlations

		G1	G2
G1	Pearson Correlation	1	.863**
	Sig. (2-tailed)		.000
	N	30	30
G2	Pearson Correlation	.863**	1
	Sig. (2-tailed)	.000	
	N	30	30

ตารางภาคผนวก ค-18 ค่าความเชื่อมั่นของแบบเจตคติต่ออวิชาคณิตศาสตร์ทั้งฉบับ

Case Processing Summary

		N	%
Cases	Valid	30	100.0
	Excluded[a]	0	.0
	Total	30	100.0

Cronbach's Alpha	N of Items
.945	40

ตารางภาคผนวก ค-19 ค่า *t*-test for One sample สำหรับเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวที่ใช้รูปแบบสืบเสาะหาความรู้ 5Es ร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหาของโพลยากับเกณฑ์ร้อยละ 70

One-Sample Statistics

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
คะแนนรวม	43	46.4884	3.39728	.51808

One-Sample Test

	Test Value = 42					
					95% Confidence Interval of the Difference	
	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Lower	Upper
คะแนนรวม	8.663	42	.000	4.48837	3.4428	5.5339

ตารางภาคผนวก ค-20 ค่า *t*-test for One sample สำหรับเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ที่ใช้รูปแบบสืบเสาะหาความรู้ 5Es ร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหาของโพลยากับเกณฑ์ ร้อยละ 70

One-Sample Statistics

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
รวมครั้งแรก	43	14.6744	1.78247	.27182

One-Sample Test

Test Value = 14					
				95% Confidence Interval of the Difference	
t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Lower	
2.481	42	.017	.67442	.1259	

ตารางภาคผนวก ค-21 แสดงค่า t-test for Dependent เปรียบเทียบความคงทนในการเรียนรู้ ของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังจากทดสอบหลังเรียนแล้ว 2 สัปดาห์

Paired Samples Statistics

Mean	N	Std. Deviation	Std. Error Mean
14.6744	43	1.78247	.27182
14.1163	43	1.45093	.22127

Paired Samples Test

	Paired Differences				
	95% Confidence Interval of the Difference				
	Upper	t	df	Sig. (2-tailed)	
Pair 1 รวมครั้งแรก - รวมครั้งสอง	1.08395	2.142	42	.038	

ภาคผนวก ง

1. คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
2. คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
3. คะแนนความคงทนในการเรียนรู้
4. คะแนนแบบวัดเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์

ตารางภาคผนวก ง-1 คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

คนที่	คะแนน
1	45
2	44
3	46
4	43
5	38
6	51
7	48
8	48
9	46
10	51
11	44
12	43
13	51
14	50
15	50
16	45
17	48
18	50
19	49
20	46
21	50
22	52
23	50
24	50
25	44
26	51
27	46

ตารางภาคผนวก ง-1 (ต่อ)

คนที่	คะแนน
28	44
29	45
30	46
31	48
32	44
33	46
34	40
35	51
36	48
37	43
38	45
39	44
40	41
41	49
42	42
43	44
คะแนนเฉลี่ย	46.48
ร้อยละ	77.47

ตารางภาคผนวก ง-2 คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

คนที่	คะแนน
1	16
2	15
3	18
4	17
5	14
6	15
7	17
8	16
9	15
10	14
11	16
12	13
13	15
14	14
15	13
16	15
17	16
18	13
19	11
20	13
21	14
22	14
23	16
24	13
25	11
26	16
27	15

ตารางภาคผนวก ง-2 (ต่อ)

คนที่	คะแนน
28	15
29	11
30	14
31	19
32	14
33	15
34	15
35	16
36	14
37	15
38	17
39	14
40	14
41	15
42	15
43	16
คะแนนเฉลี่ย	14.67
ร้อยละ	73.37

ตารางภาคผนวก ง-3 คะแนนความคงทนในการเรียนรู้

คนที่	คะแนน
1	14
2	13
3	16
4	15
5	14
6	15
7	14
8	14
9	13
10	12
11	15
12	15
13	13
14	14
15	15
16	17
17	15
18	14
19	13
20	11
21	12
22	16
23	13
24	14

ตารางภาคผนวก ง-3 (ต่อ)

คนที่	คะแนน
25	12
26	14
27	14
28	13
29	14
30	12
31	18
32	15
33	16
34	13
35	14
36	16
37	13
38	15
39	13
40	15
41	16
42	13
43	14
คะแนนเฉลี่ย	14.12
ร้อยละ	70.58

ตารางภาคผนวก ง-4 คะแนนแบบวัดเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์

คนที่	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1	5	5	5	1	1	2	5	5	1	5	1	2	5	5	2	2	2	5	2	2
2	4	5	5	4	3	3	2	4	2	3	2	3	4	4	2	1	2	5	1	2
3	5	5	2	2	2	2	2	5	2	3	2	2	5	4	5	2	2	4	1	5
4	5	5	5	2	1	1	5	5	5	5	1	1	4	4	5	1	1	4	1	1
5	5	5	5	4	2	3	5	5	2	3	3	2	5	5	5	5	2	5	2	1
6	4	5	5	3	2	2	4	5	2	4	2	3	5	5	5	4	2	5	1	1
7	4	5	5	1	2	1	5	4	2	4	2	2	5	4	5	1	1	5	1	1
8	4	4	4	1	1	2	2	5	2	3	2	2	4	4	4	4	2	4	1	2
9	5	5	5	3	2	3	2	5	1	3	2	3	4	5	5	2	2	4	1	2
10	5	5	5	3	2	2	5	4	2	3	2	2	5	5	5	2	1	5	2	1
11	5	5	4	2	2	2	1	5	1	3	2	2	4	5	4	2	1	4	1	2
12	5	4	4	2	3	2	2	4	1	5	3	2	5	1	4	2	3	3	2	2
13	4	4	4	1	2	2	2	4	1	4	3	2	4	4	4	1	1	2	1	1
14	4	4	5	2	2	2	2	5	1	3	2	3	2	4	5	4	3	5	1	1
15	5	5	5	1	1	2	5	5	1	5	1	2	5	5	2	2	2	5	2	2

ตารางภาคผนวก ง-4 (ต่อ)

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

ตารางภาคผนวก ง-4 (ต่อ)

คนที่	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
31	4	3	4	2	2	2	4	4	4	3	2	3	4	4	4	1	2	3	2	5
32	4	4	3	2	2	2	4	4	2	4	4	3	5	2	2	1	3	2	2	1
33	4	4	3	2	3	2	4	3	3	4	4	3	3	3	3	1	2	4	3	1
34	4	3	3	1	2	2	4	3	3	3	3	2	5	4	3	2	2	4	2	2
35	4	3	3	5	2	5	4	4	1	2	4	3	4	2	3	4	2	3	3	2
36	3	3	3	1	3	2	2	3	3	4	3	2	3	2	4	1	2	3	2	1
37	4	2	2	2	3	3	3	4	2	4	3	3	3	2	4	2	1	3	2	1
38	5	5	5	2	1	1	4	5	5	5	1	1	4	4	5	1	1	4	1	1
39	4	4	5	1	1	1	4	5	2	4	1	1	4	4	5	1	1	4	1	1
40	4	4	3	3	2	3	3	4	2	4	3	3	5	3	4	2	2	4	3	3
41	4	2	3	2	2	2	4	4	3	3	5	5	3	2	3	2	2	4	2	2
42	5	4	3	1	3	1	3	3	1	4	1	1	5	3	3	4	1	3	1	2
43	3	3	2	2	2	2	1	4	3	3	1	4	3	2	4	2	1	4	1	5