

การพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลและ  
ฟังก์ชันลอการิทึม โดยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยวิธีการสอนแบบแลกเปลี่ยนบทบาท  
และใช้กระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

กัลยาณี หนูพัด

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา

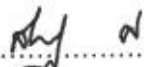
คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา

สิงหาคม 2559

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยบูรพา

คณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์และคณะกรรมการการสอบวิทยานิพนธ์ ได้พิจารณา  
วิทยานิพนธ์ของ กัลยาณี หนูพัด ฉบับนี้แล้ว เห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตาม  
หลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา ของมหาวิทยาลัยบูรพาได้

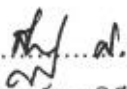
คณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์


..........อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก  
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สินีนางู ศรีมงคล)

..........อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม  
(ดร.จุฑาทพร เนียมวงษ์)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

..........ประธาน  
(ดร.ภัทรวดี หาดแก้ว)

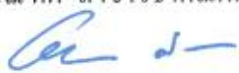
..........กรรมการ  
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สินีนางู ศรีมงคล)

..........กรรมการ  
(ดร.จุฑาทพร เนียมวงษ์)

..........กรรมการ  
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สาธินี เลิศประไพ)

..........กรรมการ  
(รองศาสตราจารย์ ดร.เวชฤทธิ์ อังคะนักษัตร)

คณะวิทยาศาสตร์อนุมัติให้รับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตาม  
หลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา ของมหาวิทยาลัยบูรพา

..........คณบดีคณะวิทยาศาสตร์  
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เอกรัฐ ศรีสุข)

วันที่.....31.....เดือน สิงหาคม.....พ.ศ.2559

## กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จได้ด้วยความอนุเคราะห์จาก ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สินีนาฏ ศรีมงคล อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก ดร.จุฑาพร เนียมวงษ์ อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม ที่กรุณาให้คำปรึกษาด้วยความเอาใจใส่เสมอมา รวมถึงแนะนำแนวทางที่เป็นประโยชน์ในการทำวิจัยอย่างดียิ่ง ตลอดจนแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ ด้วยความละเอียดถี่ถ้วน ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งเป็นอย่างยิ่ง จึงขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้

ขอขอบพระคุณ ดร.ภัทรวดี หาดแก้ว ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สาธิตี เลิศประไพ และรองศาสตราจารย์ ดร.เวชฎุทธิ์ อังคะภักทรจจร กรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ที่กรุณาให้ความรู้และคำปรึกษา ทำให้งานวิจัยมีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขอขอบพระคุณ ดร.ธ.ธง พวงสุวรรณ ผู้ช่วยอธิการบดี มหาวิทยาลัยศรีปทุม วิทยาเขตชลบุรี ศึกษานิเทศก์นันทยา เศรษฐจิตต์ ศึกษานิเทศก์กลุ่มนิเทศ ติดตามและประเมินผลการจัดการศึกษา สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 17 คุณครูบุญล้อม ภิรมย์ภักดี คุณครูอชิธา หาดอ้าน คุณครูโรงเรียนเขาสมิงวิทยาคม “จงจินต์รุจิรวงศ์อุปถัมภ์” และคุณครูสุวิมล สุขสวัสดิ์ คุณครูโรงเรียนคลองใหญ่วิทยาคม ที่ให้ความอนุเคราะห์ตรวจสอบเครื่องมือและให้คำแนะนำแก้ไขเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยให้มีคุณภาพ นอกจากนี้ ยังได้รับความอนุเคราะห์จากท่านผู้อำนวยการโรงเรียนคลองใหญ่วิทยาคม ตลอดจนเพื่อนครูและนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2558 ที่ให้ความร่วมมือเป็นอย่างดีในการเก็บรวบรวมข้อมูลที่ใช้ในการวิจัย ทำให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จได้ด้วยดี

ขอกราบขอบพระคุณ คุณพ่อบุดดี คุณแม่สมบูรณ์ หนูพัด และน้องสาว ที่ให้กำลังใจและสนับสนุนผู้วิจัยเสมอมา

คุณค่าและประโยชน์ของวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ผู้วิจัยขอมอบเป็นกตัญญูคุณเวทิตาแต่บุพการี บุรพจารย์ และผู้มีพระคุณทุกท่านทั้งในอดีตและปัจจุบัน ที่ทำให้ข้าพเจ้าเป็นผู้มีการศึกษา และประสบความสำเร็จมาตราบนานเท่าทุกวันนี้

กัลยาณี หนูพัด

55990041: สาขาวิชา: คณิตศาสตร์ศึกษา; วท.ม. (คณิตศาสตร์ศึกษา)

คำสำคัญ: ปัญหาทางคณิตศาสตร์ / ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ / การสอนแบบแลกเปลี่ยนบทบาท / กระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

กัลยาณี หนูพุด: การพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลและฟังก์ชันลอการิทึม โดยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยวิธีการสอนแบบแลกเปลี่ยนบทบาทและใช้กระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 (A DEVELOPMENT OF MATHEMATICAL PROBLEM - SOLVING ABILITY ON EXPONENTIAL AND LOGARITHM FUNCTION BY RECIPROCAL TEACHING AND PROBLEM - SOLVING STRATEGIES FOR MATHAYOMSUKSA 5 STUDENTS)

คณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์: สนิทนาฏ ศรีมงคล, Ph.D., จุฑาทพร เนียมวงษ์, Ph.D. 355 หน้า. ปี พ.ศ. 2559.

การวิจัยในครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) เปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ 2) เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ 3) ศึกษาแนวคิดในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และ 4) ศึกษาความเชื่อมั่นในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลและฟังก์ชันลอการิทึม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนด้วยวิธีการสอนแบบปกติกับวิธีการสอนแบบแลกเปลี่ยนบทบาท และใช้กระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย ในครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนคลองใหญ่ วิทยาคม อำเภอคลองใหญ่ จังหวัดตราด ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2558 จำนวน 2 ห้องเรียน จำนวน 91 คน ซึ่งได้มาโดยการสุ่มเลือกตัวอย่างแบบสองขั้นตอน ขั้นแรกคือสุ่มเลือกตัวอย่างแบบเกาะกลุ่ม (Cluster Random Sampling) จำนวน 2 ห้องเรียน จาก 3 ห้องเรียน และขั้นที่สองคือการสุ่มเลือกตัวอย่างอย่างง่าย (Simple Random Sampling) โดยการจับสลาก ซึ่งได้นักเรียนออกเป็นสองกลุ่ม คือ กลุ่มควบคุม 46 คน เรียนด้วยวิธีการสอนแบบปกติ และกลุ่มทดลอง 45 คน เรียนด้วยวิธีการสอนแบบแลกเปลี่ยนบทบาท และใช้กระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือ แผนการจัดการเรียนรู้โดยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยวิธีการสอนแบบแลกเปลี่ยนบทบาทและใช้กระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ แผนการจัดการเรียนรู้โดยจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยวิธีการสอนแบบปกติ แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ แบบสำรวจแนวคิดในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และแบบสอบถามความเชื่อมั่นในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้การทดสอบที และโปรแกรม R

ผลการวิจัยพบว่า 1) นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนด้วยวิธีการสอนแบบแลกเปลี่ยนบทบาท และใช้กระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ สูงกว่าวิธีการสอนแบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 2) นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนด้วยวิธีการสอนแบบแลกเปลี่ยนบทบาท และใช้กระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ สูงกว่าวิธีการสอนแบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 3) นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนด้วยวิธีการสอนแบบแลกเปลี่ยนบทบาท และใช้กระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และวิธีการสอนแบบปกติ มีแนวคิดในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับดี และ 4) นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนด้วยวิธีการสอนแบบแลกเปลี่ยนบทบาท และใช้กระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และวิธีการสอนแบบปกติ มีความเชื่อมั่นในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับสูง

55990041: MAJOR: MATHEMATICS EDUCATION: M.Sc. (MATHEMATICS EDUCATION)

KEYWORDS: MATHEMATICAL PROBLEMS / MATHEMATICAL PROBLEM – SOLVING ABILITY / RECIPROCAL TEACHING / PROBLEM – SOLVING STRATEGIES

KALLAYANEE NUPAD: A DEVELOPMENT OF MATHEMATICAL PROBLEM-SOLVING ABILITY ON EXPONENTIAL AND LOGARITHM FUNCTION BY RECIPROCAL TEACHING AND PROBLEM - SOLVING STRATEGIES FOR MATHAYOMSUKSA 5 STUDENTS. ADVISORY COMMITTEE: SINEENART SRIMONGKOL, Ph.D., JUTAPORN NEAMVONK, Ph.D. 355 P. 2016.

The purpose of this research were to study 1) mathematical problem - solving ability, 2) mathematical achievement, 3) problem – solving strategies and 4) confidence in problem – solving on exponential and logarithm function comparing between regular teaching with reciprocal teaching and using problem – solving strategies for mathayomsuksa 5 students. The sample consisted of 91 Mathayomsuksa 5 students of Khlongyaiwittayakom School Amphur Khlong Yai, Trad Province, in 1<sup>st</sup> semester of 2015 academic year, 2 classes with totally 91 students by Cluster Random Sampling. The sample was divided into 2 groups which were 46 students for control group and 45 students for the experimental group by Simple Random Sampling. The students in the experimental group were instructed by reciprocal teaching and problem – solving strategies while the students in the control group were instructed by regular teaching. The research instruments consisted of lesson plan which was constructed for reciprocal teaching and problem – solving strategies , lesson plan which was constructed for regular teaching, the mathematical ability Problem - Solving Test (PST), the Mathematical Achievement Test (MAT), the Problem – Solving Strategy Steps Survey (PSSSS), and the Problem – Solving Confidence Questionnaire (PSCQ). Data were analyzed using statistical  $t$  - test, with R computer software.

Results of the study were as follows:

1) The mathematical problem - solving ability of the students using reciprocal teaching and problem – solving strategies was higher than the regular teaching statistically significant in level 0.05.

2) The mathematical achievement of the students using reciprocal teaching and problem – solving strategies was higher than the regular teaching statistically significant in level 0.05.

3) The problem – solving strategy of the students using reciprocal teaching and problem – solving strategies, and regular teaching was in good level.

4) The problem – solving confidence questionnaire of the students using reciprocal teaching and problem – solving strategies, and regular teaching was in high level.

## สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	ฉ
สารบัญ.....	ช
สารบัญตาราง.....	ฉ
สารบัญภาพ.....	ณ
บทที่	
1 บทนำ.....	1
ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....	7
สมมติฐานของการวิจัย.....	8
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการวิจัย.....	8
กรอบแนวคิดการวิจัย.....	9
ขอบเขตของการวิจัย.....	9
นิยามศัพท์เฉพาะ.....	11
2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	14
หลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์.....	15
จุดมุ่งหมาย.....	15
สาระการเรียนรู้กลุ่มสาระคณิตศาสตร์.....	15
มาตรฐานการเรียนรู้.....	16
คุณภาพผู้เรียนเมื่อจบชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 .....	17
แผนการจัดการเรียนรู้.....	18
ความหมายของแผนการจัดการเรียนรู้.....	18
ความสำคัญของแผนการจัดการเรียนรู้.....	20
ขั้นตอนการเขียนแผนการจัดการเรียนรู้.....	21
องค์ประกอบของแผนการจัดการเรียนรู้.....	23
การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์.....	26
ความหมายของปัญหาและการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์.....	26



## สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
ความสำคัญของการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์.....	28
ประเภทของปัญหาทางคณิตศาสตร์.....	29
กระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์.....	31
การพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์.....	34
การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์.....	39
มาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัดเกี่ยวกับการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์.....	39
การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์.....	41
การประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์.....	48
งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการ แก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์.....	57
งานวิจัยในประเทศ.....	57
งานวิจัยต่างประเทศ.....	59
การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีสอนแบบแลกเปลี่ยนบทบาท (Reciprocal Teaching) .....	62
ความหมายของการสอนแบบแลกเปลี่ยนบทบาท.....	62
ขั้นตอนการสอนแบบแลกเปลี่ยนบทบาท.....	63
ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการสอนแบบแลกเปลี่ยนบทบาท.....	65
งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับวิธีสอนแบบแลกเปลี่ยนบทบาท.....	72
งานวิจัยในประเทศ.....	72
งานวิจัยต่างประเทศ.....	74
แบบสอบถามความเชื่อมั่นในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์.....	75
3 วิธีดำเนินการวิจัย.....	77
ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง.....	77
เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย.....	78
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	78

## สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
การสร้างและหาคุณภาพเครื่องมือ.....	79
แบบแผนการดำเนินการทดลอง.....	90
การเก็บรวบรวมข้อมูล.....	91
การวิเคราะห์ข้อมูล.....	93
สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล.....	94
4 ผลการวิจัย.....	103
สัญลักษณ์ที่ใช้ในการนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	103
ลำดับขั้นตอนในการนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	103
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	104
5 สรุปและอภิปรายผล.....	123
วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....	123
สมมติฐานของการวิจัย.....	123
สรุปผลการวิจัย.....	124
อภิปรายผล.....	124
ข้อเสนอแนะ.....	135
บรรณานุกรม.....	136
ภาคผนวก.....	142
ภาคผนวก ก.....	143
ภาคผนวก ข.....	153
ภาคผนวก ค.....	175
ภาคผนวก ง.....	207
ประวัติย่อของผู้วิจัย.....	354

## สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
1	ตัวชี้วัดของมาตรฐาน ค 6.1..... 39
2	ตัวอย่างที่ 1 เกณฑ์การให้คะแนนแบบวิเคราะห์..... 50
3	ตัวอย่างที่ 2 เกณฑ์การให้คะแนนแบบวิเคราะห์..... 50
4	ตัวอย่างเกณฑ์การให้คะแนนแบบองค์รวม..... 52
5	ตัวอย่างเกณฑ์การให้คะแนนกระบวนการ..... 54
6	เกณฑ์การประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์..... 56
7	กิจกรรมการเรียนรู้เรื่องฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลและฟังก์ชันลอการิทึม..... 80
8	การวิเคราะห์หลักสูตรเพื่อสร้างแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลและฟังก์ชันลอการิทึม..... 83
9	การวิเคราะห์หลักสูตรเพื่อสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลและฟังก์ชันลอการิทึม..... 85
10	เกณฑ์การประเมินและการแปลความหมายผลแนวคิดในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์..... 88
11	เกณฑ์การประเมินและการแปลความหมายผลการประเมินความเชื่อมั่นในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์..... 89
12	แบบแผนการดำเนินการทดลอง..... 90
13	การจัดกลุ่มของนักเรียนกลุ่มทดลอง..... 91
14	ผลการเปรียบเทียบคะแนนทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลและฟังก์ชันลอการิทึม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนด้วยวิธีการสอนแบบแลกเปลี่ยนบทบาท และใช้กระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์กับนักเรียนที่เรียนด้วยวิธีการสอนแบบปกติ..... 105
15	ผลการเปรียบเทียบคะแนนทดสอบวัดความสามารถด้านการทำความเข้าใจปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลและฟังก์ชันลอการิทึม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนด้วยวิธีการสอนแบบแลกเปลี่ยนบทบาทและใช้กระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์กับนักเรียนที่เรียนด้วยวิธีการสอนแบบปกติ..... 106

## สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้า
16 ผลการเปรียบเทียบคะแนนทดสอบความสามารถด้านการวางแผนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลและฟังก์ชันลอการิทึม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนด้วยวิธีการสอนแบบแลกเปลี่ยนบทบาท และใช้กระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ กับนักเรียนที่เรียนด้วยวิธีการสอนแบบปกติ.....	107
17 ผลการเปรียบเทียบคะแนนทดสอบความสามารถด้านการดำเนินการตามแผนเรื่อง ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลและฟังก์ชันลอการิทึม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนด้วยวิธีการสอนแบบแลกเปลี่ยนบทบาท และใช้กระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ กับนักเรียนที่เรียนด้วยวิธีการสอนแบบปกติ.....	107
18 ผลการเปรียบเทียบคะแนนทดสอบความสามารถด้านการตรวจสอบผลเรื่อง ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลและฟังก์ชันลอการิทึม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนด้วยวิธีการสอนแบบแลกเปลี่ยนบทบาท และใช้กระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ กับนักเรียนที่เรียนด้วยวิธีการสอนแบบปกติ.....	108
19 ผลการเปรียบเทียบคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลและฟังก์ชันลอการิทึม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนด้วยวิธีการสอนแบบแลกเปลี่ยนบทบาท และใช้กระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ กับนักเรียนที่เรียนด้วยวิธีการสอนแบบปกติ.....	110
20 ผลคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียน เรื่อง ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลและฟังก์ชันลอการิทึม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนด้วยวิธีการสอนแบบแลกเปลี่ยนบทบาท และใช้กระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ กับนักเรียนที่เรียนด้วยวิธีการสอนแบบปกติ.....	111
21 ผลการวิเคราะห์แนวคิดในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลและฟังก์ชันลอการิทึม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนด้วยวิธีการสอนแบบแลกเปลี่ยนบทบาท และใช้กระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์.....	112

## สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้า
22 ผลการวิเคราะห์แนวคิดในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียล และฟังก์ชันลอการิทึม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนด้วยวิธีการสอนแบบปกติ.....	115
23 ความเชื่อมั่นในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนด้วยวิธีการสอนแบบแลกเปลี่ยนบทบาทและใช้กระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์.....	117
24 ความเชื่อมั่นในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนด้วยวิธีการสอนแบบปกติ.....	119
25 ผลการเปรียบเทียบความเชื่อมั่นในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนด้วยวิธีการสอนแบบแลกเปลี่ยนบทบาทและกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์กับวิธีการสอนแบบปกติ.....	121
26 ผลการประเมินแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลและฟังก์ชันลอการิทึม โดยใช้วิธีการสอนแบบแลกเปลี่ยนบทบาท (Reciprocal Teaching) และใช้กระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์.....	154
27 ผลการประเมินแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลและฟังก์ชันลอการิทึม โดยใช้วิธีการสอนแบบปกติ.....	155
28 ผลการประเมินความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาของแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลและฟังก์ชันลอการิทึม.....	157
29 ค่าความยากง่ายและค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลและฟังก์ชันลอการิทึม.....	158
30 ค่าความยากง่าย ค่าอำนาจจำแนก และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลและฟังก์ชันลอการิทึม.....	158

## สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้า
31 ความแปรปรวนของคะแนนแต่ละข้อ และความแปรปรวนของคะแนนรวม ของแบบทดสอบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์.....	159
32 ผลการประเมินความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลและฟังก์ชันลอการิทึม.....	160
33 ค่าความยากง่ายและค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทาง การเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลและฟังก์ชันลอการิทึม.....	161
34 ค่าความยากง่าย ค่าอำนาจจำแนก และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัด ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลและ ฟังก์ชันลอการิทึม.....	162
35 ผลแสดงสัดส่วนจำนวนนักเรียนตอบถูกและตอบผิดของแบบทดสอบ วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์.....	163
36 ผลการประเมินความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาของแบบสำรวจแนวคิดในการแก้ปัญหา ทางคณิตศาสตร์.....	165
37 ค่าอำนาจจำแนก ( $t - test$ ) ของแบบสำรวจแนวคิดในการแก้ปัญหา ทางคณิตศาสตร์.....	166
38 ค่าอำนาจจำแนก ( $t - test$ ) และค่าความเชื่อมั่นของแบบสำรวจแนวคิดในการ แก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์.....	167
39 ความแปรปรวนของคะแนนแต่ละข้อ และความแปรปรวนของคะแนนรวม ของแบบสำรวจแนวคิดในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์.....	168
40 ผลการประเมินความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาของแบบสอบถามความเชื่อมั่น ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์.....	170
41 ค่าอำนาจจำแนก ( $t - test$ ) ของแบบสอบถามความเชื่อมั่นในการแก้ปัญหา ทางคณิตศาสตร์.....	171
42 ค่าอำนาจจำแนก ( $t - test$ ) และค่าความเชื่อมั่นของแบบสอบถาม ความเชื่อมั่นในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์.....	172

## สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้า
43 ความแปรปรวนของคะแนนแต่ละข้อ และความแปรปรวนของคะแนนรวมของแบบสอบถามความเชื่อมั่นในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์.....	173
44 คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลและฟังก์ชันลอการิทึม นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนด้วยวิธีการสอนแบบแลกเปลี่ยนบทบาท และใช้กระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ กับวิธีการสอนแบบปกติ.....	176
45 คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์( 4 ด้าน) เรื่อง ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลและฟังก์ชันลอการิทึม นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนด้วยวิธีการสอนแบบแลกเปลี่ยนบทบาท และใช้กระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์กับวิธีการสอนแบบปกติ.....	181
46 คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลและฟังก์ชันลอการิทึม นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนด้วยวิธีการสอนแบบแลกเปลี่ยนบทบาท และใช้กระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์กับวิธีการสอนแบบปกติ.....	194
47 คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียน เรื่อง ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลและฟังก์ชันลอการิทึม นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนด้วยวิธีการสอนแบบแลกเปลี่ยนบทบาท และใช้กระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ กับวิธีการสอนแบบปกติ.....	199
48 คะแนนเฉลี่ยความเชื่อมั่นในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนด้วยวิธีการสอนแบบแลกเปลี่ยนบทบาท และใช้กระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ กับวิธีการสอนแบบปกติ.....	204
49 ผลการประเมินพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนด้วยวิธีการสอนแบบแลกเปลี่ยนบทบาท และใช้กระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์...	206

## สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
1	ตัวแบบกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของ PISA..... 4
2	แนวโน้มคะแนนคณิตศาสตร์ของนักเรียนไทยจาก PISA 2000 ถึง PISA 2012..... 4
3	กรอบแนวคิดการวิจัย..... 9
4	กระบวนการแก้ปัญหาตามแนวคิดของโพลยา..... 32
5	กระบวนการแก้ปัญหาที่เป็นพลวัตตามแนวคิดของวิลสันและคณะ..... 33
6	ตัวอย่างปัญหาทางคณิตศาสตร์..... 125
7	ตัวอย่างขณะนักเรียนแลกเปลี่ยนบทบาทเป็นผู้ตั้งคำถาม..... 127
8	ตัวอย่างการตั้งคำถามจากใบกิจกรรมที่ 2 : ปัญหา “ตัวพ่อของวงการ”..... 127
9	ตัวอย่างการคาดการณ์ล่วงหน้าจากใบกิจกรรมที่ 2 : ปัญหา “ตัวพ่อของวงการ”..... 128
10	ตัวอย่างการสร้างความกระจ่างจากใบกิจกรรมที่ 2 : ปัญหา “ตัวพ่อของวงการ”..... 128
11	ตัวอย่างการสรุปจากใบกิจกรรมที่ 2 : ปัญหา “ตัวพ่อของวงการ”..... 129
12	ตัวอย่างการแก้ปัญหา ขั้นทำความเข้าใจปัญหาทางคณิตศาสตร์ จากใบกิจกรรมที่ 2 : ปัญหา “ตัวพ่อของวงการ”..... 129
13	ตัวอย่างการแก้ปัญหา ขั้นวางแผนแก้ปัญหา จากใบกิจกรรมที่ 2 : ปัญหา “ตัวพ่อของวงการ”..... 130
14	ตัวอย่างการแก้ปัญหา ขั้นดำเนินการตามแผน จากใบกิจกรรมที่ 2 : ปัญหา “ตัวพ่อของวงการ”..... 130
15	ตัวอย่างการแก้ปัญหา ขั้นตรวจสอบผล จากใบกิจกรรมที่ 2 : ปัญหา “ตัวพ่อของ วงการ”..... 130
16	ตัวอย่างการนำเสนอผลงานของกลุ่มในแต่ละบทบาท..... 131
17	แสดงรอยขีดเขียนในขณะที่ทำความเข้าใจปัญหา ..... 133



# บทที่ 1

## บทนำ

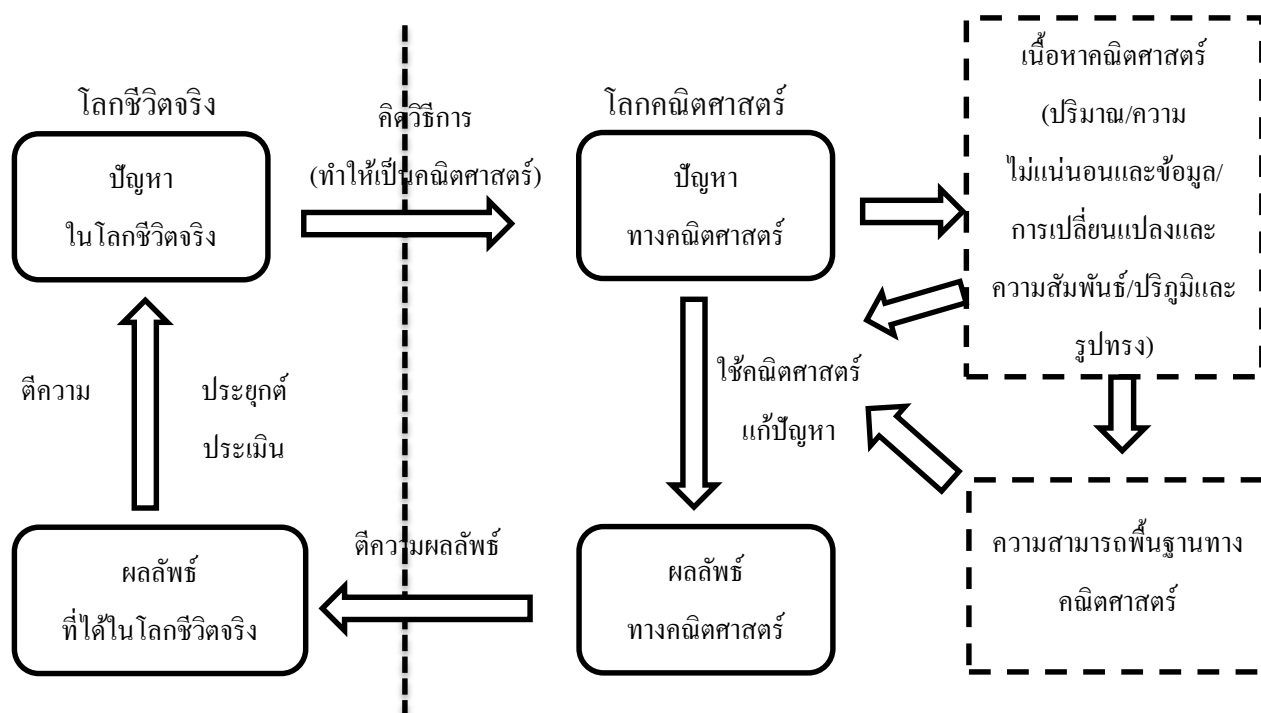
### ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

คณิตศาสตร์เป็นวิชาที่ว่าด้วยเหตุผล กระบวนการคิด และการแก้ปัญหา จึงช่วยเสริมสร้างให้นักเรียนเป็นคนมีเหตุผล มีการคิดอย่างมีวิจารณญาณ และคิดอย่างเป็นระบบ ตลอดจนมีทักษะการแก้ปัญหา สามารถวิเคราะห์ปัญหา และสถานการณ์ได้อย่างถี่ถ้วน รอบคอบ สามารถคาดการณ์ วางแผน ตัดสินใจ และแก้ปัญหาได้อย่างเหมาะสม ซึ่งเป็นประโยชน์ในชีวิตประจำวัน ยิ่งกว่านั้นคณิตศาสตร์ยังเป็นเครื่องมือสำคัญในการศึกษาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ตลอดทั้งศาสตร์อื่นๆ ทำให้ทุกวันนี้ได้มีการพัฒนาด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอย่างมากมาย ซึ่งที่ผ่านมามีการเรียนการสอน ทำให้นักเรียนมีความรู้ความเข้าใจในเนื้อหา คณิตศาสตร์เป็นอย่างดี แต่นักเรียนจำนวนไม่น้อย ที่ยังขาดความสามารถด้านการแก้ปัญหา ด้านการแสดงหรือการอ้างเหตุผล การสื่อสารหรือการนำเสนอแนวคิดทางคณิตศาสตร์ การเชื่อมโยงระหว่างคณิตศาสตร์กับสถานการณ์ต่างๆ และความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ ปัญหาเหล่านี้ทำให้นักเรียนไม่สามารถนำความรู้คณิตศาสตร์ไปประยุกต์ในชีวิตประจำวันและในการศึกษาต่อได้อย่างมีประสิทธิภาพ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2555ข, หน้า 1)

เพื่อให้การเรียนการสอนคณิตศาสตร์มีประสิทธิภาพตามเป้าหมายของการศึกษาแห่งพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 ได้ให้ความสำคัญกับแนวทางในการจัดกระบวนการเรียนรู้สำหรับให้สถานศึกษาและหน่วยงานที่เกี่ยวข้องดำเนินการตามเป็นการเฉพาะ โดยกำหนดไว้ในมาตรา 24 หมวดที่ 4 ว่าด้วยการจัดกระบวนการเรียนรู้ ซึ่งมีจุดเน้นบางประการ คือ ฝึกทักษะกระบวนการคิด การจัดการ การเผชิญสถานการณ์ และการประยุกต์ความรู้มาใช้เพื่อป้องกันและแก้ไขปัญหา และจัดกิจกรรมให้ผู้เรียนได้เรียนรู้จากประสบการณ์จริง ฝึกการปฏิบัติให้คิดเป็น ทำเป็นรักการอ่านและเกิดการใฝ่รู้อย่างต่อเนื่อง (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ, 2542, หน้า 13) หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ได้สนับสนุนการจัดกระบวนการเรียนรู้ที่มีลักษณะดังกล่าว โดยการกำหนดกรอบสาระ มาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัดชั้นปีสำหรับคณิตศาสตร์ที่จำเป็นสำหรับผู้เรียนทุกคน เพื่อเป็นเกณฑ์ในการกำหนดคุณภาพของผู้เรียนเมื่อจบการศึกษาขั้นพื้นฐานและเมื่อเรียนจบในแต่ละชั้นไว้ สาระการเรียนรู้ที่กำหนดประกอบด้วย 6 สาระ คือ (1) จำนวนและการดำเนินการ (2) การวัด (3) เรขาคณิต (4) พีชคณิต (5) การวิเคราะห์ข้อมูลและความน่าจะเป็น และ (6) ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ (สำนัก

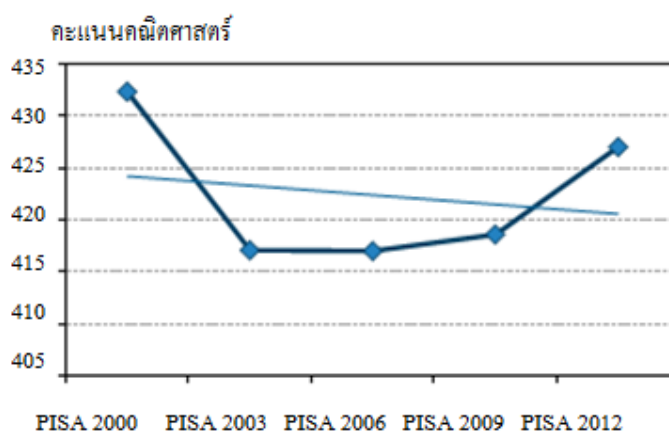
วิชาการและมาตรฐานการศึกษา, 2551, หน้า 1-2) และในปัจจุบันนักเรียนยังขาดความสามารถในการแก้ปัญหา การให้เหตุผล การสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์และการนำเสนอ การเชื่อมโยง และความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ และสิ่งเหล่านี้ก็คือทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์นั่นเอง สาเหตุเกิดจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ของครูคณิตศาสตร์ส่วนใหญ่จะเน้นที่เนื้อหาวิชามากกว่าทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ จึงทำให้ครูไม่คุ้นเคยกับการเรียนการสอนที่เน้นทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ทำให้นักเรียนเกิดคำถามบ่อยครั้งว่า “เรียนคณิตศาสตร์ไปทำไม สุดท้ายก็ใช้แค่การบวก ลบ คูณ หาร” อีกทั้งยังส่งผลต่อเจตคติที่ไม่ดีในการเรียนคณิตศาสตร์ด้วย อันเนื่องมาจากนักเรียนขาดทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์นั่นเอง ผู้วิจัยจึงมีแนวคิดที่จะพัฒนาทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ในด้านความสามารถในการแก้ปัญหา เนื่องจากนักการศึกษาคณิตศาสตร์ต่างยอมรับว่าการแก้ปัญหาคือหัวใจของคณิตศาสตร์ นักเรียนต้องอาศัยความคิดรวบยอดทักษะการคิดคำนวณ หลักการ กฎและสูตรต่างๆ นำไปใช้แก้ปัญหา ซึ่งมีความสำคัญต่อชีวิตและสามารถสร้างให้เกิดขึ้นได้ ในการสอนนักเรียนให้รู้จักแก้ปัญหาจะช่วยส่งเสริมให้นักเรียนรู้จักคิดอย่างมีเหตุผล มีขั้นตอน มีระเบียบแบบแผน และรู้จักตัดสินใจได้อย่างถูกต้อง ดังที่ สภาครูคณิตศาสตร์แห่งชาติของสหรัฐอเมริกา (National Council of Teachers of Mathematics (NCTM)) ได้กล่าวไว้ในหนังสือประจำปี ค.ศ.1980 : การแก้ปัญหามathematics ระดับโรงเรียนว่า “การแก้ปัญหาคือเป็นจุดเน้นที่สำคัญของการเรียนการสอนคณิตศาสตร์” พร้อมทั้งนำเสนอแนวคิดต่าง ๆ เกี่ยวกับการเรียนการสอนการแก้ปัญหามathematics ระดับโรงเรียน ที่เชื่อว่าจะทำให้การเรียนการสอนคณิตศาสตร์มีประสิทธิภาพดียิ่งขึ้น สิ่งนี้ส่งผลให้นักการศึกษาทั่วโลกหันมาสนใจศึกษาการแก้ปัญหามathematics ในทุกระดับชั้นของหลักสูตรคณิตศาสตร์ (Kruilik, 1980, p. 14) และสิริพร ทิพย์คง (2544, หน้า 14) กล่าวว่า ถ้านักเรียนเรียนคณิตศาสตร์ด้วยความเข้าใจ สนุกสนาน นักเรียนสามารถแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ที่เรียนได้และสามารถนำความรู้ที่เรียนนั้นไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน นักเรียนจะมีเจตคติที่ดีต่อการเรียนคณิตศาสตร์ อีกทั้งการแก้ปัญหาคือความสามารถหนึ่งในทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่ผู้เรียนควรจะเรียนรู้ ฝึกฝนและพัฒนาให้เกิดทักษะขึ้นในตัวนักเรียน การเรียนการแก้ปัญหามathematics จะช่วยให้ผู้เรียนมีแนวทางการคิดที่หลากหลาย มีนิสัยกระตือรือร้น ไม่ย่อท้อและมีความมั่นใจในการแก้ปัญหาคือเผชิญอยู่ทั้งภายในและภายนอกห้องเรียน ตลอดจนเป็นทักษะพื้นฐานที่ผู้เรียนสามารถนำติดตัวไปใช้แก้ปัญหาในชีวิตประจำวันได้นานตลอดชีวิต (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2555ข, หน้า 6) สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนคลองใหญ่วิทยาคม อำเภอคลองใหญ่ จังหวัดตราด ซึ่งผู้วิจัยปฏิบัติการสอนในปัจจุบันนั้น เมื่อพิจารณาผลการ

แก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ในบทเรียนที่ผ่าน ๆ มาพบว่า การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มดังกล่าวยังประสบปัญหา ทำให้นักเรียนยังไม่ประสบความสำเร็จในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ สาเหตุส่วนหนึ่งของปัญหามาจากนักเรียนยังขาดทักษะในการตีความและแปลความ โจทย์ปัญหาให้เกิดความเข้าใจ เมื่อนักเรียนไม่มีความเข้าใจในปัญหาที่อ่าน ก็จะไม่สามารถบอกได้ว่าปัญหาคำหนดอะไรมาให้ และปัญหาต้องการถามหาสิ่งใด ซึ่งจะส่งผลให้นักเรียนไม่สามารถวางแผนแก้ปัญหา และไม่สามารถลงมือแก้ปัญหาได้สำเร็จ ตลอดจนไม่สามารถตีความผลลัพธ์ที่ได้ เพื่อนำไปใช้ให้เกิดประโยชน์ อีกทั้งเมื่อนักเรียนไม่สามารถแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้ ก็จะส่งผลให้เกิดความย่อท้อและเกิดเจตคติไม่ดีต่อวิชาคณิตศาสตร์ จึงต้องเร่งพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ซึ่งสอดคล้องกับผลการประเมินจากโครงการประเมินผลนักเรียนนานาชาติ (Program for International Student Assessment (PISA)) ซึ่งเป็นโครงการขององค์กรเพื่อความร่วมมือและพัฒนาทางเศรษฐกิจ (Organization for Economic Co-operation and Development (OECD)) ที่ประเทศไทยได้เข้าร่วมประเมินใน พ.ศ. 2555 (PISA 2012) ซึ่งได้เน้นคณิตศาสตร์เป็นการประเมินหลัก มีการอ่าน วิทยาศาสตร์ และการแก้ปัญหาเป็นการประเมินย่อย ซึ่งความสามารถทางคณิตศาสตร์มีการประเมินสามด้านคือ การคิดให้เป็นทางคณิตศาสตร์ (Mathematising) การใช้หลักการทางคณิตศาสตร์ (Mathematical Principles) และการตีความการแปลความ (Mathematical Interpreting) พบว่าความสามารถในการแก้ปัญหของนักเรียนอายุ 15 ปี ยังต่ำกว่าระดับพื้นฐาน เพราะประเทศไทยดูแลนักเรียนกลุ่มสูง เพิ่มสัดส่วนนักเรียนกลุ่มสูง แต่นักเรียนกลุ่มต่ำไม่เปลี่ยนแปลง และจุดอ่อนของประเทศไทยคือการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์ ซึ่งก็คือกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์นั่นเอง โดยโจทย์จะกำหนดปัญหาในโลกชีวิตจริงมาให้ แล้วต้องมองให้เป็นปัญหาทางคณิตศาสตร์ และใช้ความสามารถพื้นฐานทางคณิตศาสตร์ ไม่ว่าจะเป็นการสื่อสาร การแสดงเครื่องหมาย การสร้างกลยุทธ์ การทำให้เป็นคณิตศาสตร์ การใช้ความเป็นเหตุเป็นผลและการสร้างข้อโต้แย้ง การใช้สัญลักษณ์ ภาษาทางคณิตศาสตร์ หรือภาษาเทคนิค และการดำเนินการ การใช้เครื่องมือทางคณิตศาสตร์มาใช้ในกระบวนการแก้ปัญหา ให้ออกมาในรูปแบบของคณิตศาสตร์แล้วใช้ความรู้คณิตศาสตร์ตีความและประเมินผลลัพธ์มาตอบปัญหาในชีวิตจริง (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2557, หน้า 13 - 36) ดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1 ตัวแบบกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของ PISA  
(สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2557, หน้า 21)

ในการสอบ PISA 2012 ประเทศไทยจะมีแนวโน้มผลการประเมินความสามารถทางคณิตศาสตร์มีแนวโน้มสูงขึ้นจาก PISA 2006 และ PISA 2009 ซึ่ง PISA 2006 ได้ 417 คะแนน PISA 2009 ได้ 419 คะแนน PISA 2012 ได้ 427 คะแนน (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2557, หน้า 184) ดังภาพที่ 2



ภาพที่ 2 แนวโน้มคะแนนคณิตศาสตร์ของนักเรียนไทยจาก PISA 2000 ถึง PISA 2012  
(สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2557, หน้า 186)

จากแนวโน้มคะแนนคณิตศาสตร์ของนักเรียนไทยจาก PISA 2000 ถึง PISA 2012 ในภาพที่ 2 เมื่อพิจารณาอย่างละเอียดพบว่านักเรียนไทยมีคะแนนเฉลี่ยต่ำกว่าค่าเฉลี่ย OECD อยู่ถึงเกือบหนึ่งระดับ ซึ่งเทียบเท่าการเรียนคณิตศาสตร์ที่ต่างกันประมาณหนึ่งปีครึ่ง ตามค่าเฉลี่ย OECD นักเรียนนานาชาติมีผลการประเมินเป็นระดับเฉลี่ยที่ระดับ 3 ส่วนนักเรียนไทยมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ระดับ 2 นักเรียนไทยจำนวนครึ่งหนึ่งแสดงว่ารู้คณิตศาสตร์ไม่ถึงระดับพื้นฐาน (ระดับ 2) มีนักเรียนเพียงหนึ่งในห้าที่แสดงว่ารู้คณิตศาสตร์สูงกว่าระดับพื้นฐาน (ที่ระดับ 3 ขึ้นไป) มีนักเรียนเพียง 2.5% รู้คณิตศาสตร์ถึงระดับสูง (ระดับ 5 และระดับ 6) แต่เกือบไม่มีนักเรียน (0.5%) ที่ขึ้นถึงระดับสูงสุด (ระดับ 6) และนักเรียนไทยประมาณหนึ่งในห้าแสดงผลการประเมินอยู่ในกลุ่มต่ำสุดที่มีผลการประเมินไม่ถึงแม้ที่ระดับ 1 ซึ่งเป็นสัดส่วนที่มากเกินไป (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2557, หน้า 179 - 205)

จากผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ของครูและผลการสอบ PISA ดังกล่าว สะท้อนให้เห็นความสำคัญของกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่มีผลต่อประสิทธิภาพการเรียนการสอนคณิตศาสตร์เป็นอย่างยิ่ง ดังนั้นจึงต้องมีการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน ตามกระบวนการแก้ปัญหาทั้งสี่ขั้นตอน คือขั้นทำความเข้าใจปัญหา ขั้นวางแผน ขั้นดำเนินการตามแผน และขั้นตรวจสอบผลการแก้ปัญหา (Polya, 1957, pp. 5 – 40) ซึ่งกระบวนการเหล่านี้จะส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้เป็นอย่างดี เพราะเมื่อนักเรียนได้เผชิญกับปัญหาที่หลากหลาย และได้ใช้กระบวนการแก้ปัญหา จนสามารถประสบความสำเร็จในการแก้ปัญหา นักเรียนจะเกิดความรู้สึกรักใคร่และมีเจตคติที่ดีต่อการเรียน มีความกระตือรือร้น สนใจ ใฝ่รู้ ไม่เกิดความเบื่อหน่ายและก่อให้เกิดความพึงพอใจต่อการเรียน เกิดความเชื่อมั่นในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และส่งผลให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์สูงขึ้น ซึ่งโรงเรียนคลองใหญ่วิทยาคม อำเภอคลองใหญ่ จังหวัดตราด สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัชฌิมศึกษาเขต 17 เป็นโรงเรียนที่มีอาณาเขตติดชายแดนราชอาณาจักรกัมพูชา นักเรียนส่วนใหญ่มีสัญชาติกัมพูชา ซึ่งพวกเขาเหล่านี้ยังขาดเป้าหมายในการวางแผนการเรียน ดังนั้นเมื่อเรียนจบการศึกษาขั้นพื้นฐานแล้วนักเรียนส่วนใหญ่จะไม่ศึกษาต่อระดับอุดมศึกษา และนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายที่เลือกเรียนแผนการเรียนวิทยาศาสตร์ – คณิตศาสตร์ เมื่อต้องเจอกับหน่วยการเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่ยาก ๆ พวกเขาจะเกิดคำถามบ่อยครั้ง ว่าเรียนเรื่องเหล่านี้ไปทำไม โดยเฉพาะเรื่อง ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลและฟังก์ชันลอการิทึม ซึ่งเป็นคณิตศาสตร์ในลักษณะของนามธรรม นักเรียนจะมีความรู้สึกว่ายาก ไม่สามารถนำไปใช้ได้ แต่ในส่วนประยุกต์ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลและฟังก์ชันลอการิทึม นั้น มีปัญหาที่ทำให้ท้อ น่าสนใจ ดังนั้นในการจัดการเรียนรู้จึงต้องเน้นกระบวนการมากกว่าเนื้อหา เพื่อพัฒนาให้ผู้เรียนเห็นความสำคัญของคณิตศาสตร์ และ

ไม่เกิดความเบื่อหน่าย ดังนั้นผู้วิจัยจึงพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาทั้งสี่ขั้นตอน ในโจทย์ปัญหาที่คุ้นเคยในชีวิตประจำวันไปจนถึงปัญหาที่ไม่คุ้นเคย และนักเรียนจะต้องพัฒนาความสามารถในการตีความปัญหาที่อ่านให้เป็นปัญหาทางคณิตศาสตร์ และใช้ความสามารถพื้นฐานทางคณิตศาสตร์มาใช้ในกระบวนการแก้ปัญหาให้ได้ผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์แล้วใช้ความรู้คณิตศาสตร์ตีความผลลัพธ์ในการตอบปัญหาในชีวิตจริงได้ และจะเห็นได้ว่าการอ่านและการตีความ มีความสำคัญต่อการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เพราะการอ่านปัญหาจะช่วยส่งเสริมการตีความและทำความเข้าใจปัญหา และวางแผนแก้ปัญหาได้ดีขึ้น ดังนั้นจึงต้องมีการพัฒนาความสามารถในการอ่านควบคู่กันไปกับกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และวิธีการพัฒนาความสามารถในการอ่านที่น่าสนใจวิธีหนึ่งก็คือ การสอนแบบแลกเปลี่ยนบทบาท ซึ่งเป็นการสอนอ่านที่มีประสิทธิภาพในการช่วยให้นักเรียนพัฒนาความสามารถของตนในการรู้จักสังเกตความเข้าใจของตนในขณะที่ดำเนินกิจกรรมการอ่าน อีกทั้งยังเป็นวิธีการสอนที่นักเรียนได้ผลัดเปลี่ยนบทบาทกันในการรับผิดชอบในการสนทนาหรืออภิปรายเกี่ยวกับสิ่งที่อ่าน (Palincsar & Brown, 1984, pp.117 - 175) จะส่งผลต่อความเข้าใจปัญหา และกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้เป็นอย่างดี เพราะการสอนแบบแลกเปลี่ยนบทบาท เป็นกลยุทธ์การเรียนรู้ที่สร้างทักษะการแก้ปัญหาและช่วยเพิ่มความรู้ทางคณิตศาสตร์ เนื่องจากความเข้าใจข้อความเป็นกุญแจสำคัญในการเข้าถึงคำถามทางคณิตศาสตร์ได้นั่นเอง (Reilly, Parsons, & Bortolot, 2009, p.182) ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Meyer (2014, pp. 7 – 14) ซึ่งได้ศึกษาการสร้างความเข้าใจปัญหาทางคณิตศาสตร์โดยใช้วิธีการสอนแบบแลกเปลี่ยนบทบาท ในการแก้ไขปัญหาคำทางคณิตศาสตร์ การสอนแบบแลกเปลี่ยนบทบาทเป็นวิธีการเรียนการสอน การเรียนรู้ที่ได้รับการพิสูจน์แล้วว่าช่วยเพิ่มความเข้าใจในการอ่านในการรู้หนังสือ ภาษาของคณิตศาสตร์มักจะเป็นอุปสรรคที่น่ากลัวในการทำความเข้าใจแนวคิดทางคณิตศาสตร์ ความเข้าใจปัญหาทางคณิตศาสตร์ ปัญหาทางคณิตศาสตร์มีทั้งที่เป็นข้อความและภาษาสัญลักษณ์จำนวนมาก หากจะดำเนินการแก้ปัญหา ผู้อ่านจะต้องเข้าใจปัญหาที่เกิดขึ้นในการตรวจสอบและเลือกวิธีแก้ปัญหาที่เหมาะสม การอ่านจับใจความปัญหาทางคณิตศาสตร์จึงเป็นยุทธวิธีที่มีประสิทธิภาพในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ซึ่งวิธีการสอนแบบแลกเปลี่ยนบทบาทได้ขยายจากยุทธวิธีแบบดั้งเดิม คือ การตั้งคำถาม การคาดเดาเหตุการณ์ การสร้างความกระจำ และการสรุป โดยเพิ่มการแสดงการเชื่อมโยง และการคำนวณเข้ามา โดยจัดทำเป็นบัตรกิจกรรมและแบ่งนักเรียนเป็นกลุ่มเล็ก ๆ ผลการวิจัยนี้พบว่า นวัตกรรมที่นำวิธีการสอนแบบแลกเปลี่ยนบทบาทมาใช้ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์นั้น ช่วยพัฒนาความเข้าใจให้กับนักเรียนในการอ่านปัญหาทางคณิตศาสตร์ และแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้เป็นอย่างดี นอกจากนี้ยังมีครูหลายท่านได้นำ

วิธีการสอนแบบแลกเปลี่ยนบทบาทไปใช้ ซึ่งผลปรากฏว่านักเรียนของพวกเขามีคะแนนสอบสูงขึ้น เมื่อเทียบกับนักเรียนระดับเดียวกันนั่นเอง

ด้วยเหตุผลดังกล่าว ผู้วิจัยจึงมีความมุ่งมั่นในการเสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และความเชื่อมั่นต่อการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ให้กับนักเรียน โดยใช้การพัฒนาการอ่านจับใจความเพื่อเสริมสร้างความเข้าใจปัญหาทางคณิตศาสตร์ให้มากยิ่งขึ้น โดยการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่องฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลและฟังก์ชันลอการิทึม โดยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยวิธีการสอนแบบแลกเปลี่ยนบทบาท และใช้กระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 และได้เปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลและฟังก์ชันลอการิทึม โดยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยวิธีการสอนแบบแลกเปลี่ยนบทบาท และใช้กระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ กับวิธีการสอนแบบปกติ นอกจากนี้ยังได้ศึกษาแนวคิดในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ศึกษาความเชื่อมั่นในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ การออกแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในครั้งนี้ เพื่อได้แนวทางในการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยวิธีการสอนแบบแลกเปลี่ยนบทบาท และใช้กระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ตลอดจนพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ พัฒนาแนวคิดในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และพัฒนาความเชื่อมั่นในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนอีกด้วย

### วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลและฟังก์ชันลอการิทึม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนด้วยวิธีการสอนแบบแลกเปลี่ยนบทบาท และใช้กระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์กับวิธีการสอนแบบปกติ
2. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลและฟังก์ชันลอการิทึม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนด้วยวิธีการสอนแบบแลกเปลี่ยนบทบาท และใช้กระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์กับวิธีการสอนแบบปกติ
3. เพื่อศึกษาแนวคิดในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนด้วยวิธีการสอนแบบแลกเปลี่ยนบทบาท และใช้กระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และวิธีการสอนแบบปกติ

4. เพื่อศึกษาความเชื่อมั่นในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนด้วยวิธีการสอนแบบแลกเปลี่ยนบทบาท และใช้กระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และวิธีการสอนแบบปกติ

### สมมติฐานของการวิจัย

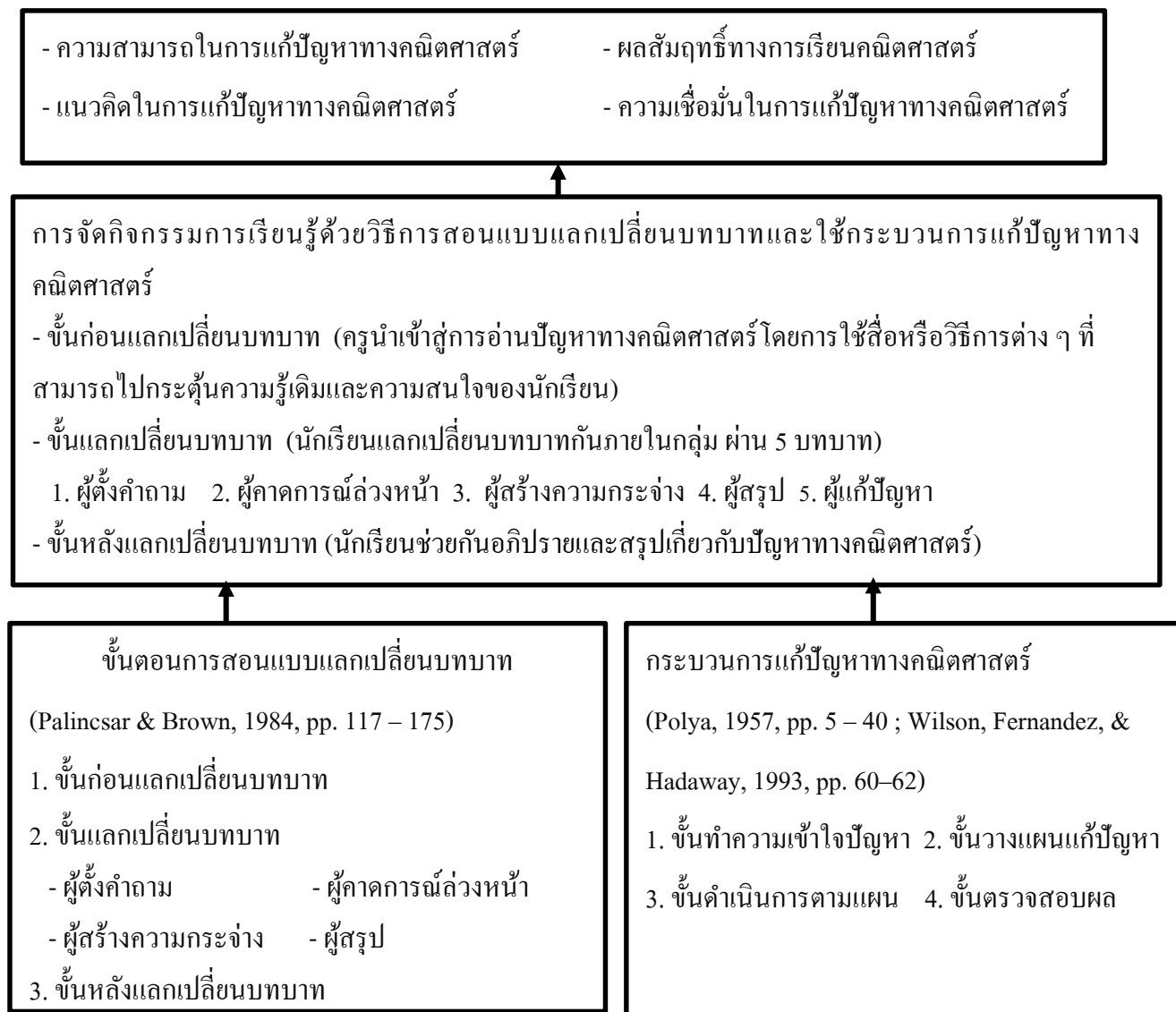
1. นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนด้วยวิธีการสอนแบบแลกเปลี่ยนบทบาท และใช้กระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลและฟังก์ชันลอการิทึม มีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์สูงกว่าวิธีการสอนแบบปกติ
2. นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนด้วยวิธีการสอนแบบแลกเปลี่ยนบทบาท และใช้กระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลและฟังก์ชันลอการิทึม มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์สูงกว่าวิธีการสอนแบบปกติ
3. นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนด้วยวิธีการสอนแบบแลกเปลี่ยนบทบาท และใช้กระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และวิธีการสอนแบบปกติ มีแนวคิดในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ระดับดีขึ้นไป
4. นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนด้วยวิธีการสอนแบบแลกเปลี่ยนบทบาท และกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และวิธีการสอนแบบปกติ มีความเชื่อมั่นในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ระดับสูงขึ้นไป

### ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการวิจัย

1. ได้แนวทางในการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลและฟังก์ชันลอการิทึม โดยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยวิธีการสอนแบบแลกเปลี่ยนบทบาท และใช้กระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5
2. ได้แนวทางสำหรับครูในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยวิธีการสอนแบบแลกเปลี่ยนบทบาทและใช้กระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
3. ได้กิจกรรมการเรียนรู้ที่พัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลและฟังก์ชันลอการิทึม
4. ได้ข้อมูลสำหรับครูในการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ พัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ พัฒนาแนวคิดในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และพัฒนาความเชื่อมั่นในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5



## กรอบแนวคิดการวิจัย



ภาพที่ 3 กรอบแนวคิดการวิจัย

## ขอบเขตของการวิจัย

### 1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

#### ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนคลองใหญ่วิทยาคม อำเภอคลองใหญ่ จังหวัดตราด ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2558 จำนวน 3

ห้องเรียน จำนวน 129 คน และนักเรียนในแต่ละห้องเรียนมีทั้งนักเรียนเก่ง ปานกลาง และอ่อน  
 คณะความสามารถกัน

#### กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียน  
 คลองใหญ่วิทยา อําเภอกลองใหญ่ จังหวัดตราด ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2558 จำนวน 2  
 ห้องเรียน จำนวน 91 คน โดยการสุ่มเลือกตัวอย่างแบบสองขั้นตอน ขั้นแรกคือสุ่มเลือกตัวอย่าง  
 แบบเกาะกลุ่ม (Cluster Random Sampling) จำนวน 2 ห้องเรียน จาก 3 ห้องเรียน และขั้นที่สองคือ  
 การสุ่มเลือกตัวอย่างอย่างง่าย (Simple Random Sampling) โดยการจับสลาก เพื่อแบ่งกลุ่มควบคุม  
 และกลุ่มทดลอง ซึ่งได้นักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/2 จำนวน 46 คน เป็นกลุ่มควบคุม ซึ่ง  
 ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยวิธีสอนปกติ และนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/3 จำนวน 45 คน  
 เป็นกลุ่มทดลอง ซึ่งได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยวิธีสอนแบบแลกเปลี่ยนบทบาท และใช้  
 กระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

#### 2. เนื้อหาที่ใช้

เนื้อหาที่นำมาใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์เพิ่มเติม 3 รหัสวิชา  
 ค32201 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 เรื่อง ฟังก์ชัน  
 เอกซ์โพเนนเชียลและฟังก์ชันลอการิทึม ในส่วนของการประยุกต์ใช้ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลและ  
 ฟังก์ชันลอการิทึมในการแก้ปัญหา

#### 3. ตัวแปรที่ศึกษา

3.1 ตัวแปรอิสระ คือ การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลและ  
 ฟังก์ชันลอการิทึม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ซึ่งผู้วิจัยสร้างขึ้น มี 2 วิธี ดังนี้

3.1.1 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยวิธีการสอนแบบปกติ

3.1.2 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยวิธีการสอนแบบแลกเปลี่ยนบทบาท และ  
 ใช้กระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

3.2 ตัวแปรตาม คือ ผลที่เกิดจากการใช้กิจกรรมการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น เรื่อง  
 ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลและฟังก์ชันลอการิทึม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 มีดังนี้

3.2.1 ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

3.2.2 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์

3.2.3 แนวคิดในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

3.2.4 ความเชื่อมั่นในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

### 3. ระยะเวลา

ระยะเวลาที่ใช้ในการทดลองครั้งนี้ คือ ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2558 จำนวน 7 คาบเรียน โดยใช้เวลาดทดลองในวันเสาร์และวันอาทิตย์ โดยจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสัปดาห์เว้นสัปดาห์ เพื่อลดการจดจำแบบทดสอบ

### นิยามศัพท์เฉพาะ

1. การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ หมายถึง การใช้ความรู้ ประสบการณ์ ทักษะและกระบวนการแก้ปัญหาที่มีอยู่ เพื่อค้นหาคำตอบของปัญหาทางคณิตศาสตร์

2. ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถของนักเรียนในด้าน 1) การทำความเข้าใจปัญหา 2) การวางแผน 3) การดำเนินการตามแผน 4) การตรวจสอบผล โดยการใช้ความรู้ ประสบการณ์ ทักษะและกระบวนการแก้ปัญหา แนวคิดการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่มีอยู่ผสมผสานกับการอ่านจับใจความจากการเรียนด้วยวิธีสอนแบบแลกเปลี่ยนบทบาท เพื่อค้นหาคำตอบของปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยประเมินจากแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลและฟังก์ชันลอการิทึมที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น เป็นแบบทดสอบอัตนัย จำนวน 4 ข้อ

3. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ หมายถึง คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลและฟังก์ชันลอการิทึม ที่เรียนด้วยวิธีการสอนแบบแลกเปลี่ยนบทบาท และใช้กระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และวิธีการสอนแบบปกติ ที่ได้จากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น เป็นแบบชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 10 ข้อ

4. แนวคิดในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ หมายถึง พฤติกรรมของนักเรียนที่แสดงออกในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ตามกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ทั้ง 4 ขั้นตอน คือ การทำความเข้าใจปัญหา การวางแผนแก้ปัญหา การดำเนินการตามแผน และการตรวจสอบผล ซึ่งได้จากแบบสำรวจแนวคิดในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

5. ความเชื่อมั่นในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ความรู้สึกมั่นใจหรือความกล้าของนักเรียนในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ แม้ว่าจะมีอุปสรรคทำให้เกิดความย่อท้อ ยังคงสามารถแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์นั้น ๆ ต่อไป โดยมีความมั่นใจว่าตนสามารถที่จะแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์นั้นให้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยความถูกต้อง ซึ่งได้จากแบบสอบถามความเชื่อมั่นในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

6. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยวิธีสอนแบบแลกเปลี่ยนบทบาท และใช้กระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ หมายถึง กิจกรรมการเรียนรู้การสอนคณิตศาสตร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลและฟังก์ชันลอการิทึม ตามกระบวนการแก้ปัญหา 4 ขั้นตอน ผสมผสานกับกระบวนการสอนการอ่านแบบแลกเปลี่ยนบทบาทเพื่อช่วยพัฒนาการอ่านปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยมี 3 ขั้นตอน คือ

6.1 ขั้นตอนการแลกเปลี่ยนบทบาท ครูผู้สอนนำเสนอกิจกรรมการนำเข้าสู่การอ่านปัญหาทางคณิตศาสตร์โดยการใช้สื่อหรือวิธีการต่าง ๆ ที่สามารถไปกระตุ้นความรู้เดิมและความสนใจของนักเรียนในการนำเข้าสู่บทอ่าน

6.2 ขั้นการแลกเปลี่ยนบทบาท นักเรียนจะอ่านปัญหาทางคณิตศาสตร์ และผลัดเปลี่ยนบทบาทกันไปใน 5 บทบาท

6.2.1 ผู้ตั้งคำถาม โดยผู้ตั้งคำถามจะเริ่มอภิปรายด้วยการนำในการตั้งคำถามเกี่ยวกับปัญหาที่อ่าน และสมาชิกคนอื่น ๆ ก็ช่วยกันตอบคำถาม

6.2.2 ผู้คาดการณ์ล่วงหน้า โดยผู้คาดการณ์ล่วงหน้า จะเป็นผู้ดำเนินการคาดเดาล่วงหน้าถึงสิ่งที่เกี่ยวข้องและสิ่งที่จะเกิดขึ้นต่อไป รวมถึงคาดเดาคำตอบที่อาจเกิดขึ้น

6.2.3 ผู้สร้างความกระจ่าง โดยผู้สร้างความกระจ่าง จะกระตุ้นให้สมาชิกในกลุ่มสร้างความกระจ่างกับข้อสงสัย หรือแก้ไขปัญหาในเรื่องคำในปัญหาทางคณิตศาสตร์ ที่ยังคลุมเครือให้มีความกระจ่างขึ้น

6.2.4 ผู้สรุป โดยผู้สรุปในการสนทนาจะนำในการสรุปความจากปัญหา และสมาชิกคนอื่นก็แสดงความคิดเห็นในการสรุปความจากบทอ่าน ซึ่งอาจจะมีการสนับสนุนซึ่งกันและกันหรือมีความคัดค้าน

6.2.5 ผู้แก้ปัญหา หลังจากทีอ่านปัญหาทางคณิตศาสตร์ตาม 4 บทบาทแล้ว ให้ผู้แก้ปัญหาคำเนิการแก้ปัญหาตามกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยมีสมาชิกในกลุ่มคอยช่วยเหลือ

โดยในขั้นนี้กิจกรรมแรก ๆ ครูจะเป็นผู้สาธิตวิธีการใช้บทบาททั้ง 5 บทบาท ในการตั้งคำถาม การคาดเดาเหตุการณ์ การสร้างความกระจ่าง การสรุปความ และการแก้ปัญหา ให้นักเรียนดูเป็นตัวอย่าง หลังจากที่ได้สังเกตวิธีการของครู โดยแสดงบทบาทเป็นผู้นำการสนทนาในกลุ่มซึ่งประกอบด้วยสมาชิก 5 คน โดยสมาชิกแต่ละคนผลัดเปลี่ยนบทบาทกัน โดยมีครูเป็นผู้สังเกตและให้ข้อเสนอแนะต่อ เมื่อนักเรียนต้องการความช่วยเหลือเท่านั้น

6.3 ชั้นหลังการแลกเปลี่ยนบทบาท ให้นักเรียนช่วยกันอภิปรายและสรุปเกี่ยวกับปัญหาทางคณิตศาสตร์

7. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยวิธีสอนแบบปกติ หมายถึง กิจกรรมการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น มีขั้นตอนในการจัดกิจกรรม 3 ชั้น ดังนี้

ชั้นที่ 1 ชั้นนำเข้าสู่บทเรียน เป็นการกระตุ้นความสนใจ โดยการใช้วัสดุอุปกรณ์ที่สัมพันธ์กับเนื้อหาวิชา สนทนาซักถามแล้วเชื่อมโยงไปยังเรื่องที่สอน ให้นักเรียนยกตัวอย่างเหตุการณ์ในชีวิตประจำวันที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาและมีการทบทวนบทเรียนเดิมที่สัมพันธ์กับบทเรียนใหม่

ชั้นที่ 2 ชั้นสอน ครูเป็นผู้อธิบายยกตัวอย่างหรือให้นักเรียน แล้วให้นักเรียนช่วยกันหาคำตอบของปัญหาทางคณิตศาสตร์ไปพร้อม ๆ กันแล้วให้นักเรียนทำแบบฝึกทักษะเป็นรายบุคคล

ชั้นที่ 3 ชั้นสรุป ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปเนื้อหาทั้งหมด หากนักเรียนมีข้อสงสัยให้ซักถามเพิ่มเติม

8. นักเรียน หมายถึง นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่กำลังศึกษาในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2558 จำนวน 91 คน จากโรงเรียนคลองใหญ่วิทยาคม อำเภอคลองใหญ่ จังหวัดตราด

## บทที่ 2

### เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ดังต่อไปนี้

1. หลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์
2. แผนการจัดการเรียนรู้
3. การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
  - 3.1 ความหมายของปัญหาและการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
  - 3.2 ความสำคัญของการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
  - 3.3 ประเภทของปัญหาทางคณิตศาสตร์
  - 3.4 กระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
  - 3.5 การพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
4. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
  - 4.1 มาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัดเกี่ยวกับการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
  - 4.2 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
  - 4.3 การประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
  - 4.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
5. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีสอนแบบแลกเปลี่ยนบทบาท
  - 5.1 ความหมายของการสอนแบบแลกเปลี่ยนบทบาท
  - 5.2 ขั้นตอนการสอนแบบแลกเปลี่ยนบทบาท
  - 5.3 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการสอนแบบแลกเปลี่ยนบทบาท
  - 5.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับวิธีสอนแบบแลกเปลี่ยนบทบาท
6. แบบสอบถามความเชื่อมั่นในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

## หลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์

### 1. จุดมุ่งหมาย (สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา, 2551, หน้า 1)

คณิตศาสตร์มีบทบาทสำคัญยิ่งต่อการพัฒนาความคิดมนุษย์ ทำให้มนุษย์มีความคิดสร้างสรรค์ คิดอย่างมีเหตุผล เป็นระบบ มีแบบแผน สามารถวิเคราะห์ปัญหาหรือสถานการณ์ได้อย่างถี่ถ้วน รอบคอบ ช่วยให้คาดการณ์ วางแผน ตัดสินใจ แก้ปัญหา และนำไปใช้ในชีวิตประจำวันได้อย่างถูกต้อง เหมาะสม นอกจากนี้คณิตศาสตร์ยังเป็นเครื่องมือในการศึกษาทางด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและศาสตร์อื่น ๆ คณิตศาสตร์จึงมีประโยชน์ต่อการดำเนินชีวิต ช่วยพัฒนาคุณภาพชีวิตให้ดีขึ้น และสามารถอยู่ร่วมกับผู้อื่นได้อย่างมีความสุข

### 2. สาระการเรียนรู้กลุ่มสาระคณิตศาสตร์ (สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา, 2551, หน้า 1 - 2)

กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์มุ่งให้เยาวชนทุกคนได้เรียนรู้คณิตศาสตร์อย่างต่อเนื่องตามศักยภาพ โดยกำหนดสาระหลักที่จำเป็นสำหรับผู้เรียนทุกคนดังนี้

2.1 จำนวนและการดำเนินการ ความคิดรวบยอดและความรู้สึกเชิงจำนวน ระบบจำนวนจริง สมบัติเกี่ยวกับจำนวนจริง การดำเนินการของจำนวน อัตราส่วน ร้อยละ การแก้ปัญหเกี่ยวกับจำนวน และการใช้จำนวนในชีวิตจริง

2.2 การวัด ความยาว ระยะทาง น้ำหนัก พื้นที่ ปริมาตร และความจุ เงินและเวลา หน่วยวัดระบบต่าง ๆ การคาดคะเนเกี่ยวกับการวัด อัตราส่วนตรีโกณมิติ การแก้ปัญหเกี่ยวกับ การวัด และการนำความรู้เกี่ยวกับการวัด ไปใช้ในสถานการณ์ต่าง ๆ

2.3 เรขาคณิต รูปเรขาคณิตและสมบัติของรูปเรขาคณิตหนึ่งมิติ สองมิติ และสามมิติ การนิยามภาพ แบบจำลองทางเรขาคณิต ทฤษฎีบททางเรขาคณิต การแปลงทางเรขาคณิต (Geometric Transformation) ในเรื่องการเลื่อนขนาน (Translation) การสะท้อน (Reflection) และการหมุน (Rotation)

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

2.5 การวิเคราะห์ข้อมูลและความน่าจะเป็น การกำหนดประเด็น การเขียนข้อคำถาม การกำหนดวิธีการศึกษา การเก็บรวบรวมข้อมูล การจัดระบบข้อมูล การนำเสนอข้อมูล ค่ากลางและการกระจายของข้อมูล การวิเคราะห์และการแปลความข้อมูล การสำรวจความคิดเห็น ความน่าจะเป็น การใช้ความรู้เกี่ยวกับสถิติและความน่าจะเป็นในการอธิบายเหตุการณ์ต่าง ๆ และช่วยในการตัดสินใจในการดำเนินชีวิตประจำวัน

2.6 ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ การแก้ปัญหาด้วยวิธีการที่หลากหลาย การให้เหตุผล การสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ และการนำเสนอ การเชื่อมโยง ความรู้ต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์ และการเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ และความคิดริเริ่มสร้างสรรค์

### 3. มาตรฐานการเรียนรู้ (สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา, 2551, หน้า 2 - 3)

#### สาระที่ 1 จำนวนและการดำเนินการ

มาตรฐาน ค 1.1 เข้าใจถึงความหลากหลายของการแสดงจำนวน และการใช้จำนวนในชีวิตจริง

มาตรฐาน ค 1.2 เข้าใจถึงผลที่เกิดขึ้นจากการดำเนินการของจำนวนและความสัมพันธ์ระหว่างการดำเนินการต่าง ๆ และสามารถใช้ในการดำเนินการในการแก้ปัญหา

มาตรฐาน ค 1.3 ใช้การประมาณค่าในการคำนวณและแก้ปัญหา

มาตรฐาน ค 1.4 เข้าใจระบบจำนวน และนำสมบัติเกี่ยวกับจำนวนไปใช้

#### สาระที่ 2 การวัด

มาตรฐาน ค 2.1 เข้าใจพื้นฐานเกี่ยวกับการวัด วัดและคาดคะเนขนาดของสิ่งที่ต้องการวัด

มาตรฐาน ค 2.2 แก้ปัญหาเกี่ยวกับการวัด

#### สาระที่ 3 เรขาคณิต

มาตรฐาน ค 3.1 อธิบายและวิเคราะห์รูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติ

มาตรฐาน ค 3.2 ใช้การนึกภาพ (Visualization) ใช้เหตุผลเกี่ยวกับปริภูมิ (Spatial Reasoning) และใช้แบบจำลองทางเรขาคณิต (Geometric Model) ในการแก้ปัญหา

#### สาระที่ 4 พีชคณิต

มาตรฐาน ค 4.1 เข้าใจและวิเคราะห์แบบรูป (Pattern) ความสัมพันธ์และฟังก์ชัน

มาตรฐาน ค 4.2 ใช้นิพจน์ สมการ อสมการ กราฟ และตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ (Mathematical Model) อื่น ๆ แทนสถานการณ์ต่างๆ ตลอดจนแปลความหมาย และนำไปใช้แก้ปัญหา

#### สาระที่ 5 การวิเคราะห์ข้อมูลและความน่าจะเป็น

มาตรฐาน ค 5.1 เข้าใจและใช้วิธีการทางสถิติในการวิเคราะห์ข้อมูล

มาตรฐาน ค 5.2 ใช้วิธีการทางสถิติและความรู้เกี่ยวกับความน่าจะเป็นในการคาดการณ์ได้อย่างสมเหตุสมผล

มาตรฐาน ค 5.3 ใช้ความรู้เกี่ยวกับสถิติและความน่าจะเป็นช่วยในการตัดสินใจและแก้ปัญหา



## สาระที่ 6 ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์

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

### หมายเหตุ

1. การจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ที่ทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้อย่างมีคุณภาพ นั้น จะต้องให้มีความสมดุลระหว่างสาระด้านความรู้ ทักษะและกระบวนการ ควบคู่ไปกับ คุณธรรม จริยธรรม และค่านิยมที่พึงประสงค์ ได้แก่ การทำงานอย่างมีระบบ มีระเบียบ มีความรอบคอบ มีความรับผิดชอบ มีวิจารณญาณ มีความเชื่อมั่นในตนเอง พร้อมทั้งตระหนักในคุณค่า และมีเจตคติที่ดีต่อคณิตศาสตร์

2. ในการวัดและประเมินผลด้านทักษะและกระบวนการ สามารถประเมิน ในระหว่างการเรียนการสอน หรือประเมินไปพร้อมกับการประเมินด้านความรู้

**4. คุณภาพผู้เรียนเมื่อจบชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6** (สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา, 2551, หน้า 6)

4.1 มีความคิดรวบยอดเกี่ยวกับระบบจำนวนจริง ค่าสัมบูรณ์ของจำนวนจริง จำนวนจริงที่อยู่ในรูปกรณฑ์ และจำนวนจริงที่อยู่ในรูปเลขยกกำลังที่มีเลขชี้กำลังเป็นจำนวนตรรกยะ หาค่าประมาณของจำนวนจริงที่อยู่ในรูปกรณฑ์ และจำนวนจริงที่อยู่ในรูปเลขยกกำลังโดยใช้วิธีการคำนวณที่เหมาะสมและสามารถนำสมบัติของจำนวนจริงไปใช้ได้

4.2 นำความรู้เรื่องอัตราส่วนตรีโกณมิติไปใช้คาดคะเนระยะทาง ความสูง และแก้ปัญหาเกี่ยวกับการวัดได้

4.3 มีความคิดรวบยอดในเรื่องเซต การดำเนินการของเซต และใช้ความรู้เกี่ยวกับแผนภาพเวนน์ – ออยเลอร์ แสดงเซตไปใช้แก้ปัญหา และตรวจสอบความสมเหตุสมผลของการให้เหตุผล

4.4 เข้าใจและสามารถใช้การให้เหตุผลแบบอุปนัยและนิรนัยได้

4.5 มีความคิดรวบยอดเกี่ยวกับความสัมพันธ์และฟังก์ชัน สามารถใช้ความสัมพันธ์ และฟังก์ชันแก้ปัญหาในสถานการณ์ต่าง ๆ ได้

4.6 เข้าใจความหมายของลำดับเลขคณิต ลำดับเรขาคณิต และสามารถหาพจน์ทั่วไป ได้ เข้าใจความหมายของผลบวกของ  $n$  พจน์แรกของอนุกรมเลขคณิต อนุกรมเรขาคณิต และหาผลบวก  $n$  พจน์แรกของอนุกรมเลขคณิต และอนุกรมเรขาคณิตโดยใช้สูตรและนำไปใช้ได้

4.7 รู้และเข้าใจการแก้สมการ และอสมการตัวแปรเดียวดีกรีไม่เกินสอง รวมทั้งใช้กราฟของสมการ อสมการ หรือฟังก์ชันในการแก้ปัญหา

4.8 เข้าใจวิธีการสำรวจความคิดเห็นอย่างง่าย เลือกใช้ค่ากลางได้เหมาะสมกับข้อมูล และวัตถุประสงค์ สามารถหาค่าเฉลี่ยเลขคณิต มัธยฐาน ฐานนิยม ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และเปอร์เซ็นต์ไทล์ของข้อมูล วิเคราะห์ข้อมูล และนำผลจากการวิเคราะห์ข้อมูลไปช่วยในการตัดสินใจ

4.9 เข้าใจเกี่ยวกับการทดลองสุ่ม เหตุการณ์ และความน่าจะเป็นของเหตุการณ์ สามารถใช้ความรู้เกี่ยวกับความน่าจะเป็นในการคาดการณ์ ประกอบการตัดสินใจ และแก้ปัญหา ในสถานการณ์ต่าง ๆ ได้

4.10 ใช้วิธีการที่หลากหลายแก้ปัญหา ใช้ความรู้ ทักษะและกระบวนการ ทางคณิตศาสตร์ และเทคโนโลยีในการแก้ปัญหาในสถานการณ์ต่าง ๆ ได้อย่างเหมาะสม ให้เหตุผลประกอบการตัดสินใจ และสรุปผลได้อย่างเหมาะสม ใช้ภาษาและสัญลักษณ์ ทางคณิตศาสตร์ในการสื่อสาร การสื่อความหมาย และการนำเสนอ ได้อย่างถูกต้อง และชัดเจน เชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ ในคณิตศาสตร์ และนำความรู้ หลักการ กระบวนการทางคณิตศาสตร์ ไปเชื่อมโยงกับศาสตร์อื่น ๆ และมีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์

จากหลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ จะเห็นได้ว่าเพื่อบรรลุวัตถุประสงค์ของ หลักสูตร ผู้เรียนควรมีทักษะและกระบวนการที่จำเป็น 5 ประการ ดังนี้ 1) ความสามารถในการ แก้ปัญหา 2) ความสามารถในการให้เหตุผล 3) ความสามารถในการสื่อสาร การสื่อความหมาย ทางคณิตศาสตร์ และการนำเสนอ 4) ความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ และ 5) ความสามารถทางด้านความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ ซึ่งในการเรียนรู้ทางคณิตศาสตร์จำเป็นต้อง อาศัยพื้นฐานในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ดังนั้นเพื่อให้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้มี ประสิทธิภาพและบรรลุวัตถุประสงค์ของหลักสูตร ผู้วิจัยจึงเริ่มจากการศึกษาความสามารถ ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน เพื่อนำมาเป็นข้อมูลในการวางแผนการจัดการเรียนรู้ ที่เหมาะสมต่อไป

## แผนการจัดการเรียนรู้

### 1. ความหมายของแผนการจัดการเรียนรู้

มีนักการศึกษากล่าวถึงความหมายของแผนการจัดการเรียนรู้ไว้หลายท่านดังนี้

นิคม ชมพุลอง (2545, หน้า 180) ได้ให้ความหมายของแผนการจัดการเรียนรู้ไว้ว่า แผนการจัดการเรียนรู้ คือ การนำวิชาที่ต้องทำการสอนตลอดภาคเรียน มาสร้างเป็นแผนการ จัดกิจกรรมการเรียนการสอน การใช้สื่อ อุปกรณ์ต่าง ๆ การวัดผลประเมินผล สำหรับเนื้อหาสาระ และจุดประสงค์การเรียนย่อย ๆ ให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ จุดเน้นของหลักสูตร และสภาพ ของผู้เรียน ความพร้อมด้านวัสดุอุปกรณ์ของโรงเรียนและตรงกับท้องถิ่นซึ่งกล่าวอีกนัยหนึ่ง

แผนการจัดการการเรียนรู้ เป็นการเตรียมการสอนเป็นลายลักษณ์อักษรล่วงหน้าหรือ คือ บันทึกการสอนตามปกติ

รุจิรี ภู่อาระ (2545, หน้า 189) ได้ให้ความหมายของแผนการจัดการเรียนรู้ไว้ว่า แผนการจัดการเรียนรู้เป็นเครื่องมือแนวทางในการจัดประสบการณ์การเรียนรู้ให้ผู้เรียนตามที่กำหนดไว้ในหลักสูตรในส่วนที่เป็นกิจกรรมการเรียนการสอน

วัฒนาพร ระงับทุกข์ (2542, หน้า 1) ได้ให้ความหมายของแผนการจัดการเรียนรู้ไว้ว่าแผนการจัดการเรียนรู้ หมายถึง แผนการหรือโครงการที่จัดทำเป็นลายลักษณ์อักษร เพื่อใช้ปฏิบัติการสอนในรายวิชาใดวิชาหนึ่ง เป็นการเตรียมการสอนอย่างเป็นระบบและเป็นเครื่องมือที่ช่วยให้ครูพัฒนาจัดการเรียนการสอนไปสู่จุดประสงค์การเรียนรู้และจุดหมายของหลักสูตรได้อย่างมีประสิทธิภาพ

วิมลรัตน์ สุนทรโรจน์ (2544, หน้า 1) ได้ให้ความหมายของแผนการจัดการเรียนรู้ไว้ว่า แผนการจัดการเรียนรู้ เป็นแบบแผนที่กำหนดรายละเอียดเกี่ยวกับแนวการดำเนินการและวิธีการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ มีส่วนสำคัญประกอบด้วย จุดประสงค์การเรียนรู้ เนื้อหาวิธีการจัดกิจกรรม สื่อการเรียนรู้และการวัดและการประเมินผล

เวชฤทธิ อังคะภัทรขจร (2555, หน้า 36) ได้ให้ความหมายของแผนการจัดการเรียนรู้ไว้ว่า แผนการจัดการเรียนรู้ หมายถึง การเตรียมการจัดการเรียนรู้ไว้ล่วงหน้าอย่างเป็นระบบและเป็นลายลักษณ์อักษร เพื่อใช้เป็นแนวทางในการดำเนินการจัดการเรียนรู้ในรายวิชาใดวิชาหนึ่งให้บรรลุผลตามมาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัดที่หลักสูตรกำหนดซึ่งสอดคล้องกับหน่วยการเรียนรู้ที่สร้างขึ้น

ผู้วิจัยได้ศึกษาความหมายของแผนการจัดการเรียนรู้ จากนักการศึกษาที่ได้กล่าวไว้ข้างต้น สรุปได้ว่า แผนการจัดการเรียนรู้ หมายถึง แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ไว้ล่วงหน้าอย่างเป็นระบบและเป็นลายลักษณ์อักษร โดยเป็นเครื่องมือเพื่อใช้เป็นแนวทางในการจัดประสบการณ์การเรียนรู้ให้ผู้เรียนตามที่กำหนดไว้ในหลักสูตรในส่วนที่เป็นกิจกรรมการเรียนการสอน ซึ่งประกอบไปด้วยเนื้อหาสาระ จุดประสงค์การเรียนรู้ การใช้สื่อการเรียนรู้ อุปกรณ์ต่าง ๆ และการวัดผลประเมินผล ให้สอดคล้องกับจุดเน้นของหลักสูตร สภาพผู้เรียน ความพร้อมของโรงเรียนและท้องถิ่น เพื่อให้ครูพัฒนาการจัดการเรียนการสอนไปสู่จุดหมายของหลักสูตรได้อย่างมีประสิทธิภาพ

## 2. ความสำคัญของแผนการจัดการเรียนรู้

แผนการจัดการเรียนรู้ ทำให้เกิดการวางแผนการจัดการเรียนการสอนที่มีความหมาย ซึ่งมีผู้กล่าวถึงความสำคัญของแผนการจัดการเรียนรู้ไว้หลายท่านดังนี้

ทวีศักดิ์ ไชยมาโย (2537, หน้า 4 – 5) ให้ความสำคัญของแผนการจัดการเรียนรู้ไว้ดังนี้

1. ช่วยให้ผู้ครุได้มีโอกาสศึกษาความรู้ในเรื่องหลักสูตรแนวการสอน การจัดทำจัดหาสื่อประกอบการสอน ตลอดจนวิธีการวัดและประเมินผลอย่างละเอียดทุกแง่มุม
2. ช่วยให้เกิดการวางแผนวิธีสอน วิธีเรียนที่มีความหมายยิ่งขึ้น เพราะการจัดทำแผนการจัดการเรียนรู้เป็นการผสมผสานเนื้อหาสาระ และจุดประสงค์การเรียนรู้จากหลักสูตรกับจิตวิทยาการศึกษา หรือแนวคิดกรรมการเรียนใหม่ ๆ ตลอดจนปัจจัยอำนวยความสะดวกของโรงเรียนและสภาพปัญหา ความสนใจ ความต้องการของนักเรียน ผู้ปกครองและทรัพยากรในท้องถิ่น โดยใช้วิธีการเชิงระบบ เพื่อให้การเรียนการสอนเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ
3. ช่วยให้ผู้ครุมีคู่มือที่ทำด้วยตนเองไว้ล่วงหน้า เพื่อให้เกิดความสะดวกในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน ได้อย่างมีคุณภาพตามเจตนารมณ์ของหลักสูตร ส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ครบถ้วน สอดคล้องกับระยะเวลาและจำนวนคาบที่มีอยู่จริง ในแต่ละภาคเรียนนั้นคือสอนได้ครบถ้วนและทันเวลา ช่วยให้ผู้ครุมีความมั่นใจในการสอนมากขึ้น
4. ช่วยให้การประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเป็นไปตามจุดประสงค์ที่กำหนดไว้ ช่วยให้ผู้ครุสามารถวินิจฉัยจุดอ่อนของนักเรียนที่จะได้รับการแก้ไข และทราบจุดเด่นที่ควรได้รับการเสริมสร้างต่อไป นอกจากนี้ยังช่วยให้ผู้ครุเห็นภาพการทำงานของตนเองได้เด่นชัดขึ้น
5. ช่วยให้ผู้ครุผู้สอนสามารถใช้เป็นข้อมูลที่ต้องการเที่ยงตรง เพื่อเสนอแนะแก่บุคลากรและหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง ได้แก่ กรมวิชาการ ศึกษาพิเศษ และผู้บริหาร เพื่อปรับปรุงหลักสูตรให้เหมาะสมยิ่งขึ้น
6. ช่วยให้ผู้ครุ ผู้บริหาร หรือผู้ที่เกี่ยวข้องสามารถทราบขั้นตอน กระบวนการต่าง ๆ ในการสอนของครู เพื่อการนิเทศติดตามและประเมินการสอนได้อย่างมีประสิทธิภาพ
7. ถ้าผู้สอนติดธุระจำเป็น ไม่สามารถสอนด้วยตนเองได้ แผนการจัดการเรียนรู้จะได้เป็นคู่มือครูแก่ผู้สอนแทนได้อย่างดี
8. เป็นการพัฒนาวิชาชีพที่แสดงว่างานสอนต้องได้รับการฝึกฝนที่มีความเชี่ยวชาญ โดยเฉพาะมีเครื่องมือและเอกสารที่จำเป็นสำหรับการประกอบอาชีพ
9. เป็นผลงานทางวิชาการอย่างหนึ่ง ที่แสดงให้เห็นถึงความชำนาญการพิเศษ หรือความเชี่ยวชาญของผู้จัดทำแผนการจัดการเรียนรู้ ซึ่งสามารถนำไปพัฒนางานในหน้าที่

และเสนอเลื่อนระดับให้สูงขึ้นได้

วัฒนาพร ระจับทุกซ์ (2542, หน้า 2) การจัดทำแผนการจัดการเรียนรู้จะก่อให้เกิดประโยชน์ ดังนี้

1. ก่อให้เกิดการวางแผนและเตรียมการล่วงหน้า เป็นการนำเทคนิค วิธีการ การเรียนรู้ สื่อเทคโนโลยี และจิตวิทยาการเรียนการสอน มาผสมผสานประยุกต์ใช้ให้เหมาะสมกับ สภาพแวดล้อมด้านต่าง ๆ
2. ส่งเสริมให้ครูผู้สอนค้นคว้าหาความรู้เกี่ยวกับหลักสูตร เทคนิคการเรียน การสอน การเลือกสื่อ การวัดผลและการประเมินผล ตลอดจนประเด็นที่เกี่ยวข้อง
3. เป็นคู่มือการสอนสำหรับครูผู้สอนและครูผู้สอนแทน
4. เป็นหลักฐานแสดงข้อมูลด้านการเรียนการสอนและการวัดผลประเมินผล ที่เป็นประโยชน์ต่อการจัดการเรียนการสอน
5. เป็นหลักฐานแสดงความเชี่ยวชาญของครูผู้สอน ซึ่งสามารถนำไปเสนอ เป็นผลงานทางวิชาการได้

ผู้วิจัยได้ศึกษาความสำคัญของแผนการจัดการเรียนรู้ จากนักการศึกษาที่ได้กล่าวไว้ข้างต้น สรุปได้ว่า แผนการจัดการเรียนรู้เป็นคู่มือการสอนที่ทำด้วยตนเองไว้ล่วงหน้า เพื่อให้เกิดความสะดวกในการจัดการเรียนการสอนได้อย่างมีคุณภาพตามเจตนารมณ์ของหลักสูตร ช่วยให้ผู้เรียนได้ศึกษาค้นคว้าความรู้เกี่ยวกับหลักสูตร เทคนิคการเรียนการสอน การจัดทำ และจัดหาสื่อ ประกอบการสอน การวัดผลและการประเมินผล ทำให้เกิดการวางแผนและเตรียมการล่วงหน้า ทำให้เป็นวิธีสอน วิธีเรียนที่มีความหมายยิ่งขึ้น ใช้เป็นข้อมูล เพื่อปรับปรุงหลักสูตรให้เหมาะสมยิ่งขึ้น ใช้ประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วินิจฉัยจุดอ่อนและจุดเด่นของผู้เรียน สามารถใช้เป็นคู่มือการสอนให้แก่ครูผู้สอนแทนได้เมื่อครูผู้สอนไม่อยู่ นอกจากนี้ผู้บริหารสามารถใช้ในการนิเทศ ติดตามและประเมินการสอนได้ และเป็นหลักฐานแสดงถึงความเชี่ยวชาญของครูผู้สอน ซึ่งสามารถนำไปเสนอผลงานทางวิชาการได้

### 3. ขั้นตอนการเขียนแผนการจัดการเรียนรู้

รุจิรี ภูสาระ (2545, หน้า 159 – 165) ได้กล่าวถึงขั้นตอนการเขียนแผนการจัดการเรียนรู้ไว้ ดังนี้

1. การกำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้ เป็นการกำหนดให้ผู้เรียนมีหรือบรรลุ ซึ่งมีทั้งความรู้ ทักษะ และเจตคติ จุดประสงค์การเรียนรู้ ซึ่งได้มาจากมาตรฐานการเรียนรู้ของ

กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง รวมทั้งแนวคิดขอบเขตของกลุ่มสาระการเรียนรู้ มาเป็นกรอบในการทำแผนการจัดการเรียนรู้ การเขียนจุดประสงค์การเรียนรู้ที่สมบูรณ์ นั้นต้องเขียนให้ครบทั้ง 3 ด้าน ดังนี้

- 1.1 ด้านพุทธิพิสัย (Cognitive) คือ จุดประสงค์การเรียนรู้ที่เน้นความสามารถทางสมองหรือความรอบรู้ในเนื้อหาวิชาหรือในทฤษฎี
- 1.2 ด้านทักษะ (Skill) คือ จุดประสงค์การเรียนรู้ที่เน้นการปฏิบัติที่ต้องลงมือทำ
- 1.3 จิตพิสัย (Affective) คือ จุดประสงค์การเรียนรู้ที่เน้นคุณธรรมหรือเจตคติ หรือความรู้สึกรักใคร่

2. การกำหนดแนวการจัดการเรียนการสอน เป็นการพิจารณาว่าการเรียนการสอนในแผนการจัดการเรียนรู้นั้น มีจุดเน้นหรือสาระสำคัญอะไร จะต้องสอนเนื้อหาใดจึงจะครอบคลุมครบถ้วน จะเลือกใช้เทคนิคหรือวิธีสอนใดในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ จึงจะทำให้ผู้เรียนบรรลุจุดประสงค์การเรียนรู้ และจะใช้สื่อการสอนใดจึงจะสอดคล้องเหมาะสมกับกิจกรรมที่กำหนด การกำหนดจัดการเรียนการสอน ประกอบด้วย

2.1 การเขียนสาระสำคัญ หมายถึง ความคิดรวบยอดเกี่ยวกับเนื้อหา หลักการ วิธีการที่ต้องการจะให้ผู้เรียนได้รับหลังจากเรียนเรื่องนั้น ๆ ทั้งในด้านความรู้ ความสามารถ เจตคติ สาระสำคัญ จะเป็นข้อความที่เขียนในลักษณะสรุปเนื้อหา เป้าหมายอย่างสั้น ๆ จะเขียนเป็นความเรียงหรือเขียนเป็นข้อ ๆ ก็ได้

2.2 สาระการเรียนรู้ หมายถึง รายละเอียดของเรื่องที่จะจัดการเรียนการสอน ให้บรรลุตามจุดประสงค์การเรียนรู้ การเขียนสาระการเรียนรู้ ครูจะเขียนรายละเอียดทั้งหมด อยู่ในแผนการจัดการเรียนรู้ แต่ถ้าหากรายละเอียดของเนื้อหาไม่มากควรเขียนเฉพาะหัวข้อเรื่อง เนื้อหานั้น ๆ ไว้ ส่วนรายละเอียดให้นำไปไว้ในส่วนท้ายแผนการจัดการจัดการเรียนรู้หรือนำส่วนที่เป็นเนื้อหาเขียนแยกไว้อีกเล่มต่างหาก

2.3 กิจกรรมการเรียนรู้ หมายถึง สภาพการเรียนรู้ที่กำหนดขึ้น เพื่อนำผู้เรียนไปสู่บรรลุจุดประสงค์การเรียนรู้ที่กำหนด กิจกรรมการเรียนรู้ที่เหมาะสม ต้องออกแบบให้สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ สาระการเรียนรู้ และสภาพแวดล้อม ซึ่งถือเป็นความสามารถ และทักษะของครูในการจัดการเรียนการสอนได้อย่างมีประสิทธิภาพ

2.4 สื่อการเรียนรู้ หมายถึง สิ่งที่เป็นพาหนะหรือสื่อที่ช่วยให้ผู้เรียนสามารถพัฒนาความรู้ ทักษะ และเจตคติ ให้บรรลุผลตามจุดประสงค์การเรียนรู้

3. การกำหนดวิธีการวัดผลและการประเมินผล เป็นกิจกรรมสำคัญที่สอดคล้องอยู่ทุกขั้นตอนของกระบวนการจัดการเรียนการสอน โดยขึ้นก่อนการเรียนการสอน จะเป็น

การประเมินเพื่อตรวจสอบความรู้พื้นฐานของผู้เรียน ระหว่างการเรียนการสอนจะประเมิน เพื่อปรับปรุงผลการเรียน และเพื่อให้ผู้เรียนทราบผลการเรียนของตนเป็นระยะ ๆ และเมื่อสิ้นสุดการเรียนการสอนจะเป็นการประเมินเพื่อตัดสินผลการเรียน เพื่อตรวจสอบให้แน่ชัดว่าผู้เรียนบรรลุจุดประสงค์การเรียนรู้ที่กำหนดไว้

ผู้วิจัยได้ศึกษาขั้นตอนการเขียนแผนการจัดการเรียนรู้ จากนักการศึกษาที่ได้กล่าวไว้ข้างต้น สรุปได้ว่า ขั้นตอนการเขียนแผนการจัดการเรียนรู้ เริ่มจากการกำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้ เพื่อเป็นการกำหนดให้ผู้เรียนบรรลุจุดประสงค์ทั้งด้านความรู้ ทักษะ และเจตคติ แล้วกำหนดแนวทางการจัดการเรียนรู้ ซึ่งประกอบด้วยสาระสำคัญ สาระการเรียนรู้ กิจกรรมการเรียนรู้ สื่อการเรียนรู้ ตลอดจนเทคนิคหรือวิธีการสอน และกำหนดวิธีการวัดผลและการประเมินผล

#### 4. องค์ประกอบของแผนการจัดการเรียนรู้

วิมลรัตน์ สุนทรโรจน์ (2549, หน้า 31) ได้กล่าวถึงแผนการจัดการเรียนรู้ทุกกลุ่มสาระการเรียนรู้ว่าจะมีองค์ประกอบที่คล้ายคลึงกัน ซึ่งจะประกอบด้วยหัวข้อสำคัญ ดังนี้

1. ชื่อแผนการจัดการเรียนรู้
2. สาระสำคัญ
3. จุดประสงค์การเรียนรู้ (จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม)
4. สาระการเรียนรู้ (เนื้อหา)
5. การบูรณาการแนวคิดปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง
6. กระบวนการจัดการเรียนรู้
7. สื่อการเรียนรู้/แหล่งการเรียนรู้
8. การวัดและประเมินผล
9. ผลการตรวจแผนของผู้บริหาร
10. บันทึกผลหลังการจัดการเรียนรู้ และให้ข้อเสนอแนะ

เวชฤทธิ์ อังกะภักทจร (2555, หน้า 37 – 40) ได้กล่าวถึง องค์ประกอบของแผนการจัดการเรียนรู้ว่าประกอบด้วย

1. หัวแผน เป็นส่วนแรกของแผนการจัดการเรียนรู้ เป็นส่วนที่บอกรายละเอียดเบื้องต้นของแผนการจัดการเรียนรู้ ประกอบด้วย ลำดับที่ของแผนการจัดการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้ ระดับชั้นที่สอน หัวเรื่องที่สอน และเวลาที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้
2. สาระสำคัญ เป็นข้อความที่เขียนเพื่อระบุให้เห็นแก่น หรือเห็นข้อสรุปที่ต้องการให้เกิดขึ้นกับผู้เรียนทั้งด้านเนื้อหา ด้านทักษะ/กระบวนการ และด้านเจตคติ หลังจากที่ยื่นจบแผนการจัดการเรียนรู้นี้แล้ว ซึ่งวิธีการเขียนสาระสำคัญ มีดังนี้

2.1 เขียนในลักษณะของการสรุปเนื้อหา ทักษะ หรือเจตคติที่เป็นเป้าหมายด้วยภาษาที่รัดกุมและชัดเจน

2.2 เขียนในลักษณะความเรียงหรือเขียนเป็นรายข้อถ้าแผนการจัดการเรียนรู้นั้นมีมากกว่า 1 สาระสำคัญ หรือเขียนในลักษณะของแผนผังมโนทัศน์

3. จุดประสงค์การเรียนรู้ เป็นสิ่งที่คาดหวังให้เกิดกับผู้เรียนเมื่อเรียนจบแผนการจัดการเรียนรู้ ซึ่งการเขียนจุดประสงค์การเรียนรู้ควรเขียนให้กระชับ ชัดเจน และสอดคล้องกับตัวชี้วัดหรือผลการเรียนรู้ในคำอธิบายรายวิชา เพื่อเป็นแนวทางในการวัดผลประเมินผล การเขียนจุดประสงค์การเรียนรู้ ควรประกอบด้วยส่วนสำคัญ 3 ส่วน ได้แก่

3.1 สถานการณ์หรือเงื่อนไขก่อนการแสดงพฤติกรรม เป็นส่วนที่ผู้สอนสามารถกำหนดเป็นเงื่อนไขของการจัดการเรียนการสอนหัวข้อหรือเรื่องหนึ่ง ๆ ก่อนที่จะให้ผู้เรียนแสดงพฤติกรรมที่คาดหวัง มักใช้คำว่า “หลังจากที่..., เมื่อกำหนด..., เมื่อนำ..., เมื่อ...” เป็นต้น

3.2 พฤติกรรมของผู้เรียนที่ผู้สอนคาดหวังให้แสดงออกมาหลังจากที่เรียนเรื่องนั้น ๆ แล้ว คำที่บ่งบอกถึงการกระทำที่นิยมใช้ในการเขียนจุดประสงค์การเรียนรู้ต้องเป็นคำที่แสดงพฤติกรรมอย่างเด่นชัด ไม่กำกวม และไม่คลุมเครือ สามารถวัดได้ ครอบคลุมทั้ง 3 ด้าน คือ ด้านพุทธิพิสัย จิตพิสัย และทักษะพิสัย

3.3 เกณฑ์ของการประเมินพฤติกรรมของผู้เรียนที่แสดงออกมาเป็นข้อความที่ประเมินว่า ผู้เรียนจะต้องปฏิบัติได้เพียงใด หรือแสดงพฤติกรรมในระดับใด เช่น ในการสอบก็ควรมีกำหนดอย่างชัดเจนว่าผู้เรียนต้องทำข้อสอบได้กี่ข้อจึงจะถือว่าผ่านเกณฑ์การประเมิน หรือผู้เรียนสามารถแสดงพฤติกรรมหรือมีผลงานอะไรบ้างและมีความถูกต้องมากน้อยเพียงใดจึงเป็นไปตามเกณฑ์ที่ต้องการ มักใช้คำว่า “ได้ถูกต้อง ได้ทุกข้อ ได้ 8 ใน 10 ข้อ อย่างน้อย 5 ข้อ” เป็นต้น

4. สาระการเรียนรู้/เนื้อหาสาระ เป็นองค์ประกอบที่ทำให้ผู้สอนเห็นเนื้อหาที่ต้องสอน อาจประกอบด้วย บทนิยาม ทฤษฎี หลักการ วิธีการ ขั้นตอน แนวปฏิบัติ หรือตัวอย่าง เป็นต้น การระบุเนื้อหาในแผนการจัดการเรียนรู้มีแนวการเขียน ดังนี้

4.1 เขียนให้สอดคล้องกับสาระสำคัญและจุดประสงค์การเรียนรู้

4.2 สอดคล้องกับระยะเวลา วย และความสามารถของผู้เรียน

4.3 เขียนเนื้อหาตามที่จะทำให้ผู้เรียนเรียนรู้อย่างเป็นลำดับ

5. ชิ้นงาน/ภาระงาน เป็นสิ่งที่ผู้สอนกำหนดขึ้น หรือผู้เรียนกับผู้สอนร่วมกันกำหนดเพื่อให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติ และเป็นร่องรอยหลักฐานแสดงว่าผู้เรียนมีความรู้ ทักษะและกระบวนการ คุณลักษณะอันพึงประสงค์ บรรลุจุดประสงค์การเรียนรู้ที่กำหนดไว้ในแผนการจัดการเรียนรู้นั้น ๆ



ชิ้นงาน เช่น รายงาน เรียงความ แผนภาพ หุ่นจำลอง แฟ้มสะสมงาน เป็นต้น

ภาระงาน เช่น การพูดปากเปล่า การตอบคำถาม การอธิบาย การกล่าวรายงาน การอภิปราย เป็นต้น

งานลักษณะผสมผสานระหว่างชิ้นงานและภาระงาน เช่น โครงงาน การแสดงละครการศึกษา เป็นต้น

6. กิจกรรมการเรียนรู้ เป็นสภาพการณ์ที่ผู้สอนออกแบบเพื่อนำเสนอเนื้อหาวิธีการหรือการปฏิบัติ ให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้และเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ มีแนวกรเขียน ดังนี้

6.1 เขียนให้สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้และสาระการเรียนรู้

6.2 เขียนเป็นรายข้อตามลำดับขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ หรือเขียนเป็น 3 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นนำ ขั้นสอน ขั้นสรุป โดยในแต่ละขั้นจะเขียนเรียงลำดับเป็นรายข้อและกำหนดรายละเอียดในแต่ละขั้น/แต่ละข้ออย่างชัดเจน

6.3 เขียนโดยระบุให้รู้ว่ากิจกรรมการเรียนรู้แต่ละขั้นใครเป็นผู้มีบทบาทผู้เรียน ผู้สอน หรือทั้งผู้เรียนผู้สอน

นอกจากนี้ลักษณะของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ควรมีลักษณะดังต่อไปนี้

1. เป็นกิจกรรมการเรียนรู้ที่ให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติมากที่สุด โดยมีผู้สอนเป็นผู้ให้คำแนะนำหรือกระตุ้นให้กิจกรรมที่ผู้เรียนดำเนินการเป็นไปตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้

2. เป็นกิจกรรมที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ค้นพบคำตอบ หรือทำสำเร็จได้ด้วยตนเอง

3. เป็นกิจกรรมที่มุ่งให้ผู้เรียนสามารถนำความรู้ไปใช้ได้จริงในชีวิตประจำวัน

4. เป็นกิจกรรมที่ผู้สอนใช้สื่อที่สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ เหมาะกับสาระการเรียนรู้ และตัวผู้เรียน

7. สื่อการเรียนรู้ เป็นตัวกลางที่ช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ มีแนวกรเขียน ดังนี้

7.1 ระบุสื่อให้สอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนรู้

7.2 ระบุเฉพาะสื่อที่ใช้จริงในการจัดการเรียนรู้

7.3 ระบุชนิดและรายละเอียดของสื่อการเรียนรู้

7.4 ไม่ควรระบุสิ่งที่มีอยู่แล้วอย่างถาวรในห้องเรียนว่าเป็นสื่อการเรียนรู้ เช่น กระดานดำ ชอล์ก ดินสอ ปากกา เป็นต้น

8. การวัดผลและประเมินผล เป็นการกระทำเพื่อตรวจสอบว่าผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ตามจุดประสงค์การเรียนรู้ที่ตั้งไว้หรือไม่

การวัด เป็นการรวบรวมข้อมูลโดยใช้เครื่องมือและวิธีการต่าง ๆ เช่น การสังเกต การสัมภาษณ์ การสอบถาม การตรวจผลงาน และการทดสอบ เป็นต้น แล้วกำหนดค่าเป็นตัวเลข ส่วนการประเมินผลเป็นการตัดสินค่าที่ได้จากการวัด

การเขียนการวัดผลและการประเมินผล อาจเขียนแยกหรือเขียนรวมกันก็ได้ โดยมีองค์ประกอบ ดังนี้

8.1 วัดอะไร (คู่มือจุดประสงค์การเรียนรู้)

8.2 วัดอย่างไร (พิจารณาจากสาระการเรียนรู้ กิจกรรมการเรียนรู้ และวัยของผู้เรียนประกอบกัน)

8.3 ประเมินว่าผ่านหรือไม่ผ่านอย่างไร (มีการกำหนดเกณฑ์การประเมิน)

ผู้วิจัยได้ศึกษาองค์ประกอบของแผนการจัดการเรียนรู้ จากนักการศึกษาที่ได้กล่าวไว้ข้างต้น สรุปได้ว่า องค์ประกอบของแผนการจัดการเรียนรู้ ประกอบด้วย หัวแผนการจัดการเรียนรู้ สาระสำคัญ จุดประสงค์การเรียนรู้ สาระการเรียนรู้ ชิ้นงาน/ภาระงาน กิจกรรมการเรียนรู้ สื่อการเรียนรู้/แหล่งการเรียนรู้ การวัดผลและประเมินผล ผลการตรวจแผนของผู้บริหารและบันทึกผลหลังการจัดการเรียนรู้

## การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

### 1. ความหมายของปัญหาและการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

นักการศึกษาหลายท่านได้ให้ความหมายคำว่า “ปัญหาและการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์” ไว้ดังนี้

Krulik and Rudnick (1993, p. 6) ได้กล่าวถึงความหมายของปัญหาและการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ไว้ว่า ปัญหาทางคณิตศาสตร์ หมายถึง สถานการณ์ที่เป็นประโยคภาษา คำตอบจะเกี่ยวข้องกับปริมาณ ซึ่งปัญหานั้นไม่ได้ระบุวิธีการหรือการดำเนินการในการแก้ปัญหาไว้อย่างชัดเจน ผู้แก้ปัญหามust ต้องค้นหาว่าจะใช้วิธีการใดในการหาคำตอบของปัญหา จึงจะทำให้ได้มาซึ่งคำตอบของปัญหา และการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ (Krulik & Rudnick, 1987, p. 4) เป็นการที่แต่ละบุคคลใช้ความรู้ ทักษะ และความเข้าใจที่มีอยู่เดิม ในการแก้สถานการณ์ที่ไม่คุ้นเคย โดยสังเคราะห์การเรียนรู้มาใช้กับสถานการณ์ใหม่ที่แตกต่างจากเดิม

Sheffield and Cruikshank (2000, p.38) ได้กล่าวถึงความหมายของปัญหาทางคณิตศาสตร์ไว้ว่า ปัญหาทางคณิตศาสตร์ หมายถึง คำถามหรือสถานการณ์ที่มีเนื้อหาเกี่ยวข้องกับคณิตศาสตร์ ไม่จำเป็นต้องเกี่ยวข้องกับจำนวนเท่านั้น แต่อาจเกี่ยวข้องกับปริภูมิหรือการให้เหตุผลทางตรรกศาสตร์โดยไม่เกี่ยวข้องกับจำนวน

ปรีชา เนาว์เย็นผล (2537, หน้า 62) ได้กล่าวถึงความหมายของปัญหาทางคณิตศาสตร์ไว้ว่า ปัญหาทางคณิตศาสตร์ (1) เป็นสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ที่ต้องการคำตอบซึ่งอาจจะอยู่ในรูปปริมาณหรือ จำนวน หรือคำอธิบายให้เหตุผล (2) เป็นสถานการณ์ที่ผู้แก้ปัญหาไม่คุ้นเคยมาก่อน ไม่สามารถหาคำตอบได้ในทันทีทันใด ต้องใช้ทักษะ ความรู้และประสบการณ์หลาย ๆ อย่าง ประมวลเข้าด้วยกันจึงจะหาคำตอบได้ (3) สถานการณ์ใดจะเป็นปัญหาหรือไม่ขึ้นอยู่กับบุคคลผู้แก้ปัญหาและเวลาสถานการณ์หนึ่งอาจเป็นปัญหาสำหรับบุคคลหนึ่ง แต่อาจไม่ใช่ปัญหาสำหรับอีกบุคคลหนึ่งก็ได้และสถานการณ์ที่เคยเป็นปัญหาสำหรับบุคคลหนึ่งในอดีต อาจไม่เป็นปัญหาสำหรับบุคคลนั้นแล้วในปัจจุบัน

สิริพร ทิพย์คง (2544, หน้า 10) ได้กล่าวถึงความหมายของปัญหาทางคณิตศาสตร์ไว้ว่า ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เป็นปัญหาที่จะพบในการเรียนคณิตศาสตร์ การแก้ปัญหาต่าง ๆ จะต้องใช้ความสามารถในวิธีการแก้ปัญหาความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่ได้เรียนมา

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2555ข, หน้า 7) ได้กล่าวถึงความหมายของปัญหาทางคณิตศาสตร์และการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ไว้ว่า ปัญหาทางคณิตศาสตร์ หมายถึง สถานการณ์ที่เกี่ยวกับคณิตศาสตร์ซึ่งเผชิญอยู่และต้องการค้นหาคำตอบ โดยที่ยังไม่รู้วิธีการหรือขั้นตอนที่จะได้คำตอบของสถานการณ์นั้นในทันที และ การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ หมายถึง กระบวนการในการประยุกต์ความรู้ทางคณิตศาสตร์ ขั้นตอน/กระบวนการแก้ปัญหา ยุทธวิธีแก้ปัญหา และประสบการณ์ที่มีอยู่ไปใช้ในการค้นหาคำตอบของปัญหาทางคณิตศาสตร์

ผู้วิจัยได้ศึกษาความหมายของปัญหาและการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์จากนักการศึกษาที่ได้กล่าวไว้ข้างต้น สรุปได้ว่า ปัญหาทางคณิตศาสตร์ หมายถึง คำถามหรือสถานการณ์ที่เกี่ยวกับคณิตศาสตร์ ไม่จำเป็นต้องเกี่ยวข้องกับจำนวนหรือปริมาณเท่านั้น อาจเกี่ยวข้องกับปริภูมิหรือการให้เหตุผลก็ได้ ซึ่งปัญหาดังกล่าวเป็นสิ่งที่ผู้แก้ปัญหามีความต้องการค้นหาคำตอบ โดยที่ยังไม่รู้ถึงขั้นตอนและวิธีการที่จะได้มาซึ่งคำตอบนั้นในทันที จะต้องค้นหาวางจะใช้วิธีการใด และใช้ทักษะ ความรู้ทางคณิตศาสตร์ และประสบการณ์หลาย ๆ อย่าง ในการหาคำตอบของปัญหา และการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ หมายถึง การใช้ความรู้ ประสบการณ์ ทักษะ และกระบวนการแก้ปัญหา ที่มีอยู่เพื่อค้นหาคำตอบของปัญหาทางคณิตศาสตร์

## 2. ความสำคัญของการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

นักการศึกษาหลายท่านได้กล่าวถึงความสำคัญของการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ไว้ดังนี้

ฉวีวรรณ เสวตมาลย์ (2544, หน้า 8 - 9) ได้กล่าวถึงความสำคัญของการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ไว้ว่า การแก้ปัญหา มีความสำคัญเป็นพิเศษในการเรียนคณิตศาสตร์ เป้าหมายเบื้องต้นของการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ก็คือ การพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ที่ซับซ้อนอย่างหลากหลายในวงกว้าง สิ่งที่เป็นปัญหาของบุคคลหนึ่งอาจไม่เป็นปัญหาสำหรับอีกคนหนึ่ง แต่ขอให้ปัญหานั้นท้าทายความอยากรู้อยากเห็นและนำไปสู่การคิดค้น ซึ่งแต่ละคนอาจมีวิธีการแก้ปัญหาต่าง ๆ กัน และท้ายที่สุดจะได้รับประสบการณ์และความพึงพอใจในการแก้ปัญหา

สิริพร ทิพย์คง (2544, หน้า 13 – 17) ได้กล่าวถึงความสำคัญของการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ไว้ดังนี้

1. การสอนคณิตศาสตร์ในโรงเรียน วิชาคณิตศาสตร์เป็นวิชาที่มีความสำคัญมากในการพัฒนาคุณภาพบุคคล เนื่องจากวิชานี้ได้ฝึกทักษะการคิดอย่างมีเหตุผล การคิดสร้างสรรค์ที่เป็นพื้นฐานที่จำเป็นสำหรับการดำรงชีวิตและการเตรียมตัวของนักเรียน เพื่อการเป็นสมาชิกที่ดีของสังคม ส่งเสริมนักเรียนในการพัฒนาตนเอง รู้จักวิธีการแก้ปัญหาและสามารถตัดสินใจในการเลือกอาชีพตามความถนัด ความสนใจ และความสามารถของตนเอง ในชีวิตประจำวันทุกคนใช้ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์อย่างหลากหลาย นอกจากนี้อาชีพต่าง ๆ ก็ต้องอาศัยความรู้ทางคณิตศาสตร์ในการประกอบอาชีพ ในการเรียนคณิตศาสตร์นักเรียนได้เรียนรู้การแก้ปัญหาต่าง ๆ ตั้งแต่ปัญหาที่ง่ายและยากขึ้นตามลำดับของชั้นเรียน การสอนคณิตศาสตร์ในโรงเรียนจะช่วยฝึกทักษะการแก้ปัญหให้กับนักเรียน

2. การเสริมสร้างเจตคติที่ดีต่อวิชาคณิตศาสตร์ ถ้านักเรียนเรียนคณิตศาสตร์ด้วยความเข้าใจ สนุกสนาน นักเรียนสามารถแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ที่เรียนได้และสามารถนำความรู้ที่เรียนนั้นไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน ซึ่งเป็นเรื่องสำคัญในการเรียนรู้อย่างมาก แต่ถ้านักเรียนเรียนด้วยการท่องจำ คิดคำนวณได้เฉพาะปัญหาที่มีสัญลักษณ์ ไม่สามารถเชื่อมโยงความรู้ที่เรียนกับสิ่งที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวัน จะทำให้นักเรียนเบื่อหน่าย ครูผู้สอนต้องสรรหากลยุทธ์ วิธีสอนที่ทำให้นักเรียนเข้าใจ เรียนรู้ได้อย่างสนุกสนาน เกิดเจตคติที่ดีต่อวิชาคณิตศาสตร์ สนใจที่จะคิดและแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ สามารถใช้ความรู้คณิตศาสตร์ เป็นพื้นฐานในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และศาสตร์ต่าง ๆ ช่วยส่งเสริมการคิดค้นให้เกิดเทคโนโลยีใหม่ วิทยาการใหม่ ๆ ขึ้นในโลกได้

3. การนำความรู้คณิตศาสตร์ไปใช้ในการแก้ปัญหา การเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ถ้านักเรียนได้ฝึกฝนการแก้ปัญหาอย่างสม่ำเสมอ จะทำให้นักเรียนสามารถนำความรู้ไปใช้ในการแก้ปัญหาได้

ผู้วิจัยได้ศึกษาความสำคัญของการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ จากนักการศึกษาที่ได้กล่าวไว้ข้างต้น สรุปได้ว่า การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ มีความสำคัญต่อการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ในโรงเรียน ช่วยส่งเสริมนักเรียนในการพัฒนาตนเอง รู้จักวิธีการแก้ปัญหาและสามารถตัดสินใจในการเลือกอาชีพตามความถนัด ความสนใจ และความสามารถของตนเอง ช่วยการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ที่ซับซ้อนอย่างหลากหลาย และเสริมสร้างเจตคติที่ดีต่อวิชาคณิตศาสตร์

### 3. ประเภทของปัญหาทางคณิตศาสตร์

นักการศึกษาหลายท่านได้กล่าวถึงประเภทของปัญหาทางคณิตศาสตร์ ไว้ดังนี้

Kutz (1991, p. 93) ได้แบ่งประเภทของปัญหาทางคณิตศาสตร์เป็น 2 ประเภท ดังนี้

1. ปัญหาที่พบเห็นทั่วไปหรือ โจทย์ปัญหา (Routine or Word Problem Solving) เป็นปัญหาที่นักเรียนคุ้นเคย (Routine Problem) เป็นปัญหาที่มีโครงสร้างไม่ซับซ้อน ผู้แก้ปัญหามีความคุ้นเคยกับโครงสร้าง ลักษณะของปัญหา และวิธีการแก้ปัญหา

2. ปัญหาที่ไม่เคยพบเห็นมาก่อน (Non – Routine Problem Solving) เป็นปัญหาที่นักเรียนไม่คุ้นเคย (Non - Routine Problem) เป็นปัญหาที่มีโครงสร้างซับซ้อน ผู้แก้ปัญหามันจะต้องประมวลความรู้ ความคิดรวบยอด และหลักการต่าง ๆ ที่นำมาใช้ในการแก้ปัญหา ซึ่งแบ่งออกเป็น 2 ลักษณะ คือ

2.1 ปัญหากระบวนการ (Process Problem) เป็นปัญหาที่ต้องใช้กระบวนการคิด อย่างมีลำดับขั้นตอนในการแก้ปัญหา

2.2 ปัญหาในรูปปริศนา (Puzzle Problem) เป็นปัญหาที่ทำทนาย และให้ความสนุกสนาน

Polya (1957, pp. 123 – 128) ได้แบ่งประเภทของปัญหาทางคณิตศาสตร์เป็น 2 ประเภท ดังนี้

1. ปัญหาให้ค้นหา (Problem to Find ) เป็นปัญหาที่ให้ค้นหาสิ่งที่ต้องการ ซึ่งอาจเป็นปัญหาในเชิงทฤษฎี หรือในเชิงปฏิบัติ อาจเป็นรูปธรรมหรือนามธรรม ส่วนสำคัญของปัญหานี้แบ่งเป็น 3 ส่วน คือ สิ่งที่ต้องการหา ข้อมูลที่กำหนดให้ และเงื่อนไข

2. ปัญหาให้พิสูจน์ (Problem to Prove) เป็นปัญหาที่แสดงข้อความที่กำหนดให้เป็นจริงหรือเท็จอย่างสมเหตุสมผล ส่วนสำคัญของปัญหานี้แบ่งเป็น 2 ส่วน คือ สมมุติฐานหรือสิ่งที่กำหนดให้ และผลสรุปหรือสิ่งที่จะต้องพิสูจน์

National Council of Teacher of Mathematics (1989, p. 76) ได้กล่าวถึงประเภทของปัญหาทางคณิตศาสตร์ ว่ามี 2 ประเภท ดังนี้

1. ปัญหาที่คุ้นเคย (Routine Problems) เป็นปัญหาที่นักเรียนมีความคุ้นเคยกับโครงสร้างและยุทธวิธีในการแก้ปัญหาเหล่านั้น มักพบเห็นในหนังสือเรียน ส่วนมากเป็นปัญหาที่มีโครงสร้างไม่ซับซ้อนมากนัก

2. ปัญหาที่ไม่คุ้นเคย (Non - Routine Problems) เป็นปัญหาที่นักเรียนไม่คุ้นเคยกับโครงสร้างและยุทธวิธีในการแก้ปัญหา มักไม่ค่อยพบในหนังสือเรียน เมื่อต้องเผชิญกับปัญหาเหล่านี้ นักเรียนต้องประมวลความรู้ความสามารถหลายอย่างเข้าด้วยกันจึงจะแก้ปัญหาได้ ส่วนมากเป็นปัญหาที่มีโครงสร้างซับซ้อน ซึ่งปัญหาประเภทนี้ถูกนำมาใช้ในการประเมินกระบวนการแก้ปัญหาของนักเรียน

สิริพร ทิพย์คง (2544, หน้า 19 – 25) ได้กล่าวถึงประเภทของปัญหาทางคณิตศาสตร์ ว่ามี 6 ประเภท ดังนี้

1. ปัญหาแบบฝึกทักษะ เช่น  $34 \times 6 = \square$  และ  $528 \times 79 = \square$  ฯลฯ ซึ่งปัญหาเช่นนี้ใช้ความรู้และทักษะการคูณ

2. ปัญหาขั้นตอนเดียว เป็นปัญหาง่าย ๆ ที่ใช้การแก้ปัญหา โดยทำเพียงขั้นตอนเดียว เช่น “ในตู้ปลาของสมบัติมีปลาอยู่ 7 ตัว และในตู้ปลาของพรชัยมีปลาอยู่ 5 ตัว สมบัติมีปลามากกว่าพรชัยกี่ตัว” เขียนเป็นประโยคคณิตศาสตร์ได้เป็น  $7 - 5 = \square$  หรือ  $5 + \square = 7$  จะเห็นว่าโจทย์ข้อนี้ใช้ความรู้เกี่ยวกับการลบเพียงอย่างเดียว

3. ปัญหาที่ซับซ้อน เป็นปัญหาที่ใช้วิธีการคิดมากกว่าหนึ่งขั้นตอน เช่น “ในกล่องขนาดใหญ่จะบรรจุกล่องขนาดเล็กได้ 24 กล่อง ถ้ากล่องขนาดเล็กมีลูกปิงปอง 3 ลูก และมีร้านขายอุปกรณ์การกีฬาแห่งหนึ่งสั่งลูกปิงปองมาขาย 1,800 ลูก อยากทราบว่าร้านขายอุปกรณ์การกีฬาแห่งนี้ สั่งกล่องใหญ่ที่บรรจุลูกปิงปองมากี่กล่อง” โจทย์ปัญหาข้อนี้ต้องทำ 2 ขั้นตอน

4. ปัญหาเกี่ยวกับกระบวนการ เช่น “ชุมนุมเทนนิสของโรงเรียนแห่งหนึ่งมีนักเรียนสนใจสมัครเข้าแข่งขันเทนนิสทั้งหมด 15 คน จัดการแข่งขันให้ได้ครั้งละ 2 คน จะมีวิธีจัดการแข่งขันให้ทุกคนได้พบกันทั้งหมดกี่ครั้ง” สำหรับโจทย์ปัญหาข้อนี้ นักเรียนอาจจะไม่เคยพบปัญหาลักษณะนี้มาก่อน ดังนั้นการวาดรูป การเขียนแผนภาพหรือตารางจะช่วยให้

5. ปัญหาเกี่ยวกับการประยุกต์ เช่น “โรงเรียนของนักเรียนใช้กระดาษไปจำนวนเท่าไรในเวลา 1 เดือน” สำหรับปัญหานี้เป็นปัญหาที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวัน ในการแก้ปัญหา นักเรียนต้องใช้วิธีการทางสถิติในการเก็บรวบรวมข้อมูล วิเคราะห์ข้อมูล และนำเสนอข้อมูล

6. ปัญหาในรูปปริศนา เป็นปัญหาที่ไม่สามารถหาคำตอบได้ทันที ต้องพิจารณาเงื่อนไขของโจทย์และทดลองแก้ปัญหา

ผู้วิจัยได้ศึกษาประเภทของปัญหาทางคณิตศาสตร์ จากนักการศึกษาที่ได้กล่าวไว้ข้างต้น สรุปได้ว่า ประเภทของปัญหาทางคณิตศาสตร์ แบ่งออกเป็น 2 ประเภทใหญ่ ๆ คือ

- 1) ปัญหาที่คุ้นเคยหรือที่เคยพบเห็นมาก่อน (Routine Problems) ได้แก่ ปัญหาในรูปแบบฝึกทักษะ ปัญหาขั้นตอนเดียวไม่ซับซ้อน และ 2) ปัญหาที่ไม่คุ้นเคยหรือไม่เคยพบเห็นมาก่อน (Non - Routine Problems) ปัญหาที่เป็นกระบวนการ ปัญหาที่ให้พิสูจน์ ปัญหาที่ซับซ้อน ปัญหาเกี่ยวกับการประยุกต์ และปัญหาที่เป็นรูปปริศนา และสำหรับงานวิจัยนี้ ผู้วิจัยได้กำหนดสถานการณ์ปัญหาเรื่อง ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลและฟังก์ชันลอการิทึม ซึ่งมี 2 ประเภท คือ 1) ปัญหาที่คุ้นเคยหรือที่เคยพบเห็นมาก่อน ซึ่งเป็นปัญหาที่เคยเจอในชีวิตประจำวัน ได้แก่ คำนวณดอกเบี้ย อัตราเงินเดือน
- 2) ปัญหาที่ไม่คุ้นเคยหรือไม่เคยพบเห็นมาก่อน ซึ่งเป็นปัญหาที่มีการประยุกต์และเชื่อมโยงกับศาสตร์อื่น ๆ อาทิ สังคมศาสตร์ ฟิสิกส์ เคมี และชีววิทยา ได้แก่ การเติบโตประชากร การเติบโตของจำนวนเชื้อแบคทีเรีย การสลายตัวของสารกัมมันตภาพรังสี การวัดระดับความเข้มข้น ระดับความเป็นกรด – เบสของสารละลาย เป็นต้น

#### 4. กระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

นักการศึกษาหลายท่านได้กล่าวถึงกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ไว้ดังนี้

Polya (1957, pp. 5 – 40) ได้แบ่งกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ตามแนวคิดของโพลยา ซึ่งประกอบด้วยขั้นตอนสำคัญ 4 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 ทำความเข้าใจปัญหา ขั้นตอนนี้เป็นขั้นเริ่มต้นของการแก้ปัญหาที่ต้องการให้นักเรียนคิดเกี่ยวกับปัญหาและตัดสินใจว่าอะไรคือสิ่งที่ต้องการค้นหา ในขั้นตอนนี้ นักเรียนต้องทำความเข้าใจปัญหาและระบุส่วนสำคัญของปัญหา ซึ่งได้แก่ ตัวไม่รู้ค่า ข้อมูลและเงื่อนไข ในการทำความเข้าใจปัญหา นักเรียนอาจพิจารณาส่วนสำคัญของปัญหาอย่างถี่ถ้วน พิจารณาเข้าไปข้างหน้า พิจารณาในหลากหลายมุมมอง หรืออาจใช้วิธีต่าง ๆ ช่วยในการทำความเข้าใจปัญหา เช่น การเขียนรูป การเขียนแผนภูมิ หรือการเขียนสาระของปัญหาด้วยถ้อยคำของตนเองก็ได้

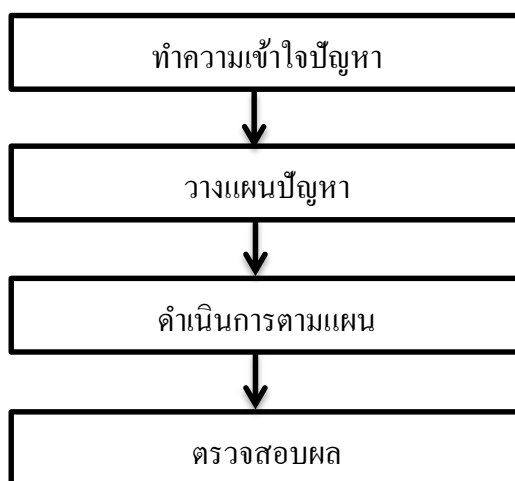
ขั้นที่ 2 วางแผนแก้ปัญหา ขั้นตอนนี้ต้องการให้นักเรียนค้นหาความเชื่อมโยงหรือความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลและตัวไม่รู้ค่า แล้วนำความสัมพันธ์นั้นมาผสมผสานกับ

ประสบการณ์ในการแก้ปัญหา เพื่อกำหนดแนวทางหรือแผนในการแก้ปัญหา และท้ายสุดเลือกยุทธวิธีที่จะนำมาใช้แก้ปัญหา

ขั้นที่ 3 ดำเนินการตามแผน ให้นักเรียนลงมือปฏิบัติ ตามแนวทางหรือแผนที่ได้วางไว้ โดยเริ่มจากตรวจสอบความเป็นไปได้ของแผน เพิ่มเติมรายละเอียดของแผนให้ชัดเจน แล้วลงมือปฏิบัติจนกระทั่งสามารถหาคำตอบได้ ถ้าแผนหรือยุทธวิธีที่เลือกไว้ไม่สามารถแก้ปัญหาได้ นักเรียนต้องค้นหาแผนหรือยุทธวิธีแก้ปัญหาใหม่อีกครั้ง การค้นหาแผนหรือยุทธวิธีแก้ปัญหาใหม่ ถือเป็นการพัฒนาผู้แก้ปัญหาที่ดีด้วยเช่นกัน

ขั้นที่ 4 ตรวจสอบผล ขั้นตอนนี้ต้องการให้นักเรียนมองย้อนกลับไปยังคำตอบที่ได้มา โดยเริ่มจากการตรวจสอบความถูกต้อง ความสมเหตุสมผลของคำตอบและยุทธวิธีแก้ปัญหาที่ใช้ แล้วพิจารณาว่ามีคำตอบหรือมียุทธวิธีแก้ปัญหอย่างอื่นอีกหรือไม่ สำหรับนักเรียนที่คาดเดาคำตอบก่อนลงมือปฏิบัติ ก็สามารถเปรียบเทียบหรือตรวจสอบความสมเหตุสมผลของคำตอบที่คาดเดา และคำตอบจริงในขั้นตอนนี้ได้

กระบวนการแก้ปัญหาของโพลยาทั้ง 4 ขั้นตอนข้างต้น ได้มีการนำมาใช้ในการเรียนการสอนอย่างกว้างขวาง ปรากฏอยู่ในหนังสือเรียน แบบฝึกหัดและตำราต่าง ๆ ที่เกี่ยวกับการแก้ปัญหา แต่หลายคนมักมองว่าจะต้องดำเนินการทำทีละขั้นเรียงตามลำดับลงมา ไม่สามารถข้ามขั้นได้ ดังภาพที่ 4

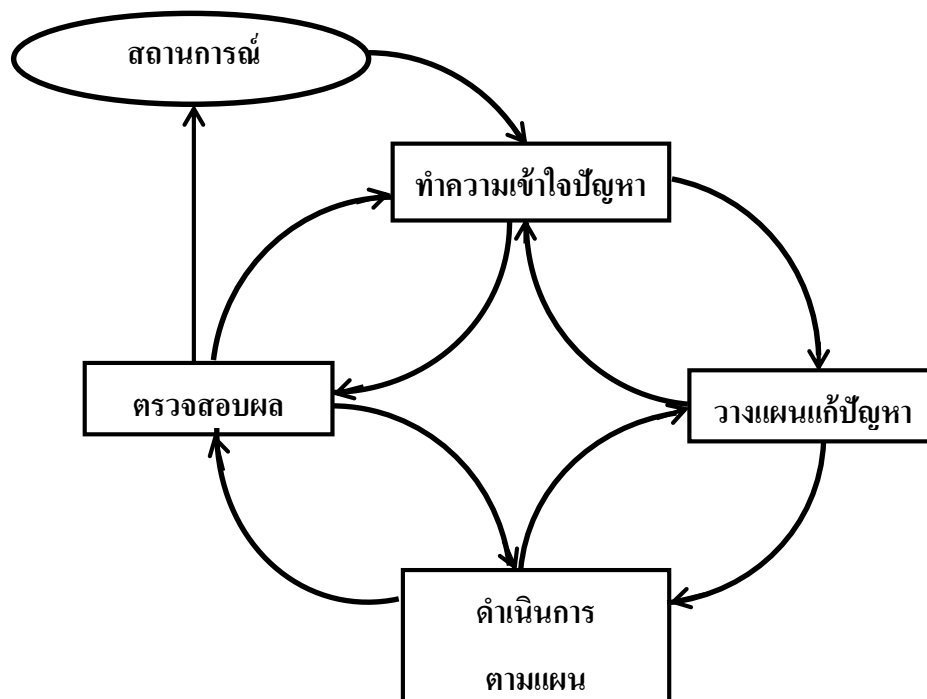


ภาพที่ 4 กระบวนการแก้ปัญหาตามแนวคิดของโพลยา

(สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2555ข, หน้า 8)



Wilson, Fernandez, and Hadaway (1993, pp. 60–62) ได้เสนอแนะกรอบแนวคิดเกี่ยวกับกระบวนการแก้ปัญหาที่แสดงความเป็นพลวัต (Dynamic Problem – Solving Process) มีลำดับไม่ตายตัว สามารถวนไปเวียนมาได้ ดังภาพที่ 5



ภาพที่ 5 กระบวนการแก้ปัญหาที่เป็นพลวัตตามแนวคิดของวิลสัน และคณะ  
(สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2555ข, หน้า 10)

จากภาพที่ 5 เมื่อเผชิญสถานการณ์ที่เป็นปัญหา นักเรียนจะต้องเริ่มทำความเข้าใจกับปัญหาก่อน หลังจากนั้นวางแผนแก้ปัญหา พร้อมทั้งกำหนดยุทธวิธีที่เหมาะสมในการแก้ปัญหานั้น แล้วดำเนินการแก้ปัญหตามแผนที่วางไว้จนกระทั่งสามารถหาคำตอบได้ สุดท้ายพิจารณาความถูกต้อง ความสมเหตุสมผลของคำตอบที่ได้ และยุทธวิธีที่ใช้แก้ปัญหา สำหรับทิศทางของลูกศรนั้น เป็นการแสดงการพิจารณาหรือตัดสินใจที่จะเคลื่อนการกระทำจากขั้นตอนหนึ่งไปสู่อีกขั้นตอนหนึ่ง หรือพิจารณาย้อนกลับไปขั้นตอนก่อนหน้า เมื่อมีปัญหาหรือข้อสงสัย เช่น เมื่อนักเรียนทำการแก้ปัญหาในขั้นตอนที่ 1 คือ ขั้นทำความเข้าใจปัญหา และคิดว่ามีความเข้าใจปัญหาดีแล้ว ก็เคลื่อนการกระทำไปสู่ขั้นวางแผนแก้ปัญหา หรือในขณะที่นักเรียนดำเนินการตามแผนที่วางไว้ในขั้นตอนที่ 3 แต่ไม่สามารถดำเนินการต่อไปได้ นักเรียนก็อาจย้อนกลับไปเริ่มวางแผนใหม่ ในขั้นที่ 2 หรือทำความเข้าใจปัญหาใหม่ในขั้นที่ 1 ก็ได้

เนื่องจากกระบวนการแก้ปัญหาตามแนวคิดของวิลสันและคณะเป็นการดำเนินการที่เกิดขึ้นได้ในการแก้ปัญหาในชีวิตจริง ดังนั้นนักเรียนจึงไม่จำเป็นต้องเริ่มต้นใหม่ในขั้นทำความเข้าใจปัญหาเสมอไป เรียกกระบวนการแก้ปัญหานี้ว่าเป็น “กระบวนการแก้ปัญหาที่เป็นพลวัต”

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้จัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาตามแนวคิดของโพลยาและกระบวนการแก้ปัญหาที่เป็นพลวัตตามแนวคิดของวิลสัน และคณะ

### 5. การพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ให้มีประสิทธิภาพ จำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องศึกษาแนวทางการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ซึ่งมีนักการศึกษาหลายท่านได้กล่าวไว้ ดังนี้

Krulik and Rudnick (1987, pp. 39 - 74) ได้เสนอวิธีการสอนของครู เพื่อช่วยพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน สรุปได้ดังนี้

1. ควรสร้างบรรยากาศที่ทำให้นักเรียนเกิดความรู้สึกว่าสามารถแก้ปัญหาให้สำเร็จได้
  2. ควรจูงใจให้นักเรียนสนใจในการแก้ปัญหา
  3. ควรสอนให้นักเรียนรู้ถึงวิธีการแก้ปัญหา รู้จักพิจารณาได้ว่าข้อความส่วนใดที่เป็นแนวคิดสำคัญ
  4. ควรให้นักเรียนเป็นส่วนหนึ่งของปัญหา เช่น การใส่ชื่อนักเรียนเข้าไปในปัญหา หรือตั้งคำถามที่เกี่ยวกับตัวนักเรียน
  5. ควรให้นักเรียนรู้จักสร้างปัญหาได้ด้วยตนเอง
  6. ควรมีการจัดให้นักเรียนได้ทำงานเป็นกลุ่ม
  7. ควรกระตุ้นให้นักเรียนรู้จักการเขียนภาพด้วยมือเปล่าโดยไม่ใช้เครื่องมือ
  8. ควรแนะนำวิธีการแก้ปัญหาวิธีอื่น ๆ ที่แตกต่างจากแนวคิดของนักเรียน
- เพิ่มเติม
9. ควรส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียน โดยตั้งคำถามให้นักเรียนตอบ
  10. ควรเน้นความคิดสร้างสรรค์ทางด้านความคิดและจินตนาการ
  11. ควรส่งเสริมให้นักเรียนรู้จักใช้เครื่องคำนวณ
  12. ควรนำโปรแกรมคอมพิวเตอร์สมัยใหม่มาใช้
  13. ควรให้นักเรียนเขียนแผนภูมิสายงาน (Flow - Chart) แสดงกระบวนการแก้ปัญหาของตนเอง
  14. ควรนำกิจกรรมเกมมาใช้ในชั้นเรียน

15. ควรให้นักเรียนรู้จักแก้ปัญหาที่มีขั้นตอนในการแก้ปัญหามากกว่า 1  
ขั้นตอน
16. ไม่ควรสอนเนื้อหาคณิตศาสตร์เรื่องใหม่ในขณะที่สอนการแก้ปัญหา  
Bitter (1990, pp. 66 – 67) ได้เสนอวิธีการสอนของครู เพื่อช่วยพัฒนา  
ความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียน สรุปได้ดังนี้
1. ควรเลือกปัญหาที่น่าสนใจ และไม่ยากหรือง่ายจนเกินไปมาสอนนักเรียน
  2. ควรแบ่งนักเรียนเป็นกลุ่มย่อย ๆ เพื่อให้ร่วมกันแก้ปัญหาเป็นการฝึก  
ให้นักเรียนรู้จักการทำงานร่วมกัน
  3. ควรให้นักเรียนพิจารณาว่าโจทย์กำหนดข้อมูลอะไรมาให้ ซึ่งสามารถ  
นำไปใช้ในการแก้ปัญหา และยังคงการใช้ข้อมูลอื่นใดบ้าง ในการแก้ปัญหานั้น ๆ
  4. ควรให้นักเรียนพิจารณาว่าปัญหาลักษณะอะไร ถ้าไม่สามารถบอกได้ ให้  
อ่านปัญหานั้นใหม่ และถ้าจำเป็นจริง ๆ ให้ครูอธิบายความหมายของคำที่ใช้ในปัญหานั้นให้  
นักเรียนทราบ
  5. ควรให้ฝึกการแก้ปัญหามาก ๆ รูปแบบ เพื่อไม่ให้รู้สึกเบื่อกับการแก้ปัญห  
ที่ซ้ำซาก ไม่ทำลายความสามารถ
  6. ควรให้นักเรียนทำการแก้ปัญหาย่อย ๆ จนเคยชินว่าเป็นส่วนหนึ่ง  
ของกระบวนการเรียนการสอน
  7. ควรส่งเสริมให้นักเรียนแก้ปัญหามาก ๆ ข้อ โดยใช้วิธีการเดียวกัน เพื่อจะ  
ได้ฝึกทักษะและส่งเสริมให้ใช้การแก้ปัญหามาก ๆ วิธีในข้อเดียวกัน เพื่อให้เห็นว่ายังมีวิธีการ  
อื่น ๆ อีก ที่จะใช้แก้ปัญหานั้นได้
  8. ควรช่วยเหลือนักเรียนในการเลือกวิธีการแก้ปัญหที่เหมาะสมสำหรับ  
รูปแบบเฉพาะข้อนั้น ๆ
  9. ควรให้นักเรียนพิจารณาว่าปัญหาในข้อนั้นคล้ายกับปัญหาที่เคยพบมาก่อน  
หรือไม่
  10. ควรให้เวลากับนักเรียนในการลงมือแก้ปัญหา อภิปรายผลการแก้ปัญห  
และวิธีการดำเนินการแก้ปัญห
  11. ควรให้นักเรียนฝึกการคาดคะเนคำตอบและการทดสอบคำตอบที่ได้  
เพื่อประหยัดเวลาในการแก้ปัญหา
- ปรีชา เนาว์เย็นผล (2538, หน้า 66 – 67) ได้เสนอวิธีการสอนของครู เพื่อช่วย  
พัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ โดยพิจารณาตามขั้นตอนของการแก้ปัญหา

4 ขั้นตอนของโพลยา และนำมาเป็นแนวทางในการช่วยพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน สรุปได้ดังนี้

#### 1. การพัฒนาความสามารถในการทำความเข้าใจปัญหา

1.1 ควรพัฒนาทักษะการอ่าน โดยให้นักเรียนฝึกการอ่านและทำความเข้าใจข้อความในปัญหาที่ครูยกมาเป็นตัวอย่างในการสอนก่อนที่จะมุ่งไปที่วิธีทำเพื่อหาคำตอบ โดยอาจฝึกเป็นรายบุคคล หรือฝึกเป็นกลุ่ม อภิปรายร่วมกันถึงสาระสำคัญของโจทย์ปัญหา ความเป็นไปได้ของคำตอบที่ต้องการ ความพอเพียง หรือความมากเกินไปของข้อมูลที่กำหนดให้

1.2 ควรใช้ยุทธวิธีช่วยเพิ่มพูนความเข้าใจ เช่นการเขียนภาพ เขียนแผนภาพ หรือสร้างแบบจำลอง เพื่อแสดงความสัมพันธ์กับข้อมูลต่าง ๆ ของปัญหา จะทำให้ปัญหามีความเป็นรูปธรรมมากขึ้น สามารถทำความเข้าใจได้ง่ายขึ้น

1.3 ควรใช้ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับชีวิตจริงมาให้นักเรียนฝึกทำ เพื่อความเข้าใจ เช่น การนำปัญหาที่กำหนดข้อมูลให้เกินความจำเป็น หรือกำหนดข้อมูลให้ไม่เพียงพอ มาให้นักเรียนฝึกวิเคราะห์ข้อมูลว่า ข้อมูลที่กำหนดให้ข้อมูลใดใช้ได้บ้าง หรือหาว่าข้อมูลที่กำหนดให้เพียงพอหรือไม่

#### 2. การพัฒนาความสามารถในการวางแผนการแก้ปัญหา

2.1 ต้องไม่บอกวิธีการแก้ปัญหากับนักเรียนโดยตรง แต่ควรใช้วิธีการกระตุ้นให้คิดด้วยตนเอง เช่น การใช้คำถามนำ โดยอาศัยข้อมูลต่าง ๆ ที่โจทย์ปัญหากำหนดให้ หยุดใช้คำถามเมื่อนักเรียนมองเห็นแนวทางในการแก้ปัญหา

2.2 ควรส่งเสริมให้นักเรียนคิดออกม้าง ๆ คือ สามารถบอกให้คนอื่น ๆ ทราบว่าตนเองคิดอะไร การคิดออกม้าง ๆ อาจอยู่ในรูปการบอก หรือเขียนแผนภาพ และแบบแผนแสดงลำดับขั้นตอนการคิดออกมาให้ผู้อื่นทราบ ทำให้เกิดการอภิปราย เพื่อหาแนวทางในการแก้ปัญหาที่เหมาะสม

2.3 ควรสร้างลักษณะนิสัยของนักเรียนให้รู้จักคิดวางแผนก่อนลงมือทำสิ่งใดเสมอ ๆ เพราะจะทำให้สามารถประเมินความเป็นไปได้ในการแก้ปัญหานั้น ๆ ควรเน้นว่าวิธีการแก้ปัญหานั้นสำคัญกว่าคำตอบที่ได้ เพราะวิธีการสามารถนำไปใช้ได้กว้างขวางกว่า

2.4 ควรจัดหาปัญหาให้นักเรียนฝึกบ่อย ๆ ซึ่งต้องเป็นปัญหาที่ท้าทายและน่าสนใจ

2.5 ควรส่งเสริมให้รู้จักใช้ยุทธวิธีในการแก้ปัญหา แต่ละข้อให้มากกว่าหนึ่งวิธี เพื่อให้นักเรียนมีความยืดหยุ่นในการคิด และจะมีโอกาสได้ฝึกการวางแผนมากขึ้น

### 3. การพัฒนาความสามารถในการดำเนินการตามแผน

ควรฝึกให้นักเรียนลงมือแก้ปัญหา ดำเนินการตามแผนที่วางไว้ และควรให้นักเรียนฝึกการตรวจสอบการวางแผน ก่อนที่จะลงมือทำตามแผน โดยพิจารณาความเป็นไปได้ ความถูกต้องของแผนที่วางไว้ และพิจารณาว่าวิธีการเหมาะสมถูกต้องกับการแก้ปัญหานั้น ๆ หรือไม่

### 4. การพัฒนาความสามารถในการตรวจสอบผล/คำตอบ

4.1 ควรกระตุ้นให้เห็นความสำคัญของการตรวจสอบวิธีทำ และคำตอบให้ เลขจีน โดยครูอาจสร้างกิจกรรมให้นักเรียนได้ฝึกการตรวจสอบความถูกต้อง หาข้อบกพร่องจากการแสดงการแก้ปัญหาที่ครูยกตัวอย่างมาให้

4.2 ควรกระตุ้นให้รู้จักตีความหมายของคำตอบที่ได้ว่ามีความหมายสอดคล้องกับปัญหาหรือไม่

4.3 ควรสนับสนุนให้ทำแบบฝึกหัด โดยใช้วิธีการหาคำตอบได้มากกว่าหนึ่งวิธี เพื่อเป็นการตรวจสอบวิธีการที่ใช้นั้นกับวิธีการอื่นที่สามารถใช้หาคำตอบในปัญหานั้นได้อีก

4.4 ควรให้นักเรียนฝึกหัดสร้าง โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับเนื้อหาที่นักเรียน เพื่อช่วยทำให้มีความเข้าใจในโครงสร้างของปัญหา ทำให้สามารถมองเห็นแนวทางในการคิดแก้ปัญหาด้วยวิธีอื่น ๆ ได้

สิริพร ทิพย์คง (2544, หน้า 80 – 81) ได้เสนอวิธีการสอนของครู เพื่อช่วยพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหามathematics ของนักเรียน สรุปได้ดังนี้

1. ควรเลือกปัญหาที่กระตุ้นความสนใจและเป็นปัญหาที่นักเรียนมีประสบการณ์ในเรื่องเหล่านั้นมาใช้สอนนักเรียน
2. ควรทดสอบดูว่านักเรียนมีพื้นฐานเพียงพอหรือไม่ ที่จะนำไปใช้ในการแก้ปัญหานั้นได้ ถ้ามีไม่เพียงพอครูต้องสอนเสริมหรือทบทวนในสิ่งที่เคยเรียนไปแล้ว
3. ควรให้อิสระแก่นักเรียนในการใช้ความคิดแก้ปัญหา
4. ควรให้แบบฝึกหัดที่มีข้อยาก ปานกลาง และง่าย เพื่อให้นักเรียนทุกคนประสบความสำเร็จในการแก้ปัญหา เป็นการเสริมสร้างกำลังใจให้กับนักเรียน
5. ควรทดสอบดูว่านักเรียนเข้าใจปัญหาในข้อนั้น ๆ หรือไม่ โดยการถามว่า โจทย์ถามอะไร และโจทย์กำหนดอะไรมาให้
6. ควรฝึกให้นักเรียนรู้จักการหาคำตอบ โดยการประมาณก่อนที่จะคิดคำนวณ เพื่อให้ได้คำตอบที่ถูกต้อง

7. ควรช่วยนักเรียนในการคิดหาความสัมพันธ์ของปัญหา โดยการแนะนำให้วาดภาพหรือเขียนแผนผัง ในกรณีที่ไม่สามารถคิดแก้ปัญหาได้
8. ควรช่วยนักเรียนในการคิดแก้ปัญหา เช่น การถามว่าเคยแก้ปัญหานี้หรือปัญหาที่มีลักษณะคล้ายข้อนี้มาก่อนหรือไม่ ลองแยกแยะปัญหาข้อนั้น ๆ ออกเป็นปัญหาย่อย ๆ
9. ควรให้นักเรียนคิดหาวิธีการอื่น ๆ เพื่อนำไปใช้ในการแก้ปัญหาข้อนั้น ๆ รวมทั้งสนับสนุนให้ตอบวิธีการที่คิดและทำ ในการแก้ปัญหาข้อนั้น ๆ ตลอดจนให้ทบทวนวิธีการคิดแก้ปัญหาแต่ละขั้นตอน
10. ควรให้นักเรียนช่วยกันแก้ปัญหาเป็นกลุ่มย่อย ๆ หรือให้นำปัญหามาเอง เพื่อเป็นการแลกเปลี่ยนความคิดเห็น

ผู้วิจัยได้ศึกษาแนวทางการพัฒนาความสามารถแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ จากนักการศึกษาที่ได้กล่าวไว้ข้างต้น สรุปได้ว่า การพัฒนาความสามารถแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์นั้น ขึ้นอยู่กับวิธีการสอนของครู ซึ่งครูผู้สอนต้องเน้นกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ซึ่งประกอบด้วย การพัฒนาความสามารถในการทำความเข้าใจปัญหา จะช่วยให้นักเรียนเกิดแนวคิดในการวิเคราะห์เกี่ยวกับปัญหาที่กำหนดให้ ส่งเสริมให้นักเรียนได้พัฒนาความสามารถในการวางแผนการแก้ปัญหา ช่วยให้เกิดแนวคิดในการหาวิธีการในการแก้ปัญหาลำดับขั้น ส่งเสริมให้ได้พัฒนาความสามารถในการลงมือทำตามแผน ซึ่งเป็นการพัฒนาทักษะการคิดคำนวณ การคิดวิเคราะห์ และสามารถนำมาใช้เป็นเครื่องมือในการดำเนินการตามแผนเพื่อหาคำตอบ และส่งเสริมให้นักเรียนได้พัฒนาความสามารถในการตรวจสอบวิธีการและคำตอบ เป็นการช่วยย้ำให้นักเรียนมีความรอบคอบ ในการตรวจสอบความถูกต้องของขั้นตอนทั้งหมดอีกครั้งหนึ่ง เพื่อความสอดคล้องกันระหว่างคำตอบที่ได้กับคำถามของโจทย์ ตลอดจนการสร้างบรรยากาศในชั้นเรียน หรืออาจใช้เกม หรือโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่ทันสมัยมาช่วย การเลือกปัญหาที่น่าสนใจ การแบ่งนักเรียนเป็นกลุ่มย่อย ๆ เพื่อให้นักเรียนได้แลกเปลี่ยนความคิดเห็นซึ่งกันและกัน การใช้เวลาลงมือแก้ปัญหา การให้โอกาส ให้อิสระทางความคิด และคอยกระตุ้นความสนใจในการแก้ปัญหของนักเรียนด้วย สำหรับงานวิจัยนี้ได้มีการพัฒนาความสามารถแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยการใช้ความรู้ ประสบการณ์ ทักษะและกระบวนการแก้ปัญหา แนวคิดการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่มีอยู่ผสมผสานกับการอ่านจับใจความจากการเรียนด้วยวิธีสอนแบบแลกเปลี่ยนบทบาท เพื่อค้นหาคำตอบของปัญหาทางคณิตศาสตร์ เพื่อให้ผู้เรียนมีความสามารถแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ในด้าน 1) การทำความเข้าใจปัญหา 2) การวางแผน 3) การดำเนินการตามแผน และ 4) การตรวจสอบผล

## การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

### 1. มาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัดเกี่ยวกับการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

ทักษะและกระบวนการแก้ปัญหา จัดอยู่ในมาตรฐานทางด้านทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ซึ่งมาตรฐานทางด้านทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่ยอมรับและนำมาใช้อ้างอิงกันอย่างแพร่หลาย คือ มาตรฐานทางด้านทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ของสภาครูคณิตศาสตร์แห่งชาติของสหรัฐอเมริกา ซึ่งได้เสนอไว้ในหนังสือหลักการและมาตรฐานสำหรับคณิตศาสตร์ระดับโรงเรียนในปี ค.ศ. 2000 ว่าด้วยมาตรฐานทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ที่ควรส่งเสริมให้นักเรียนที่เรียนในระดับโรงเรียนได้เรียนรู้ฝึกฝนและพัฒนาให้เกิดขึ้น ดังนี้ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2555ข, หน้า 136 - 137)

1. นักเรียนสามารถสร้างความรู้ทางคณิตศาสตร์ใหม่ ๆ ผ่านการแก้ปัญหาได้
2. นักเรียนสามารถแก้ปัญหาทั้งในคณิตศาสตร์และในบริบทอื่น ๆ ได้
3. นักเรียนสามารถเลือกใช้และปรับยุทธวิธีแก้ปัญหาที่เหมาะสมได้หลากหลาย
4. นักเรียนสามารถตรวจตราและสะท้อนกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

ได้

สำหรับประเทศไทย หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ได้กำหนดมาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัดเกี่ยวกับการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ สำหรับการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ระดับโรงเรียน ดังนี้ (สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา, 2551, หน้า 54 – 56)

#### สาระที่ 6 ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์

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

#### ตารางที่ 1 ตัวชี้วัดของมาตรฐาน ค 6.1

ชั้น	ตัวชี้วัด
ป.1 - 3	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. ใช้วิธีการที่หลากหลายแก้ปัญหา</li> <li>2. ใช้ความรู้ ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ในการแก้ปัญหา ในสถานการณ์ต่าง ๆ ได้อย่างเหมาะสม</li> <li>3. ให้เหตุผลประกอบการตัดสินใจ และสรุปผล ได้อย่างเหมาะสม</li> <li>4. ใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ในการสื่อสาร การสื่อความหมาย</li> </ol>

## ตารางที่ 1 (ต่อ)

ชั้น	ตัวชี้วัด
	<p>และการนำเสนอ ได้อย่างถูกต้อง</p> <p>5. เชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ ในคณิตศาสตร์ และเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ</p> <p>6. มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์</p>
ป.4 - 6	<p>1. ใช้วิธีการที่หลากหลายแก้ปัญหา</p> <p>2. ใช้ความรู้ ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ และเทคโนโลยี ในการแก้ปัญหาในสถานการณ์ต่าง ๆ ได้อย่างเหมาะสม</p> <p>3. ให้เหตุผลประกอบการตัดสินใจ และสรุปผลได้อย่างเหมาะสม</p> <p>4. ใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ในการสื่อสาร การสื่อความหมาย และการนำเสนอ ได้อย่างถูกต้องและเหมาะสม</p> <p>5. เชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ ในคณิตศาสตร์ และเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ</p> <p>6. มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์</p>
ม.1 - 3	<p>1. ใช้วิธีการที่หลากหลายแก้ปัญหา</p> <p>2. ใช้ความรู้ ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ และเทคโนโลยี ในการแก้ปัญหาในสถานการณ์ต่าง ๆ ได้อย่างเหมาะสม</p> <p>3. ให้เหตุผลประกอบการตัดสินใจ และสรุปผลได้อย่างเหมาะสม</p> <p>4. ใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ในการสื่อสาร การสื่อความหมาย และการนำเสนอ ได้อย่างถูกต้อง และชัดเจน</p> <p>5. เชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ ในคณิตศาสตร์ และนำความรู้ หลักการ กระบวนการทางคณิตศาสตร์ไปเชื่อมโยงกับศาสตร์อื่น ๆ</p> <p>6. มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์</p>
ม.4 - 6	<p>1. ใช้วิธีการที่หลากหลายแก้ปัญหา</p> <p>2. ใช้ความรู้ ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ และเทคโนโลยี ในการแก้ปัญหาในสถานการณ์ต่าง ๆ ได้อย่างเหมาะสม</p> <p>3. ให้เหตุผลประกอบการตัดสินใจ และสรุปผลได้อย่างเหมาะสม</p> <p>4. ใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ในการสื่อสาร การสื่อความหมาย</p>



## ตารางที่ 1 (ต่อ)

ชั้น	ตัวชี้วัด
	และการนำเสนอ ได้อย่างถูกต้อง และชัดเจน
	5. เชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ ในคณิตศาสตร์ และนำความรู้ หลักการ กระบวนการทางคณิตศาสตร์ไปเชื่อมโยงกับศาสตร์อื่น ๆ
	6. มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์

ในงานวิจัยนี้ มาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัดเกี่ยวกับการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่ใช้คือ ตัวชี้วัด ค 6.1 ม.4 - 6/1 ใช้วิธีการที่หลากหลายแก้ปัญหา และ ตัวชี้วัด ค 6.1 ม.4 - 6/2 ใช้ความรู้ ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ และเทคโนโลยี ในการแก้ปัญหาในสถานการณ์ต่าง ๆ ได้อย่างเหมาะสม

## 2. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

นักการศึกษาหลายท่านได้กล่าวถึงการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ไว้ดังนี้

Le Blanc, Proudfit, and Putl (1980, pp.104 - 116) ได้กล่าวถึงการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ไว้ว่า การแก้ปัญหาแบ่งออกเป็นช่วงเวลา 3 ช่วง ดังนี้

1. ก่อนการแก้ปัญหา นักเรียนต้องเข้าใจโจทย์ปัญหา ดังนั้นนักเรียนต้องอ่านโจทย์ด้วยระมัดระวัง ให้ความสนใจกับคำหรือข้อความที่สื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ ข้อมูลที่กำหนดไว้ในโจทย์ และทำความเข้าใจในแต่ละส่วนของโจทย์ปัญหา ครูอาจจะบอกให้คิดว่า จะใช้วิธีการใดในการแก้ปัญหา ถ้านักเรียนยังทำไม่ได้ ครูอาจจะเสนอแนะให้สร้างตาราง เขียนภาพ เพื่อช่วยในการแก้ปัญหา

2. ระหว่างการแก้ปัญหา ครูควรสังเกตนักเรียน จะได้ทราบว่านักเรียนรู้และไม่รู้อะไรบ้าง และสิ่งที่ควรปฏิบัติในการแก้ปัญหา คือ การอ่านโจทย์ปัญหาแล้วดูว่าโจทย์ต้องการให้หาอะไร ข้อมูลอะไรในโจทย์ที่สำคัญและนำไปใช้แก้ปัญหาได้แล้วลงมือแก้ปัญหา โดยการดูแบบรูป คาดเดาและตรวจสอบ เขียนประโยคสัญลักษณ์ ให้เหตุผลเชิงตรรกะ การคิดย้อนกลับ การวาดภาพ สร้างตาราง จัดหมวดหมู่ของข้อมูล ลงมือปฏิบัติ ใช้สื่อรูปธรรม เพื่อให้โจทย์นั้นง่ายขึ้น นอกจากนี้ครูควรถามว่านักเรียนใช้ข้อมูลที่สำคัญและสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ทั้งหมดหรือไม่

ให้ตรวจสอบคำตอบวิธีการที่ทำ ตลอดจนตัดสินว่าคำตอบนั้นเชื่อถือได้หรือไม่ และเขียนคำตอบให้เป็นประโยคที่สมบูรณ์

ในกรณีที่นักเรียนแก้ปัญหาไม่ได้ และไม่ทราบว่าจะทำอย่างไร ครูควรให้ความช่วยเหลือแนะนำและถามคำถาม โดยทั่วไปเป็นสิ่งที่ยากที่จะบอกว่าทำไมนักเรียนจึงทำไม่ได้ ตัวอย่างเช่น นักเรียนบางคนแก้ปัญหาไม่ได้เนื่องจากไม่เข้าใจโจทย์ปัญหา ครูจึงควรวิเคราะห์ว่าทำไมนักเรียนจึงแก้ปัญหาไม่ได้ เนื่องจากอะไร นักเรียนควรได้รับความช่วยเหลือทันที ครูอาจจะถามนักเรียนว่าโจทย์กำหนดอะไรมาให้ ข้อมูลใดที่คิดว่าสำคัญ ลองคิดย้อนกลับดู ลองวาดรูปแสดงโจทย์ปัญหานี้

ดังนั้นการเตรียมตัวครูในการส่งเสริมให้นักเรียนแก้ปัญหาเป็น จึงมีความสำคัญ เพราะเมื่อเริ่มต้นแก้ปัญหานักเรียนยังมีประสบการณ์ เกี่ยวกับการแก้ปัญหาน้อย จึงมักมีความวิตกกังวล ครูจึงควรให้คำแนะนำ ช่วยเหลือ เตรียมคำถามที่จะช่วยกระตุ้นความคิด และให้นักเรียนแก้ปัญหาที่มีลักษณะคล้ายคลึงกัน เพื่อให้ได้ฝึกทักษะการแก้ปัญหา

3. หลังการแก้ปัญหา ถ้านักเรียนสามารถแก้โจทย์ปัญหาได้แล้ว ครูควรให้นักเรียนในห้องอย่างน้อย 2 คน หรือในกลุ่มอย่างน้อย 2 กลุ่ม มาเขียนแสดงแนวคิดและคำตอบบนกระดาน แล้วนักเรียนทั้งห้องช่วยกันอภิปราย ถ้ามีวิธีการแก้ปัญหาย่างอื่นสำหรับโจทย์ปัญหาข้อนั้น ให้นักเรียนช่วยกันเสนอแนวคิดและวิธีการที่แตกต่างกัน ในกรณีที่นักเรียนแสดงแนวคิด วิธีการทำ และคำตอบที่ไม่ถูกต้อง ครูควรให้นักเรียนช่วยกันอภิปรายว่าทำไมจึงไม่ถูกต้อง เพราะอะไร ให้นักเรียนคิดหาเหตุผล โดยครูช่วยแนะนำในกรณีที่นักเรียนตอบไม่ได้

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2555ข, หน้า 153 – 158) ได้กล่าวถึงการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ไว้ว่า ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนผ่านการแก้ปัญหา นอกจากครูจะต้องเตรียมปัญหาให้เหมาะสมและมีประสิทธิภาพ ครูควรจะดำเนินกิจกรรมการเรียนการสอนให้สอดคล้องและเหมาะสมด้วย แนวทางในการดำเนินกิจกรรมการเรียนการสอนผ่านการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ควรเป็นดังนี้

1. ครูควรใช้กิจกรรมการเรียนแบบร่วมมือ หรือการทำงานร่วมกันเป็นกลุ่มย่อย ซึ่งเป็นกิจกรรมการเรียนการสอนที่ให้นักเรียนได้โอกาสทำงานร่วมกันเป็นทีมหรือกลุ่ม ได้ลงมือแก้ปัญหาและปฏิบัติภารกิจต่าง ๆ จนบรรลุจุดประสงค์ที่คาดหวังไว้ ได้พูดคุยแลกเปลี่ยนความคิดเห็นซึ่งกันและกัน ได้สื่อสารและนำเสนอยุทธวิธีแก้ปัญหาและกระบวนการแก้ปัญหาของตน ได้อภิปรายถึงยุทธวิธีแก้ปัญหาและกระบวนการแก้ปัญหาที่เหมาะสมและมีประสิทธิภาพ ได้สะท้อนความคิดเห็นยุทธวิธีแก้ปัญหาและกระบวนการแก้ปัญหาที่กระทำร่วมกัน ตลอดจนได้เรียนรู้ที่จะยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น ซึ่งจะช่วยให้เด็กมีความมั่นใจในการแก้ปัญหา

ที่ได้เผชิญทั้งที่อยู่ภายในและภายนอกห้องเรียน มีทักษะการสื่อสารและทักษะการเข้าสังคม กล้าแสดงหรืออ้างอิงเหตุผล มีความเชื่อมั่นในตนเอง และสามารถเชื่อมโยง ตลอดจนเข้าใจ แนวคิดทางคณิตศาสตร์ได้อย่างลึกซึ้งและจดจำได้นานขึ้น

ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือ ครูจะต้องเลือกขนาดของกลุ่ม ว่าควรเป็นเท่าไร ซึ่งโดยปกติกลุ่มละ 3 – 4 คน เมื่อเลือกขนาดกลุ่มได้แล้ว ครูควรจัดนักเรียน เข้ากลุ่ม โดยให้แต่ละกลุ่มมีนักเรียนที่มีระดับความสามารถเก่ง ปานกลาง และอ่อน อยู่ในกลุ่ม เดียวกัน หลังจากนั้น ครูควรชี้แจงบทบาทหน้าที่ของสมาชิกในกลุ่ม โดยเน้นย้ำว่าทุกคน ต้อง มีส่วนร่วมในการแก้ปัญหา เข้าใจงานของกลุ่ม และสามารถอธิบายได้ ขณะที่นักเรียนแต่ละกลุ่ม ทำกิจกรรมร่วมกันอยู่ ครูควรมีบทบาทในการตรวจตราสอดส่องการทำงานและพฤติกรรมของ นักเรียนแต่ละคน คอยสอดแทรก/จัดจังหวะกระบวนการแก้ปัญหาของกลุ่ม โดยใช้คำถามกระตุ้น เมื่อกลุ่มแก้ปัญหาไม่ได้หรือไม่ตรงประเด็น ตอบคำถามและให้คำปรึกษาเท่าที่จำเป็น

2. ครูควรเปิดโอกาสให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยครูอาจเริ่มต้นจากการให้นักเรียนลงมือปฏิบัติแก้ปัญหาด้วยตนเอง เพราะการแก้ปัญหาแต่ละ ครั้ง จะช่วยให้นักเรียน ได้ฝึกทักษะการคิดและกระบวนการแก้ปัญหา ได้เรียนรู้ความรู้ทาง คณิตศาสตร์และสร้างความรู้ทางคณิตศาสตร์ใหม่ ๆ ผ่านการแก้ปัญหา

3. ครูควรเปิดโอกาสให้นักเรียนได้คิด อธิบายในสิ่งที่ตนคิดและนำเสนอ แนวคิดของตนอย่างอิสระ โดยครูอาจเริ่มต้นจากการให้นักเรียนเดิมคำตอบเพียงคำตอบเดียว เดิมคำตอบสั้น ๆ แล้วจึงเติมคำตอบเป็นข้อความหรือประโยค และเมื่อนักเรียนคุ้นเคยกับการได้คิด อธิบายในสิ่งที่ตนเองคิดและนำเสนอแนวคิดของตนแล้ว ครูควรให้ลงมือปฏิบัติแก้ปัญหาเป็นกลุ่ม เพราะการแก้ปัญหาเป็นกลุ่มจะช่วยให้นักเรียนมีโอกาสดูฝึกทักษะทั้งด้านการคิด การให้เหตุผล การสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ และการนำเสนอร่วมกับสมาชิกในกลุ่มด้วย

4. ครูควรยอมรับความคิดเห็นของนักเรียน ไม่ว่าจะความคิดนั้นจะถูกหรือผิด เพราะคำตอบที่ผิดของนักเรียนจะทำให้ครูวิเคราะห์ได้ว่าข้อผิดพลาดนั้นมาจากไหน ครูไม่ควรย้ำ สิ่งที่นักเรียนทำผิด หรือเข้าใจผิด แต่ครูควรซักถาม อธิบายและเปิดอภิปราย ให้นักเรียนได้เข้าใจ แนวคิด และกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่ถูกต้อง

5. ครูควรสนับสนุนให้นักเรียนเริ่มต้นคิดหาวิธีแก้ปัญหาด้วยตนเองก่อน เนื่องจากมีนักเรียนจำนวนมากที่ไม่ทราบว่าจะเริ่มต้นคิดแก้ปัญหาอย่างไร จึงรอให้ครูแนะนำและ ตั้งคำถามนำ ครูควรตระหนักว่าการถามนำมากเกินไป จะทำให้นักเรียนคุ้นเคยกับการคิดเพื่อตอบ คำถามครูทีละคำถาม ต่อเนื่องกันจนได้คำตอบ โดยไม่คิดหาวิธีแก้ปัญหาที่ครบขั้นตอนหรือ กระบวนการด้วยตนเอง

6. ครูควรสนับสนุนให้นักเรียนคิดและลงมือปฏิบัติ แก้ปัญหาตามขั้นตอนและกระบวนการแก้ปัญหา โดยครูเลือกใช้ปัญหาที่ส่งเสริมกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ในการดำเนินกิจกรรม แล้วสนับสนุนให้นักเรียนคิดและลงมือปฏิบัติแก้ปัญหาตามขั้นตอนและกระบวนการแก้ปัญหา เพื่อให้ นักเรียนมีประสบการณ์และคุ้นเคยกับขั้นตอนและกระบวนการแก้ปัญหาที่ถูกต้อง

7. ครูควรสนับสนุนให้นักเรียนใช้ยุทธวิธีแก้ปัญหามากกว่าหนึ่งยุทธวิธี เมื่อนักเรียนแก้ปัญหาจนได้คำตอบของปัญหาแล้ว ครูควรกระตุ้นและสนับสนุนให้นักเรียนคิดหายุทธวิธีอื่นที่แตกต่างจากเดิม แล้วให้นักเรียนใช้ยุทธวิธีแก้ปัญหานั้น หาคำตอบของปัญหาอีกครั้ง เพื่อให้ นักเรียนตระหนักว่า ปัญหาทางคณิตศาสตร์สามารถใช้ยุทธวิธีแก้ปัญหามากกว่าหนึ่งยุทธวิธี

8. ครูควรสนับสนุนให้นักเรียนสำรวจ สืบสวน สร้างข้อความคาดการณ์ อธิบายและตัดสินใจสรุปในกรณีทั่วไปของตนเอง ซึ่งอาจเริ่มจากการให้นักเรียนฝึกตั้งคำถามกับตัวเองบ่อย ๆ โดยเป็นคำถามที่ต้องการคำอธิบาย เช่น เพราะเหตุใด ทำไม และอย่างไร แล้วให้นักเรียนลงมือสำรวจ สืบสวน รวบรวมข้อมูล ค้นหาความสัมพันธ์และแบบรูป สร้างข้อความคาดการณ์ อธิบายและตรวจสอบข้อความคาดการณ์ ตลอดจนตัดสินใจสรุปในกรณีทั่วไปของตนเอง

9. ครูควรสนับสนุนให้นักเรียนใช้ช่องทางการสื่อสารได้มากกว่าหนึ่งช่องทาง ในการนำเสนอยุทธวิธีและกระบวนการแก้ปัญหา

10. ครูควรสนับสนุนให้นักเรียนลงมือปฏิบัติแก้ปัญหาทั้งในคณิตศาสตร์และในบริบทอื่น ๆ นักเรียนไม่เพียงมีประสบการณ์ในการแก้ปัญหาหลาย ๆ แบบ แต่นักเรียนยังมีประสบการณ์ในการเชื่อมโยงระหว่างแนวคิดทางคณิตศาสตร์กับแนวคิดของศาสตร์อื่นขณะแก้ปัญหาอีกด้วย ซึ่งจะทำให้นักเรียนเห็นคุณค่าว่าคณิตศาสตร์สามารถประยุกต์ใช้ในบริบทอื่น ๆ นอกเหนือจากคณิตศาสตร์ได้ และการแก้ปัญหาหลาย ๆ แบบมีคุณค่ามากกว่าการแก้ปัญหาแบบเดียวตลอดเวลา

11. ครูควรสนับสนุนให้นักเรียนสร้างปัญหาทางคณิตศาสตร์เพิ่มเติม โดยอาศัยแนวคิดยุทธวิธีและกระบวนการแก้ปัญหาจากปัญหาเดิม ซึ่งในการสร้างปัญหาทางคณิตศาสตร์เพิ่มเติมนี้ จะช่วยให้นักเรียนได้พัฒนาความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ของตนได้อย่างหลากหลายและเป็นอิสระ

12. ครูควรสนับสนุนให้นักเรียนรับรู้กระบวนการคิดของตนเอง โดยการ

ตรวจตราความคิด และกระบวนการคิดของตนเองว่ามีสิ่งใดบ้างที่รู้และไม่รู้ ตลอดจนสะท้อนกระบวนการแก้ปัญหาของตนเองออกมาด้วย โดยการให้นักเรียนเขียนอนุทินในหัวข้อเกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์

13. ครูควรเปิดอภิปรายร่วมกับนักเรียนเกี่ยวกับยุทธวิธีและกระบวนการแก้ปัญหา เพื่อให้นักเรียนได้มีความรู้เกี่ยวกับยุทธวิธีและกระบวนการแก้ปัญหาที่หลากหลาย โดยครูนำเปิดอภิปรายร่วมกับนักเรียนทั้งชั้น แล้วร่วมกันพิจารณาว่ายุทธวิธีและกระบวนการแก้ปัญหาใดที่เหมาะสมและมีประสิทธิภาพ

สิริพร ทิพย์คง (2544, หน้า 67 – 69) ได้กล่าวถึงการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ไว้ดังนี้

1. ในการเรียนการสอนผู้สอนควรเน้นกระบวนการและยุทธวิธีที่ใช้ในการแก้ปัญหา แทนที่จะเน้นเฉพาะการได้คำตอบที่ถูกต้องเท่านั้น ควรแสดงให้เห็นเจตคติที่ดีต่อการแก้ปัญหา ความกระตือรือร้นในการช่วยเหลือนักเรียนที่ต้องการคำแนะนำ ไม่ควรย่ำสิ่งที่นักเรียนทำผิดหรือเข้าใจผิด แต่ควรอธิบาย และอภิปรายซักถาม ให้ใช้ความคิดและย้ายความคิดรอบคอบ ตลอดจนหลักการที่ถูกต้อง ที่สำคัญครูควรให้กำลังใจ ยิ้มแย้มแจ่มใส ในบางครั้งนักเรียนบางคนอาจพูดว่า “ฉันไม่ทราบว่าจะทำอย่างไร” “ฉันไม่ทราบว่าจะเริ่มต้นที่ไหน” ครูอาจแนะนำให้อ่านโจทย์อีกครั้ง หรือให้นักเรียน 2 คน ที่นั่งใกล้กันช่วยกันคิด หรือให้ช่วยกันคิดเป็นกลุ่ม ๆ โดยจัดกลุ่มความสามารถ ซึ่งในแต่ละกลุ่มควรมีทั้งนักเรียนเก่ง ปานกลาง และอ่อน เมื่อสามารถคิดและแก้ปัญหาได้แล้ว ครูควรกระตุ้นให้คิดค้นหาวิธีการอื่น ๆ

2. ในการแก้ปัญหาคูควรเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้แก้ปัญหด้วยตนเอง ช่วยกันแก้ปัญหาเป็นกลุ่มเล็ก หรือช่วยกันทั้งห้อง ซึ่งอาจเริ่มต้นจากจัดเป็นกลุ่มเล็กก่อน เพื่อลดความกังวล และเพิ่มความมั่นใจในการทำที่ได้คำตอบ นอกจากนี้ครูยังสามารถให้ความช่วยเหลือได้ในกรณีที่เป็น เช่น ในห้องหนึ่งมีนักเรียน 30 คน ถ้านักเรียนหลายคนมีปัญหา และให้นักเรียนแต่ละคนแก้ปัญหเอง ครูจะให้ความช่วยเหลือนักเรียนหลาย ๆ คนพร้อมกัน คงจะลำบาก แต่ถ้าจัดนักเรียนเป็นกลุ่ม กลุ่มละ 3 – 4 คน โดยให้แต่ละกลุ่มมีนักเรียนทั้งเก่ง ปานกลาง และอ่อน ครูก็สามารถจัดกลุ่มได้ 8 – 10 กลุ่ม ในกรณีเช่นนี้นักเรียนจะได้ช่วยกันคิด และกลุ่มใดมีปัญหาครูก็สามารถช่วยแนะนำได้ แต่ถ้าโจทย์นั้นเป็นปัญหาง่าย ๆ ควรให้นักเรียนแต่ละคนแก้ปัญหด้วยตนเอง โจทย์ปัญหาที่สลับซับซ้อน และปัญหาที่ใช้กระบวนการ อาจให้นักเรียนช่วยกันแก้ปัญหเป็นกลุ่ม สำหรับในช่วงครึ่งแรกของปี ครูอาจจะให้นักเรียนช่วยกันแก้ปัญหเป็นกลุ่มเล็ก และในช่วงครึ่งหลังควรให้นักเรียนได้ประสบการณ์ทำงานคนเดียว และการทำงานกลุ่มทั้งในกรณีที่เป็นปัญหาที่ง่ายและยาก

3. ในการมอบหมายการทำงานเป็นกลุ่มเล็ก ครูควรชี้แจงบทบาทของนักเรียนในการเรียนแบบร่วมมือ (Co - Operative Learning) ควรเอาใจใส่ดูแล โดยการเดินดูแต่ละกลุ่มทำงานและสามารถประเมินได้ว่านักเรียนคนใดมีส่วนร่วมในการแก้ปัญหา นอกจากนี้ยังอาจกำหนดข้อตกลงกับนักเรียนว่า ครูอาจจะเรียกนักเรียนคนใดในกลุ่มมาอธิบายวิธีการ ทำให้เพื่อน ๆ ในห้องฟัง และประธานของกลุ่มจะต้องรับผิดชอบการทำงานกลุ่ม เพื่อส่งเสริมให้ทุกคนมีส่วนร่วมและได้ฝึกฝนในการทำงานเป็นกลุ่มอย่างแท้จริง

4. การจัดกลุ่มให้นักเรียน ครูควรคำนึงถึงลักษณะของนักเรียนที่จะทำงานร่วมกันได้ตามวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้ด้วย ควรมีการปฐมนิเทศนักเรียนเกี่ยวกับการจัดกลุ่มและระยะเวลาที่นักเรียนทำงานกันเป็นกลุ่ม อาจจะเป็นไปตามระยะเวลาของเนื้อหาในแต่ละบทหรือครึ่งภาคเรียน ทั้งนี้ต้องแล้วแต่ความต้องการของนักเรียนด้วย จึงไม่มีกฎเกณฑ์ตายตัวสำหรับระยะเวลาที่แต่ละกลุ่มจะทำงานร่วมกัน

ศิริวรรณ ปันศรีเจริญชัย (2549, หน้า 42 – 44) ได้กล่าวถึงการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ไว้ว่าเนื่องจากนักเรียนมีศักยภาพในการเรียนรู้ที่ต่างกัน ครูจะต้องใจเย็นและอดทนเพราะการจัดการเรียนรู้ให้เหมาะสมกับความรู้ ความสามารถของผู้เรียนแต่ละคนนั้นเป็นเรื่องยาก ครูเป็นบุคคลสำคัญที่จะให้โอกาสที่เท่าเทียมกันของผู้เรียน การวางแผนการสอนอาจทำได้ดังนี้

1. แบ่งนักเรียนตามความสามารถในการแก้ปัญหาและสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ ออกเป็น 4 ระดับ ดังนี้

1.1 ระดับปรับปรุง หมายถึง นักเรียนที่ไม่สามารถแก้ปัญหาและสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์

1.2 ระดับพอใช้ หมายถึง นักเรียนที่สามารถแก้ปัญหาได้ แต่ไม่สามารถสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ได้

1.3 ระดับปานกลาง หมายถึง นักเรียนที่สามารถแก้ปัญหาได้ แต่สื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ได้ไม่ดี

1.4 ระดับดี หมายถึง นักเรียนที่สามารถแก้ปัญหา และสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ได้ดี

2. แบ่งกิจกรรมออกเป็น 2 แบบ ดังนี้

2.1 กิจกรรมกลุ่ม

2.2 กิจกรรมเดี่ยว

### ขั้นตอนการปฏิบัติในระยะที่ 1 เริ่มด้วยการทำกิจกรรมกลุ่ม

1. ครูจัดกลุ่มให้ทุกกลุ่มมีผู้เรียนที่ละความสามารถในการแก้ปัญหาและสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์
2. ครูมอบใบกิจกรรมที่มีเนื้อหา โจทย์ปัญหาที่แตกต่างกันให้แต่ละกลุ่มสำหรับเวลาในการทำให้อยู่ในดุลยพินิจของครู
3. แต่ละกลุ่มนำเสนอแนวคิดการหาคำตอบหน้าชั้นเรียน
4. เพื่อน ๆ และครูซักถามเพิ่มเติมหรือให้อธิบายซ้ำ โดยสามารถระบุบุคคลในกลุ่มให้เป็นผู้ตอบคำถามหรืออธิบาย ดังนั้น ข้อ 4 จะช่วยครูได้อย่างมาก เพราะไม่ว่าใคร จะมีส่วนร่วมในการแก้ปัญหามากน้อยเพียงใด แต่ทุกคนในกลุ่มจะต้องทำความเข้าใจและพยายามฝึกอธิบายมาล่วงหน้าก่อนการนำเสนอของกลุ่ม พบว่าขั้นตอนการปฏิบัติในระยะที่ 1 จะช่วยส่งเสริมการเรียนรู้ระหว่างเพื่อนถึงเพื่อนได้เป็นอย่างดี

### ขั้นตอนการปฏิบัติในระยะที่ 2 การทำกิจกรรมเดี่ยว

ขั้นที่ 1 เริ่มด้วยครูให้นักเรียนแต่ละคนเลือกโจทย์ปัญหาที่ตนชอบจากหนังสือ แบบฝึกหัด หรือแต่งขึ้นเองไปทำนอกเวลาเรียน เพื่อมานำเสนอแนวคิดของคำตอบหน้าชั้นเรียน ดังนั้นขั้นที่ 1 จะช่วยให้ผู้เรียนฝึกการแก้ปัญหาด้วยตนเอง ซึ่งอาจมีนักเรียนบางคนไม่สามารถทำได้ทุกขั้นตอน คือ หาโจทย์ปัญหา แก้โจทย์ปัญหา เรียบเรียงคำพูด คำอธิบาย เพื่อนำเสนอ ฝึกพูด ฝึกอธิบาย ฝึกตอบข้อซักถาม สิ่งเหล่านี้ นักเรียนจะต้องพึ่งตนเองหรือขอความช่วยเหลือจากเพื่อน ๆ และใช้เวลาเตรียมความพร้อมพอสมควร ครูจึงต้องให้เวลาอย่างเหมาะสมในการเตรียมตัว โดยเฉพาะช่วงเริ่มปฏิบัติในขั้นที่ 1 อย่างไรก็ตาม สิ่งที่น่าห่วงกังวลก็คือ การพัฒนาทักษะ/กระบวนการสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์และการนำเสนอ เมื่อปฏิบัติเช่นนี้ไประยะหนึ่ง พบว่านักเรียนเกิดความมั่นใจ เชื่อมมั่น แลไม่ยอที่จะนำเสนอ ถกปัญหาเชิงวิชาการต่อกลุ่มคน ในการทำกิจกรรมในขั้นนี้ ครูต้องให้นักเรียนบันทึกสิ่งที่นักเรียนได้ขอความช่วยเหลือต่าง ๆ จากเพื่อนทุกครั้ง และให้นักเรียนตระหนักว่าทำอย่างไรนักเรียนจะลดการขอความช่วยเหลือจากเพื่อน ๆ ได้มากที่สุดในการทำกิจกรรมในครั้งต่อ ๆ ไปได้ และอะไรคืออุปสรรคในการทำกิจกรรมของตัวนักเรียนที่ต้องปรับปรุงแก้ไข

ขั้นที่ 2 ปฏิบัติทำนองเดียวกันกับข้อที่ 1 แต่ครูจะเป็นผู้มอบกิจกรรมที่เหมาะสมกับศักยภาพของนักเรียนแต่ละคนให้ไปแก้ปัญหานอกเวลาเรียน แล้วให้นำเสนอแนวคิดหน้าชั้นเรียนดังนั้นขั้นที่ 2 จะสร้างความท้าทายให้ผู้เรียน เพราะเป็นปัญหาที่ไม่ได้เลือกเอง ทั้งนี้ครูต้องกระตุ้นให้นักเรียนพึ่งพาตนเองให้ได้มากที่สุด เพื่อพยายามทำทุกวิถีทางให้ตนเองบรรลุเป้าหมายที่วางไว้ ซึ่งอาจจะต้องอ่านหนังสือทบทวนเพิ่มเติม ศึกษาแบบฝึกหรือกิจกรรมที่

ผ่าน ๆ มา นำสิ่งที่ได้เรียนรู้จากการนำเสนอของเพื่อนมาประยุกต์ใช้ให้เหมาะสมกับตัวเอง นั่นคือ สิ่งที่น่าห่วงในขั้นที่ 2 การพัฒนาทักษะ/กระบวนการเชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์

ขั้นที่ 3 ครูกำหนดกิจกรรมปลายเปิด 1 กิจกรรม นักเรียนทุกคนหาแนวคิดของคำตอบกิจกรรมนี้ จะใช้ยุทธวิธีใด วิธีการอย่างไรก็ได้ ทำกิจกรรมน้นนอกเวลาเรียนหรือในเวลาเรียนก็ได้ ขึ้นอยู่กับความยากง่ายของกิจกรรมว่าต้องใช้เวลาประมาณเท่าใดจึงจะเหมาะสมในการหาคำตอบ จากนั้นให้นักเรียนเสนอแนวคิดของคำตอบที่ได้และเพื่อน ๆ ช่วยกันพิจารณาอภิปรายร่วมกันว่ามีแนวคิดหรือมีคำตอบอื่น ๆ หรือไม่ ถ้าจะช่วยเสริมเพิ่มเติมจะทำอย่างไร เพื่อให้แนวคิดในการแก้ปัญหาสมบูรณ์และหลากหลาย ในขั้นที่ 3 จะช่วยพัฒนาความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ของผู้เรียนได้เป็นอย่างดี

ผู้วิจัยได้ศึกษา แนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์จากนักการศึกษาที่ได้กล่าวไว้ข้างต้น สรุปได้ว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์แบ่งออกเป็น 3 ช่วง คือ ก่อนการแก้ปัญหา ระหว่างการแก้ปัญหา และหลังการแก้ปัญหา ซึ่งในแต่ละช่วงการเตรียมตัวของครูมีความสำคัญยิ่งในการส่งเสริมให้นักเรียนแก้ปัญหา ไม่ว่าจะเป็นการเตรียมปัญหาให้เหมาะสมและมีประสิทธิภาพ การดำเนินกิจกรรมการเรียนการสอนให้สอดคล้องและเหมาะสม โดยอาจใช้กิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือ การเปิดโอกาสให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการแก้ปัญหา เปิดโอกาสในการคิดอย่างอิสระและลงมือปฏิบัติยอมรับความคิดเห็นของนักเรียน และให้นักเรียนรับรู้กระบวนการคิดของตนเอง สนับสนุนให้นักเรียนคิดหาวิธีแก้ปัญหาด้วยตนเองก่อน สนับสนุนให้นักเรียนใช้ยุทธวิธีแก้ปัญหา เปิดอภิปรายร่วมกันเกี่ยวกับกระบวนการแก้ปัญหา ครูควรเน้นกระบวนการแก้ปัญหามากกว่าต้องการแค่คำตอบ มีการจัดกิจกรรมกลุ่ม และแบ่งนักเรียนลงความสามารถ และในการวิจัยในครั้งนี้ผู้วิจัยได้จัดกิจกรรมการเรียนรู้ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

### 3. การประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

นักการศึกษาหลายท่าน ได้กล่าวถึงการประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์มีหลากหลายรูปแบบ มีดังนี้

Charles, Lester, and O'Daffer (1987, pp.15 – 61) ได้เสนอวิธีการประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ไว้ 4 ประการ คือ การสังเกตและการใช้คำถาม การใช้ข้อมูลการประเมินตนเองของนักเรียน การให้คะแนนแบบรูบรีค (Rubric Scoring) และการใช้แบบทดสอบ ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

1. การสังเกตและการใช้คำถาม เป็นการประเมินที่กระทำขณะที่นักเรียนกำลัง



ลงมือแก้ปัญหา ซึ่งข้อมูลที่ได้จะเป็นข้อมูลเชิงคุณภาพ ที่ไม่สามารถระบุเป็นคะแนนได้ ซึ่งได้แก่ พฤติกรรมการแก้ปัญหาของนักเรียน ความเชื่อและเจตคติ การสังเกตที่ดีควรมีการจดบันทึกสิ่งที่ สังเกตไว้ เพราะการจำอย่างเดียวอาจทำให้หลงลืมได้ เนื่องจากครุมีเวลาจำกัดในการจดบันทึก ดังนั้นก่อนเข้าสู่บทเรียนครูต้องเลือกประเด็นของสิ่งที่ต้องการประเมินและเตรียมเครื่องมือการ ประเมินไว้ล่วงหน้าเช่น แบบตรวจสอบรายการ แล้วจดบันทึกสิ่งที่สังเกตโดยการทำเป็นจุดหรือ เครื่องหมายไว้ และต้องบันทึกทันทีทันทีทันใดภายหลังการสังเกต

2. การใช้ข้อมูลการประเมินตนเองของนักเรียน เป็นอีกวิธีหนึ่งในการ ประเมินผลการแก้ปัญหา วิธีนี้มีประโยชน์มากน้อยแค่ไหนขึ้นอยู่กับความซื่อตรงที่นักเรียน รายงานหรือบันทึกออกมาถึงความรู้สึก ความเชื่อ ความตั้งใจ และความคิดของนักเรียนเองเกี่ยวกับการ แก้ปัญหาที่กำหนด ข้อมูลการวัดผลของนักเรียนจะถูกรวบรวมไว้ในสมุดรายงานที่นักเรียน ต้องเขียนเล่าประสบการณ์ที่ได้จากการแก้ปัญหา ภายหลังจากที่แก้ปัญหาเสร็จ ครูสามารถใช้สมุด รายงานของนักเรียนในการประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาได้ และยังวิเคราะห์ความสามารถ ในการแก้ปัญหาในภาพรวมได้อีกเมื่อสิ้นภาคเรียนและสิ้นปีการศึกษา การประเมินตนเองแบ่ง ออกเป็น 2 ประเภท ดังนี้

2.1 การให้นักเรียนเขียนสะท้อนความคิดเห็นต่อการแก้ปัญหา ทางคณิตศาสตร์ การประเมินตนเองแบบนี้ทำได้หลังจากนักเรียนแก้ปัญหาเสร็จใหม่ ๆ ให้นักเรียน หวนนึกถึงประสบการณ์ขณะที่กำลังแก้ปัญหา แล้วเขียนอธิบายว่าตนเองคิดอย่างไรในขณะที่กำลัง แก้ปัญหา

2.2 การให้นักเรียนตอบแบบประเมินผลการรายงานหรือบันทึก ประสบการณ์แก้ปัญหา เป็นชุดของข้อคำถามที่ให้นักเรียนตรวจสอบความสามารถในการแก้ปัญหา และเจตคติต่อการแก้ปัญหของตนเอง

3. การให้คะแนนแบบรูบริค เป็นการประเมินจากการเขียนแสดงขั้นตอน การคิดของนักเรียน โดยรูบริคเป็นข้อความที่แสดงรายละเอียดของเกณฑ์คุณภาพการเรียนรู้ของ ผู้เรียนจากระดับที่ยอดเยี่ยม ไปจนถึงระดับที่ต้องพัฒนา ซึ่งผู้สอนสามารถออกแบบให้เหมาะสมกับ ผู้เรียนของตนเองได้ แบ่งเป็น 3 วิธี ดังนี้

3.1 การให้คะแนนแบบวิเคราะห์ เป็นวิธีการประเมินที่กำหนดค่าคะแนน โดยพิจารณาแยกแยะจากขั้นตอนของกระบวนการแก้ปัญหา ดังนั้นขั้นตอนแรกของการพัฒนา สเกลการให้คะแนนของการวิเคราะห์ คือ การกำหนดขั้นตอนของการแก้ปัญหาที่ครูต้องการ ประเมิน ขั้นตอนที่สอง คือ การกำหนดพิสัยของคะแนนที่เป็นไปได้สำหรับแต่ละขั้นตอน ตัวอย่าง การให้คะแนนแบบวิเคราะห์แสดงดังตารางที่ 2 และตารางที่ 3

ตารางที่ 2 ตัวอย่างที่ 1 เกณฑ์การให้คะแนนแบบวิเคราะห์ (Charles, Lester, & O'Daffer, 1987, p.30)

รายการประเมิน	คะแนนและเกณฑ์การพิจารณา
ขั้นทำความเข้าใจปัญหา	: 2 นักเรียนเข้าใจปัญหาถูกต้องทั้งหมด : 1 นักเรียนเข้าใจปัญหาผิดบางส่วน : 0 นักเรียนเข้าใจปัญหาผิดทั้งหมด
ขั้นวางแผนแก้ปัญหา	: 2 การวางแผนของนักเรียนนำไปสู่คำตอบที่ถูกต้อง ถ้าดำเนินการได้อย่างถูกต้อง : 1 การวางแผนของนักเรียนบางส่วนถูกต้อง ขึ้นอยู่กับส่วนหนึ่งของปัญหาที่ตีความได้อย่างถูกต้อง : 0 นักเรียนไม่มีความพยายามในการวางแผนแก้ปัญหา หรือวางแผนไม่เหมาะสมโดยสิ้นเชิง
ขั้นได้คำตอบ	: 2 คำตอบถูกต้อง : 1 การคัดลอกผิดพลาด การคำนวณผิดพลาด หรือตอบคำถามถูกต้อง แต่ไม่ครบถ้วน : 0 ไม่มีคำตอบหรือคำตอบที่ได้ไม่ถูกต้อง ขึ้นอยู่กับการวางแผนที่ไม่เหมาะสม

ตารางที่ 3 ตัวอย่างที่ 2 เกณฑ์การให้คะแนนแบบวิเคราะห์ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2555ก, หน้า 104 - 106)

รายการประเมิน	คะแนนและเกณฑ์การพิจารณา
ขั้นทำความเข้าใจปัญหา	: 3 เข้าใจปัญหาได้ถูกต้อง : 2 เข้าใจปัญหาบางส่วน : 1 เข้าใจปัญหาน้อยมากหรือไม่เข้าใจปัญหาเลย
ขั้นเลือกยุทธวิธีในการแก้ปัญหา	: 3 เลือกวิธีการที่สามารถแก้ปัญหาได้ถูกต้อง เหมาะสม และสอดคล้องกับปัญหา : 2 เลือกวิธีการที่สามารถแก้ปัญหาได้ถูกต้อง แต่ยังไม่เหมาะสม

## ตารางที่ 3 (ต่อ)

รายการประเมิน	คะแนนและเกณฑ์การพิจารณา
	หรือไม่ครอบคลุมประเด็นของปัญหา : 1 เลือกวิธีการแก้ปัญหาไม่ถูกต้อง หรือไม่สามารถเลือกวิธีการแก้ปัญหาได้
ขั้นเลือกยุทธวิธีในการแก้ปัญหา	: 3 เลือกวิธีการที่สามารถแก้ปัญหาได้ถูกต้อง เหมาะสม และสอดคล้องกับปัญหา : 2 เลือกวิธีการที่สามารถแก้ปัญหาได้ถูกต้อง แต่ยังไม่เหมาะสมหรือไม่ครอบคลุมประเด็นของปัญหา : 1 เลือกวิธีการแก้ปัญหาไม่ถูกต้อง หรือไม่สามารถเลือกวิธีการแก้ปัญหาได้
การใช้ยุทธวิธีในการแก้ปัญหา	: 3 นำวิธีการแก้ปัญหาไปใช้ได้ถูกต้องและแสดงการแก้ปัญหาเป็นลำดับขั้นตอน : 2 นำวิธีการแก้ปัญหาไปใช้ได้ถูกต้อง แต่การแสดงลำดับขั้นตอนการแก้ปัญหายังไม่ชัดเจน : 1 นำวิธีการแก้ปัญหาไปใช้ไม่ถูกต้องหรือไม่แสดงลำดับขั้นตอนการแก้ปัญหา
ขั้นสรุปคำตอบ	: 3 สรุปคำตอบได้ถูกต้อง สมบูรณ์ : 2 สรุปคำตอบได้ถูกต้องบางส่วน หรือการสรุปคำตอบไม่ครบถ้วน : 1 ไม่มีการสรุปคำตอบหรือสรุปคำตอบไม่ถูกต้อง

สิริพร ทิพย์คง (2544, หน้า 113 – 114) ได้เสนอเกณฑ์การประเมินการแก้ปัญหา สำหรับประเมินความสามารถในการปัญหา ควรมีดังนี้

1. ความเข้าใจปัญหา
2. คะแนน สำหรับความเข้าใจปัญหาได้ถูกต้อง
1. คะแนน สำหรับความเข้าใจโจทย์บางส่วนไม่ถูกต้อง
0. คะแนน เมื่อมีหลักฐานที่แสดงว่าเข้าใจน้อยมากหรือไม่เข้าใจเลย

## 2. เลือกยุทธวิธีการแก้ปัญหา

2 คะแนน สำหรับการเลือกวิธีการแก้ปัญหาได้ถูกต้องและเขียน

ประโยชน์คณิตศาสตร์ถูก

1 คะแนน สำหรับการเลือกวิธีการแก้ปัญหา ซึ่งอาจจะนำไปสู่คำตอบ  
ที่ถูกต้อง แต่ยังมีบางส่วนผิด โดยอาจเขียนประโยชน์คณิตศาสตร์ไม่ถูกต้อง

0 คะแนน สำหรับการเลือกวิธีการแก้ปัญหาไม่ถูกต้อง

## 3. การใช้ยุทธวิธีการแก้ปัญหา

2 คะแนน สำหรับการนำยุทธวิธีการแก้ปัญหาไปใช้ได้ถูกต้อง

1 คะแนน สำหรับการนำวิธีการแก้ปัญหามบางส่วนไปใช้ได้ถูกต้อง

0 คะแนน สำหรับการใช้ยุทธวิธีการแก้ปัญหาไม่ถูกต้อง

## 4. การตอบ

2 คะแนน สำหรับการตอบคำถามได้ถูกต้อง สมบูรณ์

1 คะแนน สำหรับการตอบที่ไม่สมบูรณ์หรือใช้สัญลักษณ์ผิด

0 คะแนน เมื่อไม่ได้ระบุคำตอบ

ข้อดีของการให้คะแนนแบบวิเคราะห์ คือ เป็นการพิจารณาขั้นตอนของ  
กระบวนการแก้ปัญหา ไม่ใช่พิจารณาเพียงคำตอบเท่านั้น เป็นวิธีการกำหนดคุณค่าของงาน  
นักเรียนด้วยตัวเลขที่ชัดเจนช่วยครูในการเน้นเฉพาะที่จุดอ่อนและจุดแข็งของนักเรียนได้ตรง  
ประเด็น และสเกลการให้คะแนนแบบวิเคราะห์สามารถปรับเปลี่ยนให้เหมาะสมได้

3.2 การให้คะแนนแบบองค์รวม เป็นการให้คะแนนที่เน้นภาพรวมของ  
คำตอบ ไม่ใช่พิจารณาเฉพาะคำตอบเท่านั้น จะไม่กำหนดคะแนนแยกแยะลงไปเป็นขั้น ๆ ของ  
กระบวนการคิด แต่จะกำหนดน้ำหนักคะแนนสำหรับภาพรวมของคำตอบทั้งหมด ดังนั้น การให้  
คะแนนแบบองค์รวมจึงเป็นการประเมินที่เหมาะสมสำหรับการประเมินที่มีสเกลใหญ่ ๆ และต้องการ  
ผลที่เป็นภาพรวมกว้าง ๆ ตัวอย่างการให้คะแนนแบบองค์รวมแสดงดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 ตัวอย่างเกณฑ์การให้คะแนนแบบองค์รวม (Charles, Lester, & O'Daffer, 1987, p.35)

คะแนน	เงื่อนไข
0	- สั่งกระดาษเปล่า - ลอกโจทย์ซ้ำ โดยไม่ปรากฏวิธีคิด หรือร่องรอยการคิด - เขียนเฉพาะคำตอบ แต่เป็นคำตอบที่ผิด โดยไม่แสดงวิธีทำ

## ตารางที่ 4 (ต่อ)

คะแนน	เงื่อนไข
1	<ul style="list-style-type: none"> <li>- มีการแสดงวิธีหาคำตอบ ซึ่งมีสิ่งสะท้อนให้เห็นว่านักเรียนเข้าใจปัญหา แต่เลือกใช้ยุทธวิธีไม่ถูกต้อง</li> <li>- เลือกใช้ยุทธวิธีที่ไม่ถูกต้อง และไม่มีการเปลี่ยนไปใช้ยุทธวิธีอื่น</li> <li>- พยายามแก้ปัญหาย่อย ๆ แต่ไม่สำเร็จ</li> </ul>
2	<ul style="list-style-type: none"> <li>- เลือกใช้ยุทธวิธีในการแก้ปัญหามีไม่เหมาะสม และไม่สามารถหาคำตอบได้ แต่มีร่องรอยแสดงให้เห็นว่าทำความเข้าใจปัญหาถูกต้อง</li> <li>- เลือกยุทธวิธีในการแก้ปัญหามีได้เหมาะสม แต่ไม่ได้คำตอบหรือนำยุทธวิธีไปใช้ผิด ทำให้คำตอบผิด</li> <li>- หาคำตอบของปัญหาย่อย ๆ จากปัญหาที่กำหนดให้ได้ แต่ไม่สามารถดำเนินการต่อจนสำเร็จได้</li> <li>- หาคำตอบได้ถูกต้อง แต่ไม่แสดงวิธีทำ</li> </ul>
3	<ul style="list-style-type: none"> <li>- เลือกยุทธวิธีในการแก้ปัญหามีที่สามารถนำไปสู่คำตอบที่ถูกต้องได้ แต่เข้าใจปัญหาบางส่วนผิด หรือละเอียดเงื่อนไขบางอย่างในสถานการณ์ปัญหา</li> <li>- เลือกยุทธวิธีในการแก้ปัญหามีได้ถูกต้อง แต่ (1) คำตอบผิดโดยไม่มีเหตุผลปรากฏ (2) คำตอบผิดเพราะคำนวณผิดพลาด (3) ไม่ปรากฏคำตอบ</li> </ul>
4	<ul style="list-style-type: none"> <li>- เลือกยุทธวิธีในการแก้ปัญหามีถูกต้อง แต่ไม่สมบูรณ์ หรือคิดคำนวณผิด</li> <li>- เลือกยุทธวิธีในการแก้ปัญหามีได้ถูกต้อง และได้คำตอบที่ถูกต้อง</li> </ul>

3.3 การให้คะแนนจากความประทับใจทั่วไป เป็นการให้คะแนน โดยใช้ความประทับใจทั่วไป ซึ่งมีเกณฑ์ที่แน่นอนชัดเจนจากผู้ประเมินที่มีประสบการณ์สูงหรือผู้เชี่ยวชาญ

4. การใช้แบบทดสอบ แบบทดสอบที่ใช้ในการประเมินผลการแก้ปัญหามี 2 ประเภท ได้แก่

4.1 แบบทดสอบชนิดเลือกตอบ เป็นแบบทดสอบที่ประกอบด้วยข้อคำถาม ซึ่งแต่ละคำถามจะมีตัวเลือกหลาย ๆ ตัวเลือกให้นักเรียนเลือกตอบตัวเลือกที่คิดว่าถูกต้องมากที่สุด เพียงตัวเลือกเดียว

4.2 แบบทดสอบชนิดเติมคำตอบ เป็นแบบทดสอบที่ประกอบด้วยข้อคำถาม ซึ่งแต่ละคำถามจะเว้นช่องว่างไว้ เพื่อให้นักเรียนนำคำ ตัวเลข วลี หรือประโยคที่ถูกต้องเติมลงในช่องว่าง

4.3 แบบทดสอบอัตนัย เป็นแบบทดสอบที่มีเฉพาะคำถามแล้วให้เขียนตอบอย่างเสรี ซึ่งการสร้างแบบทดสอบต้องเขียนคำชี้แจงเกี่ยวกับวิธีการตอบให้ชัดเจน กำหนดเวลาให้ตอบนานพอสมควร คำถามแต่ละข้อมีความยากง่ายไม่เท่ากัน (มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, 2557, หน้า 40)

Kulm (1994, pp. 19 - 37) ได้เสนอแนวทางการประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ซึ่งเขาได้มีส่วนร่วมแสดงผลงานวิชาการที่ได้จากประสบการณ์ในการสอนของเขา โดยใช้กิจกรรมการตั้งปัญหาในโรงเรียนมัธยม ซึ่งสังเกตเห็นนักเรียนจำนวนมาก ขาดโอกาสในการกำหนดปัญหา แต่เขาเชื่อว่านักเรียนสามารถตั้งปัญหาขึ้นมาได้ หากพวกเขาทำความเข้าใจแนวคิดทางคณิตศาสตร์อย่างลึกซึ้ง ในแต่ละสัปดาห์นักเรียนในชั้นเรียนของเขาได้รับคำสั่งให้ตั้งปัญหาสำหรับคู่หูของพวกเขาและแก้ปัญหาของตนเอง ตามเกณฑ์การให้คะแนนกระบวนการ ตามตารางที่ 5 ถูกนำมาใช้เพื่อตรวจสอบปัญหาที่ตั้งขึ้น ซึ่งอยู่บนพื้นฐานความเข้าใจแนวคิดการแก้ปัญหา ความคิดสร้างสรรค์และวิธีการแก้ปัญหาของแต่ละคู่ นักเรียนที่ได้คะแนน 1, 2 หรือ 4 คะแนน สำหรับแต่ละเกณฑ์การประเมิน แม้ว่าเกณฑ์การให้คะแนนในการประเมินองค์ประกอบพื้นฐานของการเรียนรู้ของนักเรียนยังคงมีอีกจำนวนมาก สำหรับการปรับปรุง เพื่อขยายเป็นเกณฑ์การให้คะแนนที่ครอบคลุมมากขึ้นและเกณฑ์การให้คะแนนแบบองค์รวมที่มีประสิทธิภาพสามารถวัดช่วงความสามารถทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนได้

ตารางที่ 5 เกณฑ์การให้คะแนนกระบวนการ

เกณฑ์การให้คะแนนกระบวนการ			
ทำความเข้าใจเกี่ยวกับแนวคิด	วิธีการแก้ปัญหา	ความคิดสร้างสรรค์ของปัญหา	การแก้ปัญหาคู่หู
4 : ทำความเข้าใจถูกต้องสมบูรณ์	4 : ถูกต้องทั้งหมด	4 : ประเด็นสมบูรณ์ที่แตกต่างจากข้อความ	4 : ถูกต้องทั้งหมด
2 : ทำความเข้าใจถูกต้องบางส่วน	2 : ถูกต้องบางส่วน	2 : ค่อนข้างที่แตกต่างจากข้อความ	2 : ถูกต้องบางส่วน
1 : ไม่เข้าใจ	1 : ไม่พยายามแก้ปัญหา	1 : เปรียบได้กับประเภทในข้อความ	1 : ไม่พยายามแก้ปัญหา

สิริพร ทิพย์คง (2544, หน้า 115 - 120) ได้เสนอแนวทางการประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยใช้การประเมินตามสภาพจริง (Authentic Assessment) เป็นการประเมินตามธรรมชาติของงานและบริบทที่เกี่ยวข้อง ที่แสดงถึงปัญหาซึ่งเกิดขึ้นในชีวิตจริง การประเมินผลการทำงาน มีการกำหนดการให้คะแนนแบบรูบริก อย่างชัดเจนเป็นรูปธรรม ซึ่งรูบริกเป็นระบบการให้ระดับคะแนน โดยครูพิจารณาว่านักเรียนสามารถทำงานได้ในระดับใด มีความรู้มีความสามารถในระดับใด จึงเป็นการให้คะแนนกับการทำงานของนักเรียน ไม่ใช่ให้ตัวนักเรียน ดังตัวอย่าง

แบบที่ 1 เป็นการให้คะแนนที่แบ่งระดับของคะแนนอย่างชัดเจนทุกขั้นตอน ดังนี้

0 คะแนน สำหรับการที่ไม่ได้แสดงความพยายามในการแก้ปัญหาเลย  
1 คะแนน สำหรับการแสดงความพยายามในการแก้ปัญหาบ้าง แต่ไม่ได้แสดงความก้าวหน้าในการหาคำตอบที่ถูกต้อง

2 คะแนน สำหรับกระบวนการแก้ปัญหาที่เป็นไปได้ถึงแม้จะยังไม่ได้อธิบายคำตอบ

3 คะแนน สำหรับการใช้กระบวนการแก้ปัญหาที่ถูกต้องแต่มีการคิดคำนวณผิดเล็กน้อย

4 คะแนน สำหรับการใช้กระบวนการแก้ปัญหาที่ถูกต้องทำให้ได้คำตอบที่ถูกต้อง และมีการอธิบายคำตอบนั้น

+1 คะแนน สำหรับกระบวนการแก้ปัญหาที่ชัดเจน อธิบายขั้นตอนการได้มาซึ่งคำตอบที่ถูกต้อง

แบบที่ 2 เป็นการให้คะแนนที่กำหนดเพียงกรอบเท่านั้น ดังนี้

0 คะแนน สำหรับการแสดงวิธีทำผิดทั้งข้อ และคำตอบผิด

1 คะแนน สำหรับการทำถูกไม่ถึงครึ่งหนึ่งและขาดเหตุผลในการคิด

2 คะแนน สำหรับการแสดงวิธีทำได้ถูกต้องเพียงครั้งเดียว หรือแสดงวิธีทำถูก แต่คำตอบผิดหรือไม่ชัดเจนว่าหาคำตอบมาได้อย่างไร

3 คะแนน สำหรับการแสดงวิธีทำและคำตอบที่เกือบถูกต้องและสมบูรณ์ มีที่ผิดเพียงเล็กน้อย

4 คะแนน สำหรับวิธีการทำและคำตอบที่ถูกต้องสมบูรณ์

หลังจากการประเมินการแก้ปัญหา ครูควรแจ้แจ้งผลการประเมินให้นักเรียนทราบทันที โดยให้ดูวิธีการที่นักเรียนคิดและแก้ปัญหา ตลอดจนผลการตรวจของครู

ซึ่งครูอาจจะเขียนความผิดพลาดของนักเรียนไว้ ทำให้นักเรียนทราบข้อบกพร่องและความไม่รอบคอบของตนเอง เพื่อที่นักเรียนจะได้แก้ไขและปรับปรุงตนเองต่อไป

ผู้วิจัยได้ศึกษาการประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ จากนักการศึกษาที่ได้กล่าวไว้ข้างต้น สรุปได้ว่า มีหลากหลายวิธีสำหรับการประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และสำหรับการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ใช้การให้คะแนนแบบวิเคราะห์ โดยสร้างจากพฤติกรรมในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และพิจารณาจากตัวอย่างเกณฑ์การให้คะแนนแบบวิเคราะห์ เพื่อประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาในแต่ละขั้นตอนในกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ตามขั้นตอนของโพลยา คือ 1) ขั้นทำความเข้าใจปัญหา ความสามารถในการพิจารณาปัญหาและบอกได้ว่าปัญหากำหนดอะไรมาให้บ้าง และปัญหาต้องการทราบอะไร 2) ขั้นวางแผนแก้ปัญหา ความสามารถสามารถค้นหาแบบรูป สมการ หรือวิธีการแก้ปัญหา พร้อมทั้งลำดับขั้นตอนการแก้ปัญหาได้ถูกต้อง 3) ขั้นดำเนินการตามแผน ความสามารถในการแสดงวิธีการแก้ปัญหาได้ และมีทักษะในการคำนวณ 4) ขั้นตรวจสอบผล ความสามารถในการพิจารณาความสมเหตุสมผลของคำตอบ ซึ่งความสามารถดังกล่าวได้จากแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ซึ่งเป็นแบบทดสอบแบบอัตนัย ดังตารางที่ 6

ตารางที่ 6 เกณฑ์การประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

รายการประเมิน	คะแนน
ด้านทำความเข้าใจปัญหา	
- นักเรียนระบุข้อมูลที่ปัญหากำหนดให้และสิ่งปัญหาต้องการทราบถูกต้องทั้งหมด	2
- นักเรียนระบุข้อมูลที่ปัญหากำหนดให้และสิ่งปัญหาต้องการทราบถูกต้องบางส่วน	1
- นักเรียนระบุข้อมูลที่ปัญหากำหนดให้และสิ่งปัญหาต้องการทราบผิดทั้งหมด	0
ด้านการวางแผนแก้ปัญหา	
- นักเรียนวางแผนแก้ปัญหาได้เหมาะสมและสามารถนำไปสู่คำตอบได้	2
- นักเรียนวางแผนแก้ปัญหาได้เหมาะสมบางส่วนและสามารถนำไปสู่คำตอบได้	1
- นักเรียนไม่สามารถวางแผนแก้ปัญหาได้และการวางแผนแก้ปัญหาไม่เหมาะสม	0
ด้านดำเนินการตามแผน	
- นักเรียนแสดงวิธีการแก้ปัญหาได้ชัดเจน ถูกต้องและได้คำตอบครบถ้วน	4
- นักเรียนแสดงวิธีการแก้ปัญหาได้ถูกต้องและได้คำตอบไม่ครบถ้วน	3
- นักเรียนแสดงวิธีการแก้ปัญหาได้ค่อนข้างเข้าใจและได้คำตอบไม่ครบถ้วน	2



## ตารางที่ 6 (ต่อ)

รายการประเมิน	คะแนน
- นักเรียนแสดงวิธีการแก้ปัญหาไม่ชัดเจนและได้คำตอบไม่ครบถ้วนหรือไม่ได้คำตอบ	1
- นักเรียนไม่แสดงวิธีการแก้ปัญหาหรือการแสดงวิธีแก้ปัญหาผิด	0
ด้านการตรวจสอบผล	
- นักเรียนแสดงวิธีการตรวจคำตอบได้ชัดเจน ถูกต้อง	2
- นักเรียนแสดงวิธีการตรวจคำตอบได้ถูกต้องบางส่วน	1
- นักเรียนไม่สามารถแสดงวิธีการตรวจคำตอบได้หรือไม่มีการแสดงวิธีการตรวจคำตอบ	0

#### 4. งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

##### 4.1 งานวิจัยในประเทศ

จักรกฤษ แกมเงิน (2557, หน้า 80 - 88) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้สมการและ โจทย์ปัญหาตามแนวคิดของวิลสัน โดยใช้การเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยรูปแบบ STAD สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โดยกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยในครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนห้วยขาแข้งวิทยาคม ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2556 จำนวน 32 คน ผลการวิจัยพบว่า แผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง การแก้สมการและ โจทย์ปัญหาตามแนวคิดของวิลสัน โดยใช้การเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยรูปแบบ STAD มีประสิทธิภาพ  $E_1/E_2 = 74.11/75.16$  ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนหลังจากเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง การแก้สมการและ โจทย์ปัญหา ตามแนวคิดของวิลสัน โดยใช้การเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยรูปแบบ STAD มีค่าสูงกว่าเกณฑ์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ซึ่งมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 75.16 และความสามารถของนักเรียนหลังจากเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง การแก้สมการและ โจทย์ปัญหา ตามแนวคิดของวิลสัน โดยใช้การเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยรูปแบบ STAD มีค่าสูงกว่าเกณฑ์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ซึ่งมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 74.53

ธัญญารัตน์ โกมลเกียรติ (2557, หน้า 89 - 95) ได้ศึกษาผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาและความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การประยุกต์ 1 สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

โดยกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1/3 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2556 ของโรงเรียน ภ.ป.ร. ราชวิทยาลัยในพระบรมราชูปถัมภ์ อำเภอสามพราน จังหวัดนครปฐม ซึ่งได้มาจากการสุ่มตัวอย่างแบบกลุ่ม จำนวน 1 ห้องเรียน มีนักเรียนทั้งหมด 36 คน ผลการวิจัยพบว่า ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 หลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ เรื่อง การประยุกต์ 1 สูงกว่าก่อนได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 ค่าดัชนีประสิทธิผลของความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ เรื่อง การประยุกต์ 1 มีค่าเท่ากับ 0.3236 ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 หลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ เรื่อง การประยุกต์ 1 สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 65 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 โดยมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 28.03 คิดเป็นร้อยละ 70.07 ของคะแนนเต็ม และความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 หลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ เรื่อง การประยุกต์ 1 สูงกว่าก่อนได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.01

พรพิศ ศรีชาคำ (2548, หน้า 56 – 62) ได้ศึกษากิจกรรมการเรียนการสอนที่ใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2547 โรงเรียนกัณฑ์วิทยาคม อำเภอกัณฑ์ จังหวัดศรีสะเกษ จำนวน 32 คน ซึ่งได้มาจากการอาสาสมัครจากประชากร 450 คน ผลการวิจัยพบว่านักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนการสอนที่ใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหา สามารถสอบผ่านเกณฑ์มีจำนวนมากกว่าร้อยละ 50 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมด ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 และมีเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์หลังเรียนดีกว่าก่อนเรียนที่ระดับนัยสำคัญ 0.01

รุจิอร รักใหม่ (2557, หน้า 58 - 61) โดยศึกษาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์เรื่องลำดับและอนุกรมโดยใช้เทคนิค KWDL สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โดยกลุ่มตัวอย่างการวิจัยครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2556 โรงเรียนสตรีพัทลุง จังหวัดพัทลุง จากการสุ่มแบบกลุ่มของนักเรียนจำนวน 2 ห้องเรียน ผลการวิจัยพบว่า ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์เรื่องลำดับและอนุกรมของนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้เทคนิค KWDL มีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์เรื่องลำดับและอนุกรมผ่านเกณฑ์มากกว่าร้อยละ 70 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมดอย่างมี

นัยสำคัญที่ระดับ 0.05 รวมถึงค่าดัชนีประสิทธิผลของความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้เทคนิค KWDL มีค่า 0.7480

วาสนา เจริญไทย (2557, หน้า 7 - 72) ได้ศึกษาผลการการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เชิงรุกที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง เศษส่วน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนบ้านบึง “อุตสาหกรรมนุเคราะห์” ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2556 จำนวน 2 ห้องเรียน ซึ่งได้มาจากการสุ่มแบบสุ่มแบบกลุ่ม โดยเป็นกลุ่มทดลอง 1 ห้องเรียน จำนวน 40 คน และกลุ่มควบคุม 1 ห้องเรียน จำนวน 40 คน ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง เศษส่วน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เรียนโดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้เชิงรุกสูงกว่านักเรียนที่เรียนโดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ และสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

#### 4.2 งานวิจัยต่างประเทศ

Kenneth (2003, pp. 185 – 187) ได้ศึกษาเกี่ยวกับการเขียนขั้นตอนกระบวนการแก้โจทย์ปัญหาเพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนจำนวน 42 คน ในวิทยาลัยชุมชนในทิศตะวันออกเฉียงใต้ รัฐมิชิแกน ที่เรียนเรื่อง พีชคณิต สอนโดยครูคนเดียวกัน แต่แบ่งออกเป็นสองกลุ่ม คือกลุ่มทดลอง 22 คน เรียนโดยใช้การเขียนตามขั้นตอนกระบวนการแก้โจทย์ปัญหา และกลุ่มควบคุม 20 คน เรียน โดยใช้การแก้โจทย์ปัญหาตามขั้นตอนปกติ มีการทดสอบก่อน และหลังเรียน ระยะเวลาหนึ่งภาคการศึกษา ผลการวิจัยพบว่า กลุ่มทดลองสามารถแก้โจทย์ปัญหาได้ดีกว่ากลุ่มควบคุม จากการสัมภาษณ์ นักเรียนในกลุ่มทดลองพบว่า นักเรียนมากกว่า 75% มีความพอใจในกิจกรรมการเขียนตามขั้นตอนกระบวนการแก้โจทย์ปัญหา และนักเรียนมากกว่า 80% บอกว่ากิจกรรมดังกล่าวช่วยให้สามารถแก้โจทย์ปัญหาได้ดีขึ้น

Pugalee (2004, pp. 27 - 47) ได้ศึกษาเปรียบเทียบการอธิบายกระบวนการแก้โจทย์ปัญหาของนักเรียนโดยการพูดและการเขียน วัตถุประสงค์การวิจัยครั้งนี้เพื่อศึกษาผลของการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ระหว่างการพูดและการเขียน การศึกษาเกี่ยวข้องกับการวิเคราะห์ การเขียนและการพูดอธิบายกระบวนการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนเกรดเก้าที่เรียนเรื่องพีชคณิต การเปรียบเทียบนี้ ทำให้มีความเข้าใจดีขึ้นสำหรับการเชื่อมโยงระหว่างการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์และตระหนักในเรื่องการเขียน ข้อมูลการเขียนและการพูดแสดงความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนของยุทธวิธีในการแก้โจทย์ปัญหาที่นักเรียนพยายามให้เกิดความสำเร็จ ส่วนใหญ่ พฤติกรรมการแก้โจทย์ปัญหาเกี่ยวข้องกับการดำเนินการ เช่นการดำเนินการตามเป้าหมายและการคำนวณ นักเรียนที่วางแผนเป็นนักแก้โจทย์ปัญหาที่ประสบความสำเร็จมาก นักเรียนมีส่วนร่วม

ในการตรวจสอบพฤติกรรมในขั้นตอนต่าง ๆ ในการแก้ปัญหาแต่ส่วนใหญ่ักเรียนไม่ได้ตรวจสอบคำตอบสุดท้าย ขณะที่การอธิบายด้วยปากเปล่า และการเขียนใช้ เป็นเครื่องมือสำหรับการทำ ความเข้าใจกระบวนการคิดของนักเรียน โดยเปรียบเทียบการรายงานทั้งสองรูปแบบ โดยใช้กรอบ พหุปัญญาวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงที่สำคัญ ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่เขียนอธิบายความคิด ประสบความสำเร็จในการแก้ปัญหามากกว่านักเรียนที่ใช้การพูดอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05 นอกจากนี้ยังสนับสนุนสมมติฐานที่ว่า การเขียนสามารถใช้เป็นเครื่องมือที่มีประสิทธิภาพ ในการสนับสนุนพฤติกรรมพหุปัญญา

Riasat (2010, pp. 67 – 72) ได้ศึกษาผลของการใช้วิธีการแก้ปัญหาในการเรียน การสอนคณิตศาสตร์เกี่ยวกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน วัตถุประสงค์หลักของการวิจัย คือการตรวจสอบผลของการใช้วิธีการแก้ปัญหาเกี่ยวกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนในการ เรียนการสอนคณิตศาสตร์ระดับประถมศึกษา กลุ่มตัวอย่างคือนักเรียนเกรด 8 โรงเรียนกลอริวาลา ปากีสถานจำนวน 76 คน โดยแบ่งออกเป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมกลุ่มละ 38 คน เครื่องมือ ที่ใช้ในการวิจัย คือ แบบทดสอบก่อนเรียน แบบทดสอบหลังเรียน สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ ข้อมูลคือ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และ  $t$ -test ผลการวิจัยพบที่มีความแตกต่างอย่างมี นัยสำคัญระหว่างประสิทธิภาพของวิธีการสอนแบบดั้งเดิมและวิธีการสอนแก้ปัญหา นักเรียนที่ ได้รับการสอนด้วยวิธีการแก้ปัญหามีประสิทธิภาพดีกว่าการสอนโดยวิธีการแบบดั้งเดิม และ ความแตกต่างระหว่างระดับความสำเร็จเป็นเพราะยุทธวิธีในการแก้ปัญหา ทั้ง ๆ ที่ทั้งสองกลุ่ม มีความรู้พื้นฐานทางคณิตศาสตร์ที่เท่าเทียมกัน จากผลการวิจัยที่ได้รับนั้นตั้งข้อสังเกตเห็นว่าการใช้ วิธีการแก้ปัญหามีช่วยเพิ่มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนในวิชาคณิตศาสตร์ ข้อเสนอแนะ จากการวิจัยคือ ครูควรได้รับการส่งเสริมวิธีการแก้ปัญหาในแนวคิดการเรียนการสอน ทางคณิตศาสตร์ เช่น เซต สารสนเทศ และรูปทรงเรขาคณิต ฯลฯ ควรมีการฝึกอบรม การประชุมเชิงปฏิบัติการและการสัมมนาอย่างสม่ำเสมอสำหรับครูผู้สอนเพื่อให้พวกเขามีความรู้ และความเข้าใจในการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

Saeed, Ahmad, and Mohammad (2012, pp. 1 – 9) ได้ศึกษาบทบาทของวิธีการ แก้ปัญหาในการปรับปรุงการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ในการศึกษาการแก้ปัญหาเป็นหนึ่งในเป้าหมาย การศึกษาที่สำคัญและครูหรือผู้ปกครองได้ตั้งใจว่านักเรียนของพวกเขามีความสามารถในการ แก้ปัญหา วัตถุประสงค์ของการวิจัยครั้งนี้ เพื่อศึกษาวิธีการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ วิธีดำเนินการ โดยวิธีทดลองกับนักเรียนชาย 49 คนในโรงเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย ผล Levene - test และ  $t$ -test แสดงให้เห็นวิธีการแก้ปัญหามีประสิทธิภาพมากขึ้นในการ ปรับปรุงการเรียนรู้ทางคณิตศาสตร์กว่าวิธีการเรียนการสอนแบบดั้งเดิม ดังนั้นจึงดูเหมือนว่าครู

ของคณิตศาสตร์ต้องใช้วิธีการแก้ปัญหาในระบบการศึกษานักเรียนมีประสิทธิภาพในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

Seher and Fatma (2013, pp. 1777 – 1792) ได้ศึกษาผลของการใช้ยุทธวิธีพหุปัญญาในการแก้ปัญหาเรขาคณิตต่อผลสัมฤทธิ์ของนักเรียนและเจตคติวัตถุประสงค์ของการวิจัยครั้งนี้ เพื่อจะหาผลของการใช้ยุทธวิธีอภิปัญญาในการแก้ปัญหาเรขาคณิตที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ห้า พหุปัญญา ทักษะและเจตคติ วิธีการทดลองโดยใช้แบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนกับกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ชั้นแรกให้ทั้งสองกลุ่มทำแบบทดสอบก่อนเรียนประกอบด้วยด้านพหุปัญญา ทักษะและเจตคติที่มีต่อระดับคณิตศาสตร์ขั้นถัดไป ให้นักเรียนกลุ่มทดลองจำนวน 39 คน ได้รับการสอนเรื่องเรขาคณิตจำนวนแปดสัปดาห์โดยใช้แผนการสอนและแบบฝึกหัด เพื่อปรับปรุงความสามารถของนักเรียนในการใช้ทักษะพหุปัญญาสำหรับการแก้ปัญหา ในขณะที่นักเรียนกลุ่มควบคุม จำนวน 36 คน ได้รับการสอนด้วยวิธีการแบบดั้งเดิม วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้ t – test สำหรับสองกลุ่มที่เป็นอิสระจากกัน โดยกลุ่มทดลองมีคะแนนหลังการทดลองอย่างมีนัยสำคัญที่สูงขึ้นเมื่อเทียบกับกลุ่มควบคุม และสังเกตเห็นว่านักเรียนในกลุ่มทดลองมีการพัฒนาเจตคติที่ดีต่อเรขาคณิตและวิชาคณิตศาสตร์ ซึ่งอาจนำมาประกอบกับการปรับปรุงความเชื่อมั่นในตนเอง นอกจากนี้นักเรียนเหล่านี้มีการพัฒนาความสามารถในการรับรู้ถึงความสำคัญของการแก้ปัญหา การทำความเข้าใจปัญหา การมีส่วนร่วมในการวางแผนแก้ปัญหาและตระหนักถึงปัญหากระบวนการแก้ปัญหา การปรับปรุงในเจตคติของพวกเขาที่มีต่อเรขาคณิตและวิชาคณิตศาสตร์ที่นำไปสู่การเพิ่มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

Tolga (2014, pp. 617 – 624) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน ศึกษาทักษะและความเชื่อมั่นในการแก้ปัญหา โดยใช้ขั้นตอนยุทธวิธีในการแก้ปัญหาในวิชาฟิสิกส์ เรื่องกลศาสตร์ของนิวตัน กลุ่มประชากรเป็นนักศึกษาวินิจฉัยอาชีวศึกษาโทบาลี จำนวน 70 คน โดยแบ่งเป็นกลุ่มควบคุม 32 คน สอนโดยใช้รูปแบบการสอนแบบดั้งเดิม กลุ่มทดลอง 38 คน สอนโดยใช้รูปแบบการสอนแบบดั้งเดิมและสอนยุทธวิธีในการแก้ปัญหา และใช้เครื่องมือในการทดลองก่อนและหลังเรียนในนักศึกษาทั้งสองกลุ่ม ซึ่งประกอบด้วยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แบบสำรวจกระบวนการแก้ปัญหาและแบบวัดความเชื่อมั่นในการแก้ปัญหา ผลการวิจัยพบว่ากลุ่มทดลองมีคะแนนแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่ากลุ่มควบคุม กลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยในแบบสำรวจกระบวนการแก้ปัญหาและแบบวัดความเชื่อมั่นในการแก้ปัญหาสูงกว่ากลุ่มควบคุม กล่าวคือกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมเข้าใจกระบวนการและยุทธวิธีในการแก้ปัญหา และมีความเชื่อมั่นในการแก้ปัญหาแตกต่างกันที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

## การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีสอนแบบแลกเปลี่ยนบทบาท(Reciprocal Teaching)

### 1. ความหมายของการสอนแบบแลกเปลี่ยนบทบาท

การสอนแบบแลกเปลี่ยนบทบาท เป็นวิธีสอนที่ถูกพัฒนาขึ้น โดย Palincsar และ Brown ในปี ค.ศ. 1984 ซึ่งเป็นการสอนที่ครูกับนักเรียนหรือนักเรียนกับนักเรียนผลัดเปลี่ยนบทบาทกันรับผิดชอบในการนำเสนอ โดยใช้กิจกรรมการอ่านทั้ง 4 คือ การตั้งคำถาม การคาดการณืล่วงหน้า การสร้างความกระจ่าง และการสรุปความ ซึ่งกระบวนการเหล่านี้จะช่วยให้นักเรียนทำความเข้าใจกับเนื้อหาที่อ่าน (Palincsar & Brown, 1984, pp. 117 – 175) ความหมายของกิจกรรมทั้ง 4 มีดังนี้

1. การตั้งคำถาม (Questioning) เป็นการแยกแยะข้อมูลในเนื้อหาและสามารถสร้างคำถามเกี่ยวกับใจความสำคัญหรือข้อมูลที่สำคัญ ผู้อ่านสามารถทดสอบตนเองว่ามีความเข้าใจเรื่องที่อ่านหรือไม่ และช่วยให้ผู้อ่านระบุเนื้อหาที่สำคัญให้ ซึ่งคำถามที่ผู้อ่านได้รับนั้น จะทำให้ผู้อ่านสามารถระบุใจความสำคัญของเรื่อง ในการตั้งคำถามโดยการใช้ Who, What, When, Where, Why และ How

2. การคาดการณืล่วงหน้า (Predicting) เป็นการคาดการณืเหตุการณ์โดยอาศัยตัวชี้แนะต่าง ๆ ในบทอ่านว่าเหตุการณ์ต่อไปจะเป็นอย่างไร ซึ่งวิธีนี้ผู้อ่านจะใช้ประสบการณ์เดิมของตนเองและนำมาเชื่อมโยงกับความรู้ใหม่ในเรื่องราวตอนที่อ่านและสามารถคาดเดาเหตุการณ์โดยใช้ชื่อเรื่อง หัวข้อย่อย การตั้งคำถามในเนื้อเรื่องและตัวชี้แนะที่ปรากฏในเนื้อเรื่องช่วยคาดเดาในขณะที่อ่าน

3. การสร้างความกระจ่าง (Clarifying) เป็นยุทธวิธีที่ผู้อ่านใช้ในขณะที่ทำความเข้าใจกับเนื้อหา ซึ่งเมื่อผู้อ่านพบกับอุปสรรคบางอย่างในขณะที่อ่าน เช่น พบคำศัพท์ที่ยากหรือไม่เคยเจอมาก่อน ผู้อ่านจะต้องตรวจสอบความเข้าใจในการอ่าน ต้องสร้างความกระจ่างกับข้อสงสัยนั้นอาจจะย้อนกลับไปอ่านใหม่ โดยอ่านประโยคที่อยู่ข้างหน้าและประโยคที่ตามมา หรือใช้คำที่เป็นตัวแนะในการบอกความหมายของคำศัพท์ ถ้าผู้อ่านยังไม่สามารถสร้างความกระจ่างได้ก็ให้ครูหรือเพื่อนช่วย

4. การสรุปความ (Summarizing) เป็นการระบุประเด็นสำคัญของเรื่องราว การสรุปความไม่ควรบอกรายละเอียดที่ไม่สำคัญ ผู้อ่านควรใช้หัวข้อ หัวข้อย่อย และใจความสำคัญในการสรุปเนื้อหาที่อ่าน การสรุปใจความสำคัญของเนื้อหาช่วยให้ผู้อ่านได้รู้ในสิ่งที่อ่านแล้วยังสามารถคาดเดาเหตุการณ์ที่จะเกิดขึ้นต่อไปในเนื้อหานั้นได้

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้นำการสอนแบบแลกเปลี่ยนบทบาท (Reciprocal Teaching) มาใช้ผสมผสานกับการสอนโดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เพราะ

การสอนการอ่านด้วยวิธีการสอนแบบแลกเปลี่ยนบทบาท เพื่อพัฒนาให้นักเรียนเข้าใจปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่อ่านมากขึ้น และส่งผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์อีกด้วย

## 2. ขั้นตอนการสอนแบบแลกเปลี่ยนบทบาท

Palincsar and Brown (1984, pp. 117 – 175) ได้กล่าวถึง การเตรียมการสอนแบบแลกเปลี่ยนบทบาทไว้ว่าประกอบด้วยองค์ประกอบ 2 ส่วน คือ

1. ส่วนแรก พยายามทำความเข้าใจและคุ้นเคยกับบทอ่านที่เลือกมาโดยปฏิบัติตามขั้นตอนดังนี้

1.1 หาบทอ่านที่มีเนื้อหาที่สามารถตั้งคำถามได้หลากหลาย

1.2 สร้างคำถามที่เด่นและน่าสนใจจากบทอ่าน

1.3 ทดลองใช้การคาดคะเนหรือคาดเดาเกี่ยวกับบทอ่านที่เลือกมา

1.4 ฝึกสรุปเนื้อเรื่องในแต่ละย่อหน้าของบทอ่าน

2. ส่วนที่สอง ลองสร้างสถานการณ์ที่น่าจะมีปัญหาในขณะที่เรียนในห้องเรียน

2.1 พิจารณาว่ากิจกรรมใดนักเรียนได้ใช้ไปแล้วในตอนที่ย่าน และกิจกรรมใดที่ช่วยให้นักเรียนเข้าใจเรื่องที่อ่าน

2.2 ประเมินความสามารถของนักเรียนในการสรุปความ การตั้งคำถาม การสร้างความกระจ่าง และการคาดเดาเหตุการณ์ล่วงหน้า และตัดสินใจว่าการสนับสนุนในลักษณะใดจำเป็นต้องใช้ในช่วงของการดำเนินกิจกรรมทั้ง 4 ขั้นตอน

ขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนแบบแลกเปลี่ยนบทบาท มีตัวอย่างกิจกรรมดังต่อไปนี้

1. ขั้นกิจกรรมก่อนการแลกเปลี่ยนบทบาท (Pre – Reading Activity) ในขั้นนี้ครูผู้สอนนำเสนอกิจกรรมการนำเข้าสู่การอ่าน โดยการใช้สื่อหรือวิธีการต่าง ๆ ที่สามารถไปกระตุ้นความรู้เดิมและความสนใจของนักเรียนในการนำเข้าสู่บทอ่าน

2. ขั้นกิจกรรมการแลกเปลี่ยนบทบาท (While – Reading Activity) ในขั้นนี้ครูให้นักเรียนอ่านหัวข้อเรื่องและให้คาดเดาว่าเรื่องจะดำเนินต่อไปอย่างไร ซึ่งในการอ่านนี้นักเรียนอ่านทีละย่อหน้า โดยระยะแรกครูจะเป็นผู้สาธิตวิธีการใช้กิจกรรมทั้ง 4 ได้แก่ การตั้งคำถาม การคาดเดาเหตุการณ์ การสร้างความกระจ่าง และการสรุปความ ให้นักเรียนดูเป็นตัวอย่าง หลังจากที่ได้สังเกตวิธีการของครู นักเรียนจะแลกเปลี่ยนบทบาทกับครูโดยแสดงบทบาทเป็นผู้นำการสนทนาในกลุ่มซึ่งประกอบด้วยสมาชิก 4 คน โดยสมาชิกแต่ละคนผลัดเปลี่ยนกันทำหน้าที่ผู้นำกลุ่มในแต่ละยุทธวิธี โดยมีครูเป็นผู้สังเกตและให้ข้อเสนอแนะต่อเมื่อนักเรียนต้องการความช่วยเหลือเท่านั้น

3. ชั้นกิจกรรมหลังแลกเปลี่ยนบทบาท (Post – Reading Activity) ในขั้นนี้เป็น การสอนให้นักเรียนนำข้อมูลที่ได้รับการอ่านมาประกอบกับความรู้ ความคิด และความเห็นของ นักเรียน เพื่อนำไปใช้ในการจัดกิจกรรมต่อเนื่องอื่น ๆ ที่มีอยู่บนจุดประสงค์ที่ตั้งไว้ เช่น การตอบ คำถามเกี่ยวกับเรื่องที่อ่าน การนำข้อมูลที่ได้ออกอภิปรายหรือแสดงความคิดเห็น เพื่อแก้ปัญหา อย่างใดอย่างหนึ่ง

จากขั้นตอนการสอนแบบแลกเปลี่ยนบทบาท (Reciprocal Teaching) ที่นักการศึกษา ได้กล่าวไว้ข้างต้น ผู้วิจัยนำมาผสมผสานกับกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ได้ขั้นตอนการ สอน 3 ขั้นตอน ดังนี้

1. ขั้นก่อนการแลกเปลี่ยนบทบาท ครูผู้สอนนำเสนอกิจกรรมการนำเข้าสู่การอ่าน ปัญหาทางคณิตศาสตร์โดยการใช้สื่อหรือวิธีการต่าง ๆ ที่สามารถไปกระตุ้นความรู้เดิมและ ความสนใจของนักเรียนในการนำเข้าสู่บทอ่าน

2. ขั้นการแลกเปลี่ยนบทบาท นักเรียนจะอ่านปัญหาทางคณิตศาสตร์ และ ผลัดเปลี่ยนบทบาทกันไปมาใน 5 บทบาท

2.1 ผู้ตั้งคำถาม โดยผู้ตั้งคำถามจะเริ่มอภิปรายด้วยการนำในการตั้งคำถาม เกี่ยวกับปัญหาที่อ่าน และสมาชิกคนอื่น ๆ ก็ช่วยกันตอบคำถาม

2.2 ผู้คาดการณ์ล่วงหน้า โดยผู้คาดการณ์ล่วงหน้า จะเป็นผู้นำในการคาดเดา ล่วงหน้าถึงสิ่งที่เกี่ยวข้องและสิ่งที่อาจเกิดขึ้นต่อไป รวมถึงคาดเดาคำตอบที่อาจเกิดขึ้น

2.3 ผู้สร้างความกระจ่าง โดยผู้สร้างความกระจ่าง จะกระตุ้นให้สมาชิกในกลุ่ม สร้างความกระจ่างกับข้อสงสัย หรือแก้ไขปัญหาในเรื่องคำในปัญหาทางคณิตศาสตร์ ที่ยังคลุมเครือ ให้ความกระจ่างขึ้น

2.4 ผู้สรุป โดยผู้สรุปในการสนทนาจะนำในการสรุปความจากปัญหา และ สมาชิกคนอื่นก็แสดงความคิดเห็นในการสรุปความจากบทอ่าน ซึ่งอาจจะมี การสนับสนุนซึ่งกัน และกันหรือมีความคัดค้าน

2.5 ผู้แก้ปัญหา หลังจากที่ทำอ่านปัญหาทางคณิตศาสตร์ตาม 4 บทบาทแล้ว ให้ผู้แก้ปัญหาคำเนินการแก้ปัญหาตามกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยมีสมาชิกในกลุ่ม คอยช่วยเหลือ

โดยในขั้นนี้กิจกรรมแรก ๆ ครูจะเป็นผู้สาธิตวิธีการใช้บทบาททั้ง 5 บทบาท ในการตั้งคำถาม การคาดเดาเหตุการณ์ การสร้างความกระจ่าง การสรุปความ และการแก้ปัญหา ให้นักเรียนดูเป็นตัวอย่าง หลังจากที่ได้สังเกตวิธีการของครู โดยแสดงบทบาทเป็นผู้นำการสนทนา



ในกลุ่มซึ่งประกอบด้วยสมาชิก 5 คน โดยสมาชิกแต่ละคนผลัดเปลี่ยนบทบาทกัน โดยมีครูเป็นผู้สังเกตและให้ข้อเสนอแนะต่อเมื่อนักเรียนต้องการความช่วยเหลือเท่านั้น

3. ชั้นหลังการแลกเปลี่ยนบทบาท ให้นักเรียนช่วยกันอภิปรายและสรุปเกี่ยวกับปัญหาทางคณิตศาสตร์

### 3. ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการสอนแบบแลกเปลี่ยนบทบาท

ในการสอนแบบแลกเปลี่ยนบทบาท (Reciprocal Teaching) มีทฤษฎีสำคัญที่เป็นองค์ประกอบในการอ่าน ดังนี้

#### 3.1 ทฤษฎีประสบการณ์เดิม (Schema Theory)

Clarke and Silberstein (1977, p. 136) ได้กล่าวว่า ทฤษฎีประสบการณ์เดิม มีหลักการว่า ภูมิหลัง ของผู้เรียนมีผลต่อการเรียนรู้ ทฤษฎีนี้เชื่อว่าการอ่านเป็นกระบวนการสร้างเรื่องขึ้นใหม่ตามความเข้าใจของผู้อ่านเอง โดยผู้อ่านต้องอาศัยความรู้จากภูมิหลังของตน มาช่วยในการตีความสิ่งที่อ่าน กล่าวคือ ไม่ว่าจะป็นข่าวสาร ความคิดหรือข้อมูลใดก็ตาม จะมีความหมายได้ก็ต่อเมื่อผู้รับข้อมูลสามารถสัมพันธ์ข้อมูลเหล่านั้นให้เข้ากับสิ่งที่ตนเองมีความรู้ หรือ รู้จักอยู่แล้ว ผู้อ่านจะมีความสามารถหรือความชำนาญในการอ่านมากน้อยเพียงใดนั้น จะมีการใช้ตัวชี้แนะทั้งหมดที่มีอยู่ในข้อความนั้นช่วยในการเดาความหมายของข้อความที่อ่าน โดยผู้อ่านจะเลือกเอาเฉพาะข้อมูลบางตอนในข้อความนั้นมาผนวกกับความรู้เดิมของผู้อ่านเองเพื่อให้เข้าใจในเรื่องที่อ่าน ได้ดียิ่งขึ้น

Carrell and Eisterhold (1983, pp. 218 - 232) กล่าวว่า ทฤษฎีประสบการณ์เดิมนั้น ถือว่าทั้งผู้อ่านและผู้เขียนต่างมีโครงสร้างของความรู้เป็นส่วนสำคัญในการเรียนรู้ และได้ตั้งสมมติฐานว่าความรู้และความจำของมนุษย์ก่อรูปสร้างขึ้นในลักษณะเป็นโครงสร้างไม่ใช่ไม่มีรูปแบบ เมื่อผู้เขียนถ่ายทอดความรู้ ความคิดเห็นซึ่งก็คือประสบการณ์เดิมออกมาเป็นงานเขียนงานเขียนนั้นจึงเป็นตัวแทน โครงสร้างของความรู้ของผู้เขียนเอง ถ้าประสบการณ์เดิมของผู้อ่านและผู้เขียนแตกต่างกันมาก ผู้อ่านก็มีแนวโน้มที่จะไม่เข้าใจเรื่องที่ตนอ่าน ซึ่งสามารถแบ่งโครงสร้างของความรู้ออกเป็นสองชนิด ดังนี้

1. โครงสร้างความรู้เดิมเกี่ยวกับรูปแบบ (Formal Schemata) หมายถึง โครงสร้างของงานเขียนในลักษณะต่าง ๆ เช่น งานเขียนที่ให้ความรู้ นิทาน นิยาย บทความทางวิทยาศาสตร์ เป็นต้น ถ้าผู้อ่านมีความรู้ลึกไวก่อนลักษณะ โครงสร้างของงานเขียน และรู้จักใช้ความรู้เดิมให้เป็นประโยชน์ ในขณะที่อ่านจะทำให้เกิดความเข้าใจในการอ่านมากขึ้น ลักษณะ โครงสร้างของข้อเขียนของจะแตกต่างกันออกไป และมีลักษณะ โครงสร้างของข้อเขียนเฉพาะแต่ละชนิด เช่น นิทานหรือเรื่องสั้น จะมีโครงสร้างเป็นฉาก ฉากการเริ่มเรื่อง ฉากลำดับเหตุการณ์ และฉากตอนจบ

2. โครงสร้างความรู้เดิมเกี่ยวกับเนื้อหา (Content Schemata) คือ ความรู้เดิมเกี่ยวกับเนื้อหาของเรื่องในสาขาวิชาใดวิชาหนึ่ง เช่น เศรษฐศาสตร์ การแพทย์ หรือประวัติศาสตร์ เป็นต้น ผู้อ่านที่มีโครงสร้างความรู้เดิมเกี่ยวกับเนื้อหาจะสามารถรับเรื่องได้เร็วกว่าผู้ที่ไม่เคยมีประสบการณ์ความรู้ทางเนื้อหาเหล่านี้มาก่อน

Rumelhart (1981, pp. 22-23) ได้กล่าวถึงทฤษฎีประสบการณ์เดิมไว้ว่า ความเข้าใจในการอ่านจะเกิดขึ้นได้หากผู้อ่านมีความรู้ทางภาษาและความรู้ทั่วไป โดยในขณะที่อ่านข้อความ ความรู้เหล่านั้นจะถูกกระตุ้นให้ทำงานโดยกระบวนการทางสมอง ผู้อ่านจะใช้โครงสร้างความรู้เดิมทั้งด้านภาษาและความรู้ทั่วไปที่มีอยู่มาช่วยในการทำความเข้าใจในเรื่องที่อ่าน เพราะบทความใดก็ตามเป็นเพียงข้อมูลทางภาษาที่ผู้เขียนสื่อให้ผู้อ่านเท่านั้น ผู้อ่านจะต้องสร้างความหมายขึ้นเอง โดยการนำโครงสร้างความรู้เดิมที่มีอยู่มาสัมพันธ์กับข้อเขียน ในตัวโครงสร้างความรู้เดิมจะมีช่องว่าง อยู่ในขณะที่กระบวนการอ่านดำเนินไป ผู้อ่านจะเริ่มได้ความหมายจากสิ่งที่อ่านมากขึ้นเรื่อย ๆ เมื่อช่องว่างนั้นมีสภาพที่เต็มสมบูรณ์ (Instantiation of Schema) ความเข้าใจของผู้อ่านจึงจะเกิดขึ้น

จากการศึกษาทฤษฎีประสบการณ์เดิมข้างต้น นำไปใช้กับการสอนแบบแลกเปลี่ยนบทบาทได้ เพราะประสบการณ์เดิมของนักเรียนเป็นปัจจัยที่มีความสำคัญอย่างมากในการช่วยให้ผู้อ่านสามารถที่จะเข้าใจบทอ่านได้อย่างมีเหตุผลและเข้าใจโครงสร้างของข้อความที่ซับซ้อนได้ดีขึ้น โดยครูเป็นผู้ออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ที่ช่วยกระตุ้นให้นักเรียนได้มีส่วนร่วมและดึงเอาประสบการณ์เดิมของตนออกมาแลกเปลี่ยนประสบการณ์กับเพื่อน ซึ่งจะส่งเสริมให้การอ่านและแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น

### 3.2 ทฤษฎีอภิปัญญา (Metacognition Theory)

#### 3.2.1 ความหมายของอภิปัญญา

Cross and Paris (1988, pp. 131 – 142) ได้กล่าวว่า อภิปัญญา คือ บุคคลที่มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการคิดของตนเอง และสามารถควบคุมความคิดตลอดจนการประเมินวางแผนและจัดระบบความคิดของตนเอง

Flavell (1979, pp. 906 – 911) ได้กล่าวว่า อภิปัญญา คือความสามารถทางความคิดที่บุคคลสามารถรู้ถึงกระบวนการคิดและสิ่งต่าง ๆ ที่เกิดจากกระบวนการคิดของตน ซึ่งอาจปรากฏเป็นความรู้หรือกิจกรรมทางการคิดที่มีเป้าหมายและมีทิศทาง วิธีการเรียน ประการแรกเป็นการพัฒนาความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับกระบวนการเรียนรู้และเป็นการพัฒนาตนเองในฐานะเป็นผู้เรียน ประการที่สอง เป็นการวางแผนการเรียนรู้และประการที่สาม เป็นการค้นหาและเลือกใช้กลวิธีการเรียนรู้ต่าง ๆ ที่เหมาะสม

Harris and Sipay (1990, p.622) ได้กล่าวว่า อภิปัญญา คือ กระบวนการคิดของผู้อ่านที่ผู้อ่านรู้ว่ากำลังเรียนอะไรและทำไมต้องเรียนรู้สิ่งนั้น ตลอดจนการตระหนักและการควบคุมกระบวนการคิด การตระหนักเป็นความสามารถที่จะทำและสามารถเจาะจงยุทธวิธีที่จะทำได้ นอกจากนี้การตระหนักถึงกระบวนการคิดของผู้อ่าน จะเป็นพื้นฐานในการวางแผนกิจกรรมที่จะทำต่อไป เช่น การตั้งจุดประสงค์การอ่าน การเลือกยุทธวิธีอ่าน เป็นต้น

Sanacore (1984, p. 706) ได้กล่าวว่า อภิปัญญา คือ การที่ผู้อ่านตระหนักถึงความสามารถและทักษะการเรียนของตนเองเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ ตลอดจนสามารถควบคุมการเรียนของตนเองได้

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2555ก, หน้า 213) ได้กล่าวว่า อภิปัญญา คือ ความสามารถของบุคคลที่มีต่อกระบวนการคิดของตนเอง รู้ว่าอะไรที่เหมาะสมกับตนเองในการเรียนรู้ ตลอดจนสามารถเลือกกลวิธีในการวางแผน กำกับควบคุม และประเมินการเรียนรู้อัตโนมัติ เพื่อให้การเรียนรู้หรือการปฏิบัติงานต่าง ๆ บรรลุตามวัตถุประสงค์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ผู้วิจัยได้ศึกษาความหมายของอภิปัญญา จากนักการศึกษาที่ได้กล่าวไว้ข้างต้นสรุปได้ว่า อภิปัญญา คือความสามารถของบุคคลที่มีต่อกระบวนการคิดของตนเอง สามารถตระหนักและควบคุมความคิด พัฒนาความรู้ความเข้าใจในกระบวนการเรียนรู้ วางแผนการเรียนรู้ ค้นหาและเลือกใช้กลวิธีการเรียนรู้ที่เหมาะสม นอกจากนี้ยังรวมถึงการตระหนักถึงกระบวนการคิดของผู้อ่าน จะเป็นพื้นฐานในการวางแผนกิจกรรมที่จะทำต่อไป

### 3.2.2 องค์ประกอบของอภิปัญญา

Flavell (1979, pp. 906 – 911) ได้กล่าวถึงรูปแบบของความรู้ความเข้าใจประกอบด้วยองค์ประกอบต่าง ๆ ดังนี้

1. ความรู้อภิปัญญา (Metacognitive Knowledge) เป็นการเรียนรู้เกี่ยวกับสิ่งที่เรียน ส่วนของความรู้ทั้งหมดที่บุคคลสะสมไว้ในระบบความจำระยะยาว เป็นการเรียนรู้ที่บุคคลรู้จักตนเอง รู้ว่าตนเองรู้อะไร และจะบรรลุเป้าหมายได้อย่างไร ซึ่งปัจจัยที่มีผลต่อความรู้อภิปัญญาของบุคคลนั้น ได้แก่ ตัวแปรด้านบุคคล คือ การรู้ถึงความสามารถทางปัญญา ของบุคคล ตัวแปรด้านงาน คือ การรู้ถึงลักษณะงานที่ทำ ตัวแปรด้านยุทธวิธี คือ การรู้ถึงยุทธวิธีที่เหมาะสมที่จะใช้ในการทำงานนั้นให้บรรลุเป้าหมายอย่างมีประสิทธิภาพ

2. ประสบการณ์อภิปัญญา (Metacognitive Experience) เป็นการใช้ความคิดอย่างรอบคอบ มีสติและรู้สึกตัว สามารถควบคุมได้ ซึ่งมีองค์ประกอบ 3 ประการ คือ การวางแผน เป็นการเรียนรู้ว่าตนเองคิดจะทำงานนั้นอย่างไร ตั้งแต่กำหนดเป้าหมายจนการปฏิบัติงาน

จนบรรลุเป้าหมาย การตรวจสอบ เป็นการทบทวนความคิดเกี่ยวกับแผนที่วางไว้ว่าเป็นไปได้เพียงใด ความเหมาะสมของลำดับขั้นตอนและวิธีการที่เลือกใช้เป็นอย่างไร และการประเมินเป็นการคิดเกี่ยวกับการประเมินการวางแผน วิธีการตรวจสอบ และการประเมินผลสัมฤทธิ์

3. เป้าหมายหรืองาน (Goals or Task) เป็นการกำหนดจุดประสงค์หรือสิ่งที่จะทำไว้ให้แน่นอน

4. การกระทำและกลวิธี (Action and Strategies) เป็นวิธีการที่บุคคลเลือกใช้เพื่อนำไปสู่ความสำเร็จตามเป้าหมายที่วางไว้ เช่น การตรวจสอบความก้าวหน้าของการทำงานหรือพยายามหาความหมายของคำศัพท์โดยการใช้พจนานุกรม

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2555ก, หน้า 214 – 216) ได้กล่าวถึงองค์ประกอบของอภิปัญญา 3 องค์ประกอบ ดังนี้

1. ความรู้ เป็นความสามารถของผู้เรียนเกี่ยวกับการรู้กระบวนการคิดของตนเองในการเรียนรู้หรือการปฏิบัติงาน มี 3 ด้าน ดังนี้

1.1 ความรู้ด้านเนื้อหาสาระ เป็นองค์ความรู้เกี่ยวกับองค์ประกอบพื้นฐานที่ผู้เรียนจำเป็นต้องรู้หรือการปฏิบัติงาน ทั้งในเรื่องความรู้เกี่ยวกับลักษณะของงานที่ทำ และความรู้เกี่ยวกับความสามารถของตนเอง ดังนี้

1.1.1 ความรู้เกี่ยวกับลักษณะของงานที่ทำ เป็นการรู้ว่าจะงานนี้เกี่ยวข้องกับเรื่องใดในด้านข้อเท็จจริง คำศัพท์และนิยาม เช่น ถ้าผู้เรียนต้องการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ จะต้องรู้ว่าโจทย์ปัญหานี้เกี่ยวข้องกับเนื้อหาคณิตศาสตร์เรื่องใด

1.1.2 ความรู้เกี่ยวกับความสามารถของตนเอง เป็นความสามารถในการวิเคราะห์ตนเองว่ามีความรู้ความสามารถในการเรียนรู้หรือการปฏิบัติงานมากน้อยเพียงใด เช่น ผู้เรียนรู้จุดอ่อนและจุดแข็งของตนเอง รู้ว่าตนเองรู้อะไร และมีความรู้ในระดับใด เพื่อที่จะได้หาวิธีการที่เหมาะสมในการเรียนรู้ของตนเอง

1.2 ความรู้ในวิธีการ เป็นความรู้เกี่ยวกับวิธีการหรือกระบวนการต่าง ๆ ที่สามารถนำมาประยุกต์ใช้ในการเรียนรู้หรือการปฏิบัติงาน เช่น ในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ ผู้เรียนต้องรู้ว่าวิธีการหรือกระบวนการแก้ปัญหาแบบใดบ้าง เพื่อให้สามารถหาคำตอบของโจทย์ปัญหานี้ได้

1.3 ความรู้ที่ใช้เพื่อตัดสินใจเลือกวิธีการ เป็นความรู้เกี่ยวกับการวิเคราะห์ลักษณะของวิธีการที่ใช้ในการเรียนรู้หรือการปฏิบัติงาน เพื่อตัดสินใจเลือกใช้วิธีการที่เหมาะสมและมีประสิทธิภาพสูงสุด เช่น ผู้เรียนต้องวิเคราะห์ว่าวิธีการหรือกระบวนการแก้ปัญหา

ที่มีอยู่ วิธีการใดเป็นวิธีที่ใช้แก้ปัญหาได้อย่างรวดเร็ว ง่ายต่อการอธิบายให้ผู้อื่นเข้าใจ และเหมาะสมที่สุดกับโจทย์ปัญหา

2. การควบคุมตนเอง เป็นความสามารถของผู้เรียนในการควบคุมตนเองให้เรียนรู้หรือปฏิบัติงานได้สำเร็จตามเป้าหมายที่วางไว้ มี 3 ด้าน ดังนี้

2.1 การวางแผน เป็นการกำหนดวัตถุประสงค์และขั้นตอนของการเรียนรู้หรือการปฏิบัติงาน เพื่อเป็นแนวทางในการเรียนรู้หรือการปฏิบัติงานให้สำเร็จอย่างมีประสิทธิภาพ เช่น ผู้เรียนต้องวิเคราะห์ในการหาคำตอบของโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ จะต้องมีความสนใจขั้นต้นใดบ้าง เพื่อให้ได้คำตอบที่ถูกต้องและสอดคล้องกับเงื่อนไขที่โจทย์กำหนด

2.2 การกำกับควบคุม เป็นการตรวจสอบและคิดทบทวนเกี่ยวกับความเหมาะสมและความถูกต้องของวิธีการและขั้นตอนที่เลือกใช้ในการเรียนรู้หรือการปฏิบัติงาน เช่น ผู้เรียนต้องวิเคราะห์ว่าวิธีการที่เลือกใช้เหมาะสมและสอดคล้องกับการแก้ปัญหาในเรื่องนั้นหรือไม่

2.3 การประเมิน เป็นการตรวจสอบผลที่ได้จากการเรียนรู้หรือการปฏิบัติงาน ซึ่งจะช่วยให้ผลที่ได้มีความถูกต้องและสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ตามเป้าหมายที่วางไว้ เช่น ผู้เรียนต้องตรวจสอบว่าคำตอบที่ได้สมเหตุสมผลกับโจทย์ปัญหาหรือไม่

3. ความตระหนักรู้ต่อกระบวนการคิด เป็นความสามารถของผู้เรียนเกี่ยวกับการรู้ปัจจัยที่จำเป็นที่ทำให้การเรียนรู้หรือการปฏิบัติงานสำเร็จอย่างมีประสิทธิภาพ และสามารถอธิบายสิ่งที่ตนเองรู้ให้ผู้อื่นฟังได้ มี 3 ด้าน ดังนี้

3.1 การสนับสนุนความคิดหรือวิธีการที่ถูกต้องของตนเอง ผู้เรียนสามารถอธิบายเหตุผล เพื่อสนับสนุนความคิดหรือวิธีการที่ถูกต้องของตนเองได้อย่างชัดเจน ซึ่งแสดงถึงความมั่นใจว่าสิ่งที่ตนเองคิดนั้นถูกต้อง หลังจากมีการประเมินแล้วว่ากระบวนการคิดที่ใช้ในการเรียนรู้หรือการปฏิบัติงานทำให้งานสำเร็จ

3.2 การยอมรับความคิดหรือวิธีการอื่นที่ถูกต้อง ผู้เรียนสามารถอธิบายเหตุผลในการยอมรับความคิดหรือวิธีการอื่นที่ถูกต้อง ซึ่งแตกต่างจากแนวคิดของตนเอง

3.3 การยอมรับว่าความคิดหรือวิธีการของตนเองผิดพลาด ผู้เรียนสามารถอธิบายเหตุผลในการยอมรับว่าความคิดหรือวิธีการของตนเองผิดพลาด และพร้อมที่จะแก้ไขความผิดพลาดที่เกิดขึ้น หลังจากมีการประเมินแล้วว่ากระบวนการคิดที่ใช้ในการเรียนรู้หรือการปฏิบัติงานทำให้งานผิดพลาด

ผู้วิจัยได้ศึกษาองค์ประกอบของอภิปัญญา จากนักการศึกษาที่ได้กล่าวไว้ข้างต้น สรุปได้ว่า อภิปัญญามีองค์ประกอบหลักคือ 1) ความรู้ ซึ่งทั้งความรู้ด้านเนื้อหา ความรู้ด้าน

ประสบการณ์ วิธีการ 2) การควบคุมตนเอง ทั้งการวางแผน การกำกับควบคุม ประเมิน เป้าหมายหรืองาน 3) ความตระหนักต่อกระบวนการคิด

### 3.2.3 อภิปัญญากับการอ่าน

Sanacore (1984, p. 706 - 712) ได้กล่าวถึง ความสัมพันธ์ระหว่าง อภิปัญญากับการอ่าน ดังต่อไปนี้

1. ผู้อ่านรู้ว่าเมื่อไรที่ตนเองรู้ คือการที่ผู้อ่านตรวจสอบระดับความเข้าใจของตนเอง ซึ่งจะทำให้รู้ถึงข้อบกพร่องของตนเอง และจะสามารถเลือกหาวิธีหรือกลวิธีมาปรับปรุงข้อบกพร่องหรือความไม่เข้าใจที่เกิดขึ้นได้
2. ผู้อ่านรู้ว่าตนเองรู้อะไร คือการที่ผู้อ่านตระหนักถึงความรู้ที่ตนมีอยู่ และสามารถใช้ค้นหาตนเองว่ารู้อะไรและไม่รู้อะไรบ้าง
3. ผู้อ่านรู้ว่าจำเป็นต้องรู้อะไรบ้าง คือการที่ผู้อ่านรู้ว่าต้องใช้ความรู้ในเรื่องใดบ้าง มาช่วยทำให้ อ่านได้อย่างเข้าใจ และมีประสิทธิภาพ การรู้เป้าหมายของการอ่านก็เป็นองค์ประกอบหนึ่งที่ทำให้การอ่านมีประสิทธิภาพ
4. ผู้อ่านรู้ประโยชน์ของการนำเอากลวิธีการอ่านมาช่วยสร้างความเข้าใจ คือผู้อ่านรู้ถึงกลวิธีต่าง ๆ ในการอ่านตลอดจนสามารถนำเอากลวิธีเหล่านั้นมาใช้ประโยชน์ในการอ่านเพื่อให้เกิดความเข้าใจยิ่งขึ้น

Baker and Brown (1984, pp. 353-354) และ Cross and Paris (1988, pp. 131-132) ได้อธิบายว่า อภิปัญญาประกอบด้วยกิจกรรม 2 ลักษณะคือ

1. ความรู้เกี่ยวกับปัญญา คือบุคคลมีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับแหล่งความรู้ต่าง ๆ เช่นรู้ว่ากลวิธีใดเหมาะสมที่จะใช้ในการอ่านครั้งนั้น ๆ และรู้ว่าจะใช้กลวิธีนั้นอย่างไร ความรู้เกี่ยวกับปัญญา แบ่งได้เป็น 3 ประเภทดังนี้

1.1 การรู้ถึงลักษณะและสภาพ คือการรู้ถึงลักษณะและสภาพของการอ่าน เป็นการเข้าใจว่าอะไรที่มีอิทธิพลต่อการอ่าน

1.2 การรู้จักกระบวนการ คือการรู้ว่าจะใช้ทักษะการอ่านอย่างไร

1.3 การรู้จักเงื่อนไข คือการรู้ว่าเมื่อไรที่จำเป็นจะต้องใช้กลวิธีนั้น ๆ และรู้ว่าทำไมกลวิธีเหล่านั้นจึงช่วยทำให้เกิดความเข้าใจในการอ่าน

2. กฎเกณฑ์ของปัญญา คือการกำหนดเกณฑ์และการประเมินกิจกรรมต่าง ๆ ที่ได้กระทำไป ซึ่งได้แก่ การวางแผน คือการเลือกสรรกลวิธีที่จะช่วยให้บรรลุเป้าหมาย

การตรวจสอบว่ากิจกรรมที่ได้ทำลงไปนั้นมีประสิทธิภาพเพียงใด การทดสอบ การพิจารณา ทบทวนและการประเมิน คือเป็นการประเมินผลว่ากลวิธีหรือทักษะที่ได้ใช้ไปแล้วนั้นก่อให้เกิด ประสิทธิภาพอย่างไรบ้าง

จากการศึกษาทฤษฎีอภิปัญญาข้างต้น นำไปใช้กับการสอนแบบแลกเปลี่ยน บทบาทเพราะช่วยให้นักเรียนเป็นนักแก้ปัญหาที่ดี ทำให้รู้จักอ่านปัญหาคณิตศาสตร์ซ้ำ เพื่อให้ แน่ใจว่าเข้าใจในปัญหา วางแผนและเลือกกลวิธีที่เหมาะสมสำหรับดำเนินการแก้ปัญหา ช่วยให้ รู้จักแยกแยะข้อมูล รู้จักเชื่อมโยงข้อมูล และควบคุมเวลาในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้ อีกด้วย

### 3.3 ทฤษฎีการเรียนรู้ของวิกอสกี (Vygotsky Learning Theory)

Palincsar and Brown (1984, p. 123) ได้กล่าวว่า ในการสอนแบบแลกเปลี่ยน บทบาทได้รับอิทธิพลมาจากทฤษฎีพัฒนาการของวิกอสกี เขาเชื่อว่าการพัฒนาการที่ดีจะถูกส่งผ่าน โดยการประทับประคองจากผู้ที่มีความเชี่ยวชาญ

ชัยวัฒน์ สุทธิรัตน์ (2552, หน้า 38 – 39) ได้กล่าวถึงการประยุกต์ใช้ทฤษฎีวิกอสกี มาใช้ในการเรียนการสอน สรุปได้ดังนี้

1. ผู้สอนจะต้องเป็นตัวอย่างและฝึกฝนกระบวนการเรียนรู้ให้ผู้เรียนเห็น ผู้เรียน จะต้องฝึกฝนการสร้างความรู้ด้วยตนเอง
2. เป้าหมายของการสอนจะเปลี่ยนจากการถ่ายทอดให้ผู้เรียนได้รับสาระความรู้ ที่แน่นอนตายตัว ไปสู่การสาธิตกระบวนการแปลและสร้างความหมายที่หลากหลาย
3. ในการเรียนการสอน ผู้เรียนจะเป็นผู้มีบทบาทในการเรียนรู้อย่างเต็มตัว ผู้เรียน จะต้องเป็นผู้จัดการกระทำกับข้อมูลหรือประสบการณ์ต่าง ๆ และจะต้องสร้างความหมายให้กับสิ่งนั้น ด้วยตนเอง โดยการให้ผู้เรียนอยู่ในบริบทจริง
4. ในการจัดการเรียนรู้ผู้สอนจะต้องพยายามสร้างบรรยากาศทางสังคม จริยธรรมให้เกิดขึ้น โดยผู้เรียนจะต้องมีโอกาสเรียนรู้ในบรรยากาศที่เอื้อต่อการปฏิสัมพันธ์ทาง สังคม
5. ในการเรียนการสอน ผู้เรียนควรมีบทบาทในการเรียนรู้อย่างเต็มที่ โดยผู้เรียนจะนำตนเองและควบคุมตนเองในการเรียนรู้
6. ในการเรียนการสอนแบบสร้างความรู้ ผู้สอนจะมีบทบาทเป็นผู้ให้ความ ร่วมมือ อำนวยความสะดวก และช่วยเหลือผู้เรียนในการเรียนรู้ คือ การเรียนการสอนจะต้อง เปลี่ยนจาก “การให้ความรู้” ไปเป็น “การให้ผู้เรียนสร้างความรู้” ต้องทำหน้าที่ช่วยสร้างแรงจูงใจ ภายในให้เกิดแก่ผู้เรียน จัดเตรียมกิจกรรมการเรียนรู้ที่ตรงกับความสนใจของผู้เรียน ดำเนินกิจกรรม

ให้เป็นไปในทางที่ส่งเสริมพัฒนาการของผู้เรียน ให้คำปรึกษาแนะนำทั้งด้านวิชาการและด้านสังคม แก่ผู้เรียนและประเมินการเรียนรู้ของผู้เรียน ผู้สอนต้องมีความเป็นประชาธิปไตยและมีเหตุผล ในการสัมพันธ์กับผู้เรียนด้วย

7. การประเมินผล ควรมีลักษณะที่ยืดหยุ่นในแต่ละบุคคล โดยใช้วิธีการ หลากหลายซึ่งอาจเป็นการประเมินจากเพื่อน แฟ้มผลงาน รวมทั้งการประเมินตนเองด้วย การวัดผล ต้องอาศัยบริบทจริงที่มีความซับซ้อนเช่นเดียวกับการจัดการเรียนรู้ที่ต้องอาศัยบริบท กิจกรรม และ งานที่เป็นจริง การวัดผลจะต้องใช้กิจกรรมหรืองานในบริบทจริงด้วย ซึ่งในกรณีที่ต้อง จำลองของจริงก็สามารถทำได้แต่เกณฑ์ที่ใช้ควรเป็นเกณฑ์ที่ใช้ในโลกของความเป็นจริง ด้วย

จากการศึกษาทฤษฎีวิถีกอสกีข้างต้น นำไปใช้กับการสอนแบบแลกเปลี่ยนบทบาท เพราะการที่จะส่งเสริมพัฒนาการของนักเรียนได้ก็ต้องได้รับการวางแผน และจัดการเรียนรู้โดย ครูผู้สอนเป็นผู้คอยควบคุมและจัดการชั้นเรียนให้เป็นไปตามกระบวนการแลกเปลี่ยนบทบาท และ เปิดโอกาสให้นักเรียนได้แสดงศักยภาพได้อย่างเต็มที่

#### 4. งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับวิธีสอนแบบแลกเปลี่ยนบทบาท

##### 4.1 งานวิจัยในประเทศ

ชญัญญาช มະ โนปา (2552, หน้า 40 – 42) ได้ศึกษาการสอนแบบแลกเปลี่ยน บทบาทเพื่อเพิ่มพูนความเข้าใจในการอ่านภาษาอังกฤษและลดความวิตกกังวลในการเรียนของ นักเรียนระดับกำลังพัฒนากลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3/1 โรงเรียนหนองรีวิทยา อำเภอลำสนธิ จังหวัดลพบุรี จำนวน 30 คน ที่เรียนรายวิชาภาษาอังกฤษ พื้นฐาน (อ33101) ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2552 ผลการวิจัยพบว่า คะแนนความเข้าใจในการ อ่านภาษาอังกฤษของนักเรียนสูงขึ้นหลังการเรียนโดยใช้การสอนแบบแลกเปลี่ยนบทบาท และ นักเรียนมีความวิตกกังวลในการเรียนลดลงหลังการเรียนโดยใช้การสอนแบบแลกเปลี่ยนบทบาท

ธิดารัตน์ สุขศรีทอง (2549, หน้า 82 – 89) ได้ศึกษาผลของวิธีสอนแบบ แลกเปลี่ยนบทบาทร่วมกับสัญญาเงื่อนไขที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาสังคมศึกษาและ แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2548 โรงเรียนคณะราษฎรบำรุง อำเภอ เมือง จังหวัดยะลา จำนวน 60 คน ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่เรียนด้วยวิธีสอนแบบแลกเปลี่ยน บทบาทร่วมกับสัญญาเงื่อนไขมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาสังคมศึกษาและแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ หลังการทดลองสูงกว่าก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับที่ 0.001 นักเรียนที่เรียน ด้วยวิธีสอนแบบแลกเปลี่ยนบทบาทร่วมกับแบบฝึกมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาสังคมศึกษาและ แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์หลังการทดลองสูงกว่าก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับที่ 0.001



และนักเรียนที่เรียนด้วยวิธีสอนแบบแลกเปลี่ยนบทบาทพร้อมกับสัญญาเงื่อนไขมีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสังคมศึกษาสูงกว่านักเรียนที่เรียนด้วยวิธีสอนแบบแลกเปลี่ยนบทบาทพร้อมกับแบบฝึกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 แต่มีแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ไม่แตกต่างกัน

ประภาพร ชนะจินะศักดิ์ (2554, หน้า 47 – 50) ได้ศึกษาการพัฒนาความเข้าใจในการอ่านภาษาอังกฤษโดยใช้การสอนแบบแลกเปลี่ยนบทบาทของนักศึกษาระดับปริญญาตรี มหาวิทยาลัยราชภัฏราชชนครินทร์ กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักศึกษาระดับปริญญาตรี มหาวิทยาลัยราชภัฏราชชนครินทร์ สาขาวิชารัฐประศาสนศาสตร์ ชั้นปีที่ 2 ที่เรียนวิชาภาษาอังกฤษสำหรับทักษะการเรียนรู้ ภาคเรียนที่ 3 ปีการศึกษา 2553 ซึ่งสุ่มมาจากประชากร โดยวิธีเลือกแบบเจาะจง ระยะเวลาในการทดลองทั้งหมด 24 คาบ คาบละ 50 นาที ผลการวิจัยพบว่า คะแนนความเข้าใจในการอ่านภาษาอังกฤษของกลุ่มตัวอย่างหลังเรียนด้วยการสอนแบบแลกเปลี่ยนบทบาทสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 และเจตคติต่อการสอนการอ่านแบบแลกเปลี่ยนบทบาทหลังเรียนด้วยการสอนแบบแลกเปลี่ยนบทบาทเป็นไปในทางบวกมากกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01

มูฮำมัดสุกรี มะยา (2546, หน้า 69 – 77) ได้ศึกษาผลของการสอนแบบแลกเปลี่ยนบทบาทและวิธีการเสริมแรงที่มีต่อความเข้าใจในการอ่านภาษามลาญชของนักเรียนระดับชั้น มุตาวัชชีเตาะส์ ปีที่ 3 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2545 จากโรงเรียนพัฒนาอิสลามวิทยา จังหวัดยะลา จำนวน 100 คน สุ่มออกเป็น 4 กลุ่ม กลุ่มละ 25 คน ผลการวิจัยพบว่านักเรียนที่เรียนโดยวิธีการสอนแบบแลกเปลี่ยนบทบาทมีคะแนนความเข้าใจในการอ่านวิชาภาษามลาญชสูงกว่านักเรียนที่เรียนโดยวิธีการสอนแบบปกติ นักเรียนที่ได้รับวิธีการเสริมแรงแบบเว้นระยะมีคะแนนความเข้าใจในการอ่านวิชาภาษามลาญชสูงกว่านักเรียนที่ได้รับการเสริมแรงแบบต่อเนื่อง และไม่มีกิริยาร่วมระหว่างวิธีการสอนและวิธีการเสริมแรง

อัญชนา พรรณรังสี (2555, หน้า 45 – 48) ได้ศึกษาการใช้การสอนอ่านแบบแลกเปลี่ยนบทบาทเพื่อส่งเสริมความสามารถในการอ่าน ความสามารถในการเขียนภาษาอังกฤษ และความคงทนในการจำคำศัพท์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/11 แผนการเรียนภาษาอังกฤษ-คณิตศาสตร์ โรงเรียนยุพราชวิทยาลัย อำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่ จำนวน 35 คน ที่เรียนวิชาภาษาอังกฤษอ่าน - เขียน (อ 31203) ผลการวิจัยพบว่า คะแนนความสามารถในการอ่านภาษาอังกฤษของนักเรียนสูงขึ้นหลังจากการสอนอ่านแบบแลกเปลี่ยนบทบาท คะแนนความสามารถในการเขียนภาษาอังกฤษผ่านเกณฑ์ที่กำหนดอยู่ในระดับปานกลางหลังการสอนอ่านแบบแลกเปลี่ยนบทบาท และผู้เรียนมีความคงทนในการจำคำศัพท์หลังได้รับการสอนอ่านแบบแลกเปลี่ยนบทบาท

## 4.2 งานวิจัยต่างประเทศ

Palincsar and Brown (1984, pp. 117 – 175) ได้ศึกษานักเรียนชั้นมัธยมศึกษาที่มีปัญหาด้านการอ่าน โดยใช้วิธีการสอนแบบแลกเปลี่ยนบทบาทระหว่างครูกับนักเรียน ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนสามารถปรับปรุงตนเองให้ดีขึ้นได้ในด้านความสามารถในการตอบคำถามวัดความเข้าใจในการอ่าน

Jill (2013, pp. 38 – 43) ได้ศึกษาการสนับสนุนการอ่านออนไลน์เพื่อความเข้าใจผ่านวิธีการสอนแบบแลกเปลี่ยนบทบาททางอินเทอร์เน็ต โดยให้นักเรียนมีการอภิปรายกลุ่มหรือเกี่ยวกับตำราและความเข้าใจร่วมกันร่วมกัน ให้มีทักษะความเข้าใจใหม่และยุทธวิธีที่จำเป็นบนอินเทอร์เน็ตที่จำเป็นต่อความเข้าใจในผลการค้นหา ในกรณีนี้นักเรียนจะต้องเรียนรู้ที่จะเลือกทรัพยากรที่ดีที่สุดที่มีอยู่มากมายและโดยเฉพาะอย่างยิ่งการประเมินแหล่งข้อมูลเหล่านี้เพื่อสร้างทางเลือกในการอ่านข้อมูล โดยใช้กลยุทธ์คือการตั้งคำถาม การคาดเดาเหตุการณ์ การสร้างความกระจำ และการสรุป ผลการวิจัยพบว่าวิธีการสอนแบบแลกเปลี่ยนบทบาทบนอินเทอร์เน็ตสามารถสร้างกรอบการทำงานที่มีประโยชน์ในการช่วยให้นักเรียนกลายเป็นผู้อ่านออนไลน์ที่มีทักษะส่งเสริมให้นักเรียน รู้จักร่วมกันแบ่งปันยุทธวิธีอ่านออนไลน์กับคนอื่นด้วย ไม่เพียงแต่ช่วยรับข้อมูลเท่านั้น นอกจากนี้ยังช่วยนักเรียนที่ทำหน้าที่เป็นผู้นำการอภิปราย ในการใช้ยุทธวิธีการอ่านหนังสือออนไลน์อย่างกว้างขวางและส่งเสริมความเข้าใจยิ่งขึ้น

Meyer (2014, pp. 7 – 14) ได้ศึกษาการสร้างความเข้าใจปัญหาทางคณิตศาสตร์โดยใช้วิธีการสอนแบบแลกเปลี่ยนบทบาท โดยประยุกต์ใช้การเรียนการสอนด้วยวิธีการสอนแบบแลกเปลี่ยนบทบาทในการแก้ไขปัญหาคำทางคณิตศาสตร์ในกลางปีที่ผ่านมา ซึ่งวิธีการสอนแบบแลกเปลี่ยนบทบาทได้ขยายจากกลยุทธ์แบบดั้งเดิม คือ การคาดเดาเหตุการณ์ การสร้างความกระจำ การตั้งคำถาม และการสรุป โดยเพิ่มการแสดง การเชื่อมโยง และการคำนวณเข้ามา โดยจัดทำเป็นบัตรกิจกรรม และแบ่งนักเรียนเป็นกลุ่มเล็ก ๆ ผลการวิจัยนี้ปรากฏว่านวัตกรรมที่นำวิธีการสอนแบบแลกเปลี่ยนบทบาทมาใช้กับกลุ่มขนาดเล็กในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์นั้น ช่วยพัฒนาความเข้าใจให้กับนักเรียนในการอ่านปัญหาทางคณิตศาสตร์ และแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ได้เป็นอย่างดี นอกจากนี้ยังมีครูหลายท่านได้นำวิธีการสอนแบบแลกเปลี่ยนบทบาทไปใช้ ซึ่งผลปรากฏว่านักเรียนของพวกเขาจะมีคะแนนสอบสูงขึ้น เมื่อเทียบกับนักเรียนระดับเดียวกัน

Monica (2014, pp. 77 – 94) ได้ศึกษาความสำคัญของการอภิปรายโครงสร้างข้อความสำหรับความเข้าใจในการอ่านนักเรียน กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนที่พิการทางปัญญาที่มีปัญหาเรื่องการเขียนจำนวน 31 คนที่ได้รับคัดเลือกจากสี่โรงเรียนศึกษาพิเศษที่มีส่วนร่วมในการศึกษาครั้งนี้ มีขั้นตอนคือ มีการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน โดยแบ่งออกเป็นสองเงื่อนไข

1) สอนด้วยวิธีสอนแบบแลกเปลี่ยนบทบาท (RT) ซึ่งมีสี่ยุทธวิธีคือการตั้งคำถาม การคาดเดา เหตุการณ์ การสร้างความกระจำ และการสรุป 2) การฝึกอบรมแบบอนุমান (IT) ที่เกี่ยวข้องกับการปฏิบัติในการตอบคำถาม โดยการอ่านและค้นหาคำตอบ โดยใช้เวลากว่า 8 สัปดาห์ในการฝึกอบรม ให้ทดสอบก่อนและหลังเรียนรวมเจ็ดข้อผลการวิจัยพบว่าโครงสร้างของข้อความมีความสำคัญมากกว่าโปรแกรมการเรียนการสอนการอ่านแบบเฉพาะเจาะจง เช่นวิธีสอนแบบแลกเปลี่ยนบทบาท (RT) หรือฝึกอบรมแบบอนุमान (IT) สำหรับการอ่านจับใจความ และการเรียนการสอนการอ่านจับใจความมีประสิทธิภาพแม้ในนักเรียนที่พิการทางปัญญา เพราะฉะนั้นเหตุผลควรเชื่อว่านักเรียนที่พิการทางปัญญามีศักยภาพและอาจมีความสามารถในการเขียน พวกเขาควรได้รับกระตุ้นที่เหมาะสมในการเรียนการสอน

Seyyed and Mohammad (2011, pp. 1238 – 1243) ได้ศึกษาผลของวิธีการสอนแบบแลกเปลี่ยนบทบาทในการวัดระดับความรู้การอ่านของผู้เรียนภาษาอังกฤษในฐานะภาษาต่างประเทศ (EFL) มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการอ่านวิธีการสอนแบบแลกเปลี่ยนบทบาทของผู้เรียนภาษาอังกฤษในฐานะภาษาต่างประเทศ (EFL) กลุ่มตัวอย่างเป็นนักศึกษาจากมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีชาруд ที่ลงทะเบียนเรียนในหลักสูตรภาษาอังกฤษทั่วไป 120 คนได้รับการคัดเลือกจากคะแนนสอบภาษาอังกฤษ วิเคราะห์คะแนนดิบ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าเฉลี่ยเลขคณิต ซึ่ง 70 คนถูกจับคู่ตามคะแนนอันดับของพวกเขา แล้วสุ่มออกเป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม และสอนแบบแนะนำและสอนแบบแลกเปลี่ยนบทบาท ให้ทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน ผลการวิจัยพบว่า (1) ผลการทดสอบหลังเรียนของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ที่ระดับ 0.05 (2) ผลการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนของกลุ่มทดลองแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ที่ระดับ 0.05

### แบบสอบถามความเชื่อมั่นในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

ความเชื่อมั่นในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ หมายถึง คะแนนความรู้สึกมั่นใจหรือความกล้าของนักเรียนในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ แม้ว่าจะมีอุปสรรคทำให้เกิดความย่อท้อ ยังคงสามารถแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์นั้น ๆ ต่อไป โดยมีความมั่นใจว่าตนสามารถที่จะแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์นั้นให้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยความถูกต้อง ซึ่งได้จากแบบสอบถามความเชื่อมั่นในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ซึ่งแบ่งออกเป็น

1. ความเชื่อมั่นในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์สูง เป็นความเชื่อมั่นของบุคคลที่อยู่ในระดับสูงหรืออารมณ์ความรู้สึกเชิงบวก เมื่อพบปัญหาทางคณิตศาสตร์ เกิดความท้าทายกับตนเอง เพื่อให้บรรลุเป้าหมาย โดยผ่านการศึกษาและการเรียนรู้อย่างต่อเนื่อง

2. ความเชื่อมั่นในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ต่ำ เป็นความเชื่อมั่นของบุคคลที่อยู่ในระดับต่ำ หรืออารมณ์ความรู้สึกเชิงลบ เมื่อพบปัญหาทางคณิตศาสตร์ แล้วเกิดความท้อแท้ หมดกำลังใจ และเครียด จนเกิดเป็นอคติที่ไม่ดีต่อการแก้ปัญหา

สำหรับการวัดความเชื่อมั่นในการแก้ปัญหานั้น ได้มีการใช้แบบสอบถามความเชื่อมั่นในการแก้ปัญหา ซึ่งถูกพัฒนาขึ้นโดย Tolga (2012, pp. 21 – 26) นักฟิสิกส์ชาวตุรกี เพราะการแก้ปัญหาถูกมองว่าเป็นส่วนพื้นฐานของการเรียนรู้ฟิสิกส์ และนักวิจัยส่วนใหญ่ที่ทำงานเกี่ยวกับการแก้ปัญหาคอมรับว่าปัญหาที่เกิดขึ้นเฉพาะเมื่อมีคนต้องเผชิญกับความยากลำบากสำหรับการได้มาซึ่งคำตอบทันทีที่ไม่สามารถใช้ได้ แต่ความยากลำบากไม่ได้เป็นลักษณะที่แท้จริงของปัญหาเพราะมันขึ้นอยู่กับความรู้และประสบการณ์ของผู้แก้ปัญหา ดังนั้นปัญหาที่เกิดขึ้นอาจจะ เป็นปัญหาของสำหรับคนใดคนหนึ่ง แต่อาจจะไม่ได้เป็นปัญหาสำหรับอีกคนหนึ่ง Tolga ได้ศึกษาและพัฒนาแบบสอบถามความเชื่อมั่นในการแก้ปัญหา โดยใช้กลุ่มตัวอย่างเป็นนักศึกษาระดับปริญญาตรีจำนวน 950 คน คณะวิทยาศาสตร์และคณะวิศวกรรมที่ลงทะเบียนเรียนในวิชาแคลคูลัสเบื้องต้นสำหรับฟิสิกส์ โดยได้สร้างแบบสอบถามโดยใช้ข้อความ 25 ข้อ แบ่งออกเป็น ข้อคำถามที่สะท้อนความเชื่อมั่นในการแก้ปัญหาสูง และความเชื่อมั่นในการแก้ปัญหาคำต่ำ แล้วทำการตรวจสอบความเที่ยงตรงและความเชื่อมั่นของแบบสอบถาม จนได้ข้อคำถาม 20 ข้อที่มีคุณภาพ สามารถนำไปใช้ในงานวิจัยเพื่อวัดความเชื่อมั่นในการแก้ปัญหาได้

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้นำแบบสอบถามความเชื่อมั่นในการแก้ปัญหาคำต่ำที่พัฒนาขึ้น โดย Tolga นักฟิสิกส์ชาวตุรกี มาดัดแปลงข้อคำถามและสร้างเป็นแบบสอบถามความเชื่อมั่นในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เพื่อวัดความเชื่อมั่นในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน

จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ พบว่า ผู้วิจัยส่วนใหญ่ได้พัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และมีแนวคิดที่หลากหลาย ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยนี้ที่จะพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชัน เอกซ์โพเนนเชียลและฟังก์ชันลอการิทึม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้วิธีการสอนแบบแลกเปลี่ยนบทบาท และใช้กระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์นั่นเอง

## บทที่ 3

### วิธีดำเนินการวิจัย

ในการศึกษาวิจัยครั้งนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ศึกษาแนวคิดในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และศึกษาความเชื่อมั่นในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลและฟังก์ชันลอการิทึม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนด้วยวิธีการสอนแบบแลกเปลี่ยนบทบาท และใช้กระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และวิธีการสอนปกติ ซึ่งผู้วิจัยได้ดำเนินการวิจัยตามขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง
2. เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย
3. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
4. การสร้างและหาคุณภาพเครื่องมือ
5. แบบแผนการดำเนินการทดลอง
6. การเก็บรวบรวมข้อมูล
7. การวิเคราะห์ข้อมูล
8. สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

#### ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

##### 1. ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนคลองใหญ่วิทยาคม อำเภอคลองใหญ่ จังหวัดตราด ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2558 จำนวน 3 ห้องเรียน จำนวน 129 คน และนักเรียนในแต่ละห้องเรียนมีทั้งนักเรียนเก่ง ปานกลาง และอ่อนคละความสามารถกัน

##### 2. กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนคลองใหญ่วิทยาคม อำเภอคลองใหญ่ จังหวัดตราด ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2558 จำนวน 2 ห้องเรียน จำนวน 91 คน โดยการสุ่มเลือกตัวอย่างแบบสองขั้นตอน ขั้นแรกคือสุ่มเลือกตัวอย่างแบบเกาะกลุ่ม (Cluster Random Sampling) จำนวน 2 ห้องเรียน จาก 3 ห้องเรียน และขั้นที่สอง คือ

การสุ่มเลือกตัวอย่างอย่างง่าย (Simple Random Sampling) โดยการจับสลาก เพื่อแบ่งกลุ่มควบคุม และกลุ่มทดลอง ซึ่งได้

- 2.1 กลุ่มควบคุม เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/2 จำนวน 46 คน ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยวิธีสอนปกติ
- 2.2 กลุ่มทดลอง เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/3 จำนวน 45 คน ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยวิธีสอนแบบแลกเปลี่ยนบทบาทและใช้กระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

### เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย

เนื้อหาที่นำมาใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์เพิ่มเติม 3 รหัสวิชา ค32201 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 เรื่อง ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลและฟังก์ชันลอการิทึม ในส่วนของการประยุกต์ใช้ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลและฟังก์ชันลอการิทึมในการแก้ปัญหา

### เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. แผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลและฟังก์ชันลอการิทึม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยวิธีการสอนแบบแลกเปลี่ยนบทบาท (Reciprocal Teaching) และใช้กระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ จำนวน 7 แผน แต่ละแผนใช้เวลา 1 คาบเรียน ซึ่งแผนการจัดการเรียนรู้แต่ละแผนประกอบด้วย จุดประสงค์การเรียนรู้ สาระการเรียนรู้ สื่อการเรียนรู้ กิจกรรมการเรียนรู้ การวัดผลและประเมินผลการเรียนรู้
2. แผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลและฟังก์ชันลอการิทึม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยวิธีสอนแบบปกติ จำนวน 7 แผน แต่ละแผนใช้เวลา 1 คาบเรียน ซึ่งแผนการจัดการเรียนรู้แต่ละแผนประกอบด้วย จุดประสงค์การเรียนรู้ สาระการเรียนรู้ สื่อการเรียนรู้ กิจกรรมการเรียนรู้ การวัดผลและประเมินผลการเรียนรู้
3. แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลและฟังก์ชันลอการิทึม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เป็นแบบทดสอบอัตนัยที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น จำนวน 4 ข้อ โดยแต่ละข้อมีเกณฑ์การให้คะแนนแบบรูบริค (Rubric Scoring)
4. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลและฟังก์ชันลอการิทึม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เป็นแบบชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น จำนวน 10 ข้อ
5. แบบสำรวจแนวคิดในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ตามกระบวนการแก้ปัญหา

ทางคณิตศาสตร์ 4 ขั้นตอน คือ การทำความเข้าใจปัญหา การวางแผนแก้ปัญหา การดำเนินการตามแผน และการตรวจสอบผล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 20 ข้อ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

6. แบบสอบถามความเชื่อมั่นในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เป็นแบบสอบถามความเชื่อมั่นในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 20 ข้อ ที่ผู้วิจัยดัดแปลงมาจากแบบสอบถามความเชื่อมั่นในการแก้ปัญหของ Tolga (2012, pp. 21 – 26)

## การสร้างและหาคุณภาพเครื่องมือ

1. แผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลและฟังก์ชันลอการิทึม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยวิธีการสอนแบบแลกเปลี่ยนบทบาท และใช้กระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

สร้างแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลและฟังก์ชันลอการิทึม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยวิธีการสอนแบบแลกเปลี่ยนบทบาท และใช้กระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เพื่อใช้สำหรับกลุ่มทดลอง มีขั้นตอนการสร้างและหาคุณภาพ ดังนี้

1.1 ศึกษาหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 และเอกสารตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โดยผู้วิจัยสนใจศึกษาระดับที่ 6 ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ตัวชี้วัด ค 6.1 ม.4-6/1 ใช้วิธีการที่หลากหลายแก้ปัญหา และ ตัวชี้วัด ค 6.1 ม.4-6/2 ใช้ความรู้ ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ และเทคโนโลยี ในการแก้ปัญหาในสถานการณ์ต่าง ๆ ได้อย่างเหมาะสม

1.2 ศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ซึ่งในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยเลือกกระบวนการแก้ปัญหามาแนวคิดของโพลยาและกระบวนการแก้ปัญหาที่เป็นพลวัตตามแนวคิดของวิลสัน และคณะ และศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องกับวิธีการสอนแบบแลกเปลี่ยนบทบาท (Reciprocal Teaching)

1.3 กำหนดขอบข่ายเนื้อหาวิชา โดยในการวิจัยครั้งนี้เป็นเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์เพิ่มเติม 3 รหัสวิชา ค32201 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 เรื่อง ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลและฟังก์ชันลอการิทึม โดยเลือกในส่วนของ การประยุกต์ใช้ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลและฟังก์ชันลอการิทึมในการแก้ปัญหา

1.4 จัดทำแผนการจัดการเรียนรู้ให้สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ โดยใช้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยวิธีการสอนแบบแลกเปลี่ยนบทบาทและใช้กระบวนการแก้ปัญหาทาง

คณิตศาสตร์ จำนวน 7 แผน แต่ละแผนใช้เวลา 1 คาบเรียน ซึ่งแผนการจัดการเรียนรู้ ประกอบด้วย จุดประสงค์การเรียนรู้ สาระการเรียนรู้ สื่อการเรียนรู้ กิจกรรมการเรียนรู้ การวัดผล และประเมินผลการเรียนรู้ โดยมีการกำหนดเนื้อหาและกิจกรรมการเรียนรู้ ดังตารางที่ 7

ตารางที่ 7 กิจกรรมการเรียนรู้เรื่องฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลและฟังก์ชันลอการิทึม

แผนการจัดการเรียนรู้ที่	กิจกรรมการเรียนรู้
1	คำนวณดอกเบี้ย
2	การเติบโตประชากร
3	การเติบโตของจำนวนเชื้อแบคทีเรีย
4	การสลายตัวของสารกัมมันตภาพรังสี
5	การวัดระดับความเข้มเสียง
6	ระดับความเป็นกรด – เบสของสารละลาย
7	การประยุกต์

1.5 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่สร้างขึ้นให้อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ตรวจสอบแล้วนำข้อเสนอแนะมาปรับปรุงแก้ไข

1.6 นำแผนการจัดการเรียนรู้เสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 ท่าน (ภาคผนวก ก หน้า 143) ได้แก่ ผู้ที่มีประสบการณ์สอนคณิตศาสตร์ และผู้เชี่ยวชาญการวัดผลและประเมินผล เพื่อตรวจสอบความเป็นไปได้ของกิจกรรม ความเหมาะสมของเนื้อหา เวลาที่ใช้ สื่อการเรียนรู้ ตลอดจนการวัดผลและประเมินผล โดยผู้เชี่ยวชาญเป็นผู้ประเมินตามแบบประเมินแผนการจัดการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น โดยมีเกณฑ์การประเมิน ดังนี้

- 5 หมายถึง คุณภาพในระดับดีมาก
- 4 หมายถึง คุณภาพในระดับดี
- 3 หมายถึง คุณภาพในระดับปานกลาง
- 2 หมายถึง คุณภาพในระดับพอใช้
- 1 หมายถึง คุณภาพในระดับควรปรับปรุง

จากนั้นนำความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญหาค่าเฉลี่ย ( $\bar{x}$ ) แปลความหมายโดยใช้เกณฑ์ (วิเชียร เกตุสิงห์, 2538, หน้า 8 – 11) ดังนี้

ค่าเฉลี่ย 4.51 – 5.00 หมายถึง แผนการจัดการเรียนรู้ มีคุณภาพในระดับดีมาก



ค่าเฉลี่ย 3.51 – 4.50 หมายถึง แผนการจัดการเรียนรู้ มีคุณภาพในระดับดี  
ค่าเฉลี่ย 2.51 – 3.50 หมายถึง แผนการจัดการเรียนรู้ มีคุณภาพในระดับปาน

กลาง

ค่าเฉลี่ย 1.51 – 2.50 หมายถึง แผนการจัดการเรียนรู้ มีคุณภาพในระดับพอใช้  
ค่าเฉลี่ย 1.00 – 1.50 หมายถึง แผนการจัดการเรียนรู้ มีคุณภาพในระดับควร

ปรับปรุง

สำหรับแผนการจัดการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นครั้งนี้ พบว่าแผนการจัดการเรียนรู้มีคุณภาพอยู่ในระดับดีมาก มีค่าเฉลี่ยเลขคณิตเท่ากับ 4.92 (ภาคผนวก ข ตารางที่ 26 หน้า 154) และนำแผนการจัดการเรียนรู้ไปปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญต่อไป

1.7 นำแผนการจัดการเรียนรู้ ที่ปรับปรุงแก้ไขเรียบร้อยแล้วไปทดลองกับกลุ่ม

ทดลอง

## 2. แผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลและฟังก์ชันลอการิทึม

### ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยวิธีการสอนแบบปกติ

สร้างแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลและฟังก์ชันลอการิทึม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยวิธีการสอนแบบปกติ เพื่อใช้สำหรับกลุ่มควบคุม มีขั้นตอนการสร้างและหาคุณภาพ ดังนี้

2.1 ศึกษาหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 และเอกสารตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โดยผู้วิจัยสนใจศึกษาสาระที่ 6 ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ตัวชี้วัด ค.6.1 ม.4-6/1 ใช้วิธีการที่หลากหลายแก้ปัญหา และ ตัวชี้วัด ค.6.1 ม.4-6/2 ใช้ความรู้ ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ และเทคโนโลยี ในการแก้ปัญหาในสถานการณ์ต่าง ๆ ได้อย่างเหมาะสม

2.2 ศึกษาคู่มือคณิตศาสตร์ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

2.3 กำหนดขอบข่ายเนื้อหาวิชา โดยในการวิจัยครั้งนี้เป็นเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์เพิ่มเติม 3 รหัสวิชา ค32201 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 เรื่อง ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลและฟังก์ชันลอการิทึม โดยเลือกในส่วนของ การประยุกต์ใช้ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลและฟังก์ชันลอการิทึมในการแก้ปัญหา

2.4 จัดทำแผนการจัดการเรียนรู้ให้สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ โดยใช้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยวิธีการสอนแบบปกติ จำนวน 7 แผน แต่ละแผนใช้เวลา 1 คาบเรียน ซึ่งแผนการจัดการเรียนรู้ประกอบด้วย จุดประสงค์การเรียนรู้ สาระการเรียนรู้ สื่อการเรียนรู้

กิจกรรมการเรียนรู้ การวัดผลและประเมินผลการเรียนรู้ ซึ่งมีการกำหนดเนื้อหาและกิจกรรมการเรียนรู้ ดังตารางที่ 7

2.5 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่สร้างขึ้นให้อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ตรวจสอบแล้วนำข้อเสนอแนะมาปรับปรุงแก้ไข

2.6 นำแผนการจัดการเรียนรู้เสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ ได้แก่ ครูผู้สอนที่มีประสบการณ์การสอนคณิตศาสตร์ จำนวน 5 ท่าน (ภาคผนวก ก หน้า 143) เพื่อตรวจสอบความเป็นไปได้ของกิจกรรม ความเหมาะสมของเนื้อหา เวลาที่ใช้ สื่อการเรียนรู้ ตลอดจนการวัดผลและประเมินผล โดยผู้เชี่ยวชาญเป็นผู้ประเมินตามแบบประเมินแผนการจัดการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ตามเกณฑ์ข้อ 1.6 และพบว่าแผนการจัดการเรียนรู้มีคุณภาพอยู่ในระดับดีมาก มีค่าเฉลี่ยเลขคณิตเท่ากับ 4.74 (ภาคผนวก ข ตารางที่ 27 หน้า 155) และนำแผนการจัดการเรียนรู้ไปปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญต่อไป

2.7 นำแผนการจัดการเรียนรู้ ที่ปรับปรุงแก้ไขเรียบร้อยแล้วไปทดลองกับกลุ่มควบคุม

### 3. แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

ลักษณะแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลและฟังก์ชันลอการิทึม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เป็นแบบทดสอบอัตนัยที่โดยแต่ละข้อมีการให้คะแนนแบบรูบริค (Rubric Scoring) มีขั้นตอนการสร้างและหาคุณภาพ ดังนี้

3.1 ศึกษาเอกสารและตำราเกี่ยวกับการประเมินผลความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ วิเคราะห์จุดประสงค์ของกิจกรรมการเรียนรู้ กำหนดพฤติกรรมที่ต้องการวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

3.2 ศึกษาลักษณะของปัญหาที่เป็นแบบคั่นเคยและไม่คั่นเคยที่นำมาใช้ในการวิจัยจากแหล่งการเรียนรู้ต่าง ๆ

3.3 ศึกษาหลักเกณฑ์และวิธีการสร้างแบบทดสอบอัตนัย เทคนิคการเขียนข้อสอบและเกณฑ์การตรวจให้คะแนน จากตำราการวัดผลและประเมินผลคณิตศาสตร์ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2555ก, หน้า 30 - 61)

3.4 สร้างตารางวิเคราะห์เนื้อหา จุดประสงค์การเรียนรู้และจำนวนแบบทดสอบ เพื่อสร้างแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลและฟังก์ชันลอการิทึม เป็นแบบทดสอบอัตนัยที่จำนวน 8 ข้อ ดังตารางที่ 8 เพื่อตรวจสอบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน โดยแต่ละข้อมีการ

ให้คะแนนแบบรูปรีค โดยการให้คะแนนแบบวิเคราะห์ ดังตารางที่ 6 (บทที่ 2 ตารางที่ 6 หน้า 56)

ตารางที่ 8 การวิเคราะห์หลักสูตรเพื่อสร้างแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลและฟังก์ชันลอการิทึม

เนื้อหา	จุดประสงค์การเรียนรู้	จำนวนแบบทดสอบ
การประยุกต์ใช้ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลและฟังก์ชันลอการิทึม	1. นักเรียนสามารถแก้ปัญหาเกี่ยวกับการคำนวณดอกเบี้ยได้	2 (ข้อ 1 , ข้อ 2)
	2. นักเรียนสามารถแก้ปัญหาเกี่ยวกับการเติบโตของประชากรได้	1 (ข้อ 3)
	3. นักเรียนสามารถแก้ปัญหาเกี่ยวกับการเติบโตของจำนวนเชื้อแบคทีเรียได้	2 (ข้อ 4 , ข้อ 5)
	4. นักเรียนสามารถแก้ปัญหาเกี่ยวกับการสลายตัวของสารกัมมันตภาพรังสีได้	1 (ข้อ 6)
	5. นักเรียนสามารถแก้ปัญหาเกี่ยวกับการวัดระดับความเข้มเสียงได้	1 (ข้อ 7)
	6. นักเรียนสามารถแก้ปัญหาเกี่ยวกับระดับความเป็นกรด – เบส ของสารละลายได้	1 (ข้อ 8)
รวม		8

3.5 นำแบบทดสอบที่สร้างขึ้นให้อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ตรวจสอบแล้วนำข้อเสนอแนะมาปรับปรุงแก้ไข

3.6 นำแบบทดสอบที่ปรับปรุงแก้ไขเรียบร้อยแล้วไปให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา ความเหมาะสมของภาษาที่ใช้ และความชัดเจนของข้อคำถาม โดยหาความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับจุดประสงค์การเรียนรู้ โดยให้คะแนนตามเกณฑ์ ดังนี้

คะแนน	+1	หมายถึง ใช้ได้
คะแนน	0	หมายถึง ไม่แน่ใจว่าใช้ได้หรือไม่
คะแนน	-1	หมายถึง ใช้ไม่ได้

3.7 คัดเลือกแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่ผ่านเกณฑ์คะแนนในข้อ 3.6 โดยเลือกเฉพาะข้อที่มีค่าดัชนีความสอดคล้อง (Index of Objective Congruence (IOC)) ตั้งแต่ 0.5 ขึ้นไป ซึ่งได้ผลการประเมินอยู่ระหว่าง 0.80 – 1.00 (ภาคผนวก ข ตารางที่ 28 หน้า 157 ผ่านเกณฑ์ทั้ง 8 ข้อ มาปรับปรุงแก้ไขให้เรียบร้อยแล้วไปทดลองกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 40 คน ที่เคยเรียนเนื้อหาเรื่องนี้มาแล้วและไม่ใช้กลุ่มตัวอย่าง เพื่อหาคุณภาพของแบบทดสอบ

3.8 นำคะแนนจากแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่ได้จากการทดลองกับนักเรียนกลุ่มนำร่องมาวิเคราะห์หาค่าความยากง่าย ( $p$ ) และค่าอำนาจจำแนก ( $r$ ) เป็นรายข้อ แล้วคัดเลือกแบบทดสอบที่มีค่าความยากง่ายตั้งแต่ 0.20 – 0.80 และมีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไป จำนวน 4 ข้อ ซึ่งมีค่าความยากง่ายระหว่าง 0.41 - 0.53 และมีค่าอำนาจจำแนกระหว่าง 0.67 - 0.78 (ภาคผนวก ข ตารางที่ 28 หน้า 157 และตารางที่ 29 หน้า 158) เพื่อใช้เป็นแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

3.9 หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่ได้ในข้อ 3.8 โดยใช้สัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาค ซึ่งมีค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับเท่ากับ 0.95 (ภาคผนวก ข ตารางที่ 30 หน้า 158 และตารางที่ 31 หน้า 159)

3.10 นำแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลและฟังก์ชันลอการิทึม ที่มีคุณภาพไปทดลองกับกลุ่มตัวอย่าง

#### 4. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์

ลักษณะของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลและฟังก์ชันลอการิทึม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เป็นแบบชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก ให้สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ ซึ่งมีเกณฑ์การให้คะแนน ดังนี้

- ตอบถูก ให้ข้อละ 1 คะแนน

- ตอบผิดหรือไม่ตอบ ให้ข้อละ 0 คะแนน

ซึ่งมีขั้นตอนการสร้างและหาคุณภาพ ดังนี้

4.1 ศึกษาหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 และผลการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลและฟังก์ชันลอการิทึม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

4.2 ศึกษาหลักเกณฑ์และวิธีการสร้างแบบทดสอบ เทคนิคการเขียนข้อสอบจากตำราการวัดผลและประเมินผลคณิตศาสตร์ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2555ก, หน้า 30 - 61)

4.3 สร้างตารางวิเคราะห์เนื้อหา จุดประสงค์การเรียนรู้และจำนวนแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลและฟังก์ชันลอการิทึม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ดังตารางที่ 9 แล้วดำเนินการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ จำนวน 20 ข้อ

ตารางที่ 9 การวิเคราะห์หลักสูตรเพื่อสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลและฟังก์ชันลอการิทึม

จุดประสงค์การเรียนรู้	จำนวน แบบทดสอบ	พฤติกรรม ที่ต้องการวัด
1. นักเรียนสามารถแก้ปัญหาเกี่ยวกับการคำนวณ ดอกเบี๋ยได้	3 (1)	การนำไปใช้
2. นักเรียนสามารถแก้ปัญหาเกี่ยวกับการเติบโตของ ประชากรได้	4 (2)	
3. นักเรียนสามารถแก้ปัญหาเกี่ยวกับการเติบโตของ จำนวนเชื้อแบคทีเรียได้	2 (1)	
4. นักเรียนสามารถแก้ปัญหาเกี่ยวกับการสลายตัว ของสารกัมมันตภาพรังสีได้	4 (2)	
5. นักเรียนสามารถแก้ปัญหาเกี่ยวกับการวัดระดับ ความเข้มเสียงได้	4 (2)	
6. นักเรียนสามารถแก้ปัญหาเกี่ยวกับระดับความเป็น กรด – เบส ของสารละลายได้	3 (2)	
รวม	20 (10)	

4.4 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ที่สร้างขึ้น ไปให้คณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์พิจารณาและให้ข้อเสนอแนะแล้วนำไปปรับปรุงแก้ไข

4.5 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ให้ผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน ตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาโดยหาความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับจุดประสงค์การเรียนรู้ โดยให้คะแนนตามเกณฑ์ ดังนี้

คะแนน	+1	หมายถึง	ใช้ได้
คะแนน	0	หมายถึง	ไม่แน่ใจว่าใช้ได้หรือไม่
คะแนน	-1	หมายถึง	ใช้ไม่ได้

แล้วคัดเลือกข้อสอบที่มีค่า IOC ตั้งแต่ 0.50 ขึ้นไป ซึ่งได้ผลการประเมิน 1.00 จำนวน 17 ข้อ ถือว่าข้อสอบนั้นมีความเหมาะสม (ภาคผนวก ข ตารางที่ 32 หน้า 160)

4.6 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์มาแก้ไข ปรับปรุงตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ แล้วนำไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 40 คน ที่เรียนเนื้อหานี้มาแล้วและไม่ใช้กลุ่มตัวอย่าง

4.7 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์มาทำการวิเคราะห์หาคุณภาพเป็นรายข้อเพื่อหาค่าความยากง่าย ( $p$ ) และค่าอำนาจจำแนก ( $r$ ) โดยคัดเลือกข้อสอบที่เข้าเกณฑ์ที่มีค่าความยากอยู่ในเกณฑ์ระหว่าง 0.20 – 0.80 และค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไป ได้ข้อสอบจำนวน 10 ข้อ ที่มีค่าความยากง่ายระหว่าง 0.40 - 0.60 และมีค่าอำนาจจำแนกระหว่าง 0.40 - 0.60 (ภาคผนวก ข ตารางที่ 33 หน้า 161 และตารางที่ 34 หน้า 162)

4.8 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ในข้อ 4.7 มาทำการหาความเชื่อมั่นของแบบทดสอบโดยใช้สูตร  $KR-20$  มีค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับเท่ากับ 0.78 (ภาคผนวก ข ตารางที่ 34 หน้า 162 และตารางที่ 35 หน้า 163)

4.9 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ จำนวน 10 ข้อ ไปใช้กับนักเรียนกลุ่มตัวอย่างต่อไป

## 5. แบบสำรวจแนวคิดในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

ลักษณะแบบสำรวจแนวคิดในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เป็นแบบสำรวจที่มีมาตรวัดแบบ Likert Scale ซึ่งจะสำรวจแนวคิดในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ตามกระบวนการแก้ปัญหา 4 ขั้นตอน คือ การทำความเข้าใจปัญหา การวางแผนแก้ปัญหา การดำเนินการตามแผน และการตรวจสอบผล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 มีขั้นตอนการสร้างและหาคุณภาพ ดังนี้

5.1 ศึกษาเอกสารและตำราเกี่ยวกับการประเมินผลความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

5.2 ศึกษาวิธีการสร้างแบบสำรวจแนวคิดในการแก้ปัญหา (Tolga, 2011, pp.151 – 161)

5.3 สร้างแบบสำรวจแนวคิดในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ตามกระบวนการแก้ปัญหา 4 ขั้นตอน คือ การทำความเข้าใจปัญหา การวางแผนแก้ปัญหา การดำเนินการตามแผน และการตรวจสอบผล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 30 ข้อ

5.4 นำแบบสำรวจแนวคิดในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่สร้างขึ้นให้อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ตรวจสอบแล้วนำข้อเสนอแนะมาปรับปรุงแก้ไข

5.5 นำแบบสำรวจแนวคิดในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่ปรับปรุงแก้ไขเรียบร้อยแล้วไปให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบความเที่ยงตรง ความเหมาะสมของภาษาที่ใช้ และความชัดเจนของข้อคำถามโดยให้คะแนนตามเกณฑ์ ดังนี้

คะแนน	+1	หมายถึง	ใช้ได้
คะแนน	0	หมายถึง	ไม่แน่ใจว่าใช้ได้หรือไม่
คะแนน	-1	หมายถึง	ใช้ไม่ได้

5.6 คัดเลือกแบบสำรวจแนวคิดในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่ผ่านเกณฑ์คะแนนในข้อ 5.5 ตั้งแต่ 0.5 คะแนนขึ้นไป ได้ผลการประเมิน 0.60 – 1.00 จำนวน 27 ข้อ (ภาคผนวก ข ตารางที่ 36 หน้า 165)

5.7 นำแบบสำรวจแนวคิดในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์จำนวน 27 ข้อ ในข้อ 5.6 ที่ผ่านเกณฑ์ ไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 40 คน ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง แล้วนำไปหาค่าอำนาจจำแนก โดยใช้สถิติ  $t$ -test คัดเลือกแบบสำรวจที่เข้าเกณฑ์ที่มีค่าอำนาจจำแนกอยู่ใน 2.00 ขึ้นไป ซึ่งได้คัดเลือกจำนวน 20 ข้อ มีค่าอำนาจจำแนก ( $t$ -test) ระหว่าง 6.09 – 9.00 (ภาคผนวก ข ตารางที่ 37 หน้า 166 และตารางที่ 38 หน้า 167) นำมาหาค่าความเชื่อมั่น โดยการหาค่าสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาค ได้ความเชื่อมั่นของแบบสำรวจด้านการทำความเข้าใจปัญหา เท่ากับ 0.84 ด้านการวางแผนแก้ปัญหา เท่ากับ 0.86 ด้านการดำเนินการตามแผนเท่ากับ 0.89 ด้านการตรวจสอบผลเท่ากับ 0.90 และความเชื่อมั่นของแบบสำรวจทั้งฉบับเท่ากับ 0.96 (ภาคผนวก ข ตารางที่ 38 หน้า 167 และตารางที่ 39 หน้า 168)

5.8 นำแบบสำรวจแนวคิดในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่มีคุณภาพไปทดลองกับกลุ่มตัวอย่าง โดยมีเกณฑ์การประเมินและการแปลความหมายผลการประเมิน ดังตารางที่ 10

ตารางที่ 10 เกณฑ์การประเมินและการแปลความหมายผลการประเมินแนวคิดในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ (Tolga, 2011, p.155)

เกณฑ์การประเมินแนวคิดในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์	
ระดับความคิดเห็น	ข้อความเชิงบวก
บ่อยครั้งมาก	5
บ่อยครั้ง	4
บางครั้ง	3
นาน ๆ ครั้ง	2
ไม่เคย	1
การแปลความหมายผลการประเมินแนวคิดในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์	
ค่าเฉลี่ย	ความหมาย
4.51 – 5.00	แนวคิดในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ระดับดีมาก
3.51 – 4.50	แนวคิดในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ระดับดี
2.51 – 3.50	แนวคิดในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ระดับปานกลาง
1.51 – 2.50	แนวคิดในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ระดับต่ำ
1.00 – 1.50	แนวคิดในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ระดับปรับปรุง

## 6. แบบสอบถามความเชื่อมั่นในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

ลักษณะแบบสอบถามความเชื่อมั่นในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เป็นแบบสอบถามที่มีมาตรวัดแบบ Likert Scale สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ซึ่งผู้วิจัยได้ดัดแปลงมาจากแบบสอบถามความเชื่อมั่นในการแก้ปัญหของ Tolga มีขั้นตอนการสร้างและหาคุณภาพ ดังนี้

6.1 ศึกษาวิธีการสร้างแบบสอบถามความเชื่อมั่นในการแก้ปัญหาและข้อคำถามในแบบสอบถามของ Tolga (2012, pp.21 – 26)

6.2 สร้างแบบสอบถามความเชื่อมั่นในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยดัดแปลงข้อคำถามจากของ Tolga จำนวน 30 ข้อ

6.3 นำแบบสอบถามความเชื่อมั่นในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่สร้างขึ้นให้อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ตรวจสอบแล้วนำข้อเสนอแนะมาปรับปรุงแก้ไข



6.4 นำแบบสอบถามความเชื่อมั่นในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่ปรับปรุงแก้ไขเรียบร้อยแล้วไปให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบความเที่ยงตรง ความเหมาะสมของภาษาที่ใช้ และความชัดเจนของข้อคำถามโดยให้คะแนนตามเกณฑ์ ดังนี้

คะแนน	+1	หมายถึง ใช้ได้
คะแนน	0	หมายถึง ไม่แน่ใจว่าใช้ได้หรือไม่
คะแนน	-1	หมายถึง ใช้ไม่ได้

6.5 คัดเลือกแบบสอบถามความเชื่อมั่นในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ที่ผ่านเกณฑ์คะแนนในข้อ 6.4 ตั้งแต่ 0.5 คะแนนขึ้นไป ได้ผลการประเมิน 0.60 – 1.00 จำนวน 28 ข้อ (ภาคผนวก ข ตารางที่ 40 หน้า 170)

6.6 นำแบบสอบถามความเชื่อมั่นในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ในข้อ 6.5 จำนวน 28 ข้อที่ผ่านเกณฑ์ ไปหาค่าอำนาจจำแนก โดยใช้สถิติ  $t$ -test คัดเลือกแบบสอบถามที่เข้าเกณฑ์ที่มีค่าอำนาจจำแนกอยู่ใน 2.00 ขึ้นไป ซึ่งได้คัดเลือกจำนวน 20 ข้อ มีค่าอำนาจจำแนก ( $t$ -test ) ระหว่าง 4.09 – 10.61 (ภาคผนวก ข ตารางที่ 41 หน้า 171 และตารางที่ 42 หน้า 172) นำมาหาค่าความเชื่อมั่น โดยการหาค่าสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาค ได้ความเชื่อมั่นของแบบสอบถามที่เป็นข้อความเชิงบวกเท่ากับ 0.89 ความเชื่อมั่นของแบบสอบถามที่เป็นข้อความเชิงนิเสธเท่ากับ 0.97 และความเชื่อมั่นของแบบสอบถามทั้งฉบับเท่ากับ 0.96 (ภาคผนวก ข ตารางที่ 42 หน้า 172 และตารางที่ 43 หน้า 173)

6.7 นำแบบสอบถามความเชื่อมั่นในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่มีคุณภาพไปทดลองกับกลุ่มตัวอย่าง โดยมีเกณฑ์การประเมินและผลการประเมิน ดังตารางที่ 11

ตารางที่ 11 เกณฑ์การประเมินและการแปลความหมายผลการประเมินความเชื่อมั่นในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ Tolga (2012, p.22)

เกณฑ์การประเมินความเชื่อมั่นในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์		
ระดับความคิดเห็น	ข้อความเชิงบวก	ข้อความเชิงนิเสธ
เห็นด้วยอย่างยิ่ง	5	1
เห็นด้วย	4	2
ไม่แน่ใจ	3	3
ไม่เห็นด้วย	2	4
ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง	1	5

ตารางที่ 11 (ต่อ)

การแปลความหมายผลการประเมินความเชื่อมั่นในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์	
ค่าเฉลี่ย	ความหมาย
4.51 – 5.00	ความเชื่อมั่นในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์สูงมาก
3.51 – 4.50	ความเชื่อมั่นในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์สูง
2.51 – 3.50	ความเชื่อมั่นในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ปานกลาง
1.51 – 2.50	ความเชื่อมั่นในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ต่ำ
1.00 – 1.50	ความเชื่อมั่นในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ต่ำมาก

### แบบแผนการดำเนินการทดลอง

ในการวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง ผู้วิจัยจึงใช้แบบแผนการทดลอง

Randomized control groups pretest – posttest design ดังตารางที่ 12

ตารางที่ 12 แบบแผนการดำเนินการทดลอง

กลุ่ม	สอบก่อน	ทดลอง	สอบหลัง
E	T <sub>1</sub>	X <sub>1</sub>	T <sub>2</sub> T <sub>3</sub> T <sub>4</sub> T <sub>5</sub>
C	T <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	T <sub>2</sub> T <sub>3</sub> T <sub>4</sub> T <sub>5</sub>

สัญลักษณ์ที่ใช้ในการทดลอง

E แทน กลุ่มทดลอง

C แทน กลุ่มควบคุม

$X_1$  แทน การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยวิธีการสอนแบบแลกเปลี่ยนบทบาท และใช้กระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

$X_2$  แทน การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยวิธีการสอนแบบปกติ

$T_1$  แทน การทดสอบก่อนเรียนด้วยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

$T_2$  แทน การทดสอบหลังเรียนด้วยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

$T_3$  แทน การทดสอบหลังเรียนด้วยแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

$T_4$  แทน ตำรวจหลังเรียนด้วยแบบแนวคิดในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

$T_5$  แทน สอบถามหลังเรียนด้วยแบบสอบถามความเชื่อมั่นในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

### การเก็บรวบรวมข้อมูล

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล ดังนี้

1. ผู้วิจัยดำเนินการทดลองในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2558 กับกลุ่มตัวอย่างจำนวน 2 กลุ่ม นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/2 จำนวน 46 คน เป็นกลุ่มควบคุม ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยวิธีสอนปกติ และนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/3 จำนวน 45 คน เป็นกลุ่มทดลอง ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยวิธีสอนแบบแลกเปลี่ยนบทบาท และใช้กระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยจัดนักเรียนออกเป็นกลุ่มละ 5 คน ความสะดวกสามารถกัน โดยแบ่งเป็น เก่ง 1 คน : ปานกลาง 3 คน : อ่อน 1 คน ดังตารางที่ 13

ตารางที่ 13 การจัดกลุ่มของนักเรียนกลุ่มทดลอง

ระดับความสามารถของนักเรียน	อันดับ	ชื่อกลุ่ม	ระดับความสามารถของนักเรียน	อันดับ	ชื่อกลุ่ม
นักเรียนเก่ง	1	A	นักเรียนปานกลาง 2	19	A
	2	B		20	B
	3	C		21	C
	4	D		22	D
	5	E		23	E
	6	F		24	F

ตารางที่ 13 (ต่อ)

ระดับความสามารถของ นักเรียน	อันดับ	ชื่อกลุ่ม	ระดับความสามารถของ นักเรียน	อันดับ	ชื่อกลุ่ม
	7	G		25	G
	8	H		26	H
	9	I		27	I
นักเรียนปานกลาง 1	10	I	นักเรียนปานกลาง 3	28	I
	11	H		29	H
	12	G		30	G
	13	F		31	F
	14	E		32	E
	15	D		33	D
	16	C		34	C
	17	B		35	B
	18	A		36	A
ระดับความสามารถของนักเรียน				อันดับ	ชื่อกลุ่ม
นักเรียนระดับอ่อน				37	I
				38	H
				39	G
				40	F
				41	E
				42	D
				43	C
				44	B
				45	A

จากตารางที่ 13 เป็นการจัดกลุ่มของนักเรียนกลุ่มทดลองตามระดับความสามารถในการเรียนรู้ของนักเรียน โดยยึดเกณฑ์เฉลี่ยเฉพาะรายวิชาคณิตศาสตร์ จำนวน 4 รายวิชา ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 แล้วเรียงลำดับนักเรียนจากคะแนนสูงสุดไปต่ำสุดเข้ากลุ่ม 9 กลุ่ม ซึ่งประกอบด้วยสมาชิก ดังนี้

กลุ่ม A ประกอบด้วยสมาชิกอันดับที่ 1, 18, 19, 36, 45

กลุ่ม B ประกอบด้วยสมาชิกอันดับที่ 2, 17, 20, 35, 44

กลุ่ม C ประกอบด้วยสมาชิกอันดับที่ 3, 16, 21, 34, 43

กลุ่ม D ประกอบด้วยสมาชิกอันดับที่ 4, 15, 22, 33, 42

กลุ่ม E ประกอบด้วยสมาชิกอันดับที่ 5, 14, 23, 32, 41

กลุ่ม F ประกอบด้วยสมาชิกอันดับที่ 6, 13, 24, 31, 40

กลุ่ม G ประกอบด้วยสมาชิกอันดับที่ 7, 12, 25, 30, 39

กลุ่ม H ประกอบด้วยสมาชิกอันดับที่ 8, 11, 26, 29, 38

กลุ่ม I ประกอบด้วยสมาชิกอันดับที่ 9, 10, 27, 28, 37

2. ทำการทดสอบก่อนเรียนด้วยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ฟังก์ชัน เอกซ์โพเนนเชียลและฟังก์ชันลอการิทึม

3. ดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้กับนักเรียนทั้ง 2 กลุ่ม โดยใช้เนื้อหาและระยะเวลาเท่ากันทั้ง 2 กลุ่ม กลุ่มละ 7 คาบเรียน โดยกลุ่มทดลอง ใช้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยวิธีการสอนแบบแลกเปลี่ยนบทบาท และใช้กระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และกลุ่มควบคุม ใช้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยวิธีการสอนแบบปกติ

4. ทำการทดสอบหลังเรียน เรื่อง ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลและฟังก์ชันลอการิทึม ด้วยแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ซึ่งเป็นแบบอัตนัย แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนซึ่งเป็นแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก พร้อมทำการสำรวจหลังเรียนด้วยแบบสำรวจแนวคิดในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และสอบถามหลังเรียนด้วยแบบสอบถามความเชื่อมั่นในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ กับนักเรียนทั้งสองกลุ่ม

5. นำผลที่ได้ไปวิเคราะห์ด้วยวิธีการทางสถิติเพื่อทดสอบสมมติฐาน

### การวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

1. วิเคราะห์ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชัน เอกซ์โพเนนเชียลและฟังก์ชันลอการิทึม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนด้วยวิธีการสอน

แบบแลกเปลี่ยนบทบาท และใช้กระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ กับวิธีการสอนแบบปกติ โดยวิเคราะห์จากคะแนนที่ได้จากแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ที่นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 โดยใช้สถิติทดสอบ  $t$ -test แบบอิสระต่อกัน โดยใช้โปรแกรม R (R Team Core, 2016)

2. วิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลและฟังก์ชันลอการิทึม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ดังนี้

2.1 เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ที่เรียนด้วยวิธีการสอนแบบแลกเปลี่ยนบทบาท และใช้กระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ กับวิธีการสอนแบบปกติ โดยวิเคราะห์จากคะแนนที่ได้จากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ที่นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 โดยใช้สถิติทดสอบ  $t$ -test แบบอิสระต่อกัน โดยใช้โปรแกรม R (R Team Core, 2016)

2.2 เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยวิธีการสอนแบบแลกเปลี่ยนบทบาท และใช้กระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และวิธีการสอนแบบปกติ ที่นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 โดยใช้สถิติทดสอบ  $t$ -test แบบไม่อิสระต่อกัน โดยใช้โปรแกรม R (R Team Core, 2016)

2.3 วิเคราะห์ดัชนีประสิทธิผลผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ด้วยวิธีการสอนแบบแลกเปลี่ยนบทบาท และใช้กระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ กับวิธีการสอนแบบปกติ

3. วิเคราะห์แนวคิดในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนด้วยวิธีการสอนแบบแลกเปลี่ยนบทบาท และใช้กระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และวิธีการสอนแบบปกติ โดยวิเคราะห์ข้อมูลจากคะแนนที่ได้แบบสำรวจแนวคิดในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยใช้ค่าเฉลี่ยเลขคณิต ( $\bar{x}$ ) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ( $S.D.$ )

4. วิเคราะห์ความเชื่อมั่นในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนด้วยวิธีการสอนแบบแลกเปลี่ยนบทบาทและใช้กระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และวิธีการสอนแบบปกติ โดยวิเคราะห์ข้อมูลจากคะแนนที่ได้จากแบบสอบถามความเชื่อมั่นในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยใช้ค่าเฉลี่ยเลขคณิต ( $\bar{x}$ ) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ( $S.D.$ )

### สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

1. สถิติพื้นฐาน ได้แก่ ค่าเฉลี่ยเลขคณิต และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

1.1 ค่าเฉลี่ยเลขคณิต (บุญชม ศรีสะอาด และคณะ, 2551, หน้า 66) โดยใช้สูตรดังนี้

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

เมื่อ	$\bar{x}$	แทน	ค่าเฉลี่ยเลขคณิต
	$\sum_{i=1}^N x_i$	แทน	ผลรวมของคะแนนทั้งหมด
	$N$	แทน	จำนวนนักเรียน

1.2 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (บุญชม ศรีสะอาด และคณะ, 2551, หน้า 69) โดยใช้สูตรดังนี้

$$S.D. = \sqrt{\frac{N \sum_{i=1}^N x_i^2 - \left( \sum_{i=1}^N x_i \right)^2}{N(N-1)}}$$

เมื่อ	$S.D.$	แทน	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
	$\sum_{i=1}^N x_i$	แทน	ผลรวมของคะแนนทั้งหมด
	$\sum_{i=1}^N x_i^2$	แทน	ผลรวมของคะแนนยกกำลังสอง
	$\left( \sum_{i=1}^N x_i \right)^2$	แทน	ผลรวมของคะแนนทั้งหมดยกกำลังสอง
	$N$	แทน	จำนวนนักเรียน

2. สถิติที่ใช้ในการตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือ ได้แก่ ค่าดัชนีความสอดคล้อง ค่าความยาก ค่าอำนาจจำแนก และค่าความเชื่อมั่น โดยใช้วิธีการหาสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาค

2.1 การหาค่าความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity) ใช้สูตรค่าดัชนีความสอดคล้อง IOC (เวชฤทธิ์ อังกนะภัทรขจร, 2555, หน้า 160) โดยใช้สูตรดังนี้

$$IOC = \frac{\sum_{i=1}^N R_i}{N}$$

เมื่อ	$IOC$	แทน	ดัชนีความสอดคล้องระหว่างจุดประสงค์กับเนื้อหา
	$\sum_{i=1}^N R_i$	แทน	ผลรวมคะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด
	$N$	แทน	จำนวนผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด

## 2.2 การหาค่าความยาก

2.2.1 การหาค่าความยากของแบบทดสอบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ (เวชฤทธิ์ อังกะภักทรจจร, 2555, หน้า 163) โดยใช้สูตรดังนี้

$$p = \frac{S_H + S_L - NX_{min}}{N(X_{max} - X_{min})}$$

เมื่อ	$p$	แทน	ค่าความยากของข้อสอบแต่ละข้อ
	$S_H$	แทน	ผลรวมของผลคูณของคะแนนแต่ละคะแนนกับจำนวนผู้เรียน ที่ทำได้คะแนนเท่านั้นในกลุ่มสูง
	$S_L$	แทน	ผลรวมของผลคูณของคะแนนแต่ละคะแนนกับจำนวนผู้เรียน ที่ทำได้คะแนนเท่านั้นในกลุ่มต่ำ
	$N$	แทน	จำนวนผู้เรียนในกลุ่มสูงและกลุ่มต่ำรวมกัน
	$X_{max}$	แทน	คะแนนสูงสุด
	$X_{min}$	แทน	คะแนนต่ำสุด

2.2.2 การหาค่าความยากของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ (เวชฤทธิ์ อังกะภักทรจจร, 2555, หน้า 162) โดยใช้สูตรดังนี้

$$p = \frac{R_H + R_L}{N_H + N_L}$$

เมื่อ	$p$	แทน	ค่าความยากของข้อสอบแต่ละข้อ
	$R_H$	แทน	จำนวนผู้เรียนที่ตอบถูกในกลุ่มสูง
	$R_L$	แทน	จำนวนผู้เรียนที่ตอบถูกในกลุ่มต่ำ
	$N_H$	แทน	จำนวนผู้เรียนที่ตอบทั้งหมดในกลุ่มสูง
	$N_L$	แทน	จำนวนผู้เรียนที่ตอบทั้งหมดในกลุ่มต่ำ



การแปลความหมายค่าความยากง่ายของข้อสอบแต่ละข้อ  
(เวชฤทธิ์ อังกนะภัทรขจร, 2555, หน้า 164) มีดังนี้

ค่าความยากง่าย (p)	ความหมาย
0.00 – 0.19	ยากมาก
0.20 – 0.39	ยาก
0.40 – 0.60	ปานกลาง
0.61 – 0.80	ง่าย
0.81 – 1.00	ง่ายมาก

ค่าความยากง่าย (p) สูง หมายถึงข้อสอบข้อนั้นมีผู้ตอบถูกมาก แสดงว่า  
ข้อสอบข้อนั้นง่าย

ค่าความยากง่าย (p) ต่ำ หมายถึงข้อสอบข้อนั้นมีผู้ตอบถูกน้อย แสดงว่า  
ข้อสอบข้อนั้นยาก

ข้อสอบคณิตศาสตร์ควรเป็นข้อสอบที่ไม่ยากและไม่ง่ายเกินไป ค่าความยาก  
ง่าย (p) ที่ดีควรอยู่ระหว่าง 0.40 – 0.60 แต่ถ้าได้ระหว่าง 0.20 – 0.80 ก็ถือว่าเป็นข้อสอบที่มี  
คุณภาพ

## 2.3 การหาค่าอำนาจจำแนก

2.3.1 การหาค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบความสามารถในการแก้ปัญหาทาง  
คณิตศาสตร์ (เวชฤทธิ์ อังกนะภัทรขจร, 2555, หน้า 166) โดยใช้สูตรดังนี้

$$r = \frac{S_H - S_L}{N(X_{max} - X_{min})}$$

เมื่อ	$r$	แทน	ค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบแต่ละข้อ
	$S_H$	แทน	ผลรวมของผลคูณของคะแนนแต่ละคะแนนกับจำนวนผู้เรียน ที่ทำได้คะแนนเท่านั้นในกลุ่มสูง
	$S_L$	แทน	ผลรวมของผลคูณของคะแนนแต่ละคะแนนกับจำนวนผู้เรียน ที่ทำได้คะแนนเท่านั้นในกลุ่มต่ำ
	$N$	แทน	จำนวนผู้เรียนในกลุ่มสูงหรือกลุ่มต่ำ
	$X_{max}$	แทน	คะแนนสูงสุด
	$X_{min}$	แทน	คะแนนต่ำสุด

2.3.2 การหาค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน  
คณิตศาสตร์ (เวชฤทธิ์ อังกนะภัทรขจร, 2555, หน้า 165) โดยใช้สูตรดังนี้

$$r = \frac{R_H - R_L}{N}$$

เมื่อ  $r$  แทน ค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบแต่ละข้อ  
 $R_H$  แทน จำนวนผู้เรียนที่ตอบถูกในกลุ่มสูง  
 $R_L$  แทน จำนวนผู้เรียนที่ตอบถูกในกลุ่มต่ำ  
 $N$  แทน จำนวนผู้เรียนที่ตอบทั้งหมดในกลุ่มต่ำหรือกลุ่มสูง

การแปลความหมายค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบแต่ละข้อ  
(เวชฤทธิ์ อังกนะภัทรขจร, 2555, หน้า 167) มีดังนี้

ค่าอำนาจจำแนก (r)	ความหมาย
0.00 – 0.19	จำแนกไม่ได้ ต้องสร้างใหม่
0.20 – 0.29	จำแนกได้พอใช้
0.30 – 0.39	จำแนกได้ดี
0.40 ขึ้นไป	จำแนกได้ดีมาก

ค่าอำนาจจำแนก (r) สูง หมายถึงข้อสอบข้อนั้นสามารถจำแนกนักเรียนเก่ง  
ปานกลาง อ่อนได้

ค่าอำนาจจำแนก (r) ต่ำ หมายถึงข้อสอบข้อนั้นไม่สามารถจำแนกนักเรียนเก่ง  
ปานกลาง อ่อนได้

ข้อสอบคณิตศาสตร์ควรเป็นข้อสอบที่สามารถจำแนกนักเรียนเก่ง ปานกลาง  
อ่อนได้ ค่าอำนาจจำแนก (r) ที่ดี ควรมีค่าตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไป

2.3.3 การหาค่าอำนาจจำแนกของแบบสำรวจแนวคิดในการแก้ปัญหา  
ทางคณิตศาสตร์ และแบบสอบถามความเชื่อมั่นในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์  
(บุญธรรม กิจปริดาภิสุทธิ์, 2542, หน้า 139) โดยใช้สูตรดังนี้

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

เมื่อ $t$	แทน	ค่าอำนาจจำแนกของแบบสอบถาม
$\bar{X}_H$	แทน	ค่าเฉลี่ยของคะแนนในกลุ่มสูง
$\bar{X}_L$	แทน	ค่าเฉลี่ยของคะแนนในกลุ่มต่ำ
$S_H^2$	แทน	ความแปรปรวนของคะแนนในกลุ่มสูง
$S_L^2$	แทน	ความแปรปรวนของคะแนนในกลุ่มต่ำ
$N$	แทน	จำนวนผู้ตอบในกลุ่มสูงหรือกลุ่มต่ำ

แบบสำรวจและแบบสอบถามที่ดีควรมีค่าอำนาจจำแนกควรมีค่าตั้งแต่ 2.00 ขึ้นไป

## 2.4 การหาความเชื่อมั่น

2.4.1 การหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ แบบสำรวจแนวคิดในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และแบบสอบถามความเชื่อมั่นในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยใช้วิธีการหาสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาค (Cronbach's Alpha) (เวชฤทธิ์ อังกะภักทรขจร, 2555, หน้า 161) โดยใช้สูตรดังนี้

$$a = \frac{k}{k-1} \left( 1 - \frac{\sum_{i=1}^k S_i^2}{S_t^2} \right)$$

เมื่อ $a$	แทน	ค่าความเชื่อมั่น
$k$	แทน	จำนวนข้อของแบบทดสอบ
$S_i^2$	แทน	ความแปรปรวนของคะแนนแต่ละข้อ
$S_t^2$	แทน	ความแปรปรวนของคะแนนรวม

2.4.2 การหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ โดยใช้สูตร KR-20 (เวชฤทธิ์ อังกะภักทรขจร, 2555, หน้า 160) โดยใช้สูตรดังนี้

$$r_{tt} = \frac{k}{k-1} \left( 1 - \frac{\sum_{i=1}^k p_i q_i}{S_t^2} \right)$$

เมื่อ $r_{tt}$	แทน	ค่าความเชื่อมั่น
----------------	-----	------------------

- $k$  แทน จำนวนข้อของแบบทดสอบ  
 $p$  แทน สัดส่วนของผู้ตอบถูก  
 $q$  แทน สัดส่วนของผู้ตอบผิด  
 $S_t^2$  แทน ความแปรปรวนของคะแนนรวม

ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบเป็นการพิจารณาว่าข้อสอบนั้นมีความคงเส้นคงวา เมื่อมีการวัดซ้ำได้หรือไม่ ควรมีค่าตั้งแต่ 0.70 ขึ้นไป

3. สถิติที่ใช้ทดสอบความแปรปรวนของคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ คือ สถิติ  $F$  - test (บุญชม ศรีสะอาด และคณะ, 2551, หน้า 85) ดังนี้

$$F = \frac{S_1^2}{S_2^2}$$

- เมื่อ  $df_1 = N_1 - 1$ ,  $df_2 = N_2 - 1$   
 เมื่อ  $N_1$  แทน จำนวนนักเรียนกลุ่มที่ 1  
 $N_2$  แทน จำนวนนักเรียนกลุ่มที่ 2  
 $S_1^2$  แทน ความแปรปรวนกลุ่มที่ 1  
 $S_2^2$  แทน ความแปรปรวนกลุ่มที่ 2  
 $df_1$  แทน ความเป็นอิสระต่อกันกลุ่มที่ 1  
 $df_2$  แทน ความเป็นอิสระต่อกันกลุ่มที่ 2

4. สถิติที่ใช้ทดสอบสมมติฐานความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ คือ สถิติ  $t$  - test แบบอิสระต่อกัน (บุญชม ศรีสะอาด และคณะ, 2551, หน้า 82) ดังนี้

4.1 ถ้าความแปรปรวนเท่ากัน ( $\sigma_1^2 = \sigma_2^2$ ) มีสูตรดังนี้

$$t = \frac{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}{\sqrt{S_p^2 \left( \frac{1}{N_1} + \frac{1}{N_2} \right)}}$$

$$\text{เมื่อ } S_p^2 = \frac{(N_1 - 1)S_1^2 + (N_2 - 1)S_2^2}{(N_1 - 1) + (N_2 - 1)}$$

เมื่อ	$\bar{x}_1$	แทน	คะแนนเฉลี่ยกลุ่มที่ 1
	$\bar{x}_2$	แทน	คะแนนเฉลี่ยกลุ่มที่ 2
	$N_1$	แทน	จำนวนนักเรียนกลุ่มที่ 1
	$N_2$	แทน	จำนวนนักเรียนกลุ่มที่ 2
	$S_1^2$	แทน	ความแปรปรวนกลุ่มที่ 1
	$S_2^2$	แทน	ความแปรปรวนกลุ่มที่ 2
	$S_p^2$	แทน	ความแปรปรวนร่วม

4.2 ถ้าความแปรปรวนไม่เท่ากัน ( $\sigma_1^2 \neq \sigma_2^2$ ) มีสูตรดังนี้

$$t = \frac{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}{\sqrt{\frac{S_1^2}{N_1} + \frac{S_2^2}{N_2}}}$$

$$\text{เมื่อ } df = \frac{\left(\frac{S_1^2}{N_1} + \frac{S_2^2}{N_2}\right)}{\frac{\left(\frac{S_1^2}{N_1}\right)^2}{N_1 - 1} + \frac{\left(\frac{S_2^2}{N_2}\right)^2}{N_2 - 1}}$$

เมื่อ	$\bar{x}_1$	แทน	คะแนนเฉลี่ยกลุ่มที่ 1
	$\bar{x}_2$	แทน	คะแนนเฉลี่ยกลุ่มที่ 2
	$N_1$	แทน	จำนวนนักเรียนกลุ่มที่ 1
	$N_2$	แทน	จำนวนนักเรียนกลุ่มที่ 2
	$S_1^2$	แทน	ความแปรปรวนกลุ่มที่ 1
	$S_2^2$	แทน	ความแปรปรวนกลุ่มที่ 2
	$df$	แทน	ความเป็นอิสระต่อกัน

5. สถิติที่ใช้ทดสอบสมมติฐานแนวคิดในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ คือ สถิติ  $t$ -test แบบไม่มีอิสระต่อกัน (บุญชม ศรีสะอาด และคณะ, 2551, หน้า 86) ดังนี้

$$t = \frac{\sum_{i=1}^N D_i}{\sqrt{\frac{N \sum_{i=1}^N D_i^2 - (\sum_{i=1}^N D_i)^2}{N-1}}}$$

เมื่อ  $D$  แทน ความแตกต่างระหว่างคะแนนแต่ละคู่  
 $N$  แทน จำนวนคู่  
 $df$  แทน ความเป็นอิสระมีค่าเท่ากับ  $N-1$

6. ดัชนีประสิทธิผลของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ และแนวคิดในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ จากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยวิธีการสอนแบบแลกเปลี่ยนบทบาทและใช้กระบวนการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ และกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยวิธีการสอนแบบปกติ (บุญชม ศรีสะอาด และคณะ, 2551, หน้า 45) ใช้สูตรดังนี้

$$\text{ดัชนีประสิทธิผล (E.I.)} = \frac{\text{คะแนนรวมจากแบบทดสอบหลังเรียน} - \text{คะแนนรวมจากแบบทดสอบก่อนเรียน}}{\text{ผลคูณของคะแนนเต็มกับจำนวนคน} - \text{คะแนนรวมจากแบบทดสอบก่อนเรียน}}$$

## บทที่ 4

### ผลการวิจัย

การวิจัยเรื่อง การพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชัน เอกซ์โพเนนเชียลและฟังก์ชันลอการิทึม โดยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยวิธีการสอนแบบแลกเปลี่ยนบทบาท และใช้กระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ผู้วิจัยได้เสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลตามลำดับ ดังต่อไปนี้

1. สัญลักษณ์ที่ใช้ในการนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล
2. ลำดับขั้นตอนในการนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล
3. ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

#### สัญลักษณ์ที่ใช้ในการนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ในการนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล ผู้วิจัยได้กำหนดสัญลักษณ์ที่ใช้ ดังนี้

- $N$  แทน จำนวนนักเรียน  
 $K$  แทน คะแนนเต็มของแบบทดสอบ  
 $\bar{X}$  แทน คะแนนเฉลี่ย  
 $S.D.$  แทน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน  
 $t$  แทน สถิติทดสอบ  $t$   
 $F$  แทน สถิติทดสอบ  $F$   
 $df$  แทน ความเป็นอิสระต่อกัน

#### ลำดับขั้นตอนในการนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลและการแปลผลในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้นำเสนอผลการวิจัยตามวัตถุประสงค์ของงานวิจัย โดยแบ่งเป็น 4 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 ผลการเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลและฟังก์ชันลอการิทึม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนด้วยวิธีการสอนแบบแลกเปลี่ยนบทบาท และใช้กระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ กับวิธีการสอนแบบปกติ

ตอนที่ 2 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชัน เอกซ์โพเนนเชียลและฟังก์ชันลอการิทึม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนด้วยวิธีการสอนแบบแลกเปลี่ยนบทบาท กับใช้กระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์กับวิธีการสอนแบบปกติ

ตอนที่ 3 ผลการวิเคราะห์แนวคิดในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนด้วยวิธีการสอนแบบแลกเปลี่ยนบทบาท และใช้กระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และวิธีการสอนแบบปกติ

ตอนที่ 4 ผลการวิเคราะห์ความเชื่อมั่นในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนด้วยวิธีการสอนแบบแลกเปลี่ยนบทบาทและใช้กระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และวิธีการสอนแบบปกติ

### ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ตอนที่ 1 ผลการเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลและฟังก์ชันลอการิทึม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนด้วยวิธีการสอนแบบแลกเปลี่ยนบทบาท และใช้กระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ กับวิธีการสอนแบบปกติ

การวิเคราะห์ข้อมูลตอนที่ 1 ผู้วิจัยนำคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนด้วยวิธีการสอนแบบแลกเปลี่ยนบทบาท และใช้กระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ กับวิธีการสอนแบบปกติไปทดสอบความแปรปรวน โดยใช้สถิติทดสอบ  $F$  เพื่อตรวจสอบว่ากลุ่มตัวอย่างมีความแปรปรวนเท่ากันหรือไม่ พบว่า ค่าสถิติทดสอบ  $F$  เท่ากับ 1.048 และ  $p$ -value เท่ากับ 0.877 นั่นคือ ความแปรปรวนของคะแนนทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลและฟังก์ชันลอการิทึม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนด้วยวิธีการสอนแบบแลกเปลี่ยนบทบาท และใช้กระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์กับนักเรียนที่เรียนด้วยวิธีการสอนแบบปกติไม่แตกต่างกัน ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 แล้วจึงเปรียบเทียบคะแนนทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนทั้งสองกลุ่มโดยใช้ค่าสถิติทดสอบแบบ  $t$ -test สำหรับกลุ่มตัวอย่างที่เป็นอิสระต่อกัน กรณีความแปรปรวนเท่ากัน ซึ่งได้ผลการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้



ตารางที่ 14 ผลการเปรียบเทียบคะแนนทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลและฟังก์ชันลอการิทึม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนด้วยวิธีการสอนแบบแลกเปลี่ยนบทบาท และใช้กระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ กับนักเรียนที่เรียนด้วยวิธีการสอนแบบปกติ

กลุ่มตัวอย่าง	<i>N</i>	<i>K</i>	$\bar{x}$	<i>S.D.</i>	<i>t</i>	<i>p-value</i>
กลุ่มทดลอง	45	40	37.11	3.45	8.100*	0.000
กลุ่มควบคุม	46	40	31.33	3.37		

\*มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

จากตารางที่ 14 พบว่า กลุ่มทดลองซึ่งเรียนด้วยวิธีการสอนแบบแลกเปลี่ยนบทบาท และใช้กระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ มีคะแนนเฉลี่ยของคะแนนทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลและฟังก์ชันลอการิทึม 37.11 คะแนน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเป็น 3.45 คะแนน และกลุ่มควบคุมซึ่งเรียนด้วยวิธีการสอนแบบปกติ มีคะแนนเฉลี่ยของคะแนนทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลและฟังก์ชันลอการิทึม 31.33 คะแนน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเป็น 3.37 คะแนน และคะแนนเฉลี่ยของคะแนนทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เรื่อง ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลและฟังก์ชันลอการิทึม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนด้วยวิธีการสอนแบบแลกเปลี่ยนบทบาท และใช้กระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ สูงกว่านักเรียนที่เรียนด้วยวิธีการสอนแบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

การพิจารณาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์นั้นสามารถพิจารณาตามกระบวนการการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ 4 ด้าน คือ ด้านการทำความเข้าใจปัญหา ด้านการวางแผนการแก้ปัญหา ด้านการดำเนินการตามแผน และด้านการตรวจสอบผล โดยนำคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนรายด้านที่เรียนด้วยวิธีการสอนแบบแลกเปลี่ยนบทบาท และใช้กระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ กับวิธีการสอนแบบปกติ ไปทดสอบความแปรปรวน โดยใช้สถิติทดสอบ *F* เพื่อตรวจสอบว่ากลุ่มตัวอย่างมีความแปรปรวนเท่ากันหรือไม่ พบว่า ด้านการทำความเข้าใจปัญหา ค่าสถิติทดสอบ *F* เท่ากับ 0.676 และ *p-value* เท่ากับ 0.196 ด้านการวางแผนการแก้ปัญหา ค่าสถิติทดสอบ *F* เท่ากับ 0.660 และ *p-value* เท่ากับ 0.171 ด้านการดำเนินการตามแผน ค่าสถิติทดสอบ *F* เท่ากับ 0.684 และ *p-value* เท่ากับ 0.209 และด้านการตรวจสอบผล ค่าสถิติทดสอบ *F* เท่ากับ 0.813 และ

$p$ -value เท่ากับ 0.493 นั่นคือ ความแปรปรวนของคะแนนทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์รายด้าน เรื่อง ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลและฟังก์ชันลอการิทึม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนด้วยวิธีการสอนแบบแลกเปลี่ยนบทบาท และใช้กระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์กับนักเรียนที่เรียนด้วยวิธีการสอนแบบปกติไม่แตกต่างกัน ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ดังตารางที่ 15

ตารางที่ 15 ผลการเปรียบเทียบคะแนนทดสอบความสามารถด้านการทำความเข้าใจปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลและฟังก์ชันลอการิทึม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนด้วยวิธีการสอนแบบแลกเปลี่ยนบทบาท และใช้กระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ กับนักเรียนที่เรียนด้วยวิธีการสอนแบบปกติ

กลุ่มตัวอย่าง	$N$	$K$	$\bar{x}$	$S.D.$	$t$	$p$ -value
กลุ่มทดลอง	45	8	7.56	0.69	4.372*	0.000
กลุ่มควบคุม	46	8	6.85	0.84		

\*มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

จากตารางที่ 15 พบว่า กลุ่มทดลองซึ่งเรียนด้วยวิธีการสอนแบบแลกเปลี่ยนบทบาท และใช้กระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ มีคะแนนเฉลี่ยของคะแนนทดสอบความสามารถด้านการทำความเข้าใจปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่องฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลและฟังก์ชันลอการิทึม 7.56 คะแนน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเป็น 0.69 คะแนน และกลุ่มควบคุมซึ่งเรียนด้วยวิธีการสอนแบบปกติ มีคะแนนเฉลี่ยของคะแนนทดสอบความสามารถด้านการทำความเข้าใจปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลและฟังก์ชันลอการิทึม 6.85 คะแนน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเป็น 0.84 คะแนน และคะแนนเฉลี่ยของคะแนนทดสอบความสามารถด้านการทำความเข้าใจปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลและฟังก์ชันลอการิทึม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนด้วยวิธีการสอนแบบแลกเปลี่ยนบทบาท และใช้กระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ สูงกว่านักเรียนที่เรียนด้วยวิธีการสอนแบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

ตารางที่ 16 ผลการเปรียบเทียบคะแนนทดสอบความสามารถด้านการวางแผนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เรื่อง ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลและฟังก์ชันลอการิทึม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนด้วยวิธีการสอนแบบแลกเปลี่ยนบทบาท และใช้กระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ กับนักเรียนที่เรียนด้วยวิธีการสอนแบบปกติ

กลุ่มตัวอย่าง	<i>N</i>	<i>K</i>	$\bar{x}$	<i>S.D.</i>	<i>t</i>	<i>p-value</i>
กลุ่มทดลอง	45	8	6.91	1.14	5.480*	0.000
กลุ่มควบคุม	46	8	5.43	1.41		

\*มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

จากตารางที่ 16 พบว่า กลุ่มทดลองซึ่งเรียนด้วยวิธีการสอนแบบแลกเปลี่ยนบทบาท และใช้กระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ มีคะแนนเฉลี่ยของคะแนนทดสอบความสามารถด้านการวางแผนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลและฟังก์ชันลอการิทึม 6.91 คะแนน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเป็น 1.14 คะแนน และกลุ่มควบคุมซึ่งเรียนด้วยวิธีการสอนแบบปกติ มีคะแนนเฉลี่ยของคะแนนทดสอบความสามารถด้านการวางแผนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลและฟังก์ชันลอการิทึม 5.43 คะแนน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเป็น 1.41 คะแนน และคะแนนเฉลี่ยของคะแนนทดสอบความสามารถด้านการวางแผนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลและฟังก์ชันลอการิทึม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนด้วยวิธีการสอนแบบแลกเปลี่ยนบทบาท และใช้กระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ สูงกว่านักเรียนที่เรียนด้วยวิธีการสอนแบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

ตารางที่ 17 ผลการเปรียบเทียบคะแนนทดสอบความสามารถด้านการดำเนินการตามแผนเรื่อง ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลและฟังก์ชันลอการิทึม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนด้วยวิธีการสอนแบบแลกเปลี่ยนบทบาท และใช้กระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ กับนักเรียนที่เรียนด้วยวิธีการสอนแบบปกติ

กลุ่มตัวอย่าง	<i>N</i>	<i>K</i>	$\bar{x}$	<i>S.D.</i>	<i>t</i>	<i>p-value</i>
กลุ่มทดลอง	45	16	15.47	1.08	10.509*	0.000
กลุ่มควบคุม	46	16	12.83	1.30		

\*มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

จากตารางที่ 17 พบว่า กลุ่มทดลองซึ่งเรียนด้วยวิธีการสอนแบบแลกเปลี่ยนบทบาท และใช้กระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ มีคะแนนเฉลี่ยของคะแนนทดสอบความสามารถด้านการดำเนินการตามแผน เรื่อง ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลและฟังก์ชันลอการิทึม 15.47 คะแนน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเป็น 1.08 คะแนน และกลุ่มควบคุมซึ่งเรียนด้วยวิธีการสอนแบบปกติ มีคะแนนเฉลี่ยของคะแนนทดสอบความสามารถด้านการดำเนินการตามแผน เรื่อง ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลและฟังก์ชันลอการิทึม 12.83 คะแนน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเป็น 1.30 คะแนน และคะแนนเฉลี่ยของคะแนนทดสอบความสามารถด้านการดำเนินการตามแผน เรื่อง ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลและฟังก์ชันลอการิทึม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนด้วยวิธีการสอนแบบแลกเปลี่ยนบทบาท และใช้กระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ สูงกว่านักเรียนที่เรียนด้วยวิธีการสอนแบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

ตารางที่ 18 ผลการเปรียบเทียบคะแนนทดสอบความสามารถด้านการตรวจสอบผล เรื่อง ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลและฟังก์ชันลอการิทึม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนด้วยวิธีการสอนแบบแลกเปลี่ยนบทบาท และใช้กระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ กับนักเรียนที่เรียนด้วยวิธีการสอนแบบปกติ

กลุ่มตัวอย่าง	<i>N</i>	<i>K</i>	$\bar{x}$	<i>S.D.</i>	<i>t</i>	<i>p-value</i>
กลุ่มทดลอง	45	8	7.22	1.26	3.601*	0.000
กลุ่มควบคุม	46	8	6.22	1.40		

\*มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

จากตารางที่ 18 พบว่า กลุ่มทดลองซึ่งเรียนด้วยวิธีการสอนแบบแลกเปลี่ยนบทบาท และใช้กระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ มีคะแนนเฉลี่ยของคะแนนทดสอบความสามารถด้านการตรวจสอบผล เรื่อง ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลและฟังก์ชันลอการิทึม 7.22 คะแนน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเป็น 1.26 คะแนน และกลุ่มควบคุมซึ่งเรียนด้วยวิธีการสอนแบบปกติ มีคะแนนเฉลี่ยของคะแนนทดสอบความสามารถด้านการตรวจสอบผล เรื่อง ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลและฟังก์ชันลอการิทึม 6.22 คะแนน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเป็น 1.40 คะแนน และคะแนนเฉลี่ยของคะแนนทดสอบความสามารถด้านการตรวจสอบผล เรื่อง ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลและฟังก์ชันลอการิทึม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนด้วยวิธีการสอนแบบแลกเปลี่ยน

บทบาท และใช้กระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ สูงกว่านักเรียนที่เรียนด้วยวิธีการสอนแบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

จากตารางที่ 14 – 18 สรุปได้ว่านักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนด้วยวิธีการสอนแบบแลกเปลี่ยนบทบาท และใช้กระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลและฟังก์ชันลอการิทึม มีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ทั้งในด้านการทำความเข้าใจปัญหา ด้านการวางแผนการแก้ปัญหา ด้านการดำเนินการตามแผน และด้านการตรวจสอบผล สูงกว่าวิธีการสอนแบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

**ตอนที่ 2 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลและฟังก์ชันลอการิทึม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนด้วยวิธีการสอนแบบแลกเปลี่ยนบทบาท และใช้กระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์กับวิธีการสอนแบบปกติ**

การวิเคราะห์ข้อมูลตอนที่ 2 ผู้วิจัยนำคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนด้วยวิธีการสอนแบบแลกเปลี่ยนบทบาท และใช้กระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ กับวิธีการสอนแบบปกติไปทดสอบความแปรปรวน โดยใช้สถิติทดสอบ  $F$  เพื่อตรวจสอบว่ากลุ่มตัวอย่างมีความแปรปรวนเท่ากันหรือไม่ พบว่า ค่าสถิติทดสอบ  $F$  เท่ากับ 1.151 และ  $p$ -value เท่ากับ 0.641 นั่นคือ ความแปรปรวนของคะแนนทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลและฟังก์ชันลอการิทึม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนด้วยวิธีการสอนแบบแลกเปลี่ยนบทบาท และใช้กระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์กับนักเรียนที่เรียนด้วยวิธีการสอนแบบปกติไม่แตกต่างกัน ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 แล้วจึงเปรียบเทียบคะแนนทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ของนักเรียนทั้งสองกลุ่มโดยใช้ค่าสถิติทดสอบแบบ  $t$ -test สำหรับกลุ่มตัวอย่างที่เป็นอิสระต่อกัน กรณีความแปรปรวนเท่ากัน ซึ่งได้ผลการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

ตารางที่ 19 ผลการเปรียบเทียบคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลและฟังก์ชันลอการิทึม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนด้วยวิธีการสอนแบบแลกเปลี่ยนบทบาท และใช้กระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ กับนักเรียนที่เรียนด้วยวิธีการสอนแบบปกติ

กลุ่มตัวอย่าง	<i>N</i>	<i>K</i>	$\bar{x}$	<i>S.D.</i>	<i>t</i>	<i>p-value</i>
กลุ่มทดลอง	45	10	8.16	1.21	8.560*	0.000
กลุ่มควบคุม	46	10	6.07	1.12		

\*มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

จากตารางที่ 19 พบว่า กลุ่มทดลองซึ่งเรียนด้วยวิธีการสอนแบบแลกเปลี่ยนบทบาท และใช้กระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ มีคะแนนเฉลี่ยของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลและฟังก์ชันลอการิทึม 8.16 คะแนน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเป็น 1.21 คะแนน และกลุ่มควบคุมซึ่งเรียนด้วยวิธีการสอนแบบปกติ มีคะแนนเฉลี่ยของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลและฟังก์ชันลอการิทึม 6.07 คะแนน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเป็น 1.12 คะแนน และคะแนนเฉลี่ยของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลและฟังก์ชันลอการิทึม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนด้วยวิธีการสอนแบบแลกเปลี่ยนบทบาท และใช้กระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ สูงกว่านักเรียนที่เรียนด้วยวิธีการสอนแบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ถ้าพิจารณาคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ทั้งก่อนเรียนและหลังเรียน เรื่อง ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลและฟังก์ชันลอการิทึม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ทั้งกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุม ปรากฏผล ดังตารางที่ 20

ตารางที่ 20 ผลคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียน เรื่อง ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลและฟังก์ชันลอการิทึม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนด้วยวิธีการสอนแบบแลกเปลี่ยนบทบาท และใช้กระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ กับนักเรียนที่เรียนด้วยวิธีการสอนแบบปกติ

กลุ่ม ตัวอย่าง	ก่อนเรียน				หลังเรียน		<i>t</i>	<i>p</i> -value	<i>E.I.</i>
	<i>N</i>	<i>K</i>	$\bar{x}$	<i>S.D.</i>	$\bar{x}$	<i>S.D.</i>			
กลุ่มทดลอง	45	10	2.96	1.24	8.16	1.21	20.049*	0.000	0.7382
กลุ่มควบคุม	46	10	2.35	1.20	6.07	1.12	16.176*	0.000	0.4858

\*มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

จากตารางที่ 20 พบว่า กลุ่มทดลองซึ่งเรียนด้วยวิธีการสอนแบบแลกเปลี่ยนบทบาท และใช้กระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ มีคะแนนเฉลี่ยของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลและฟังก์ชันลอการิทึมก่อนเรียน 2.96 คะแนน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเป็น 1.24 คะแนน และคะแนนเฉลี่ยหลังเรียน 8.16 คะแนน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเป็น 1.21 คะแนน และนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนด้วยวิธีการสอนแบบแลกเปลี่ยนบทบาท และใช้กระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลและฟังก์ชันลอการิทึม มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 และมีค่าดัชนีประสิทธิผล (*E.I.*) ของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ จากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยวิธีการสอนแบบแลกเปลี่ยนบทบาท และใช้กระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เท่ากับ 0.7382 แสดงว่านักเรียนมีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์เพิ่มขึ้นเท่ากับ 0.7382 หรือคิดเป็นร้อยละ 73.82 และกลุ่มควบคุมซึ่งเรียนด้วยวิธีการสอนแบบปกติ มีคะแนนเฉลี่ยของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลและฟังก์ชันลอการิทึมก่อนเรียน 2.35 คะแนน และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเป็น 1.20 คะแนน คะแนนหลังเรียน 6.07 คะแนน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเป็น 1.12 คะแนน และนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียน เรื่อง ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลและฟังก์ชันลอการิทึม ด้วยวิธีสอนแบบปกติ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 และมีค่าดัชนีประสิทธิผล (*E.I.*) ของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ จากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยวิธีการสอนแบบ

ปกติ เท่ากับ 0.4858 แสดงว่านักเรียนมีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์เพิ่มขึ้นเท่ากับ 0.4858 หรือคิดเป็นร้อยละ 48.58

**ตอนที่ 3 ผลการวิเคราะห์แนวคิดในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียน  
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนด้วยวิธีการสอนแบบแลกเปลี่ยนบทบาท และใช้กระบวนการแก้ปัญหา  
ทางคณิตศาสตร์ และวิธีการสอนแบบปกติ**

การวิเคราะห์ข้อมูลตอนที่ 3 ผู้วิจัยให้นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ซึ่งเป็น  
กลุ่มตัวอย่างทั้งสองกลุ่ม ทำแบบสำรวจแนวคิดในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์หลังเรียน แล้วจึง  
วิเคราะห์คะแนนของแต่ละกลุ่มโดยใช้ค่าเฉลี่ยเลขคณิต ( $\bar{x}$ ) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ( $S.D.$ )  
ซึ่งได้ผลการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

ตารางที่ 21 ผลการวิเคราะห์แนวคิดในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชัน  
เอกซ์โพเนนเชียลและฟังก์ชันลอการิทึม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5  
ที่เรียนด้วยวิธีการสอนแบบแลกเปลี่ยนบทบาท และใช้กระบวนการแก้ปัญหา  
ทางคณิตศาสตร์

ข้อ	รายการ	$\bar{x}$	$S.D.$	ระดับ
ขั้นทำความเข้าใจปัญหา				
1	ข้าพเจ้าอ่านปัญหามากกว่าหนึ่งครั้ง เพื่อให้แน่ใจว่าเข้าใจปัญหานั้น	4.96	0.21	ดีมาก
2	ข้าพเจ้าวิเคราะห์ข้อมูลจากปัญหา เพื่อหาสิ่งที่ปัญหากำหนดให้	4.82	0.39	ดีมาก
3	ข้าพเจ้าจัดลำดับสิ่งที่ปัญหากำหนดให้และสร้างคำถามเกี่ยวกับสิ่งที่ปัญหาต้องการ	4.44	0.50	ดี
4	ข้าพเจ้าวาดภาพสถานการณ์จากปัญหา เพื่อช่วยให้แก้ปัญหาได้ง่ายขึ้น	3.84	0.60	ดี
5	ข้าพเจ้าจะทบทวนปัญหาซ้ำๆ ด้วยคำพูดของตนเอง	4.53	0.55	ดีมาก
รวมด้านการทำความเข้าใจปัญหา		4.52	0.61	ดีมาก



ตารางที่ 21 (ต่อ)

ข้อ	รายการ	$\bar{x}$	<i>S.D.</i>	ระดับ
ขั้นวางแผนแก้ปัญหา				
6	ข้าพเจ้าอ่านปัญหามากกว่าหนึ่งครั้ง เพื่อให้แน่ใจว่าเข้าใจปัญหานั้น	4.33	0.67	ดี
7	ข้าพเจ้ามักจะค้นหาคำชี้แนะที่อยู่ในปัญหาก่อน	4.31	0.47	ดี
8	ข้าพเจ้าสามารถคิดวิธีการอย่างน้อยหนึ่งวิธีที่จะแก้ปัญหา	4.09	0.56	ดี
9	ข้าพเจ้าจะกำหนดกลยุทธ์ที่เหมาะสมในการแก้ปัญหา หรือกำหนดสมการ/แบบรูปที่เกี่ยวข้องกับปัญหา	4.28	0.45	ดี
10	ข้าพเจ้าจะทบทวนหลักการทางคณิตศาสตร์ที่จะใช้ในการแก้ปัญหา	4.62	0.49	ดีมาก
รวมด้านการวางแผนแก้ปัญหา		4.32	0.56	ดี
ขั้นดำเนินการตามแผน				
11	ข้าพเจ้าจะเลือกใช้กลยุทธ์ที่เหมาะสมกับปัญหา	4.42	0.50	ดี
12	ข้าพเจ้าจะเลือกใช้สมการหรือแบบรูปที่เกี่ยวข้องกับปัญหา	4.96	0.21	ดีมาก
13	ข้าพเจ้าจะเลือกใช้หลักการทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้อง	4.71	0.46	ดีมาก
14	ข้าพเจ้าจะแก้ปัญหาย่างเป็นขั้นตอน และค่อย ๆ คำนวณอย่างละเอียด	4.76	0.43	ดีมาก
15	ข้าพเจ้าแลกเปลี่ยนแนวคิดในการแก้ปัญหากับเพื่อน	4.87	0.34	ดีมาก
รวมด้านการดำเนินการตามแผน		4.74	0.44	ดีมาก

ตารางที่ 21 (ต่อ)

ข้อ	รายการ	$\bar{x}$	<i>S.D.</i>	ระดับ
ขั้นตรวจสอบผล				
16	ข้าพเจ้าตรวจสอบขั้นตอนการแก้ปัญหา	4.67	0.48	ดีมาก
17	ข้าพเจ้าตรวจสอบความสมเหตุสมผลของคำตอบ	4.13	0.55	ดี
18	ข้าพเจ้าจะตรวจสอบข้อผิดพลาดในการคำนวณของ ตนเอง	4.13	0.55	ดี
19	ข้าพเจ้าจะวิเคราะห์กระบวนการแก้ปัญหาของตนเอง	4.33	0.60	ดี
20	ข้าพเจ้าตีความผลลัพธ์ที่ได้จากการแก้ปัญหา	4.76	0.43	ดีมาก
รวมด้านการตรวจสอบผล		4.40	0.58	ดี
รวมทุกด้าน		4.50	0.57	ดี

จากตารางที่ 21 พบว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการสอนแบบแลกเปลี่ยนบทบาท และใช้กระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 มีคะแนนแนวคิดในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ด้านการทำความเข้าใจปัญหาเฉลี่ยเท่ากับ 4.52 คะแนน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.61 คะแนน มีแนวคิดในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ด้านการทำความเข้าใจปัญหาระดับดีมาก ด้านการวางแผนแก้ปัญหาเฉลี่ยเท่ากับ 4.32 คะแนน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.56 คะแนน มีแนวคิดในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ด้านการวางแผนแก้ปัญหาระดับดี ด้านการดำเนินการตามแผนเฉลี่ยเท่ากับ 4.74 คะแนน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.44 คะแนน มีแนวคิดในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ด้านการดำเนินการตามแผนระดับดีมาก และด้านการตรวจสอบผลเฉลี่ยเท่ากับ 4.40 คะแนน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.58 คะแนน มีแนวคิดในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ด้านการตรวจสอบผลระดับดี และรวมทุกด้านเฉลี่ยเท่ากับ 4.50 คะแนน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.57 คะแนน มีแนวคิดในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์รวมทั้ง 4 ด้าน ระดับดี

ตารางที่ 22 ผลการวิเคราะห์แนวคิดในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชัน  
เอกซ์โพเนนเชียลและฟังก์ชันลอการิทึม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5  
ที่เรียนด้วยวิธีการสอนแบบปกติ

ข้อ	รายการ	$\bar{x}$	S.D.	ระดับ
ขั้นทำความเข้าใจปัญหา				
1	ข้าพเจ้าอ่านปัญหามากกว่าหนึ่งครั้ง เพื่อให้แน่ใจว่าเข้าใจปัญหานั้น	4.54	0.55	ดีมาก
2	ข้าพเจ้าวิเคราะห์ข้อมูลจากปัญหา เพื่อหาสิ่งที่ปัญหากำหนดให้	4.24	0.57	ดี
3	ข้าพเจ้าจัดลำดับสิ่งที่ปัญหากำหนดให้และสร้างคำถามเกี่ยวกับสิ่งที่ปัญหาต้องการ	3.78	0.66	ดี
4	ข้าพเจ้าวาดภาพสถานการณ์จากปัญหา เพื่อช่วยให้แก้ปัญหาได้ง่ายขึ้น	3.57	0.58	ดี
5	ข้าพเจ้าจะทบทวนปัญหาซ้ำๆ ด้วยคำพูดของตนเอง	3.89	0.53	ดี
รวมด้านการทำความเข้าใจปัญหา		4.00	0.67	ดี
ขั้นวางแผนแก้ปัญหา				
6	ข้าพเจ้าอ่านปัญหามากกว่าหนึ่งครั้ง เพื่อให้แน่ใจว่าเข้าใจปัญหานั้น	4.04	0.59	ดี
7	ข้าพเจ้ามักจะค้นหาคำชี้แนะที่อยู่ในปัญหาก่อน	3.93	0.53	ดี
8	ข้าพเจ้าสามารถคิดวิธีการอย่างน้อยหนึ่งวิธีที่จะแก้ปัญหา	3.74	0.61	ดี
9	ข้าพเจ้าจะกำหนดกลยุทธ์ที่เหมาะสมในการแก้ปัญหา หรือกำหนดสมการ/แบบรูปที่เกี่ยวข้องกับปัญหา	3.93	0.65	ดี
10	ข้าพเจ้าจะทบทวนหลักการทางคณิตศาสตร์ที่จะใช้ในการแก้ปัญหา	4.09	0.55	ดี
รวมด้านการวางแผนแก้ปัญหา		3.95	0.60	ดี

ตารางที่ 22 (ต่อ)

ข้อ	รายการ	$\bar{x}$	S.D.	ระดับ
ขั้นดำเนินการตามแผน				
11	ข้าพเจ้าจะเลือกใช้กลยุทธ์ที่เหมาะสมกับปัญหา	3.96	0.59	ดี
12	ข้าพเจ้าจะเลือกใช้สมการหรือแบบรูปที่เกี่ยวข้องกับปัญหา	4.13	0.69	ดี
13	ข้าพเจ้าจะเลือกใช้หลักการทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้อง	3.93	0.61	ดี
14	ข้าพเจ้าจะแก้ปัญหาอย่างเป็นขั้นตอน และค่อย ๆ คำนวณอย่างละเอียด	4.09	0.59	ดี
15	ข้าพเจ้าแลกเปลี่ยนแนวคิดในการแก้ปัญหากับเพื่อน	3.91	0.28	ดี
รวมด้านการดำเนินการตามแผน		4.00	0.57	ดี
ขั้นตรวจสอบผล				
16	ข้าพเจ้าตรวจสอบขั้นตอนการแก้ปัญหา	4.02	0.58	ดี
17	ข้าพเจ้าตรวจสอบความสมเหตุสมผลของคำตอบ	4.07	0.57	ดี
18	ข้าพเจ้าจะตรวจสอบข้อผิดพลาดในการคำนวณของตนเอง	3.87	0.50	ดี
19	ข้าพเจ้าจะวิเคราะห์กระบวนการแก้ปัญหของตนเอง	3.93	0.44	ดี
20	ข้าพเจ้าตีความผลลัพธ์ที่ได้จากการแก้ปัญหา	3.98	0.54	ดี
รวมด้านการตรวจสอบผล		3.97	0.53	ดี
รวมทุกด้าน		3.98	0.59	ดี

จากตารางที่ 22 พบว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการสอนแบบปกติ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 มีคะแนนแนวคิดในการแก้ปัญหาวทางคณิตศาสตร์ด้านการทำความเข้าใจปัญหาเฉลี่ยเท่ากับ 4.00 คะแนน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.67 คะแนน มีแนวคิดในการแก้ปัญหาวทางคณิตศาสตร์ด้านการทำความเข้าใจปัญหาในระดับดี ด้านการวางแผนแก้ปัญหเฉลี่ยเท่ากับ 3.95 คะแนน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.60 คะแนน มีแนวคิดในการแก้ปัญหาวทางคณิตศาสตร์ด้านการวางแผนแก้ปัญหาระดับดี ด้านการดำเนินการตามแผนเฉลี่ยเท่ากับ 4.00 คะแนน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.57 คะแนน มีแนวคิดในการแก้ปัญหาวทางคณิตศาสตร์

ด้านการดำเนินการตามแผนระดับดี และด้านการตรวจสอบผลเฉลี่ยเท่ากับ 3.97 คะแนน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.53 คะแนน มีแนวคิดในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ด้านการตรวจสอบผลระดับดี และรวมทุกด้านเฉลี่ยเท่ากับ 3.98 คะแนน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.59 คะแนน มีแนวคิดในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์รวมทั้ง 4 ด้าน ระดับดี

จากตารางที่ 21 – 22 สรุปได้ว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนด้วยวิธีการสอนแบบแลกเปลี่ยนบทบาท และใช้กระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และวิธีการสอนแบบปกติ มีแนวคิดในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับดี

#### ตอนที่ 4 ผลการวิเคราะห์ความเชื่อมั่นในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนด้วยวิธีการสอนแบบแลกเปลี่ยนบทบาทและใช้กระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และวิธีการสอนแบบปกติ

การวิเคราะห์ข้อมูลตอนที่ 4 หลังจากนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ซึ่งเป็นกลุ่มตัวอย่างทั้งสองกลุ่มได้เรียน เรื่อง ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลและฟังก์ชันลอการิทึม โดยกลุ่มทดลองเรียนด้วยวิธีการสอนแบบแลกเปลี่ยนบทบาท และใช้กระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และกลุ่มควบคุมเรียนด้วยวิธีการสอนแบบปกติ พร้อมทั้งทำแบบทดสอบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ และแบบสำรวจแนวคิดในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์หลังเรียนแล้ว ผู้วิจัยจึงให้นักเรียนทำแบบสอบถามความเชื่อมั่นในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ซึ่งปรากฏผล ดังตารางที่ 23 และตารางที่ 24

ตารางที่ 23 ความเชื่อมั่นในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนด้วยวิธีการสอนแบบแลกเปลี่ยนบทบาทและใช้กระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

ข้อ	รายการ	$\bar{x}$	<i>S.D.</i>	ระดับความ เชื่อมั่น
1	ข้าพเจ้าชอบที่จะแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์	3.96	0.80	สูง
2	ข้าพเจ้าสนุกกับการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์	3.98	0.81	สูง
3*	ข้าพเจ้ากลัวการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์	3.89	0.83	สูง
4*	ข้าพเจ้าสูญเสียเวลาในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์	4.04	0.85	สูง

ตารางที่ 23 (ต่อ)

ข้อ	รายการ	$\bar{x}$	S.D.	ระดับความ เชื่อมั่น
5*	ข้าพเจ้าหมดกำลังใจถ้าข้าพเจ้า ไม่สามารถแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้	4.02	0.75	สูง
6	ข้าพเจ้าจะทำให้ดีที่สุดเพื่อที่จะประสบความสำเร็จ ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์	4.02	0.69	สูง
7*	ข้าพเจ้าเครียดมากขณะที่แก้ปัญหา ทางคณิตศาสตร์	4.18	0.72	สูง
8	ข้าพเจ้าชอบต่อสู้กับการแก้ปัญหา ทางคณิตศาสตร์ แม้ว่าจะไม่สามารถแก้ปัญหา ได้สำเร็จ	3.69	0.73	สูง
9*	ข้าพเจ้าสูญเสียความมั่นใจในตนเอง หากไม่สามารถแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้	3.93	0.62	สูง
10*	ข้าพเจ้าอารมณ์เสียเมื่อข้าพเจ้าหาคำตอบของปัญหา ทางคณิตศาสตร์ไม่ถูกต้อง	4.13	0.59	สูง
11	ข้าพเจ้าจะต่อสู้กับปัญหาทางคณิตศาสตร์จนกว่าจะ หาคำตอบที่ถูกต้องได้	3.91	0.70	สูง
12*	ข้าพเจ้ากลัวการทำผิดพลาดทางตัวเลขมาก	4.13	0.76	สูง
13*	อดีตทำให้ข้าพเจ้าไม่สามารถแก้ปัญหา ทางคณิตศาสตร์ได้	4.20	0.66	สูง
14	ข้าพเจ้ามั่นใจว่าข้าพเจ้าสามารถที่จะแก้ปัญหา ทางคณิตศาสตร์ได้แม้จะเป็นเรื่องยาก	3.76	0.80	สูง
15	ข้าพเจ้ามีความท้าทายในการแก้ปัญหา ทางคณิตศาสตร์	4.09	0.60	สูง
16	ข้าพเจ้ามั่นใจว่าการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ มีประโยชน์ในการดำเนินชีวิต	4.51	0.51	สูง
17*	ข้าพเจ้าไม่สามารถเข้าใจปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้	4.18	0.72	สูง
18	ข้าพเจ้ามีศักยภาพในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์	3.64	0.68	สูง

ตารางที่ 23 (ต่อ)

ข้อ	รายการ	$\bar{x}$	S.D.	ระดับความ เชื่อมั่น
19	ข้าพเจ้ามีความมั่นใจว่าข้าพเจ้าเป็นนักแก้ปัญหา ทางคณิตศาสตร์	3.64	0.71	สูง
20*	ข้าพเจ้าต้องได้รับความช่วยเหลือในการแก้ปัญหา ทางคณิตศาสตร์	3.84	0.90	สูง
	รวมเฉลี่ย	3.99	0.72	ความเชื่อมั่นสูง

\*ข้อความเชิงนิเสธ

จากตารางที่ 23 พบว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนด้วยวิธีการสอนแบบแลกเปลี่ยนบทบาทและใช้กระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ มีความเชื่อมั่นในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ในข้อความเชิงบวกทุกข้อความ อยู่ในระดับสูง และข้อความเชิงนิเสธทุกข้อความอยู่ในระดับสูง ซึ่งมีคะแนนรวมเฉลี่ยเท่ากับ 3.99 คะแนน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.72 คะแนน ระดับความเชื่อมั่นในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์สูง หมายความว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนด้วยวิธีการสอนแบบแลกเปลี่ยนบทบาทและใช้กระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์มีความเชื่อมั่นในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ระดับสูง

ตารางที่ 24 ความเชื่อมั่นในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนด้วยวิธีการสอนแบบปกติ

ข้อ	รายการ	$\bar{x}$	S.D.	ระดับความ เชื่อมั่น
1	ข้าพเจ้าชอบที่จะแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์	3.65	0.71	สูง
2	ข้าพเจ้าสนุกกับการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์	3.78	0.79	สูง
3*	ข้าพเจ้ากลัวการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์	3.72	0.66	สูง
4*	ข้าพเจ้าสูญเสียเวลาในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์	3.67	0.56	สูง
5*	ข้าพเจ้าหมดกำลังใจถ้าข้าพเจ้า ไม่สามารถแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้	3.74	0.53	สูง

ตารางที่ 24 (ต่อ)

ข้อ	รายการ	$\bar{x}$	<i>S.D.</i>	ระดับความ เชื่อมั่น
6	ข้าพเจ้าจะทำให้ดีที่สุดเพื่อที่จะประสบความสำเร็จ ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์	3.83	0.68	สูง
7*	ข้าพเจ้าเครียดมากขณะที่แก้ปัญหา ทางคณิตศาสตร์	3.67	0.79	สูง
8	ข้าพเจ้าชอบต่อสู้กับการแก้ปัญหา ทางคณิตศาสตร์ แม้ว่าจะไม่สามารถแก้ปัญหาได้สำเร็จ	3.63	0.71	สูง
9*	ข้าพเจ้าสูญเสียความมั่นใจในตนเอง หากไม่สามารถแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้	3.91	0.63	สูง
10*	ข้าพเจ้าอารมณ์เสียเมื่อข้าพเจ้าหาคำตอบของปัญหาทาง คณิตศาสตร์ไม่ถูกต้อง	3.83	0.57	สูง
11	ข้าพเจ้าจะต่อสู้กับปัญหาทางคณิตศาสตร์จนกว่าจะหา คำตอบที่ถูกต้องได้	3.83	0.71	สูง
12*	ข้าพเจ้ากลัวการทำผิดพลาดทางตัวเลขมาก	3.78	0.66	สูง
13*	อคติทำให้ข้าพเจ้าไม่สามารถแก้ปัญหา ทางคณิตศาสตร์ได้	3.78	0.70	สูง
14	ข้าพเจ้ามั่นใจว่าข้าพเจ้าสามารถที่จะแก้ปัญหา ทางคณิตศาสตร์ได้แม้จะเป็นเรื่องยาก	3.57	0.72	สูง
15	ข้าพเจ้ามีความท้อทายในการแก้ปัญหา ทางคณิตศาสตร์	3.70	0.63	สูง
16	ข้าพเจ้ามั่นใจว่าการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ มีประโยชน์ในการดำเนินชีวิต	3.93	0.77	สูง
17*	ข้าพเจ้าไม่สามารถเข้าใจปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้	3.67	0.73	สูง
18	ข้าพเจ้ามีศักยภาพในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์	3.54	0.66	สูง
19	ข้าพเจ้ามีความมั่นใจว่าข้าพเจ้าเป็นนักแก้ปัญหา ทางคณิตศาสตร์	3.46	0.75	ปานกลาง



ตารางที่ 24 (ต่อ)

ข้อ	รายการ	$\bar{x}$	<i>S.D.</i>	ระดับความ เชื่อมั่น
20*	ข้าพเจ้าต้องได้รับความช่วยเหลือในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์	2.91	0.94	ปานกลาง
	รวมเฉลี่ย	3.68	0.69	ความเชื่อมั่นสูง

\*ข้อความเชิงนิเสธ

จากตารางที่ 24 พบว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนด้วยวิธีการสอนแบบปกติ มีความเชื่อมั่นในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ในข้อความเชิงบวกทุกข้อความ อยู่ในระดับสูง และข้อความเชิงนิเสธทุกข้อความอยู่ในระดับสูง มีคะแนนเฉลี่ยรวมสูงเฉลี่ยเท่ากับ 3.68 คะแนน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.69 คะแนน ระดับความเชื่อมั่นในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์สูง หมายความว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนด้วยวิธีการสอนแบบปกติมีความเชื่อมั่นในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์สูง

จากตารางที่ 23 - 24 สรุปได้ว่านักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนด้วยวิธีการสอนแบบแลกเปลี่ยนบทบาท และกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และวิธีการสอนแบบปกติ มีความเชื่อมั่นในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับสูง

เมื่อเปรียบเทียบความเชื่อมั่นในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของทั้งสองกลุ่ม โดยใช้ค่าสถิติทดสอบ *t*-test สำหรับกลุ่มตัวอย่างที่ไม่เป็นอิสระต่อกัน ได้ดังตารางที่ 25

ตารางที่ 25 ผลการเปรียบเทียบความเชื่อมั่นในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนด้วยวิธีการสอนแบบแลกเปลี่ยนบทบาท และกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์กับวิธีการสอนแบบปกติ

กลุ่มตัวอย่าง	จำนวนข้อ	$\bar{x}$	<i>S.D.</i>	<i>t</i>	<i>p</i> -value
กลุ่มทดลอง	20	3.99	0.72	6.3693*	0.000
กลุ่มควบคุม	20	3.68	0.69		

\*มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

จากตารางที่ 25 พบว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนด้วยวิธีการสอนแบบแลกเปลี่ยนบทบาทและใช้กระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ มีความเชื่อมั่นในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ สูงกว่านักเรียนที่เรียนด้วยวิธีการสอนแบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

## บทที่ 5

### สรุปและอภิปรายผล

ในการศึกษาวิจัย เรื่อง การพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลและฟังก์ชันลอการิทึม โดยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยวิธีการสอนแบบแลกเปลี่ยนบทบาท และใช้กระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 สามารถสรุปและอภิปรายผลวิจัย ได้ดังนี้

#### วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลและฟังก์ชันลอการิทึม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนด้วยวิธีการสอนแบบแลกเปลี่ยนบทบาท และใช้กระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์กับวิธีการสอนแบบปกติ
2. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลและฟังก์ชันลอการิทึม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนด้วยวิธีการสอนแบบแลกเปลี่ยนบทบาท และใช้กระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์กับวิธีการสอนแบบปกติ
3. เพื่อศึกษาแนวคิดในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนด้วยวิธีการสอนแบบแลกเปลี่ยนบทบาท และใช้กระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และวิธีการสอนแบบปกติ
4. เพื่อศึกษาความเชื่อมั่นในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนด้วยวิธีการสอนแบบแลกเปลี่ยนบทบาท และใช้กระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และวิธีการสอนแบบปกติ

#### สมมติฐานของการวิจัย

1. นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนด้วยวิธีการสอนแบบแลกเปลี่ยนบทบาท และใช้กระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลและฟังก์ชันลอการิทึม มีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์สูงกว่าวิธีการสอนแบบปกติ
2. นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนด้วยวิธีการสอนแบบแลกเปลี่ยนบทบาท และใช้กระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลและฟังก์ชันลอการิทึม มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์สูงกว่าวิธีการสอนแบบปกติ

3. นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนด้วยวิธีการสอนแบบแลกเปลี่ยนบทบาท และใช้กระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และวิธีการสอนแบบปกติมีแนวคิดในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ระดับดีขึ้นไป

4. นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนด้วยวิธีการสอนแบบแลกเปลี่ยนบทบาท และกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และวิธีการสอนแบบปกติมีความเชื่อมั่นในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ระดับสูงขึ้นไป

### สรุปผลการวิจัย

1. นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนด้วยวิธีการสอนแบบแลกเปลี่ยนบทบาท และใช้กระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลและฟังก์ชันลอการิทึม มีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ สูงกว่าวิธีการสอนแบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

2. นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนด้วยวิธีการสอนแบบแลกเปลี่ยนบทบาท และใช้กระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลและฟังก์ชันลอการิทึม มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ สูงกว่าวิธีการสอนแบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

3. นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนด้วยวิธีการสอนแบบแลกเปลี่ยนบทบาท และใช้กระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และวิธีการสอนแบบปกติ มีแนวคิดในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับดี

4. นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนด้วยวิธีการสอนแบบแลกเปลี่ยนบทบาท และใช้กระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และวิธีการสอนแบบปกติ มีความเชื่อมั่นในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับสูง

### อภิปรายผลการวิจัย

การพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่องฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลและฟังก์ชันลอการิทึม โดยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยวิธีการสอนแบบแลกเปลี่ยนบทบาท และใช้กระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ได้ผลการวิจัยและอภิปรายผล ได้ดังนี้

1. ผลการวิจัย พบว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนด้วยวิธีการสอนแบบแลกเปลี่ยนบทบาท และใช้กระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียล

และฟังก์ชันลอการิทึม มีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ สูงกว่าวิธีการสอนแบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ซึ่งตรงกับสมมติฐานที่ตั้งไว้ ทั้งนี้เป็นผลเนื่องมาจาก

1.1 การออกแบบปัญหาทางคณิตศาสตร์ ผู้วิจัยได้ใช้แนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ นั่นคือ กำหนดสถานการณ์ปัญหา โดยประกอบด้วยปัญหาในชีวิตประจำวัน และปัญหาที่เชื่อมโยงกับศาสตร์อื่น ๆ อาทิ สังคมศาสตร์ วิทยาศาสตร์ เป็นต้น ดังภาพที่ 6

### ใบกิจกรรมที่ 1 : ปัญหา “ช่วยหนูที”

หนูหนูผู้มีเงินเก็บอยู่ 500,000 บาท วันหนึ่งหนูหนูเอาหนามาเงิน ไปฝากเก็บดอกเบี้ย 5 ปี แต่วันอาทิตย์!!! ธนาคารแต่ละธนาคารมีเงื่อนไขในการฝากแตกต่างกัน ดังนี้

ให้ดอกเบี้ยในอัตรา 6% จำนวนครึ่งเดือน

ให้ดอกเบี้ยในอัตรา 5% จำนวนปี ปีละ 1 ครั้ง

ให้ดอกเบี้ยในอัตรา 4% จำนวนทุก ๆ 3 เดือน

นักเรียนช่วยหนูหนูว่า จะเลือกฝากกับธนาคารไหนดี ซึ่งจะได้น้ำฝากสูงสุด

### ใบกิจกรรมที่ 2 : ปัญหา “ตัวพ่อของวงการ” T

N กับ M เข้ามาเป็นนักแสดงในสังกัดช่อง T TV พร้อมกันในปี พ.ศ. 2553 กับเรื่องแรก “เงารักกลางใจ” และมีผลงานต่างๆ ตามมาอีกมากมาย มีนิตสารฉบับหนึ่งสัมภาษณ์ทั้งสองคน เกี่ยวกับรายได้ของซูเปอร์สตาร์พร้อมกัน เพื่อดูว่าตัวพ่อของวงการมีรายได้ขนาดไหนกัน

นักข่าว : “สวัสดิ์ครับ N M”  
 N – M : “สวัสดิ์ครับ”

นักข่าว : “วันนี้มีละครที่เรากำลังถึงสิ่งที่หลายคนอยากรู้ก็คือรายได้ของทั้งสองคน ในฐานะที่เป็นซูเปอร์สตาร์ในขณะนี้ ว่ามากน้อยแค่ไหน”

N : “เราเปิดยอดได้เฉพาะเงินเดือนของทางช่องละคร ในส่วนอื่นเปิดยอดไม่ได้”  
 นักข่าว : “แต่นั่นก็ได้ครับ”

M : “ของละครเริ่มตั้งแต่เดือนละ 90,000 บาท แต่จะค่อยๆเพิ่มขึ้น ปีละ 5% ครับ”  
 M : “ของละครเริ่มตั้งแต่เดือนกว่า N ได้แค่เดือนละ 70,000 บาท แต่จะค่อยๆเพิ่ม ปีละ 7% ครับ”

นักข่าว : “โอ๊ย อย่างนี้อีกไม่นาน M ก็มีเงินเดือนแซง N ละครับ”  
 M : “จริงหรือครับ!! แล้วอีกนานไหมครับ”

นักเรียนลองช่วยคิดซิว่า เงินเดือนของ M จะแซง N หรือไม่ อ้าแขนง เมื่อใด M จะมีเงินเดือนมากกว่า N

### ใบกิจกรรมที่ 4 : ปัญหา “แบคทีเรียของฉันทัน”

นักวิทยาศาสตร์คนหนึ่ง ได้เพาะเชื้อจุลินทรีย์ในห้องปฏิบัติการของเขา และเฝ้าสังเกตจำนวนแบคทีเรียซึ่งเพิ่มขึ้นจำนวนมากจากการเพาะเชื้อจุลินทรีย์อย่างใจจดใจจ่อ จากเครื่องตรวจจับจุลินทรีย์ จนพบว่า จำนวนแบคทีเรียในการเพาะเชื้อจุลินทรีย์ใน  $t$  ชั่วโมง มีสูตรเป็น  $f(t) = 500e^{0.4t}$

หากเขาสังเกตจนเวลาก่อนผ่านไป 3 ชม. จะพบจำนวนแบคทีเรีย เป็นเท่าไร และถ้าสังเกตพบว่า มีจำนวนแบคทีเรีย 10,000 ตัว แสดงว่าเขาใช้เวลาไปกี่ชั่วโมง

ภาพที่ 6 ตัวอย่างปัญหาทางคณิตศาสตร์

สถานการณ์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น เป็นสถานการณ์ปัญหาที่น่าสนใจ โดยกิจกรรมเริ่มต้นจากการนำเสนอสถานการณ์ปัญหาในชีวิตประจำวันที่ใช้ความรู้พื้นฐานทางฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลและฟังก์ชันลอการิทึมแบบง่าย ๆ ไปสู่สถานการณ์ปัญหาที่เชื่อมโยงกับศาสตร์อื่น ๆ ที่ใช้ความรู้ทางฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลและฟังก์ชันลอการิทึมในระดับที่ซับซ้อนขึ้น ทำให้นักเรียนเกิดการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ไปตามลำดับขั้น มีการเรียนรู้แบบค่อยเป็นค่อยไป ส่งผลให้นักเรียนเกิดความรู้สึกว่าคณิตศาสตร์โดยเฉพาะเนื้อหา เรื่อง ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลและฟังก์ชันลอการิทึม เป็นเนื้อหาที่ไม่ยาก มีประโยชน์ ไม่ใช่เรื่องไกลตัว สามารถนำไปใช้แก้ปัญหาในชีวิตประจำวันได้จริง อีกทั้งยังมีความหลากหลาย ทำทาย ทำให้นักเรียนรู้สึกสนุกกับการหาคำตอบของปัญหามากขึ้น ตลอดจนสามารถแก้ปัญหาที่ซับซ้อนในชีวิตจริง และสามารถนำไปใช้ประโยชน์ในการแก้ปัญหาในศาสตร์อื่น ๆ ได้ ซึ่งสอดคล้องกับ Bitter (1990, pp. 66 – 67) และ ปรีชา เนาว์เย็นผล (2538, หน้า 66 – 67) ที่กล่าวว่า ควรเลือกปัญหาที่น่าสนใจ และไม่ยากหรือง่ายจนเกินไปมาสอนนักเรียน และควรใช้ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับชีวิตจริงมาให้นักเรียนฝึกทำ เพื่อความเข้าใจ เช่น การนำปัญหาที่กำหนดข้อมูลให้เกินความจำเป็น หรือกำหนดข้อมูลให้ไม่เพียงพอ มาให้นักเรียนฝึกวิเคราะห์ข้อมูลว่าข้อมูลที่กำหนดให้ข้อมูลใดใช้ได้บ้าง หรือหาว่าข้อมูลที่กำหนดให้เพียงพอหรือไม่ ซึ่งจะช่วยพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

1.2 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยวิธีสอนแบบแลกเปลี่ยนบทบาท และใช้กระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เป็นกิจกรรมการเรียนรู้ที่พัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลและฟังก์ชันลอการิทึม โดยเฉพาะ ซึ่งได้จัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามกระบวนการแก้ปัญหา 4 ขั้นตอน ผสมผสานกับกระบวนการสอนการอ่านแบบแลกเปลี่ยนบทบาท เพื่อช่วยพัฒนาการอ่านปัญหาทางคณิตศาสตร์ ซึ่งจุดเด่นของการสอนแบบแลกเปลี่ยนบทบาท เป็นการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง สร้างความเข้าใจผ่านการสื่อสาร ทั้งการพูดและการฟัง ก่อนจัดกิจกรรมการเรียนรู้เริ่มจากการจัดกลุ่มให้นักเรียนละความสามารถกลุ่มละ 5 คน แต่ละกลุ่มมีนักเรียนเก่ง 1 คน ปานกลาง 3 คน และอ่อน 1 คน เพื่อความน่าสนใจในการเรียนรู้ของนักเรียน ในการดำเนินกิจกรรมผู้เรียนจะต้องแบ่งบทบาทกัน ดังนี้ ผู้ตั้งคำถาม ผู้คาดการณ์ล่วงหน้า ผู้สร้างความกระฉ่าง ผู้สรุป และผู้แก้ปัญหา และมีการแลกเปลี่ยนบทบาทกันไปในแต่ละสถานการณ์ปัญหา โดยในคาบเรียนแรก ครูจะเป็นผู้นำในการแลกเปลี่ยนบทบาท โดยมีการชี้แนะในแต่ละบทบาท จนกระทั่งนักเรียนมีความเข้าใจในบทบาทนั้น ๆ ก่อน สำหรับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้มี 3 ขั้นตอน ดังตัวอย่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้สถานการณ์ ปัญหา “ตัวพ่อของวงการ” ต่อไปนี้

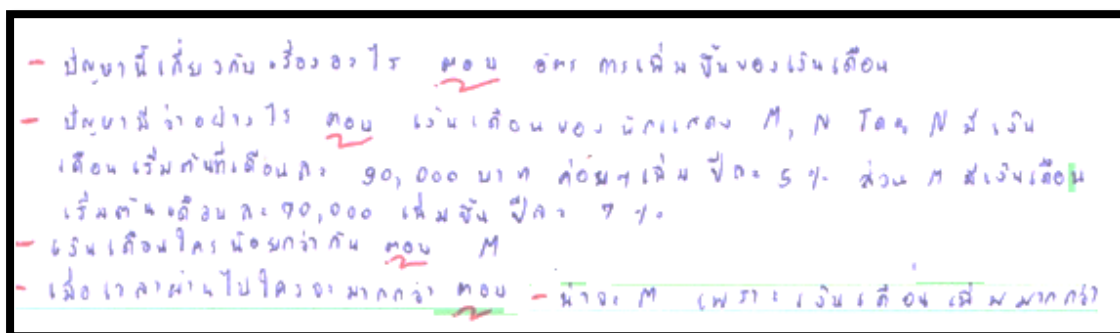
**ขั้นที่ 1 ขั้นก่อนแลกเปลี่ยนบทบาท** ครูมีการแจ้งจุดประสงค์การเรียนรู้ให้นักเรียนทราบว่า พร้อมทั้งทบทวนกลวิธีการแลกเปลี่ยนบทบาทการเป็นผู้ตั้งคำถาม ผู้คาดการณ์ ล้วงหน้า ผู้สร้างความกระจำง ผู้สรุป และผู้แก้ปัญหา ซึ่งพบว่านักเรียนสามารถสรุปแต่ละบทบาทได้

**ขั้นที่ 2 ขั้นแลกเปลี่ยนบทบาท** ครูแจกใบกิจกรรมให้กับนักเรียน โดยให้สมาชิกในกลุ่มแบ่งบทบาทกัน และบันทึกลงในตารางแสดงบทบาทของแต่ละใบกิจกรรม สังเกตพฤติกรรมการทำงานของกลุ่มได้อย่างชัดเจน โดยเริ่มจาก

1) **ผู้ตั้งคำถาม** เป็นผู้นำในการอ่านปัญหาทางคณิตศาสตร์จากใบกิจกรรมที่ได้รับ โดยเริ่มจากการอ่านปัญหาในใจ 2 ครั้ง และอ่านให้สมาชิกในกลุ่มฟังเสียงดัง ชดถ้อยชัตคำ หลังจากนั้นจะเป็นผู้นำในการสนทนา โดยเริ่มอภิปรายด้วยการนำในการตั้งคำถามเกี่ยวกับปัญหาที่อ่าน และสมาชิกคนอื่น ๆ ที่ได้ฟังปัญหาจากผู้นำแล้วก็ช่วยกันตอบคำถาม เพื่อสร้างความเข้าใจในปัญหามากขึ้น ดังภาพที่ 7 และภาพที่ 8



ภาพที่ 7 ตัวอย่างขณะนักเรียนแลกเปลี่ยนบทบาทเป็นผู้ตั้งคำถาม



ภาพที่ 8 ตัวอย่างการตั้งคำถามจากใบกิจกรรมที่ 2 : ปัญหา “ตัวพ่อของวงการ”

2) ผู้คาดการณ์ล่วงหน้า จะเป็นผู้คาดเดาล่วงหน้าถึงสิ่งที่เกี่ยวข้องและสิ่งที่จะเกิดขึ้นต่อไป รวมถึงคาดเดาคำตอบที่อาจเกิดขึ้น และกำหนดสมการที่เกี่ยวข้องดังภาพที่ 9

ปัญหาความเกี่ยวข้องกับเงินเดือนของ M และ N หรือไม่  
คิด ว่าน่า จะ เศษ แนนอน เมทรา เอ็คการเพิ่ม ขึ้นของ เงิน เดือน ของ M สร้อยล  
มากกว่า ของ N

ภาพที่ 9 ตัวอย่างการคาดการณ์ล่วงหน้าจากใบกิจกรรมที่ 2 : ปัญหา “ตัวพ่อของวงการ”

3) ผู้สร้างความกระจ่าง จะเป็นผู้คอยกระตุ้นให้สมาชิกในกลุ่มสร้างความกระจ่างกับข้อสงสัย หรือแก้ไขปัญหาในเรื่องคำในปัญหาทางคณิตศาสตร์ ที่ยังคลุมเครือให้มีความกระจ่างขึ้น โดยผู้สร้างความกระจ่างนี้ จะทำหน้าที่ค้นหาคำหรือข้อความที่น่าสนใจ มีความสงสัย หรือต้องการรู้เพิ่มเติม เพื่อสร้างความเข้าใจต่อปัญหาทางคณิตศาสตร์เพิ่มมากขึ้น ดังภาพที่ 10

จากข้อความ จงหาว่าได้

- เงินเดือน เพิ่มขึ้น ปี ละ 5 % (ถ้า เงิน เดือน เริ่ม ต้น 100 บาท เมื่อ ครบ 1 ปี จะ มี เงิน เดือน ได้ เพิ่มขึ้น 5 บาท เป็น 105 บาท)
- เงิน เดือน เพิ่มขึ้น ปี ละ 7 % (ถ้า เงิน เดือน เริ่ม ต้น 100 บาท เมื่อ ครบ 1 ปี จะ มี เงิน เดือน ได้ เพิ่มขึ้น 7 บาท เป็น 107 บาท)

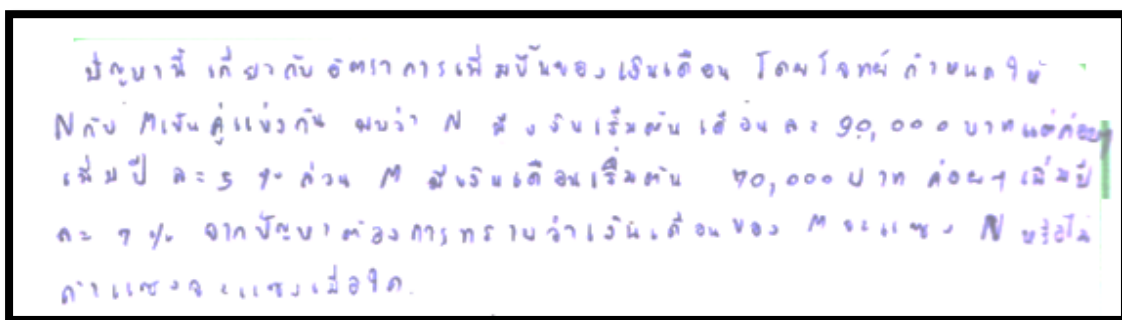
พิจารณา ความ รู้ทางคณิตศาสตร์ ที่ นำมา ใช้ แก้ ปัญหา ว่า มี อะไรบ้าง

- ข้อบ่งชี้ = มิ่งกั ชัย เอ็คซ์ โฟ เนน เซ็ล

ภาพที่ 10 ตัวอย่างการสร้าง ความกระจ่างจากใบกิจกรรมที่ 2 : ปัญหา “ตัวพ่อของวงการ”

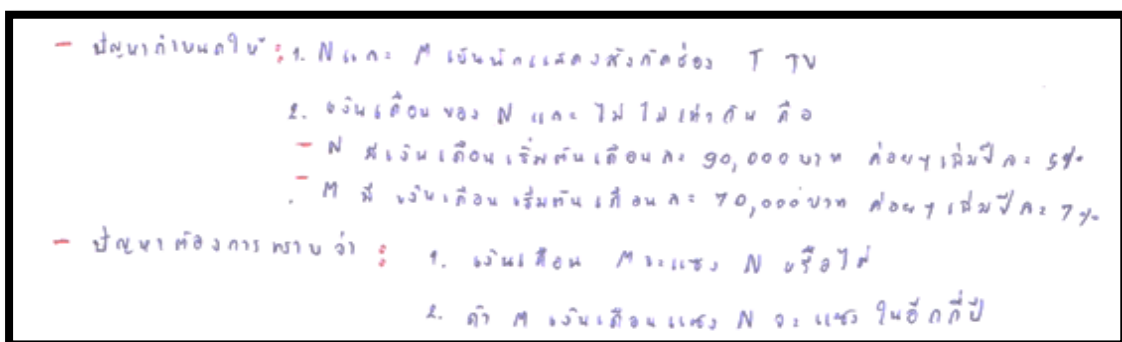


4) ผู้สรุป เป็นผู้สรุปความจากปัญหา และสมาชิกคนอื่นก็แสดงความ  
 คิดเห็นในการสรุปความจากบทอ่าน ซึ่งอาจจะมีการสนับสนุนซึ่งกันและกันหรือมีความคัดค้าน  
 ดังภาพที่ 11



ภาพที่ 11 ตัวอย่างการสรุปจากใบกิจกรรมที่ 2 : ปัญหา “ตัวพ่อของวงการ”

5) ผู้แก้ปัญหา เป็นผู้ประมวลทำความเข้าใจปัญหาทางคณิตศาสตร์จากการ  
 ตั้งคำถาม การคาดการณ์ล่วงหน้า การสร้างความกระจ่าง และการสรุปของสมาชิกในกลุ่ม มา  
 วางแผนในการแก้ปัญหา โดยนำเสนอให้เพื่อนในกลุ่มทราบ แล้วลงมือดำเนินการตามแผน โดย  
 สมาชิกในกลุ่มคอยให้ความช่วยเหลือและร่วมกันตรวจสอบผลให้ถูกต้อง ดังภาพที่ 12 – ภาพที่ 15



ภาพที่ 12 ตัวอย่างการแก้ปัญหา ขั้นทำความเข้าใจปัญหาทางคณิตศาสตร์ จากใบกิจกรรมที่ 2 :  
 ปัญหา “ตัวพ่อของวงการ”

จาก  $f(x) = f_0 (1+r)^x$   
 $f(x)$  = เงินเดือน  
 $f_0$  = เงินเดือนเริ่มต้น  
 $r$  = เงินเดือนที่เพิ่ม (ต่อปี)

ภาพที่ 13 ตัวอย่างการแก้ปัญหา ขั้นตอนแผนแก้ปัญหาจากใบกิจกรรมที่ 2 :  
 ปัญหา “ตัวพ่อของวงการ”

	$f(x) = 90,000 (1+0.05)^x$ $= 90,000 (1.05)^x$	$f(x) = 70,000 (1+0.07)^x$ $= 70,000 (1.07)^x$	
ปี	เงินเดือน N $f(x) = 90,000 (1.05)^x$	เงินเดือน M $f(x) = 70,000 (1.07)^x$	ผลสรุป
x = 5	114,865.34	98,178.62	M < N
x = 10	146,600.52	137,900.60	M < N
x = 12	161,627.07	157,653.41	M < N
x = 14	178,193.84	180,497.39	M > N

ภาพที่ 14 ตัวอย่างการแก้ปัญหา ขั้นตอนดำเนินการตามแผนจากใบกิจกรรมที่ 2 :  
 ปัญหา “ตัวพ่อของวงการ”

<p>พิจารณาเงินเดือนของ N</p> <p>จาก <math>f(x) = 90,000 (1.05)^x</math>  <math>178,193.84 = 90,000 (1.05)^{14}</math>  <math>\frac{178,193.84}{90,000} = (1.05)^{14}</math>  <math>1.98 = (1.05)^{14}</math>  <math>\log 1.98 = 14 \log 1.05</math>  <math>\frac{\log 1.98}{\log 1.05} = 14</math>  <math>14 = 14</math> เป็นจริง</p>	<p>พิจารณาเงินเดือนของ M</p> <p>จาก <math>f(x) = 70,000 (1.07)^x</math>  <math>180,497.39 = 70,000 (1.07)^{14}</math>  <math>\frac{180,497.39}{70,000} = (1.07)^{14}</math>  <math>2.58 = (1.07)^{14}</math>  <math>\log 2.58 = 14 \log 1.07</math>  <math>\frac{\log 2.58}{\log 1.07} = 14</math>  <math>14 = 14</math> เป็นจริง</p>
---	---

\* M จะรับเงินเดือนแซง N เมื่อทำงานครบ 14 ปี

ภาพที่ 15 ตัวอย่างการแก้ปัญหา ขั้นตอนตรวจสอบผลจากใบกิจกรรมที่ 2 : ปัญหา “ตัวพ่อของวงการ”

ตลอดชั้นแลกเปลี่ยนบทบาท ครูต้องคอยเดินสำรวจ และให้คำชี้แนะในแต่ละกลุ่ม ตลอดจนสังเกตพฤติกรรมในการทำงานกลุ่มด้วย

**ขั้นที่ 3 ชั้นหลังแลกเปลี่ยนบทบาท** ในขั้นนี้ครูให้นักเรียนช่วยกันอภิปรายและสรุปเกี่ยวกับกระบวนการแก้ปัญหา พร้อมทั้งให้แต่ละกลุ่มส่งตัวแทนออกมานำเสนอแนวคิดในการหาคำตอบในแต่ละบทบาท โดยครูและเพื่อนร่วมห้องช่วยกันตรวจสอบความถูกต้อง จนได้คำตอบที่ถูกต้องสมบูรณ์ และอภิปรายเสนอแนะข้อผิดพลาดเพื่อนำไปปรับปรุงกิจกรรมการเรียนรู้ถัดไป พร้อมทั้งเสริมแรงทางบวกโดยการกล่าวชมเชยให้กับนักเรียน ซึ่งนักเรียนกลุ่มเก่งและปานกลางจะมีความมั่นใจ กล้าแสดงออกในการนำเสนอแนวคิดในการหาคำตอบ และแสดงบทบาท แต่นักเรียนกลุ่มอ่อนในช่วงกิจกรรมแรก ๆ จะยังมีความรู้สึกลัว ประหม่า แต่ด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในลักษณะกลุ่มช่วยเหลือกัน ทำให้เกิดบรรยากาศแห่งการเรียนรู้ นักเรียนกลุ่มอ่อนมีการปรับตัวและเชื่อมั่นในการนำเสนอแนวคิดในการหาคำตอบ การแลกเปลี่ยนบทบาท ตลอดจนแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้ดี ดังภาพที่ 16



ภาพที่ 16 ตัวอย่างการนำเสนอผลงานของกลุ่มในแต่ละบทบาท

หลังจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยวิธีสอนแบบแลกเปลี่ยนบทบาท และใช้กระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ พบว่า นักเรียนเข้าใจและสามารถแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เรื่อง ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลและฟังก์ชันลอการิทึม ได้ดี เนื่องจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เป็นลำดับขั้นตอน เรียงลำดับจากปัญหาที่ง่ายไปสู่ปัญหาที่ยาก ปัญหาใกล้ตัวไปสู่ปัญหาไกลตัว นักเรียนกลุ่มอ่อนมีพัฒนาการที่ดีขึ้น ซึ่งผลการวิจัยดังกล่าวสอดคล้องกับงานวิจัยของ Meyer (2014, pp. 7 – 14) ได้ศึกษาการสร้างความเข้าใจปัญหาทางคณิตศาสตร์โดยใช้วิธีการสอนแบบแลกเปลี่ยนบทบาท โดยประยุกต์ใช้การเรียนการสอนด้วยวิธีการสอนแบบแลกเปลี่ยนบทบาท

ในการแก้ไขปัญหาทางคณิตศาสตร์ ซึ่งวิธีการสอนแบบแลกเปลี่ยนบทบาทได้ขยายจากสู่ยุทธวิธีแบบดั้งเดิม คือ การคาดเดาเหตุการณ์ การสร้างความกระจำง การตั้งคำถาม และการสรุป โดยเพิ่มการแสดง การเชื่อมโยง และการคำนวณเข้ามา โดยจัดทำเป็นบัตรกิจกรรม และแบ่งนักเรียนเป็นกลุ่มเล็ก ๆ ผลการวิจัยนี้ปรากฏว่านวัตกรรมที่นำวิธีการสอนแบบแลกเปลี่ยนบทบาทมาใช้กับกลุ่มขนาดเล็กในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์นั้น ช่วยพัฒนาความเข้าใจให้กับนักเรียนในการอ่านปัญหาทางคณิตศาสตร์ และแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ได้เป็นอย่างดี นอกจากนี้ยังมีครูหลายท่านได้นำวิธีการสอนแบบแลกเปลี่ยนบทบาทไปใช้ ซึ่งผลปรากฏว่านักเรียนของพวกเขาจะมีคะแนนสอบสูงขึ้นเมื่อเทียบกับนักเรียนระดับเดียวกัน

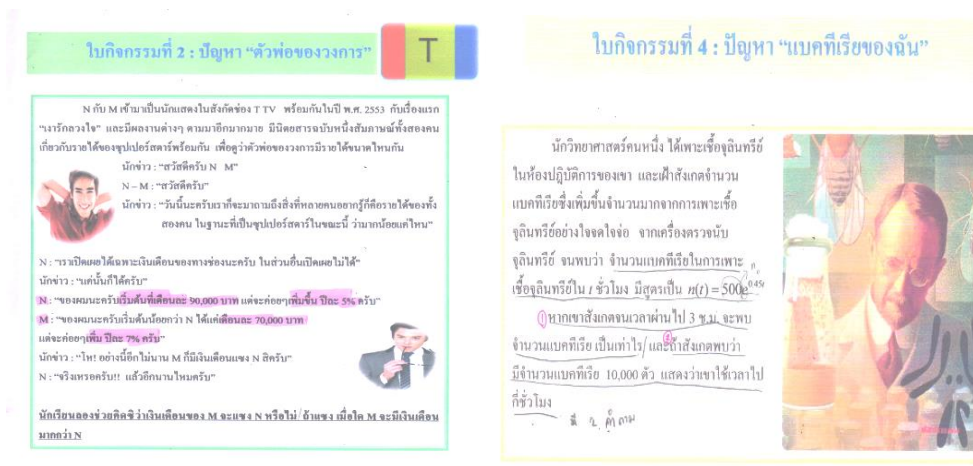
อีกทั้งยังสอดคล้องกับงานวิจัยของชญญา นุช มะ โนปา (2552, หน้า 40 – 42) , ประภาพร ชนะจันะศักดิ์ (2554, หน้า 47 – 50) , อัญชญา พรรณรังสี (2555, หน้า 45 – 48), Monica (2014, pp. 77 – 94) , Seyyed and Mohammad (2011, pp. 1238 – 1243) ที่ได้นำวิธีการสอนแบบแลกเปลี่ยนบทบาทไปใช้ในการพัฒนาการอ่านเพื่อสร้างความเข้าใจในภาษาอังกฤษ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ ธิดารัตน์ สุขศรีทอง (2549, หน้า 82 – 89) ที่ได้ศึกษาผลของวิธีสอนแบบแลกเปลี่ยนบทบาทร่วมกับสัญญาเงื่อนไขที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาสังคมศึกษาและแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ ตลอดจนสอดคล้องกับงานวิจัยของ มูฮัมมัดสุกรี มะยา (2546, หน้า 69 – 77) ที่ได้ใช้การสอนแบบแลกเปลี่ยนบทบาทและวิธีการเสริมแรงที่มีต่อความเข้าใจในการอ่านภาษามลายู และสอดคล้องกับงานวิจัยของ Jill (2013, pp. 38 – 43) ได้ศึกษาการสนับสนุนการอ่านออนไลน์เพื่อความเข้าใจผ่านวิธีการสอนแบบแลกเปลี่ยนบทบาททางอินเทอร์เน็ต

2. ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนด้วยวิธีการสอนแบบแลกเปลี่ยนบทบาทและใช้กระบวนการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียล และฟังก์ชันลอการิทึม มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ สูงกว่าวิธีการสอนแบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ซึ่งตรงกับสมมติฐานที่ตั้งไว้ ทั้งนี้เป็นผลเนื่องมาจากนักเรียนที่ได้ฝึกแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ โดยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยวิธีการสอนแบบแลกเปลี่ยนบทบาท และใช้กระบวนการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ โดยผ่านสถานการณ์ปัญหาที่หลากหลาย จนเกิดทักษะกระบวนการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ และมีความชำนาญ จนทำให้ผู้เรียนสามารถพัฒนาตนเองได้ดีในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ได้อย่างถูกต้อง อีกทั้งนักเรียนได้นำปัญหาคณิตศาสตร์กลับไปทบทวนกระบวนการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ ทำให้นักเรียนรู้สึกสนุก ทำท่ายกับการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์มากขึ้น ส่งผลให้นักเรียนมีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์สูงขึ้นนั่นเอง

3. ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนด้วยวิธีการสอนแบบแลกเปลี่ยนบทบาท และใช้กระบวนการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์และวิธีการสอนแบบปกติ

มีแนวคิดในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับดี ซึ่งตรงกับสมมติฐานที่ตั้งไว้ ทั้งนี้เป็นผล  
 เนื่องมาจาก ทั้งในการสอนทั้งสองรูปแบบ นักเรียนได้ฝึกการแก้ปัญหาผ่านสถานการณ์ปัญหา  
 ทำให้นักเรียนแสดงพฤติกรรมการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ดังนี้

3.1 นักเรียนทำความเข้าใจปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยสังเกตได้จากนักเรียนมีการ  
 อ่านปัญหามากกว่าหนึ่งครั้ง เพื่อให้แน่ใจว่าเข้าใจปัญหานั้น มีการวิเคราะห์ข้อมูลจากปัญหา เพื่อหา  
 สิ่งที่ปัญหากำหนดให้ และปัญหาต้องการถามเกี่ยวกับอะไร มีการจัดลำดับสิ่งทีปัญหากำหนดให้  
 และสร้างคำถามเกี่ยวกับสิ่งทีปัญหาต้องการ นักเรียนบางคนอาจมีการวาดภาพสถานการณ์  
 จากปัญหา เพื่อช่วยให้แก้ปัญหาได้ง่ายขึ้น มีการทบทวนปัญหาซ้ำ ๆ ด้วยคำพูดของตนเอง มีการ  
 แสดงรอยขีดเขียนในขณะที่ทำความเข้าใจปัญหา ดังภาพที่ 17



ภาพที่ 17 แสดงรอยขีดเขียนในขณะที่ทำความเข้าใจปัญหา

3.2 นักเรียนมีการวางแผนแก้ปัญหา เมื่อนักเรียนมีความคิดรวบยอดและเข้าใจ  
 หลักการทางคณิตศาสตร์ นักเรียนก็จะมีการวางแผนแก้ปัญหา มีการนึกทบทวนปัญหาที่คล้าย ๆ  
 กันและเคยทำมาก่อน มักจะค้นหาคำชี้แนะที่อยู่ในปัญหาก่อน นักเรียนสามารถคิดวิธีการอย่าง  
 น้อยหนึ่งวิธีที่จะแก้ปัญหา สามารถกำหนดสมการหรือตัวแปรที่เหมาะสมกับปัญหา และมีการ  
 ทบทวนหลักการทางคณิตศาสตร์ที่จะใช้ในการแก้ปัญหา โดยเฉพาะนักเรียนที่เรียนด้วยการ  
 แลกเปลี่ยนบทบาท มีการค้นหาข้อความที่ช่วยตีความปัญหาและช่วยวางแผนแก้ปัญหาได้ง่ายขึ้น

3.3 นักเรียนมีการดำเนินการตามแผน เมื่อนักเรียนวางแผนแก้ปัญหา ก็จะมีการ  
 ดำเนินการตามแผน เป็นขั้นลงมือแก้ปัญหา โดยเลือกใช้กลยุทธ์ที่เหมาะสมกับปัญหา มีการเลือกใช้  
 สมการหรือแบบรูปที่เกี่ยวข้องกับปัญหา เลือกใช้หลักการทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้อง ดำเนินการ

แก้ปัญหาอย่างเป็นขั้นตอน และค่อย ๆ คำนวณอย่างละเอียด มีการเขียนคำอธิบายในการดำเนินการหาคำตอบ มีการแลกเปลี่ยนแนวคิดในการแก้ปัญหากับเพื่อน

3.4 นักเรียนดำเนินการตรวจสอบผลหรือตรวจสอบคำตอบ โดยมีการตรวจสอบขั้นตอนการแก้ปัญหา ตรวจสอบความสมเหตุสมผลของคำตอบ ตรวจสอบข้อผิดพลาดในการคำนวณของตนเอง มีการวิเคราะห์กระบวนการแก้ปัญหา และตีความผลลัพธ์ที่ได้จากการแก้ปัญหา จากพฤติกรรมดังกล่าว สะท้อนให้เห็นว่านักเรียนมีแนวคิดในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์สอดคล้องกับกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของ Polya (1957, pp. 5 – 40) และ Wilson, Fernandez and Hadaway (1993, pp. 60–62)

4. ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนด้วยวิธีการสอนแบบแลกเปลี่ยนบทบาท และกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และวิธีการสอนแบบปกติ มีความเชื่อมั่นในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับสูง ซึ่งตรงกับสมมติฐานที่ตั้งไว้ ทั้งนี้เป็นผลเนื่องมาจาก ในการสอนทั้งสองรูปแบบ นักเรียนได้ฝึกเผชิญสถานการณ์ปัญหาอย่างหลากหลาย ทำทาย และสถานการณ์ปัญหาทางคณิตศาสตร์มีการจัดเรียงจากสถานการณ์ใกล้เคียงตัวไปหาสถานการณ์ไกลตัวที่เชื่อมโยงกับศาสตร์อื่น ๆ ทำให้นักเรียนสามารถแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้ โดยครูคอยเป็นผู้กระตุ้นให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้มากขึ้น โดยเฉพาะวิธีการสอนแบบแลกเปลี่ยนบทบาท และกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่ครูจัดกลุ่มความสามารถของนักเรียน ครูสามารถกระตุ้นความสนใจอย่างต่อเนื่อง เข้าใจธรรมชาติของนักเรียนตามช่วงวัย ทำให้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ไม่น่าเบื่อ ในกิจกรรมกลุ่มที่มีการแลกเปลี่ยนบทบาท นักเรียนมีความร่วมมือช่วยเหลือกันและกัน ทำให้นักเรียนมีปฏิสัมพันธ์ต่อกันและกัน ทั้งที่อาจไม่ค่อยสนิทกันมากนัก และในกิจกรรมกลุ่มที่ละความสามารถนี้ นักเรียนกลุ่มเก่งและนักเรียนกลุ่มกลางที่มีความเชื่อมั่นในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์อยู่แล้วได้เป็นผู้นำช่วยเหลือเพื่อน จนสามารถแลกเปลี่ยนบทบาทแสดงแนวคิดในการหาคำตอบได้อย่างถูกต้อง จนนักเรียนกลุ่มอ่อนมีความมั่นใจในตนเอง และมีความเชื่อมั่นในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์สูงขึ้นอีกด้วย

สอดคล้องกับงานวิจัยของ Tolga (2014, pp. 617 – 624) ที่ได้ศึกษาความเชื่อมั่นในการแก้ปัญหา โดยใช้ขั้นตอนยุทธวิธีในการแก้ปัญหาในวิชาฟิสิกส์ เรื่อง กลศาสตร์ของนิวตัน กลุ่มประชากรเป็นนักศึกษาวิทยาลัยอาชีวศึกษาโทบาลี จำนวน 70 คน โดยแบ่งเป็นกลุ่มควบคุม 32 คน สอนโดยใช้รูปแบบการสอนแบบดั้งเดิม กลุ่มทดลอง 38 คน สอนโดยใช้รูปแบบการสอนแบบดั้งเดิมและสอนยุทธวิธีในการแก้ปัญหา โดยใช้แบบวัดความเชื่อมั่นในการแก้ปัญหา ผลการวิจัยพบว่า กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมมีความเชื่อมั่นในการแก้ปัญหาวิชาฟิสิกส์แตกต่างกันที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

นอกจากงานวิจัยที่เกี่ยวข้องที่สอดคล้องกับผลการวิจัยแล้ว สิ่งที่เห็นได้ชัดจากการสอนแบบแลกเปลี่ยนบทบาทและใช้กระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์คือพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม ซึ่งสะท้อนความสำเร็จในการทำงานของกลุ่ม คะแนนพฤติกรรมการทำงานกลุ่มนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนด้วยวิธีการสอนแบบแลกเปลี่ยนบทบาท และกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เฉลี่ย 33.93 คะแนน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเฉลี่ยเท่ากับ 7.30 ซึ่งอยู่ในระดับดีมาก (ภาคผนวก ค ตารางที่ 49 หน้า 206)

## ข้อเสนอแนะ

จากผลการวิจัยดังกล่าว ผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะ ดังนี้

### 1. ข้อเสนอแนะทั่วไป

1.1 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยวิธีการสอนแบบแลกเปลี่ยนบทบาท และใช้กระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เป็นกิจกรรมที่นักเรียนต้องใช้เวลาในการแลกเปลี่ยนบทบาท และดำเนินการแก้ปัญหา ครูจะต้องให้เวลานักเรียนอย่างเพียงพอ และระหว่างการจัดกิจกรรมต้องคอยเป็นผู้ชี้แนะให้กับนักเรียน

1.2 ในระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยวิธีการสอนแบบแลกเปลี่ยนบทบาท และใช้กระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ครูผู้สอนต้องมีการเสริมแรง คอยกระตุ้น และสร้างบรรยากาศ ให้การดำเนินกิจกรรมเป็นอย่างต่อเนื่อง

1.3 สถานการณ์ปัญหาที่ใช้อาจพิจารณาให้เหมาะสมกับสภาพของนักเรียน สภาพท้องถิ่น หรือเชื่อมโยงกับวิชาอื่น ๆ ให้มีความหลากหลายและเหมาะสมที่จะใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

### 2. ข้อเสนอแนะการทำวิจัยต่อไป

2.1 ครูอาจนำกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยวิธีการสอนแบบแลกเปลี่ยนบทบาท และใช้กระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ไปปรับใช้ในเนื้อหาคณิตศาสตร์อื่น ๆ และระดับชั้นอื่น ๆ

2.2 ครูอาจนำการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยวิธีการสอนแบบแลกเปลี่ยนบทบาท ไปใช้ในการพัฒนาทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ด้านอื่น ๆ อาทิ การให้เหตุผล การสื่อสาร การเชื่อมโยง หรือความคิดสร้างสรรค์ เป็นต้น

## บรรณานุกรม

- จักรกฤษ แกมเงิน. (2557). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้สมการ และ โจทย์ปัญหาตามแนวคิดของวิลสัน โดยใช้การเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยรูปแบบ STAD สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา, คณะวิทยาศาสตร์, มหาวิทยาลัยบูรพา.
- ฉวีวรรณ เสวตมालย์. (2544). ปกิณกะคณิตศาสตร์. กรุงเทพฯ : สุวีริยาสาส์น.
- ชญัญญาช มะโนปา. (2552). การสอนแบบแลกเปลี่ยนบทบาทเพื่อเพิ่มพูนความเข้าใจในการอ่านภาษาอังกฤษและลดความวิตกกังวลในการเรียนของนักเรียนระดับกำลังพัฒนา. วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาการสอนภาษาอังกฤษ, คณะศึกษาศาสตร์, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- ชัยวัฒน์ สุทธิรัตน์. (2552). 80 นวัตกรรมจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ. กรุงเทพฯ : แดเน็กซ์ อินเตอร์คอปอเรชั่น.
- ทวีศักดิ์ ไชยมาโย. (2537). คู่มือการปฏิบัติการทำแผนการสอน. นครพนม : สวณพา.
- ธัญญรัตน์ โกมลเกียรติ. (2557). ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาและความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การประยุกต์ 1 สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา, คณะวิทยาศาสตร์, มหาวิทยาลัยบูรพา.
- ธิดารัตน์ สุขศรีทอง. (2549). ผลของวิธีสอนแบบแลกเปลี่ยนบทบาทร่วมกับสัญญาเงื่อนไขที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาสังคมศึกษาและแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2. วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาจิตวิทยาการศึกษา, คณะศึกษาศาสตร์, มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.
- นิคม ชมพูหลง. (2545). วิธีการและขั้นตอนการพัฒนาหลักสูตรท้องถิ่นและการจัดทำหลักสูตรสถานศึกษา. มหาสารคาม : อภิชาติ.
- บุญชม ศรีสะอาด, สมนึก ภัททิยธนี, มนตรี อนันตรักษ์, นุชานา เหลืองอังกูร, อรุณช ศรีสะอาด, สมบัติ พ่ายเรือคำ, ประวิต เอราวรรณ์ และทรงศักดิ์ ภูสีอ่อน. (2551). การวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียน. มหาสารคาม : ภาควิชาวิจัยและพัฒนาการศึกษา มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.



- บุญธรรม กิจปรีดาบริสุทธิ์. (2542). *เทคนิคการสร้างเครื่องมือรวบรวมข้อมูลสำหรับการวิจัย* (พิมพ์ครั้งที่ 5). กรุงเทพฯ : คณะสังคมศาสตร์และมนุษยศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล.
- ประภาพร ชนะจันะศักดิ์. (2554). *การพัฒนาความเข้าใจในการภาษาอังกฤษโดยใช้การสอนแบบ แลกเปลี่ยนบทบาทของนักศึกษาระดับปริญญาตรี* มหาวิทยาลัยราชภัฏราชนครินทร์. วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตร์มหาบัณฑิต, สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน, คณะศึกษาศาสตร์, มหาวิทยาลัยบูรพา.
- ปรีชา เนาว์เย็นผล. (2537). การแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์. *วารสารคณิตศาสตร์*, 23(6), 62 – 74.
- ปรีชา เนาว์เย็นผล. (2538). *การแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์. การพัฒนาทักษะการคิดคำนวณของ นักเรียนระดับประถมศึกษา*. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- พรพิศ ศรีชาคำ. (2548). *กิจกรรมการเรียนการสอนที่ใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ในการ แก้ปัญหา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3*. วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตร์มหาบัณฑิต, สาขาวิชาคณิตศาสตร์, คณะศึกษาศาสตร์, มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. (2557). *เอกสารประกอบการอบรมการวัดและประเมินผลการ เรียนรู้*. กรุงเทพฯ : ศูนย์บริการวิชาการ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- มูฮัมมัดสุกรี มะยา. (2546). *ผลของการสอนแบบแลกเปลี่ยนบทบาทและวิธีการเสริมแรงที่มีต่อ ความเข้าใจในการอ่านภาษามลายูของนักเรียนระดับชั้นมุดาวัชชีเตาะฮ์ ปีที่ 3*. วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตร์มหาบัณฑิต, สาขาวิชาหลักสูตรศึกษาศาสตร์ศึกษา, คณะศึกษาศาสตร์, มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.
- รุจิรี ภู่อาระ. (2545). *การเขียนแผนการเรียนรู้*. กรุงเทพฯ : บุ๊คพอยท์.
- รุจิอร รักใหม่. (2557). *การศึกษาศามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์เรื่องลำดับ และอนุกรม โดยใช้เทคนิค KWDL สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6*. วิทยานิพนธ์ ศึกษาศาสตร์มหาบัณฑิต, สาขาวิชาหลักสูตรศึกษาศาสตร์ศึกษา, คณะศึกษาศาสตร์, มหาวิทยาลัย บูรพา.
- วัฒนาพร ระงับทุกข์. (2542). *แผนการสอนที่เน้นนักเรียนเป็นศูนย์กลาง*. กรุงเทพฯ : แอลทีเพรส.
- วาสนา เจริญไทย. (2557). *ศึกษาผลการการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เชิงรุกที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการ เรียนและความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง เศษส่วน ของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1*. วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตร์มหาบัณฑิต, สาขาวิชาหลักสูตรศึกษาศาสตร์ศึกษา, คณะศึกษาศาสตร์, มหาวิทยาลัยบูรพา.

- วิเชียร เกตุสิงห์. (2538). ค่าเฉลี่ยกับการแปลความหมาย : เรื่องง่าย ๆ ที่บางครั้งก็พลาดได้.  
*ข่าวสารการวิจัยการศึกษา*, 1(4), 13.
- วิมลรัตน์ สุนทรโรจน์. (2544). *พัฒนาการเรียนการสอน*. มหาสารคาม: คณะศึกษาศาสตร์  
 มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- วิมลรัตน์ สุนทรโรจน์. (2549). *เอกสารประกอบการสอนนวัตกรรมเพื่อการเรียนรู้*. มหาสารคาม:  
 คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- เวชฤทธิ์ อังคนะภัทรขจร. (2555). *ครบเครื่องเรื่องความรู้สำหรับครูคณิตศาสตร์ : หลักสูตร  
 การสอนและการวิจัย*. กรุงเทพฯ : จรัสนิทวงศ์การพิมพ์.
- สิริพร ทิพย์คง. (2544). *การแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ (Problem Solving)*. กรุงเทพฯ : อรุณการ  
 ลาดพร้าว.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2555ก). *การวัดผลประเมินผลคณิตศาสตร์*.  
 กรุงเทพฯ : ซีเอ็ดยูเคชั่น.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2555ข). *ทักษะและกระบวนการทาง  
 คณิตศาสตร์ (พิมพ์ครั้งที่ 3)*. กรุงเทพฯ : 3 - คิว มีเดีย.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2557). *ผลการประเมิน PISA 2012  
 คณิตศาสตร์ การอ่าน และวิทยาศาสตร์ นักเรียนรู้ อะไร และทำอะไรได้บ้าง*. กรุงเทพฯ :  
 อรุณการพิมพ์.
- สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ. (2542). *พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542*.  
 กรุงเทพฯ : พรักหวานกราฟฟิค.
- สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา. (2551). *ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระ  
 การเรียนรู้คณิตศาสตร์ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551*.  
 กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.
- ศิริวรรณ ปิ่นศรีเจริญชัย. (2549). กิจกรรมเสริมสร้างทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์(ที่สุด  
 ธรรมดา). *นิตยสาร สสวท.*, 42 – 44.
- อัญชญา พรรณรังสี. (2555). *การใช้การสอนแบบแลกเปลี่ยนบทบาทเพื่อส่งเสริมความสามารถ  
 ในการอ่าน ความสามารถในการเขียนภาษาอังกฤษ และความคงทนในการจำคำศัพท์  
 ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา ปีที่ 4.วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตร์มหาบัณฑิต, สาขาวิชา  
 การสอนภาษาอังกฤษ, คณะศึกษาศาสตร์, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.*
- Baker, L.; & Brown, A.L. (1984). *Handbook of Reading Research: Metacognitive Skills  
 and Reading*. New York : Longman.

- Bitter, Gary G. (1990). *Mathematics Methods for the Elementary and Middle School : A Comprehensive Approach*. Boston : Allyn and Bacon.
- Carrell, Patricia L., & Eisterhold, Joan C. (1983, December). Schema Theory and ESL Reading Pedagogy. *Tesol Quarterly*, 17(4), 218-232.
- Charles, R., Lester, F., & O'Daffer, P. (1987). *How to Evaluate Progress in Problem Solving*. Reston, VA : National Council of Teachers of Mathematics.
- Clarke, M., & Silberstein, S. (1977). Toward a realization of psycholinguistic principles for the ESL reading class. *Language Learning*, 27, 135 – 154.
- Cross, D.R., & Paris, S. G. (1988). Development and instruction analysis of children's metacognition and reading comprehension. *Journal of Educational Psychology*, 80(2), 131 – 142.
- Flavell, J. H. (1979). Metacognition and cognitive monitoring : A new area of Cognitive developmental inquiry. *American Psychologist*, 34(10), 906-911.
- Harris, A.J., & Sipay, E.R. (1979). *How to Increase Reading Ability : A Guide to Developmental & Remedial Methods*. New York : Longman.
- Jill Castek. (2013). Supporting Online Reading Comprehension Through Internet Reciprocal Teaching. *The California Reader*, 47(1), 38 – 43.
- Kenneth, Williams M. (2003). Writing about the Problem – Solving Process to Improve Problem – Solving Performance. *Mathematics Teacher*, 96(3), 185 – 187.
- Krulik, S. (1980). *Problem Solving in School Mathematics : Yearbook of the National Council of Teachers of Mathematics*. Reston, Virginia : National Council of Teachers of Mathematics.
- Krulik, S., & Rudnick, J. A. (1987). *Problem solving: A handbook for teachers* (2<sup>nd</sup> ed.). Boston : Allyn and Bacon.
- Krulik, S., & Rudnick, J. A. (1993). *Reasoning and Problem solving: A Handbook for Elementary School Teacher*. Boston : Allyn and Bacon.
- Kulm, G. (1994). *Mathematics assessment : What works in the classroom*. San Francisco, CA: Jossey Bass. Permission pending.
- Kutz, Ronald E. (1991). *Teaching Elementary Mathematics*. Boston : Allyn and Bacon.

- Le Blanc, J.F., Proudfit, L., & Putl, I. J. (1980). Teaching Problem Solving in the Elementary School. In S. Krulik & R.E. Reys (Eds.), *Problem Solving in School Mathematics (yearbook)*. Reston, Virginia : National Council of Teachers of Mathematics.
- Meyer, K. (2014). Making meaning in mathematics problem-solving using the Reciprocal Teaching approach. *Literacy Learning: the Middle Years*, 22(2), 7 – 14.
- Monica Reichenberg. (2014). The Importance Of Structured Text Talks For Students' Reading Comprehension. *Journal OF Special Education And Rehabilitation*, 15(3-4), 77 - 94.
- National Council of Teacher of Mathematics. (1989). *Curriculum and Evaluation Standard for School Mathematics*. Reston, Virginia : National Council of Teacher of Mathematics.
- Palincsar, A. S., & Brown, A.L. (1984). , Reciprocal teaching of comprehension – fostering and comprehension – monitoring activities. *Cognitive and Instruction*, 1, 117 – 175.
- Polya, G. (1957). *How to Solve it*. Princeton, New Jersey : Princeton University Press.
- Pugalee, DK. (2004). A Comparison of Verbal and Writtten Descriptions of Students' Problem Solving Processes. *Educational Studies in Mathematics*, 55, 27-47.
- Reilly, Y., Parsons, J., & Bortolot, E. (2009). Reciprocal Teaching in Mathematics. Mathematics of prime importance. In *MAV Annual Conference 2009* (pp.182 – 189). Victoria : Sunshine College.
- Riasat Ali. (2010). Effect of Using Problem Solving Method in Teaching Mathematics on the Achievement of Mathematics Students. *Asian Social Science*, 6(2), 67 – 72.
- R Team Core. (2016). *The R Project for Statistical Computing*. Retrieved from <https://www.r-project.org/>
- Rumelhart, D. E. (1981). *Schemata : The Building Blocks of Cognition, Comprehension and Teaching Research Review*. New York : International Reading Association.
- Saeed Mokhtari - Hassanabad, Ahmad Shahvarani, & Mohammad-Hassan Behzadi. (2012). The Role of Problem Solving Method on the Improvement of Mathematical Learning. *Mathematics Education Trends and Research*, 1 – 9.
- Sanacore, Joseph. (1984). Metacognition and the Improvement of Reading Some Important Links. *Journal of Reading*, 27(8), 706 – 712.

- Seher Mandaci sahin & Fatma Kendir. (2013). The Effect of Using Metacognitive Strategies for Solving Geometry Problems on Students' Achievement and Attitude. *Academicjournals*, 8(19), 1777 – 1791.
- Seyyed Ali Ostovar - Namaghi and Mohammad - Reza Shahhosseini. (2011). On the Effect of Reciprocal Teaching Strategy on EFL Learners' Reading Proficiency. *Journal of Language Teaching and Research*, 2(6), 1238-1243.
- Sheffield, L.J., & Cruikshank, D. E. (2000). *Teaching and Learning Elementary and Middle School Mathematics* (4<sup>th</sup> ed.). New York : Wiley.
- Tolga Gok. (2011). Development of Problem Solving Strategy Steps Scale : Study of validation and reliability. *The Asia - Pacific Educaton*, 20(1), 151 – 161.
- Tolga Gok. (2012). Development of Problem Solving Confidence Questionnaire : Study of validation and reliability. *Physic Education*, 6(1), 21 – 26.
- Tolga Gok. (2014). Students' Achievement, Skill and Confidence in Using Stepwise Problem – Solving Strategies. *Eurasia Journal of Mathematics Science and Technology Education. Boston*, 10(6), 617 – 624.
- Wilson, J.W., Fernandez, M.L., & Hadaway, N. (1993). *Mathematical Problem Solving. In Research Ideas for the Classroom : High School Mathematics*. New York : Macmillan.

ภาคผนวก

## ภาคผนวก ก

ผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบเครื่องมือวิจัย

- รายนามผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบเครื่องมือวิจัย
- หนังสือขอความอนุเคราะห์ในการตรวจสอบเครื่องมือวิจัย

### รายนามผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบเครื่องมือวิจัย

1. ดร.ธ.ชง พวงสุวรรณ ผู้ช่วยอธิการบดี มหาวิทยาลัยศรีปทุม วิทยาเขตชลบุรี  
อำเภอเมือง จังหวัดชลบุรี
2. นางสาวนันทยา เศรษฐจิตต์ ศึกษานิเทศก์กลุ่มนิเทศ ติดตามและประเมินผลการจัดการศึกษา  
สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 17  
อำเภอเมือง จังหวัดจันทบุรี
3. นางบุญล้อม ภิรมย์ภักดี ครู วิทยฐานะชำนาญการพิเศษ กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์  
โรงเรียนเขาสมิงวิทยาคม “จงจินต์รุจิรวงศ์อุปถัมภ์”  
อำเภอเขาสมิง จังหวัดตราด
4. นางสาวอชิตา หาดอ้าน ครู วิทยฐานะชำนาญการพิเศษ กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์  
โรงเรียนเขาสมิงวิทยาคม “จงจินต์รุจิรวงศ์อุปถัมภ์”  
อำเภอเขาสมิง จังหวัดตราด
5. นางสุวิมล สุขสวัสดิ์ ครู วิทยฐานะชำนาญการ กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์  
โรงเรียนคลองใหญ่วิทยาคม  
อำเภอคลองใหญ่ จังหวัดตราด





ที่ ศธ ๖๖๑๕.๑/ว ๑๑๗๙

คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา  
ต.แสนสุข อ.เมือง จ.ชลบุรี ๒๐๑๓๑

๗๙

กันยายน พ.ศ. ๒๕๕๘

เรื่อง ขอบความอนุเคราะห์ตรวจสอบเครื่องมือวิทยานิพนธ์

เรียน ดร.ธ.ธง พวงสุวรรณ

ด้วยนางสาวกัลยาณี หนูพัด นิสิตระดับปริญญาโท สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา หลักสูตรการศึกษาไม่เต็มเวลา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา กำลังดำเนินการทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง การพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่องฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลและฟังก์ชันลอการิทึม โดยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยวิธีการสอนแบบแลกเปลี่ยนบทบาท (Reciprocal Teaching) และใช้กระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๕ โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สินีนานู ศรีมงคล เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาหลัก ในการนี้ เพื่อให้การทำวิทยานิพนธ์ ดำเนินไปด้วยความเรียบร้อย และมีประสิทธิภาพ คณะวิทยาศาสตร์ จึงขอความอนุเคราะห์ท่านตรวจสอบ เครื่องมือวิทยานิพนธ์

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาให้ความอนุเคราะห์ด้วย จักขอบคุณยิ่ง

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์เอกกรัฐ ศรีสุข)  
คณบดีคณะวิทยาศาสตร์

สำนักงานจัดการศึกษา งานบริการการศึกษา

โทรศัพท์ ๐๓๘-๑๐๓๐๘๕

โทรสาร ๐๓๘-๗๕๕๘๔๖



ที่ ศธ ๖๖๓๕.๑/ ๑๑๗๙

คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา  
ต.แสนสุข อ.เมือง จ.ชลบุรี ๒๐๑๓๑

๒๘

กันยายน พ.ศ. ๒๕๕๘

เรื่อง ขอบความอนุเคราะห์บุคลากรตรวจสอบเครื่องมือวิทยานิพนธ์

เรียน ผู้อำนวยการสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต ๑๗

ด้วยนางสาวกัลยาณี หนูหัด นิสิตระดับปริญญาโท สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา หลักสูตรการศึกษาไม่เต็มเวลา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา กำลังดำเนินการทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง การพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่องฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลและฟังก์ชันลอการิทึม โดยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยวิธีการสอนแบบแลกเปลี่ยนบทบาท (Reciprocal Teaching) และใช้กระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๕ โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สินีนางุ ศรีมงคล เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาหลัก ในกรณีนี้ เพื่อให้การทำวิทยานิพนธ์ดำเนินไปด้วยความเรียบร้อย และมีประสิทธิภาพ คณะวิทยาศาสตร์ จึงขอความอนุเคราะห์ นางสาวนันทยา เศรษฐจิตต์ ตรวจสอบเครื่องมือวิทยานิพนธ์

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาให้ความอนุเคราะห์ด้วย จักขอบคุณยิ่ง

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์เอกรัฐ ศรีสุข)  
คณบดีคณะวิทยาศาสตร์

สำนักงานจัดการศึกษา งานบริการการศึกษา

โทรศัพท์ ๐๓๘-๑๐๓๐๘๕

โทรสาร ๐๓๘-๗๔๕๘๔๖



ที่ ศธ ๖๖๑๕.๑/ว ๑๑๖๙

คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา  
ต.แสนสุข อ.เมือง จ.ชลบุรี ๒๐๑๓๑

๒๙

กันยายน พ.ศ. ๒๕๕๘

เรื่อง ขอบความอนุเคราะห์ตรวจสอบเครื่องมือวิทยานิพนธ์

เรียน นางสาวนันทยา เศรษฐจิตต์

ด้วยนางสาวกัลยาณี หนูพัด นิสิตระดับปริญญาโท สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา หลักสูตรการศึกษาไม่เต็มเวลา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา กำลังดำเนินการทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง การพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่องฟังก์ชันเอกซโพเนนเชียลและฟังก์ชันลอการิทึม โดยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยวิธีการสอนแบบแลกเปลี่ยนบทบาท (Reciprocal Teaching) และใช้กระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๕ โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สินีนางุ ศรีมงคล เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาหลัก ในการนี้ เพื่อให้การทำวิทยานิพนธ์ ดำเนินไปด้วยความเรียบร้อย และมีประสิทธิภาพ คณะวิทยาศาสตร์ จึงขอความอนุเคราะห์ท่านตรวจสอบ เครื่องมือวิทยานิพนธ์

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาให้ความอนุเคราะห์ด้วย จักขอบคุณยิ่ง

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์เอกรัฐ ศรีสุข)

คณบดีคณะวิทยาศาสตร์

สำนักงานจัดการศึกษา งานบริการการศึกษา

โทรศัพท์ ๐๓๘-๑๐๓๐๘๕

โทรสาร ๐๓๘-๗๕๕๘๔๖



ที่ ศธ ๖๖๑๕.๑/ ๑๑๙๐

คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา  
ต.แสนสุข อ.เมือง จ.ชลบุรี ๒๐๑๓๑

๒๘

กันยายน พ.ศ. ๒๕๕๘

เรื่อง ขออนุมัติโครงการตรวจสอบเครื่องมือวิทยานิพนธ์

เรียน ผู้อำนวยการโรงเรียนเขาสมิงวิทยาคม “จงจิตรวิจิตรวงศ์อุปถัมภ์”

ด้วยนางสาวกัลยาณี หนูพุด นิสิตระดับปริญญาโท สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา หลักสูตรการศึกษาไม่เต็มเวลา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา กำลังดำเนินการทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง การพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่องฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลและฟังก์ชันลอการิทึม โดยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยวิธีการสอนแบบแลกเปลี่ยนบทบาท (Reciprocal Teaching) และใช้กระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๕ โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สินีนานู ศรีมงคล เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาหลัก ในกรณีนี้ เพื่อให้การทำวิทยานิพนธ์ ดำเนินไปด้วยความเรียบร้อย และมีประสิทธิภาพ คณะวิทยาศาสตร์ จึงขออนุมัติคราะห์ นางบุญล้อม ภิรมย์ภักดี และนางสาวอชิตา หาดอ้าน ตรวจสอบเครื่องมือวิทยานิพนธ์

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาให้ความอนุเคราะห์ด้วย จักขอบคุณยิ่ง

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์เอกรัฐ ศรีสุข)  
คณบดีคณะวิทยาศาสตร์

สำนักงานจัดการศึกษา งานบริการการศึกษา

โทรศัพท์ ๐๓๘-๑๐๓๐๘๕

โทรสาร ๐๓๘-๗๔๕๕๘๔๖



ที่ ศธ ๖๖๑๕.๓/ว ๑๑๖)๘

คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา  
ต.แสนสุข อ.เมือง จ.ชลบุรี ๒๐๑๓๑

๗๘

กันยายน พ.ศ. ๒๕๕๘

เรื่อง ขอบความอนุเคราะห์ตรวจสอบเครื่องมือวิทยานิพนธ์

เรียน นางบุญล้อม ภิรมย์ภักดี

ด้วยนางสาวกัลยาณี หนูพัด นิสิตระดับปริญญาโท สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา หลักสูตรการศึกษาไม่เต็มเวลา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา กำลังดำเนินการทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง การพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่องฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลและฟังก์ชันลอการิทึม โดยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยวิธีการสอนแบบแลกเปลี่ยนบทบาท (Reciprocal Teaching) และใช้กระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๕ โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สินีนฎ ศรีมงคล เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาหลัก ในกรณีนี้ เพื่อให้การทำวิทยานิพนธ์ ดำเนินไปด้วยความเรียบร้อย และมีประสิทธิภาพ คณะวิทยาศาสตร์ จึงขอความอนุเคราะห์ท่านตรวจสอบ เครื่องมือวิทยานิพนธ์

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาให้ความอนุเคราะห์ด้วย จักขอบคุณยิ่ง

ขอแสดงความนับถือ

  
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์เอกรัฐ ศรีสุข)  
คณบดีคณะวิทยาศาสตร์

สำนักงานจัดการศึกษา งานบริการการศึกษา

โทรศัพท์ ๐๓๘-๑๐๓๐๘๕

โทรสาร ๐๓๘-๗๕๕๘๔๖



ที่ ศธ ๖๖๑๕.๑/ว ๑๑๖๙

คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา  
ต.แสนสุข อ.เมือง จ.ชลบุรี ๒๐๑๓๑

๗๙

กันยายน พ.ศ. ๒๕๕๘


เรื่อง ขอความอนุเคราะห์ตรวจสอบเครื่องมือวิทยานิพนธ์

เรียน นางสาวอชิตา หาดอ้วน

ด้วยนางสาวกัลยาณี หนูพุด นิสิตระดับปริญญาโท สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา หลักสูตรการศึกษาไม่เต็มเวลา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา กำลังดำเนินการทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง การพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่องฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลและฟังก์ชันลอการิทึม โดยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยวิธีการสอนแบบแลกเปลี่ยนบทบาท (Reciprocal Teaching) และใช้กระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๕ โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สินีนางู ศรีมงคล เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาหลัก ในกรณีนี้ เพื่อให้การทำวิทยานิพนธ์ ดำเนินไปด้วยความเรียบร้อย และมีประสิทธิภาพ คณะวิทยาศาสตร์ จึงขอความอนุเคราะห์ท่านตรวจสอบ เครื่องมือวิทยานิพนธ์

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาให้ความอนุเคราะห์ด้วย จักขอบคุณยิ่ง

ขอแสดงความนับถือ

  
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์เอกรัฐ ศรีสุข)  
คณบดีคณะวิทยาศาสตร์

สำนักงานจัดการศึกษา งานบริการการศึกษา

โทรศัพท์ ๐๓๘-๑๐๓๐๘๕

โทรสาร ๐๓๘-๗๔๕๕๘๖



ที่ ศธ ๒๖๑๕.๑/ ๑๑๙๑

คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา  
ต.แสนสุข อ.เมือง จ.ชลบุรี ๒๐๑๓๑

กัณยาน พ.ศ. ๒๕๕๘

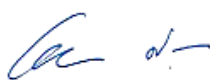
เรื่อง ขอบความอนุเคราะห์บุคลากรตรวจสอบเครื่องมือวิทยานิพนธ์

เรียน ผู้อำนวยการโรงเรียนคลองใหญ่วิทยาคม

ด้วยนางสาวกัลยาณี หนูพัด นิสิตระดับปริญญาโท สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา หลักสูตรการศึกษาไม่เต็มเวลา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา กำลังดำเนินการทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง การพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่องฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลและฟังก์ชันลอการิทึม โดยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยวิธีการสอนแบบแลกเปลี่ยนบทบาท (Reciprocal Teaching) และใช้กระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๕ โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สินีนานู ศรีมงคล เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาหลัก ในกรณีนี้ เพื่อให้การทำวิทยานิพนธ์ ดำเนินไปด้วยความเรียบร้อย และมีประสิทธิภาพ คณะวิทยาศาสตร์ จึงขอความอนุเคราะห์ นางสุวิมล สุขสวัสดิ์ ตรวจสอบเครื่องมือวิทยานิพนธ์

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาให้ความอนุเคราะห์ด้วย จักขอบคุณยิ่ง

ขอแสดงความนับถือ

  
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์เอกรัฐ ศรีสุข)  
คณบดีคณะวิทยาศาสตร์

สำนักงานจัดการศึกษา งานบริการการศึกษา

โทรศัพท์ ๐๓๘-๑๐๓๐๘๕

โทรสาร ๐๓๘-๗๕๕๘๘๖



ที่ ศธ ๖๖๑๕.๑/ว ๑๑๗๘

คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา  
ต.แสนสุข อ.เมือง จ.ชลบุรี ๒๐๑๓๓

๗๘

กันยายน พ.ศ. ๒๕๕๘


เรื่อง ขอบความอนุเคราะห์ตรวจสอบเครื่องมือวิทยานิพนธ์

เรียน นางสาววิมล สุขสวัสดิ์

ด้วยนางสาวกัลยาณี หนูพัด นิสิตระดับปริญญาโท สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา หลักสูตรการศึกษาไม่เต็มเวลา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา กำลังดำเนินการทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง การพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่องฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลและฟังก์ชันลอการิทึม โดยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยวิธีการสอนแบบแลกเปลี่ยนบทบาท (Reciprocal Teaching) และใช้กระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๕ โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สินีนานู ศรีมงคล เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาหลัก ในกรณีนี้ เพื่อให้การทำวิทยานิพนธ์ ดำเนินไปด้วยความเรียบร้อย และมีประสิทธิภาพ คณะวิทยาศาสตร์ จึงขอความอนุเคราะห์ท่านตรวจสอบ เครื่องมือวิทยานิพนธ์

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาให้ความอนุเคราะห์ด้วย จักขอบคุณยิ่ง

ขอแสดงความนับถือ

  
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์เอกรัฐ ศรีสุข)  
คณบดีคณะวิทยาศาสตร์

สำนักงานจัดการศึกษา งานบริการการศึกษา

โทรศัพท์ ๐๓๘-๑๓๐๘๕๕

โทรสาร ๐๓๘-๗๔๕๘๔๖



## ภาคผนวก ข

ผลการตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือวิจัย

ตารางที่ 26 ผลการประเมินแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลและฟังก์ชันลอการิทึม โดยใช้วิธีการสอนแบบแลกเปลี่ยนบทบาท (Reciprocal Teaching) และใช้กระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

รายการประเมิน	คะแนนความคิดเห็นของ					$\bar{x}$	ความหมาย
	ผู้เชี่ยวชาญคนที่						
	1	2	3	4	5		
1. แผนการจัดการเรียนรู้							
มีองค์ประกอบสำคัญครบถ้วน (ตามที่กำหนด)	5	5	5	5	5	5.00	ดีมาก
2. จุดประสงค์การเรียนรู้สอดคล้อง							
กับผลการเรียนรู้/สาระการเรียนรู้ ของหลักสูตร	5	5	5	5	5	5.00	ดีมาก
3. จุดประสงค์การเรียนรู้สอดคล้อง							
กับเนื้อหา	5	5	5	5	5	5.00	ดีมาก
4. จุดประสงค์การเรียนรู้สอดคล้อง							
กับกิจกรรมการเรียนรู้	5	5	5	5	5	5.00	ดีมาก
5. กิจกรรมการเรียนรู้สอดคล้องกับ							
เนื้อหา และแบ่งเป็นขั้นตอน ตามความเหมาะสม	5	5	4	5	5	4.80	ดีมาก
6. กิจกรรมการเรียนรู้มีความ							
หลากหลายและเน้นให้นักเรียน ได้ปฏิบัติจริง	5	5	5	4	5	4.80	ดีมาก
7. กิจกรรมการเรียนรู้สามารถพัฒนา							
ครอบคลุมด้านองค์ความรู้ กระบวนการและเจตคติ	5	5	5	5	5	5.00	ดีมาก
8. กิจกรรมการเรียนรู้เป็นกิจกรรมที่							
ส่งเสริมกระบวนการคิด ของนักเรียน	5	5	5	5	5	5.00	ดีมาก

ตารางที่ 26 (ต่อ)

รายการประเมิน	คะแนนความคิดเห็นของ					$\bar{x}$	ความหมาย
	ผู้เชี่ยวชาญคนที่						
	1	2	3	4	5		
9. ความเหมาะสมของเกณฑ์การวัด และประเมินผล มีการระบุ เครื่องมือวัดและประเมินไว้ อย่างชัดเจน	5	5	5	4	5	4.80	ดีมาก
10. ความเหมาะสมกับวัยของผู้เรียน ต่อการพัฒนาการเรียนรู้	5	5	4	5	5	4.80	ดีมาก
รวม						4.92	ดีมาก

จากตารางที่ 26 จะได้ว่า แผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลและฟังก์ชันลอการิทึม โดยใช้วิธีการสอนแบบแลกเปลี่ยนบทบาท (Reciprocal Teaching) และใช้กระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ มีคะแนนประเมินเฉลี่ย 4.92 คะแนน มีระดับคุณภาพดีมาก เหมาะสมที่จะนำไปใช้จัดกิจกรรมการเรียนรู้

ตารางที่ 27 ผลการประเมินแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลและฟังก์ชันลอการิทึม โดยใช้วิธีการสอนแบบปกติ

รายการประเมิน	คะแนนความคิดเห็นของ					$\bar{x}$	ความหมาย
	ผู้เชี่ยวชาญคนที่						
	1	2	3	4	5		
1. แผนการจัดการเรียนรู้ มีองค์ประกอบสำคัญครบถ้วน (ตามที่กำหนด)	5	5	5	5	5	5.00	ดีมาก
2. จุดประสงค์การเรียนรู้สอดคล้อง กับผลการเรียนรู้/สาระการเรียนรู้ ของหลักสูตร	4	5	5	5	5	4.80	ดีมาก

ตารางที่ 27 (ต่อ)

รายการประเมิน	คะแนนความคิดเห็นของ					$\bar{x}$	ความหมาย
	ผู้เชี่ยวชาญคนที่						
	1	2	3	4	5		
3. จุดประสงค์การเรียนรู้สอดคล้องกับเนื้อหา	5	5	5	5	5	5.00	ดีมาก
4. จุดประสงค์การเรียนรู้สอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนรู้	5	5	5	5	5	5.00	ดีมาก
5. กิจกรรมการเรียนรู้สอดคล้องกับเนื้อหา และแบ่งเป็นขั้นตอนตามความเหมาะสม	5	5	5	5	5	5.00	ดีมาก
6. กิจกรรมการเรียนรู้มีความหลากหลายและเน้นให้นักเรียนได้ปฏิบัติจริง	5	5	4	3	5	4.40	ดี
7. กิจกรรมการเรียนรู้สามารถพัฒนาครอบคลุมด้านองค์ความรู้ กระบวนการและเจตคติ	5	5	4	4	5	4.60	ดีมาก
8. กิจกรรมการเรียนรู้เป็นกิจกรรมที่ส่งเสริมกระบวนการคิดของนักเรียน	5	5	4	3	5	4.40	ดี
9. ความเหมาะสมของเกณฑ์การวัดและประเมินผล มีการระบุเครื่องมือวัดและประเมินไว้อย่างชัดเจน	5	5	4	4	5	4.60	ดีมาก
10. ความเหมาะสมกับวัยของผู้เรียนต่อการพัฒนาการเรียนรู้	5	5	4	4	5	4.60	ดีมาก
รวม						4.74	ดีมาก

จากตารางที่ 27 จะได้ว่า แผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลและฟังก์ชันลอการิทึม โดยใช้วิธีการสอนแบบปกติ มีคะแนนประเมินเฉลี่ย 4.74 คะแนน มีระดับคุณภาพดีมาก เหมาะสมที่จะนำไปใช้จัดกิจกรรมการเรียนรู้

ตารางที่ 28 ผลการประเมินความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาของแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลและฟังก์ชันลอการิทึม

ข้อที่	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					รวม	ค่า <i>IOC</i>	แปลผล
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5			
1	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
2	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
3	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
4	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
5	1	0	1	1	1	4	0.80	ใช้ได้
6	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
7	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
8	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้

จากตารางที่ 28 สรุปผลการประเมินได้ว่า แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลและฟังก์ชันลอการิทึม มีความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา สอดคล้องตามจุดประสงค์การเรียนรู้ทั้ง 8 ข้อ โดยข้อ 1, 2, 3, 4, 6, 7 และ 8 เท่ากับ 1.00 ข้อ 5 เท่ากับ 0.80

ตารางที่ 29 ค่าความยากง่ายและค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลและฟังก์ชันลอการิทึม

ข้อที่	ค่าความยากง่าย ( <i>p</i> )	ค่าอำนาจจำแนก ( <i>r</i> )	ระดับคุณภาพของข้อสอบ		แปลผล
			ความยากง่าย ( <i>p</i> )	อำนาจจำแนก ( <i>r</i> )	
1	0.44	0.76	ปานกลาง	ดีมาก	ใช้ได้
2	0.61	0.58	ง่าย	ดีมาก	ใช้ได้
3	0.55	0.62	ปานกลาง	ดีมาก	ใช้ได้
4	0.60	0.58	ปานกลาง	ดีมาก	ใช้ได้
5	0.39	0.75	ยาก	ดีมาก	ใช้ได้
6	0.41	0.78	ปานกลาง	ดีมาก	ใช้ได้
7	0.42	0.77	ปานกลาง	ดีมาก	ใช้ได้
8	0.53	0.67	ปานกลาง	ดีมาก	ใช้ได้

จากตารางที่ 29 ผู้วิจัยได้นำแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลและฟังก์ชันลอการิทึมไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง แล้วเลือกข้อสอบจำนวน 4 ข้อ ไว้ใช้ โดยพิจารณาจากค่าความยากง่ายและค่าอำนาจจำแนก (เกณฑ์พิจารณาอยู่ในบทที่ 3 หน้า 89 และหน้า 90) ซึ่งได้ผลดังตารางที่ 30

ตารางที่ 30 ค่าความยากง่าย ค่าอำนาจจำแนก และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลและฟังก์ชันลอการิทึม

ข้อที่	ค่าความยากง่าย ( <i>p</i> )	ค่าอำนาจจำแนก ( <i>r</i> )	ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับ
1	0.44	0.76	0.95
2	0.41	0.78	

ตารางที่ 30 (ต่อ)

ข้อที่	ค่าความยากง่าย ( $p$ )	ค่าอำนาจจำแนก ( $r$ )	ค่าความเชื่อมั่นของ แบบทดสอบทั้งฉบับ
3	0.42	0.77	
4	0.53	0.67	

จากตารางที่ 30 เลือกข้อสอบจำนวน 4 ข้อ ที่มีค่าความยากง่ายระหว่าง 0.41 - 0.53 และมีค่าอำนาจจำแนกระหว่าง 0.67 - 0.78 แล้วหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับได้ 0.95

สำหรับการคำนวณหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ สามารถใช้วิธีการหาสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาค (Cronbach's Alpha) โดยใช้ความแปรปรวนของคะแนนแต่ละข้อ และความแปรปรวนของคะแนนรวม ซึ่งปรากฏผลตารางที่ 31

ตารางที่ 31 ความแปรปรวนของคะแนนแต่ละข้อ และความแปรปรวนของคะแนนรวมของแบบทดสอบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

ข้อที่	$S_i^2$
1	2.39
2	2.80
3	3.39
4	2.68
$\sum_{i=1}^4 S_i^2$	11.26
$S_t^2$	39.31

จากตารางที่ 31 จะได้  $k = 4$ ,  $\sum_{i=1}^4 S_i^2 = 11.26$  และ  $S_t^2 = 39.31$

จะได้ว่า

$$\begin{aligned}\alpha &= \frac{k}{k-1} \left( 1 - \frac{\sum_{i=1}^k S_i^2}{S_t^2} \right) \\ &= \frac{4}{3} \left( 1 - \frac{11.26}{39.31} \right) \\ &= 0.95\end{aligned}$$

เมื่อ  $\alpha$  แทน ค่าความเชื่อมั่น  
 $k$  แทน จำนวนข้อของแบบทดสอบ  
 $S_i^2$  แทน ความแปรปรวนของคะแนนแต่ละข้อ  
 $S_t^2$  แทน ความแปรปรวนของคะแนนรวม

ตารางที่ 32 ผลการประเมินความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน  
 คณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลและฟังก์ชันลอการิทึม

ข้อที่	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					รวม	ค่า <i>IOC</i>	แปลผล
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5			
1	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
2	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
3	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
4	-1	0	0	1	1	1	0.20	ใช้ไม่ได้
5	-1	0	0	1	1	1	0.20	ใช้ไม่ได้
6	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
7	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
8	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
9	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
10	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
11	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
12	0	0	1	1	0	2	0.40	ใช้ไม่ได้
13	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้



ตารางที่ 32 (ต่อ)

ข้อที่	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					รวม	ค่า <i>IOC</i>	แปลผล
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5			
14	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
15	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
16	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
17	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
18	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
19	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
20	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้

จากตารางที่ 32 สรุปผลการประเมินได้ว่า แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน คณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลและฟังก์ชันลอการิทึม มีความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา สอดคล้องตามจุดประสงค์การเรียนรู้ 17 ข้อ และทุกข้อเท่ากับ 1.00

ตารางที่ 33 ค่าความยากง่ายและค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน คณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลและฟังก์ชันลอการิทึม

ข้อที่	ค่าความยากง่าย ( <i>p</i> )	ค่าอำนาจจำแนก ( <i>r</i> )	ระดับคุณภาพของข้อสอบ		แปลผล
			ความยากง่าย	อำนาจจำแนก	
			( <i>p</i> )	( <i>r</i> )	
1	.80	.30	ง่าย	ดี	ใช้ได้
2	.60	.60	ปานกลาง	ดีมาก	ใช้ได้
3	.80	.40	ง่าย	ดีมาก	ใช้ได้
4	.48	.55	ปานกลาง	ดีมาก	ใช้ได้
5	.65	.20	ง่าย	พอใช้	ใช้ได้
6	.58	.45	ปานกลาง	ดีมาก	ใช้ได้
7	.68	.35	ง่าย	ดี	ใช้ได้
8	.53	.45	ปานกลาง	ดีมาก	ใช้ได้

ตารางที่ 33 (ต่อ)

ข้อที่	ค่าความยากง่าย ( <i>p</i> )	ค่าอำนาจจำแนก ( <i>r</i> )	ระดับคุณภาพของข้อสอบ		แปลผล
			ความยากง่าย ( <i>p</i> )	อำนาจจำแนก ( <i>r</i> )	
9	.40	.40	ปานกลาง	ดีมาก	ใช้ได้
10	.60	.40	ปานกลาง	ดีมาก	ใช้ได้
11	.60	.50	ปานกลาง	ดีมาก	ใช้ได้
12	.73	.35	ง่าย	ดี	ใช้ได้
13	.58	.45	ปานกลาง	ดีมาก	ใช้ได้
14	.80	.30	ง่าย	ดี	ใช้ได้
15	.60	.50	ปานกลาง	ดีมาก	ใช้ได้
16	.58	.55	ปานกลาง	ดีมาก	ใช้ได้
17	.48	.25	ปานกลาง	ดีมาก	ใช้ได้

จากตารางที่ 33 ผู้วิจัยนำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลและฟังก์ชันลอการิทึมไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างเพื่อเลือกข้อสอบจำนวน 10 ข้อ ไว้ใช้ โดยพิจารณาจากค่าความยากง่ายและค่าอำนาจจำแนก (เกณฑ์พิจารณาอยู่ในบทที่ 3 หน้า 89 และหน้า 90) ซึ่งได้ผลดังตารางที่ 34

ตารางที่ 34 ค่าความยากง่าย ค่าอำนาจจำแนก และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลและฟังก์ชันลอการิทึม

ข้อที่	ค่าความยากง่าย ( <i>p</i> )	ค่าอำนาจจำแนก ( <i>r</i> )	ค่าความเชื่อมั่นของ แบบทดสอบทั้งฉบับ
1	0.60	0.60	0.78
2	0.48	0.55	
3	0.58	0.45	
4	0.53	0.45	

ตารางที่ 34 (ต่อ)

ข้อที่	ค่าความยากง่าย ( $p$ )	ค่าอำนาจจำแนก ( $r$ )	ค่าความเชื่อมั่นของ แบบทดสอบทั้งฉบับ
5	0.40	0.40	
6	0.60	0.40	
7	0.60	0.50	
8	0.58	0.45	
9	0.60	0.50	
10	0.58	0.55	

จากตารางที่ 34 เลือกข้อสอบจำนวน 10 ข้อ ที่มีค่าความยากง่ายระหว่าง 0.40 - 0.60 และมีค่าอำนาจจำแนกระหว่าง 0.40 - 0.60 แล้วหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับได้ 0.78

การคำนวณหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ โดยใช้สูตร  $KR-20$  สามารถวิเคราะห์ผลได้ดังตารางที่ 35

ตารางที่ 35 ผลแสดงสัดส่วนจำนวนนักเรียนตอบถูกและตอบผิดของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์

ข้อที่	จำนวนนักเรียนตอบถูก	จำนวนนักเรียนตอบผิด	$p$	$q$	$pq$
1	24	16	0.60	0.40	0.24
2	19	21	0.48	0.52	0.25
3	23	17	0.58	0.42	0.24
4	21	19	0.53	0.47	0.25
5	16	24	0.60	0.40	0.24
6	24	16	0.60	0.40	0.24
7	24	16	0.60	0.40	0.24
8	23	17	0.58	0.42	0.24

ตารางที่ 35 (ต่อ)

ข้อที่	จำนวนนักเรียนตอบถูก	จำนวนนักเรียนตอบผิด	$p$	$q$	$pq$
9	24	16	0.60	0.40	0.24
10	23	17	0.58	0.42	0.24
$\sum_{i=1}^{10} p_i q_i$					2.42
$S_t^2$					8.00

จากตารางที่ 35 จะได้  $k = 10$ ,  $\sum_{i=1}^{10} p_i q_i = 2.42$  และ  $S_t^2 = 8.00$

จะได้ว่า

$$\begin{aligned}
 r_{tt} &= \frac{k}{k-1} \left( 1 - \frac{\sum_{i=1}^k p_i q_i}{S_t^2} \right) \\
 &= \frac{10}{9} \left( 1 - \frac{2.42}{8.00} \right) \\
 &= .78
 \end{aligned}$$

เมื่อ  $r_{tt}$  แทน ค่าความเชื่อมั่น  
 $k$  แทน จำนวนข้อของแบบทดสอบ  
 $p$  แทน สัดส่วนของผู้ตอบถูก  
 $q$  แทน สัดส่วนของผู้ตอบผิด  
 $S_t^2$  แทน ความแปรปรวนของคะแนนรวม

ตารางที่ 36 ผลการประเมินความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาของแบบสำรวจแนวคิดในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

ข้อที่	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					รวม	ค่า <i>IOC</i>	แปลผล
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5			
1	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
2	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
3	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
4	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
5	1	0	1	1	1	4	0.80	ใช้ได้
6	0	0	1	1	1	3	0.60	ใช้ได้
7	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
8	-1	0	1	1	1	2	0.40	ใช้ไม่ได้
9	1	0	1	1	1	4	0.80	ใช้ได้
10	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
11	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
12	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
13	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
14	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
15	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
16	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
17	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
18	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
19	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
20	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
21	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
22	0	1	1	1	1	4	0.80	ใช้ได้
23	0	1	1	1	1	4	0.80	ใช้ได้
24	0	1	0	1	0	2	0.40	ใช้ไม่ได้

ตารางที่ 36 (ต่อ)

ข้อที่	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					รวม	ค่า <i>IOC</i>	แปลผล
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5			
25	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
26	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
27	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
28	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
29	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
30	-1	0	1	1	1	2	0.40	ใช้ไม่ได้

จากตารางที่ 36 สรุปผลการประเมินได้ว่า แบบสำรวจแนวคิดในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ มีความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา 27 ข้อ มีความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาอยู่ระหว่าง 0.60 – 1.00

ตารางที่ 37 ค่าอำนาจจำแนก ( $t$ -test) ของแบบสำรวจแนวคิดในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

ข้อที่	ค่าอำนาจ จำแนก	แปลผล	ข้อที่	ค่าอำนาจ จำแนก	แปลผล	ข้อที่	ค่าอำนาจ จำแนก	แปลผล
	( $t$ -test)			( $t$ -test)			( $t$ -test)	
1	9.00	ใช้ได้	10	3.13	ใช้ได้	19	5.43	ใช้ได้
2	8.57	ใช้ได้	11	4.84	ใช้ได้	20	8.51	ใช้ได้
3	3.28	ใช้ได้	12	6.65	ใช้ได้	21	6.57	ใช้ได้
4	6.48	ใช้ได้	13	6.33	ใช้ได้	22	3.35	ใช้ได้
5	6.09	ใช้ได้	14	6.33	ใช้ได้	23	6.48	ใช้ได้
6	5.30	ใช้ได้	15	4.33	ใช้ได้	24	6.57	ใช้ได้
7	8.51	ใช้ได้	16	6.64	ใช้ได้	25	6.64	ใช้ได้
8	6.60	ใช้ได้	17	9.00	ใช้ได้	26	6.09	ใช้ได้
9	6.09	ใช้ได้	18	9.00	ใช้ได้	27	7.40	ใช้ได้

จากตารางที่ 37 ผู้วิจัยนำแบบสำรวจแนวคิดในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างเพื่อเลือกแบบสำรวจจำนวน 20 ข้อ ไว้ใช้ โดยพิจารณาค่าอำนาจจำแนก ( $t$ -test) ซึ่งได้ผลดังตารางที่ 38

ตารางที่ 38 ค่าอำนาจจำแนก ( $t$ -test) และค่าความเชื่อมั่นของแบบสำรวจแนวคิด ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

ข้อที่	ค่าอำนาจจำแนก ( $t$ -test)	ข้อที่	ค่าอำนาจจำแนก ( $t$ -test)	ค่าความเชื่อมั่นของ แบบทดสอบทั้งฉบับ
1	9.00	11	6.64	0.96
2	8.57	12	9.00	
3	6.48	13	9.00	
4	6.09	14	8.51	
5	8.51	15	6.57	
6	6.60	16	6.48	
7	6.09	17	6.57	
8	6.65	18	6.64	
9	6.33	19	6.09	
10	6.33	20	7.40	

จากตารางที่ 38 เลือกแบบสำรวจแนวคิดในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ จำนวน 20 ข้อ มีค่าอำนาจจำแนก ( $t$ -test) ระหว่าง 6.09 – 9.00 แล้วหาค่าความเชื่อมั่นของแบบสำรวจทั้งฉบับ ได้ 0.96

สำหรับการคำนวณหาค่าความเชื่อมั่นของแบบสำรวจแนวคิดในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ สามารถใช้วิธีการหาสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาค (Cronbach's Alpha) โดยใช้ความแปรปรวนของคะแนนแต่ละข้อ และความแปรปรวนของคะแนนรวม ซึ่งปรากฏผลตารางที่

ตารางที่ 39 ความแปรปรวนของคะแนนแต่ละข้อ และความแปรปรวนของคะแนนรวม  
ของแบบสำรวจแนวคิดในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

ข้อที่	$S_i^2$	ข้อที่	$S_i^2$
1	0.55	11	0.55
2	0.40	12	0.23
3	0.49	13	0.39
4	0.35	14	0.37
5	0.45	15	0.44
$\sum_{i=1}^5 S_i^2$	2.24	$\sum_{i=11}^{15} S_i^2$	1.97
$S_{t_1}^2$	6.77	$S_{t_3}^2$	6.79
6	0.32	16	0.46
7	0.55	17	0.42
8	0.82	18	0.48
9	0.54	19	0.56
10	0.47	20	0.50
$\sum_{i=6}^{10} S_i^2$	2.70	$\sum_{i=16}^{20} S_i^2$	2.42
$S_{t_2}^2$	8.57	$S_{t_4}^2$	8.72
	$\sum_{i=1}^{20} S_i^2$		9.34
	$S_t^2$		105.89

$$\text{จากตารางที่ 39 } \alpha = \frac{k}{k-1} \left( 1 - \frac{\sum_{i=1}^k S_i^2}{S_t^2} \right)$$

เมื่อ  $\alpha$  แทน ค่าความเชื่อมั่น

$k$  แทน จำนวนข้อของแบบทดสอบ

$S_i^2$  แทน ความแปรปรวนของคะแนนแต่ละข้อ

$S_t^2$  แทน ความแปรปรวนของคะแนนรวม



ด้านการทำความเข้าใจปัญหา

$$\text{จะได้ } k=5, \sum_{i=1}^5 S_i^2 = 2.24 \text{ และ } S_t^2 = 6.77$$

$$\text{จะได้ว่า } \alpha_1 = \frac{5}{4} \left( 1 - \frac{2.24}{6.77} \right) = 0.84$$

ด้านการวางแผนแก้ปัญหา

$$\text{จะได้ } k=5, \sum_{i=6}^{10} S_i^2 = 2.70 \text{ และ } S_t^2 = 8.57$$

$$\text{จะได้ว่า } \alpha_2 = \frac{5}{4} \left( 1 - \frac{2.70}{8.57} \right) = 0.86$$

ด้านการดำเนินการตามแผน

$$\text{จะได้ } k=5, \sum_{i=11}^{15} S_i^2 = 1.97 \text{ และ } S_t^2 = 6.79$$

$$\text{จะได้ว่า } \alpha_3 = \frac{5}{4} \left( 1 - \frac{1.97}{6.79} \right) = 0.89$$

ด้านการตรวจสอบผล

$$\text{จะได้ } k=5, \sum_{i=16}^{20} S_i^2 = 2.42 \text{ และ } S_t^2 = 8.72$$

$$\text{จะได้ว่า } \alpha_4 = \frac{5}{4} \left( 1 - \frac{2.42}{8.72} \right) = 0.90$$

รวมทั้งฉบับ

$$\text{จะได้ } k=20, \sum_{i=1}^{20} S_i^2 = 9.34 \text{ และ } S_t^2 = 105.89$$

จะได้ว่า

$$\begin{aligned} \alpha &= \frac{k}{k-1} \left( 1 - \frac{\sum_{i=1}^k S_i^2}{S_t^2} \right) \\ &= \frac{20}{19} \left( 1 - \frac{9.34}{105.89} \right) \\ &= 0.96 \end{aligned}$$

ตารางที่ 40 ผลการประเมินความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาของแบบสอบถามความเชื่อมั่น  
ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

ข้อที่	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					รวม	ค่า <i>IOC</i>	แปลผล
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5			
1	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
2	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
3	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
4	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
5	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
6	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
7	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
8	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
9	0	1	0	1	1	3	0.60	ใช้ได้
10	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
11	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
12	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
13	0	0	0	1	1	2	0.40	ใช้ไม่ได้
14	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
15	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
16	-1	0	0	1	1	1	0.20	ใช้ไม่ได้
17	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
18	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
19	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
20	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
21	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
22	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
23	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
24	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้

ตารางที่ 40 (ต่อ)

ข้อที่	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					รวม	ค่า <i>IOC</i>	แปลผล
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5			
25	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
26	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
27	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
28	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
29	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
30	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้

จากตารางที่ 40 สรุปผลการประเมินได้ว่า แบบสอบถามความเชื่อมั่นในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ มีความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา 28 ข้อ มีความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาอยู่ระหว่าง 0.60 – 1.00

ตารางที่ 41 ค่าอำนาจจำแนก ( $t$  – test) ของแบบสอบถามความเชื่อมั่นในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

ข้อที่	ค่าอำนาจจำแนก ( $t$ – test)	แปลผล	ข้อที่	ค่าอำนาจจำแนก ( $t$ – test)	แปลผล
1	4.58	ใช้ได้	9	3.54	ใช้ได้
2	4.84	ใช้ได้	10	5.20	ใช้ได้
3	4.70	ใช้ได้	11	6.53	ใช้ได้
4	5.02	ใช้ได้	12	5.66	ใช้ได้
5	2.78	ใช้ได้	13	3.54	ใช้ได้
6	6.33	ใช้ได้	14	6.57	ใช้ได้
7	4.09	ใช้ได้	15	3.13	ใช้ได้
8	5.67	ใช้ได้	16	3.25	ใช้ได้

ตารางที่ 41 (ต่อ)

ข้อที่	ค่าอำนาจจำแนก ( <i>t</i> – test)	แปลผล	ข้อที่	ค่าอำนาจจำแนก ( <i>t</i> – test)	แปลผล
17	3.31	ใช้ได้	23	2.78	ใช้ได้
18	4.71	ใช้ได้	24	2.06	ใช้ได้
19	5.25	ใช้ได้	25	7.60	ใช้ได้
20	4.16	ใช้ได้	26	4.58	ใช้ได้
21	4.71	ใช้ได้	27	4.38	ใช้ได้
22	5.43	ใช้ได้	28	10.61	ใช้ได้

จากตารางที่ 41 ผู้วิจัยนำแบบสอบถามความเชื่อมั่นในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างเพื่อเลือกแบบสำรวจจำนวน 20 ข้อไว้ใช้ โดยพิจารณาอำนาจจำแนก (*t* – test) ซึ่งได้ผลดังตารางที่ 42

ตารางที่ 42 ค่าอำนาจจำแนก (*t* – test) และค่าความเชื่อมั่นของแบบสอบถามความเชื่อมั่นในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

ข้อที่	ค่าอำนาจจำแนก ( <i>t</i> – test)	ข้อที่	ค่าอำนาจจำแนก ( <i>t</i> – test)	ข้อที่	ค่าอำนาจจำแนก ( <i>t</i> – test)	ค่าความเชื่อมั่นของ แบบทดสอบทั้งฉบับ
1	4.58	10	5.66	19	4.38	0.96
2	4.84	11	6.57	20	10.61	
3	4.70	12	4.71			
4	5.02	13	5.25			
5	6.33	14	4.16			
6	4.09	15	4.71			
7	5.67	16	5.43			
8	5.20	17	7.60			
9	6.53	18	4.58			

จากตารางที่ 42 เลือกแบบสอบถามความเชื่อมั่นในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ จำนวน 20 ข้อ มีค่าอำนาจจำแนก ( $t$ -test) ระหว่าง 4.09 – 10.06 แล้วหาค่าความเชื่อมั่นของแบบสอบถามทั้งฉบับได้ 0.96

สำหรับการคำนวณหาค่าความเชื่อมั่นของแบบสอบถามความเชื่อมั่นในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ สามารถใช้วิธีการหาสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาค (Cronbach's Alpha) โดยใช้ความแปรปรวนของคะแนนแต่ละข้อ และความแปรปรวนของคะแนนรวม ซึ่งปรากฏผลตารางที่ 43

ตารางที่ 43 ความแปรปรวนของคะแนนแต่ละข้อ และความแปรปรวนของคะแนนรวมของแบบสอบถามความเชื่อมั่นในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

ข้อความเชิงบวก		ข้อความเชิงนิเสธ	
ข้อที่	$S_i^2$	ข้อที่	$S_i^2$
1	0.85	3	0.56
2	0.64	4	0.69
6	0.54	5	0.51
8	0.49	7	0.71
11	0.37	9	0.49
14	0.40	10	0.51
15	0.38	12	0.36
16	0.50	13	0.44
18	0.16	17	0.57
19	0.57	20	0.85
ความแปรปรวนของ คะแนนข้อความเชิงบวก	4.90	ความแปรปรวนของ คะแนนข้อความเชิงนิเสธ	5.69
$S_{t_1}^2$	25.16	$S_{t_2}^2$	43.82
	$\sum_{i=1}^{20} S_i^2$		10.59
	$S_t^2$		127.12

จากตารางที่ 43

$$\text{จะได้ว่า } \alpha = \frac{k}{k-1} \left( 1 - \frac{\sum_{i=1}^k S_i^2}{S_t^2} \right)$$

เมื่อ  $\alpha$  แทน ค่าความเชื่อมั่น

$k$  แทน จำนวนข้อของแบบทดสอบ

$S_i^2$  แทน ความแปรปรวนของคะแนนแต่ละข้อ

$S_t^2$  แทน ความแปรปรวนของคะแนนรวม

ข้อความเชิงบวก

$$\text{จะได้ } k=10, \sum_{i=1}^{10} S_i^2 = 4.90 \text{ และ } S_t^2 = 25.16$$

$$\text{จะได้ว่า } \alpha_1 = \frac{10}{9} \left( 1 - \frac{4.90}{25.16} \right) = 0.89$$

ข้อความเชิงนิเสธ

$$\text{จะได้ } k=10, \sum_{i=1}^{10} S_i^2 = 5.69 \text{ และ } S_t^2 = 43.82$$

$$\text{จะได้ว่า } \alpha_2 = \frac{10}{9} \left( 1 - \frac{5.69}{43.82} \right) = 0.97$$

รวมทั้งฉบับ

$$\text{จะได้ } k=20, \sum_{i=1}^{20} S_i^2 = 10.59 \text{ และ } S_t^2 = 127.12$$

จะได้ว่า

$$\begin{aligned} \alpha &= \frac{k}{k-1} \left( 1 - \frac{\sum_{i=1}^k S_i^2}{S_t^2} \right) \\ &= \frac{20}{19} \left( 1 - \frac{10.59}{127.12} \right) \\ &= 0.96 \end{aligned}$$

## ภาคผนวก ค

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลการวิจัย

ตอนที่ 1 ผลการเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลและฟังก์ชันลอการิทึม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนด้วยวิธีการสอนแบบแลกเปลี่ยนบทบาท และใช้กระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ กับวิธีการสอนแบบปกติ

ตารางที่ 44 คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลและฟังก์ชันลอการิทึม นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนด้วยวิธีการสอนแบบแลกเปลี่ยนบทบาท และใช้กระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ กับวิธีการสอนแบบปกติ (40 คะแนน)

นักเรียน คนที่	คะแนน กลุ่มทดลอง	นักเรียน คนที่	คะแนน กลุ่มควบคุม
1	35	1	32
2	39	2	22
3	37	3	31
4	37	4	32
5	28	5	32
6	38	6	27
7	37	7	31
8	38	8	26
9	34	9	34
10	30	10	32
11	34	11	33
12	36	12	31
13	28	13	29
14	39	14	34
15	38	15	32
16	37	16	31
17	40	17	27



ตารางที่ 44 (ต่อ)

นักเรียน คนที่	คะแนน กลุ่มทดลอง	นักเรียน คนที่	คะแนน กลุ่มควบคุม
18	38	18	35
19	40	19	26
20	40	20	34
21	36	21	33
22	32	22	36
23	39	23	38
24	40	24	32
25	40	25	25
26	40	26	34
27	38	27	35
28	38	28	37
29	35	29	31
30	40	30	30
31	32	31	29
32	32	32	30
33	40	33	32
34	40	34	23
35	34	35	32
36	40	36	30
37	40	37	35
38	32	38	32
39	40	39	32
40	40	40	32
41	40	41	32

ตารางที่ 44 (ต่อ)

นักเรียน คนที่	คะแนน กลุ่มทดลอง	นักเรียน คนที่	คะแนน กลุ่มควบคุม
42	39	42	34
43	40	43	33
44	40	44	30
45	40	45	29
		46	34
$\bar{x}_1$	37.11	$\bar{x}_2$	31.33
$S_1^2$	11.87	$S_2^2$	11.34

จากตารางที่ 44 วิเคราะห์ข้อมูลตอนที่ 1 ได้ดังนี้

พิจารณาความแปรปรวนของคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ทั้งสองกลุ่ม ดังนี้

สมมติฐานทดสอบ คือ  $H_0 : \sigma_1^2 = \sigma_2^2$

$H_1 : \sigma_1^2 \neq \sigma_2^2$

สถิติทดสอบ คือ  $F = \frac{S_1^2}{S_2^2}$

$$df_1 = n_1 - 1, \quad df_2 = n_2 - 1$$

เมื่อ  $F$  แทน ค่าสถิติทดสอบที่มีการแจกแจงแบบเอฟ

$S_1^2$  แทน ความแปรปรวนของกลุ่มทดลอง

$S_2^2$  แทน ความแปรปรวนของกลุ่มควบคุม

จาก  $S_1^2 = 11.87$  ,  $S_2^2 = 11.34$

ดังนั้น  $F = \frac{S_1^2}{S_2^2} = 1.048$

เนื่องจาก  $F_{(0.05, 44, 45)} = 1.645$

ดังนั้น  $F < F_{(0.05, 44, 45)}$  นั่นคือ  $1.048 < 1.645$  .....(1)

วิเคราะห์โดยใช้โปรแกรม R

.....(2)

Group1	Group2
11.87374	11.33575
F test to compare two variances	
data: Score by Group	
F = 1.0475, num df = 44, denom df = 45, p-value = 0.8769	
alternative hypothesis: true ratio of variances is not equal to 1	
95 percent confidence interval:	
0.5781731 1.9014709	
sample estimates:	
ratio of variances	
1.047459	

จาก (1) และ (2) จะได้ว่า ค่าสถิติทดสอบ  $F$  เท่ากับ 1.048 ซึ่งน้อยกว่า  $F_{(0.05,44,45)} = 1.645$  และ  $p$ -value เท่ากับ 0.8769 ซึ่งมากกว่านัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

เพราะฉะนั้นจึงยอมรับ  $H_0$  นั่นคือ ความแปรปรวนของคะแนนทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลและฟังก์ชันลอการิทึม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนด้วยวิธีการสอนแบบแลกเปลี่ยนบทบาท และใช้กระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์กับนักเรียนที่เรียนด้วยวิธีการสอนแบบปกติไม่แตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

เปรียบเทียบคะแนนทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลและฟังก์ชันลอการิทึม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนด้วยวิธีการสอนแบบแลกเปลี่ยนบทบาท และใช้กระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ กับนักเรียนที่เรียนด้วยวิธีการสอนแบบปกติ โดยคำนวณจากสถิติทดสอบ  $t$ -test สำหรับกลุ่มตัวอย่างที่เป็นอิสระต่อกัน ดังนี้

$$\text{สมมติฐานทดสอบ คือ } H_0 : \mu_1 \leq \mu_2$$

$$H_1 : \mu_1 > \mu_2$$

สถิติทดสอบ คือ 
$$t = \frac{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}{\sqrt{S_p^2 \left( \frac{1}{N_1} + \frac{1}{N_2} \right)}}$$

เมื่อ 
$$S_p^2 = \frac{(N_1 - 1)S_1^2 + (N_2 - 1)S_2^2}{(N_1 - 1) + (N_2 - 1)}$$

เมื่อ  $\bar{x}_1$  แทน คะแนนเฉลี่ยกลุ่มที่ 1

$\bar{x}_2$  แทน คะแนนเฉลี่ยกลุ่มที่ 2

$N_1$  แทน จำนวนนักเรียนกลุ่มที่ 1

$N_2$  แทน จำนวนนักเรียนกลุ่มที่ 2

$S_1^2$  แทน ความแปรปรวนกลุ่มที่ 1

$S_2^2$  แทน ความแปรปรวนกลุ่มที่ 2

$S_p^2$  แทน ความแปรปรวนร่วม

ดังนั้น  $t = 8.100$

เนื่องจาก  $t_{(.05,89)} = 1.662$

ดังนั้น  $t > t_{(.05,89)}$  นั่นคือ  $8.100 > 1.662$  .....(3)

วิเคราะห์โดยใช้โปรแกรม R .....(4)

Two Sample t-test	
data: Score by Group	
t = 8.1004, df = 89, p-value = 1.351e-12	
alternative hypothesis: true difference in means is greater than 0	
95 percent confidence interval: 4.597976 Inf	
sample estimates:	
mean in group Group1	mean in group Group2
37.11111	31.32609

จาก (3) และ (4) จะได้ว่า ค่าสถิติทดสอบ  $t$  เท่ากับ 8.100 ซึ่งมีค่ามากกว่า  $t_{(.05,89)} = 1.662$  และ  $p$ -value เท่ากับ 0.000 ซึ่งน้อยกว่านัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

เพราะฉะนั้นจึงปฏิเสธ  $H_0$  นั่นคือ คะแนนเฉลี่ยของคะแนนทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลและฟังก์ชันลอการิทึม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนด้วยวิธีการสอนแบบแลกเปลี่ยนบทบาท และใช้กระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ สูงกว่านักเรียนที่เรียนด้วยวิธีการสอนแบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

ตารางที่ 45 คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ (4 ด้าน) เรื่อง ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลและฟังก์ชันลอการิทึม นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนด้วยวิธีการสอนแบบแลกเปลี่ยนบทบาท และใช้กระบวนการแก้ปัญหามathematics กับวิธีการสอนแบบปกติ

ด้านทำความเข้าใจปัญหา (8 คะแนน)		ด้านวางแผนแก้ปัญหา (8 คะแนน)				ด้านดำเนินการตามแผน (16 คะแนน)				ด้านตรวจสอบผล (8 คะแนน)					
นักเรียน	คะแนน EG	นักเรียน	คะแนน CG	นักเรียน	คะแนน EG	นักเรียน	คะแนน CG	นักเรียน	คะแนน EG	นักเรียน	คะแนน CG	นักเรียน	คะแนน EG	นักเรียน	คะแนน CG
1	7	1	6	1	6	1	6	1	14	1	13	1	8	1	7
2	8	2	6	2	7	2	5	2	16	2	8	2	8	2	3
3	8	3	6	3	8	3	6	3	15	3	14	3	6	3	5
4	8	4	6	4	6	4	6	4	16	4	13	4	7	4	7
5	7	5	7	5	7	5	6	5	11	5	13	5	3	5	6
6	8	6	5	6	6	6	4	6	16	6	13	6	8	6	5
7	6	7	6	7	7	7	6	7	16	7	13	7	8	7	6
8	7	8	7	8	7	8	5	8	16	8	9	8	8	8	5
9	6	9	8	9	6	9	5	9	16	9	13	9	6	9	8
10	7	10	8	10	4	10	5	10	14	10	13	10	5	10	6
11	7	11	7	11	6	11	8	11	15	11	12	11	6	11	6
12	7	12	7	12	6	12	4	12	16	12	12	12	7	12	8
13	8	13	6	13	5	13	4	13	12	13	13	13	5	13	6

## ตารางที่ 45 (ต่อ)

ด้านทำความเข้าใจ ปัญหา (8 คะแนน)				ด้านวางแผนแก้ปัญหา (8 คะแนน)				ด้านดำเนินการ ตามแผน (16 คะแนน)				ด้านตรวจสอบผล (8 คะแนน)			
นัก เรียน	คะแนน EG	นัก เรียน	คะแนน CG	นัก เรียน	คะแนน EG	นัก เรียน	คะแนน CG	นัก เรียน	คะแนน EG	นัก เรียน	คะแนน CG	นัก เรียน	คะแนน EG	นัก เรียน	คะแนน CG
14	8	14	5	14	8	14	7	14	16	14	14	14	7	14	8
15	7	15	7	15	7	15	4	15	16	15	13	15	8	15	8
16	8	16	6	16	6	16	6	16	15	16	12	16	8	16	7
17	8	17	8	17	8	17	4	17	16	17	10	17	8	17	5
18	8	18	7	18	7	18	8	18	16	18	13	18	7	18	7
19	8	19	8	19	8	19	3	19	16	19	11	19	8	19	4
20	8	20	7	20	8	20	6	20	16	20	14	20	8	20	7
21	7	21	8	21	6	21	5	21	15	21	14	21	8	21	6
22	6	22	8	22	6	22	7	22	14	22	14	22	6	22	7
23	8	23	8	23	7	23	8	23	16	23	14	23	8	23	8
24	8	24	8	24	8	24	5	24	16	24	13	24	8	24	6
25	8	25	7	25	8	25	3	25	16	25	11	25	8	25	4
26	8	26	7	26	8	26	8	26	16	26	13	26	8	26	6
27	8	27	8	27	6	27	7	27	16	27	13	27	8	27	7
28	8	28	8	28	6	28	7	28	16	28	14	28	8	28	8
29	6	29	7	29	6	29	4	29	16	29	13	29	7	29	7
30	8	30	7	30	8	30	3	30	16	30	13	30	8	30	7
31	6	31	7	31	5	31	4	31	15	31	13	31	6	31	5
32	7	32	7	32	6	32	4	32	15	32	13	32	4	32	6
33	8	33	7	33	8	33	5	33	16	33	13	33	8	33	7
34	8	34	7	34	8	34	3	34	16	34	11	34	8	34	2
35	8	35	7	35	5	35	6	35	15	35	13	35	6	35	6
36	8	36	7	36	8	36	5	36	16	36	14	36	8	36	4
37	8	37	7	37	8	37	7	37	16	37	13	37	8	37	8

ตารางที่ 45 (ต่อ)

ด้านทำความเข้าใจ ปัญหา (8 คะแนน)				ด้านวางแผนแก้ปัญหา (8 คะแนน)				ด้านดำเนินการ ตามแผน (16 คะแนน)				ด้านตรวจสอบผล (8 คะแนน)			
นัก เรียน	คะแนน EG	นัก เรียน	คะแนน CG	นัก เรียน	คะแนน EG	นัก เรียน	คะแนน CG	นัก เรียน	คะแนน EG	นัก เรียน	คะแนน CG	นัก เรียน	คะแนน EG	นัก เรียน	คะแนน CG
38	8	38	6	38	5	38	5	38	14	38	14	38	5	38	7
39	8	39	6	39	8	39	6	39	16	39	14	39	8	39	6
40	8	40	6	40	8	40	5	40	16	40	14	40	8	40	7
41	8	41	6	41	8	41	5	41	16	41	14	41	8	41	7
42	7	42	8	42	8	42	7	42	16	42	14	42	8	42	5
43	8	43	6	43	8	43	7	43	16	43	13	43	8	43	7
44	8	44	6	44	8	44	5	44	16	44	13	44	8	44	6
45	8	45	6	45	8	45	5	45	16	45	13	45	8	45	5
		46	7			46	6			46	13			46	8
$\bar{x}$	7.56	$\bar{x}$	6.85	$\bar{x}$	6.91	$\bar{x}$	5.43	$\bar{x}$	15.47	$\bar{x}$		$\bar{x}$	7.22	$\bar{x}$	6.22

จากตารางที่ 45 วิเคราะห์ข้อมูลความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์รายด้าน  
ได้ดังนี้

### 1. ด้านการทำความเข้าใจปัญหา

พิจารณาค่าความแปรปรวนของคะแนนด้านการทำความเข้าใจปัญหาทั้งสองกลุ่ม  
ดังนี้

สมมติฐานทดสอบ คือ  $H_0 : \sigma_1^2 = \sigma_2^2$

$H_1 : \sigma_1^2 \neq \sigma_2^2$

สถิติทดสอบ คือ  $F = \frac{S_1^2}{S_2^2}$

$$df_1 = n_1 - 1, \quad df_2 = n_2 - 1$$

เมื่อ  $F$  แทน ค่าสถิติทดสอบที่มีการแจกแจงแบบเอฟ

$S_1^2$  แทน ความแปรปรวนของกลุ่มทดลอง

$S_2^2$  แทน ความแปรปรวนของกลุ่มควบคุม

จาก  $S_1^2 = 0.48$  ,  $S_2^2 = 0.71$

ดังนั้น  $F = \frac{S_1^2}{S_2^2} = .676$

เนื่องจาก  $F_{(.05,44,45)} = 1.645$

ดังนั้น  $F < F_{(.05,44,45)}$  นั่นคือ  $0.676 < 1.645$  .....(5)

วิเคราะห์โดยใช้โปรแกรม R .....(6)

Group1	Group2
0.4797980	0.7096618
F test to compare two variances	
data: Score by Group	
F = 0.67609, num df = 44, denom df = 45, p-value = 0.1964	
alternative hypothesis: true ratio of variances is not equal to 1	
95 percent confidence interval:	
0.3731879 1.2273245	
sample estimates: ratio of variances 0.6760938	

จาก (5) และ (6) จะได้ว่า ค่าสถิติทดสอบ  $F$  เท่ากับ 0.676 ซึ่งน้อยกว่า  $F_{(.05,44,45)} = 1.645$  และ  $p$ -value เท่ากับ 0.196 ซึ่งมากกว่านัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

เพราะฉะนั้นจึงยอมรับ  $H_0$  นั่นคือ ความแปรปรวนของคะแนนทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ด้านทำความเข้าใจปัญหา เรื่อง ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลและฟังก์ชันลอการิทึม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนด้วยวิธีการสอนแบบแลกเปลี่ยนบทบาท และใช้กระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์กับนักเรียนที่เรียนด้วยวิธีการสอนแบบปกติไม่แตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

เปรียบเทียบคะแนนทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ด้านการทำความเข้าใจปัญหา เรื่อง ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลและฟังก์ชันลอการิทึม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนด้วยวิธีการสอนแบบแลกเปลี่ยนบทบาท และใช้กระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ กับนักเรียนที่เรียนด้วยวิธีการสอนแบบปกติ โดยคำนวณจากสถิติทดสอบ  $t$ -test สำหรับกลุ่มตัวอย่างที่เป็นอิสระต่อกัน ดังนี้



สมมติฐานทดสอบ คือ  $H_0 : \mu_1 \leq \mu_2$

$H_1 : \mu_1 > \mu_2$

สถิติทดสอบ คือ  $t = \frac{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}{\sqrt{S_p^2 \left( \frac{1}{N_1} + \frac{1}{N_2} \right)}}$

เมื่อ  $S_p^2 = \frac{(N_1 - 1)S_1^2 + (N_2 - 1)S_2^2}{(N_1 - 1) + (N_2 - 1)}$

เมื่อ  $\bar{x}_1$  แทน คะแนนเฉลี่ยกลุ่มที่ 1

$\bar{x}_2$  แทน คะแนนเฉลี่ยกลุ่มที่ 2

$N_1$  แทน จำนวนนักเรียนกลุ่มที่ 1

$N_2$  แทน จำนวนนักเรียนกลุ่มที่ 2

$S_1^2$  แทน ความแปรปรวนกลุ่มที่ 1

$S_2^2$  แทน ความแปรปรวนกลุ่มที่ 2

$S_p^2$  แทน ความแปรปรวนร่วม

ดังนั้น  $t = 4.372$

เนื่องจาก  $t_{(0.05,89)} = 1.662$

ดังนั้น  $t > t_{(0.05,89)}$  นั่นคือ  $4.372 > 1.662$  .....(7)

วิเคราะห์โดยใช้โปรแกรม R .....(8)

Two Sample t-test

data: Score by Group

t = 4.3722, df = 89, p-value = 1.663e-05

alternative hypothesis: true difference in means is greater than 0

95 percent confidence interval:

0.4386764    Inf

sample estimates:

mean in group Group1    mean in group Group2

7.555556                  6.847826

จาก (7) และ (8) จะได้ว่า ค่าสถิติทดสอบ  $t$  เท่ากับ 4.372 ซึ่งมีค่ามากกว่า  $t_{(.05,89)} = 1.662$  และ  $p$ -value เท่ากับ 0.000 ซึ่งน้อยกว่านัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

เพราะฉะนั้นจึงปฏิเสธ  $H_0$  นั่นคือ คะแนนเฉลี่ยของคะแนนทดสอบความสามารถด้านการทำความเข้าใจปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลและฟังก์ชันลอการิทึม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนด้วยวิธีการสอนแบบแลกเปลี่ยนบทบาท และใช้กระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ สูงกว่านักเรียนที่เรียนด้วยวิธีการสอนแบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

## 2. ด้านการวางแผนแก้ปัญหา

พิจารณาความแปรปรวนของคะแนนด้านการวางแผนแก้ปัญหาทั้งสองกลุ่ม ดังนี้

$$\text{สมมติฐานทดสอบ คือ } H_0 : \sigma_1^2 = \sigma_2^2$$

$$H_1 : \sigma_1^2 \neq \sigma_2^2$$

$$\text{สถิติทดสอบ คือ } F = \frac{S_1^2}{S_2^2}, \quad df_1 = n_1 - 1, \quad df_2 = n_2 - 1$$

เมื่อ  $F$  แทน ค่าสถิติทดสอบที่มีการแจกแจงแบบเอฟ

$S_1^2$  แทน ความแปรปรวนของกลุ่มทดลอง

$S_2^2$  แทน ความแปรปรวนของกลุ่มควบคุม

$$\text{จาก } S_1^2 = 1.31, \quad S_2^2 = 1.98$$

$$\text{ดังนั้น } F = \frac{S_1^2}{S_2^2} = 0.660$$

$$\text{เนื่องจาก } F_{(.05,44,45)} = 1.645$$

$$\text{ดังนั้น } F < F_{(.05,44,45)} \quad \text{นั่นคือ } 0.660 < 1.645 \quad \dots\dots\dots(9)$$

$$\text{วิเคราะห์โดยใช้โปรแกรม R} \quad \dots\dots\dots(10)$$

```

Group1 1.310101 Group2 1.984541

F test to compare two variances

data: Score by Group
F = 0.66015, num df = 44, denom df = 45, p-value = 0.1706
alternative hypothesis: true ratio of variances is not equal to 1
95 percent confidence interval: 0.364389 1.198387
sample estimates:ratio of variances 0.6601531

```

จาก (9) และ (10) จะได้ว่า ค่าสถิติทดสอบ  $F$  เท่ากับ 0.660 ซึ่งน้อยกว่า  $F_{(0.05,44,45)} = 1.645$  และ  $p$ -value เท่ากับ 0.171 ซึ่งมากกว่านัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

เพราะฉะนั้นจึงยอมรับ  $H_0$  นั่นคือ ความแปรปรวนของคะแนนทดสอบความสามารถด้านการวางแผนแก้ปัญหา เรื่อง ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลและฟังก์ชันลอการิทึม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนด้วยวิธีการสอนแบบแลกเปลี่ยนบทบาท และใช้กระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์กับนักเรียนที่เรียนด้วยวิธีการสอนแบบปกติไม่แตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

เปรียบเทียบคะแนนทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ด้านการวางแผนแก้ปัญหา เรื่อง ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลและฟังก์ชันลอการิทึม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนด้วยวิธีการสอนแบบแลกเปลี่ยนบทบาท และใช้กระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ กับนักเรียนที่เรียนด้วยวิธีการสอนแบบปกติ โดยคำนวณจากสถิติทดสอบ  $t$ -test สำหรับกลุ่มตัวอย่างที่เป็นอิสระต่อกัน ดังนี้

สมมติฐานทดสอบ คือ  $H_0 : \mu_1 \leq \mu_2$

$H_1 : \mu_1 > \mu_2$

สถิติทดสอบ คือ  $t = \frac{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}{\sqrt{S_p^2 \left( \frac{1}{N_1} + \frac{1}{N_2} \right)}}$

เมื่อ  $S_p^2 = \frac{(N_1 - 1)S_1^2 + (N_2 - 1)S_2^2}{(N_1 - 1) + (N_2 - 1)}$

เมื่อ  $\bar{x}_1$  แทน คะแนนเฉลี่ยกลุ่มที่ 1

$\bar{x}_2$  แทน คะแนนเฉลี่ยกลุ่มที่ 2

$N_1$  แทน จำนวนนักเรียนกลุ่มที่ 1

$N_2$  แทน จำนวนนักเรียนกลุ่มที่ 2

$S_1^2$  แทน ความแปรปรวนกลุ่มที่ 1

$S_2^2$  แทน ความแปรปรวนกลุ่มที่ 2

$S_p^2$  แทน ความแปรปรวนร่วม

ดังนั้น  $t = 5.480$

เนื่องจาก  $t_{(0.05,89)} = 1.662$

ดังนั้น  $t > t_{(0.05,89)}$  นั่นคือ  $5.480 > 1.662$  .....(11)

วิเคราะห์โดยใช้โปรแกรม R

.....(12)

Two Sample t-test	
data: Score by Group	
t = 5.4797, df = 89, p-value = 1.961e-07	
alternative hypothesis: true difference in means is greater than 0	
95 percent confidence interval:	
1.028517	Inf
sample estimates: mean in group Group1 mean in group Group2	
6.911111	5.434783

จาก (11) และ (12) จะได้ว่า ค่าสถิติทดสอบ  $t$  เท่ากับ 5.480 ซึ่งมีค่ามากกว่า  $t_{(.05,89)} = 1.662$  และ  $p$ -value เท่ากับ 0.000 ซึ่งน้อยกว่านัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

เพราะฉะนั้นจึงปฏิเสธ  $H_0$  นั่นคือคะแนนเฉลี่ยของคะแนนทดสอบความสามารถด้านการวางแผนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลและฟังก์ชันลอการิทึม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนด้วยวิธีการสอนแบบแลกเปลี่ยนบทบาท และใช้กระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ สูงกว่านักเรียนที่เรียนด้วยวิธีการสอนแบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

### 3. ด้านการดำเนินการตามแผน

พิจารณาความแปรปรวนของคะแนนด้านการดำเนินการตามแผนทั้งสองกลุ่ม  
ดังนี้

สมมติฐานทดสอบ คือ  $H_0 : \sigma_1^2 = \sigma_2^2$

$H_1 : \sigma_1^2 \neq \sigma_2^2$

สถิติทดสอบ คือ  $F = \frac{S_1^2}{S_2^2}$

$df_1 = n_1 - 1$  ,  $df_2 = n_2 - 1$

เมื่อ  $F$  แทน ค่าสถิติทดสอบที่มีการแจกแจงแบบเอฟ

$S_1^2$  แทน ความแปรปรวนของกลุ่มทดลอง

$S_2^2$  แทน ความแปรปรวนของกลุ่มควบคุม

จาก  $S_1^2 = 1.16$  ,  $S_2^2 = 1.70$

$$\text{ดังนั้น} \quad F = \frac{S_1^2}{S_2^2} = 0.684$$

$$\text{เนื่องจาก} \quad F_{(0.05,44,45)} = 1.645$$

$$\text{ดังนั้น} \quad F < F_{(0.05,44,45)} \quad \text{นั่นคือ} \quad 0.684 < 1.645 \quad \dots\dots\dots(13)$$

$$\text{วิเคราะห์โดยใช้โปรแกรม R} \quad \dots\dots\dots(14)$$

Group1	Group2
1.163636	1.702415
F test to compare two variances	
data: Score by Group	
F = 0.68352, num df = 44, denom df = 45, p-value = 0.2091	
alternative hypothesis: true ratio of variances is not equal to 1	
95 percent confidence interval:	
0.3772874 1.2408068	
sample estimates:	
ratio of variances	
0.6835208	

จาก (13) และ (10) จะได้ว่า ค่าสถิติทดสอบ  $F$  เท่ากับ 0.684 ซึ่งน้อยกว่า  $F_{(0.05,44,45)} = 1.645$  และ  $p$ -value เท่ากับ 0.209 ซึ่งมากกว่านัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

เพราะฉะนั้นจึงยอมรับ  $H_0$  นั่นคือความแปรปรวนของคะแนนทดสอบความสามารถด้านการดำเนินการตามแผน เรื่อง ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลและฟังก์ชันลอการิทึม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนด้วยวิธีการสอนแบบแลกเปลี่ยนบทบาท และใช้กระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์กับนักเรียนที่เรียนด้วยวิธีการสอนแบบปกติไม่แตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

เปรียบเทียบคะแนนทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ด้านการดำเนินการตามแผน เรื่อง ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลและฟังก์ชันลอการิทึม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนด้วยวิธีการสอนแบบแลกเปลี่ยนบทบาท และใช้กระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ กับนักเรียนที่เรียนด้วยวิธีการสอนแบบปกติ โดยคำนวณจากสถิติทดสอบ  $t$ -test สำหรับกลุ่มตัวอย่างที่เป็นอิสระต่อกัน ดังนี้

สมมติฐานทดสอบ คือ  $H_0 : \mu_1 \leq \mu_2$

$$H_1 : \mu_1 > \mu_2$$

สถิติทดสอบ คือ  $t = \frac{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}{\sqrt{S_p^2 \left( \frac{1}{N_1} + \frac{1}{N_2} \right)}}$

เมื่อ  $S_p^2 = \frac{(N_1 - 1)S_1^2 + (N_2 - 1)S_2^2}{(N_1 - 1) + (N_2 - 1)}$

เมื่อ  $\bar{x}_1$  แทน คะแนนเฉลี่ยกลุ่มที่ 1

$\bar{x}_2$  แทน คะแนนเฉลี่ยกลุ่มที่ 2

$N_1$  แทน จำนวนนักเรียนกลุ่มที่ 1

$N_2$  แทน จำนวนนักเรียนกลุ่มที่ 2

$S_1^2$  แทน ความแปรปรวนกลุ่มที่ 1

$S_2^2$  แทน ความแปรปรวนกลุ่มที่ 2

$S_p^2$  แทน ความแปรปรวนร่วม

ดังนั้น  $t = 10.509$

เนื่องจาก  $t_{(0.05, 89)} = 1.662$

ดังนั้น  $t > t_{(0.05, 89)}$  นั่นคือ  $10.509 > 1.662$  .....(15)

วิเคราะห์โดยใช้โปรแกรม R .....(16)

#### Two Sample t-test

data: Score by Group

t = 10.509, df = 89, p-value < 2.2e-16

alternative hypothesis: true difference in means is greater than 0

95 percent confidence interval:

2.222949 Inf

sample estimates:

mean in group Group1 mean in group Group2

15.46667

12.82609

จาก (15) และ (16) จะได้ว่า ค่าสถิติทดสอบ  $t$  เท่ากับ 10.509 ซึ่งมีค่ามากกว่า  $t_{(0.05,89)} = 1.662$  และ  $p$ -value เท่ากับ 0.000 ซึ่งน้อยกว่านัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

เพราะฉะนั้นจึงปฏิเสธ  $H_0$  นั่นคือคะแนนเฉลี่ยของคะแนนทดสอบความสามารถด้านการดำเนินการตามแผน เรื่อง ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลและฟังก์ชันลอการิทึมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนด้วยวิธีการสอนแบบแลกเปลี่ยนบทบาท และใช้กระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ สูงกว่านักเรียนที่เรียนด้วยวิธีการสอนแบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

#### 4. ด้านการตรวจสอบผล

พิจารณาความแปรปรวนของคะแนนด้านการตรวจสอบผลทั้งสองกลุ่ม ดังนี้

$$\text{สมมติฐานทดสอบ คือ } H_0 : \sigma_1^2 = \sigma_2^2$$

$$H_1 : \sigma_1^2 \neq \sigma_2^2$$

$$\text{สถิติทดสอบ คือ } F = \frac{S_1^2}{S_2^2}$$

$$df_1 = n_1 - 1, \quad df_2 = n_2 - 1$$

เมื่อ  $F$  แทน ค่าสถิติทดสอบที่มีการแจกแจงแบบเอฟ

$S_1^2$  แทน ความแปรปรวนของกลุ่มทดลอง

$S_2^2$  แทน ความแปรปรวนของกลุ่มควบคุม

$$\text{จาก } S_1^2 = 1.59, \quad S_2^2 = 1.95$$

$$\text{ดังนั้น } F = \frac{S_1^2}{S_2^2} = 0.813$$

$$\text{เนื่องจาก } F_{(0.05,44,45)} = 1.645$$

$$\text{ดังนั้น } F < F_{(0.05,44,45)} \text{ นั่นคือ } 0.813 < 1.645 \quad \dots\dots\dots(17)$$

$$\text{วิเคราะห์โดยใช้โปรแกรม R} \quad \dots\dots\dots(18)$$

Group1 1.585859

Group2 1.951691

F test to compare two variances

data: Score by Group

F = 0.81256, num df = 44, denom df = 45, p-value = 0.4925

alternative hypothesis: true ratio of variances is not equal to 1

95 percent confidence interval: 0.448512 1.475047

sample estimates:ratio of variances 0.8125563

จาก (17) และ (18) จะได้ว่า ค่าสถิติทดสอบ  $F$  เท่ากับ 0.813 ซึ่งน้อยกว่า  $F_{(0.05,44,45)} = 1.645$  และ  $p$ -value เท่ากับ 0.493 ซึ่งมากกว่านัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

เพราะฉะนั้นจึงยอมรับ  $H_0$  นั่นคือ ความแปรปรวนของคะแนนทดสอบความสามารถด้านการตรวจสอบผล เรื่อง ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลและฟังก์ชันลอการิทึม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนด้วยวิธีการสอนแบบแลกเปลี่ยนบทบาท และใช้กระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์กับนักเรียนที่เรียนด้วยวิธีการสอนแบบปกติไม่แตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

เปรียบเทียบคะแนนทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ด้านการตรวจสอบผล เรื่อง ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลและฟังก์ชันลอการิทึม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนด้วยวิธีการสอนแบบแลกเปลี่ยนบทบาท และใช้กระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ กับนักเรียนที่เรียนด้วยวิธีการสอนแบบปกติ โดยคำนวณจากสถิติทดสอบ  $t$ -test สำหรับกลุ่มตัวอย่างที่เป็นอิสระต่อกัน ดังนี้

สมมติฐานทดสอบ คือ  $H_0 : \mu_1 \leq \mu_2$

$H_1 : \mu_1 > \mu_2$

สถิติทดสอบ คือ  $t = \frac{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}{\sqrt{S_p^2 \left( \frac{1}{N_1} + \frac{1}{N_2} \right)}}$

เมื่อ  $S_p^2 = \frac{(N_1 - 1)S_1^2 + (N_2 - 1)S_2^2}{(N_1 - 1) + (N_2 - 1)}$

เมื่อ  $\bar{x}_1$  แทน คะแนนเฉลี่ยกลุ่มที่ 1

$\bar{x}_2$  แทน คะแนนเฉลี่ยกลุ่มที่ 2

$N_1$  แทน จำนวนนักเรียนกลุ่มที่ 1

$N_2$  แทน จำนวนนักเรียนกลุ่มที่ 2

$S_1^2$  แทน ความแปรปรวนกลุ่มที่ 1

$S_2^2$  แทน ความแปรปรวนกลุ่มที่ 2

$S_p^2$  แทน ความแปรปรวนร่วม

ดังนั้น  $t = 3.601$

เนื่องจาก  $t_{(0.05,89)} = 1.662$

ดังนั้น  $t > t_{(0.05,89)}$  นั่นคือ  $3.601 > 1.662$  .....(19)



วิเคราะห์โดยใช้โปรแกรม R

.....(20)

Two Sample t-test	
data: Score by Group	
t = 3.6014, df = 89, p-value = 0.0002603	
alternative hypothesis: true difference in means is greater than 0	
95 percent confidence interval:	
0.5410685	Inf
sample estimates:	
mean in group Group1	mean in group Group2
7.222222	6.217391

จาก (19) และ (20) จะได้ว่า ค่าสถิติทดสอบ  $t$  เท่ากับ 3.601 ซึ่งมีค่ามากกว่า  $t_{(0.05,89)} = 1.662$  และ  $p$ -value เท่ากับ 0.000 ซึ่งน้อยกว่านัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

เพราะฉะนั้นจึงปฏิเสธ  $H_0$  นั่นคือ คะแนนเฉลี่ยของคะแนนทดสอบความสามารถด้านการตรวจสอบผล เรื่อง ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลและฟังก์ชันลอการิทึม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนด้วยวิธีการสอนแบบแลกเปลี่ยนบทบาท และใช้กระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ สูงกว่านักเรียนที่เรียนด้วยวิธีการสอนแบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

สรุปสมมติฐานตอนที่ 1 ได้ว่านักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนด้วยวิธีการสอนแบบแลกเปลี่ยนบทบาท และใช้กระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลและฟังก์ชันลอการิทึม มีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ทั้งในด้านการทำความเข้าใจปัญหา ด้านการวางแผนการแก้ปัญหา ด้านการดำเนินการตามแผน และด้านการตรวจสอบผล สูงกว่าวิธีการสอนแบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

ตอนที่ 2 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลและฟังก์ชันลอการิทึม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนด้วยวิธีการสอนแบบแลกเปลี่ยนบทบาท และใช้กระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์กับวิธีการสอนแบบปกติ

ตารางที่ 46 คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลและฟังก์ชันลอการิทึม นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนด้วยวิธีการสอนแบบแลกเปลี่ยนบทบาท และใช้กระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์กับวิธีการสอนแบบปกติ (10 คะแนน)

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

ตารางที่ 46 (ต่อ)

นักเรียน คนที่	คะแนน กลุ่มทดลอง	นักเรียน คนที่	คะแนน กลุ่มควบคุม
20	9	20	7
21	7	21	7
22	6	22	7
23	10	23	6
24	10	24	7
25	9	25	6
26	9	26	5
27	8	27	7
28	8	28	6
29	7	29	7
30	9	30	6
31	7	31	6
32	7	32	6
33	10	33	6
34	9	34	7
35	7	35	6
36	10	36	5
37	9	37	6
38	9	38	5
39	9	39	6
40	9	40	9
41	9	41	7
42	8	42	6
43	9	43	7
44	9	44	4

ตารางที่ 46 (ต่อ)

นักเรียน คนที่	คะแนน กลุ่มทดลอง	นักเรียน คนที่	คะแนน กลุ่มควบคุม
45	8	45	7
		46	6
$\bar{x}_1$	8.16	$\bar{x}_2$	6.07
$S_1^2$	1.45	$S_2^2$	1.26

จากตารางที่ 46 วิเคราะห์ข้อมูลตอนที่ 2 ได้ดังนี้

พิจารณาความแปรปรวนของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ทั้งสองกลุ่ม

ดังนี้

สมมติฐานทดสอบ คือ  $H_0 : \sigma_1^2 = \sigma_2^2$

$H_1 : \sigma_1^2 \neq \sigma_2^2$

สถิติทดสอบ คือ  $F = \frac{S_1^2}{S_2^2}$

$$df_1 = n_1 - 1, \quad df_2 = n_2 - 1$$

เมื่อ  $F$  แทน ค่าสถิติทดสอบที่มีการแจกแจงแบบเอฟ

$S_1^2$  แทน ความแปรปรวนของกลุ่มทดลอง

$S_2^2$  แทน ความแปรปรวนของกลุ่มควบคุม

จาก  $S_1^2 = 1.45$  ,  $S_2^2 = 1.26$

ดังนั้น  $F = \frac{S_1^2}{S_2^2} = 1.151$

เนื่องจาก  $F_{(0.05, 44, 45)} = 1.645$

ดังนั้น  $F < F_{(0.05, 44, 45)}$  นั่นคือ  $1.151 < 1.645$  .....(21)

วิเคราะห์โดยใช้โปรแกรม R

.....(22)

Group1	Group2
1.452525	1.262319
F test to compare two variances	
data: Score by Group	
F = 1.1507, num df = 44, denom df = 45, p-value = 0.6408	
alternative hypothesis: true ratio of variances is not equal to 1	
95 percent confidence interval:	
0.6351485 2.0888491	
sample estimates:	
ratio of variances	
1.15068	

จาก (21) และ (22) จะได้ว่า ค่าสถิติทดสอบ  $F$  เท่ากับ 1.151 ซึ่งน้อยกว่า  $F_{(0.05,44,45)} = 1.645$  และ  $p$ -value เท่ากับ 0.641 ซึ่งมากกว่านัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

เพราะฉะนั้นจึงยอมรับ  $H_0$  นั่นคือ ความแปรปรวนของคะแนนทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลและฟังก์ชันลอการิทึม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนด้วยวิธีการสอนแบบแลกเปลี่ยนบทบาท และใช้กระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์กับนักเรียนที่เรียนด้วยวิธีการสอนแบบปกติไม่แตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

เปรียบเทียบคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลและฟังก์ชันลอการิทึม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนด้วยวิธีการสอนแบบแลกเปลี่ยนบทบาท และใช้กระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ กับนักเรียนที่เรียนด้วยวิธีการสอนแบบปกติ โดยคำนวณจากสถิติทดสอบ  $t$ -test สำหรับกลุ่มตัวอย่างที่เป็นอิสระต่อกัน ดังนี้

สมมติฐานทดสอบ คือ

$$H_0 : \mu_1 \leq \mu_2$$

$$H_1 : \mu_1 > \mu_2$$

สถิติทดสอบ คือ

$$t = \frac{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}{\sqrt{S_p^2 \left( \frac{1}{N_1} + \frac{1}{N_2} \right)}}$$

$$\text{เมื่อ } S_p^2 = \frac{(N_1 - 1)S_1^2 + (N_2 - 1)S_2^2}{(N_1 - 1) + (N_2 - 1)}$$

เมื่อ  $\bar{x}_1$  แทน คะแนนเฉลี่ยกลุ่มที่ 1  
 $\bar{x}_2$  แทน คะแนนเฉลี่ยกลุ่มที่ 2  
 $N_1$  แทน จำนวนนักเรียนกลุ่มที่ 1  
 $N_2$  แทน จำนวนนักเรียนกลุ่มที่ 2  
 $S_1^2$  แทน ความแปรปรวนกลุ่มที่ 1  
 $S_2^2$  แทน ความแปรปรวนกลุ่มที่ 2  
 $S_p^2$  แทน ความแปรปรวนร่วม

ดังนั้น  $t = 8.560$

เนื่องจาก  $t_{(0.05, 89)} = 1.662$

ดังนั้น  $t > t_{(0.05, 89)}$  นั่นคือ  $8.560 > 1.662$  .....(23)

วิเคราะห์โดยใช้โปรแกรม R .....(24)

Two Sample t-test	
data: Score by Group	
t = 8.5604, df = 89, p-value = 1.524e-13	
alternative hypothesis: true difference in means is greater than 0	
95 percent confidence interval:	
1.684462	Inf
sample estimates:	
mean in group Group1	mean in group Group2
8.155556	6.065217

จาก (23) และ (24) จะได้ว่า ค่าสถิติทดสอบ  $t$  เท่ากับ 8.560 ซึ่งมีค่ามากกว่า  $t_{(0.05, 89)} = 1.662$  และ  $p$ -value เท่ากับ 0.000 ซึ่งน้อยกว่านัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 เพราะฉะนั้นจึงปฏิเสธ  $H_0$  นั่นคือ คะแนนเฉลี่ยของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลและฟังก์ชันลอการิทึมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

ที่เรียนด้วยวิธีการสอนแบบแลกเปลี่ยนบทบาท และใช้กระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์  
สูงกว่านักเรียนที่เรียนด้วยวิธีการสอนแบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

ตารางที่ 47 คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียน

เรื่อง ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลและฟังก์ชันลอการิทึม นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5  
ที่เรียนด้วยวิธีการสอนแบบแลกเปลี่ยนบทบาท และใช้กระบวนการแก้ปัญหาทาง  
คณิตศาสตร์ กับวิธีการสอนแบบปกติ (10 คะแนน)

นักเรียน คนที่	คะแนน ก่อนเรียน กลุ่มทดลอง	คะแนน หลังเรียน กลุ่มทดลอง	นักเรียน คนที่	คะแนน ก่อนเรียน กลุ่มควบคุม	คะแนน หลังเรียน กลุ่มควบคุม
1	3	7	1	1	8
2	3	9	2	2	4
3	2	7	3	1	7
4	4	8	4	3	7
5	4	6	5	2	5
6	4	7	6	0	6
7	2	7	7	3	4
8	2	8	8	3	7
9	5	8	9	1	7
10	4	5	10	1	7
11	3	8	11	2	5
12	4	8	12	1	6
13	3	6	13	4	6
14	2	9	14	1	7
15	4	8	15	3	5
16	3	8	16	2	5

ตารางที่ 47 (ต่อ)

นักเรียน คนที่	คะแนน ก่อนเรียน กลุ่มทดลอง	คะแนน หลังเรียน กลุ่มทดลอง	นักเรียน คนที่	คะแนน ก่อนเรียน กลุ่มควบคุม	คะแนน หลังเรียน กลุ่มควบคุม
17	1	10	17	1	4
18	4	9	18	3	4
10	4	8	10	2	5
20	2	9	20	2	7
21	2	7	21	4	7
22	4	6	22	1	7
23	4	10	23	3	6
24	2	10	24	1	7
25	2	9	25	3	6
26	4	9	26	3	5
27	2	8	27	4	7
28	1	8	28	2	6
29	1	7	29	3	7
30	1	9	30	3	6
31	2	7	31	4	6
32	1	7	32	3	6
33	4	10	33	4	6
34	1	9	34	4	7
35	4	7	35	5	6
36	5	10	36	1	5
37	3	9	37	1	6
38	4	9	38	2	5
39	5	9	39	3	6
40	3	9	40	3	9
41	4	9	41	3	7



ตารางที่ 47 (ต่อ)

นักเรียน คนที่	คะแนน ก่อนเรียน กลุ่มทดลอง	คะแนน หลังเรียน กลุ่มทดลอง	นักเรียน คนที่	คะแนน ก่อนเรียน กลุ่มควบคุม	คะแนน หลังเรียน กลุ่มควบคุม
42	4	8	42	1	6
43	4	9	43	4	7
44	1	9	44	1	4
45	2	8	45	3	7
			46	1	6
$\bar{x}_1$	2.96	8.16	$\bar{x}_2$	2.35	6.07
$S.D._1$	1.24	1.21	$S.D._2$	1.20	1.12

เปรียบเทียบคะแนนทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน เรื่อง ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลและฟังก์ชันลอการิทึม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนด้วยวิธีการสอนแบบแลกเปลี่ยนบทบาท และใช้กระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ (กลุ่มทดลอง) โดยคำนวณจากสถิติทดสอบ  $t$ -test สำหรับกลุ่มตัวอย่างที่ไม่เป็นอิสระต่อกัน ดังนี้

สมมติฐานทดสอบ คือ  $H_0 : \mu_D \leq 0$

$H_1 : \mu_D > 0$

สถิติทดสอบ คือ 
$$t = \frac{\sum_{i=1}^N D_i}{\sqrt{\frac{N \sum_{i=1}^N D_i^2 - (\sum_{i=1}^N D_i)^2}{N-1}}}$$

เมื่อ  $D$  แทน ความแตกต่างระหว่างคะแนนแต่ละคู่

$N$  แทน จำนวนคู่

$df$  แทน ความเป็นอิสระมีค่าเท่ากับ  $N-1$

ดังนั้น  $t = 20.049$

เนื่องจาก  $t_{(0.05,44)} = 1.680$

ดังนั้น  $t > t_{(0.05,44)}$  นั่นคือ  $20.049 > 1.680$  .....(25)

วิเคราะห์โดยใช้โปรแกรม R

.....(26)

Paired t-test	
data:	Posttest and Pretest
t =	20.049, df = 44, p-value < 2.2e-16
alternative hypothesis:	true difference in means is greater than 0
95 percent confidence interval:	
	4.764199 Inf
sample estimates:	
mean of the differences	5.2

จาก (25) และ (26) จะได้ว่า ค่าสถิติทดสอบ  $t$  เท่ากับ 20.049 ซึ่งมีค่ามากกว่า  $t_{(0.05,44)} = 1.680$  และ  $p$ -value เท่ากับ 0.000 ซึ่งน้อยกว่านัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

เพราะฉะนั้นจึงปฏิเสธ  $H_0$  นั่นคือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนด้วยวิธีการสอนแบบแลกเปลี่ยนบทบาท และใช้กระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลและฟังก์ชันลอการิทึม มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

เปรียบเทียบคะแนนทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน เรื่อง ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลและฟังก์ชันลอการิทึม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนด้วยวิธีการสอนแบบปกติ (กลุ่มควบคุม) โดยคำนวณจากสถิติทดสอบ  $t$ -test สำหรับกลุ่มตัวอย่างที่เป็นอิสระต่อกัน ดังนี้

สมมติฐานทดสอบ คือ  $H_0 : \mu_D \leq 0$

$H_1 : \mu_D > 0$

สถิติทดสอบ คือ 
$$t = \frac{\sum_{i=1}^N D_i}{\sqrt{\frac{N \sum_{i=1}^N D_i^2 - (\sum_{i=1}^N D_i)^2}{N-1}}}$$

เมื่อ  $D$  แทน ความแตกต่างระหว่างคะแนนแต่ละคู่

$N$  แทน จำนวนคู่

$df$  แทน ความเป็นอิสระมีค่าเท่ากับ  $N-1$

ดังนั้น  $t = 16.176$

เนื่องจาก  $t_{(.05,45)} = 1.679$

ดังนั้น  $t > t_{(.05,45)}$  นั่นคือ  $16.176 > 1.679$  .....(27)

วิเคราะห์โดยใช้โปรแกรม R .....(28)

Paired t-test
data: Posttest and Pretest
t = 16.176, df = 45, p-value < 2.2e-16
alternative hypothesis: true difference in means is greater than 0
95 percent confidence interval:
3.331435 Inf
sample estimates:
mean of the differences 3.717391

จาก (27) และ (28) จะได้ว่า ค่าสถิติทดสอบ  $t$  เท่ากับ 16.176 ซึ่งมีค่ามากกว่า  $t_{(.05,45)} = 1.679$  และ  $p$ -value เท่ากับ 0.000 ซึ่งน้อยกว่านัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

เพราะฉะนั้นจึงปฏิเสธ  $H_0$  นั่นคือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียน เรื่อง ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลและฟังก์ชันลอการิทึม ด้วยวิธีสอนแบบปกติ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

ตารางที่ 48 คะแนนเฉลี่ยความเชื่อมั่นในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียน  
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนด้วยวิธีการสอนแบบแลกเปลี่ยนบทบาท และใช้  
กระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ กับวิธีการสอนแบบปกติ

ข้อที่	คะแนนเฉลี่ยกลุ่มทดลอง	คะแนนเฉลี่ยกลุ่มควบคุม
1	3.96	3.65
2	3.98	3.78
3	3.89	3.72
4	4.04	3.67
5	4.02	3.74
6	4.02	3.83
7	4.18	3.67
8	3.69	3.63
9	3.93	3.91
10	4.13	3.83
11	3.91	3.83
12	4.13	3.78
13	4.20	3.78
14	3.76	3.57
15	4.09	3.70
16	4.51	3.93
17	4.18	3.67
18	3.64	3.54
19	3.64	3.46
20	3.84	2.91
รวมเฉลี่ย	3.99	3.68

จากตารางที่ 48 จะได้

สมมติฐานทดสอบ คือ  $H_0 : \mu_D \leq 0$

$H_1 : \mu_D > 0$

สถิติทดสอบ คือ 
$$t = \frac{\sum_{i=1}^N D_i}{\sqrt{\frac{N \sum_{i=1}^N D_i^2 - (\sum_{i=1}^N D_i)^2}{N-1}}}$$

เมื่อ  $D$  แทน ความแตกต่างระหว่างคะแนนแต่ละคู่

$N$  แทน จำนวนคู่

$df$  แทน ความเป็นอิสระมีค่าเท่ากับ  $N-1$

ดังนั้น  $t = 6.3693$

เนื่องจาก  $t_{(0.05,19)} = 1.7291$

ดังนั้น  $t > t_{(0.05,19)}$  นั่นคือ  $6.3693 > 1.7291$  .....(49)

วิเคราะห์โดยใช้โปรแกรม R .....(50)

#### Paired t-test

data: Group1 and Group2

$t = 6.3693$ ,  $df = 19$ ,  $p\text{-value} = 2.068e-06$

alternative hypothesis: true difference in means is greater than 0

95 percent confidence interval:

0.2236563 Inf

sample estimates:

mean of the differences 0.307

จาก (49) และ (50) จะได้ว่า ค่าสถิติทดสอบ  $t$  เท่ากับ 6.3693 ซึ่งมีความมากกว่า  $t_{(0.05,19)} = 1.7291$  และ  $p\text{-value}$  เท่ากับ 0.000 ซึ่งน้อยกว่านัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

เพราะฉะนั้นจึงปฏิเสธ  $H_0$  นั่นคือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียน เรื่อง ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลและฟังก์ชันลอการิทึม เรียนด้วยวิธีการสอนแบบแลกเปลี่ยนบทบาท และใช้กระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์มีความเชื่อมั่นในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่เรียนด้วยวิธีสอนแบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

ตารางที่ 49 ผลการประเมินพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนด้วย  
วิธีการสอนแบบแลกเปลี่ยนบทบาท และใช้กระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

กลุ่มที่	$\bar{x}$	S.D.	ระดับคุณภาพ
1	34.67	6.38	ดีมาก
2	35.50	6.06	ดีมาก
3	32.67	8.36	ดีมาก
4	35.17	7.33	ดีมาก
5	34.17	7.63	ดีมาก
6	34.50	6.44	ดีมาก
7	31.33	8.48	ดีมาก
8	31.17	9.04	ดีมาก
9	36.17	6.01	ดีมาก
รวม	33.93	7.30	ดีมาก

จากการสอนแบบแลกเปลี่ยนบทบาทและใช้กระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์คือ พฤติกรรมการทำงานกลุ่ม ซึ่งมีคะแนนการทำงานกลุ่มเฉลี่ย 33.93 คะแนน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเฉลี่ยเท่ากับ 7.30 คะแนน ซึ่งอยู่ในระดับดีมาก ซึ่งสะท้อนให้เห็นว่า นักเรียนแต่ละกลุ่ม มีการแลกเปลี่ยนบทบาทและมีความรับผิดชอบตามบทบาทของตน แลกเปลี่ยนความคิดเห็นกับสมาชิกในกลุ่ม ยอมรับผลงานของสมาชิกในกลุ่ม ช่วยเหลือเพื่อนสมาชิกในกลุ่ม มีความกระตือรือร้นในการทำงานกลุ่ม มีการวางแผนในการทำงานและปฏิบัติตามแผน ให้ความร่วมมือในการทำงานกลุ่ม ทำกิจกรรมกลุ่มที่ได้รับมอบหมาย ปฏิบัติกิจกรรมเสร็จตามเวลาที่กำหนด และผลการทำกิจกรรมถูกต้อง

## ภาคผนวก ง

### เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

- แผนการจัดการเรียนรู้โดยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยวิธีการสอนแบบแลกเปลี่ยนบทบาทและใช้กระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
- แผนการจัดการเรียนรู้โดยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยวิธีการสอนแบบปกติ
- แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
- แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์
- แบบสำรวจแนวคิดในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
- แบบสอบถามความเชื่อมั่นในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

แผนการจัดการเรียนรู้ โดยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยวิธีการสอนแบบแลกเปลี่ยนบทบาทและ  
ใช้กระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์



### แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1

(วิธีการสอนแบบแลกเปลี่ยนบทบาทและใช้กระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์)

รายวิชาคณิตศาสตร์เพิ่มเติม 3	รหัสวิชา ค32201	ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5
หน่วยการเรียนรู้ที่ 1	ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลและลอการิทึม	เวลา 7 ชั่วโมง
แผนที่ 1	คำนวณดอกเบี้ย	เวลา 1 ชั่วโมง

1. ผลการเรียนรู้ นำความรู้เรื่องฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียล และฟังก์ชันลอการิทึม ไปใช้แก้ปัญหาได้
2. สาระการเรียนรู้ คำนวณดอกเบี้ย
3. สาระสำคัญ

ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลสามารถนำมาประยุกต์ใช้ในการคำนวณดอกเบี้ยเงินฝากหรือดอกเบี้ยเงินกู้ยืม โดยใช้สูตร

$$P(t) = P_0 \left(1 + \frac{r}{n}\right)^{nt}$$

เมื่อ  $P(t)$  แทน เงินทั้งหมดที่ได้รับ

$P_0$  แทน เงินฝากเริ่มต้น

$r$  แทน อัตราดอกเบี้ย(ต่อปี)

$t$  แทน จำนวนเวลาที่ฝากเงิน (หน่วยเป็นปี)

$n$  แทน จำนวนครั้งที่คิดดอกเบี้ยต่อปี

#### 4. จุดประสงค์การเรียนรู้

4.1 ด้านความรู้ทางคณิตศาสตร์ : เพื่อให้นักเรียนสามารถแก้ปัญหาเกี่ยวกับการคำนวณดอกเบี้ยได้

4.2 ด้านทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ : เพื่อให้นักเรียน

- 1) เข้าใจกระบวนการแก้ปัญหาและมีประสบการณ์ในการแก้ปัญหาตามแนวคิดของโพลยาและกระบวนการแก้ปัญหาที่เป็นพลวัต
- 2) มีโอกาสได้อธิบายเหตุผล สื่อสาร สื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ การนำเสนอและแลกเปลี่ยนบทบาทกันกับครู โดยการฝึกการตั้งคำถาม การสร้างความกระจ่าง การคาดการณ์ล่วงหน้า การสรุป และการแก้ปัญหา

**4.3 ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์ :** เพื่อให้ นักเรียนมีส่วนร่วม มีวินัย ให้ความร่วมมือ ช่วยเหลือซึ่งกันและกัน และรับผิดชอบในการแก้ปัญหาของกลุ่ม

## 5. กิจกรรมการเรียนรู้

### ขั้นก่อนแลกเปลี่ยนบทบาท

1. ครูทักทายนักเรียนพร้อมทั้งแจ้งจุดประสงค์การเรียนรู้ให้นักเรียนทราบว่า เมื่อเรียนจบแผนการจัดการเรียนรู้แล้ว นักเรียนจะสามารถ

- นำความรู้เรื่องฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลไปใช้ในการแก้ปัญหาคำนวณ คอกเบี้ยได้

พร้อมทั้งชี้แจงให้นักเรียนทราบว่า จะจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยการแลกเปลี่ยน บทบาทและใช้กระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

2. ครูให้นักเรียนทำการทดสอบก่อนเรียนด้วยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลและฟังก์ชันลอการิทึม พร้อมทำการสำรวจก่อนเรียนด้วย แบบสำรวจแนวคิดในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

3. ครูเล่านิทานเกี่ยวกับการร่วมมือกันในการทำงานให้ประสบความสำเร็จ เรื่อง “เด็ก น้อยกับมดแดง” ให้นักเรียนทุกคนฟัง เนื้อเรื่องของนิทานเป็นดังนี้

หลังเลิกเรียนเด็ก ๆ กำลังรอพ่อแม่มารับกลับบ้าน แต่วัน น้อย เล็ก และใหญ่ เป็น เวนทำความสะอาดห้องเรียน เด็ก ๆ ไม่ชอบให้ห้องเรียนสกปรกจึงช่วยทำเวรกันอย่างขยันขันแข็ง นวลมีหน้าที่ลบกระดาน น้อยอาสากวาดห้อง เล็กเริ่มถูห้องเรียน ใหญ่สนุกกับการเช็ดกระจกให้ วาววับ ขณะที่พวกเด็ก ๆ กำลังทำเวร อ้วนและจอม สองคู่หูก็เดินมาชวนทุกคนไปเล่น ทั้งสองซุ มอี่ยมอันโต และขนมอีกมากมาย นวลเห็นเพื่อน ๆ กำลังตามสองคู่หูไปจึงรีบร้องห้าม น้อย เล็ก และ ใหญ่ ไม่สนใจคำพูดของนวล พวกเด็ก ๆ วิ่งกรูออกไปที่สนามด้านนอกที่มีชิงช้าสีขาวยู่ เด็ก ๆ ร้องเพลงเล่นกันอย่างสนุกสนาน อ้วนและจอมแบ่งขนมให้เพื่อน ๆ เล็กชอบกินขนมปังชั้น ใหญ่ ใหญ่ชอบกินเค้กช็อกโกแลต พวกเด็ก ๆ หัวเราะอย่างมีความสุข ขณะนั้นเองเล็กทำขนมปัง ตกลงพื้น มดแดงตัวหนึ่งกำลังเดินหาอาหารผ่านมาพบเข้า เจ้ามดน้อยดีใจมาก มันพยายามแบกขนมปัง ปังชั้นหลังเพื่อนกลับรัง แต่ขนมปังชั้นใหญ่เกินไป เจ้ามดน้อยไม่มีแรงพอที่จะแบกขนมปังชั้น ใหญ่ขนาดนี้ได้ ถึงแม้ว่ามันจะพยายามจนสุดกำลัง พวกเด็ก ๆ เห็นเข้าก็สงสาร จึงเอ่ยปากช่วยเหลือ แต่มดน้อยปฏิเสธ “ข้าเป็นมดน้อย ตัวจ้อยกะจิตริต แต่มีความคิด ฉลาดใซ้ย่อย ขนมปังชั้นใหญ่ ข้า ไม่ทอดย ชวนเพื่อนตัวน้อย ร่วมด้วยช่วยกัน” เจ้ามดน้อยพูดกับเด็ก ๆ แล้วรีบวิ่งกลับรัง “ขนมปัง ชั้นโตร่วงสู่พื้นดิน มดน้อยอยากกิน ชักชวนเพื่อนมา หากยกคนเดียว คงไม่มีค่า สามัคคีคือรัก

ยกขึ้นสบาย” เจ้ามดน้อยร้องชวน ทันใดนั้นมดนับสิบรีบออกมาจากรังอย่างรวดเร็ว พวกมันร้องสั่งงานกันอย่างขันแข็ง พวกมดทำงานอย่างพร้อมเพรียง ขนมปังขึ้นใหญ่ที่หน้าจอนเจ้ามดน้อยยกไม่ขึ้น บัดนี้มดแดงทั้งฝูงกลับยกขึ้นอย่างสบาย ๆ ด้วยความร่วมมือร่วมใจกันนั่นเอง และก่อนที่ฝูงมดจะแบกขนมปังกลับรัง มดน้อยได้หันมาพูดกับเด็ก ๆ ว่า “เจ้าเด็กน้อยเอ๋ย ไม่ยอมทำเวร มัวแต่ร้องเพลง สรวลเสเฮฮา พวกเราเป็นมด ยงดีเสียกว่า ยังรู้เวลาช่วยกันทำงาน” ว่าแล้วฝูงมดแดงร้อง “ฮุยเลฮุย” พร้อมแบกขนมปังมาบรรทุกไว้บนหลังแล้วเดินจากไป เด็ก ๆ มองฝูงมดและคิดได้ว่าแม้มดจะตัวเล็กนิดเดียว แต่ยังมีน้ำใจ รู้จักช่วยเหลือกันและร่วมมือกันทำงานอย่างสามัคคี แม้งานจะหนักก็ไม่เคยท้อถอย น้อย เล็กและใหญ่ จึงชวนกันไปขอโทษนวล นวลดีใจมากที่เพื่อน ๆ เห็นค่าของความสามัคคี นวลคิดว่าหากร่วมมือร่วมใจกันทำงาน งานก็จะเสร็จเร็วขึ้น และทุกคนก็จะไม่เหน็ดเหนื่อยเพราะช่วยกันทำคนละไม้คนละมือ นับตั้งแต่นั้นมาเด็ก ๆ ก็ช่วยกันทำความสะอาดห้องเรียนเสมอ ไม่ว่าวันนั้นงานจะหนักสักเท่าใด อ้วนกับจอม ก็เลิกชวนเพื่อนไปเล่นสนุกอย่างเดียว สองคู่หูกลับใจมาช่วยเพื่อน ๆ ทำความสะอาดและยังรับอาสาดูแลมุมหนังสือของห้องเด็ก ๆ มีความสุขมากที่ห้องเรียนของพวกเขาสะอาดและไม่เคยลืมบทเรียนที่ได้รับจากมดแดงในวันนั้นเลย

4. ครูและนักเรียนช่วยกันสรุปข้อคิดจากนิทาน โดยครูใช้คำถามนักเรียนว่าเพราะอะไรพวกมดแดงจึงสามารถแบกขนมปังขึ้นใหญ่ไปเป็นอาหารได้ (เพราะพวกมดแดงทุกตัวมีความรักใคร่สามัคคีกัน ช่วยเหลือซึ่งกันและกัน ร่วมมือร่วมใจกัน จึงทำให้มีอาหารกินกันทั้งรัง)

5. ครูแบ่งกลุ่มนักเรียนกลุ่มละ 5 คน โดยแต่ละกลุ่มละความสามารถกัน แบ่งเป็น เก่ง 1 คน : ปานกลาง 3 คน : อ่อน 1 คน (ใช้กลุ่มนี้ทดลองการทดลอง)

6. ครูแจกชุดกิจกรรมการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่องฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียล และฟังก์ชันลอการิทึมกลุ่มละ 5 ชุด ซึ่งในกิจกรรมประกอบไปด้วยสถานการณ์ปัญหา และครูให้นักเรียนบันทึกข้อมูลลงในแบบบันทึกข้อมูลกลุ่ม และให้แต่ละกลุ่มศึกษาขั้นตอนการปฏิบัติกิจกรรม ซึ่งแต่ละคนในกลุ่มจะต้องแบ่งบทบาทกัน ดังนี้ ผู้ตั้งคำถาม ผู้คาดการณ์ล่วงหน้า ผู้สร้างความกระจำ ผู้สรุป และผู้แก้ปัญหา

7. ครูชี้แจงให้นักเรียนเข้าใจบทบาทแต่ละบทบาท ตามวิธีการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยการแลกเปลี่ยนบทบาทและใช้กระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์



### ชั้นแลกเปลี่ยนบทบาท

8. ครูแนะนำกลวิธีการตั้งคำถามแก่นักเรียน ด้วยการถามนักเรียนว่านักเรียนเคยตั้งคำถามเพื่อหาคำตอบในปัญหาที่อ่านหรือไม่ ครูอธิบายว่าในการฝึกตั้งคำถามของตนเอง ครูจะถามตัวเองว่าปัญหาที่อ่านเกี่ยวกับเรื่องอะไร ปัญหาบออะไรกับเรา ซึ่งจะทำให้เราตั้งคำถามเกี่ยวกับเรื่องนั้นได้

9. ครูให้นักเรียนอ่านปัญหา “ช่วยหนูที” จากใบกิจกรรมที่ 1 ในชุดกิจกรรมการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่องฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียล และฟังก์ชันลอการิทึม แล้วครูยกตัวอย่างคำถามที่นักเรียนสามารถตั้งคำถามเกี่ยวกับปัญหาในใบกิจกรรม เช่น

- ปัญหานี้เกี่ยวกับอะไร
- ลองเล่าให้ฟังซิว่า ปัญหานี้มีว่าอย่างไร

10. ครูแนะนำให้นักเรียนสังเกตคำถามแต่ละข้อแล้วให้นักเรียนฝึกตอบคำถาม เช่น

- ปัญหานี้เกี่ยวกับเรื่องอะไร

ตอบ ดอกเบี้ยเงินฝาก

- ลองเล่าให้ฟังซิว่า ปัญหานี้มีว่าอย่างไร

ตอบ ญาน่ามีเงินเก็บอยู่ 500,000 บาท ต้องการนำเงินดังกล่าวไปฝากเพื่อกินดอกเบี้ยสัก 5 ปี โดยมีตัวเลือกอยู่ 3 ธนาคาร ซึ่งธนาคาร A ให้ดอกเบี้ยในอัตรา 6% จ่ายเพียงครั้งเดียว ธนาคาร B ให้ดอกเบี้ยในอัตรา 5% จ่ายทุกปี ปีละ 1 ครั้ง และธนาคาร C ให้ดอกเบี้ยในอัตรา 4% จ่ายทุก ๆ 3 เดือน

11. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายและสรุปวิธีการตั้งคำถาม ซึ่งจะได้อะไรจากการตั้งคำถามเป็นสิ่งสำคัญต่อปัญหาที่อ่าน เพราะการตั้งคำถามจะถามเฉพาะใจความสำคัญ ทำให้ผู้อ่านทดสอบตนเองได้ว่าเข้าใจปัญหาที่อ่านหรือไม่ และทำให้แยกแยะได้ว่าอะไรคือความสำคัญของ

ปัญหานั้นๆ ซึ่งมีหลักการโดยนักเรียนเป็นผู้บอกว่าปัญหานั้นเกี่ยวใคร อะไร ที่ไหน เมื่อไหร่  
ทำไม อย่างไร เป็นต้น หลังจากนั้นครูแนะนำวิธีการคาดการณ์ล่วงหน้าให้แก่นักเรียน

12. ครูให้นักเรียนทุกคนลองคาดการณ์ล่วงหน้าในปัญหา “ช่วยหนูที” จากใบกิจกรรม  
ที่ 1 จากนั้นครูนำเสนอตัวอย่างการคาดการณ์ล่วงหน้าจากปัญหาที่อ่าน โดยอาจตั้งคำถามเพื่อการ  
คาดการณ์ล่วงหน้า เช่น

ปัญหาต้องการถามเกี่ยวกับว่า หนูญาญ่าควรจะเลือกฝากเงินกับธนาคารใด จึงจะ  
ได้เงินฝากสูงสุด และคาดว่าธนาคาร C จะได้ออกเบี้ยสูงสุด เพราะจ่ายดอกเบี้ยทุกๆ 3 เดือน

13. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายและสรุปวิธีการคาดการณ์ล่วงหน้า ซึ่งจะได้อ่าน  
การคาดการณ์ล่วงหน้า ให้อาศัยตัวชี้แนะต่าง ๆ จากปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่อ่าน โดยอาศัยความรู้  
เดิม ได้แก่ ความรู้ทางด้านเนื้อหา ภาษาที่ผู้อ่านมีอยู่สามารถช่วยทำความเข้าใจในเรื่องได้มาก  
ขึ้น การคาดการณ์ล่วงหน้าอาศัยสิ่งช่วยเดาหลายประการ เช่น ชื่อเรื่องหรือหัวเรื่อง ภาพ หรือ  
แผนภูมิ คำ ข้อความ การใช้ภาษาในการเขียน เป็นต้น

14. ครูแนะนำทักษะการสร้างความกระจำง ในการทำความเข้าใจปัญหาหรือข้อความ  
ที่ไม่ชัดเจน มีวิธีดังนี้

- 1) การอ่านปัญหาซ้ำก็จะช่วยให้เข้าใจเรื่องชัดเจนยิ่งขึ้น
- 2) การเชื่อมโยงปัญหาหรือข้อความเข้าด้วยกันจะช่วยให้เข้าใจความหมายยิ่งขึ้น
- 3) ซักถามผู้รู้ หรือสืบค้นจากแหล่งเรียนรู้อื่นๆ

15. ครูให้นักเรียนฝึกสร้างความกระจำงในปัญหา “ช่วยหนูที” จากใบกิจกรรมที่ 1  
เช่น

พิจารณาแต่ละข้อความ ว่าหมายความว่าอย่างไร

- ให้ออกเบี้ยในอัตรา 6% จ่ายเพียงครั้งเดียว (ถ้ามีเงินต้น 100 บาท จะได้  
ดอกเบี้ย 6 บาท และจะจ่ายเพียงครั้งเดียว ตามจำนวนเวลาที่ฝาก)
- ให้ออกเบี้ยในอัตรา 5% จ่ายทุกปี ปีละ 1 ครั้ง (ถ้ามีเงินต้น 100 บาท จะได้  
ดอกเบี้ย 5 บาท และจะจ่ายทุกๆปีปีละ 1 ครั้ง)
- ให้ออกเบี้ยในอัตรา 4% จ่ายทุก ๆ 3 เดือน (ถ้ามีเงินต้น 100 บาท จะได้  
ดอกเบี้ย 4 บาท และจะจ่ายทุกๆ 3 เดือน ซึ่ง 1 ปีจะจ่ายดอกเบี้ย 4 ครั้ง)

พิจารณาความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่นำมาใช้แก้ปัญหาว่ามีอะไรบ้าง

- ร้อยละ ดอกเบี้ย ฟังก์ชันเอ็กซ์โพเนนเชียล

ฟังก์ชันเอ็กซ์โพเนนเชียลที่ใช้ในการแก้ปัญหา คือ

$$P(t) = P_0 \left(1 + \frac{r}{n}\right)^{nt}$$

เมื่อ  $P(t)$  แทน เงินทั้งหมดที่ได้รับ

$P_0$  แทน เงินฝากเริ่มต้น

$r$  แทน อัตราดอกเบี้ย(ต่อปี)

$t$  แทน จำนวนเวลาที่ฝากเงิน (หน่วยเป็นปี)

$n$  แทน จำนวนครั้งที่คิดดอกเบี้ยต่อปี

16. ครูอธิบายว่าการสร้างความกระจ่างจะทำให้นักเรียนเข้าใจปัญหามากขึ้น แล้วครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายและสรุปวิธีการสร้างความกระจ่าง ซึ่งจะได้ว่า การจะทำให้ผู้อ่านเข้าใจปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้ดีขึ้น อาจมีอุปสรรคบางอย่างในขณะที่อ่าน จึงต้องทำความเข้าใจกระจ่าง หรือย้อนกลับไปอ่านเพื่อทำความเข้าใจใหม่ เพราะการอ่านปัญหาซ้ำก็ช่วยให้อ่านเรื่องชัดเจนยิ่งขึ้น ต้องทำการเชื่อมโยงปัญหาหรือข้อความเข้าด้วยกันจะช่วยให้เข้าใจความหมายยิ่งขึ้น หากไม่เข้าใจข้อความที่กำลังอ่าน อาจใช้ประโยคก่อนหน้าหรือข้างหลังเป็นตัวชี้แนะ หากยังไม่กระจ่างก็อาจซักถามจากผู้รู้ หรือมีการสืบค้นจากแหล่งเรียนรู้อื่น ๆ เพื่อขยายความกระจ่างในส่วนอื่น ๆ ให้มากขึ้น

17. ครูอธิบายวิธีการสรุปใจความสำคัญของเรื่องที่อ่าน โดยนำคำตอบจากคำถามที่ฝึกถามและฝึกตอบมาเป็นประเด็นสำคัญที่สรุปได้

18. ครูให้นักเรียนสรุปใจความสำคัญในปัญหา “ช่วยหนูที” จากใบกิจกรรมที่ 1 เช่น

ปัญหานี้เกี่ยวกับเรื่องดอกเบี้ยเงินฝาก โดยปัญหากำหนดให้ญาติมีเงินเก็บอยู่ 500,000 บาท ต้องการนำเงินดังกล่าวไปฝากเพื่อกินดอกเบี้ยสัก 5 ปี โดยมีตัวเลือกอยู่ 3 ธนาคาร ซึ่งธนาคาร A ให้ดอกเบี้ยในอัตรา 6% จ่ายเพียงครั้งเดียว ธนาคาร B ให้ดอกเบี้ยในอัตรา 5% จ่ายทุกปี ปีละ 1 ครั้ง และธนาคาร C ให้ดอกเบี้ยในอัตรา 4% จ่ายทุก ๆ 3 เดือน ปัญหาต้องการหาว่าญาติควรเลือกฝากเงินกับธนาคารใด จึงจะได้เงินฝากสูงสุด

19. หลังจากที่นักเรียนทำความเข้าใจปัญหา โดยการอ่านปัญหา แล้วฝึกตั้งคำถาม การคาดการณ์ล่วงหน้า การสร้างความกระจ่าง และการสรุปแล้วให้นักเรียนแก้ปัญหโดยใช้กระบวนการแก้ปัญหทางคณิตศาสตร์ โดยเริ่มจาก

1) ขั้นการทำความเข้าใจปัญหา โดยการนำข้อมูลจาก 4 กิจกรรมแรกที่นักเรียนได้ แลกเปลี่ยนบทบาทแล้วมาเป็นตัวตั้ง (อะไรคือสิ่งที่ปัญหาต้องการ ปัญหากำหนดหรือให้เงื่อนไขอะไรบ้าง และข้อมูลใดจำเป็นต้องใช้ในการแก้ปัญห)

2) ขั้นการวางแผนแก้ปัญห คือการพิจารณาความสัมพันธ์ของสิ่งต่าง ๆ ในปัญหา แล้วกำหนดวิธีการ หรือแนวทางในการแก้ปัญห

3) ขั้นการดำเนินการตามแผน คือการลงมือกระทำตามแผนที่วางไว้ในขั้นที่ 2 แล้วเขียนอธิบายหรือแสดงวิธีทำจนกระทั่งได้คำตอบ

4) ขั้นการตรวจสอบผล คือการตรวจสอบคำตอบที่ได้ว่าถูกต้องหรือไม่ ถ้าไม่ถูกต้องควรแก้ไขอย่างไร โดยการตรวจคำตอบหรือการมองย้อนกลับ

ครูเดินสำรวจการแก้ปัญหของนักเรียน ตลอดจนใช้คำถามกระตุ้นและให้คำแนะนำเพื่อให้นักเรียนมีแนวคิดที่ถูกต้องในการแก้ปัญห

#### ขั้นหลังแลกเปลี่ยนบทบาท

20. ครูให้นักเรียนช่วยกันอภิปรายและสรุปเกี่ยวกับกระบวนการแก้ปัญห เรื่อง คำนวณดอกเบี้ย ซึ่งจะได้ว่า การแก้ปัญหเรื่องการคำนวณดอกเบี้ยเงินฝากหรือดอกเบี้ยเงินกู้ทบต้น มีความรู้ แนวคิด ขั้นตอน และสามารถนำฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียล มาประยุกต์ใช้ได้ โดยใช้สูตร

$$P(t) = P_0 \left(1 + \frac{r}{n}\right)^{nt}$$

เมื่อ  $P(t)$  แทน เงินทั้งหมดที่ได้รับ

$P_0$  แทน เงินฝากเริ่มต้น

$r$  แทน อัตราดอกเบี้ย(ต่อปี)

$t$  แทน จำนวนเวลาที่ฝากเงิน (หน่วยเป็นปี)

$n$  แทน จำนวนครั้งที่คิดดอกเบี้ยต่อปี

21. ครูให้นักเรียนศึกษาเพิ่มเติมจากแหล่งเรียนรู้และหนังสืออื่นๆ เพิ่มเติม

## 6. สื่อ อุปกรณ์และแหล่งการเรียนรู้

1. ใบกิจกรรมที่ 1 : ปัญหา “ช่วยหนูที”
2. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลและฟังก์ชันลอการิทึม
3. แบบสำรวจแนวคิดในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
4. หนังสือเรียนคณิตศาสตร์เพิ่มเติม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 - 6 เล่ม 3 และเอกสารอื่นๆ
5. ห้องสมุดโรงเรียนและห้องสมุดกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์

## 7. การวัดและประเมินผล

### 1. วิธีการวัด

- 1.1 สังเกตจากการตอบคำถาม
- 1.2 สังเกตจากความสนใจในขณะที่เรียน
- 1.3 ตรวจจากใบกิจกรรมที่ 1 : ปัญหา “ช่วยหนูที”
- 1.4 การมีส่วนร่วมในกิจกรรม
- 1.5 ความรับผิดชอบ

### 2. เครื่องมือวัด

- 2.1 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลและฟังก์ชันลอการิทึม
- 2.2 แบบสำรวจแนวคิดในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
- 2.3 ใบกิจกรรมที่ 1 : ปัญหา “ช่วยหนูที”
- 2.4 แบบสังเกตพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม
- 2.5 แบบสังเกตพฤติกรรมการทำงานแลกเปลี่ยนบทบาทและใช้กระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

### 3. เกณฑ์การประเมิน

- 3.1 นักเรียนสามารถแก้ปัญหาเกี่ยวกับการคำนวณดอกเบี้ยได้



3.2 นักเรียนเข้าใจกระบวนการแก้ปัญหาและมีประสบการณ์ในการแก้ปัญหตามแนวคิดของโพลยาและกระบวนการแก้ปัญหาที่เป็นพลวัต

3.3 นักเรียนสามารถสื่อสาร สื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ การนำเสนอและแลกเปลี่ยนบทบาทกันกับครู โดยการฝึกการตั้งคำถาม การคาดการณ์ล่วงหน้า การสร้างความกระจำง การสรุป และการแก้ปัญหาได้

## 8. บันทึกผลหลังการจัดการเรียนรู้

### 1. ผลการสอน

.....

.....

.....

### 2. ปัญหา/อุปสรรค

.....

.....

.....

### 3. ข้อเสนอแนะ/แนวทางแก้ไข

.....

.....

.....

## แบบบันทึกข้อมูลกลุ่ม

ชื่อกลุ่ม.....ชั้นมัธยมศึกษาปีที่.....

1. ....เลขที่.....

2. ....เลขที่.....

3. ....เลขที่.....

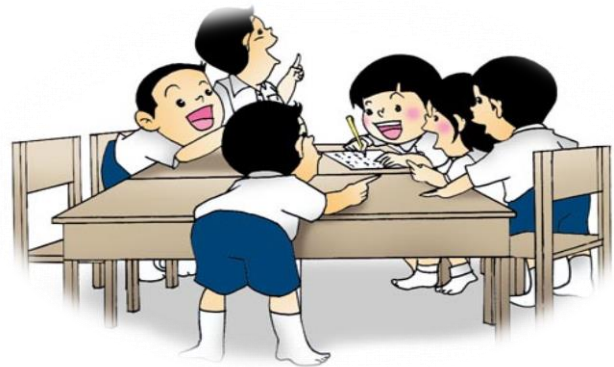
4. ....เลขที่.....

5. ....เลขที่.....

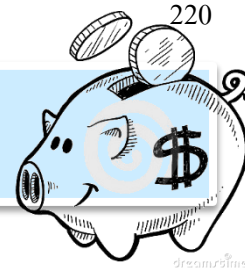


## ขั้นตอนการปฏิบัติกิจกรรมการเรียนรู้ แบบแลกเปลี่ยนบทบาท

1. ครูแบ่งกลุ่มให้นักเรียนกลุ่มละ 5 คน โดยแต่ละกลุ่มทดสอบความสามารถกัน โดยแบ่งเป็น เก่ง 1 คน : ปานกลาง 3 คน : อ่อน 1 คน
2. ตัวแทนกลุ่มรับชุดกิจกรรมการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่องฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียล และฟังก์ชันลอการิทึมกลุ่มละ 5 ชุด พร้อมบันทึกข้อมูลลงในแบบบันทึกข้อมูลกลุ่ม
3. สมาชิกในกลุ่มช่วยกันลงมือทำใบกิจกรรม โดยแบ่งบทบาทกัน ดังนี้ ผู้ตั้งคำถาม ผู้คาดการณ์ล่วงหน้า ผู้สร้างความกระจำ ผู้สรุป และผู้แก้ปัญหา และเปลี่ยนบทบาทแบบหมุนเวียนกันในใบกิจกรรม ถัดไป
4. นักเรียนช่วยกันนำความรู้เรื่องฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียล และฟังก์ชันลอการิทึมไปใช้แก้ปัญหา ผ่านการแลกเปลี่ยนบทบาทในแต่ละกิจกรรมโดยการตั้งคำถาม การคาดการณ์ล่วงหน้า การสร้างความกระจำ การสรุป และการแก้ปัญหา จนได้แนวคิดที่หลากหลาย ในกระบวนการแก้ปัญหาและคำตอบที่ถูกต้องที่สุด



## ใบกิจกรรมที่ 1 : ปัญหา “ช่วยหนูที”



หนูญาณ์มีเงินเก็บอยู่ 500,000 บาท วันหนึ่งหนูญาณ์อยากนำเงินไปฝากเพื่อกินดอกเบี้ยสัก 5 ปี  
แต่ว่าเอาละซี!!! ธนาคารแต่ละธนาคารมีเงื่อนไขในการฝากแตกต่างกัน ดังนี้



ให้ดอกเบี้ยในอัตรา 6% จ่ายเพียงครั้งเดียว

ให้ดอกเบี้ยในอัตรา 5% จ่ายทุกปี ปีละ 1 ครั้ง



ให้ดอกเบี้ยในอัตรา 4% จ่ายทุกๆ

3 เดือน



นักเรียนช่วยหนูญาณ์ที่จะเลือกฝากเงินกับธนาคารไหนดี จึงจะได้เงินฝากสูงสุด

บทบาท	ชื่อ-สกุล
ผู้ตั้งคำถาม	
ผู้คาดการณ์ล่วงหน้า	
ผู้สร้างความกระจำ	
ผู้สรุป	
ผู้แก้ปัญหา	

ตั้งคำถาม

คาดการณ์ล่วงหน้า

สร้างความกระจำ

สรุป

# แก้ปัญหา

## แนวคำตอบใบกิจกรรมที่ 1 : ปัญหา “ช่วยหนูที”

### ตั้งคำถาม

- ปัญหานี้เกี่ยวกับเรื่องอะไร

ตอบ ดอกเบี้ยเงินฝาก

- ลองเล่าให้ฟังซิว่า ปัญหานี้มีว่าอย่างไร

ตอบ หนูย่ามีเงินเก็บอยู่ 500,000 บาท ต้องการนำเงินดังกล่าวไปฝากเพื่อกินดอกเบี้ย 5 ปี โดยมีตัวเลือกอยู่ 3 ธนาคาร ซึ่งธนาคาร A ให้ดอกเบี้ยในอัตรา 6% จ่ายเพียงครั้งเดียว ธนาคาร B ให้ดอกเบี้ยในอัตรา 5% จ่ายทุกปี ปีละ 1 ครั้ง และธนาคาร C ให้ดอกเบี้ยในอัตรา 4% จ่ายทุก ๆ 3 เดือน

### คาดการณ์ล่วงหน้า

ปัญหาต้องการถามเกี่ยวกับว่า หนูย่าควรจะเลือกฝากเงินกับธนาคารใด จึงจะได้เงินฝากสูงสุด และคาดว่าธนาคาร C จะได้ดอกเบี้ยสูงสุด เพราะจ่ายดอกเบี้ยทุก ๆ 3 เดือน

### สร้างความกระจ่าง

พิจารณาแต่ละข้อความ ว่าหมายความว่าอย่างไร

- ให้ดอกเบี้ยในอัตรา 6% จ่ายเพียงครั้งเดียว (ถ้ามีเงินต้น 100 บาท จะได้ดอกเบี้ย 6 บาท และจะจ่ายเพียงครั้งเดียว ตามจำนวนเวลาที่ฝาก)

- ให้ดอกเบี้ยในอัตรา 5% จ่ายทุกปี ปีละ 1 ครั้ง (ถ้ามีเงินต้น 100 บาท จะได้ดอกเบี้ย 5 บาท และจะจ่ายทุก ๆ ปีปีละ 1 ครั้ง)

- ให้ดอกเบี้ยในอัตรา 4% จ่ายทุก ๆ 3 เดือน (ถ้ามีเงินต้น 100 บาท จะได้ดอกเบี้ย 4 บาท และจะจ่ายทุก ๆ 3 เดือน ซึ่ง 1 ปีจะจ่ายดอกเบี้ย 4 ครั้ง)

พิจารณาความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่นำมาใช้แก้ปัญหาว่ามีอะไรบ้าง

- ร้อยละ ดอกเบี้ย ฟังก์ชันเอ็กซ์โพเนนเชียล

ฟังก์ชันเอ็กซ์โพเนนเชียลที่ใช้ในการแก้ปัญหา คือ

$$P(t) = P_0 \left(1 + \frac{r}{n}\right)^{nt}$$

เมื่อ  $P(t)$  แทน เงินทั้งหมดที่ได้รับ

$P_0$  แทน เงินฝากเริ่มต้น

$r$  แทน อัตราดอกเบี้ย(ต่อปี)

$t$  แทน จำนวนเวลาที่ฝากเงิน (หน่วยเป็นปี)

$n$  แทน จำนวนครั้งที่คิดดอกเบี้ยต่อปี

### สรุป

ปัญหานี้เกี่ยวกับเรื่องดอกเบี้ยเงินฝาก โดยปัญหากำหนดให้ธนาคารมีเงินเก็บอยู่ 500,000 บาท ต้องการนำเงินดังกล่าวไปฝากเพื่อกินดอกเบี้ยสัก 5 ปี โดยมีตัวเลือกอยู่ 3 ธนาคาร ซึ่งธนาคาร A ให้ดอกเบี้ยในอัตรา 6% จ่ายเพียงครั้งเดียว ธนาคาร B ให้ดอกเบี้ยในอัตรา 5% จ่ายทุกปีปีละ 1 ครั้ง และธนาคาร C ให้ดอกเบี้ยในอัตรา 4% จ่ายทุก ๆ 3 เดือน ปัญหาต้องการหาว่าธนาคารควรจะเลือกฝากเงินกับธนาคารใด จึงจะได้เงินฝากสูงสุด

### แก้ปัญหา

ปัญหากำหนดให้ :

1. เงินต้นของธนาคารมีอยู่ 500,000 บาท
2. นำเงินต้นไปฝากธนาคาร 5 ปี ธนาคารมีให้เลือกอยู่ 3 ธนาคาร
  - ธนาคาร A ให้ดอกเบี้ยในอัตรา 6% จ่ายเพียงครั้งเดียว
  - ธนาคาร B ให้ดอกเบี้ยในอัตรา 5% จ่ายทุกปีปีละ 1 ครั้ง
  - ธนาคาร C ให้ดอกเบี้ยในอัตรา 4% จ่ายทุก ๆ 3 เดือน

ปัญหาต้องการทราบว่า : ธนาคารควรจะเลือกฝากเงินกับธนาคารใด จึงจะได้เงินฝาก

สูงสุด



จากสูตร  $P(t) = P_0 \left(1 + \frac{r}{n}\right)^{nt}$

เมื่อ  $P(t)$  แทน เงินทั้งหมดที่ได้รับ

$P_0$  แทน เงินฝากเริ่มต้น

$r$  แทน อัตราดอกเบี้ย(ต่อปี)

$t$  แทน จำนวนเวลาที่ฝากเงิน (หน่วยเป็นปี)

$n$  แทน จำนวนครั้งที่คิดดอกเบี้ยต่อปี

ธนาคาร A ให้ดอกเบี้ยในอัตรา 6% จ่ายเพียงครั้งเดียว

$$P(5) = 500,000(1 + 0.06(5)) = 650,000 \text{ บาท}$$

ธนาคาร B ให้ดอกเบี้ยในอัตรา 5% จ่ายทุกปี ปีละ 1 ครั้ง

$$P(5) = 500,000 \left(1 + \frac{0.05}{1}\right)^{1(5)} = 638,140.781 \text{ บาท}$$

ธนาคาร C ให้ดอกเบี้ยในอัตรา 4% จ่ายทุกๆ 3 เดือน

$$P(5) = 500,000 \left(1 + \frac{0.04}{4}\right)^{4(5)} = 610,095.02 \text{ บาท}$$

$$\text{ตรวจสอบผล : } P_0 = \frac{P(t)}{\left(1 + \frac{r}{n}\right)^{nt}}$$

$$500,000 = \frac{610,095.02}{\left(1 + \frac{0.04}{4}\right)^{4(5)}}$$

$$= \frac{610,095.02}{(1.01)^{20}}$$

$$= \frac{610,095.02}{1.22}$$

$$\approx 500,000 \quad \text{เป็นจริง}$$

หนุญญาควรเลือกฝากเงินกับธนาคาร A จึงจะได้เงินฝากสูงสุด

## แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2

(วิธีการสอนแบบแลกเปลี่ยนบทบาทและใช้กระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์)

รายวิชาคณิตศาสตร์เพิ่มเติม 3	รหัสวิชา ค32201	ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5
หน่วยการเรียนรู้ที่ 1	ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลและลอการิทึม	เวลา 7 ชั่วโมง
แผนที่ 2	การเติบโตของประชากร	เวลา 1 ชั่วโมง

1. ผลการเรียนรู้ นำความรู้เรื่องฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียล และฟังก์ชันลอการิทึม ไปใช้แก้ปัญหาได้
2. สาระการเรียนรู้ การเติบโตของประชากร
3. สาระสำคัญ

การเติบโตของประชากร ณ เวลาหนึ่ง มีสูตรดังนี้

$$n(t) = n_0(1+r)^t$$

เมื่อ  $n(t)$  แทน จำนวนประชากรเมื่อเวลาผ่านไป  $t$

$n_0$  แทน จำนวนประชากร ณ จุดเริ่มต้น

$r$  แทน อัตราการเติบโตของจำนวนประชากรต่อเวลา

$t$  แทน เวลา

### 4. จุดประสงค์การเรียนรู้

**4.1 ด้านความรู้ทางคณิตศาสตร์ :** เพื่อให้ให้นักเรียนสามารถแก้ปัญหาเกี่ยวกับการเติบโตของประชากรได้

**4.2 ด้านทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ :** เพื่อให้ให้นักเรียน

1) เข้าใจกระบวนการแก้ปัญหาและมีประสบการณ์ในการแก้ปัญหาตามแนวคิดของโพลยาและกระบวนการแก้ปัญหาที่เป็นพลวัต

2) มีโอกาสได้อธิบายเหตุผล สื่อสาร สื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ การนำเสนอและแลกเปลี่ยนบทบาทกันในกลุ่ม โดยการฝึกการตั้งคำถาม การคาดการณ์ล่วงหน้า การสร้างความกระจำง การสรุป และการแก้ปัญหา

**4.3 ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์ :** เพื่อให้ให้นักเรียนมีส่วนร่วม มีวินัย ให้ความร่วมมือช่วยเหลือซึ่งกันและกัน และรับผิดชอบในการแก้ปัญหาของกลุ่ม

## 5. กิจกรรมการเรียนรู้

### ขั้นก่อนแลกเปลี่ยนบทบาท

1. ครูแจ้งจุดประสงค์การเรียนรู้ให้นักเรียนทราบว่า เมื่อเรียนจบแผนการจัดการเรียนรู้แล้ว นักเรียนจะสามารถ

- นำความรู้เรื่องฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลและฟังก์ชันลอการิทึมไปใช้ในการแก้ปัญหาการเติบโตของประชากรได้

2. ครูให้นักเรียนช่วยกันทบทวนกลวิธีการแลกเปลี่ยนบทบาทการเป็นผู้ตั้งคำถาม ผู้คาดการณ์ล่วงหน้า ผู้สร้างความกระจ่าง ผู้สรุป และผู้แก้ปัญหา

### ขั้นแลกเปลี่ยนบทบาท

3. ครูให้นักเรียนแบ่งกลุ่มตามกลุ่มเดิม แล้วให้แต่ละกลุ่มอ่านปัญหาในใบกิจกรรมที่ 2 : ปัญหา “ตัวพ่อของวงการ”

4. เมื่อแต่ละกลุ่มอ่านปัญหาในใบกิจกรรมที่ 2 : ปัญหา “ตัวพ่อของวงการ” แล้วกำหนดบทบาทสมาชิกแต่ละคน ดังนี้

สมาชิกคนที่ 1 เป็นผู้นำในการอ่านและตั้งคำถามให้สมาชิกในกลุ่มตอบ เกี่ยวกับปัญหาที่อ่าน อย่างน้อย 2 คำถาม

สมาชิกคนที่ 2 เป็นผู้คาดการณ์คำตอบของผู้นำในการอ่านปัญหา

สมาชิกคนที่ 3 เป็นผู้พัฒนาหาประเด็นที่ยังสงสัย และสร้างความกระจ่างในข้อสงสัยนั้น

สมาชิกคนที่ 4 เป็นผู้พัฒนาหาแนวทางสรุปของปัญหา

สมาชิกคนที่ 5 ทำความเข้าใจจากการตั้งคำถาม การคาดการณ์ล่วงหน้า การสร้างความกระจ่าง และการสรุปของสมาชิกในกลุ่ม มาวางแผนในการแก้ปัญหา โดยนำเสนอให้เพื่อนในกลุ่มทราบ แล้วลงมือดำเนินการตามแผน และสมาชิกในกลุ่มร่วมกันตรวจสอบผลให้ถูกต้องและสมเหตุสมผล

5. ครูสุ่มนักเรียน 1 กลุ่ม ให้นำเสนอหน้าชั้นเรียน ในการตั้งคำถาม การคาดการณ์ล่วงหน้า การสรุป การสร้างความกระจ่าง และการแก้ปัญหา ของกลุ่มที่ได้ร่วมกันทำจากใบกิจกรรม

6. ครูแจกใบกิจกรรมที่ 3 : ปัญหา “นานเท่าไร” แล้วให้นักเรียนแต่ละกลุ่มทำกิจกรรม โดยเปลี่ยนบทบาทผู้ตั้งคำถาม ผู้คาดการณ์ล่วงหน้า ผู้สร้างความกระจ่าง ผู้สรุป และผู้แก้ปัญหา เป็นคนใหม่ไม่ซ้ำคนเดิม โดยครูคอยเดินสำรวจ และให้คำชี้แนะในแต่ละกลุ่ม

### ขั้นหลังแลกเปลี่ยนบทบาท

7. ครูให้นักเรียนช่วยกันอภิปรายและสรุปเกี่ยวกับกระบวนการแก้ปัญหา เรื่อง การเติบโตของประชากร จากใบกิจกรรมที่ 3 : ปัญหา “นานเท่าไร” ซึ่งจะได้ว่า การเติบโตของประชากร ณ เวลาหนึ่ง มีสูตรดังนี้

$$n(t) = n_0(1+r)^t$$

เมื่อ  $n(t)$  แทน จำนวนประชากรเมื่อเวลาผ่านไป  $t$

$n_0$  แทน จำนวนประชากร ณ จุดเริ่มต้น

$r$  แทน อัตราการเติบโตของจำนวนประชากรต่อเวลา

$t$  แทน เวลา

8. ครูให้นักเรียนศึกษาเพิ่มเติมจากแหล่งเรียนรู้และหนังสืออื่นๆ เพิ่มเติม

## 6. สื่อ อุปกรณ์และแหล่งการเรียนรู้

1. ใบกิจกรรมที่ 2 : ปัญหา “ตัวพ่อของวงการ”
2. ใบกิจกรรมที่ 3 : ปัญหา “นานเท่าไร”
3. หนังสือเรียนคณิตศาสตร์เพิ่มเติม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 - 6 เล่ม 3 และเอกสารอื่นๆ
4. ห้องสมุดโรงเรียนและห้องสมุดกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์

## 7. การวัดและประเมินผล

### 1.วิธีการวัด

- 1.1 สังเกตจากการตอบคำถาม
- 1.2 สังเกตจากความสนใจในขณะที่เรียน
- 1.3 ตรวจจากใบกิจกรรมที่ 2 : ปัญหา “ตัวพ่อของวงการ” และใบกิจกรรมที่ 3 :

ปัญหา “นานเท่าไร”

- 1.4 การนำเสนอหน้าชั้นเรียน
- 1.5 การมีส่วนร่วมในกิจกรรมทั้งกิจกรรมกลุ่ม และกิจกรรมในชั้นเรียน

## 1.6 ความรับผิดชอบ

## 2. เครื่องมือวัด

2.1 ใบกิจกรรมที่ 2 : ปัญหา “ตัวพ่อของวงการ” และใบกิจกรรมที่ 3 : ปัญหา “นานเท่าไร”

2.2 แบบสังเกตพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม

2.3 แบบสังเกตพฤติกรรมการแลกเปลี่ยนบทบาทและใช้กระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

## 3. เกณฑ์การประเมิน

3.1 นักเรียนสามารถแก้ปัญหาเกี่ยวกับการเติบโตของประชากรได้

3.2 นักเรียนเข้าใจกระบวนการแก้ปัญหาและมีประสบการณ์ในการแก้ปัญหาตามแนวคิดของโพลยาและกระบวนการแก้ปัญหาที่เป็นพลวัต

3.3 นักเรียนสามารถสื่อสาร สื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ การนำเสนอและแลกเปลี่ยนบทบาทกันกับครู โดยการฝึกการตั้งคำถาม การคาดการณ์ล่วงหน้า การสร้างความกระจำง การสรุป และการแก้ปัญหาได้

## 8. บันทึกผลหลังการจัดการเรียนรู้

## 1. ผลการสอน

.....

.....

.....

## 2. ปัญหา/อุปสรรค

.....

.....

.....

## 3. ข้อเสนอแนะ/แนวทางแก้ไข

.....

.....

## ใบกิจกรรมที่ 2 : ปัญหา “ตัวพ่อของวงการ”



N กับ M เข้ามาเป็นนักแสดงในสังกัดช่อง T TV พร้อมกันในปี พ.ศ. 2553 กับเรื่องแรก “เงารักลวงใจ” และมีผลงานต่างๆ ตามมาอีกมากมาย มีนิตยสารฉบับหนึ่งสัมภาษณ์ทั้งสองคนเกี่ยวกับรายได้ของซูเปอร์สตาร์พร้อมกัน เพื่อดูว่าตัวพ่อของวงการมีรายได้ขนาดไหนกัน



นักข่าว : “สวัสดีครับ N M”

N – M : “สวัสดีครับ”

นักข่าว : “วันนี้จะครับเราก็จะมาถามถึงสิ่งที่หลายคนอยากรู้ก็คือรายได้ของทั้งสองคน ในฐานะที่เป็นซูเปอร์สตาร์ในขณะนี้ ว่ามากน้อยแค่ไหน”

N : “เราเปิดเผยได้เฉพาะเงินเดือนของทางช่องนะครับ ในส่วนอื่นเปิดเผยไม่ได้”

นักข่าว : “แค่นั้นก็ได้ครับ”

N : “ของผมนะครับเริ่มต้นที่เดือนละ 90,000 บาท แต่จะค่อยๆเพิ่มขึ้น ปีละ 5% ครับ”

M : “ของผมนะครับเริ่มต้นน้อยกว่า N ได้แค่เดือนละ 70,000 บาท แต่จะค่อยๆเพิ่ม ปีละ 7% ครับ”

นักข่าว : “โห! อย่างนี้อีกไม่นาน M ก็มีเงินเดือนแซง N สิครับ”

N : “จริงหรอครับ!! แล้วอีกนานไหมครับ”



**นักเรียนลองช่วยคิดซิว่าเงินเดือนของ M จะแซง N หรือไม่ ถ้าแซง เมื่อใด M จะมีเงินเดือนมากกว่า**

**N**

บทบาท	ชื่อ-สกุล
ผู้ตั้งคำถาม	
ผู้คาดการณ์ล่วงหน้า	
ผู้สร้างความกระจำง	
ผู้สรุป	
ผู้แก้ปัญหา	

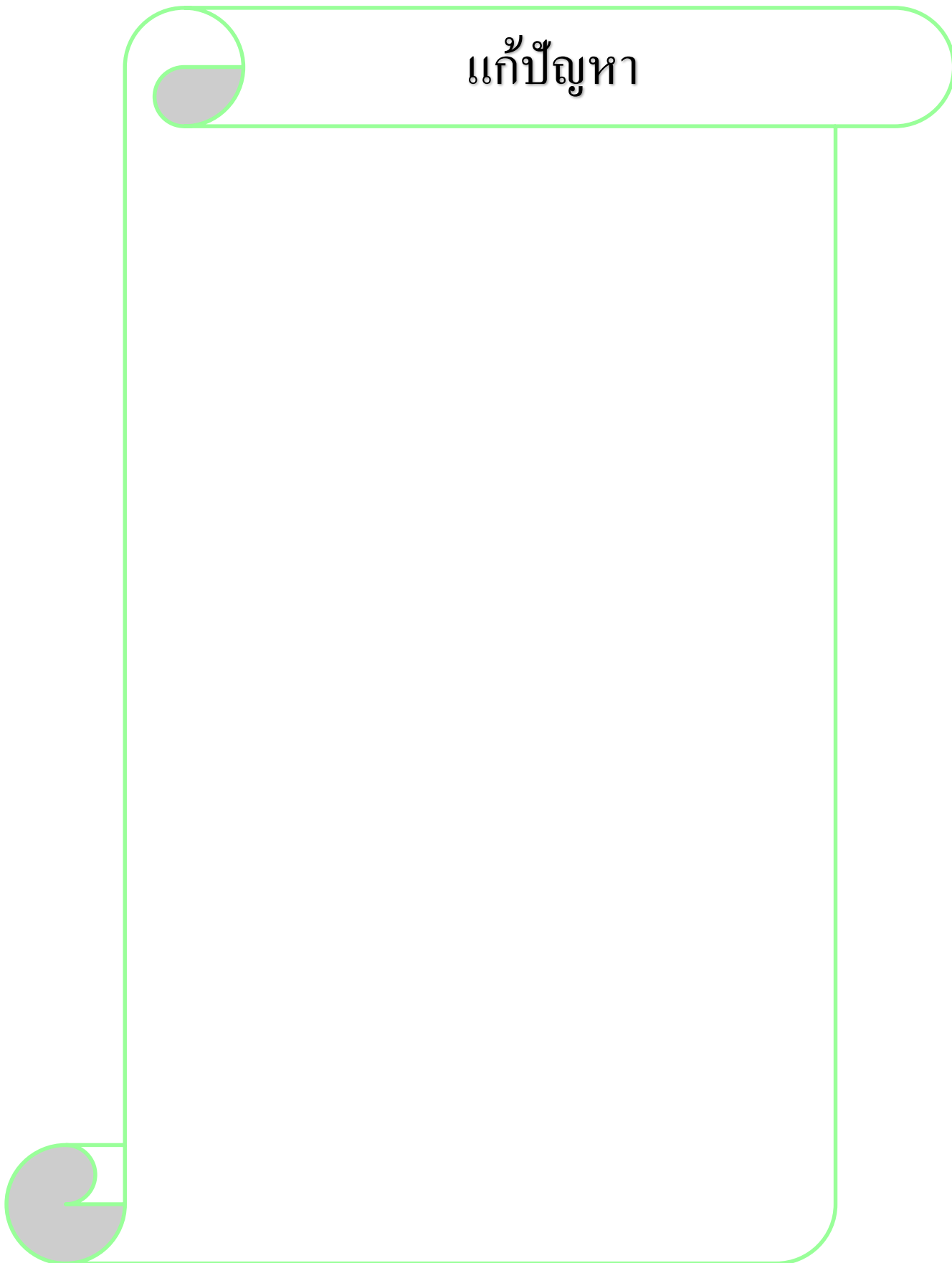
ตั้งคำถาม

คาดการณ์ล่วงหน้า

สร้างความกระจำง

สรุป

## แก้ปัญหา





## แนวคิดใบกิจกรรมที่ 2 : ปัญหา “ตัวพ่อของวงการ”

### ตั้งคำถาม

- ปัญหานี้เกี่ยวกับเรื่องอะไร

ตอบ อัตราการเพิ่มขึ้นของเงินเดือน

- ลองเล่าให้ฟังซิว่า ปัญหานี้มีว่าอย่างไร

ตอบ N กับ M เป็นคู่แข่งกัน โดยทั้งสองเป็นนักแสดงสังกัดช่อง T TV เมื่อพิจารณาเงินเดือนของแต่ละคน พบว่า N มีเงินเดือนเริ่มต้นที่เดือนละ 90,000 บาท แต่จะค่อยๆเพิ่ม ปีละ 5% ส่วน M มีเงินเดือนเริ่มต้นเดือนละ 70,000 บาท แต่จะค่อยๆเพิ่ม ปีละ 7%

- เงินเดือนของใครน้อยกว่ากัน

ตอบ เงินเดือนของ M น้อยกว่า

- เมื่อเวลาผ่านไป เงินเดือนของใครน่าจะมากกว่ากัน

ตอบ - น่าจะ N เพราะเงินเดือนเริ่มต้นมากกว่า

- น่าจะ M เพราะเงินเดือนเพิ่มมากกว่า

### คาดการณ์ล่วงหน้า

ปัญหาถามเกี่ยวกับว่าเงินเดือนของ M จะแซง N หรือไม่ คิดว่าน่าจะแซงแน่นอน เพราะอัตราการเพิ่มขึ้นของเงินเดือนของ M มีร้อยละมากกว่า N

### สร้างความกระจ่าง

พิจารณาแต่ละข้อความ ว่าหมายความว่าอย่างไร

- เงินเดือนเพิ่มขึ้นปีละ 5% (ถ้ามีเงินเดือนเริ่มต้น 100 บาท เมื่อครบ 1 ปี จะมีเงินเดือนเพิ่มขึ้น 5 บาทเป็น 105 บาท)

- เงินเดือนเพิ่มขึ้นปีละ 7% (ถ้ามีเงินเดือนเริ่มต้น 100 บาท เมื่อครบ 1 ปี จะมีเงินเดือนเพิ่มขึ้น 7 บาทเป็น 107 บาท)

พิจารณาความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่นำมาใช้แก้ปัญหาว่ามีอะไรบ้าง

- ร้อยละ ฟังก์ชันเอ็กซ์โพเนนเชียล

### สรุป

ปัญหานี้เกี่ยวกับอัตราการเพิ่มขึ้นของเงินเดือน โดยปัญหากำหนดมาให้ N กับ M เป็นคู่แข่งกัน โดยทั้งสองเป็นนักแสดงสังกัดช่อง T TV เมื่อพิจารณาเงินเดือนของแต่ละคน พบว่า N มีเงินเดือนเริ่มต้นที่เดือนละ 90,000 บาท แต่จะค่อย ๆ เพิ่มขึ้นปีละ 5% ส่วน M มีเงินเดือนเริ่มต้นเดือนละ 70,000 บาท แต่จะค่อย ๆ เพิ่มขึ้นปีละ 7% จากปัญหาต้องการทราบว่าเงินเดือนของ M จะแซง N หรือไม่ ถ้าแซงจะแซงเมื่อใด

### แก้ปัญหา

ปัญหากำหนดให้ :

1. N และ M เป็นนักแสดงสังกัดช่อง T TV
2. เงินเดือนของ N และ M ไม่เท่ากัน คือ
  - N มีเงินเดือนเริ่มต้นที่เดือนละ 90,000 บาท แต่จะค่อย ๆ เพิ่มขึ้นปีละ 5%
  - M มีเงินเดือนเริ่มต้นเดือนละ 70,000 บาท แต่จะค่อย ๆ เพิ่มขึ้นปีละ 7%

ปัญหาต้องการทราบว่า :

1. เงินเดือนของ M จะแซง N หรือไม่
2. ถ้า M เงินเดือนแซง N จะแซงในอีกกี่ปี

กำหนดให้:  $x$  เป็นเวลาในการทำงาน (ปี)

$y_1$  เป็นเงินเดือนของ N เมื่อทำงานครบ  $x$  ปี

$y_2$  เป็นเงินเดือนของ M เมื่อทำงานครบ  $x$  ปี

พิจารณาเงินเดือนของ N เงินเดือนเริ่มต้น 90,000 บาท และเพิ่มขึ้นปีละ 5%

ทำงานครบ 1 ปี เงินเดือนเริ่มต้น + เงินเดือนที่เพิ่มขึ้นปีละ 5%

$$= 90,000 + (90,000 \times 0.05)$$

$$= 90,000(1 + 0.05)$$

$$= 90,000(1.05) \text{ บาท}$$

ทำงานครบ 2 ปี เงินเดือนปีที่ 1 + เงินเดือนที่เพิ่มขึ้นปีละ 5%

$$= 90,000(1.05) + 90,000(1.05)(0.05)$$

$$= 90,000(1.05)(1 + 0.05)$$

$$= 90,000(1.05)^2 \text{ บาท}$$

ทำงานครบ 3 ปี เงินเดือนปีที่ 2 + เงินเดือนที่เพิ่มขึ้นปีละ 5%

$$= 90,000(1.05)^2 + 90,000(1.05)^2(0.05)$$

$$= 90,000(1.05)^2(1 + 0.05)$$

$$= 90,000(1.05)^3 \text{ บาท}$$

ทำงานครบ  $x$  ปี

$$y_1 = 90,000(1.05)^x \text{ บาท}$$

พิจารณาเงินเดือนของ M เงินเดือนเริ่มต้น 70,000 บาท และเพิ่มขึ้นปีละ 7%

ทำงานครบ  $x$  ปี

$$y_2 = 70,000(1.07)^x \text{ บาท}$$

เวลาในการทำงาน (ปี)	เงินเดือนของ N	เงินเดือนของ M	ผลสรุป
$x$	$y_1 = 90,000(1.05)^x$	$y_2 = 70,000(1.07)^x$	
5	114,865.34	98,178.62	หมากน้อยกว่า
10	146,600.52	137,700.60	หมากน้อยกว่า
12	161,627.07	157,653.41	หมากน้อยกว่า
14	178,193.84	180,497.39	หมากมากกว่า

ตรวจสอบผล :

พิจารณา เงินเดือนของ N

$$\text{จาก } y_1 = 90,000(1.05)^x$$

$$178,193.84 = 90,000(1.05)^{14}$$

$$\begin{aligned} \frac{178,193.84}{90,000} &= (1.05)^{14} \\ 1.98 &= (1.05)^{14} \\ \log 1.98 &= 14 \log 1.05 \\ \frac{\log 1.98}{\log 1.05} &= 14 \\ 14 &= 14 \quad \text{เป็นจริง} \end{aligned}$$

**พิจารณา เงินเดือนของ M**

$$\begin{aligned} y_2 &= 70,000(1.07)^x \text{ บาท} \\ 180,497.39 &= 70,000(1.07)^{14} \\ \frac{180,497.39}{70,000} &= (1.07)^{14} \\ 2.58 &= (1.07)^{14} \\ \log 2.58 &= 14 \log 1.07 \\ \frac{\log 2.58}{\log 1.07} &= 14 \\ 14 &= 14 \quad \text{เป็นจริง} \end{aligned}$$

ดังนั้น M จะมีเงินเดือนแซง N เมื่อทำงานครบ 14 ปี



### ใบกิจกรรมที่ 3 : ปัญหา “นานเท่าไร”

ครูอรเป็นครูสอนโรงเรียนมัธยมแห่งหนึ่งในจังหวัดตราด วันนี้ครูอรสอนวิชาท้องถิ่นของเรา และได้ให้นักเรียนดูจำนวนประชากรในจังหวัด พบว่า

ในปี 2557 จังหวัดตราด มีประชากรทั้งหมด 224,730 คน และมีอัตราเพิ่มขึ้น 5% ต่อปี

ด้วยความช่างสงสัยของเด็กหญิงโบว์จึงรีบถามครูอร



ประมาณปีพ.ศ.ใด จังหวัดตราดของเราถึง  
จะมีประชากรถึง 300,000 คน ค่ะคุณครู

เอ่อ!!



นักเรียนลองช่วยครูอรหาคำตอบเพื่อตอบเด็กหญิงโบว์ทีละ

บทบาท	ชื่อ-สกุล
ผู้ตั้งคำถาม	
ผู้คาดการณ์ล่วงหน้า	
ผู้สร้างความกระจ่าง	
ผู้สรุป	
ผู้แก้ปัญหา	

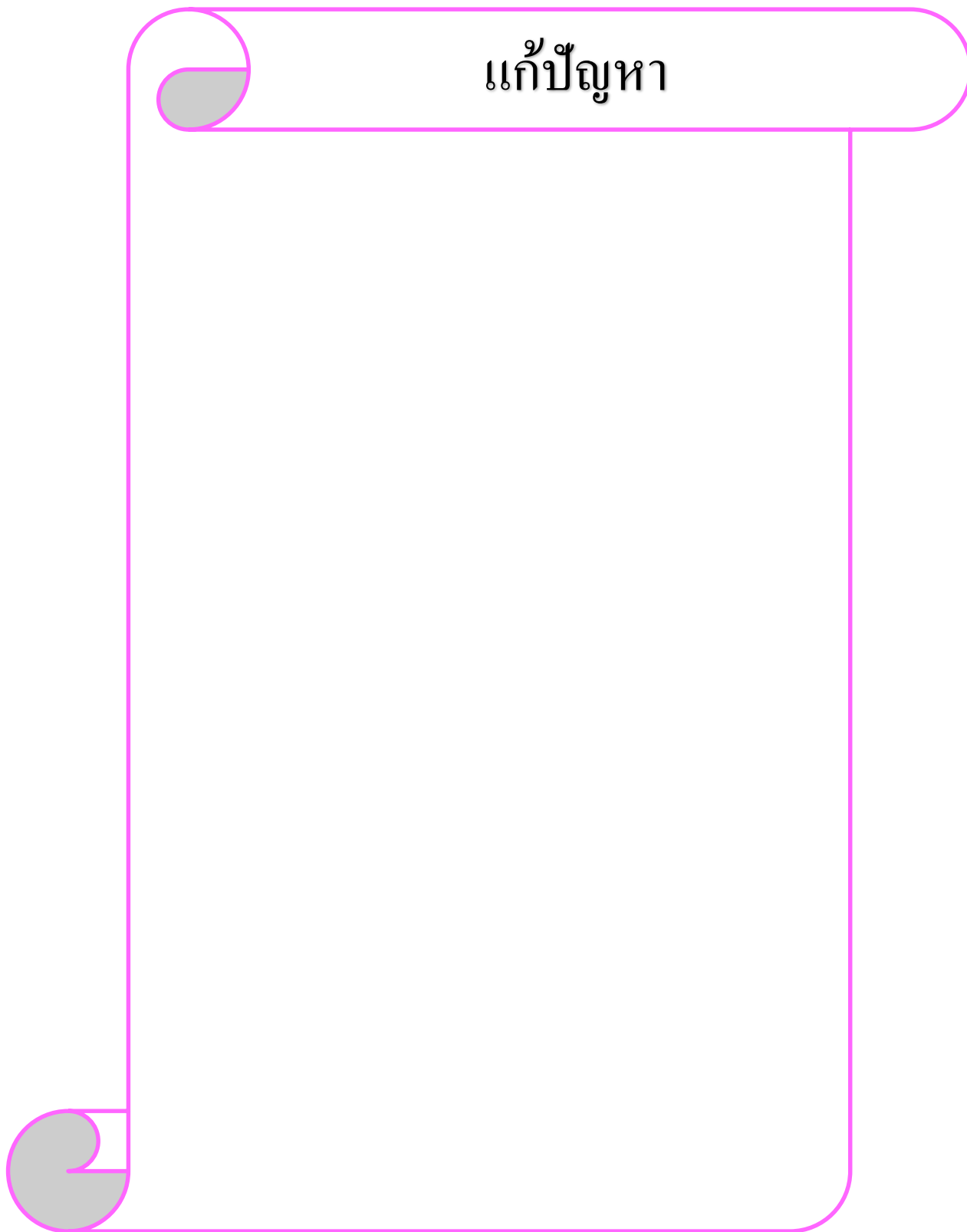
ตั้งคำถาม

คาดการณ์ล่วงหน้า

สร้างความกระจ่าง

สรุป

## แก้ปัญหา



## แนวคำตอบใบกิจกรรมที่ 3 : ปัญหา “นานเท่าไร”

### ตั้งคำถาม

- ปัญหานี้เกี่ยวกับเรื่องอะไร

ตอบ การเติบโตของประชากร

- ลองเล่าให้ฟังซิว่า ปัญหานี้มีว่าอย่างไร

ตอบ ในคาบเรียนวิชาท้องถิ่นของเราของครูอร ซึ่งครูอรได้อภิปรายว่าในปี พ.ศ. 2557 จังหวัดตราด มีประชากรทั้งหมด 224,730 คน และมีอัตราเพิ่มขึ้น 5% ต่อปี ทำให้เด็กหญิงโบว์สงสัยว่าจำนวนประชากรว่าประมาณปี พ.ศ.ใด จังหวัดตราดจะมีประชากร 300,000 คน

### คาดการณ์ล่วงหน้า

ปัจจุบันมีประชากรทั้งหมด 224,730 คน และอัตราเพิ่มขึ้นของประชากร 5% ต่อปี แสดงว่าประชากรเพิ่มปีละประมาณ หนึ่งในหมื่นกว่าคน ถ้าประชากรจะครบ 300,000 คน แสดงว่ายังเหลือประชากรอีกประมาณ 75,270 คน คาดว่าอีกประมาณ 5 – 6 ปีข้างหน้า

### สร้างความกระจ่าง

พิจารณาความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่นำมาใช้แก้ปัญหาว่ามีอะไรบ้าง

- ร้อยละ เลขยกกำลัง ฟังก์ชันลอการิทึม

ฟังก์ชันเอ็กซ์โพเนนเชียลและฟังก์ชันลอการิทึมที่ใช้ในการแก้ปัญหา คือ

$$n(t) = n_0(1+r)^t$$

เมื่อ  $n(t)$  แทน จำนวนประชากรเมื่อเวลาผ่านไป  $t$

$n_0$  แทน จำนวนประชากร ณ จุดเริ่มต้น

$r$  แทน อัตราการเติบโตของจำนวนประชากรต่อเวลา

$t$  แทน เวลา



## สรุป

ปัญหานี้เกี่ยวกับเรื่องการเติบโตของประชากร โดยปัญหากำหนดให้ในคาบเรียนวิชาท้องถิ่นของเราของครูออร์ ซึ่งครูออร์ได้อภิปรายว่าในปี 2557 จังหวัดตราด มีประชากรทั้งหมด 224,730 คน และมีอัตราเพิ่มขึ้น 5% ต่อปี ทำให้เด็กหญิงโบว์เกิดความสงสัยเกี่ยวกับจำนวนประชากรว่าประมาณปีพ.ศ.ใด จังหวัดตราดจะมีประชากร 300,000 คน

## แก้ปัญหา

ปัญหากำหนดให้ :

ปี พ.ศ. 2557 ประชากรในจังหวัดตราด 224,730 คน มีอัตราเพิ่มขึ้น 5% ต่อปี

ปัญหาต้องการทราบว่า :

ในปี พ.ศ. ใด ประชากรในจังหวัดจะเป็น 300,000 คน

จาก  $n(t) = n_0(1+r)^t$

นั่นคือ  $n(t)$  แทน จำนวนประชากรเมื่อเวลาผ่านไป  $t$  ปี เท่ากับ 300,000 คน

$n_0$  แทน จำนวนประชากร ณ จุดเริ่มต้น เท่ากับ 224,730 คน

$r$  แทน อัตราการเติบโตของจำนวนประชากรต่อเวลา เท่ากับ 0.05

จะได้ว่า

$$300,000 = 224,730(1.05)^t$$

$$\frac{300,000}{224,730} = (1.05)^t$$

$$1.33 = (1.05)^t$$

$$\log 1.33 = t \log 1.05$$

$$\frac{\log 1.33}{\log 1.05} = t$$

$$t \approx 6$$

$$\text{ปี พ.ศ. ปัจจุบัน} + 6 \text{ ปี} = 2557 + 6 = 2563$$

**ตรวจสอบผล**

$$300,000 = 224,730(1.05)^6$$

$$300,000 \approx 224,730(1.34)$$

$$300,000 \approx 300,000 \quad \text{เป็นจริง}$$

ดังนั้น ประมาณปีพ.ศ. 2563 จังหวัดตราดจะมีประชากร 300,000 คน

### แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3

(วิธีการสอนแบบแลกเปลี่ยนบทบาทและใช้กระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์)

รายวิชาคณิตศาสตร์เพิ่มเติม 3	รหัสวิชา ค32201	ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5
หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลและลอการิทึม		เวลา 7 ชั่วโมง
แผนที่ 3 การเติบโตของจำนวนเชื้อแบคทีเรีย		เวลา 1 ชั่วโมง

1. ผลการเรียนรู้ นำความรู้เรื่องฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียล และฟังก์ชันลอการิทึม ไปใช้แก้ปัญหาได้
2. สาระการเรียนรู้ การเติบโตของจำนวนเชื้อแบคทีเรีย
3. สาระสำคัญ

การเติบโตของจำนวนเชื้อแบคทีเรียซึ่งเป็นไปอย่างต่อเนื่องตลอดเวลา มีสูตรดังนี้

$$n(t) = n_0 e^{rt}$$

เมื่อ  $n(t)$  แทน จำนวนแบคทีเรียเมื่อเวลาผ่านไป  $t$

$n_0$  แทน จำนวนแบคทีเรีย ณ จุดเริ่มต้น

$r$  แทน อัตราการเติบโตของจำนวนแบคทีเรียต่อเวลา

$t$  แทน เวลา

#### 4. จุดประสงค์การเรียนรู้

4.1 ด้านความรู้ทางคณิตศาสตร์ : เพื่อให้นักเรียนสามารถแก้ปัญหาเกี่ยวกับการเติบโตของจำนวนเชื้อแบคทีเรียได้

4.2 ด้านทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ : เพื่อให้นักเรียน

1) เข้าใจกระบวนการแก้ปัญหาและมีประสบการณ์ในการแก้ปัญหาตามแนวคิดของโพลยาและกระบวนการแก้ปัญหาที่เป็นพลวัต

2) มีโอกาสได้อธิบายเหตุผล สื่อสาร สื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ การนำเสนอและแลกเปลี่ยนบทบาทกันในกลุ่ม โดยการฝึกการตั้งคำถาม การคาดการณ์ล่วงหน้า การสร้างความกระจำง การสรุป และการแก้ปัญหา

4.3 ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์ : เพื่อให้นักเรียนมีส่วนร่วม มีวินัย ให้ความร่วมมือช่วยเหลือซึ่งกันและกัน และรับผิดชอบในการแก้ปัญหากลุ่ม

## 5. กิจกรรมการเรียนรู้

### ขั้นก่อนแลกเปลี่ยนบทบาท

1. ครูแจ้งจุดประสงค์การเรียนรู้ให้นักเรียนทราบว่า เมื่อเรียนจบแผนการจัดการเรียนรู้แล้ว นักเรียนจะสามารถ

- นำความรู้เรื่องฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลและฟังก์ชันลอการิทึมไปใช้ในการแก้ปัญหาการเติบโตของจำนวนเชื้อแบคทีเรีย

2. ครูให้นักเรียนแบ่งกลุ่มตามกลุ่มเดิม แล้วสุ่มตัวแทนกลุ่มละ 1 คนออกมานำเสนอใบกิจกรรมที่ 3 : ปัญหา “นานเท่าไร” คนละขั้นกิจกรรม เพื่อให้เห็นถึงการตั้งคำถาม การคาดการณ์ล่วงหน้า การสร้างความกระจำ การสรุป และการแก้ปัญหา ของแต่ละกลุ่ม

3. ครูเพิ่มเติมปัญหาจากใบกิจกรรมที่ 3 : ปัญหา “นานเท่าไร” ให้นักเรียนทั้งห้องช่วยกันหาคำตอบด้วยความรวดเร็ว ดังนี้

จงหาจำนวนประชากรตราด โดยประมาณหลังจากเวลาผ่านไป 5 ปี

**วิธีทำ** จำนวนประชากรของจังหวัดนี้เมื่อเวลาผ่านไป  $t$  ปี คือ  $n(t)$

ดังนั้น เมื่อเวลาผ่านไป 5 ปี

$$n(5) = 224,730(1 + 0.05)^5$$

$$\approx 224,730 \times 1.28$$

$$\approx 287,654 \text{ คน}$$

ตอบ

### ขั้นแลกเปลี่ยนบทบาท

4. ครูให้นักเรียนทำใบกิจกรรมที่ 4 : ปัญหา “แบคทีเรียของฉัน” แล้วให้นักเรียนแต่ละกลุ่มดำเนินการแลกเปลี่ยนบทบาทในการผู้ตั้งคำถาม ผู้คาดการณ์ล่วงหน้า ผู้สร้างความกระจำ ผู้สรุป และผู้แก้ปัญหา เป็นคนใหม่ไม่ซ้ำคนเดิมกับครั้งที่แล้ว โดยครูคอยเดินสำรวจ และให้คำชี้แนะในแต่ละกลุ่ม เมื่อเสร็จแล้วครูสุ่มกลุ่มตัวอย่าง 1 กลุ่ม ออกมาแสดงแนวคิดในการหาคำตอบในแต่ละบทบาท จนได้คำตอบที่ถูกต้อง

### ชั้นหลังแลกเปลี่ยนบทบาท

5. ครูให้นักเรียนช่วยกันอภิปรายและสรุปเกี่ยวกับกระบวนการแก้ปัญหา เรื่อง การเติบโตของจำนวนเชื้อแบคทีเรีย จากใบกิจกรรมที่ 4 : ปัญหา “แบคทีเรียของฉัน” ซึ่งจะได้อะไรว่า การเติบโตของจำนวนเชื้อแบคทีเรียซึ่งเป็นไปอย่างต่อเนื่องตลอดเวลามีสูตรดังนี้

$$n(t) = n_0 e^{rt}$$

เมื่อ $n(t)$	แทน	จำนวนแบคทีเรียเมื่อเวลาผ่านไป $t$
$n_0$	แทน	จำนวนแบคทีเรีย ณ จุดเริ่มต้น
$r$	แทน	อัตราการเติบโตของจำนวนแบคทีเรียต่อเวลา
$t$	แทน	เวลา

6. ครูให้นักเรียนศึกษาเพิ่มเติมจากแหล่งเรียนรู้และหนังสืออื่นๆ เพิ่มเติม

#### 6. สื่อ อุปกรณ์และแหล่งการเรียนรู้

1. ใบกิจกรรมที่ 4 : ปัญหา “แบคทีเรียของฉัน”
2. หนังสือเรียนคณิตศาสตร์เพิ่มเติม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 - 6 เล่ม 3 และเอกสารอื่นๆ
3. ห้องสมุดโรงเรียนและห้องสมุดกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์

#### 7. การวัดและประเมินผล

##### 1. วิธีการวัด

- 1.1 สังเกตจากการตอบคำถาม
- 1.2 สังเกตจากความสนใจในขณะที่เรียน
- 1.3 ตรวจจากใบกิจกรรมที่ 4 : ปัญหา “แบคทีเรียของฉัน”
- 1.4 การนำเสนอหน้าชั้นเรียน
- 1.5 การมีส่วนร่วมในกิจกรรมทั้งกิจกรรมกลุ่ม และกิจกรรมในชั้นเรียน
- 1.6 ความรับผิดชอบ

##### 2. เครื่องมือวัด

- 2.1 ใบกิจกรรมที่ 4 : ปัญหา “แบคทีเรียของฉัน”
- 2.2 แบบสังเกตพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม
- 2.3 แบบสังเกตพฤติกรรมแลกเปลี่ยนบทบาทและใช้กระบวนการแก้ปัญหา

ทางคณิตศาสตร์

### 3. เกณฑ์การประเมิน

3.1 นักเรียนสามารถแก้ปัญหาเกี่ยวกับการเติบโตของจำนวนเชิงแบคทีเรียได้

3.2 นักเรียนเข้าใจกระบวนการแก้ปัญหาและมีประสบการณ์ในการแก้ปัญหตามแนวคิดของโพลยาและกระบวนการแก้ปัญหาที่เป็นพลวัต

3.3 นักเรียนสามารถสื่อสาร สื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ การนำเสนอและแลกเปลี่ยนบทบาทกันกับครู โดยการฝึกการตั้งคำถาม การคาดการณ์ล่วงหน้า การสร้างความกระจำง การสรุป และการแก้ปัญหาได้

## 8. บันทึกผลหลังการจัดการเรียนรู้

### 1. ผลการสอน

.....

.....

.....

### 2. ปัญหา/อุปสรรค

.....

.....

.....

### 3. ข้อเสนอแนะ/แนวทางแก้ไข

.....

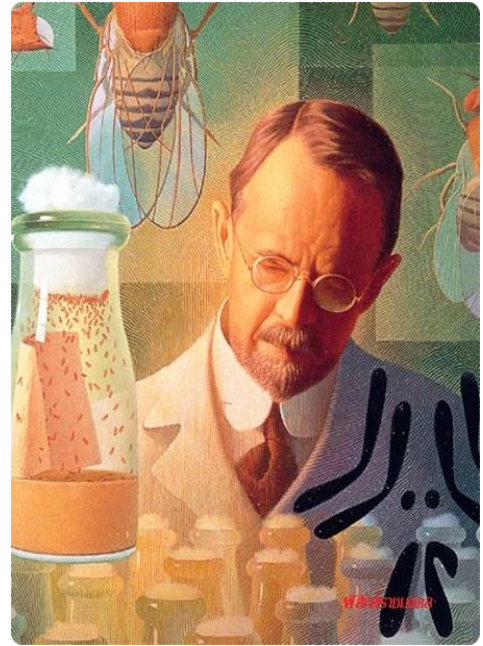
.....

.....

## ใบกิจกรรมที่ 4 : ปัญหา “แบคทีเรียของฉัน”

นักวิทยาศาสตร์คนหนึ่ง ได้เพาะเชื้อจุลินทรีย์ในห้องปฏิบัติการของเขา และเฝ้าสังเกตจำนวนแบคทีเรียซึ่งเพิ่มขึ้นจำนวนมากจากการเพาะเชื้อจุลินทรีย์อย่างใจจดใจจ่อ จากเครื่องตรวจนับจุลินทรีย์ จนพบว่า จำนวนแบคทีเรียในการเพาะเชื้อจุลินทรีย์ใน  $t$  ชั่วโมง มีสูตรเป็น  $n(t) = 500e^{0.45t}$

หากเขาสังเกตจนเวลาผ่านไป 3 ชม. จะพบจำนวนแบคทีเรีย เป็นเท่าไร และถ้าสังเกตพบว่า มีจำนวนแบคทีเรีย 10,000 ตัว แสดงว่าเขาใช้เวลาไปกี่ชั่วโมง



บทบาท	ชื่อ-สกุล
ผู้ตั้งคำถาม	
ผู้คาดการณ์ล่วงหน้า	
ผู้สร้างความกระจ่าง	
ผู้สรุป	
ผู้แก้ปัญหา	

ตั้งคำถาม

คาดการณ์ล่วงหน้า

สร้างความกระจ่าง

สรุป



## แก้ปัญหา

## แนวคำตอบใบกิจกรรมที่ 4 : ปัญหา “แบคทีเรียของฉันทัน”

### ตั้งคำถาม

- ปัญหานี้เกี่ยวกับเรื่องอะไร

ตอบ การเติบโตของจำนวนเชื้อแบคทีเรีย

-ปัญหานี้ ใครทำอะไร ที่ไหน อย่างไร

ตอบ มีนักวิทยาศาสตร์คนหนึ่งทำการเพาะเชื้อจุลินทรีย์ในห้องปฏิบัติการของเขา และจากเครื่องตรวจนับจุลินทรีย์ จนพบว่า จำนวนแบคทีเรียในการเพาะเชื้อจุลินทรีย์ ใน  $t$  ชั่วโมง มีสูตรเป็น  $n(t) = 500e^{0.45t}$

### คาดการณ์ล่วงหน้า

ปัญหานี้สนใจใน 2 ประเด็น คือ 1) กำหนดเวลามาให้  $t$  ชั่วโมง ถามหาจำนวนแบคทีเรีย และ 2) กำหนดจำนวนแบคทีเรียเริ่มต้นมาให้ ถามหาเวลา

### สร้างความกระจ่าง

สิ่งที่ปัญหากำหนดให้ จำนวนแบคทีเรียในการเพาะเชื้อจุลินทรีย์ ใน  $t$  ชั่วโมง มีสูตรเป็น  $n(t) = 500e^{0.45t}$  ซึ่งจะได้ว่า

$$1) e \approx 2.7182818$$

2) จำนวนแบคทีเรีย ณ จุดเริ่มต้น เป็น 500 ตัว อัตราการเติบโตของจำนวนแบคทีเรียเท่ากับ 0.45 ต่อชั่วโมง

ซึ่งสามารถใช้ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลในการหาว่าเมื่อเวลาผ่านไป 3 ช.ม. จะพบจำนวนแบคทีเรีย เป็นเท่าไร และใช้ฟังก์ชันลอการิทึมธรรมชาติในการหาว่าเมื่อมีจำนวนแบคทีเรีย 10,000 ตัว แสดงว่าใช้เวลาไปกี่ชั่วโมง

## สรุป

ปัญหานี้เกี่ยวกับเรื่องการเติบโตของจำนวนเชื้อแบคทีเรีย โดยการจำนวนแบคทีเรียในการเพาะเชื้อจุลินทรีย์ ใน  $t$  ชั่วโมง มีสูตรเป็น  $n(t) = 500e^{0.45t}$  นั่นหมายความว่าจำนวนแบคทีเรีย ณ จุดเริ่มต้น เป็น 500 ตัว อัตราการเติบโตของจำนวนแบคทีเรียเท่ากับ 0.45 ต่อชั่วโมง ปัญหาสนใจ 2 ประเด็น คือ 1) กำหนดเวลามาให้ 3 ช.ม. ถามว่าพบจำนวนแบคทีเรีย เป็นเท่าไร และ 2) กำหนดจำนวนแบคทีเรียมาให้ 10,000 ตัว ถามว่าใช้เวลากี่ชั่วโมง

## แก้ปัญหา

ปัญหากำหนดให้ :

- 1) จำนวนแบคทีเรีย ณ จุดเริ่มต้น เป็น 500 ตัว
- 2) อัตราการเติบโตของจำนวนแบคทีเรียต่อเวลา เท่ากับ 0.45

ปัญหาต้องการทราบว่า :

- 1) เมื่อเวลาผ่านไป 3 ช.ม. จะพบจำนวนแบคทีเรีย เป็นเท่าไร
- 2) เมื่อมีจำนวนแบคทีเรีย 10,000 ตัว แสดงว่าใช้เวลาไปกี่ชั่วโมง

จาก  $n(t) = n_0e^{rt}$

เมื่อ  $n(t)$  แทน จำนวนแบคทีเรียเมื่อเวลาผ่านไป  $t$

$n_0$  แทน จำนวนแบคทีเรีย ณ จุดเริ่มต้น

$r$  แทน อัตราการเติบโตของจำนวนแบคทีเรียต่อเวลา

$t$  แทน เวลา

1) เมื่อเวลาผ่านไป 3 ช.ม. จะพบจำนวนแบคทีเรีย เป็นเท่าไร

จาก  $n(t) = 500e^{0.45t}$

เมื่อเวลาผ่านไป 3 ชั่วโมง  $n(3) = 500e^{0.45(3)}$

$$\approx 500(2.7182818)^{0.45(3)}$$

$$\approx 1,929 \quad \text{ตัว}$$

ตอบ

ตรวจสอบผล  $1,929 = 500e^{0.45(3)}$

$$\frac{1,929}{500} = e^{1.35}$$

$$3.858 = e^{1.35}$$

$$\ln 3.858 = 1.35 \ln e$$

$$1.35 = 1.35$$

เป็นจริง

ดังนั้น เมื่อเวลาผ่านไป 3 ชั่วโมง จะพบจำนวนแบคทีเรีย 1,929 ตัว

2) เมื่อมีจำนวนแบคทีเรีย 10,000 ตัว แสดงว่าใช้เวลาไปกี่ชั่วโมง

จาก  $n(t) = 500e^{0.45t}$

หาเวลาเมื่อ  $10,000 = 500e^{0.45t}$

$$20 = e^{0.45t}$$

เนื่องจากเป็นฟังก์ชันหนึ่งต่อหนึ่ง take ln

$$\ln 20 = \ln e^{0.45t}$$

$$\ln 20 = 0.45t \ln e$$

$$0.45t = \frac{\log 20}{\log e}$$

$$\approx \frac{\log 2 + \log 10}{0.4343}$$

$$t \approx \frac{1.301}{0.4343 \times 0.45} \approx 6.65 \approx 6\frac{4}{6}$$

ตอบ

ตรวจสอบผล  $10000 = 500e^{0.45(6.65)}$

$$10,000 = (2.7182818)^{0.45(6.65)}$$

$$10,000 = 10,000 \quad \text{เป็นจริง}$$

ดังนั้น จะมีจำนวนแบคทีเรีย 10,000 ตัว เมื่อเวลาผ่านไป 6 ชั่วโมง 40 นาที

### แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4

(วิธีการสอนแบบแลกเปลี่ยนบทบาทและใช้กระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์)

รายวิชาคณิตศาสตร์เพิ่มเติม 3	รหัสวิชา ค32201	ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5
หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลและลอการิทึม		เวลา 7 ชั่วโมง
แผนที่ 4 การสลายตัวของสารกัมมันตภาพรังสี		เวลา 1 ชั่วโมง

1. ผลการเรียนรู้ นำความรู้เรื่องฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียล และฟังก์ชันลอการิทึม ไปใช้แก้ปัญหาได้
2. สาระการเรียนรู้ การสลายตัวของสารกัมมันตภาพรังสี
3. สาระสำคัญ

การสลายตัวของสารกัมมันตภาพรังสีที่มีครึ่งชีวิตเท่ากับ  $h$  ปริมาณสารที่เหลืออยู่มีสูตรดังนี้

$$m(t) = m_0 e^{-rt}$$

เมื่อ  $m(t)$  แทน ปริมาณของสารกัมมันตภาพรังสีที่เหลืออยู่ เมื่อเวลาผ่านไป  $t$

$m_0$  แทน ปริมาณของสารกัมมันตภาพรังสี ณ จุดเริ่มต้น

$$r = \frac{\ln 2}{h}$$

#### 4. จุดประสงค์การเรียนรู้

4.1 ด้านความรู้ทางคณิตศาสตร์ : เพื่อให้นักเรียนสามารถแก้ปัญหาเกี่ยวกับการสลายตัวของสารกัมมันตภาพรังสีได้

4.2 ด้านทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ : เพื่อให้นักเรียน

1) เข้าใจกระบวนการแก้ปัญหาและมีประสบการณ์ในการแก้ปัญหาตามแนวคิดของโพลยาและกระบวนการแก้ปัญหาที่เป็นพลวัต

2) มีโอกาสได้อธิบายเหตุผล สื่อสาร สื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ การนำเสนอและแลกเปลี่ยนบทบาทกันในกลุ่ม โดยการฝึกการตั้งคำถาม การคาดการณ์ล่วงหน้า การสร้างความกระจำ การสรุป และการแก้ปัญหา

4.3 ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์ : เพื่อให้นักเรียนมีส่วนร่วม มีวินัย ให้ความร่วมมือช่วยเหลือซึ่งกันและกัน และรับผิดชอบในการแก้ปัญหาของกลุ่ม

## 5. กิจกรรมการเรียนรู้

### ขั้นก่อนแลกเปลี่ยนบทบาท

1. ครูแจ้งจุดประสงค์การเรียนรู้ให้นักเรียนทราบว่า เมื่อเรียนจบแผนการจัดการเรียนรู้แล้ว นักเรียนจะสามารถ

- นำความรู้เรื่องฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลและฟังก์ชันลอการิทึมไปใช้ในการแก้ปัญหาการสลายตัวของสารกัมมันตภาพรังสีได้

2. ครูให้นักเรียนแบ่งกลุ่มตามกลุ่มเดิม แล้วครูสุ่มปัญหาหนึ่งปัญหาเกี่ยวกับการนำความรู้เรื่องฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลและฟังก์ชันลอการิทึมไปใช้ในการแก้ปัญหาการคำนวณดอกเบี้ย การเติบโตของประชากร และการเติบโตของจำนวนเชื้อแบคทีเรีย และให้แต่ละกลุ่มส่งตัวแทนกลุ่มมากลุ่มละ 1 คน มาสวมบทบาทผู้ตั้งคำถาม ผู้คาดการณ์ล่วงหน้า ผู้สร้างความกระจำง ผู้สรุป และผู้แก้ปัญหา หน้าชั้นเรียน โดยครูคอยสอดแทรกและให้คำชี้แนะ เพื่อให้นักเรียนรู้บทบาทของตนเอง และไปในทิศทางที่ถูกต้อง ตลอดจนได้คำตอบของปัญหาที่ถูกต้อง พร้อมให้รางวัลตัวแทนที่ออกมาแสดงบทบาทหน้าชั้นเรียน

### ขั้นแลกเปลี่ยนบทบาท

3. ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มทำใบกิจกรรมที่ 5 : ปัญหา “ครึ่งชีวิตที่เหลืออยู่” และดำเนินการแลกเปลี่ยนบทบาทในการผู้ตั้งคำถาม ผู้คาดการณ์ล่วงหน้า ผู้สร้างความกระจำง ผู้สรุป และผู้แก้ปัญหา เป็นคนใหม่ไม่ซ้ำคนเดิมกับครั้งที่แล้ว โดยครูคอยเดินสำรวจและให้คำชี้แนะในแต่ละกลุ่ม

4. ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มส่งตัวแทนกลุ่มละ 1 คน ออกมาร่วมกิจกรรมหน้าชั้นเรียน เพื่อให้ได้มาซึ่งการตั้งคำถาม การคาดการณ์ล่วงหน้า การสร้างความกระจำง การสรุป และการแก้ปัญหา พร้อมทั้งสอบถามแนวคิดเพิ่มเติมของนักเรียนคนอื่นๆ จนได้คำตอบที่ถูกต้องสมบูรณ์

### ขั้นหลังแลกเปลี่ยนบทบาท

5. ครูให้นักเรียนช่วยกันอภิปรายและสรุปเกี่ยวกับกระบวนการแก้ปัญหา เรื่องการสลายตัวของสารกัมมันตภาพรังสี จากใบกิจกรรมที่ 5 : ปัญหา “ครึ่งชีวิตที่เหลืออยู่” ซึ่งจะได้อะไรว่าการสลายตัวของสารกัมมันตภาพรังสีที่มีครึ่งชีวิตเท่ากับ  $h$  ปริมาณสารที่เหลืออยู่มีสูตรดังนี้

$$m(t) = m_0 e^{-rt}$$

เมื่อ  $m(t)$  แทน ปริมาณของสารกัมมันตภาพรังสีที่เหลืออยู่ เมื่อเวลาผ่านไป  $t$

$m_0$  แทน ปริมาณของสารกัมมันตภาพรังสี ณ จุดเริ่มต้น

$$r = \frac{\ln 2}{h}$$

6. ครูให้นักเรียนศึกษาเพิ่มเติมจากแหล่งเรียนรู้และหนังสืออื่นๆ เพิ่มเติม

## 6. สื่อ อุปกรณ์และแหล่งการเรียนรู้

1. ใบกิจกรรมที่ 5 : ปัญหา “ครึ่งชีวิตที่เหลืออยู่”
2. หนังสือเรียนคณิตศาสตร์เพิ่มเติม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 - 6 เล่ม 3 และเอกสารอื่นๆ
3. ห้องสมุดโรงเรียนและห้องสมุดกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์

## 7. การวัดและประเมินผล

### 1. วิธีการวัด

- 1.1 สังเกตจากการตอบคำถาม
- 1.2 สังเกตจากความสนใจในขณะที่เรียน
- 1.3 ตรวจจากใบกิจกรรมที่ 5 : ปัญหา “ครึ่งชีวิตที่เหลืออยู่”
- 1.4 การมีส่วนร่วมในกิจกรรมทั้งกิจกรรมกลุ่ม และกิจกรรมในชั้นเรียน
- 1.5 ความรับผิดชอบ

### 2. เครื่องมือวัด

- 2.1 ใบกิจกรรมที่ 5 : ปัญหา “ครึ่งชีวิตที่เหลืออยู่”
- 2.2 แบบสังเกตพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม
- 2.3 แบบสังเกตพฤติกรรมการแลกเปลี่ยนบทบาทและใช้กระบวนการแก้ปัญหา

ทางคณิตศาสตร์

### 3. เกณฑ์การประเมิน

- 3.1 นักเรียนสามารถแก้ปัญหาเกี่ยวกับการสลายตัวของสารกัมมันตภาพรังสีได้
- 3.2 นักเรียนเข้าใจกระบวนการแก้ปัญหาและมีประสบการณ์ในการแก้ปัญหา

ตามแนวคิดของ โพลยาและกระบวนการแก้ปัญหาที่เป็นพลวัต

3.3 นักเรียนสามารถสื่อสาร สื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ การนำเสนอและ  
แลกเปลี่ยนบทบาทกันกับครู โดยการฝึกการตั้งคำถาม การคาดการณ์ล่วงหน้า การสร้างความ  
กระจำง การสรุป และการแก้ปัญหาได้

## 8. บันทึกผลหลังการจัดการเรียนรู้

### 1. ผลการสอน

.....

.....

.....

### 2. ปัญหา/อุปสรรค

.....

.....

.....

### 3. ข้อเสนอแนะ/แนวทางแก้ไข

.....

.....

.....

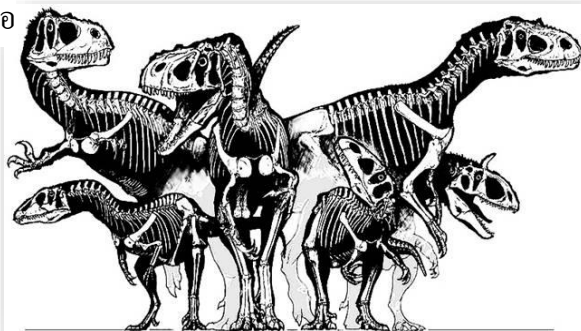


## ใบกิจกรรมที่ 5 : ปัญหา “ครึ่งชีวิตที่เหลืออยู่”

นักวิทยาศาสตร์ได้ศึกษาเรื่องการสลายตัวของสารกัมมันตรังสี ซึ่งมีรายละเอียด ดังนี้

**การสลายตัวของสารกัมมันตรังสี** คือ

การที่สารกัมมันตรังสีแผ่รังสีได้นั้น เป็นเพราะนิวเคลียสของสารไม่เสถียร เนื่องจากมีพลังงานส่วนเกินอยู่ภายใน ดังนั้นจึงจำเป็นต้องถ่ายเทพลังงานส่วนเกินนี้ออกไป เพื่อให้นิวเคลียสเสถียรในที่สุด พลังงานส่วนเกินที่



ปล่อยออกมาอยู่ในรูปของอนุภาคหรือรังสีต่าง ๆ เช่น อนุภาคแอลฟา อนุภาคบีตา รังสีแกมมาและ ไอโซโทปที่เสถียร

**ครึ่งชีวิตของธาตุ (Half Life)** หมายถึง ระยะเวลาที่สารสลายตัวไปจนเหลือเพียงครึ่งหนึ่งของปริมาณเดิม ใช้สัญลักษณ์เป็น  $t_{\frac{1}{2}}$  อัตราการสลายตัว เป็นสัดส่วนโดยตรงกับจำนวนอนุภาคใน ธาตุกัมมันตรังสีนั้น ปริมาณการสลายตัวจะบอกเป็นครึ่งชีวิต ซึ่งเป็นสมบัติเฉพาะตัวของแต่ละ ไอโซโทป และสามารถเปรียบเทียบอัตราการสลายตัวของธาตุกัมมันตรังสีแต่ละชนิดได้ ครึ่งชีวิตของธาตุกัมมันตรังสีชนิดต่าง ๆ มีค่าไม่เท่ากัน

ครึ่งชีวิตของสารกัมมันตรังสี สามารถนำไปใช้หาอายุสัมบูรณ์ (Absolute Age) เป็นอายุของหิน หรือซากดึกดำบรรพ์ ที่สามารถบอกจำนวนปีที่ค่อนข้างแน่นอน

การสลายตัวของสารกัมมันตภาพรังสีที่มีครึ่งชีวิตเท่ากับ  $h$  ปริมาณสารที่เหลืออยู่มีสูตรดังนี้

$$m(t) = m_0 e^{-rt}$$

เมื่อ  $m(t)$  แทน ปริมาณของสารกัมมันตภาพรังสีที่เหลืออยู่ เมื่อเวลาผ่านไป  $t$

$m_0$  แทน ปริมาณของสารกัมมันตภาพรังสี ณ จุดเริ่มต้น

$$r = \frac{\ln 2}{h}$$

ถ้านักวิทยาศาสตร์มีสารกัมมันตรังสีจำนวน 250 มิลลิกรัม สลายตัวเหลืออยู่ 200 มิลลิกรัม ในเวลา 48 ชั่วโมง นักเรียนช่วยนักวิทยาศาสตร์คิดหน่อยสิว่าครึ่งชีวิตของสารนี้เป็นเท่าไร

บทบาท	ชื่อ-สกุล
ผู้ตั้งคำถาม	
ผู้คาดการณ์ล่วงหน้า	
ผู้สร้างความกระจ่าง	
ผู้สรุป	
ผู้แก้ปัญหา	

ตั้งคำถาม

คาดการณ์ล่วงหน้า

สร้างความกระจ่าง

สรุป

ผู้แก้ปัญหา

# แก้ปัญหา

## แนวคำตอบใบกิจกรรมที่ 5 : ปัญหา “ครึ่งชีวิตที่เหลืออยู่”

### ตั้งคำถาม

- ปัญหานี้เกี่ยวกับเรื่องอะไร

ตอบ - การสลายตัวของธาตุกัมมันตภาพรังสี

- ครึ่งชีวิตของสารกัมมันตภาพรังสี

- ครึ่งชีวิตของธาตุคืออะไร นำไปใช้ประโยชน์อย่างไร

ตอบ ครึ่งชีวิตของธาตุ หมายถึง ระยะเวลาที่สารสลายตัวไปจนเหลือเพียงครึ่งหนึ่งของปริมาณเดิม นิวเคลียสของธาตุกัมมันตรังสีที่ไม่เสถียรจะสลายตัวและแผ่รังสีได้เองตลอดเวลา โดยไม่ขึ้นอยู่กับอุณหภูมิหรือความดัน

ครึ่งชีวิตของสารกัมมันตรังสี สามารถนำไปใช้หาอายุสัมบูรณ์ของหินหรือซากดึกดำบรรพ์ได้

-สารกัมมันตรังสีเริ่มต้นที่กำหนดให้มีอยู่เท่าไร

ตอบ 250 มิลลิกรัม

-สารกัมมันตรังสีเริ่มต้นที่กำหนดให้ มีการสลายตัวอย่างไร

ตอบ สลายตัวเหลืออยู่ 200 มิลลิกรัม ในเวลา 48 ชั่วโมง

### คาดการณ์ล่วงหน้า

ปัญหากำหนดให้สารกัมมันตรังสีจำนวน 250 มิลลิกรัม สลายตัวเหลืออยู่ 200 มิลลิกรัม ในเวลา 48 ชั่วโมง แสดงว่าสลายตัว 50 มิลลิกรัม ในเวลา 48 ชั่วโมง ดังนั้นครึ่งชีวิตของสารกัมมันตรังสีนี้ น่าจะประมาณ 120 ชั่วโมง

### สร้างความกระจ่าง

พิจารณาแต่ละข้อความ ว่าหมายความว่าอย่างไร

- สารกัมมันตรังสี (สารที่แผ่รังสีได้ เนื่องจากนิวเคลียสของอะตอมไม่เสถียร)
- กัมมันตภาพรังสี (ปรากฏการณ์ที่ธาตุแผ่รังสีได้เองอย่างต่อเนื่อง รังสีที่ได้จากการสลายตัว มี 3 ชนิด คือ รังสีแอลฟา รังสีบีตา และรังสีแกมมา)
- ครึ่งชีวิตของธาตุ (ระยะเวลาที่สารสลายตัวไปจนเหลือเพียงครึ่งหนึ่งของปริมาณเดิม)
- การสารกัมมันตรังสีจะมีระยะเวลาในการสลายตัวแตกต่างกันและแผ่รังสีได้แตกต่างกัน

พิจารณาความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่นำมาใช้แก้ปัญหาว่ามีอะไรบ้าง

- ฟังก์ชันลอการิทึม

ฟังก์ชันลอการิทึมที่ใช้ในการแก้ปัญหา คือ

การสลายตัวของสารกัมมันตภาพรังสีที่มีครึ่งชีวิตเท่ากับ  $h$  ปริมาณสารที่เหลืออยู่มีสูตรดังนี้

$$m(t) = m_0 e^{-rt}$$

เมื่อ  $m(t)$  แทน ปริมาณของสารกัมมันตภาพรังสีที่เหลืออยู่ เมื่อเวลาผ่านไป  $t$

$m_0$  แทน ปริมาณของสารกัมมันตภาพรังสี ณ จุดเริ่มต้น

$$r = \frac{\ln 2}{h}$$

### สรุป

ปัญหานี้เกี่ยวกับการสลายตัวของธาตุกัมมันตภาพรังสี ซึ่งการที่สารกัมมันตรังสีแผ่รังสีได้นั้นเป็นเพราะนิวเคลียสของสารไม่เสถียร เนื่องจากมีพลังงานส่วนเกินอยู่ภายใน ดังนั้นจึงจำเป็นต้องถ่ายเทพลังงานส่วนเกินนี้ออกไป เพื่อให้นิวเคลียสเสถียรในที่สุด พลังงานส่วนเกินที่ปล่อยออกมาอยู่ในรูปของอนุภาคหรือรังสีต่าง ๆ เช่น อนุภาคแอลฟา อนุภาคบีตา รังสีแกมมาและไอโซโทปที่เสถียร ซึ่งถ้าสารสลายตัวไปจนเหลือเพียงครึ่งหนึ่งของปริมาณเดิม จะเรียกว่า “ครึ่ง

ชีวิตของธาตุ” สามารถนำไปใช้หาอายุสัมบูรณ์ของหินหรือซากดึกดำบรรพ์ได้ จากปัญหาที่มีสารกัมมันตรังสีจำนวน 250 มิลลิกรัม สลายตัวเหลืออยู่ 200 มิลลิกรัม ในเวลา 48 ชั่วโมง ปัญหาต้องการถามว่าครึ่งชีวิตของสารนี้เป็นเท่าไร

### แก้ปัญหา

ปัญหากำหนดให้ :

- 1) มีปริมาณของสารกัมมันตภาพรังสี ณ จุดเริ่มต้น จำนวน 250 มิลลิกรัม
- 2) สารกัมมันตภาพรังสีมีการสลายตัวเหลืออยู่ 200 มิลลิกรัม ในเวลา 48 ชั่วโมง

ปัญหาต้องการทราบว่า :

ครึ่งชีวิตของสารกัมมันตภาพรังสีเป็นเท่าใด

จาก การสลายตัวของธาตุกัมมันตรังสี มีครึ่งชีวิต  $h$  ปริมาณสารที่เหลืออยู่ มีสูตร

ดังนี้

$$m(t) = m_0 e^{-rt}$$

$$m(t) = m_0 e^{-\left(\frac{\ln 2}{h}\right)t}$$

$$\text{แทนค่า } 200 = 250 e^{-\left(\frac{48 \ln 2}{h}\right)}$$

เนื่องจากเป็นฟังก์ชันหนึ่งต่อหนึ่ง take  $-\log$

$$\log 200 = \log 250 e^{-\left(\frac{48 \ln 2}{h}\right)}$$

$$2.301 = \log 250 + \log e^{-\left(\frac{48 \ln 2}{h}\right)}$$

$$2.301 = 2.3979 + \log e^{-\left(\frac{48 \ln 2}{h}\right)}$$

$$-0.0969 = -\left(\frac{48 \ln 2}{h}\right) \log e$$

$$-0.0969 = -\left(\frac{48 \log 2}{h \log e}\right) \log e$$

$$\begin{aligned} h &= \frac{48 \log 2}{0.0969} \\ &= \frac{48 \times 0.301}{0.0969} \end{aligned}$$

$$\approx 48 \times 3.1063$$

$$\approx 149.1$$

ตอบ

ตรวจสอบผล :

$$200 = 250e^{-\left(\frac{\ln 2}{149.1}\right)48}$$

$$200 = 250(0.80)$$

$$200 = 200$$

เป็นจริง

ดังนั้น ครึ่งชีวิตของสารนี้ประมาณ 149.1 ชั่วโมง

### แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5

(วิธีการสอนแบบแลกเปลี่ยนบทบาทและใช้กระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์)

รายวิชาคณิตศาสตร์เพิ่มเติม 3	รหัสวิชา ค32201	ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5
หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลและลอการิทึม		เวลา 7 ชั่วโมง
แผนที่ 5 การวัดระดับความเข้มเสียง		เวลา 1 ชั่วโมง

1. ผลการเรียนรู้ นำความรู้เรื่องฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียล และฟังก์ชันลอการิทึม ไปใช้แก้ปัญหาได้
2. สาระการเรียนรู้ การวัดระดับความเข้มเสียง
3. สาระสำคัญ

การวัดระดับความเข้มเสียง เป็นการวัดความเข้มเสียงโดยเทียบกับความเข้มเสียงที่หูคนปกติเริ่มได้ยินเป็นเกณฑ์อ้างอิง ระดับความเข้มเสียงมีสูตรดังนี้

$$\beta = 10 \log \frac{I}{I_0}$$

เมื่อ  $\beta$  แทน ระดับความเข้มเสียงที่มีหน่วยเป็นเดซิเบล

$I$  แทน ความเข้มเสียงที่ต้องการวัด

$I_0$  แทน ความเข้มเสียงที่หูคนปกติเริ่มได้ยิน ซึ่งเท่ากับ  $10^{-12}$  วัตต์ /

ตารางเมตร

#### 4. จุดประสงค์การเรียนรู้

4.1 ด้านความรู้ทางคณิตศาสตร์ : เพื่อให้ นักเรียนสามารถแก้ปัญหาเกี่ยวกับการวัดระดับความเข้มเสียงได้

4.2 ด้านทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ : เพื่อให้ นักเรียน

1) เข้าใจกระบวนการแก้ปัญหาและมีประสบการณ์ในการแก้ปัญหตามแนวคิดของ โพลยาและกระบวนการแก้ปัญหาที่เป็นพลวัต

2) มีโอกาสได้อธิบายเหตุผล สื่อสาร สื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ การนำเสนอและแลกเปลี่ยนบทบาทกันในกลุ่ม โดยการฝึกการตั้งคำถาม การคาดการณ์ล่วงหน้า การสร้างความกระจำ การสรุป และการแก้ปัญหา



**4.3 ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์ :** เพื่อให้ นักเรียนมีส่วนร่วม มีวินัย ให้ความร่วมมือ ช่วยเหลือซึ่งกันและกัน และรับผิดชอบในการแก้ปัญหาของกลุ่ม

## 5. กิจกรรมการเรียนรู้

### ขั้นก่อนแลกเปลี่ยนบทบาท

1. ครูแจ้งจุดประสงค์การเรียนรู้ให้นักเรียนทราบว่า เมื่อเรียนจบแผนการจัดการเรียนรู้แล้ว นักเรียนจะสามารถ

- นำความรู้เรื่องฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลและฟังก์ชันลอการิทึม ไปใช้ในการแก้ปัญหาการวัดระดับความเข้มเสียงได้

2. ครูกำหนดปัญหาเกี่ยวกับการสลายตัวของสารกัมมันตรังสี แล้วสุ่มนักเรียน 5 คน ให้ทำหน้าที่เป็นผู้ตั้งคำถาม ผู้คาดการณ์ล่วงหน้า ผู้สร้างความกระจำง ผู้สรุป และผู้แก้ปัญหา โดยครูคอยสอดแทรกและให้คำชี้แนะเพื่อให้ นักเรียนรู้บทบาทของตนเอง และไปในทิศทางที่ถูกต้อง ตลอดจนได้คำตอบของปัญหาที่ถูกต้อง

### ขั้นแลกเปลี่ยนบทบาท

3. ครูให้นักเรียนแบ่งกลุ่มตามกลุ่มเดิม แล้วครูให้แต่ละกลุ่มลงมือทำใบกิจกรรมที่ 6 : ปัญหา “เครื่องจักรเจ้าปัญหา” โดยให้ดำเนินการแลกเปลี่ยนบทบาทในการเป็นผู้ตั้งคำถาม ผู้คาดการณ์ล่วงหน้า ผู้สร้างความกระจำง ผู้สรุป และผู้แก้ปัญหา เป็นคนใหม่ไม่ซ้ำคนเดิมกับครั้งที่แล้ว โดยครูคอยเดินสำรวจ กระตุ้น ให้กำลังใจและให้คำชี้แนะในแต่ละกลุ่ม

4. ครูสุ่มถามนักเรียนทีละกลุ่มเพื่อให้ได้ซึ่งการตั้งคำถาม การคาดการณ์ล่วงหน้า การสร้างความกระจำง การสรุป และการแก้ปัญหา ที่ถูกต้องสมบูรณ์

### ขั้นหลังแลกเปลี่ยนบทบาท

5. ครูให้นักเรียนช่วยกันอภิปรายและสรุปเกี่ยวกับกระบวนการแก้ปัญหา เรื่องการวัดระดับความเข้มเสียงจากใบกิจกรรมที่ 6 : ปัญหา “เครื่องจักรเจ้าปัญหา” ซึ่งจะได้ว่า

การวัดระดับความเข้มเสียง เป็นการวัดความเข้มเสียงโดยเทียบกับความเข้มเสียงที่หูคนปกติเริ่มได้ยินเป็นเกณฑ์อ้างอิง ระดับความเข้มเสียงมีสูตรดังนี้

$$\beta = 10 \log \frac{I}{I_0}$$

เมื่อ  $\beta$  แทน ระดับความเข้มเสียงที่มีหน่วยเป็นเดซิเบล

$I$  แทน ความเข้มเสียงที่ต้องการวัด

$I_0$  แทน ความเข้มเสียงที่หูคนปกติเริ่มได้ยิน ซึ่งเท่ากับ  $10^{-12}$

วัตต์ / ตารางเมตร

6. ครูให้นักเรียนศึกษาเพิ่มเติมจากแหล่งเรียนรู้และหนังสืออื่นๆ เพิ่มเติม

## 6. สื่อ อุปกรณ์และแหล่งการเรียนรู้

1. ใบกิจกรรมที่ 6 : ปัญหา “เครื่องจักรเจ้าปัญหา”
2. หนังสือเรียนคณิตศาสตร์เพิ่มเติม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 - 6 เล่ม 3 และเอกสารอื่นๆ
3. ห้องสมุดโรงเรียนและห้องสมุดกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์

## 7. การวัดและประเมินผล

### 1. วิธีการวัด

- 1.1 สังเกตจากการตอบคำถาม
- 1.2 สังเกตจากความสนใจในขณะที่เรียน
- 1.3 ตรวจจากใบกิจกรรมที่ 6 : ปัญหา “เครื่องจักรเจ้าปัญหา”
- 1.4 การมีส่วนร่วมในกิจกรรมทั้งกิจกรรมกลุ่ม และกิจกรรมในชั้นเรียน
- 1.5 ความรับผิดชอบ

### 2. เครื่องมือวัด

- 2.1 ใบกิจกรรมที่ 6 : ปัญหา “เครื่องจักรเจ้าปัญหา”
- 2.2 แบบสังเกตพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม
- 2.3 แบบสังเกตพฤติกรรมการแลกเปลี่ยนบทบาทและใช้กระบวนการแก้ปัญหา

ทางคณิตศาสตร์

### 3. เกณฑ์การประเมิน

- 3.1 นักเรียนสามารถแก้ปัญหาเกี่ยวกับการวัดระดับความเข้มเสียงได้
- 3.2 นักเรียนเข้าใจกระบวนการแก้ปัญหาและมีประสบการณ์ในการแก้ปัญหา

ตามแนวคิดของ โพลยาและกระบวนการแก้ปัญหาที่เป็นพลวัต

3.3 นักเรียนสามารถสื่อสาร สื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ การนำเสนอและ  
แลกเปลี่ยนบทบาทกันกับครู โดยการฝึกการตั้งคำถาม การคาดการณ์ล่วงหน้า การสร้างความ  
กระจำง การสรุป และการแก้ปัญหาได้

## 8. บันทึกผลหลังการจัดการเรียนรู้

### 1. ผลการสอน

.....

.....

.....

### 2. ปัญหา/อุปสรรค

.....

.....

.....

### 3. ข้อเสนอแนะ/แนวทางแก้ไข

.....

.....

.....

## ใบกิจกรรมที่ 6 : ปัญหา “เครื่องจักรเจ้าปัญหา”

ความเข้มเสียงเป็นปริมาณทางฟิสิกส์อย่างหนึ่งซึ่งใช้แสดงถึงระดับความดังของเสียง แต่เนื่องจากเสียงเบาที่สุดที่มนุษย์ได้ยินจะมีความเข้มเสียงเป็น  $10^{-12}$  วัตต์ต่อตารางเมตร ส่วนเสียงดังที่สุดที่มนุษย์ทนฟังได้จะมีความเข้มเสียงเป็น 1 วัตต์ต่อตารางเมตร จะเห็นได้ว่าอัตราส่วนของเสียงที่ดังที่สุดต่อเสียงที่เบาที่สุดที่มนุษย์ได้ยินมีความกว้างถึง  $10^{12}$  เท่า จึงไม่สะดวกในการจะบอกความดังของเสียงในรูปของความเข้มเสียง อีกทั้งความดังที่เรารู้สึกได้ไม่เป็นปฏิกิริยาโดยตรงกับความเข้มเสียง เช่น ความเข้มของเสียงเบาที่เพิ่มขึ้น 1000 เท่า ไม่ได้หมายถึงเสียงที่ดังขึ้น 1000 เท่า แต่กลับดังขึ้นเทียบเท่ากับเสียงคุยกันของคนสองคนเท่านั้น ดังนั้นเพื่อความสะดวกในทางปฏิบัติจึงนิยมใช้ “ระดับความเข้มเสียง” ในการบอกความดังของเสียงแทนความเข้มเสียง

โดยสามารถเขียนความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มเสียงและระดับความเข้มเสียง  $\beta$  ได้ดังนี้

$$\beta = 10 \log \frac{I}{I_0}$$

เมื่อ  $\beta$  แทน ระดับความเข้มเสียงที่มีหน่วยเป็นเดซิเบล

$I$  แทน ความเข้มเสียงที่ต้องการวัด

$I_0$  แทน ความเข้มเสียงที่หูคนปกติเริ่มได้ยิน ซึ่งเท่ากับ  $10^{-12}$  วัตต์ /

ตารางเมตร

ดังนั้น เสียงเบาที่สุดที่มนุษย์ปกติสามารถรับรู้ได้ คือ 0 dB  $\left( \beta = 10 \log \frac{10^{-12}}{10^{-12}} \right)$  และเสียงดังที่สุดที่มนุษย์สามารถทนได้ คือ 120 dB  $\left( \beta = 10 \log \frac{1}{10^{-12}} \right)$

จากการศึกษาระดับความเข้มเสียง นักเรียนลองช่วยเจ้าของโรงงานแห่งหนึ่งหน่อยสิ ถ้าเจ้าของโรงงานได้ติดตั้งเครื่องจักรกลแบบเดียวกันสองเครื่องตั้งอยู่ห่างจากคนงานในระยะเท่ากัน ถ้าขณะเครื่องจักรกลทำงานมันจะส่งเสียงด้วยความเข้มเสียง  $2 \times 10^{-7} \text{ W/m}^2$

จงหาระดับความเข้มเสียงของเครื่องจักรกลทำงานเพียงหนึ่งเครื่อง และระดับความเข้มเสียงของเครื่องจักรกลทำงานพร้อมกันสองเครื่อง



บทบาท	ชื่อ-สกุล
ผู้ตั้งคำถาม	
ผู้คาดการณ์ล่วงหน้า	
ผู้สร้างความกระจำง	
ผู้สรุป	
ผู้แก้ปัญหา	

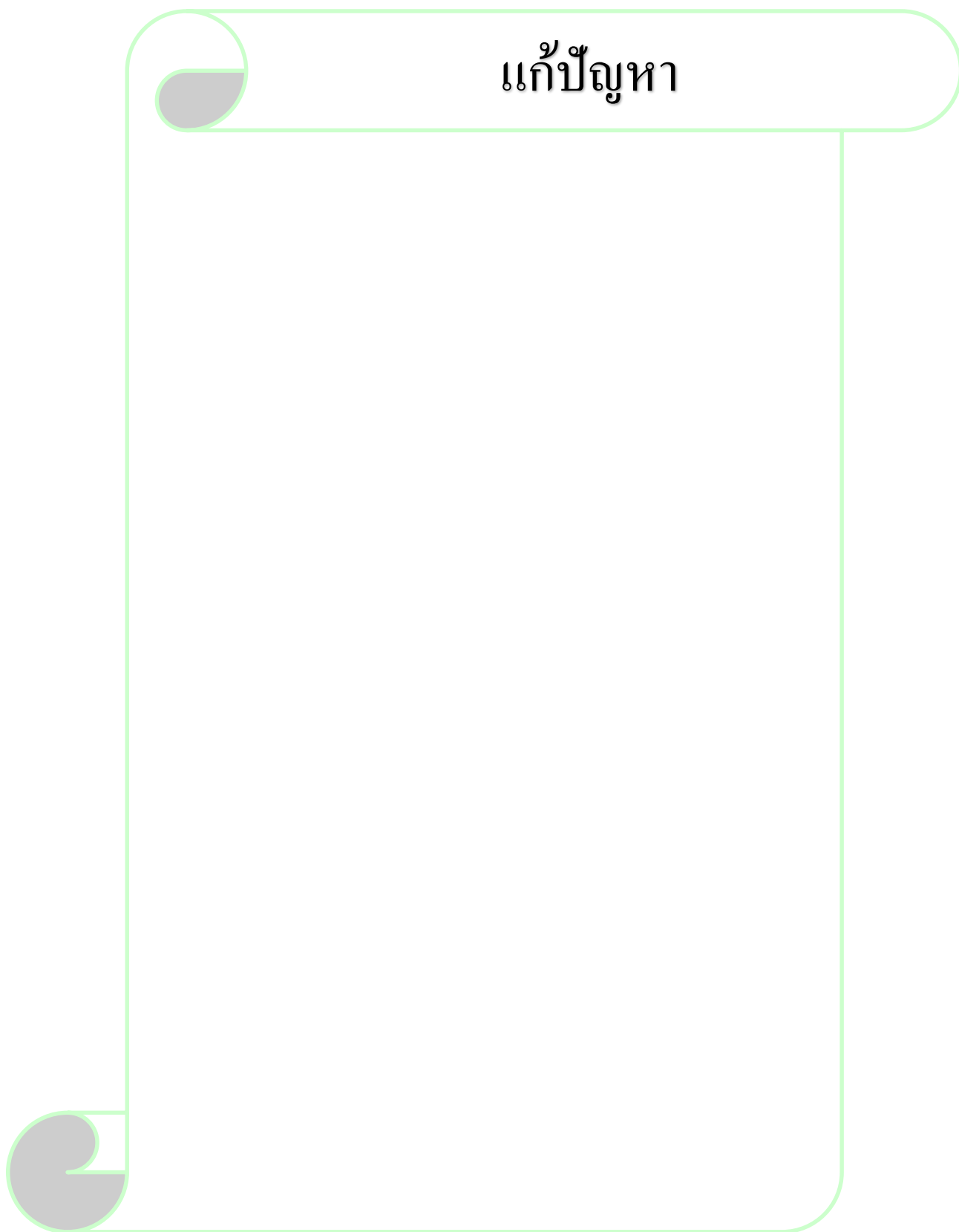
ตั้งคำถาม

คาดการณ์ล่วงหน้า

สร้างความกระจำง

สรุป

## แก้ปัญหา



## แนวคำตอบใบกิจกรรมที่ 6 : ปัญหา “เครื่องจักรเข้าปัญหา”

### ตั้งคำถาม

- ปัญหานี้เกี่ยวกับเรื่องอะไร

ตอบ การวัดระดับความเข้มเสียง

- ความเข้มเสียงบอกอะไร

ตอบ ระดับความดังของเสียง

- เราใช้อะไรในการบอกระดับความดังของเสียงแทนความเข้มเสียง

ตอบ ระดับความเข้มเสียง

- ปัญหากำหนดอะไรมาให้

ตอบ โรงงานแห่งหนึ่งได้ติดตั้งเครื่องจักรกลแบบเดียวกันสองเครื่องตั้งอยู่ห่างจากคนงานในระยะเท่ากัน และเครื่องจักรกลทำงานมันจะส่งเสียงด้วยความเข้มเสียง  $2 \times 10^{-7} \text{ W/m}^2$

- ปัญหาต้องการอะไร

ตอบ 1) ระดับความเข้มเสียงของเครื่องจักรกลทำงานเพียงหนึ่งเครื่อง

2) ระดับความเข้มเสียงของเครื่องจักรกลทำงานพร้อมกันสองเครื่อง

### คาดการณ์ล่วงหน้า

ปัญหาโรงงานแห่งหนึ่งได้ติดตั้งเครื่องจักรกลแบบเดียวกันสองเครื่องตั้งอยู่ห่างจากคนงานในระยะเท่ากัน และเครื่องจักรกลทำงานมันจะส่งเสียงด้วยความเข้มเสียง  $2 \times 10^{-7} \text{ W/m}^2$  ดังนั้นระดับความเข้มเสียงของเครื่องจักรกลทำงานพร้อมกันสองเครื่องจะมากกว่าระดับความเข้มเสียงของเครื่องจักรกลทำงานเพียงหนึ่งเครื่อง เกิดจากเสียงที่ส่งออกมาจะมีความเข้มเสียงเป็น 2 เท่านั่นเอง

## สร้างความกระจ่าง

พิจารณาประเด็นต่างๆ

- เสียงเบาที่สุดที่มนุษย์ได้ยินจะมีความเข้มเสียงเป็น  $10^{-12}$  วัตต์ต่อตารางเมตร
- เสียงดังที่สุดที่มนุษย์ทนฟังได้จะมีความเข้มเสียงเป็น 1 วัตต์ต่อตารางเมตร
- อัตราส่วนของเสียงที่ดังที่สุดต่อเสียงที่เบาที่สุดที่มนุษย์ได้ยินมีความกว้างถึง

$10^{12}$  เท่า

- ความดังของเสียงที่เรารู้สึกได้ไม่เป็นปฏิภาคโดยตรงกับความเข้มเสียง
- เราใช้ “ระดับความเข้มเสียง” ในการบอกความดังของเสียงแทนความเข้มเสียง

พิจารณาความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่นำมาใช้แก้ปัญหามีอะไรบ้าง

- ฟังก์ชันลอการิทึม

ฟังก์ชันลอการิทึมที่ใช้ในการแก้ปัญหา คือ

ความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มเสียงและระดับความเข้มเสียง  $\beta$  ได้ดังนี้

$$\beta = 10 \log \frac{I}{I_0}$$

เมื่อ  $\beta$  แทน ระดับความเข้มเสียงที่มีหน่วยเป็นเดซิเบล

$I$  แทน ความเข้มเสียงที่ต้องการวัด

$I_0$  แทน ความเข้มเสียงที่หูคนปกติเริ่มได้ยิน ซึ่งเท่ากับ  $10^{-12}$  วัตต์ /

ตารางเมตร

## สรุป

ความเข้มเสียงแสดงถึงระดับความดังของเสียง ดังนั้นการวัดระดับความดังของเสียง ก็คือการวัดความเข้มเสียง เช่นปัญหานี้ เป็นปัญหาที่โรงงานแห่งหนึ่งได้ติดตั้งเครื่องจักรกลแบบเดียวกันสองเครื่องตั้งอยู่ห่างจากคนงานในระยะเท่ากัน และเครื่องจักรกลทำงานมันจะส่งเสียงด้วยความเข้มเสียง  $2 \times 10^{-7}$  W/m<sup>2</sup> ต้องการหาระดับความเข้มเสียงของเครื่องจักรกลทำงานเพียงหนึ่งเครื่อง และระดับความเข้มเสียงของเครื่องจักรกลทำงานพร้อมกันสองเครื่อง ซึ่งหาได้โดยใช้ความรู้เกี่ยวกับฟังก์ชันลอการิทึม



### แก้ปัญหา

ปัญหากำหนดให้ :

โรงงานแห่งหนึ่งได้ติดตั้งเครื่องจักรกลแบบเดียวกันสองเครื่องตั้งอยู่ห่างจากคนงานในระยะเท่ากัน และเครื่องจักรกลทำงานส่งเสียงด้วยความเข้มเสียง  $2 \times 10^{-7} \text{ W/m}^2$

ปัญหาต้องการทราบว่า :

- 1) ระดับความเข้มเสียงของเครื่องจักรกลทำงานเพียงหนึ่งเครื่อง
- 2) ระดับความเข้มเสียงของเครื่องจักรกลทำงานพร้อมกันสองเครื่อง

จาก ความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มเสียงและระดับความเข้มเสียง  $\beta$  ได้ดังนี้

$$\beta = 10 \log \frac{I}{I_0}$$

เมื่อ  $\beta$  แทน ระดับความเข้มเสียงที่มีหน่วยเป็นเดซิเบล

$I$  แทน ความเข้มเสียงที่ต้องการวัด

$I_0$  แทน ความเข้มเสียงที่หูคนปกติเริ่มได้ยิน ซึ่งเท่ากับ  $10^{-12}$  วัตต์ / ตารางเมตร

ตารางเมตร

จะได้ 1) ระดับความเข้มเสียงของเครื่องจักรกลทำงานเพียงหนึ่งเครื่อง

$$\begin{aligned} \text{จาก } \beta &= 10 \log \left( \frac{I}{I_0} \right) \\ &= 10 \log \left( \frac{2 \times 10^{-7}}{10^{-12}} \right) \\ &= 10 \log (2 \times 10^5) \\ &= 10 [\log 2 + 5] \\ &= 10 [(0.3010) + 5] \\ &= 53 \text{ dB} \end{aligned}$$

ตอบ

$$\begin{aligned} \text{ตรวจสอบผล : } 53 &= 10 \log \left( \frac{2 \times 10^{-7}}{10^{-12}} \right) \\ 5.3 &= \log (2 \times 10^5) \\ 5.3 &= \log 2 + 5 \end{aligned}$$

$$5.3 = 0.3010 + 5$$

$$5.3 = 5.3 \quad \text{เป็นจริง}$$

ดังนั้น ระดับความเข้มเสียงของเครื่องจักรกลทำงานเพียงหนึ่งเครื่องเท่ากับ 53 เดซิเบล

2) ระดับความเข้มเสียงของเครื่องจักรกลทำงานพร้อมกันสองเครื่อง

เมื่อเครื่องจักรกลทั้งสองทำงานพร้อมกัน เสียงที่ส่งออกมาจะมีความเข้มเสียงเป็น 2 เท่า นั่นคือ

$4 \times 10^{-7} \text{ W/m}^2$  ดังนั้น ระดับความเข้มเสียงหาได้จาก

$$\begin{aligned} \text{จาก } \beta &= 10 \log \left( \frac{I}{I_0} \right) \\ &= 10 \log \left( \frac{4 \times 10^{-7}}{10^{-12}} \right) \\ &= 10 \log (4 \times 10^5) \\ &= 10 [\log 4 + 5] \\ &= 10 [(0.6020) + 5] \\ &= 56 \text{ dB} \end{aligned}$$

$$\text{ตรวจสอบผล : } 56 = 10 \log \left( \frac{4 \times 10^{-7}}{10^{-12}} \right)$$

$$5.6 = \log (4 \times 10^5)$$

$$5.6 = \log 4 + 5$$

$$5.6 = 0.6020 + 5$$

$$5.6 = 5.6 \quad \text{เป็นจริง}$$

ดังนั้น ระดับความเข้มเสียงของเครื่องจักรกลทำงานพร้อมกันสองเครื่องเท่ากับ 56 เดซิเบล

### แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6

(วิธีการสอนแบบแลกเปลี่ยนบทบาทและใช้กระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์)

รายวิชาคณิตศาสตร์เพิ่มเติม 3	รหัสวิชา ค32201	ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5
หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลและลอการิทึม		เวลา 7 ชั่วโมง
แผนที่ 6 ระดับความเป็นกรด – เบสของสารละลาย		เวลา 1 ชั่วโมง

1. ผลการเรียนรู้ นำความรู้เรื่องฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียล และฟังก์ชันลอการิทึม ไปใช้แก้ปัญหาได้
2. สาระการเรียนรู้ ระดับความเป็นกรด – เบสของสารละลาย
3. สาระสำคัญ

ระดับความเป็นกรด – เบสของสารละลาย มีสูตรดังนี้

$$pH = -\log[H^+]$$

เมื่อ  $pH$  แทน ระดับความเป็นกรด - เบสของสารละลาย

$[H^+]$  แทน ความเข้มข้นของประจุไฮโดรเจนในสารละลาย 1 ลิตร มีหน่วย

เป็น โมล

โดยที่สารละลายที่มีค่า  $pH = 7$  เป็นตัวละลายที่มีความเป็นกลาง

ถ้า  $pH < 7$  เป็นสารละลายที่มีความเป็นกรด

ถ้า  $pH > 7$  เป็นสารละลายที่มีความเป็นเบส

#### 4. จุดประสงค์การเรียนรู้

4.1 ด้านความรู้ทางคณิตศาสตร์ : เพื่อให้ นักเรียนสามารถแก้ปัญหาเกี่ยวกับระดับความเป็นกรด – เบสของสารละลายได้

4.2 ด้านทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ : เพื่อให้ นักเรียน

1) เข้าใจกระบวนการแก้ปัญหาและมีประสบการณ์ในการแก้ปัญหาตามแนวคิดของ โพลยาและกระบวนการแก้ปัญหาที่เป็นพลวัต

2) มีโอกาสได้อธิบายเหตุผล สื่อสาร สื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ การนำเสนอและแลกเปลี่ยนบทบาทกันในกลุ่ม โดยการฝึกการตั้งคำถาม การคาดการณ์ล่วงหน้า การสร้างความกระจำ การสรุป และการแก้ปัญหา

**4.3 ด้านคุณลักษณะ อันพึงประสงค์ :** เพื่อให้ นักเรียนมีส่วนร่วม มีวินัย ให้ความร่วมมือ ช่วยเหลือซึ่งกันและกัน และรับผิดชอบในการแก้ปัญหาของกลุ่ม

## 5. กิจกรรมการเรียนรู้

### ขั้นก่อนแลกเปลี่ยนบทบาท

1. ครูแจ้งจุดประสงค์การเรียนรู้ให้นักเรียนทราบว่า เมื่อเรียนจบแผนการจัดการเรียนรู้แล้ว นักเรียนจะสามารถ

- นำความรู้เรื่องฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลและฟังก์ชันลอการิทึมไปใช้ในการแก้ปัญหาในระดับความเป็นกรด – เบสของสารละลายได้

2. ครูให้นักเรียนจับสลากปัญหาในระดับความเข้มข้นขึ้นมา 1 ปัญหา แล้วครูคุ่มนักเรียน 5 คนให้ทำหน้าที่เป็นผู้ตั้งคำถาม ผู้คาดการณ์ล่วงหน้า ผู้สร้างความกระจำง ผู้สรุป และผู้แก้ปัญหา โดยครูคอยสอดแทรกและให้คำชี้แนะเพื่อให้ นักเรียนรู้บทบาทของตนเอง และไปในทิศทางที่ถูกต้อง ตลอดจนได้คำตอบของปัญหาที่ถูกต้อง

### ขั้นแลกเปลี่ยนบทบาท

3. ครูให้นักเรียนแบ่งกลุ่มตามกลุ่มเดิม และให้แต่ละกลุ่มลงมือทำใบกิจกรรมที่ 7 : ปัญหา “เจ้ากรด – เบส” และให้ดำเนินการแลกเปลี่ยนบทบาทในการเป็นผู้ตั้งคำถาม ผู้คาดการณ์ล่วงหน้า ผู้สร้างความกระจำง ผู้สรุป และผู้แก้ปัญหา เป็นคนใหม่ไม่ซ้ำคนเดิมกับครั้งที่แล้ว โดยครูคอยเดินสำรวจ และให้คำชี้แนะในแต่ละกลุ่ม

4. ครูให้แต่ละกลุ่มนำเสนอการตั้งคำถาม การคาดการณ์ล่วงหน้า การสร้างความกระจำง การสรุป และการแก้ปัญหา ของกลุ่มที่ได้ร่วมกันทำกิจกรรมหน้าชั้นเรียน

### ขั้นหลังแลกเปลี่ยนบทบาท

5. ครูให้นักเรียนช่วยกันอภิปรายและสรุปเกี่ยวกับกระบวนการแก้ปัญหา เรื่องการวัดระดับความเข้มข้นจากใบกิจกรรมที่ 7 : ปัญหา “เจ้ากรด – เบส” ซึ่งจะได้ว่า

ระดับความเป็นกรด – เบสของสารละลาย มีสูตรดังนี้

$$pH = -\log[H^+]$$

เมื่อ  $pH$  แทน ระดับความเป็นกรด- เบสของสารละลาย

$[H^+]$  แทน ความเข้มข้นของประจุไฮโดรเจนในสารละลาย 1 ลิตร

มีหน่วยเป็น โมล โดยที่สารละลายที่มีค่า  $pH$  เท่ากับ 7 เป็นตัวละลายที่มีความเป็นกลาง

ถ้า  $pH < 7$  เป็นสารละลายที่มีความเป็นกรด

ถ้า  $pH > 7$  เป็นสารละลายที่มีความเป็นเบส

6. ครูให้นักเรียนทำแบบสำรวจแนวคิดในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และแบบสอบถามความเชื่อมั่นในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

7. ครูให้นักเรียนศึกษาเพิ่มเติมจากแหล่งเรียนรู้และหนังสืออื่นๆ เพิ่มเติม

## 6. สื่อ อุปกรณ์และแหล่งการเรียนรู้

1. ใบกิจกรรมที่ 7 : ปัญหา “เจ้ากรด – เบส”
2. แบบสำรวจแนวคิดในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
3. แบบสอบถามความเชื่อมั่นในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
4. หนังสือเรียนคณิตศาสตร์เพิ่มเติม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 - 6 เล่ม 3 และเอกสารอื่นๆ
5. ห้องสมุดโรงเรียนและห้องสมุดกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์

## 7. การวัดและประเมินผล

### 1. วิธีการวัด

- 1.1 สังเกตจากการตอบคำถาม
- 1.2 สังเกตจากความสนใจในขณะที่เรียน
- 1.3 ตรวจจากใบกิจกรรมที่ 7 : ปัญหา “เจ้ากรด – เบส”
- 1.4 การมีส่วนร่วมในกิจกรรมทั้งกิจกรรมกลุ่ม และกิจกรรมในชั้นเรียน
- 1.5 ความรับผิดชอบ
- 1.6 การนำเสนอหน้าชั้นเรียน

### 2. เครื่องมือวัด

- 2.1 ใบกิจกรรมที่ 7 : ปัญหา “เจ้ากรด – เบส”
- 2.2 แบบสำรวจแนวคิดในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
- 2.3 แบบสอบถามความเชื่อมั่นในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
- 2.4 แบบสังเกตพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม
- 2.5 แบบสังเกตพฤติกรรมการแลกเปลี่ยนบทบาทและใช้กระบวนการแก้ปัญหา

ทางคณิตศาสตร์

### 3. เกณฑ์การประเมิน

3.1 นักเรียนสามารถแก้ปัญหาเกี่ยวกับระดับความเป็นกรด – เบสของสารละลาย  
ได้

3.2 นักเรียนเข้าใจกระบวนการแก้ปัญหาและมีประสบการณ์ในการแก้ปัญหา  
ตามแนวคิดของโพลยาและกระบวนการแก้ปัญหาที่เป็นพลวัต

3.3 นักเรียนสามารถสื่อสาร สื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ การนำเสนอและ  
แลกเปลี่ยนบทบาทกันกับครู โดยการฝึกการตั้งคำถาม การคาดการณ์ล่วงหน้า การสร้าง  
ความกระจำง การสรุป และการแก้ปัญหาได้

## 8. บันทึกผลหลังการจัดการเรียนรู้

### 1. ผลการสอน

.....

.....

.....

### 2. ปัญหา/อุปสรรค

.....

.....

.....

### 3. ข้อเสนอแนะ/แนวทางแก้ไข

.....

.....

.....

## ใบกิจกรรมที่ 7 : ปัญหา “เจ้า กรด – เบส”

ในสารละลายกรดหรือเบสจะมีทั้ง  $H_3O^+$  และ  $OH^-$  อยู่ในปริมาณที่แตกต่างกัน การบอกความเป็นกรด - เบสของสารละลายโดยใช้ความเข้มข้นของ  $H_3O^+$  หรือ  $OH^-$  มักเกิดความผิดพลาดได้ง่ายเพราะสารละลายมักมีความเข้มข้นของ  $H_3O^+$  หรือ  $OH^-$  น้อย

ดังนั้นในปี ค.ศ. 1909 นักเคมีชาวสวีเดนชื่อ ซอเรนเซน (Sorensen) ได้เสนอให้บอกความเป็นกรด - เบสของสารละลายในรูปมาตราส่วน  $pH$  ย่อมาจากคำว่า positive potential of the hydrogen แปลว่า กำลังของไฮโดรเจน (power of hydrogen) คือ ค่าที่แสดงความเข้มข้นของไฮโดรเจนไอออน ( $H^+$ ) หรือไฮโดรเนียมไอออน ( $H_3O^+$ ) โดยกำหนดว่า

$$pH = -\log[H^+]$$

เมื่อ  $pH$  แทน ระดับความเป็นกรด - เบสของสารละลาย

$[H^+]$  แทน ความเข้มข้นของประจุไฮโดรเจนในสารละลาย 1 ลิตร มีหน่วย

เป็นโมล

โดยที่สารละลายที่มีค่า  $pH = 7$  เป็นตัวละลายที่มีความเป็นกลาง

ถ้า  $pH < 7$  เป็นสารละลายที่มีความเป็นกรด

ถ้า  $pH > 7$  เป็นสารละลายที่มีความเป็นเบส

ในขณะที่หนูดีได้เรียนวิชาปฏิบัติการเคมี

ได้นำสารละลายชนิดหนึ่งที่มีความเข้มข้นของประจุไฮโดรเจน

$2.0 \times 10^{-7}$  โมล/ลิตร มาทำการทดลองหนูดีเกิดความสงสัย

ขึ้นมาว่าสารละลายนี้เป็นกรดหรือเบสกันแน่



นักเรียนช่วยหนูดีหาค่า  $pH$  ของสารละลายนี้ทีละละ และสารละลายนี้เป็นกรดหรือเบส

บทบาท	ชื่อ-สกุล
ผู้ตั้งคำถาม	
ผู้คาดการณ์ล่วงหน้า	
ผู้สร้างความกระจำ	
ผู้สรุป	
ผู้แก้ปัญหา	

ตั้งคำถาม

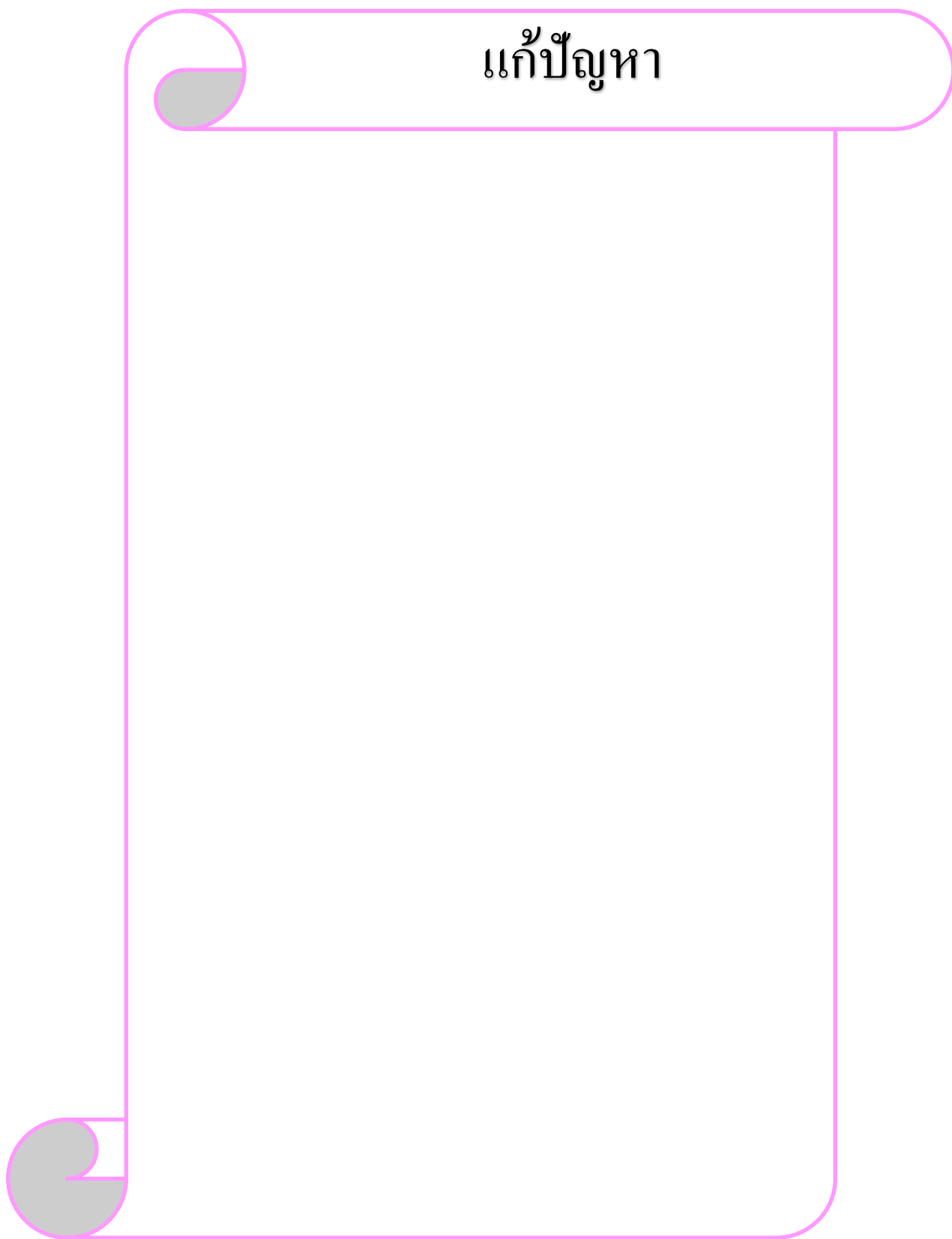
คาดการณ์ล่วงหน้า

สร้างความกระจำ

สรุป



## แก้ปัญหา



## แนวคำตอบใบกิจกรรมที่ 7 : ปัญหา “เจ้า กรด – เบส”

### ตั้งคำถาม

- ปัญหานี้เกี่ยวกับเรื่องอะไร

ตอบ ระดับความเป็นกรด – เบสของสารละลาย

- ค่าที่บอกความเป็นกรด-เบสของสารละลายคืออะไร

ตอบ  $pH$

- ปัญหากำหนดอะไรมาให้

ตอบ กำหนดสารละลายชนิดหนึ่งที่มีความเข้มข้นของประจุไฮโดรเจน

$2.0 \times 10^{-7}$  โมล/ลิตร

- ปัญหาต้องการหาอะไร

ตอบ ต้องการหาว่าสารละลายที่กำหนดให้เป็นกรดหรือเบส

### คาดการณ์ล่วงหน้า

- สารละลายน่าจะเป็นกรดเพราะ  $pH$  น่าจะมีค่าน้อยกว่า 7 เนื่องจากความเข้มข้นของประจุไฮโดรเจนเพียง  $2.0 \times 10^{-7}$  โมล/ลิตร

### สร้างความกระจ่าง

พิจารณาประเด็นต่างๆ

-  $pH$  ย่อมาจากคำว่า positive potential of the hydrogen แปลว่า กำลังของไฮโดรเจน (power of hydrogen) คือ ค่าที่แสดงความเข้มข้นของไฮโดรเจนไอออน ( $H^+$ )

หรือไฮโดรเนียมไอออน ( $H_3O^+$ )

- $pH$  ใช้บอกระดับความเป็นกรด – เบสของสารละลาย
- ถ้า  $pH = 7$  เป็นตัวละลายที่มีความเป็นกลาง
- ถ้า  $pH < 7$  เป็นสารละลายที่มีความเป็นกรด
- ถ้า  $pH > 7$  เป็นสารละลายที่มีความเป็นเบส

ฟังก์ชันลอการิทึมที่ใช้ในการแก้ปัญหา คือ

ระดับความเป็นกรด – เบสของสารละลาย มีสูตรดังนี้

$$pH = -\log[H^+]$$

เมื่อ  $pH$  แทน ระดับความเป็นกรด - เบสของสารละลาย

$[H^+]$  แทน ความเข้มข้นของประจุไฮโดรเจนในสารละลาย 1 ลิตร มีหน่วย

เป็น โมล

สรุป

การบอกระดับความเป็นกรด – เบสของสารละลาย เราจะใช้ค่า  $pH$  ซึ่งปัญหานี้ กำหนดสารละลายชนิดหนึ่งที่มีความเข้มข้นของประจุไฮโดรเจน  $2.0 \times 10^{-7}$  โมล/ลิตร ต้องการหาว่าสารละลายที่กำหนดให้เป็นกรดหรือเบส ดังนั้นเราต้องหาค่า  $pH$  ว่าเป็นเท่าไร

แก้ปัญหา

ปัญหากำหนดให้ :

สารละลายมีความเข้มข้นของประจุไฮโดรเจน  $2.0 \times 10^{-7}$  โมล/ลิตร

ปัญหาต้องการทราบว่า :

สารละลายที่กำหนดให้เป็นกรดหรือเบส

$$\begin{aligned} \text{จาก } pH &= -\log[H^+] \\ &= -\log[2.0 \times 10^{-7}] \end{aligned}$$

$$= -\log 2 + 7 \log 10$$

$$= -0.3010 + 7$$

$$= 6.70$$

ตอบ

ตรวจสอบผล

$$6.70 = -\log[2.0 \times 10^{-7}]$$

$$6.70 = -\log 2 + 7 \log 10$$

$$6.70 + 0.3010 = 7$$

$$7 = 7$$

เป็นจริง

จาก  $pH = 6.70 < 7$ ดังนั้นสารละลายที่กำหนดให้เป็นสารละลายที่มีความเป็นกรด

### แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 7

(วิธีการสอนแบบแลกเปลี่ยนบทบาทและใช้กระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์)

รายวิชาคณิตศาสตร์เพิ่มเติม 3	รหัสวิชา ค32201	ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5
หน่วยการเรียนรู้ที่ 1	ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลและลอการิทึม	เวลา 7 ชั่วโมง
แผนที่ 7	การประยุกต์	เวลา 1 ชั่วโมง

1. ผลการเรียนรู้ นำความรู้เรื่องฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียล และฟังก์ชันลอการิทึม ไปใช้แก้ปัญหาได้
2. สาระการเรียนรู้ การประยุกต์
3. สาระสำคัญ

ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียล และฟังก์ชันลอการิทึม เป็นเรื่องที่ไม่ไกลตัวและยังสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหาทั้งในชีวิตประจำวันและเชื่อมโยงกับวิชาอื่นๆ ได้ เช่น

- การคำนวณดอกเบี้ย
- การเติบโตของประชากร
- การเติบโตของจำนวนเชื้อแบคทีเรีย
- การสลายตัวของสารกัมมันตภาพรังสี
- ระดับความเข้มของเสียง
- ระดับความเป็นกรด – เบสของสารละลาย

#### 4. จุดประสงค์การเรียนรู้

4.1 ด้านความรู้ทางคณิตศาสตร์ : เพื่อให้ นักเรียนสามารถแก้ปัญหาโดยใช้ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียล และฟังก์ชันลอการิทึมได้

4.2 ด้านทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ : เพื่อให้ นักเรียนเข้าใจกระบวนการแก้ปัญหาและมีประสบการณ์ในการแก้ปัญหตามแนวคิดของ โพลยาและกระบวนการแก้ปัญหาที่เป็นพลวัต

4.3 ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์ : เพื่อให้ นักเรียนมีความซื่อสัตย์ มีวินัย และมีความรับผิดชอบ

## 5. กิจกรรมการเรียนรู้

1. ครูแจ้งจุดประสงค์การเรียนรู้ให้นักเรียนทราบ ว่า เมื่อเรียนจบแผนการจัดการเรียนรู้ นี้แล้ว นักเรียนจะสามารถ

- นำความรู้เรื่องฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลและฟังก์ชันลอการิทึมไปใช้ในการแก้ปัญหาได้

2. ครูทบทวนนำความรู้เรื่องฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลและฟังก์ชันลอการิทึมไปใช้ในการแก้ปัญหาโดยใช้คำถามกับนักเรียน ดังนี้

ครู : ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียล และฟังก์ชันลอการิทึม สามารถนำไปใช้แก้ปัญหาในเรื่องใดได้บ้าง

นักเรียน : การคำนวณดอกเบี้ย การเติบโตของประชากร การเติบโตของจำนวนเชื้อแบคทีเรีย การสลายตัวของสารกัมมันตภาพรังสี ระดับความเข้มของเสียง ระดับความเป็นกรด-เบสของสารละลาย

3. ครูให้นักเรียนช่วยกันสรุปวิธีการนำไปใช้ในการแก้ปัญหาในเรื่องต่างๆ และให้นักเรียนตรวจสอบความถูกต้องจากแบบสรุปการแก้ปัญหาโดยใช้ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียล และฟังก์ชันลอการิทึม

4. ครูให้นักเรียนทำแบบทดสอบหลังเรียน เรื่อง ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลและฟังก์ชันลอการิทึม ด้วยแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ซึ่งเป็นแบบอัตนัย แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนซึ่งเป็นแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก

## 6. สื่อ อุปกรณ์และแหล่งการเรียนรู้

1. แบบสรุปการแก้ปัญหาโดยใช้ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียล และฟังก์ชันลอการิทึม

2. แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลและฟังก์ชันลอการิทึม

3. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลและฟังก์ชันลอการิทึม

4. หนังสือเรียนคณิตศาสตร์เพิ่มเติม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 - 6 เล่ม 3 และเอกสารอื่นๆ

## 5. ห้องสมุดโรงเรียนและห้องสมุดกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์

### 7. การวัดและประเมินผล

#### 1. วิธีการวัด

- 1.1 สังเกตจากการตอบคำถาม
- 1.2 สังเกตจากความสนใจในขณะที่เรียน
- 1.3 ตรวจจากแบบทดสอบ
- 1.4 ความรับผิดชอบ

#### 2. เครื่องมือวัด

2.1 แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชัน เอกซ์โพเนนเชียลและฟังก์ชันลอการิทึม

2.2 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลและฟังก์ชันลอการิทึม

#### 3. เกณฑ์การประเมิน

3.1 นักเรียนสามารถแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่องฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียล และฟังก์ชันลอการิทึมได้

### 8. บันทึกผลหลังการจัดการเรียนรู้

#### 1. ผลการสอน

.....

.....

.....

#### 2. ปัญหา/อุปสรรค

.....

.....

#### 3. ข้อเสนอแนะ/แนวทางแก้ไข

.....

.....

## แบบสรุปการแก้ปัญหาโดยใช้ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียล และฟังก์ชันลอการิทึม

ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียล และฟังก์ชันลอการิทึม เป็นเรื่องที่ไม่ไกลตัวและยังสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหาทั้งในชีวิตประจำวันและเชื่อมโยงกับวิชาอื่นๆ ได้ เช่น

### 1. จำนวนดอกเบี้ย

ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลสามารถนำมาประยุกต์ใช้ในการคำนวณดอกเบี้ยเงินฝากหรือดอกเบี้ยเงินกู้ทบต้น โดยใช้สูตร

$$P(t) = P_0 \left(1 + \frac{r}{n}\right)^{nt}$$

เมื่อ	$P(t)$	แทน	เงินทั้งหมดที่ได้รับ
	$P_0$	แทน	เงินฝากเริ่มต้น
	$r$	แทน	อัตราดอกเบี้ย(ต่อปี)
	$t$	แทน	จำนวนเวลาที่ฝากเงิน (หน่วยเป็นปี)
	$n$	แทน	จำนวนครั้งที่คิดดอกเบี้ยต่อปี

### 2. การเติบโตของประชากร

การเติบโตของประชากร ณ เวลาหนึ่ง มีสูตรดังนี้

$$n(t) = n_0(1+r)^t$$

เมื่อ	$n(t)$	แทน	จำนวนประชากรเมื่อเวลาผ่านไป $t$
	$n_0$	แทน	จำนวนประชากร ณ จุดเริ่มต้น
	$r$	แทน	อัตราการเติบโตของจำนวนประชากรต่อเวลา
	$t$	แทน	เวลา



### 3. การเติบโตของจำนวนเชื้อแบคทีเรีย

การเติบโตของจำนวนเชื้อแบคทีเรียซึ่งเป็นไปอย่างต่อเนื่องตลอดเวลามีสูตรดังนี้

$$n(t) = n_0 e^{rt}$$

เมื่อ  $n(t)$  แทน จำนวนแบคทีเรียเมื่อเวลาผ่านไป  $t$

$n_0$  แทน จำนวนแบคทีเรีย ณ จุดเริ่มต้น

$r$  แทน อัตราการเติบโตของจำนวนแบคทีเรียต่อเวลา

$t$  แทน เวลา

### 4. การสลายตัวของสารกัมมันตรังสี

การสลายตัวของธาตุกัมมันตรังสีที่มีครึ่งชีวิตเท่ากับ  $h$  ปริมาณสารที่เหลืออยู่มีสูตรดังนี้

$$m(t) = m_0 e^{-rt}$$

เมื่อ  $m(t)$  แทน ปริมาณของสารกัมมันตรังสีที่เหลืออยู่เมื่อเวลาผ่านไป  $t$

$m_0$  แทน ปริมาณของสารกัมมันตรังสี ณ จุดเริ่มต้น

$$r = \frac{\ln 2}{h}$$

### 5. การวัดระดับความเข้มเสียง

การวัดระดับความเข้มเสียง เป็นการวัดความเข้มเสียงโดยเทียบกับความเข้มเสียงที่หูคนปกติเริ่มได้ยินเป็นเกณฑ์อ้างอิง ระดับความเข้มเสียงมีสูตรดังนี้

$$\beta = 10 \log \frac{I}{I_0}$$

เมื่อ  $\beta$  แทน ระดับความเข้มเสียงที่มีหน่วยเป็นเดซิเบล

$I$  แทน ความเข้มเสียงที่ต้องการวัด

$I_0$  แทน ความเข้มเสียงที่หูคนปกติเริ่มได้ยิน ซึ่งเท่ากับ  $10^{-12}$  วัตต์ / ตารางเมตร

## 6. ระดับความเป็นกรด – เบสของ

ระดับความเป็นกรด – เบสของสารละลาย มีสูตรดังนี้

$$pH = -\log[H^+]$$

เมื่อ  $pH$  แทน ระดับความเป็นกรด-เบสของสารละลาย

$[H^+]$  แทน ความเข้มข้นของประจุไฮโดรเจนในสารละลาย 1 ลิตร มีหน่วย

เป็นโมล

โดยที่สารละลายที่มีค่า  $pH = 7$  เป็นตัวละลายที่มีความเป็นกลาง

ถ้า  $pH < 7$  เป็นสารละลายที่มีความเป็นกรด

ถ้า  $pH > 7$  เป็นสารละลายที่มีความเป็นเบส

แบบสังเกตพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม
--------------------------------

ชื่อกิจกรรม \_\_\_\_\_ วันที่ \_\_\_\_\_  
 กลุ่ม \_\_\_\_\_ ชั้น \_\_\_\_\_

ข้อที่	รายการประเมิน	ระดับพฤติกรรม			
		ดีมาก	ดี	พอใช้	ปรับปรุง
1	แลกเปลี่ยนบทบาทและมีความรับผิดชอบตามบทบาทของตน				
2	แลกเปลี่ยนความคิดเห็นกับสมาชิกในกลุ่ม				
3	ยอมรับผลงานของสมาชิกในกลุ่ม				
4	ช่วยเหลือเพื่อนสมาชิกในกลุ่ม				
5	มีความกระตือรือร้นในการทำงานกลุ่ม				
6	มีการวางแผนในการทำงานและปฏิบัติตามแผน				
7	ให้ความร่วมมือในการทำงานกลุ่ม				
8	ทำกิจกรรมกลุ่มที่ได้รับมอบหมาย				
9	ปฏิบัติตามกิจกรรมเสร็จตามเวลาที่กำหนด				
10	ผลการทำกิจกรรมถูกต้อง				

ลงชื่อ .....ผู้ประเมิน  
 ...../...../.....

เกณฑ์ให้คะแนนจากการสังเกตพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม คือ

- เกณฑ์การให้คะแนน 4 คะแนน เมื่อนักเรียนแสดงพฤติกรรมตามที่ต้องการเป็นประจำสม่ำเสมอ
- เกณฑ์การให้คะแนน 3 คะแนน เมื่อนักเรียนแสดงพฤติกรรมตามที่ต้องการค่อนข้างจะสม่ำเสมอ
- เกณฑ์การให้คะแนน 2 คะแนน เมื่อนักเรียนแสดงพฤติกรรมตามที่ต้องการค่อนข้างน้อย
- เกณฑ์การให้คะแนน 1 คะแนน เมื่อนักเรียนแสดงพฤติกรรมตามที่ต้องการน้อย

เกณฑ์การประเมินในการสังเกตพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม มีดังนี้

คะแนน 31 – 40	ดีมาก
คะแนน 21- 30	ดี
คะแนน 11 – 20	พอใช้
คะแนน 0 – 10	ควรปรับปรุง

## เกณฑ์การประเมินผลการสังเกตพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม

รายการประเมิน	เกณฑ์การให้คะแนน			
	ดีมาก(4)	ดี(3)	พอใช้(2)	ปรับปรุง(1)
1. แลกเปลี่ยน บทบาทและมีความ รับผิดชอบ ตามบทบาทของตน	มีการแลกเปลี่ยน บทบาทกันอย่าง ชัดเจน และ มีความ รับผิดชอบต่องาน ตามบทบาท	มีการแลกเปลี่ยน บทบาทกันอย่าง ชัดเจน และ มีความ รับผิดชอบต่องาน ตามบทบาทเป็น ส่วนใหญ่	มีการแลกเปลี่ยน บทบาทกันอย่าง ชัดเจน ไม่มี ความรับผิดชอบ งานตามบทบาท	ไม่มีการ แลกเปลี่ยน บทบาทอย่าง ชัดเจน ไม่มี ความรับผิดชอบต่อ งานตามบทบาท
2. แลกเปลี่ยน ความคิดเห็นกับ สมาชิกในกลุ่ม	รู้จักแสดงความ คิดเห็นในกลุ่ม ดีมาก	รู้จักแสดงความ คิดเห็นในกลุ่ม เป็นส่วนใหญ่	รู้จักแสดงความ คิดเห็นในกลุ่ม บางครั้ง	ไม่แสดงความ คิดเห็นในกลุ่ม
3. ยอมรับ ผลงานของ สมาชิกในกลุ่ม	มีการยอมรับ ผลงานของ สมาชิกในกลุ่ม ทุกคน	มีการยอมรับ ผลงานของ สมาชิกในกลุ่ม เป็นส่วนใหญ่	มีการยอมรับ ผลงานของ สมาชิกในกลุ่ม บางครั้ง	ไม่ยอมรับผลงาน ของสมาชิก ในกลุ่ม
4. ช่วยเหลือ เพื่อนสมาชิกใน กลุ่ม	ช่วยเหลือเพื่อน สมาชิกในกลุ่ม ทุกครั้ง	ช่วยเหลือเพื่อน สมาชิกในกลุ่ม เป็นส่วนใหญ่	ช่วยเหลือเพื่อน สมาชิกในกลุ่ม บางครั้ง	ไม่มีการ ช่วยเหลือเพื่อน สมาชิกในกลุ่ม
5. มีความ กระตือรือร้น ในการทำงาน กลุ่ม	มีความ กระตือรือร้นมาก ในการทำงาน กลุ่ม	มีความ กระตือรือร้น ปานกลาง ในการทำงาน กลุ่ม	มีความ กระตือรือร้น น้อย ในการทำงาน กลุ่ม	ไม่มีความ กระตือรือร้นมาก ในการทำงาน กลุ่ม

## เกณฑ์การประเมินผลการสังเกตพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม (ต่อ)

รายการประเมิน	เกณฑ์การให้คะแนน			
	ดีมาก(4)	ดี(3)	พอใช้(2)	ปรับปรุง(1)
6. มีการวางแผนในการทำงานและปฏิบัติตามแผน	มีการวางแผนในการทำงานและปฏิบัติตามแผนดีมาก	มีการวางแผนในการทำงานและปฏิบัติตามแผนเป็นส่วนใหญ่	มีการวางแผนในการทำงานและปฏิบัติตามแผนเป็นบางครั้ง	ไม่มีการวางแผนในการทำงาน
7. ให้ความร่วมมือในการทำงานกลุ่ม	สมาชิกทุกคนให้ความร่วมมือในการทำงานกลุ่ม	สมาชิกส่วนใหญ่ให้ความร่วมมือในการทำงานกลุ่ม	สมาชิกบางคนให้ความร่วมมือในการทำงานกลุ่ม	สมาชิกไม่ค่อยให้ความร่วมมือในการทำงานกลุ่ม
8. ทำกิจกรรมกลุ่มที่ได้รับมอบหมาย	ทำกิจกรรมกลุ่มที่ได้รับมอบหมายได้ดีมาก	ทำกิจกรรมกลุ่มที่ได้รับมอบหมายได้ดี	ทำกิจกรรมกลุ่มที่ได้รับมอบหมายพอใช้	ไม่มีการทำกิจกรรมกลุ่มที่ได้รับมอบหมาย
9. ปฏิบัติกิจกรรมเสร็จตามเวลาที่กำหนด	ปฏิบัติกิจกรรมเสร็จตามเวลาที่กำหนด	ปฏิบัติกิจกรรมเสร็จ แต่ช้ากว่ากำหนดเล็กน้อย	ปฏิบัติกิจกรรมเสร็จ แต่ช้ากว่ากำหนดมาก	ปฏิบัติกิจกรรมไม่เสร็จ
10. ผลการทำกิจกรรมถูกต้อง	ผลการทำกิจกรรมถูกต้องชัดเจนดีมาก	ผลการทำกิจกรรมถูกต้องชัดเจน	ผลการทำกิจกรรมถูกต้องแต่ไม่ชัดเจน	ผลการทำกิจกรรมไม่ถูกต้องชัดเจน

แบบสังเกตพฤติกรรมและการแลกเปลี่ยนบทบาทและใช้กระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

ชื่อนักเรียน \_\_\_\_\_ ชั้น \_\_\_\_\_  
 กลุ่ม \_\_\_\_\_ วันที่ \_\_\_\_\_

1. ตั้งคำถาม (อ่านปัญหา/แยกแยะข้อมูลในเนื้อหา/สามารถสร้างคำถามเกี่ยวกับใจความสำคัญ)

กิจกรรม.....  
 .....  
 .....

2. คาดการณ์ล่วงหน้า (คาดการณ์เหตุการณ์โดยอาศัยตัวชี้แนะต่าง ๆ ได้)

กิจกรรม.....  
 .....  
 .....

3. สร้างความกระจ่าง (ทำความเข้าใจกับปัญหา/ประเด็นสงสัย เมื่อพบกับอุปสรรค โดยใช้กลวิธีต่าง ๆ)

กิจกรรม.....  
 .....  
 .....

4. สรุป (ระบุประเด็นสำคัญของปัญหา ใช้ใจความสำคัญ ในการสรุปปัญหา)

กิจกรรม.....  
 .....  
 .....

5. การแก้ปัญหา (ทำความเข้าใจสถานการณ์ปัญหา/ระบุสิ่งที่ปัญหากำหนดให้/สิ่งที่ต้องการหา/วางแผนแก้ปัญหา/แก้ปัญหตามแผน/อธิบายกระบวนการชัดเจน/ได้คำตอบ/ตรวจสอบคำตอบ)

กิจกรรม.....  
 .....

แผนการจัดการเรียนรู้โดยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยวิธีการสอน  
แบบปกติ



แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 (วิธีสอนแบบปกติ)		
รายวิชาคณิตศาสตร์เพิ่มเติม 3	รหัสวิชา ค32201	ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5
หน่วยการเรียนรู้ที่ 1	ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลและลอการิทึม	เวลา 7 ชั่วโมง
แผนที่ 1	คำนวณดอกเบี้ย	เวลา 1 ชั่วโมง

1. ผลการเรียนรู้ นำความรู้เรื่องฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียล และฟังก์ชันลอการิทึม ไปใช้แก้ปัญหาได้
2. สาระการเรียนรู้ คำนวณดอกเบี้ย
3. สาระสำคัญ

ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลสามารถนำมาประยุกต์ใช้ในการคำนวณดอกเบี้ยเงินฝากหรือดอกเบี้ยเงินกู้ทบต้น โดยใช้สูตร

$$P(t) = P_0 \left(1 + \frac{r}{n}\right)^{nt}$$

เมื่อ	$P(t)$	แทน	เงินทั้งหมดที่ได้รับ
	$P_0$	แทน	เงินฝากเริ่มต้น
	$r$	แทน	อัตราดอกเบี้ย(ต่อปี)
	$t$	แทน	จำนวนเวลาที่ฝากเงิน (หน่วยเป็นปี)
	$n$	แทน	จำนวนครั้งที่คิดดอกเบี้ยต่อปี

#### 4. จุดประสงค์การเรียนรู้

4.1 ด้านความรู้ทางคณิตศาสตร์ : เพื่อให้ นักเรียนสามารถแก้ปัญหาเกี่ยวกับการคำนวณดอกเบี้ยได้

4.2 ด้านทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ : เพื่อให้ นักเรียนสามารถแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้

4.3 ด้านคุณลักษณะ อันพึงประสงค์ : เพื่อให้ นักเรียนมีส่วนร่วม มีวินัย และรับผิดชอบ

#### 5. กิจกรรมการเรียนรู้

##### ขั้นนำ

1. ครูกล่าวทักทายนักเรียน และบอกรายละเอียดเกี่ยวกับเนื้อหาที่จะต้องเรียน

2. ครูแจ้งจุดประสงค์การเรียนรู้ให้นักเรียนทราบว่า เมื่อเรียนจบแผนการจัดการเรียนรู้แล้ว นักเรียนจะสามารถ

- นำความรู้เรื่องฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลไปใช้ในการแก้ปัญหาการคำนวณ ดอกเบี้ยเงินฝากหรือดอกเบี้ยเงินกู้ทบต้นได้

3. ครูให้นักเรียนทำการทดสอบก่อนเรียนด้วยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลและฟังก์ชันลอการิทึม พร้อมทำการสำรวจก่อนเรียนด้วยแบบสำรวจแนวคิดในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

### ขั้นตอน

4. ครูใช้คำถามกระตุ้นความสนใจนักเรียน เช่น นักเรียนคิดว่าฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียล และฟังก์ชันลอการิทึม สามารถนำไปประยุกต์ใช้เรื่องใดได้บ้าง (สามารถนำไปประยุกต์แก้ปัญหาทางสาขาอื่น ๆ เช่น ฟิสิกส์ เคมี ชีววิทยาได้)

5. ครูอธิบายกับนักเรียนว่าสามารถนำฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียล มาประยุกต์ใช้แก้ปัญหา เรื่องการคำนวณดอกเบี้ย โดยใช้สูตร ดังนี้

$$P(t) = P_0 \left(1 + \frac{r}{n}\right)^{nt}$$

เมื่อ  $P(t)$  แทน เงินทั้งหมดที่ได้รับ

$P_0$  แทน เงินฝากเริ่มต้น

$r$  แทน อัตราดอกเบี้ย(ต่อปี)

$t$  แทน จำนวนเวลาที่ฝากเงิน (หน่วยเป็นปี)

$n$  แทน จำนวนครั้งที่คิดดอกเบี้ยต่อปี

6. ครูยกตัวอย่างปัญหาเรื่องการคำนวณดอกเบี้ย แล้วให้นักเรียนช่วยกันแก้ปัญหาบนกระดาน โดยครูคอยเป็นผู้ชี้แนะทีละขั้นตอน ตั้งแต่การวิเคราะห์ปัญหาว่าปัญหาคำหนดอะไรมาให้บ้าง ปัญหาถามหาสิ่งใด ลงมือคำนวณแก้ปัญหาตามสูตร จนได้คำตอบที่ถูกต้อง

7. ครูแจกชุดกิจกรรมการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียล และฟังก์ชันลอการิทึม แล้วให้นักเรียนลงมือทำใบกิจกรรมที่ 1 : ปัญหา “ช่วยหนูที” ด้วยตนเอง เมื่อนักเรียนทำเสร็จแล้วครูสุ่มนักเรียนออกมาแสดงวิธีทำหน้าชั้นเรียน

## ขั้นสรุป

8. ครูให้นักเรียนร่วมกันสรุปวิธีการนำฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลมาประยุกต์ใช้แก้ปัญหา เรื่องจำนวนดอกเบี๋ย

9. ครูให้นักเรียนศึกษาเพิ่มเติมจากแหล่งเรียนรู้และหนังสืออื่นๆ เพิ่มเติม

## 6. สื่อ อุปกรณ์และแหล่งการเรียนรู้

1. ใบกิจกรรมที่ 1 : ปัญหา “ช่วยหนูที”
2. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลและฟังก์ชันลอการิทึม
3. แบบสำรวจแนวคิดในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
4. หนังสือเรียนคณิตศาสตร์เพิ่มเติม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 - 6 เล่ม 3 และเอกสารอื่นๆ
5. ห้องสมุดโรงเรียนและห้องสมุดกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์

## 7. การวัดและประเมินผล

### 1.วิธีการวัด

- 1.1 สังเกตจากการตอบคำถาม
- 1.2 สังเกตจากความสนใจในขณะที่เรียน
- 1.3 ตรวจจากใบกิจกรรมที่ 1 : ปัญหา “ช่วยหนูที”
- 1.4 การมีส่วนร่วมในกิจกรรม
- 1.5 ความรับผิดชอบ

### 2. เครื่องมือวัด

2.1 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลและฟังก์ชันลอการิทึม

- 2.2 แบบสำรวจแนวคิดในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
- 2.3 ใบกิจกรรมที่ 1 : ปัญหา “ช่วยหนูที”

### 3. เกณฑ์การประเมิน

- 3.1 นักเรียนสามารถแก้ปัญหาเกี่ยวกับการคำนวณดอกเบี๋ยได้
- 3.2 นักเรียนสามารถแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้

**8. บันทึกผลหลังการจัดการเรียนรู้**

**1. ผลการสอน**

.....

.....

.....

**2. ปัญหา/อุปสรรค**

.....

.....

.....

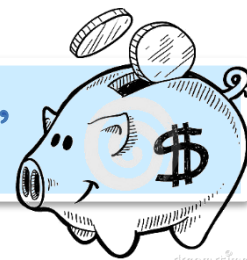
**3. ข้อเสนอแนะ/แนวทางแก้ไข**

.....

.....

.....

## ใบกิจกรรมที่ 1 : ปัญหา “ช่วยหนูที”



www.kit.com

หนูญาณ์มีเงินเก็บอยู่ 500,000 บาท วันหนึ่งหนูญาณ์อยากนำเงินไปฝากเพื่อกินดอกเบี้ยสัก 5 ปี  
แต่ว่าเอาละซี!!! ธนาคารแต่ละธนาคารมีเงื่อนไขในการฝากแตกต่างกัน ดังนี้



ให้ดอกเบี้ยในอัตรา 6% จ่ายเพียงครั้งเดียว

ให้ดอกเบี้ยในอัตรา 5% จ่ายทุกปี ปีละ 1 ครั้ง



ให้ดอกเบี้ยในอัตรา 4% จ่ายทุกๆ

3 เดือน



นักเรียนช่วยหนูญาณ์ที่ว่า จะเลือกฝากเงินกับธนาคารไหนดี จึงจะได้เงินฝากสูงสุด



แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 (วิธีสอนแบบปกติ)		
รายวิชาคณิตศาสตร์เพิ่มเติม 3	รหัสวิชา ค32201	ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5
หน่วยการเรียนรู้ที่ 1	ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลและลอการิทึม	เวลา 7 ชั่วโมง
แผนที่ 2	การเติบโตของประชากร	เวลา 1 ชั่วโมง

1. ผลการเรียนรู้ นำความรู้เรื่องฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียล และฟังก์ชันลอการิทึม ไปใช้แก้ปัญหาได้
2. สาระการเรียนรู้ การเติบโตของประชากร
3. สาระสำคัญ

การเติบโตของประชากร ณ เวลาหนึ่งมีสูตรดังนี้

$$n(t) = n_0(1+r)^t$$

เมื่อ  $n(t)$  แทน จำนวนประชากรเมื่อเวลาผ่านไป  $t$

$n_0$  แทน จำนวนประชากร ณ จุดเริ่มต้น

$r$  แทน อัตราการเติบโตของจำนวนประชากรต่อเวลา

$t$  แทน เวลา

#### 4. จุดประสงค์การเรียนรู้

4.1 ด้านความรู้ทางคณิตศาสตร์ : เพื่อให้นักเรียนสามารถแก้ปัญหาเกี่ยวกับการเติบโตของประชากรได้

4.2 ด้านทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ : เพื่อให้นักเรียนสามารถแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้

4.3 ด้านคุณลักษณะ อันพึงประสงค์ : เพื่อให้นักเรียนมีส่วนร่วม มีวินัย และรับผิดชอบ

#### 5. กิจกรรมการเรียนรู้

##### ขั้นนำ

1. ครูซักถามนักเรียนเกี่ยวกับปัญหาและข้อสงสัยจากการทำใบกิจกรรมที่ 1 : ปัญหา “ช่วยหนูที”

2. ครูแจ้งจุดประสงค์การเรียนรู้ให้นักเรียนทราบว่า เมื่อเรียนจบแผนการจัดการเรียนรู้นี้แล้ว นักเรียนจะสามารถ

- นำความรู้เรื่องฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลและฟังก์ชันลอการิทึมไปใช้ในการแก้ปัญหาการเติบโตของประชากร

3. ครูให้นักเรียนช่วยกันทำใบกิจกรรมที่ 2 : ปัญหา “ตัวพ่อของวงการ” จากชุดกิจกรรมแก้ปัญหาบนกระดานที่ละขั้นตอน โดยครูคอยแนะนำจนได้คำตอบที่ถูกต้อง  
ขั้นสอน

4. ครูอธิบายกับนักเรียนว่านอกจากจะสามารถนำฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลและฟังก์ชันลอการิทึมมาประยุกต์ใช้แก้ปัญหา เรื่องคำนวณดอกเบี้ย แล้วยังสามารถนำไปใช้แก้ปัญหาการเติบโตของประชากร โดยใช้สูตร ดังนี้

$$n(t) = n_0(1+r)^t$$

เมื่อ  $n(t)$  แทน จำนวนประชากรเมื่อเวลาผ่านไป  $t$

$n_0$  แทน จำนวนประชากร ณ จุดเริ่มต้น

$r$  แทน อัตราการเติบโตของจำนวนประชากรต่อเวลา

$t$  แทน เวลา

5. ครูให้นักเรียนช่วยกันแก้ปัญหาใบกิจกรรมที่ 3 : ปัญหา “นานเท่าไร” บนกระดานที่ละขั้นตอน โดยครูคอยแนะนำจนได้คำตอบที่ถูกต้อง

ขั้นสรุป

6. ครูให้นักเรียนร่วมกันสรุปวิธีการนำฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลและลอการิทึมมาประยุกต์ใช้แก้ปัญหา เรื่องการเติบโตของประชากรอย่างไร

7. ครูให้นักเรียนศึกษาเพิ่มเติมจากแหล่งเรียนรู้และหนังสืออื่นๆ เพิ่มเติม

## 6. สื่อ อุปกรณ์และแหล่งการเรียนรู้

1. ใบกิจกรรมที่ 2 : ปัญหา “ตัวพ่อของวงการ”
2. ใบกิจกรรมที่ 3 : ปัญหา “นานเท่าไร”
3. หนังสือเรียนคณิตศาสตร์เพิ่มเติม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 - 6 เล่ม 3 และเอกสารอื่นๆ
4. ห้องสมุดโรงเรียนและห้องสมุดกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์



## 7. การวัดและประเมินผล

### 1. วิธีการวัด

- 1.1 สังเกตจากการตอบคำถาม
- 1.2 สังเกตจากความสนใจในขณะที่เรียน
- 1.3 ตรวจจากใบกิจกรรมที่ 2 : ปัญหา “ตัวพ่อของวงการ” และใบกิจกรรมที่ 3 :

ปัญหา “นานเท่าไร”

- 1.4 การมีส่วนร่วมในกิจกรรมในชั้นเรียน
- 1.5 ความรับผิดชอบ

### 2. เครื่องมือวัด

2.1 ใบกิจกรรมที่ 2 : ปัญหา “ตัวพ่อของวงการ” และใบกิจกรรมที่ 3 : ปัญหา “นานเท่าไร”

### 3. เกณฑ์การประเมิน

- 3.1 นักเรียนสามารถแก้ปัญหาเกี่ยวกับการเติบโตของประชากรได้
- 3.2 นักเรียนสามารถแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้

## 8. บันทึกผลหลังการจัดการเรียนรู้

### 1. ผลการสอน

.....

.....

.....

### 2. ปัญหา/อุปสรรค

.....

.....

.....

### 3. ข้อเสนอแนะ/แนวทางแก้ไข

.....

.....

## ใบกิจกรรมที่ 2 : ปัญหา “ตัวพ่อของวงการ”



N กับ M เข้ามาเป็นนักแสดงในสังกัดช่อง T TV พร้อมกันในปี พ.ศ. 2553 กับเรื่องแรก “เงารักลวงใจ” และมีผลงานต่างๆ ตามมาอีกมากมาย มีนิตยสารฉบับหนึ่งสัมภาษณ์ทั้งสองคนเกี่ยวกับรายได้ของซูเปอร์สตาร์พร้อมกัน เพื่อดูว่าตัวพ่อของวงการมีรายได้ขนาดไหนกัน



นักข่าว : “สวัสดีครับ N M”

N – M : “สวัสดีครับ”

นักข่าว : “วันนี้จะครับเราก็จะมาถามถึงสิ่งที่หลายคนอยากรู้ก็คือรายได้ของทั้งสองคน ในฐานะที่เป็นซูเปอร์สตาร์ในขณะนี้ ว่าอย่างน้อยแค่ไหน”

N : “เราเปิดเผยได้เฉพาะเงินเดือนของทางช่องนะครับ ในส่วนอื่นเปิดเผยไม่ได้”

นักข่าว : “แค่นั้นก็ได้ครับ”

N : “ของผมนะครับเริ่มต้นที่เดือนละ 90,000 บาท แต่จะค่อยๆเพิ่มขึ้น ปีละ 5% ครับ”

M : “ของผมนะครับเริ่มต้นน้อยกว่า N ได้แค่เดือนละ 70,000 บาท

แต่จะค่อยๆเพิ่ม ปีละ 7% ครับ”

นักข่าว : “โห! อย่างนี้อีกไม่นาน M ก็มีเงินเดือนแซง N สิครับ”

N : “จริงหรอครับ!! แล้วอีกนานไหมครับ”



นักเรียนลองช่วยคิดซิว่าเงินเดือนของ M จะแซง N หรือไม่ ถ้าแซง เมื่อใด M จะมีเงินเดือนมากกว่า

N



## ใบกิจกรรมที่ 3 : ปัญหา “นานเท่าไร”



ครูอรเป็นครูสอนโรงเรียนมัธยมแห่งหนึ่งในจังหวัดตราด วันนี้ครูอรสอนวิชาท้องถิ่นของเรา และได้ให้นักเรียนดูจำนวนประชากรในจังหวัด พบว่า

ในปี 2557 จังหวัดตราด มีประชากรทั้งหมด 224,730 คน และมีอัตราเพิ่มขึ้น 5% ต่อปี

ด้วยความช่างสงสัยของเด็กหญิงโบว์จึงรีบถามครูอร



ประมาณปีพ.ศ.ใด จังหวัดตราดของเราถึง  
จะมีประชากรถึง 300,000 คน ค่ะคุณครู

เอ่อ!!



นักเรียนลองช่วยครูอรหาคำตอบเพื่อตอบเด็กหญิงโบว์ทีละ



แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 (วิธีสอนแบบปกติ)		
รายวิชาคณิตศาสตร์เพิ่มเติม 3	รหัสวิชา ค32201	ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5
หน่วยการเรียนรู้ที่ 1	ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลและลอการิทึม	เวลา 7 ชั่วโมง
แผนที่ 3	การเติบโตของจำนวนเชื้อแบคทีเรีย	เวลา 1 ชั่วโมง

1. ผลการเรียนรู้ นำความรู้เรื่องฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียล และฟังก์ชันลอการิทึม ไปใช้แก้ปัญหาได้
2. สาระการเรียนรู้ การเติบโตของจำนวนเชื้อแบคทีเรีย
3. สาระสำคัญ

การเติบโตของจำนวนเชื้อแบคทีเรียซึ่งเป็นไปอย่างต่อเนื่องตลอดเวลา มีสูตรดังนี้

$$n(t) = n_0 e^{rt}$$

เมื่อ  $n(t)$  แทน จำนวนแบคทีเรียเมื่อเวลาผ่านไป  $t$

$n_0$  แทน จำนวนแบคทีเรีย ณ จุดเริ่มต้น

$r$  แทน อัตราการเติบโตของจำนวนแบคทีเรียต่อเวลา

$t$  แทน เวลา

#### 4. จุดประสงค์การเรียนรู้

4.1 ด้านความรู้ทางคณิตศาสตร์ : เพื่อให้นักเรียนสามารถแก้ปัญหาเกี่ยวกับการเติบโตของจำนวนเชื้อแบคทีเรียได้

4.2 ด้านทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ : เพื่อให้นักเรียนสามารถแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้

4.3 ด้านคุณลักษณะ อันพึงประสงค์ : เพื่อให้นักเรียนมีส่วนร่วม มีวินัย และรับผิดชอบ

#### 5. กิจกรรมการเรียนรู้

##### ขั้นนำ

1. ครูแจ้งจุดประสงค์การเรียนรู้ให้นักเรียนทราบ ว่า เมื่อเรียนจบแผนการจัดการเรียนรู้นี้แล้ว นักเรียนจะสามารถ

- นำความรู้เรื่องฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลและฟังก์ชันลอการิทึมไปใช้ในการแก้ปัญหาการเติบโตของจำนวนเชื้อแบคทีเรีย

2. ครูเพิ่มเติมปัญหาจากใบกิจกรรมที่ 3 : ปัญหา “นานเท่าไร” ให้นักเรียนทั้งห้องช่วยกันหาคำตอบด้วยความรวดเร็ว ดังนี้

งหาจำนวนประชากรตราด โดยประมาณหลังจากเวลาผ่านไป 5 ปี

วิธีทำ จำนวนประชากรของจังหวัดนี้เมื่อเวลาผ่านไป  $t$  ปี คือ  $n(t)$

ดังนั้น เมื่อเวลาผ่านไป 5 ปี

$$n(5) = 224,730(1 + 0.05)^5$$

$$\approx 224,730 \times 1.28$$

$$\approx 287,654 \text{ คน}$$

ตอบ

ขั้นสอน

3. ครูอธิบายกับนักเรียนเกี่ยวกับการนำความรู้เรื่องฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลและฟังก์ชันลอการิทึมไปใช้ในการแก้ปัญหาการเติบโตของจำนวนเชื้อแบคทีเรียซึ่งเป็นไปอย่างต่อเนื่องตลอดเวลา มีสูตรดังนี้

$$n(t) = n_0 e^{rt}$$

เมื่อ  $n(t)$  แทน จำนวนแบคทีเรียเมื่อเวลาผ่านไป  $t$

$n_0$  แทน จำนวนแบคทีเรีย ณ จุดเริ่มต้น

$r$  แทน อัตราการเติบโตของจำนวนแบคทีเรียต่อเวลา

$t$  แทน เวลา

4. ครูให้นักเรียนแต่ละคนลงมือทำใบกิจกรรมที่ 4 : ปัญหา “แบคทีเรียของฉัน” โดยครูคอยเป็นผู้ชี้แนะ

5. ครูสุ่มนักเรียนออกมาแสดงวิธีทำแก้ปัญหาใบกิจกรรมที่ 4 : ปัญหา “แบคทีเรียของฉัน” หน้าชั้นเรียน โดยเพื่อนร่วมชั้นและครูร่วมกันตรวจสอบความถูกต้อง พร้อมกับซักถามเพื่อทดสอบความเข้าใจในเนื้อหา

ขั้นสรุป

6. ครูให้นักเรียนร่วมกันสรุปวิธีการนำฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลและลอการิทึมมาประยุกต์ใช้แก้ปัญหา เรื่องการเติบโตของจำนวนเชื้อแบคทีเรียอย่างไร

7. ครูให้นักเรียนศึกษาเพิ่มเติมจากแหล่งเรียนรู้และหนังสืออื่นๆ เพิ่มเติม

## 6. สื่อ อุปกรณ์และแหล่งการเรียนรู้

1. ใบกิจกรรมที่ 4 : ปัญหา “แบคทีเรียของฉัน”
2. หนังสือเรียนคณิตศาสตร์เพิ่มเติม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 - 6 เล่ม 3 และเอกสารอื่นๆ
3. ห้องสมุดโรงเรียนและห้องสมุดกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์

## 7. การวัดและประเมินผล

### 1. วิธีการวัด

- 1.1 สังเกตจากการตอบคำถาม
- 1.2 สังเกตจากความสนใจในขณะที่เรียน
- 1.3 ตรวจจากใบกิจกรรมที่ 4 : ปัญหา “แบคทีเรียของฉัน”
- 1.4 การนำเสนอหน้าชั้นเรียน
- 1.5 การมีส่วนร่วมในกิจกรรม
- 1.6 ความรับผิดชอบ

### 2. เครื่องมือวัด

- 2.1 ใบกิจกรรมที่ 4 : ปัญหา “แบคทีเรียของฉัน”

### 3. เกณฑ์การประเมิน

- 3.1 นักเรียนสามารถแก้ปัญหาเกี่ยวกับการเติบโตของจำนวนเชื้อแบคทีเรียได้
- 3.2 นักเรียนสามารถแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้

## 8. บันทึกผลหลังการจัดการเรียนรู้

### 1. ผลการสอน

.....

### 2. ปัญหา/อุปสรรค

.....

### 3. ข้อเสนอแนะ/แนวทางแก้ไข

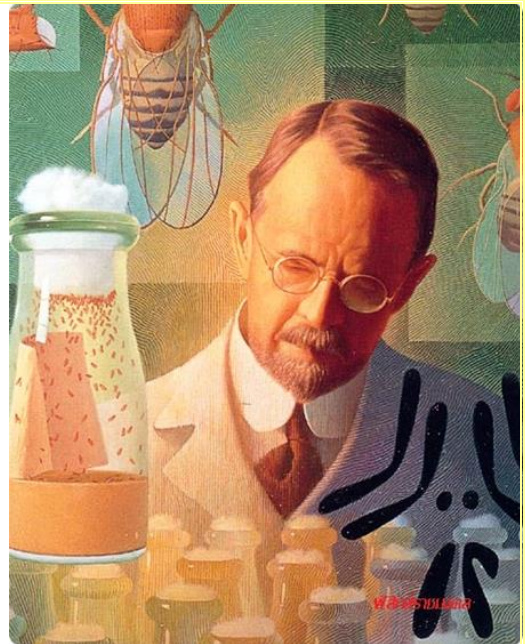
.....



## ใบกิจกรรมที่ 4 : ปัญหา “แบคทีเรียของฉัน”

นักวิทยาศาสตร์คนหนึ่ง ได้เพาะเชื้อจุลินทรีย์ในห้องปฏิบัติการของเขา และเฝ้าสังเกตจำนวนแบคทีเรียซึ่งเพิ่มขึ้นจำนวนมากจากการเพาะเชื้อจุลินทรีย์อย่างใจจดใจจ่อ จากเครื่องตรวจนับจุลินทรีย์ จนพบว่า จำนวนแบคทีเรียในการเพาะเชื้อจุลินทรีย์ใน  $t$  ชั่วโมง มีสูตรเป็น  $n(t) = 500e^{0.45t}$

หากเขาสังเกตจนเวลาผ่านไป 3 ชม. จะพบจำนวนแบคทีเรีย เป็นเท่าไร และถ้าสังเกตพบว่า มีจำนวนแบคทีเรีย 10,000 ตัว แสดงว่าเขาใช้เวลาไปกี่ชั่วโมง





แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 (วิธีสอนแบบปกติ)		
รายวิชาคณิตศาสตร์เพิ่มเติม 3	รหัสวิชา ค32201	ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5
หน่วยการเรียนรู้ที่ 1	ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลและลอการิทึม	เวลา 7 ชั่วโมง
แผนที่ 4	การสลายตัวของสารกัมมันตภาพรังสี	เวลา 1 ชั่วโมง

1. ผลการเรียนรู้ นำความรู้เรื่องฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียล และฟังก์ชันลอการิทึม ไปใช้แก้ปัญหาได้
2. สาระการเรียนรู้ การสลายตัวของสารกัมมันตภาพรังสี
3. สาระสำคัญ

การสลายตัวของสารกัมมันตภาพรังสีที่มีครึ่งชีวิตเท่ากับ  $h$  ปริมาณสารที่เหลืออยู่มีสูตรดังนี้

$$m(t) = m_0 e^{-rt}$$

เมื่อ  $m(t)$  แทน ปริมาณของสารกัมมันตภาพรังสีที่เหลืออยู่ เมื่อเวลาผ่านไป  $t$

$m_0$  แทน ปริมาณของสารกัมมันตภาพรังสี ณ จุดเริ่มต้น

$$r = \frac{\ln 2}{h}$$

#### 4. จุดประสงค์การเรียนรู้

4.1 ด้านความรู้ทางคณิตศาสตร์ : เพื่อให้นักเรียนสามารถแก้ปัญหาเกี่ยวกับการสลายตัวของสารกัมมันตภาพรังสีได้

4.2 ด้านทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ : เพื่อให้นักเรียนสามารถแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้

4.3 ด้านคุณลักษณะ อันพึงประสงค์ : เพื่อให้นักเรียนมีส่วนร่วม มีวินัย และรับผิดชอบ

#### 5. กิจกรรมการเรียนรู้

ชั้นนำ

1. ครูแจ้งจุดประสงค์การเรียนรู้ให้นักเรียนทราบว่า เมื่อเรียนจบแผนการจัดการเรียนรู้แล้ว นักเรียนจะสามารถ

- นำความรู้เรื่องฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลและฟังก์ชันลอการิทึมไปใช้ในการแก้ปัญหาการสลายตัวของสารกัมมันตภาพรังสีได้

2. ครูกำหนดปัญหาขึ้นมา 1 ปัญหาและให้นักเรียนช่วยกันแก้ปัญหา โดยครูคอยสอดแทรกและให้คำชี้แนะ ตลอดจนได้คำตอบของปัญหาที่ถูกต้อง

### ขั้นสอน

3. ครูอธิบายกับนักเรียนเกี่ยวกับการนำ ความรู้เรื่องฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลและฟังก์ชันลอการิทึมไปใช้ในการแก้ปัญหาการสลายตัวของสารกัมมันตภาพรังสีที่มีครึ่งชีวิตเท่ากับ  $h$  ปริมาณสารที่เหลืออยู่มีสูตรดังนี้

$$m(t) = m_0 e^{-rt}$$

เมื่อ  $m(t)$  แทน ปริมาณของสารกัมมันตภาพรังสีที่เหลืออยู่ เมื่อเวลาผ่านไป  $t$

$m_0$  แทน ปริมาณของสารกัมมันตภาพรังสี ณ จุดเริ่มต้น

$$r = \frac{\ln 2}{h}$$

4. ครูให้นักเรียนแต่ละคนลงมือทำใบกิจกรรมที่ 5 : ปัญหา “ครึ่งชีวิตที่เหลืออยู่” โดยครูคอยเป็นผู้ชี้แนะ

5. ครูสุ่มนักเรียนออกมาแสดงวิธีทำแก้ปัญหาใบกิจกรรมที่ 5 : ปัญหา “ครึ่งชีวิตที่เหลืออยู่” หน้าชั้นเรียน โดยเพื่อนร่วมชั้นและครูร่วมกันตรวจสอบความถูกต้อง พร้อมกับซักถามเพื่อทดสอบความเข้าใจในเนื้อหา

### ขั้นสรุป

6. ครูให้นักเรียนร่วมกันสรุปวิธีการนำฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลและลอการิทึมมาประยุกต์ใช้แก้ปัญหา เรื่องการสลายตัวของสารกัมมันตภาพรังสีอย่างไร

7. ครูให้นักเรียนศึกษาเพิ่มเติมจากแหล่งเรียนรู้และหนังสืออื่นๆ เพิ่มเติม

### 6. สื่อ อุปกรณ์และแหล่งการเรียนรู้

1. ใบกิจกรรมที่ 5 : ปัญหา “ครึ่งชีวิตที่เหลืออยู่”
2. หนังสือเรียนคณิตศาสตร์เพิ่มเติม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 - 6 เล่ม 3 และเอกสารอื่นๆ
3. ห้องสมุดโรงเรียนและห้องสมุดกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์

## 7. การวัดและประเมินผล

### 1. วิธีการวัด

- 1.1 สังเกตจากการตอบคำถาม
- 1.2 สังเกตจากความสนใจในขณะที่เรียน
- 1.3 ตรวจจากใบกิจกรรมที่ 5 : ปัญหา “ครึ่งชีวิตที่เหลืออยู่”
- 1.4 การมีส่วนร่วมในกิจกรรมทั้งกิจกรรมกลุ่ม และกิจกรรมในชั้นเรียน
- 1.5 ความรับผิดชอบ

### 2. เครื่องมือวัด

- 2.1 ใบกิจกรรมที่ 5 : ปัญหา “ครึ่งชีวิตที่เหลืออยู่”

### 3. เกณฑ์การประเมิน

- 3.1 นักเรียนสามารถแก้ปัญหาเกี่ยวกับการสลายตัวของสารกัมมันตภาพรังสีได้
- 3.2 นักเรียนสามารถแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้

## 8. บันทึกผลหลังการจัดการเรียนรู้

### 1. ผลการสอน

.....

.....

.....

### 2. ปัญหา/อุปสรรค

.....

.....

.....

### 3. ข้อเสนอแนะ/แนวทางแก้ไข

.....

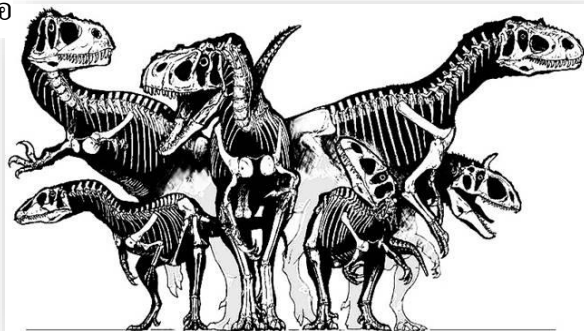
.....

.....

## ใบกิจกรรมที่ 5 : ปัญหา “ครึ่งชีวิตที่เหลืออยู่”

นักวิทยาศาสตร์ได้ศึกษาเรื่องการสลายตัวของสารกัมมันตรังสี ซึ่งมีรายละเอียด ดังนี้

การสลายตัวของสารกัมมันตรังสี คือ การที่สารกัมมันตรังสีแผ่รังสีได้นั้น เป็นเพราะนิวเคลียสของสารไม่เสถียร เนื่องจากมีพลังงานส่วนเกินอยู่ภายใน ดังนั้นจึงจำเป็นต้องถ่ายเทพลังงานส่วนเกินนี้ออกไป เพื่อให้นิวเคลียสเสถียรในที่สุด พลังงานส่วนเกินที่ปล่อย



ออกมาอยู่ในรูปของอนุภาคหรือรังสีต่าง ๆ เช่น อนุภาคแอลฟา อนุภาคบีตา รังสีแกมมาและ ไอโซโทปที่เสถียร

ครึ่งชีวิตของธาตุ (half life) หมายถึง ระยะเวลาที่สารสลายตัวไปจนเหลือเพียงครึ่งหนึ่งของปริมาณเดิม ใช้สัญลักษณ์เป็น  $t_{\frac{1}{2}}$  อัตราการสลายตัว เป็นสัดส่วนโดยตรงกับจำนวนอนุภาคใน ธาตุกัมมันตรังสีนั้น ปริมาณการสลายตัวจะบอกเป็นครึ่งชีวิต ซึ่งเป็นสมบัติเฉพาะตัวของแต่ละ ไอโซโทป และสามารถเปรียบเทียบอัตราการสลายตัวของธาตุกัมมันตรังสีแต่ละชนิดได้ ครึ่งชีวิตของธาตุกัมมันตรังสีชนิดต่าง ๆ มีค่าไม่เท่ากัน

ครึ่งชีวิตของสารกัมมันตรังสี สามารถนำไปใช้หาอายุสัมบูรณ์ (Absolute Age) เป็นอายุของหิน หรือซากดึกดำบรรพ์ ที่สามารถบอกจำนวนปีที่ค่อนข้างแน่นอน

การสลายตัวของสารกัมมันตภาพรังสีที่มีครึ่งชีวิตเท่ากับ  $h$  ปริมาณสารที่เหลืออยู่มีสูตรดังนี้

$$m(t) = m_0 e^{-rt}$$

เมื่อ  $m(t)$  แทน ปริมาณของสารกัมมันตภาพรังสีที่เหลืออยู่ เมื่อเวลาผ่านไป  $t$

$m_0$  แทน ปริมาณของสารกัมมันตภาพรังสี ณ จุดเริ่มต้น

$$r = \frac{\ln 2}{h}$$

ถ้านักวิทยาศาสตร์มีสารกัมมันตรังสีจำนวน 250 มิลลิกรัม สลายตัวเหลืออยู่ 200 มิลลิกรัม ในเวลา 48 ชั่วโมง นักเรียนช่วยนักวิทยาศาสตร์คิดหน่อยว่าครึ่งชีวิตของสารนี้เป็นเท่าไร



### แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5

(วิธีสอนแบบปกติ)

รายวิชาคณิตศาสตร์เพิ่มเติม 3	รหัสวิชา ค32201	ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5
หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลและลอการิทึม		เวลา 7 ชั่วโมง
แผนที่ 5 การวัดระดับความเข้มเสียง		เวลา 1 ชั่วโมง

1. ผลการเรียนรู้ นำความรู้เรื่องฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียล และฟังก์ชันลอการิทึม ไปใช้แก้ปัญหาได้
2. สาระการเรียนรู้ การวัดระดับความเข้มเสียง
3. สาระสำคัญ

การวัดระดับความเข้มเสียง เป็นการวัดความเข้มเสียงโดยเทียบกับความเข้มเสียงที่หูคนปกติเริ่มได้ยินเป็นเกณฑ์อ้างอิง ระดับความเข้มเสียงมีสูตรดังนี้

$$\beta = 10 \log \frac{I}{I_0}$$

เมื่อ  $\beta$  แทน ระดับความเข้มเสียงที่มีหน่วยเป็นเดซิเบล

$I$  แทน ความเข้มเสียงที่ต้องการวัด

$I_0$  แทน ความเข้มเสียงที่หูคนปกติเริ่มได้ยิน ซึ่งเท่ากับ  $10^{-12}$  วัตต์ /

ตารางเมตร

#### 4. จุดประสงค์การเรียนรู้

4.1 ด้านความรู้ทางคณิตศาสตร์ : เพื่อให้ นักเรียนสามารถแก้ปัญหาเกี่ยวกับการวัดระดับความเข้มเสียงได้

4.2 ด้านทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ : เพื่อให้ นักเรียนสามารถแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้

4.3 ด้านคุณลักษณะ อันพึงประสงค์ : เพื่อให้ นักเรียนมีส่วนร่วม มีวินัย และรับผิดชอบ

#### 5. กิจกรรมการเรียนรู้

ขั้นนำ

1. ครูแจ้งจุดประสงค์การเรียนรู้ให้นักเรียนทราบ ว่า เมื่อเรียนจบแผนการจัดการเรียนรู้แล้ว นักเรียนจะสามารถ



- นำความรู้เรื่องฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลและฟังก์ชันลอการิทึมไปใช้ในการแก้ปัญหาการวัดระดับความเข้มเสียงได้

2. ครูให้นักเรียนจับสลากปัญหาขึ้นมา 1 ปัญหา ซึ่งประกอบด้วยปัญหาการคำนวณ ดอกเบี้ย การเติบโตของประชากร การเติบโตของจำนวนเชื้อแบคทีเรีย และการเติบโตของจำนวนเชื้อแบคทีเรีย แล้วครูสุ่มนักเรียนออกมาแสดงวิธีทำหน้าชั้นเรียน

### ขั้นสอน

3. ครูอธิบายกับนักเรียนเกี่ยวกับการนำ ความรู้เรื่องฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลและฟังก์ชันลอการิทึมไปใช้ในการแก้ปัญหาการวัดระดับความเข้มเสียง เป็นการวัดความเข้มเสียงโดยเทียบกับความเข้มเสียงที่หูคนปกติเริ่มได้ยินเป็นเกณฑ์อ้างอิง ระดับความเข้มเสียงมีสูตรดังนี้

$$\beta = 10 \log \frac{I}{I_0}$$

เมื่อ  $\beta$  แทน ระดับความเข้มเสียงที่มีหน่วยเป็นเดซิเบล

$I$  แทน ความเข้มเสียงที่ต้องการวัด

$I_0$  แทน ความเข้มเสียงที่หูคนปกติเริ่มได้ยิน ซึ่งเท่ากับ  $10^{-12}$  วัตต์ /

ตารางเมตร

4. ครูให้นักเรียนแต่ละคนลงมือทำใบกิจกรรมที่ 6 : ปัญหา “เครื่องจักรเจ้าปัญหา” โดยครูคอยเป็นผู้ชี้แนะ

5. ครูสุ่มนักเรียนออกมาแสดงวิธีทำแก้ปัญหาใบกิจกรรมที่ 6 : ปัญหา “เครื่องจักรเจ้าปัญหา” หน้าชั้นเรียน โดยเพื่อนร่วมชั้นและครูร่วมกันตรวจสอบความถูกต้อง พร้อมกับซักถามเพื่อทดสอบความเข้าใจในเนื้อหา

### ขั้นสรุป

6. ครูให้นักเรียนร่วมกันสรุปวิธีการนำฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลและลอการิทึมมาประยุกต์ใช้แก้ปัญหา เรื่องการวัดระดับความเข้มเสียงอย่างไร

7. ครูให้นักเรียนศึกษาเพิ่มเติมจากแหล่งเรียนรู้และหนังสืออื่นๆ เพิ่มเติม

### 6. สื่อ อุปกรณ์และแหล่งการเรียนรู้

1. ใบกิจกรรมที่ 6 : ปัญหา “เครื่องจักรเจ้าปัญหา”
2. หนังสือเรียนคณิตศาสตร์เพิ่มเติม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 - 6 เล่ม 3 และเอกสารอื่นๆ

## 3. ห้องสมุดโรงเรียนและห้องสมุดกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์

## 7. การวัดและประเมินผล

## 1. วิธีการวัด

- 1.1 สังเกตจากการตอบคำถาม
- 1.2 สังเกตจากความสนใจในขณะที่เรียน
- 1.3 ตรวจจากใบกิจกรรมที่ 6 : ปัญหา “เครื่องจักรเจ้าปัญหา”
- 1.4 การมีส่วนร่วมในกิจกรรมทั้งกิจกรรมกลุ่ม และกิจกรรมในชั้นเรียน
- 1.5 ความรับผิดชอบ

## 2. เครื่องมือวัด

- 2.1 ใบกิจกรรมที่ 6 : ปัญหา “เครื่องจักรเจ้าปัญหา”

## 3. เกณฑ์การประเมิน

- 3.1 นักเรียนสามารถแก้ปัญหาเกี่ยวกับการวัดระดับความเข้มเสียงได้
- 3.2 นักเรียนสามารถแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้

## 8. บันทึกผลหลังการจัดการเรียนรู้

## 1. ผลการสอน

.....

.....

.....

## 2. ปัญหา/อุปสรรค

.....

.....

.....

## 3. ข้อเสนอแนะ/แนวทางแก้ไข

.....

.....

.....

## ใบกิจกรรมที่ 6 : ปัญหา “เครื่องจักรเข้าปัญหา”

ความเข้มเสียงเป็นปริมาณทางฟิสิกส์อย่างหนึ่งซึ่งใช้แสดงถึงระดับความดังของเสียง แต่เนื่องจากเสียงเบาที่สุดที่มนุษย์ได้ยินจะมีความเข้มเสียงเป็น  $10^{-12}$  วัตต์ต่อตารางเมตร ส่วนเสียงดังที่สุดที่มนุษย์ทนฟังได้จะมีความเข้มเสียงเป็น 1 วัตต์ต่อตารางเมตร จะเห็นได้ว่าอัตราส่วนของเสียงที่ดังที่สุดต่อเสียงที่เบาที่สุดที่มนุษย์ได้ยินมีความกว้างถึง  $10^{12}$  เท่า จึงไม่สะดวกในการจะบอกความดังของเสียงในรูปของความเข้มเสียง อีกทั้งความดังที่เรารู้สึกได้ไม่เป็นปฏิกิริยาโดยตรงกับความเข้มเสียง เช่น ความเข้มของเสียงเบาที่เพิ่มขึ้น 1000 เท่า ไม่ได้หมายถึงเสียงที่ดังขึ้น 1000 เท่า แต่กลับดังขึ้นเทียบเท่ากับเสียงคุยกันของคนสองคนเท่านั้น ดังนั้นเพื่อความสะดวกในทางปฏิบัติจึงนิยมใช้ “ระดับความเข้มเสียง” ในการบอกความดังของเสียงแทนความเข้มเสียง

โดยสามารถเขียนความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มเสียงและระดับความเข้มเสียง  $\beta$  ได้ดังนี้

$$\beta = 10 \log \frac{I}{I_0}$$

เมื่อ  $\beta$  แทน ระดับความเข้มเสียงที่มีหน่วยเป็นเดซิเบล

$I$  แทน ความเข้มเสียงที่ต้องการวัด

$I_0$  แทน ความเข้มเสียงที่หูคนปกติเริ่มได้ยิน ซึ่งเท่ากับ  $10^{-12}$  วัตต์ /

ตารางเมตร

ดังนั้น เสียงเบาที่สุดที่มนุษย์ปกติสามารถรับรู้ได้ คือ 0 dB  $\left( \beta = 10 \log \frac{10^{-12}}{10^{-12}} \right)$  และ

เสียงดังที่สุดที่มนุษย์สามารถทนได้ คือ 120 dB  $\left( \beta = 10 \log \frac{1}{10^{-12}} \right)$

จากการศึกษาระดับความเข้มเสียง นักเรียนลองช่วยเจ้าของโรงงานแห่งหนึ่งหน่อยสิ ถ้าเจ้าของโรงงานได้ติดตั้งเครื่องจักรกลแบบเดียวกันสองเครื่องตั้งอยู่ห่างจากคนงาน

ในระยะเท่ากัน ถ้าขณะเครื่องจักรกลทำงานมันจะส่งเสียงด้วยความเข้มเสียง  $2 \times 10^{-7} \text{ W/m}^2$

จงหาระดับความเข้มเสียงของเครื่องจักรกลทำงานเพียงหนึ่งเครื่อง และระดับความเข้มเสียงของเครื่องจักรกลทำงานพร้อมกันสองเครื่อง





แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6 (วิธีสอนแบบปกติ)		
รายวิชาคณิตศาสตร์เพิ่มเติม 3	รหัสวิชา ค32201	ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5
หน่วยการเรียนรู้ที่ 1	ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลและลอการิทึม	เวลา 7 ชั่วโมง
แผนที่ 6	ระดับความเป็นกรด - เบสของสารละลาย	เวลา 1 ชั่วโมง

1. ผลการเรียนรู้ นำความรู้เรื่องฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียล และฟังก์ชันลอการิทึมไปใช้แก้ปัญหาได้
2. สาระการเรียนรู้ ระดับความเป็นกรด - เบสของสารละลาย
3. สาระสำคัญ

ระดับความเป็นกรด - เบสของสารละลาย มีสูตรดังนี้

$$pH = -\log[H^+]$$

เมื่อ  $pH$  แทน ระดับความเป็นกรด - เบสของสารละลาย

$[H^+]$  แทน ความเข้มข้นของประจุไฮโดรเจนในสารละลาย 1 ลิตร มี

หน่วยเป็น โมล

โดยที่สารละลายที่มีค่า  $pH = 7$  เป็นตัวละลายที่มีความเป็นกลาง

ถ้า  $pH < 7$  เป็นสารละลายที่มีความเป็นกรด

ถ้า  $pH > 7$  เป็นสารละลายที่มีความเป็นเบส

#### 4. จุดประสงค์การเรียนรู้

4.1 ด้านความรู้ทางคณิตศาสตร์ : เพื่อให้นักเรียนสามารถแก้ปัญหาเกี่ยวกับระดับความเป็นกรด - เบสของสารละลายได้

4.2 ด้านทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ : เพื่อให้นักเรียนสามารถแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้

4.3 ด้านคุณลักษณะ อันพึงประสงค์ : เพื่อให้นักเรียนมีส่วนร่วม มีวินัย และรับผิดชอบ

## 5. กิจกรรมการเรียนรู้

### ขั้นนำ

1. ครูแจ้งจุดประสงค์การเรียนรู้ให้นักเรียนทราบว่า เมื่อเรียนจบแผนการจัดการเรียนรู้แล้ว นักเรียนจะสามารถ

- นำความรู้เรื่องฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลและฟังก์ชันลอการิทึมไปใช้ในการแก้ปัญหาในระดับความเป็นกรด - เบสของสารละลายได้

2. ครูให้นักเรียนจับสลากปัญหาในระดับความเข้มแข็งขึ้นมา 1 – 2 ปัญหา แล้วครูสุ่มนักเรียนออกมาแสดงวิธีทำหน้าชั้นเรียน

### ขั้นสอน

3. ครูอธิบายกับนักเรียนเกี่ยวกับการนำ ความรู้เรื่องฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลและฟังก์ชันลอการิทึมไปใช้ในการแก้ปัญหาในระดับความเป็นกรด - เบสของสารละลาย มีสูตรดังนี้

$$pH = -\log[H^+]$$

เมื่อ  $pH$  แทน ระดับความเป็นกรด-เบสของสารละลาย

$[H^+]$  แทน ความเข้มข้นของประจุไฮโดรเจนในสารละลาย 1 ลิตร

มีหน่วยเป็นโมล

โดยที่สารละลายที่มีค่า  $pH = 7$  เป็นตัวละลายที่มีความเป็นกลาง

ถ้า  $pH < 7$  เป็นสารละลายที่มีความเป็นกรด

ถ้า  $pH > 7$  เป็นสารละลายที่มีความเป็นเบส

4. ครูให้นักเรียนแต่ละคนลงมือทำใบกิจกรรมที่ 7 : ปัญหา “เจ้ากรด – เบส”

โดยครูคอยเป็นผู้ชี้แนะ

5. ครูสุ่มนักเรียน 2 – 3 ออกมาแสดงวิธีทำแก้ปัญหาใบกิจกรรมที่ 7 : ปัญหา “เจ้ากรด – เบส” หน้าชั้นเรียนทีละขั้นตอน โดยเพื่อนร่วมชั้นและครูร่วมกันตรวจสอบความถูกต้อง พร้อมกับซักถามเพื่อทดสอบความเข้าใจในเนื้อหา

## ขั้นสรุป

6. ครูให้นักเรียนร่วมกันสรุปวิธีการนำฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลและลอการิทึมมาประยุกต์ใช้แก้ปัญหา เรื่องระดับความเป็นกรด - เบสของสารละลาย อย่างไร

7. ครูให้นักเรียนทำแบบสำรวจแนวคิดในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และแบบสอบถามความเชื่อมั่นในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

8. ครูให้นักเรียนศึกษาเพิ่มเติมจากแหล่งเรียนรู้และหนังสืออื่นๆ เพิ่มเติม

## 6. สื่อ อุปกรณ์และแหล่งการเรียนรู้

1. ใบกิจกรรมที่ 7 : ปัญหา “เจ้ากรด – เบส”
2. แบบสำรวจแนวคิดในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
3. แบบสอบถามความเชื่อมั่นในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
4. หนังสือเรียนคณิตศาสตร์เพิ่มเติม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 - 6 เล่ม 3 และเอกสารอื่นๆ
5. ห้องสมุดโรงเรียนและห้องสมุดกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์

## 7. การวัดและประเมินผล

### 1. วิธีการวัด

- 1.1 สังเกตจากการตอบคำถาม
- 1.2 สังเกตจากความสนใจในขณะที่เรียน
- 1.3 ตรวจจากใบกิจกรรมที่ 7 : ปัญหา “เจ้ากรด – เบส”
- 1.4 การมีส่วนร่วมในกิจกรรมทั้งกิจกรรมกลุ่ม และกิจกรรมในชั้นเรียน
- 1.5 ความรับผิดชอบ

### 2. เครื่องมือวัด

- 2.1 ใบกิจกรรมที่ 7 : ปัญหา “เจ้ากรด – เบส”
- 2.2 แบบสำรวจแนวคิดในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
- 2.3 แบบสอบถามความเชื่อมั่นในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

### 3. เกณฑ์การประเมิน

- 3.1 นักเรียนสามารถแก้ปัญหาเกี่ยวกับระดับความเป็นกรด - เบสของสารละลาย

ได้

3.2 นักเรียนสามารถแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้

**8. บันทึกผลหลังการจัดการเรียนรู้**

**1. ผลการสอน**

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

**2. ปัญหา/อุปสรรค**

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

**3. ข้อเสนอแนะ/แนวทางแก้ไข**

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



## ใบกิจกรรมที่ 7 : ปัญหา “เจ้า กรด – เบส”

ในสารละลายกรดหรือเบสจะมีทั้ง  $H_3O^+$  และ  $OH^-$  อยู่ในปริมาณที่แตกต่างกัน การบอกความเป็นกรด - เบสของสารละลายโดยใช้ความเข้มข้นของ  $H_3O^+$  หรือ  $OH^-$  มักเกิดความผิดพลาดได้ง่ายเพราะสารละลายมักมีความเข้มข้นของ  $H_3O^+$  หรือ  $OH^-$  น้อย

ดังนั้นในปี ค.ศ. 1909 นักเคมีชาวสวีเดนชื่อ ซอเรนสัน (Sorensen) ได้เสนอให้บอกความเป็นกรด - เบสของสารละลายในรูปมาตราส่วน  $pH$  ย่อมาจากคำว่า positive potential of the hydrogen แปลว่า กำลังของไฮโดรเจน (power of hydrogen) คือ ค่าที่แสดงความเข้มข้นของไฮโดรเจนไอออน ( $H^+$ ) หรือไฮโดรเนียมไอออน ( $H_3O^+$ ) โดยกำหนดว่า

$$pH = -\log[H^+]$$

เมื่อ  $pH$  แทน ระดับความเป็นกรด - เบสของสารละลาย

$[H^+]$  แทน ความเข้มข้นของประจุไฮโดรเจนในสารละลาย 1 ลิตร มีหน่วยเป็นโมล

โดยที่สารละลายที่มีค่า  $pH = 7$  เป็นตัวละลายที่มีความเป็นกลาง

ถ้า  $pH < 7$  เป็นสารละลายที่มีความเป็นกรด

ถ้า  $pH > 7$  เป็นสารละลายที่มีความเป็นเบส

ในขณะที่หนูดีได้เรียนวิชาปฏิบัติการเคมี

ได้นำสารละลายชนิดหนึ่งที่มีความเข้มข้นของประจุไฮโดรเจน

$2.0 \times 10^{-7}$  โมล/ลิตร มาทำการทดลองหนูดีเกิดความสงสัย

จึงมาว่าสารละลายนี้เป็นกรดหรือเบสกันแน่



นักเรียนช่วยหนูดีหาค่า  $pH$  ของสารละลายนี้ทีละค่า และสารละลายนี้เป็นกรดหรือเบส



แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 7 (วิธีสอนแบบปกติ)		
รายวิชาคณิตศาสตร์เพิ่มเติม 3	รหัสวิชา ค32201	ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5
หน่วยการเรียนรู้ที่ 1	ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลและลอการิทึม	เวลา 7 ชั่วโมง
แผนที่ 7	การประยุกต์	เวลา 1 ชั่วโมง

1. ผลการเรียนรู้ นำความรู้เรื่องฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียล และฟังก์ชันลอการิทึม ไปใช้แก้ปัญหาได้
2. สาระการเรียนรู้ การประยุกต์
3. สาระสำคัญ

ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียล และฟังก์ชันลอการิทึม เป็นเรื่องที่ไม่ไกลตัวและยังสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหาทั้งในชีวิตประจำวันและเชื่อมโยงกับวิชาอื่นๆ ได้ เช่น

- การคำนวณดอกเบี้ย
- การเติบโตของประชากร
- การเติบโตของจำนวนเชื้อแบคทีเรีย
- การสลายตัวของสารกัมมันตภาพรังสี
- ระดับความเข้มของเสียง
- ระดับความเป็นกรด - เบสของสารละลาย

#### 4. จุดประสงค์การเรียนรู้

4.1 ด้านความรู้ทางคณิตศาสตร์ : เพื่อให้นักเรียนแก้ปัญหาโดยใช้ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียล และฟังก์ชันลอการิทึมได้

4.2 ด้านทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ : เพื่อให้นักเรียนสามารถแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้

4.3 ด้านคุณลักษณะ อันพึงประสงค์ : เพื่อให้นักเรียนมีความซื่อสัตย์ มีวินัย และมีความรับผิดชอบ

#### 5. กิจกรรมการเรียนรู้

1. ครูแจ้งจุดประสงค์การเรียนรู้ให้นักเรียนทราบว่า เมื่อเรียนจบแผนการจัดการเรียนรู้นี้แล้ว นักเรียนจะสามารถ

- นำความรู้เรื่องฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลและฟังก์ชันลอการิทึม ไปใช้ในการแก้ปัญหาได้

2. ครูทบทวนนำความรู้เรื่องฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลและฟังก์ชันลอการิทึม ไปใช้ในการแก้ปัญหาโดยใช้คำถามกับนักเรียน ดังนี้

ครู : ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียล และฟังก์ชันลอการิทึม สามารถนำไปใช้แก้ปัญหาในเรื่องใดได้บ้าง

นักเรียน : การคำนวณดอกเบี้ย การเติบโตของประชากร การเติบโตของจำนวนเชื้อแบคทีเรีย การสลายตัวของสารกัมมันตภาพรังสี ระดับความเข้มของเสียง ระดับความเป็นกรด-เบสของสารละลาย

3. ครูให้นักเรียนช่วยกันสรุปวิธีการนำไปใช้ในการแก้ปัญหาในเรื่องต่างๆ

4. ครูให้นักเรียนทำแบบทดสอบหลังเรียน เรื่อง ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลและฟังก์ชันลอการิทึม ด้วยแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ซึ่งเป็นแบบอัตนัย แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนซึ่งเป็นแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก

## 6. สื่อ อุปกรณ์และแหล่งการเรียนรู้

1. แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลและฟังก์ชันลอการิทึม

2. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลและฟังก์ชันลอการิทึม

3. หนังสือเรียนคณิตศาสตร์เพิ่มเติม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 - 6 เล่ม 3 และเอกสารอื่นๆ

4. ห้องสมุดโรงเรียนและห้องสมุดกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์

## 7. การวัดและประเมินผล

### 1.วิธีการวัด

1.1 สังเกตจากการตอบคำถาม

1.2 สังเกตจากความสนใจในขณะที่เรียน

1.3 ตรวจจากแบบทดสอบ

1.4 ความรับผิดชอบ

## 2. เครื่องมือวัด

2.1 แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลและฟังก์ชันลอการิทึม

2.2 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลและฟังก์ชันลอการิทึม

## 3. เกณฑ์การประเมิน

3.1 นักเรียนสามารถแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้

## 8. บันทึกผลหลังการจัดการเรียนรู้

### 1. ผลการสอน

.....

.....

.....

### 2. ปัญหา/อุปสรรค

.....

.....

.....

### 3. ข้อเสนอแนะ/แนวทางแก้ไข

.....

.....

.....

## แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

### เรื่อง ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลและฟังก์ชันลอการิทึม

- .....
- คำชี้แจง 1. แบบทดสอบเป็นแบบอัตนัย ใช้เวลาในการตอบ 30 นาที
2. ให้นักเรียนพิจารณาปัญหาต่อไปนี้ และแสดงวิธีทำตามขั้นตอนการแก้ปัญหทางคณิตศาสตร์อย่างละเอียด
- .....

นายอาเล็กเป็นคู่แข่งกับนายโป๊ปในทุกๆเรื่องตั้งแต่เข้าวงการมาและในครั้งนี้ทั้งสองได้แข่งกันในการออมเงิน โดยต่างคนต่างฝากเงินไว้กับธนาคารแตกต่างกัน ซึ่งแต่ละธนาคารให้ดอกเบี้ยแบบทบต้นในอัตรา 9% ต่อปี เป็นเวลา 5 ปี และธนาคารที่ฝากให้ดอกเบี้ยดังนี้

ธนาคาร A



เงินต้น 6,000 บาท

ธนาคารให้ดอกเบี้ย ปีละ 2 ครั้ง ๆ ละ 6 เดือน



ธนาคาร B



เงินต้น 5,000 บาท

ธนาคารให้ดอกเบี้ย ปีละ 3 ครั้ง ๆ ละ 4 เดือน



ถามว่า เมื่อครบกำหนด 5 ปี ใครมีเงินฝากพร้อมดอกเบี้ยมากกว่ากัน

**1. ทำความเข้าใจปัญหา**

-สิ่งที่โจทย์กำหนดให้

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

-สิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ

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

**2. วางแผนแก้ปัญหา**

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

**3. ดำเนินการแก้ปัญหา**

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



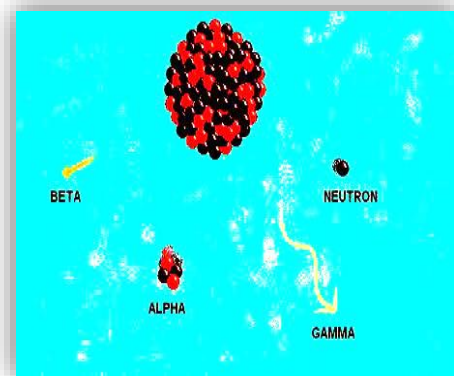


## ปัญหาที่ 2 : ญญาถบคร่งชวต

ในกรศกษาระดบปรญญตรในสาขาวิชาเคมี

นางสาวญญา นกศกษาสาขาวิชาเคมีได้ศกษา  
ธาตुकัมมันตภาพรังสี ซ่งมีสารกัมมันตภาพรังสี  
จำนวน 500 มลลกรัม ถ้าสารกัมมันตภาพรังสีนี้  
มีการสลายตัวเหลืออยู่ 100 มลลกรัม ในเวลา 10 ปี

นักเรียนช่วยพญญาหาคร่งชวตของ  
สารกัมมันตภาพรังสีหน้อยช



พญญาจะบอกสูตรนะจ้ะ ว่าการสลายตัวของ  
สารกัมมันตรังสีมีคร่งชวต  $h$  ปริมาณสารที่

เหลืออยู่ มีสูตร

$$m(t) = m_0 e^{-\left(\frac{\ln 2}{h}\right)t}$$

เมื่อ  $m(t)$  แทน ปริมาณของสารกัมมันตภาพรังสี  
ที่เหลืออยู่ เมื่อเวลาผ่านไป  $t$

$m_0$  แทน ปริมาณของสารกัมมันตภาพรังสี  
ณ จุดเริ่มต้น

**1. ทำความเข้าใจปัญหา**

-สิ่งที่โจทย์กำหนดให้

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

-สิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ

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

**2. วางแผนแก้ปัญหา**

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

**3. ดำเนินการแก้ปัญหา**

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



## ปัญหาที่ 3 : เครื่องบินเจ็ท

การบอกความดังหรือเบาของเสียงด้วยความเข้มเสียง

ที่ผ่านมานั้นจะเห็นว่าช่วงจากเสียงเบาที่สุด

ไปหาดังที่สุด มีช่วงมากกว่ากันถึง 10 ยกกำลัง

12 เท่า จึงไม่เหมาะสมจะใช้บอกถึงความดัง

หรือเบา จึงเปลี่ยนมาใช้ในการบอกดัง หรือเบา ด้วยค่า

“ระดับความเข้มเสียง” โดยเทียบมาจากความเข้มเสียง

โดยระดับความเข้มเสียง จะมีลักษณะคล้ายค่าลอกการิทึม

ในวิชาคณิตศาสตร์ โดยระดับความเข้มเสียงมีความสัมพันธ์กับความเข้มเสียงต่ำสุด ได้ว่า

$$\beta = 10 \log \frac{I}{I_0} \quad \text{หน่วยเดซิเบล (dB)}$$

เมื่อ  $\beta$  แทน ระดับความเข้มเสียง

$I$  แทน ความเข้มเสียงที่ต้องการวัด

$I_0$  แทน ความเข้มเสียงที่มนุษย์ปกติเริ่มได้ยินมีค่าเท่ากับ  $10^{-12}$  วัตต์/ตารางเมตร



ถ้านักบินวัดระดับความเข้มของเสียงเครื่องบินเจ็ทได้เท่ากับ 150 เดซิเบล

นักเรียนช่วยนักบินหาหน่วยชี้ว่าเครื่องบินเจ็ทจะมีความเข้มของเสียงกี่วัตต์ต่อตารางเมตร

**1. ทำความเข้าใจปัญหา**

-สิ่งที่โจทย์กำหนดให้

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

-สิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ

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

**2. วางแผนแก้ปัญหา**

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

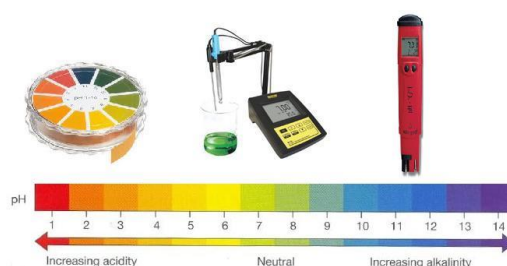
**3. ดำเนินการแก้ปัญหา**

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



## ปัญหาที่ 4 : pH ของหนูลูก

$pH$  ย่อมาจาก positive potential of the hydrogen ions คือ ค่าที่แสดงถึงความเข้มข้นของไฮโดรเจนไอออน ( $H^+$ ) หรือไฮโดรเนียมไอออน ( $H_3O^+$ ) ใช้บอกความเป็นกรดหรือเบสของสารละลาย โดยค่า  $pH$  ของสารละลายเป็นค่าลอการิทึมของความเข้มข้นของไฮโดรเจนไอออน



ระดับความเป็นกรด - เบสของสารละลาย

$$pH = \log\left(\frac{1}{H^+}\right) = -\log(H^+)$$

ถ้าระหว่างปฏิบัติการเคมี หนูลูกพบว่าค่าความเข้มข้นของประจุไฮโดรเจนในสารละลายชนิดหนึ่งเท่ากับ  $3.55 \times 10^{-8}$  โมล/ลิตร แล้วระดับความเป็นกรด - เบสของสารละลายนี้ของหนูลูกเป็นเท่าไร

**1. ทำความเข้าใจปัญหา**

-สิ่งที่โจทย์กำหนดให้

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

-สิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ

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

**2. วางแผนแก้ปัญหา**

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

**3. ดำเนินการแก้ปัญหา**

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







4. การเติบโตของจำนวนเชื้อแบคทีเรีย หาได้จาก  $n(t) = n_0 e^{rt}$   
 เมื่อ  $n(t)$  แทน จำนวนแบคทีเรียเมื่อเวลาผ่านไป  $t$   
 $n_0$  แทน จำนวนแบคทีเรีย ณ จุดเริ่มต้น  
 $r$  แทน อัตราการเติบโตของจำนวนแบคทีเรียต่อเวลา  
 และจากการค้นพบเชื้อแบคทีเรียชนิดหนึ่ง พบว่า ทุก ๆ หนึ่งชั่วโมงเชื้อแบคทีเรียจะขยายตัว  
 เป็น 2 เท่าของจำนวนเชื้อแบคทีเรียที่มีอยู่ในขณะนั้น ถ้าเวลา 12.00 น. พบเชื้อแบคทีเรีย  
 10,000 ตัว ในเวลาใดจะพบเชื้อแบคทีเรีย 15,000 ตัว
- 1) 12:12 น.                      2) 12:35 น.                      3) 12.42 น.                      4) 13.00 น.
5. ธาตุโปโลเนียม -210 มีครึ่งชีวิต 140 วัน ถ้าเดิมมีธาตุโปโลเนียม 300 มิลลิกรัม เมื่อเวลาผ่านไป  
 1 ปี จะมีปริมาณของธาตุโปโลเนียมที่เหลืออยู่ประมาณกี่มิลลิกรัม
- 1) 49                                  2) 55                                  3) 100                                  4) 102
6. จากการทดลองพบว่า เมื่อตั้ง Cs-137 ไว้ 120 วัน จะมี Cs-137 เหลืออยู่ 300 กรัม  
 ถ้าครึ่งชีวิตของ Cs-137 เท่ากับ 30 วัน จงหาว่าเมื่อเริ่มต้นทดลองมี Cs-137 อยู่กี่กรัม
- 1) 1,200                              2) 2,400                              3) 3,600                              4) 4,800
7. ลูกกระเบิดตกห่างจากหมู่บ้าน 2 กิโลเมตร ทำให้คนในหมู่บ้านได้ยินเสียงที่มีระดับความเข้มเสียง  
 120 เดซิเบล ความเข้มเสียงที่ได้ยินเป็นกัวัตต์/ตารางเมตร
- 1) 0.5                                  2) 1                                      3) 10                                  4) 60
8. กองเชียร์ของโรงเรียนคลองใหญ่วิทยาคม 1,000 คน นั่งบนอัฒจันทร์เชียร์ด้านไม่มีหลังคา  
 ในสนามฟุตบอล กองเชียร์คนหนึ่งตะโกนเชียร์ทำให้คนฟังที่นั่งฝั่งตรงข้ามได้ยินเสียงดัง 70  
 เดซิเบล ถ้ากองเชียร์ทั้งหมดตะโกนพร้อมกันคนที่ฟังอยู่ฝั่งตรงข้ามจะได้ยินเสียงดังกี่เดซิเบล
- 1) 70                                  2) 80                                  3) 90                                  4) 100
9. ถ้าค่า  $pH$  ของนมชนิดหนึ่งเท่ากับ 8 ความเข้มข้นของประจุไฮโดรเจน ( $H^+$ ) ในนมนี้  
 เป็นกี่โมล/ลิตร
- 1) 8                                      2)  $10^2$                                   3)  $10^{-2}$                                   4)  $10^{-8}$
10. สารละลายที่มีความเข้มข้นของ  $H_3O^+ = 4.8 \times 10^{-13}$  โมล/ลิตร มีค่า  $pH$  เท่าไร
- 1) 0                                      2) 8.2                                  3) 12.32                                  4) 14

## แบบสำรวจแนวคิดในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

### คำชี้แจง

1. แบบสำรวจฉบับนี้เป็นแบบสำรวจแนวคิดในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน ตามกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยแบบสำรวจนี้ไม่มีคำตอบที่ถูกหรือผิด จึงไม่มีผลกระทบใดๆ ต่อนักเรียนทั้งสิ้น
2. ให้นักเรียนอ่านข้อความแต่ละข้อแล้วทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องใดช่องหนึ่งที่ตรงกับแนวคิดของนักเรียนมากที่สุด

ข้อ	รายการ	บ่อยครั้ง มาก	บ่อยครั้ง	บางครั้ง	นานๆ ครั้ง	ไม่เคย
<b>ขั้นทำความเข้าใจปัญหา</b>						
1	ข้าพเจ้าอ่านปัญหามากกว่าหนึ่งครั้ง เพื่อให้แน่ใจว่าเข้าใจปัญหานั้น					
2	ข้าพเจ้าวิเคราะห์ข้อมูลจากปัญหา เพื่อหาสิ่งที่ปัญหากำหนดให้					
3	ข้าพเจ้าจัดลำดับสิ่งที่ปัญหากำหนดให้ และสร้างคำถามเกี่ยวกับสิ่งที่ปัญหาต้องการ					
4	ข้าพเจ้าวาดภาพสถานการณ์จากปัญหา เพื่อช่วยให้แก้ปัญหาได้ง่ายขึ้น					
5	ข้าพเจ้าจะทบทวนปัญหาซ้ำๆ ด้วยคำพูดของตนเอง					
<b>ขั้นวางแผนแก้ปัญหา</b>						
6	ข้าพเจ้าจะนึกทบทวนปัญหาที่คล้ายๆกัน และเคยทำมาก่อน					

ข้อ	รายการ	บ่อยครั้ง มาก	บ่อยครั้ง	บางครั้ง	นานๆ ครั้ง	ไม่เคย
<b>ขั้นวางแผนแก้ปัญหา (ต่อ)</b>						
7	ข้าพเจ้ามักจะค้นหาคำชี้แนะที่อยู่ใน ปัญหาก่อน					
8	ข้าพเจ้าสามารถคิดวิธีการอย่างน้อยหนึ่ง วิธีที่จะแก้ปัญหา					
9	ข้าพเจ้าจะกำหนดกลยุทธ์ที่เหมาะสม ในการแก้ปัญหา หรือกำหนดสมการ/ แบบรูปที่เกี่ยวข้องกับปัญหา					
10	ข้าพเจ้าจะทบทวนหลักการ ทางคณิตศาสตร์ที่จะใช้ในการแก้ปัญหา					
<b>ขั้นดำเนินการตามแผน</b>						
11	ข้าพเจ้าจะเลือกใช้กลยุทธ์ที่เหมาะสมกับ ปัญหา					
12	ข้าพเจ้าจะเลือกใช้สมการหรือแบบรูป ที่เกี่ยวข้องกับปัญหา					
13	ข้าพเจ้าจะเลือกใช้หลักการทาง คณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้อง					
14	ข้าพเจ้าจะแก้ปัญหอย่างเป็นขั้นตอน และค่อย ๆ คำนวณอย่างละเอียด					
15	ข้าพเจ้าแลกเปลี่ยนแนวคิดในการ แก้ปัญหากับเพื่อน					
<b>ขั้นตรวจสอบผล</b>						
16	ข้าพเจ้าตรวจสอบขั้นตอนการแก้ปัญหา					
17	ข้าพเจ้าตรวจสอบความสมเหตุสมผล ของคำตอบ					
18	ข้าพเจ้าจะตรวจสอบข้อผิดพลาดในการ คำนวณของตนเอง					

ข้อ	รายการ	บ่อยครั้ง มาก	บ่อยครั้ง	บางครั้ง	นานๆ ครั้ง	ไม่เคย
19	ข้าพเจ้าจะวิเคราะห์กระบวนการ แก้ปัญหาของตนเอง					
20	ข้าพเจ้าตีความผลลัพธ์ที่ได้จากการ แก้ปัญหา					

## แบบสอบถามความเชื่อมั่นในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

### คำชี้แจง

1. แบบสอบถามฉบับนี้เป็นแบบสอบถามความรู้สึกมั่นคงใจของนักเรียนที่มีต่อการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยแบบสอบถามนี้ไม่มีคำตอบที่ถูกหรือผิด จึงไม่มีผลกระทบใดๆ ต่อนักเรียนทั้งสิ้น

2. ให้นักเรียนอ่านข้อความแต่ละข้อแล้วทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องใดช่องหนึ่งที่ตรงกับความรู้สึกของนักเรียนมากที่สุด

ข้อ	รายการ	เห็นด้วย อย่างยิ่ง	เห็นด้วย	ไม่แน่ใจ	ไม่เห็น ด้วย	ไม่ เห็นด้วย อย่างยิ่ง
1	ข้าพเจ้าชอบที่จะแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์					
2	ข้าพเจ้าสนุกกับการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์					
3	ข้าพเจ้ากลัวการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์					
4	ข้าพเจ้าสูญเสียเวลาในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์					
5	ข้าพเจ้าหมดกำลังใจถ้าข้าพเจ้าไม่สามารถแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้					
6	ข้าพเจ้าจะทำให้ดีที่สุดเพื่อที่จะประสบความสำเร็จในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์					
7	ข้าพเจ้าเครียดมากขณะที่แก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์					

ข้อ	รายการ	เห็นด้วย อย่างยิ่ง	เห็นด้วย	ไม่แน่ใจ	ไม่เห็น ด้วย	ไม่ เห็นด้วย อย่างยิ่ง
8	ข้าพเจ้าชอบต่อสู้กับการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ แม้ว่าจะไม่สามารถแก้ปัญหาได้สำเร็จ					
9	ข้าพเจ้าสูญเสียความมั่นใจในตนเอง หากไม่สามารถแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้					
10	ข้าพเจ้าอารมณ์เสียเมื่อข้าพเจ้าหาคำตอบของปัญหาทางคณิตศาสตร์ไม่ถูกต้อง					
11	ข้าพเจ้าจะต่อสู้กับปัญหาทางคณิตศาสตร์จนกว่าจะหาคำตอบที่ถูกต้องได้					
12	ข้าพเจ้ากลัวการทำผิดพลาดทางตัวเลขมาก					
13	อคติทำให้ข้าพเจ้าไม่สามารถแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้					
14	ข้าพเจ้ามั่นใจว่าข้าพเจ้าสามารถที่จะแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้ แม้จะเป็นเรื่องยาก					
15	ข้าพเจ้ามีความท้อแท้ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์					
16	ข้าพเจ้ามั่นใจว่าการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์มีประโยชน์ในการดำเนินชีวิต					
17	ข้าพเจ้าไม่สามารถเข้าใจปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้					



ข้อ	รายการ	เห็นด้วย อย่างยิ่ง	เห็นด้วย	ไม่แน่ใจ	ไม่เห็น ด้วย	ไม่ เห็นด้วย อย่างยิ่ง
18	ข้าพเจ้ามีศักยภาพในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์					
19	ข้าพเจ้ามีความมั่นใจว่าข้าพเจ้าเป็นนักแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์					
20	ข้าพเจ้าต้องได้รับความช่วยเหลือในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์					