


ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ที่มีต่อความสามารถในการให้เหตุผล
ทางคณิตศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชัน
ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4


จิตภา ลูกเงาะ

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรการศึกษามหาบัณฑิต
สาขาวิชาการสอนคณิตศาสตร์
คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา
กรกฎาคม 2560
ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยบูรพา


คณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์และคณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ได้พิจารณา
วิทยานิพนธ์ของ จิดาภา ลูกเงาะ ฉบับนี้แล้ว เห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนคณิตศาสตร์ ของมหาวิทยาลัยบูรพาได้

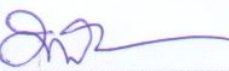
คณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์



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


..... อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม
(ดร.อาพันธ์ชนิด เจนจิต)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์


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


..... กรรมการ
(ดร.พรรณทิพา ตันตินัย)


..... กรรมการ
(ดร.อาพันธ์ชนิด เจนจิต)


..... กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ นาวาตรี ดร.พงศ์เทพ จิระโร)

คณะศึกษาศาสตร์อนุมัติให้รับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนคณิตศาสตร์ ของมหาวิทยาลัยบูรพา


..... คณบดีคณะศึกษาศาสตร์
(รองศาสตราจารย์ ดร.วิชิต สุรัตน์เรืองชัย)

วันที่ 11 เดือน กรกฎาคม พ.ศ. 2560

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จได้ด้วยความช่วยเหลืออย่างยิ่ง จาก ดร.พรรณทิพา ตันตินัย อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก และ ดร.อาพันธ์ชนิต เจนจิต อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม ที่ให้ความเมตตา กรุณา เสียสละเวลาให้แนวคิดที่ถูกต้องในการปรับปรุง แก้ไข ข้อบกพร่องต่าง ๆ ด้วยความเอาใจใส่ อย่างยิ่งตลอดมา ทำให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้มีความถูกต้องยิ่งขึ้น ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งเป็นอย่างยิ่ง จึงขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้

ขอกราบขอบพระคุณคณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ดร.รุ่ง เจนจิต ประธาน และผู้ช่วยศาสตราจารย์ นาวาตรี ดร.พงศ์เทพ จิระโร กรรมการ ที่กรุณาให้ความรู้ คำแนะนำ ตลอดจนแก้ไขและวิจารณ์ผลงาน เพื่อให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขอกราบขอบพระคุณ ดร.คมสัน ตริไพบูลย์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อภิสิทธิ์ ภคพงศ์พันธ์ อาจารย์เกษม นุชพงษ์ อาจารย์ปรีชาดิ สุพรรณกลาง และอาจารย์อมรรัตน์ ฤทธิไทยสงค์ ที่ได้ให้ความอนุเคราะห์ในการตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ โดยได้ให้คำแนะนำ และแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ เป็นอย่างดี

ขอกราบขอบพระคุณผู้บริหารและคณะครูโรงเรียนสิงห์สมุทร ที่ให้ความอนุเคราะห์ และอำนวยความสะดวกในการเก็บรวบรวมข้อมูลในการทำวิจัยครั้งนี้ และขอขอบคุณนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/3 และนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/6 ที่ได้ให้ความร่วมมือในการหาคุณภาพ เครื่องมือ และดำเนินการทดลอง จนทำให้การวิจัยครั้งนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี

ขอกราบขอบพระคุณคุณพ่อ คุณแม่ และสมาชิกในครอบครัวทุกท่าน ขอขอบคุณ เพื่อน ๆ พี่ ๆ นิสิตปริญญาโท สาขาวิชาการสอนคณิตศาสตร์ ที่คอยให้การช่วยเหลือมาโดยตลอด จนทำให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้เสร็จสมบูรณ์

คุณความดีทั้งหลายอันเกิดจากการทำวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยขอมอบเป็นเครื่องบูชาพระคุณ ของบิดา มารดา และครูอาจารย์ทุกท่านที่ประสิทธิ์ประสาทความรู้แก่ผู้วิจัย ทั้งในอดีตและปัจจุบัน ทำให้ผู้วิจัยเป็นผู้มีการศึกษา และประสบความสำเร็จมาจนตราบเท่าทุกวันนี้

จิตาภา ลูกเงาะ

57910136: สาขาวิชา: การสอนคณิตศาสตร์; กศ.ม. (การสอนคณิตศาสตร์)

คำสำคัญ: การจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์/ ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์/ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์/ ฟังก์ชัน

จิตภา ลุกเงาะ: ผลการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ที่มีต่อความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชัน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 (THE EFFECTS OF LEARNING ACTIVITIES MANAGEMENT BASED ON CONSTRUCTIVIST THEORY ON MATHEMATICAL REASONING ABILITY AND LEARNING ACHIEVEMENT OF FUNCTION FOR MATHAYOMSUKSA 4 STUDENTS) คณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์: พรรณทิพา ตันตินัย, ค.ด., อาพันธ์ชนิต เจนจิต, กศ.ด. 160 หน้า. ปี พ.ศ. 2560.

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชัน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังได้รับการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ กับเกณฑ์ร้อยละ 70 ซึ่งเป็นแผนการวิจัยแบบศึกษากลุ่มเดียววัดหลังการทดลองครั้งเดียว โดยกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/ 6 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2559 โรงเรียนสิงห์สมุทร จำนวน 49 คน ซึ่งได้มาจากการสุ่มตัวอย่างแบบกลุ่ม เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ แผนการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ จำนวน 7 แผน แบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ที่มีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ .87 และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชัน ที่มีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ .82 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ค่าเฉลี่ยเลขคณิต (\bar{X}) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (s) และการทดสอบที แบบกลุ่มตัวอย่างเดียว (t -test for one sample) ซึ่งผลการวิจัยสรุปได้ดังนี้

1. ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชัน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05
2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชัน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05

57910136: MAJOR: MATHEMATICS TEACHING; M.Ed. (MATHEMATICS TEACHING)

KEYWORDS: LEARNING ACTIVITIES MANAGEMENT BASED ON CONSTRUCTIVIST THEORY/ MATHEMATICAL REASONING ABILITY/ MATHEMATICAL LEARNING ACHIEVEMENT/ FUNCTION

CHIDAPHA LUKNGO: THE EFFECTS OF LEARNING ACTIVITIES MANAGEMENT BASED ON CONSTRUCTIVIST THEORY ON MATHEMATICAL REASONING ABILITY AND LEARNING ACHIEVEMENT OF FUNCTION FOR MATHAYOMSUKSA 4 STUDENTS. ADVISORY COMMITTEE: PANTIPA TANTINAI, Ph.D., APUNCHANIT JENJIT, Ed.D. 160 P. 2017.

The purposes of this research were to compare the students' mathematical reasoning ability and mathematical learning achievement on "function" of Mathayomsuksa 4 students after learning from activities management based on constructivist theory with 70 percent criterion. The design of research was one-group posttest-only design. The subjects of this study were 49 Mathayomsuksa 4 students in the second semester of the 2016 academic year at Singsamut School in Chonburi. They were randomly selected by using cluster random sampling. The instruments used in the study were; 7 lesson plans, mathematical reasoning ability test (with reliability of .87) and mathematical learning achievement test (with reliability of .82). The data were analyzed by Mean, Standard Deviation and *t*-test for one sample. The findings were as follows:

1. The mathematical reasoning ability on "function" of Mathayomsuksa 4 students after learning from activities management based on constructivist theory was statistically higher than the 70 percent criterion at the .05 level of significance.

2. The mathematical learning achievement on "function" of Mathayomsuksa 4 students after learning from activities management based on constructivist theory was statistically higher than the 70 percent criterion at the .05 level of significance.

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	จ
สารบัญ.....	ฉ
สารบัญตาราง.....	ช
สารบัญภาพ.....	ญ
บทที่	
1 บทนำ.....	1
ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....	6
สมมติฐานของการวิจัย.....	6
ขอบเขตของการวิจัย.....	6
ประโยชน์ที่ได้รับ.....	8
นิยามศัพท์เฉพาะ.....	8
กรอบแนวคิดในการวิจัย.....	9
2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	10
หลักสูตรสถานศึกษา โรงเรียนสิงห์สมุทร: กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์.....	10
การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์.....	16
ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์.....	33
ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์.....	42
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	47
3 วิธีดำเนินการวิจัย.....	50
ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง.....	50
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	50
การสร้างและการหาคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	51
การเก็บรวบรวมข้อมูล.....	66
การวิเคราะห์ข้อมูลและสถิติที่ใช้.....	67

สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	72
สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล.....	72
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	72
5 สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ.....	81
สรุปผลการวิจัย.....	81
อภิปรายผล.....	82
ข้อเสนอแนะ.....	85
บรรณานุกรม.....	86
ภาคผนวก.....	92
ภาคผนวก ก.....	93
ภาคผนวก ข.....	98
ภาคผนวก ค.....	138
ภาคผนวก ง.....	149
ภาคผนวก จ.....	152
ประวัติย่อของผู้วิจัย.....	160

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	จำนวนคาบเรียน จำแนกตามหัวข้อเรื่อง.....	7
2	มาตรฐานและผลการเรียนรู้ที่ใช้ในงานวิจัย.....	13
3	ผลการเรียนรู้และสาระการเรียนรู้รายวิชา ค30202.....	15
4	ผลการเรียนรู้และสาระการเรียนรู้ที่ใช้ในงานวิจัย.....	16
5	การสังเคราะห์ขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์.....	26
6	เกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของกรมวิชาการ...	40
7	เกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ของสสวท.....	41
8	เกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของเวชฤทธิ์ อังกนะภัทรขจร.....	41
9	เกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ที่ผู้วิจัยเลือกใช้.....	42
10	วิเคราะห์แผนการจัดการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชัน จำนวน 7 แผน.....	51
11	การวิเคราะห์แบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์.....	57
12	เกณฑ์การให้คะแนนของแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์.....	60
13	การวิเคราะห์ข้อสอบตามพฤติกรรมที่ต้องการวัด.....	63
14	ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าสถิติทดสอบที ของความสามารถ ในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชัน.....	73
15	ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าสถิติทดสอบที ของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชัน.....	80
16	ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ วิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชัน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4.....	139
17	ค่าดัชนีความสอดคล้องของแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผล ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชัน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4.....	139
18	ค่าดัชนีความสอดคล้องของแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชัน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4.....	140
19	ค่าความยากง่าย ค่าอำนาจจำแนก และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ วัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชัน.....	142

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้า
20	ค่าความยากง่าย ค่าอำนาจจำแนก และค่าความเชื่อมั่น ของแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชัน..... 143
21	คะแนนแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชันของนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง..... 145
22	คะแนนแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชัน ของนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง..... 147

สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
1 กรอบแนวคิดในการวิจัย.....	9
2 ลักษณะคำตอบของนักเรียนที่ได้คะแนน 3 คะแนน ด้านการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชัน.....	74
3 ลักษณะคำตอบของนักเรียนที่ได้คะแนน 2 คะแนน ด้านการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชัน.....	75
4 ลักษณะคำตอบของนักเรียนที่ได้คะแนน 1 คะแนน กรณีที่ 1 ด้านการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชัน.....	76
5 ลักษณะคำตอบของนักเรียนที่ได้คะแนน 1 คะแนน กรณีที่ 2 ด้านการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชัน.....	77
6 ลักษณะคำตอบของนักเรียนที่ได้คะแนน 0 คะแนน ด้านการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชัน.....	78

บทที่ 1

บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

คณิตศาสตร์มีบทบาทสำคัญยิ่งต่อการพัฒนาความคิดของมนุษย์ ทำให้มนุษย์มีความคิดสร้างสรรค์ คิดอย่างมีเหตุผล เป็นระบบ มีแบบแผน สามารถวิเคราะห์ปัญหาหรือสถานการณ์ปัญหาได้อย่างถี่ถ้วนรอบคอบ ช่วยให้คาดการณ์ วางแผน ตัดสินใจ แก้ปัญหา และนำไปใช้ในชีวิตประจำวันได้อย่างถูกต้องเหมาะสม นอกจากนี้ คณิตศาสตร์ยังเป็นเครื่องมือในการศึกษา ทางด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและศาสตร์อื่น ๆ คณิตศาสตร์จึงมีประโยชน์ต่อการดำเนินชีวิต ช่วยพัฒนาคุณภาพชีวิตให้ดีขึ้น และสามารถอยู่ร่วมกับผู้อื่น ได้อย่างมีความสุข (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551, หน้า 56)

จากความสำคัญของวิชาคณิตศาสตร์ในข้างต้นทำให้ประเทศไทยได้มีการปรับปรุงเปลี่ยนแปลงหลักสูตรวิชาคณิตศาสตร์ เพื่อรองรับการเปลี่ยนแปลงของโลกปัจจุบัน โดยประเทศไทยได้ใช้หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 มีการกำหนดสาระและมาตรฐานการเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่จำเป็นสำหรับผู้เรียนทุกคน ซึ่งสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ประกอบด้วย 6 สาระการเรียนรู้ โดยสาระที่หนึ่งถึงสาระที่ห้าเป็นสาระการเรียนรู้ที่เกี่ยวกับเนื้อหา ประกอบด้วย 1) จำนวนและการดำเนินการ 2) การวัด 3) เรขาคณิต 4) พีชคณิต และ 5) การวิเคราะห์ข้อมูล และความน่าจะเป็น ส่วนสาระที่หกเป็นสาระการเรียนรู้ที่เกี่ยวกับ ทักษะ/ กระบวนการทางคณิตศาสตร์ แบ่งออกเป็น 5 ทักษะ ได้แก่ 1) การแก้ปัญหา 2) การให้เหตุผล 3) การสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ และการนำเสนอ 4) การเชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์ และเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ และ 5) มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ (สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา, 2551, หน้า 3) ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ (Mathematical skills and processes) เป็นสิ่งที่มีความสำคัญไม่น้อยไปกว่าความรู้หรือเนื้อหาคณิตศาสตร์ที่ถูกเน้นมาโดยตลอดตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบัน ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์เป็นความสามารถของบุคคลในการที่จะนำความรู้ทางคณิตศาสตร์ไปใช้ให้เกิดประโยชน์ จึงเป็นเครื่องมือ (Tool) ของผู้เรียนในการทำให้ความรู้ทางคณิตศาสตร์มีความหมายและคุณค่ามากกว่าเป็นเพียงวิชาที่ประกอบด้วยสัญลักษณ์ และขั้นตอนการแก้ปัญหาในห้องเรียน ความรู้ และทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์จึงเป็นของคู่กัน และเป็นสิ่งจำเป็นสำหรับการแก้ปัญหาในชีวิต (อัมพร ม้าคนอง, 2547, หน้า 94)

คณิตศาสตร์ คือ การให้เหตุผล (The National Council of Teachers of Mathematics [NCTM.], 1989, p. 29) และการให้เหตุผลเป็นเครื่องมือที่สำคัญสำหรับคณิตศาสตร์ และการดำเนินชีวิตประจำวันของมนุษย์ (Baroody, 1993, p. 2-58) ดังนั้น การให้เหตุผลจึงเป็นกระบวนการที่สำคัญที่ถูกเน้นในการจัดการเรียนรู้ และความสามารถในการให้เหตุผลเป็นองค์ประกอบที่สำคัญที่ช่วยให้เข้าใจคณิตศาสตร์ (Russell, 1999, p. 1) อีกทั้งการจัดการเรียนรู้ผ่านกระบวนการให้เหตุผลจะทำให้นักเรียนเกิดความมั่นใจ เชื่อว่าคณิตศาสตร์เป็นวิชาที่มีเหตุผลที่นักเรียนสามารถทำความเข้าใจได้ สามารถที่จะค้นพบสิ่งใหม่ ๆ ได้ข้อสรุปหรือสามารถตัดสินใจความถูกต้องของสิ่งต่าง ๆ ด้วยตนเองมากกว่าที่จะเชื่อตามที่ผู้สอนบอกหรือตามที่หนังสือเขียนไว้ อีกทั้งการให้ผู้เรียน ได้อธิบายหรือชี้แจงเหตุผลจะช่วยให้ผู้เรียน ได้ทบทวนการทำงานเพื่อสะท้อนความคิดของตนเองอีกด้วย (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี [สสวท.], 2547, หน้า 3) ซึ่งการแสดงเหตุผลที่ดีนั้นมีคุณค่ามากกว่าคำตอบที่ถูกต้อง (NCTM., 1989, p. 6) นักการศึกษา คณิตศาสตร์หลายท่านได้ให้แนวคิดไว้ว่า การที่ผู้เรียน ได้คำตอบที่ถูกต้องแต่ใช้เหตุผลผิด เป็นอันตรายอย่างยิ่งต่อการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เนื่องจากเมื่อผู้เรียน ได้คำตอบที่ถูกต้องแล้ว ผู้สอนอาจไม่ได้ให้โอกาสผู้เรียนแสดงเหตุผล ซึ่งทำให้ทั้งผู้สอนและผู้เรียน ไม่ทราบอยู่ที่ผิดนั้นผิด เพราะเหตุใด ดังนั้น สิ่งที่ดีกว่าการได้คำตอบถูกต้องแต่เหตุผลผิด คือ การได้คำตอบที่ผิดแต่สามารถค้นพบอย่างเป็นเหตุเป็นผลว่าอะไรผิดและผิดเพราะเหตุใด (อัมพร ม้าคนอง, 2546, หน้า 4-5) นอกจากนี้ การคิดอย่างมีเหตุผลเป็นเครื่องมือสำคัญที่นักเรียนสามารถนำติดตัวไปใช้ในการพัฒนาตนเองในการเรียนรู้สิ่งใหม่ ๆ ในการทำงานและการดำรงชีวิต (สสวท., 2555 ค, หน้า 39) เพราะการเรียนรู้ในสิ่งต่าง ๆ การแก้ปัญหาในชีวิตจริงหรือในงานอาชีพของบุคคลจะไม่มีใครคอยบอกว่าถูกหรือผิด จะต้องใช้การพิจารณาและตัดสินใจ ด้วยตนเองด้วยเหตุและผล (Lappan & Schram, 1989, p. 18) ดังนั้น ผู้สอนควรส่งเสริมการพัฒนาทักษะการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ให้กับผู้เรียนอย่างต่อเนื่อง เพื่อให้ผู้เรียนจะได้มีทักษะการให้เหตุผลและสามารถนำไปใช้ใน ชีวิตประจำวันได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ถึงแม้ว่าวิชาคณิตศาสตร์จะเป็นวิชาที่มีความสำคัญ และเป็นประโยชน์ต่อการดำรงชีวิต (กระทรวงศึกษาธิการ, 2552) แต่ความสามารถทางวิชาการ โดยเฉพาะวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนไทยยังไม่ได้มาตรฐาน ซึ่งพิจารณาได้จากผลการทดสอบทางการศึกษาระดับชาติขั้นพื้นฐาน (O-NET) ซึ่งเป็นการทดสอบที่วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ตั้งแต่ปีการศึกษา 2554-2558 พบว่า ทั้ง 5 ปี คะแนนเฉลี่ยในวิชาคณิตศาสตร์ เท่ากับ 22.73, 22.73, 20.48, 21.74 และ 26.59 คะแนน ตามลำดับ จากคะแนนเต็ม 100 คะแนน ซึ่งยังไม่เป็นที่น่าพอใจ (ฝ่ายวิชาการ โรงเรียนสิงห์สมุทร, 2558 ก) นอกจากนี้ สสวท. (2555 ค, หน้า 1) ระบุว่า มีนักเรียน

จำนวนไม่น้อยยังคงมีความสามารถเกี่ยวกับการแสดงหรืออ้างอิงเหตุผล ทำให้นักเรียนไม่สามารถนำความรู้คณิตศาสตร์ไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันและการศึกษาต่ออย่างมีประสิทธิภาพ เห็นได้จากผลการทดสอบความถนัดทางคณิตศาสตร์ PAT 1 ครั้งที่ 1/2558 ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ซึ่งเป็นข้อสอบที่เน้นการคิดวิเคราะห์และการให้เหตุผล พบว่า นักเรียนยังมีคะแนนอยู่ในระดับต่ำ โดยมีคะแนนเฉลี่ยอยู่ที่ 51.56 คะแนน จากคะแนนเต็ม 300 คะแนน (สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ องค์การมหาชน [สทศ.], 2558) และจากการพิจารณาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์เพิ่มเติมของนักเรียน ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนสิงห์สมุทร จังหวัดชลบุรี ในปีการศึกษา 2558 พบว่า เนื้อหาส่วนที่ได้คะแนนน้อยที่สุด คือ เรื่อง ฟังก์ชัน มีคะแนนเฉลี่ยอยู่ที่ 15.84 จากคะแนนเต็ม 30 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 52.8 ซึ่งมีคะแนนต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐานของโรงเรียน ซึ่งทางโรงเรียนกำหนดเกณฑ์มาตรฐานไว้ร้อยละ 70 (ฝ่ายวิชาการ โรงเรียนสิงห์สมุทร, 2558 ข) สอดคล้องกับการสัมภาษณ์ครูผู้สอนรายวิชาคณิตศาสตร์เพิ่มเติม ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนสิงห์สมุทร จังหวัดชลบุรี พบว่า นักเรียนเน้นเพียงการหาคำตอบ แต่ไม่สามารถที่จะอธิบายเหตุผลประกอบคำตอบนั้นได้ ไม่มีส่วนร่วมในการแสดงความคิดเห็น ไม่สามารถนำความรู้เดิมมาประยุกต์ใช้ได้ เนื่องจากลืมเนื้อหาที่ได้เรียนมาก่อนหน้านี้ เพราะนักเรียนอาศัยเพียงการท่องจำไม่ได้เกิดจากการทำความเข้าใจ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในเรื่องของฟังก์ชัน เพราะเนื้อหาสาระส่วนใหญ่เป็นนิยามและทฤษฎีบท ทำให้นักเรียนเข้าใจได้ยากและเกิดความสับสนได้ง่าย (เกษม นุชพงษ์; พัชรินทร์ สุขขำ; ปิยธิดา วงษ์वार; ณัฏชาพร แก้วแหวน, สัมภาษณ์, 17-19 พฤศจิกายน 2558)

เมื่อพิจารณาถึงสาเหตุของปัญหาที่ส่งผลต่อความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ทั้งนี้เป็นเพราะการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ทั่วไป ผู้สอนมุ่งเน้นที่การสอนเนื้อหาและทักษะการคิดคำนวณ โดยการบอกวิธีทำให้ตัวอย่างและมุ่งให้นักเรียนทำได้ตามตัวอย่าง ไม่ให้โอกาสนักเรียนในการเรียนรู้ด้วยตนเองด้วยการฝึกให้คิดวิเคราะห์เพื่อหาแนวทางในการแก้ปัญหา นับเป็นวิธีจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่ไม่ส่งเสริมกระบวนการคิด เป็นการทำลายศักยภาพในการคิดของนักเรียน นักเรียนจะเคยชินกับการทำตามที่ครูบอก ขาดความอยากรู้อยากลอง เมื่อพบสถานการณ์ที่แตกต่างก็ไม่สามารถที่จะคิดแก้ปัญหาได้ด้วยตนเอง (สสวท., 2555 ข, หน้า 129) ซึ่งสอดคล้องกับกิตติ พัฒนตระกูลสุข (2546, หน้า 54-56) ที่กล่าวว่า ครูยังคงใช้วิธีการสอนแบบอธิบาย ประกอบการ ยกตัวอย่างให้นักเรียนฟัง เน้นความจำเรื่องสูตร บทนิยาม และวิธีการหาคำตอบที่ถูกต้อง โดยครูเขียนสิ่งที่ต้องการอธิบายทั้งหมดให้นักเรียนดูบนกระดานดำ สิ่งนี้นักเรียนได้รับจึงเป็นเพียงความรู้ความจำเท่านั้น แต่ไม่ได้ฝึกกระบวนการคิด มุ่งเน้นไปที่ความรวดเร็วในการได้มาซึ่งคำตอบ มากกว่าพิจารณาที่กระบวนการคิดของนักเรียน

แนวทางที่จะพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน คือควรพัฒนากระบวนการจัดการเรียนการสอน โดยครูเริ่มจากการส่งเสริมให้นักเรียนคิดอย่างมีเหตุผล จากบรรยากาศที่สนับสนุนส่งเสริมให้นักเรียนได้อธิบายและแสดงเหตุผลของแนวคิดอย่างอิสระ แลกเปลี่ยนแนวคิดหรือคำตอบของปัญหาและชี้แจงเหตุผลร่วมกัน และควรจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เป็นการผสมผสานการฝึกการคิดและการให้เหตุผลควบคู่กับการสอนเนื้อหาตามปกติ (เวชฤทธิ์ อังกะภักทรขจร, 2555, หน้า 131) อีกทั้งในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ผู้สอนจะต้องคำนึงเสมอว่าจะสอนอย่างไร จึงจะให้นักเรียนสามารถสรุปได้ด้วยตนเอง ครูจะต้องลดบทบาทจากการเป็นผู้แสดงตัวอย่างให้นักเรียนดูแล้วให้นักเรียนทำตามไปเป็นผู้คอยซักถามปัญหา กระตุ้นให้นักเรียนคิดและต้องคอยเป็นผู้อำนวยความสะดวก ให้คำแนะนำให้นักเรียนได้คิดเองลงมือแก้ปัญหาด้วยตนเอง เพราะข้อสรุปทั้งหลายซึ่งเป็นพื้นฐานความรู้เดิมที่สำคัญ เช่น ความคิดรวบยอด กฎ สูตร สัจพจน์ ทฤษฎีบท จะนำไปสู่การสร้างความรู้ใหม่ และการที่นักเรียนจะเรียนคณิตศาสตร์ได้ดี ต้องเรียนด้วยความเข้าใจ ให้คิดหรือค้นพบด้วยตนเอง (ปรีชา เนาว่าเย็นผล, 2537, หน้า 92; ยุพิน พิพิธกุล, 2543, หน้า 25; สมศักดิ์ สิ้นธุระเวชญ์, 2544, หน้า 1)

จากการศึกษาแนวคิดทฤษฎี และการสอนแบบต่าง ๆ ผู้วิจัยสรุปได้ว่า มีหลายแนวคิดหลายทฤษฎีที่สามารถส่งเสริมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ด้านการให้เหตุผลและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เน้นให้ผู้เรียนเป็นผู้ลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง ซึ่งทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ถือว่ามีอิทธิพลต่อการจัดการเรียนการสอนอย่างแพร่หลายในปัจจุบัน เนื่องจากเป็นทฤษฎีที่ให้ความสำคัญที่ตัวผู้เรียน เน้นผู้เรียนเป็นผู้สร้างความรู้ โดยการลงมือปฏิบัติ ค้นหาความรู้ แลกเปลี่ยนความรู้ ความเข้าใจ และใช้ความรู้เดิมที่มีอยู่เชื่อมโยงกับความรู้ใหม่ที่ได้รับ ผ่านการมีปฏิสัมพันธ์กับบุคคลอื่น และสิ่งแวดล้อมอย่างกระตือรือร้น (อัมพร ม้าคนอง, 2546, หน้า 6; อมลวรรณ วีระธรรมโม, 2548, หน้า 11; เวชฤทธิ์ อังกะภักทรขจร, 2555, หน้า 66) โดยการที่นักเรียนจะเรียนรู้ได้ดีตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์นั้น ผู้สอนจะต้องฝึกให้นักเรียนได้คิดและลงมือปฏิบัติเองให้ได้มากที่สุด พร้อมทั้งเลือกวิธีการสอนที่ส่งเสริมการเรียนรู้ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ อาทิ การสอนโดยใช้คำถาม การสอนแบบอภิปราย การสอนแบบอุปนัย และการสอนแบบค้นพบ (ยุพิน พิพิธกุล, 2545, หน้า 13) โดยผ่านขั้นตอนการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ 4 ขั้นตอน คือ 1) ขั้นนำ เป็นขั้นที่ครูนำเสนอกิจกรรมหรือสถานการณ์ปัญหา โดยครูใช้คำถามนำเพื่อกระตุ้นและสร้างความสนใจให้แก่ นักเรียนหรือทบทวนความรู้เดิม เพื่อเชื่อมโยงเข้าสู่บทเรียนใหม่ 2) ขั้นจัดโครงสร้างความรู้ เป็นขั้นที่นักเรียนค้นหาคำตอบ พร้อมทั้งลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง โดยผู้สอนใช้คำถามกระตุ้นให้นักเรียนใช้ความคิดนำไปสู่การค้นคว้า จนนักเรียนสามารถสรุปหรือสร้างแนวคิดใหม่ด้วยตนเองได้ และมีการอภิปรายแสดงเหตุผลร่วมกันเพื่อแลกเปลี่ยนเรียนรู้

และตรวจสอบแนวคิดหรือข้อสรุปที่สร้างขึ้น 3) ชี้นำความรู้ไปใช้ เป็นขั้นที่นักเรียนนำความรู้ความเข้าใจใหม่ที่ตนเองสร้างขึ้นมาใช้ผ่านสถานการณ์หรือคำถามใหม่ ครูเปิดโอกาสให้นักเรียนซักถามหากเกิดข้อสงสัย และคอยใช้คำถามช่วยกระตุ้นให้นักเรียนได้คิดและแสดงเหตุผลประกอบแนวคิดของตน 4) ชั้นประเมินผล เป็นขั้นที่นักเรียนได้ตรวจสอบความรู้ ความเข้าใจในเนื้อหาที่เรียน จากการที่ครูใช้คำถามเพื่อให้นักเรียนได้แสดงเหตุผลประกอบแนวคิดหรือข้อสรุปที่ตนเองสร้างขึ้น (Ellis & Maxwell, 1995, p. 36; Driver, 1989, pp. 443-444; สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ, 2540, หน้า 55; สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา, 2550, หน้า 3-7; เวชฤทธิ์ อังคนะภัทรขจร, 2555, หน้า 68) กิจกรรมการเรียนรู้ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์สามารถช่วยส่งเสริมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ด้านการให้เหตุผลและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เห็นได้จากงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนการสอนตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ของสาวิตรี ปารีพันธ์ (2553) ที่พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 หลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร สูงกว่าก่อนได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ และสอดคล้องกับงานวิจัยของวิวัฒน์พงษ์ พัทโท (2554) ที่พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ประกอบหลัก “สุ จี ปุ ลิ” เรื่อง เศษส่วน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และสอดคล้องกับงานวิจัยของนิศยา ฉิมวงศ์ (2551) ที่พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ความน่าจะเป็นของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนแบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และสอดคล้องกับงานวิจัยของรุ่งนภา แก้ววงษา (2553) ที่พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง พหุนาม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการสอน โดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนแบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 นอกจากนี้ ในงานวิจัยของชนะศักดิ์ แสงศรีเรือง (2553) ที่ได้ทำการศึกษการพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นทักษะการให้เหตุผลตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ เรื่อง ความน่าจะเป็นสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ผลการวิจัย พบว่า นักเรียนมีทักษะในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับดี ร้อยละ 86.96 และมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์เฉลี่ยร้อยละ 74.13 โดยนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ตั้งแต่ร้อยละ 70 ขึ้นไป คิดเป็นร้อยละ 78.26 และยังสอดคล้องกับงานวิจัยของอัญชลี มาลา (2553) ที่พบว่า นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่เรียนโดยการจัดการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ เรื่อง การบวก ลบ คูณ หารเศษส่วน มีความสามารถในการคิดวิเคราะห์ และความสามารถในการให้เหตุผล

ทางคณิตศาสตร์ สูงกว่านักเรียนที่เรียน โดยการจัดการเรียนรู้แบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < .0001$)

ด้วยเหตุผลที่กล่าวมาข้างต้นทำให้ผู้วิจัยสนใจที่จะจัดการเรียนรู้ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ เรื่อง ฟังก์ชัน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เพื่อพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชัน ของนักเรียนหลังจากได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์กับเกณฑ์ร้อยละ 70
2. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชัน ของนักเรียน หลังจากได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์กับเกณฑ์ร้อยละ 70

สมมติฐานของการวิจัย

1. นักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ มีความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชัน สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70
2. นักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชัน สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70

ขอบเขตของการวิจัย

ประชากรและกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย

ประชากร ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนสิงห์สมุทร อำเภอสัตหีบ จังหวัดชลบุรี ภาคเรียนที่ 2 การศึกษา 2559 จำนวน 6 ห้องเรียน รวมจำนวนนักเรียน 709 คน โดยแต่ละห้องเรียนจัดนักเรียนแบบละความสามารถทางการเรียน พิจารณาได้จากคะแนนสอบของนักเรียนในการจัดนักเรียนเข้าชั้นเรียน

กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/6 จำนวน 49 คน โรงเรียนสิงห์สมุทร อำเภอสัตหีบ จังหวัดชลบุรี ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2559 ได้มาจากการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster random sampling) โดยการจับสลากห้องเรียนมา 1 ห้องเรียน จาก 6 ห้องเรียน

ตัวแปรที่ใช้ในการวิจัย

ตัวแปรอิสระ

1. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์

ตัวแปรตาม

1. ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชัน
2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชัน

เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย

เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์เพิ่มเติม เรื่อง ฟังก์ชัน ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ตามหลักสูตรสถานศึกษา กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โรงเรียนสิงห์สมุทร เรื่อง ฟังก์ชัน ซึ่งมีเนื้อหา ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 จำนวนคาบเรียน จำแนกตามหัวข้อเรื่อง

เรื่อง	จำนวน (คาบ)
ความหมายของฟังก์ชัน	2
ฟังก์ชันหนึ่งต่อหนึ่ง	1
ฟังก์ชันทั่วถึง	1
ฟังก์ชันเพิ่มและฟังก์ชันลด	2
ฟังก์ชันผกผัน	2
การดำเนินการของฟังก์ชัน	2
ฟังก์ชันประกอบ	2
รวม	12

ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย

ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ดำเนินการทดลองในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2559 ใช้เวลาในการทดลอง จำนวน 14 คาบ คาบละ 60 นาที โดยทำการดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้ 12 คาบ และเป็นการทดสอบ 2 คาบ คือ ทดสอบหลังเรียนวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชัน จำนวน 1 คาบ และทดสอบหลังเรียนวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชัน จำนวน 1 คาบ

ประโยชน์ที่ได้รับ

1. เป็นแนวทางสำหรับครูในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ ที่ส่งเสริมความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชัน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4
2. นักเรียนได้รับการพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชัน

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ หมายถึง การจัดการเรียนรู้ ที่ให้ความสำคัญที่ตัวผู้เรียน ผู้สอนเป็นผู้สนับสนุนให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ด้วยตนเอง ส่งเสริมให้ผู้เรียนได้ใช้ความคิด แสดงเหตุผล เห็นคุณค่าของกระบวนการคิดมากกว่าคำตอบของผู้เรียน จัดบรรยากาศในการเรียนรู้ให้ผู้เรียนมีส่วนร่วม ได้ลงมือปฏิบัติ ค้นหาความรู้ แลกเปลี่ยนความรู้ ความเข้าใจ ผ่านการมีปฏิสัมพันธ์กับบุคคลและสิ่งแวดล้อม โดยขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ ประกอบด้วย 4 ขั้นตอน ดังนี้

1.1 ขั้นนำ เป็นขั้นที่ครูนำเสนอกิจกรรมหรือสถานการณ์ปัญหา โดยครูใช้คำถามนำ เพื่อกระตุ้นและสร้างความสนใจให้แก่ นักเรียนหรือทบทวนความรู้เดิมเพื่อเชื่อมโยงเข้าสู่ บทเรียนใหม่

1.2 ขั้นจัดโครงสร้างความรู้ เป็นขั้นที่นักเรียนค้นหาคำตอบ พร้อมทั้งลงมือปฏิบัติ ด้วยตนเอง โดยผู้สอนใช้คำถามกระตุ้นให้นักเรียนใช้ความคิดนำไปสู่การค้นหาว่านักเรียน สามารถสรุปหรือสร้างแนวคิดใหม่ด้วยตนเองได้ และมีการอภิปรายแสดงเหตุผลร่วมกัน เพื่อแลกเปลี่ยนเรียนรู้และตรวจสอบแนวคิดหรือข้อสรุปที่สร้างขึ้น

1.3 ขั้นนำความรู้ไปใช้ เป็นขั้นที่นักเรียนนำความรู้ ความเข้าใจใหม่ที่ตนเอง สร้างขึ้นมาใช้ผ่านสถานการณ์หรือคำถามใหม่ ครูเปิดโอกาสให้นักเรียนซักถามหากเกิดข้อสงสัย และคอยใช้คำถามช่วยกระตุ้นให้นักเรียนได้คิดและแสดงเหตุผลประกอบแนวคิดของตน

1.4 ขั้นประเมินผล เป็นขั้นที่นักเรียนได้ตรวจสอบความรู้ ความเข้าใจในเนื้อหา ที่เรียน จากการที่ครูใช้คำถามเพื่อให้นักเรียนได้แสดงเหตุผลประกอบแนวคิดหรือข้อสรุปที่ตนเอง สร้างขึ้น

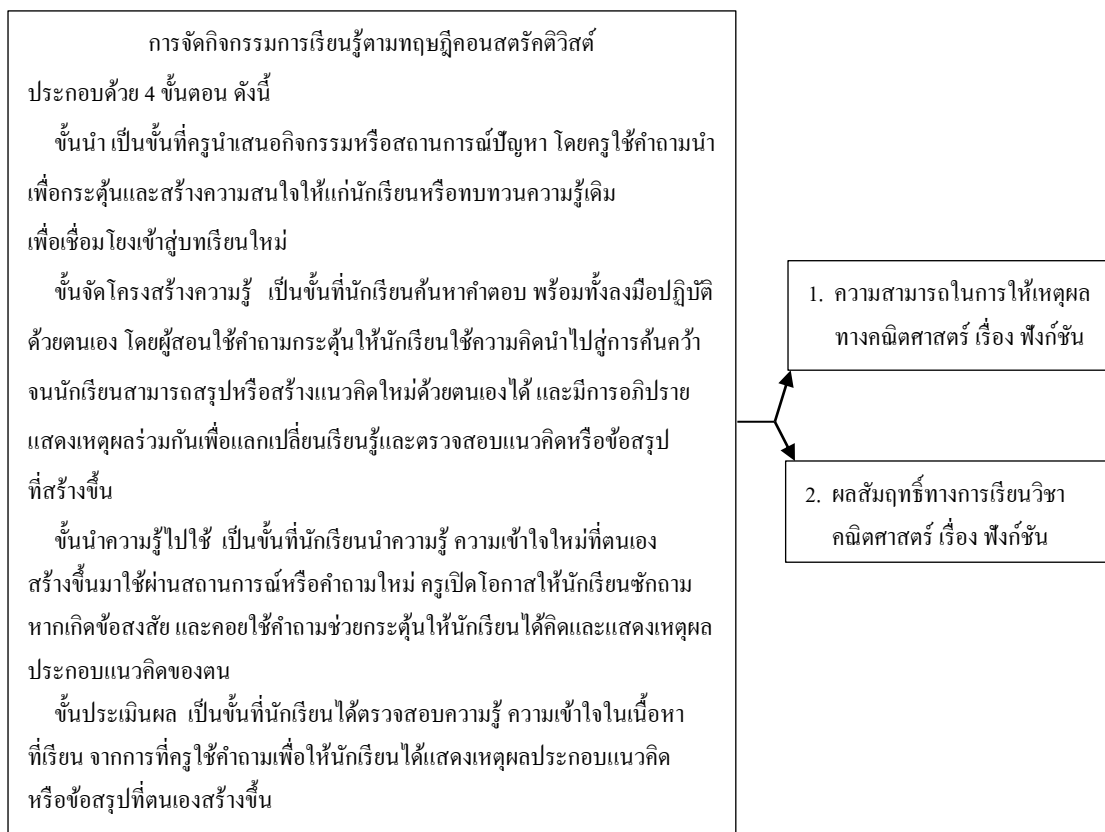
2. ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถของนักเรียน ในการแสดงแนวคิด โดยอาศัยหลักการทางคณิตศาสตร์ ประกอบการให้คำตอบอย่างสมเหตุสมผล วัตถุประสงค์โดยใช้แบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ซึ่งเป็นแบบทดสอบอัตนัย จำนวน 7 ข้อ

3. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ หมายถึง ความรู้ ความสามารถในการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ เรื่องฟังก์ชัน วัตได้จากคะแนนที่ทำแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ซึ่งเป็นแบบทดสอบชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 20 ข้อ โดยจำแนกพฤติกรรมด้านพุทธิพิสัยออกเป็น 4 ระดับ ได้แก่ ความรู้ความจำ ความเข้าใจ การนำไปใช้ และการวิเคราะห์

4. เกณฑ์ร้อยละ 70 หมายถึง คะแนนขั้นต่ำที่จะยอมรับว่านักเรียนมีความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ วิเคราะห์ได้จากคะแนนสอบหลังเรียน แล้วนำคะแนนคิดเป็นร้อยละเทียบกับเกณฑ์ โดยผู้วิจัยใช้เกณฑ์ที่ร้อยละ 70 ขึ้นไป ของคะแนนรวม ซึ่งเป็นเกณฑ์ที่อยู่ในระดับดี ตามที่กระทรวงศึกษาธิการ (2552, หน้า 23) ได้กำหนดไว้

5. นักเรียน หมายถึง ผู้ที่กำลังศึกษาชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนสิงห์สมุทร อำเภอสัตหีบ จังหวัดชลบุรี ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2559

กรอบแนวคิดในการวิจัย



ภาพที่ 1 กรอบแนวคิดในการวิจัย

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ ที่มีต่อความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชัน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ผู้วิจัยได้ศึกษาค้นคว้าเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ดังนี้

1. หลักสูตรสถานศึกษาโรงเรียนสิงห์สมุทร: กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์
2. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์
3. ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์
4. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์
5. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

หลักสูตรสถานศึกษาโรงเรียนสิงห์สมุทร: กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์

กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โรงเรียนสิงห์สมุทร อำเภอสัตหีบ จังหวัดชลบุรี มีรายวิชาที่เปิดสอนในหลักสูตรของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ได้แก่ รายวิชาคณิตศาสตร์ พื้นฐาน และรายวิชาคณิตศาสตร์เพิ่มเติม (ฝ่ายวิชาการ โรงเรียนสิงห์สมุทร, 2557) ซึ่งผู้วิจัยใช้เนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์เพิ่มเติมในการวิจัย โดยมีรายละเอียด ดังนี้

ความสำคัญของหลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์

คณิตศาสตร์มีบทบาทสำคัญยิ่งต่อการพัฒนาความคิดมนุษย์ ทำให้มนุษย์มีความคิดสร้างสรรค์ คิดอย่างมีเหตุผล เป็นระบบ มีแบบแผน สามารถวิเคราะห์ปัญหาหรือสถานการณ์ ได้อย่างถี่ถ้วน รอบคอบ ช่วยให้คาดการณ์ วางแผน ตัดสินใจ แก้ปัญหา และนำไปใช้ในชีวิตประจำวัน ได้อย่างถูกต้อง เหมาะสม นอกจากนี้ คณิตศาสตร์ยังเป็นเครื่องมือในการศึกษาด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและศาสตร์อื่น ๆ คณิตศาสตร์จึงมีประโยชน์ต่อการดำเนินชีวิต ช่วยพัฒนาคุณภาพชีวิต ให้ดีขึ้น และสามารถอยู่ร่วมกับผู้อื่น ได้อย่างมีความสุข

คุณภาพนักเรียน

เมื่อนักเรียนจบชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 นักเรียนจะต้องมีคุณลักษณะดังต่อไปนี้

1. มีความคิดรวบยอดเกี่ยวกับระบบจำนวนจริง ค่าสัมบูรณ์ของจำนวนจริง จำนวนจริงที่อยู่ในรูปกรณฑ์ และจำนวนจริงที่อยู่ในรูปเลขยกกำลังที่มีเลขชี้กำลังเป็นจำนวนตรรกยะ หาค่าประมาณของจำนวนจริงที่อยู่ในรูปกรณฑ์ และจำนวนจริงที่อยู่ในรูปเลขยกกำลัง โดยใช้วิธีการคำนวณที่เหมาะสมและสามารถนำสมบัติของจำนวนจริงไปใช้ได้
2. นำความรู้เรื่องอัตราส่วนตรีโกณมิติไปใช้คาดคะเนระยะทาง ความสูงและแก้ปัญหาเกี่ยวกับการวัดได้
3. มีความคิดรวบยอดในเรื่องเซต การดำเนินการของเซต และใช้ความรู้เกี่ยวกับแผนภาพเวนน-ออยเลอร์แสดงเซตไปใช้แก้ปัญหา และตรวจสอบความสมเหตุสมผลของการให้เหตุผล
4. เข้าใจและสามารถใช้การให้เหตุผลแบบอุปนัยและนิรนัยได้
5. มีความคิดรวบยอดเกี่ยวกับความสัมพันธ์และฟังก์ชัน สามารถใช้ความสัมพันธ์และฟังก์ชันแก้ปัญหาในสถานการณ์ต่าง ๆ ได้
6. เข้าใจความหมายของลำดับเลขคณิต ลำดับเรขาคณิตและสามารถหาพจน์ทั่วไปได้ เข้าใจความหมายของผลบวกของ n พจน์แรกของอนุกรมเลขคณิต อนุกรมเรขาคณิต และหาผลบวก n พจน์แรกของอนุกรมเลขคณิต และอนุกรมเรขาคณิตโดยใช้สูตรและนำไปใช้ได้
7. รู้และเข้าใจการแก้สมการ และอสมการตัวแปรเดียวดีกรีไม่เกินสอง รวมทั้งใช้กราฟของสมการ อสมการหรือฟังก์ชันในการแก้ปัญหา
8. เข้าใจวิธีการสำรวจความคิดเห็นอย่างง่าย เลือกใช้ค่ากลางได้เหมาะสมกับข้อมูล และวัตถุประสงค์ สามารถหาค่าเฉลี่ยเลขคณิต มัธยฐาน ฐานนิยม ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และเปอร์เซ็นต์ไทล์ของข้อมูล วิเคราะห์ข้อมูล และนำผลจากการวิเคราะห์ข้อมูลไปช่วยในการตัดสินใจ
9. เข้าใจเกี่ยวกับการทดลองสุ่ม เหตุการณ์ และความน่าจะเป็นของเหตุการณ์ สามารถใช้ความรู้เกี่ยวกับความน่าจะเป็นในการคาดการณ์ ประกอบการตัดสินใจ และแก้ปัญหาในสถานการณ์ต่าง ๆ ได้
10. ใช้วิธีการที่หลากหลายแก้ปัญหา ใช้ความรู้ ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์และเทคโนโลยีในการแก้ปัญหาในสถานการณ์ต่าง ๆ ได้อย่างเหมาะสม ให้เหตุผลประกอบการตัดสินใจ และสรุปผลได้อย่างเหมาะสม ใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ในการสื่อสาร การสื่อความหมาย และการนำเสนอได้อย่างถูกต้องและชัดเจน เชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ ในคณิตศาสตร์ และนำความรู้ หลักการกระบวนการทางคณิตศาสตร์ไปเชื่อมโยงกับศาสตร์อื่น ๆ และมีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์

จากคุณภาพของนักเรียนดังกล่าวเมื่อนักเรียนจบชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 แล้วนักเรียน จะมีความรู้ทางคณิตศาสตร์เรื่องระบบจำนวนจริง อัตราส่วนตรีโกณมิติ เซต การอ้างเหตุผล แบบอุปนัยและนิรนัย ความสัมพันธ์และฟังก์ชัน ลำดับและอนุกรม การแก้สมการและอสมการ ตัวแปรเดียวดีกรีไม่เกินสอง สถิติและความน่าจะเป็น และทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ซึ่งในงานวิจัยครั้งนี้เน้นให้นักเรียนสามารถนำความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับความสัมพันธ์และฟังก์ชัน และทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ในการให้เหตุผลประกอบการตัดสินใจและสรุปผลได้อย่างเหมาะสมไปใช้ในการเรียน เรื่อง ฟังก์ชัน ได้

สาระและมาตรฐานการเรียนรู้

กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ มุ่งให้เยาวชนทุกคนได้เรียนรู้คณิตศาสตร์อย่างต่อเนื่อง ตามศักยภาพ โดยกำหนดสาระหลักที่จำเป็นสำหรับนักเรียนทุกคน ดังนี้

สาระที่ 1 จำนวนและการดำเนินการ

มาตรฐาน ค 1.1 เข้าใจถึงความหลากหลายของการแสดงจำนวนและการใช้จำนวน ในชีวิตจริง

มาตรฐาน ค 1.2 เข้าใจถึงผลที่เกิดขึ้นจากการดำเนินการของจำนวนและความสัมพันธ์ ระหว่าง การดำเนินการต่าง ๆ และสามารถใช้ในการดำเนินการในการแก้ปัญหา

มาตรฐาน ค 1.3 ใช้การประมาณค่าในการคำนวณและแก้ปัญหา

มาตรฐาน ค 1.4 เข้าใจระบบจำนวนและนำเสนอสมบัติเกี่ยวกับจำนวนไปใช้

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) ความสัมพันธ์ และฟังก์ชัน

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

สาระที่ 5 การวิเคราะห์ข้อมูลและความน่าจะเป็น
 มาตรฐาน ค 5.1 เข้าใจและใช้วิธีการทางสถิติในการวิเคราะห์ข้อมูล
 มาตรฐาน ค 5.2 ใช้วิธีการทางสถิติและความรู้เกี่ยวกับความน่าจะเป็นในการคาดการณ์
 ได้อย่างสมเหตุสมผล

มาตรฐาน ค 5.3 ใช้ความรู้เกี่ยวกับสถิติและความน่าจะเป็นช่วยในการตัดสินใจ
 และแก้ปัญหา

สาระที่ 6 ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์

มาตรฐาน ค 6.1 มีความสามารถในการแก้ปัญหา การให้เหตุผล การสื่อสาร การสื่อ
 ความหมายทางคณิตศาสตร์และการนำเสนอ การเชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์
 และเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ และมีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์

จากสาระและมาตรฐานการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษา
 ขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ข้างต้น ผู้วิจัยใช้สาระที่ 4 พีชคณิต มาตรฐาน ค 4.1 เข้าใจ
 และวิเคราะห์แบบรูป (pattern) ความสัมพันธ์ และฟังก์ชัน และสาระที่ 6 ทักษะและกระบวนการ
 ทางคณิตศาสตร์ มาตรฐาน ค 6.1 มีความสามารถในการแก้ปัญหา การให้เหตุผล การสื่อสาร การสื่อ
 ความหมายทางคณิตศาสตร์และการนำเสนอ การเชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์
 และเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ และมีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ เพื่อพัฒนาความสามารถ
 ในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์เรื่อง ฟังก์ชัน ในรายวิชาคณิตศาสตร์เพิ่มเติม โดยมีตัวชี้วัด
 ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 มาตรฐานและผลการเรียนรู้ที่ใช้ในงานวิจัย

มาตรฐาน	ผลการเรียนรู้
มาตรฐาน ค 4.1 เข้าใจและวิเคราะห์แบบรูป (Pattern) ความสัมพันธ์ และฟังก์ชัน	1. มีความคิดรวบยอดเกี่ยวกับความสัมพันธ์ และฟังก์ชัน เขียนกราฟของฟังก์ชัน และสร้างฟังก์ชันจากโจทย์ปัญหาได้ 2. นำความรู้เรื่องฟังก์ชันไปใช้แก้ปัญหาได้
มาตรฐาน ค 6.1 มีความสามารถในการแก้ปัญหา การให้เหตุผล การสื่อสาร การสื่อความหมาย ทางคณิตศาสตร์และการนำเสนอ การเชื่อมโยง ความรู้ต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์และเชื่อมโยง คณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ และมีความคิดริเริ่ม สร้างสรรค์	1. ให้เหตุผลประกอบการตัดสินใจ และสรุปผล ได้อย่างเหมาะสม

คำอธิบายรายวิชาคณิตศาสตร์เพิ่มเติม

รายวิชาคณิตศาสตร์เพิ่มเติม ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ของกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โรงเรียนสิงห์สมุทร อำเภอสตึก จังหวัดชลบุรี มี 2 รายวิชา ได้แก่ ค30201 คณิตศาสตร์เพิ่มเติม 1 และ ค30202 คณิตศาสตร์เพิ่มเติม 2 ซึ่งผู้วิจัยใช้เนื้อหาในรายวิชา ค30202 คณิตศาสตร์เพิ่มเติม 2 โดยมีการจัดการเรียนการสอนในภาคเรียนที่ 2 เวลา 60 ชั่วโมง จำนวน 1.5 หน่วยกิต มีรายละเอียดของคำอธิบายรายวิชาคณิตศาสตร์เพิ่มเติม 2 ดังนี้

ฟังก์ชัน ฟังก์ชันอินเวอร์ส พีชคณิตของฟังก์ชัน ฟังก์ชันคอมโพสิท

เมทริกซ์และดีเทอร์มิแนนต์ สัญลักษณ์ของเมทริกซ์ สมบัติของเมทริกซ์ ดีเทอร์มิแนนต์ การใช้เมทริกซ์แก้ระบบสมการเชิงเส้น การแก้ระบบสมการโดยวิธีดีเทอร์มิแนนต์ การแก้ระบบสมการโดยวิธีดำเนินการตามแถวเบื้องต้น

เรขาคณิตวิเคราะห์ เส้นตรง ระยะห่างระหว่างจุดสองจุด จุดกึ่งกลางระหว่างจุดสองจุด ความชันของเส้นตรง เส้นขนาน เส้นตั้งฉาก ความสัมพันธ์ซึ่งมีกราฟเป็นเส้นตรง ระยะห่างระหว่างเส้นตรงกับจุด ระยะห่างระหว่างเส้นคู่ขนาน ภาคตัดกรวย วงกลม พาราโบลา วงรี และไฮเพอร์โบลา

ทักษะ/ กระบวนการ การแก้ปัญหา การให้เหตุผล การสื่อสาร สื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ การเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ความคิดสร้างสรรค์

คุณลักษณะอันพึงประสงค์ รักชาติ ศาสน์ กษัตริย์ ซื่อสัตย์สุจริต มีวินัย ใฝ่เรียนรู้ อยู่อย่างพอเพียง มุ่งมั่นในการทำงาน รักความเป็นไทย มีจิตสาธารณะ ความเป็นผู้นำ และกล้าแสดงออก

การวัดและประเมินผล ใช้วิธีที่หลากหลายตามสภาพความเป็นจริงให้สอดคล้องกับเนื้อหาและทักษะที่ต้องการวัด

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ใช้เนื้อหาเรื่อง ฟังก์ชัน ฟังก์ชันอินเวอร์ส พีชคณิตของฟังก์ชัน ฟังก์ชันคอมโพสิท และกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อพัฒนาทักษะ/ กระบวนการการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ รวมถึงการวัดและประเมินผลที่หลากหลายตามสภาพความเป็นจริงให้สอดคล้องกับเนื้อหาและทักษะที่ต้องการวัด

ผลการเรียนรู้และสาระการเรียนรู้

ผลการเรียนรู้และสาระการเรียนรู้ของรายวิชา ค30202 คณิตศาสตร์เพิ่มเติม 2 ดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ผลการเรียนรู้และสาระการเรียนรู้รายวิชา ค30202

ที่	ชื่อหน่วย การเรียนรู้	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้	จำนวน คาบเรียน
1.	ฟังก์ชัน	1. มีความคิดรวบยอดเกี่ยวกับฟังก์ชัน เขียนกราฟของฟังก์ชัน และสร้างฟังก์ชัน จากโจทย์ปัญหาได้	- ฟังก์ชัน - ฟังก์ชันอินเวอร์ส - พีชคณิตของฟังก์ชัน	12
2.	ระบบสมการ เชิงเส้นและ เมทริกซ์	2. นำความรู้เรื่องฟังก์ชันไปใช้แก้ปัญหาได้ 3. มีความคิดรวบยอดเกี่ยวกับเมทริกซ์และ การดำเนินการของเมทริกซ์ 4. หาดีเทอร์มิแนนต์ของเมทริกซ์ $n \times n$ เมื่อ n เป็นจำนวนเต็มไม่เกินสี่ได้ 5. วิเคราะห์และหาคำตอบของระบบสมการ เชิงเส้นได้	- ฟังก์ชันคอมโพสิท - เมทริกซ์และดีเทอร์มิแนนต์ - สัญลักษณ์ของเมทริกซ์ - สมบัติของเมทริกซ์ - ดีเทอร์มิแนนต์ - การใช้เมทริกซ์แก้ระบบ สมการเชิงเส้น - การแก้ระบบสมการโดยวิธี ดีเทอร์มิแนนต์ - การแก้ระบบสมการโดยวิธี ดำเนินการตามแถวเบื้องต้น	20
3.	เรขาคณิต วิเคราะห์	6. หาระยะระหว่างจุดสองจุด จุดกึ่งกลาง ระยะระหว่างจุดกับเส้นตรงได้ 7. หาความชันของเส้นตรง สมการเส้นตรง เส้นขนาน เส้นตั้งฉากและนำไป แก้ปัญหาได้ 8. นำความรู้เรื่องเรขาคณิตวิเคราะห์ไปใช้ แก้ปัญหาได้ 9. เขียนความสัมพันธ์ที่มีกราฟเป็น ภาคตัดกรวยเมื่อกำหนดเงื่อนไขต่าง ๆ ให้ได้ 10. นำความรู้เรื่องภาคตัดกรวยไปใช้ แก้ปัญหาโจทย์ได้	- สมการเส้นตรง - ระยะห่างระหว่างจุดสองจุด - จุดกึ่งกลางระหว่าง จุดสองจุด - ความชันของเส้นตรง - เส้นขนาน - เส้นตั้งฉาก - ความสัมพันธ์ซึ่งมีกราฟ เป็นเส้นตรง - ระยะห่างระหว่างเส้นตรง กับจุด - ระยะห่างระหว่างเส้น คู่ขนาน - สมการวงกลม - สมการพาราโบลา - สมการวงรี - สมการไฮเพอร์โบลา	28

จากผลการเรียนรู้และสาระการเรียนรู้รายวิชาคณิตศาสตร์เพิ่มเติม ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ของกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โรงเรียนสิงห์สมุทร อำเภอสัตหีบ จังหวัดชลบุรี ผู้วิจัยใช้หน่วยการเรียนรู้เรื่องฟังก์ชัน โดยมีผลการเรียนรู้และสาระการเรียนรู้ ดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 ผลการเรียนรู้และสาระการเรียนรู้ที่ใช้ในงานวิจัย

ที่	ชื่อหน่วยการเรียนรู้	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้	จำนวนคาบเรียน
1.	ฟังก์ชัน	1. มีความคิดรวบยอดเกี่ยวกับฟังก์ชัน เขียนกราฟของฟังก์ชัน และสร้างฟังก์ชันจากโจทย์ปัญหาได้ 2. นำความรู้เรื่องฟังก์ชันไปใช้แก้ปัญหาได้	- ความหมายของฟังก์ชัน - ฟังก์ชันหนึ่งต่อหนึ่ง - ฟังก์ชันทั่วถึง - ฟังก์ชันเพิ่มและฟังก์ชันลด - การดำเนินการของฟังก์ชัน - ฟังก์ชันประกอบ - ฟังก์ชันผกผัน	12

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์

แนวคิดพื้นฐานของทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์

ทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ (Constructivist theory) เป็นทฤษฎีที่ว่าด้วยการสร้างความรู้ ซึ่ง Driscoll (1994, p. 359) อธิบายแนวคิดทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ ว่า ความรู้เป็นผลของความพยายามทางปัญญาของมนุษย์ในการจัดการกับโลกแห่งประสบการณ์ของตนเองด้วยตนเอง สอดคล้องกับความรู้ในปรัชญาปฏิบัตินิยม (Pragmatism) ของจอห์น ดิวอี้ (John Dewey) ที่ว่าการเรียนรู้ต้องมาจากการปฏิบัติ (Learning by doing)

จากแนวคิดพื้นฐานของทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ มีรากฐานมาจาก 2 แหล่ง คือ ทฤษฎีพัฒนาการทางเขาวนปัญญาของเพียเจต์ และทฤษฎีพัฒนาการของวิกตอร์สกี โดยเพียเจต์อธิบายว่าพัฒนาการทางเขาวนปัญญาของบุคคล มีการปรับตัวผ่านทางกระบวนการซึมซับหรือดูดซึม (Assimilation) และกระบวนการปรับโครงสร้างทางปัญญา (Accommodation) พัฒนาการเกิดขึ้นเมื่อบุคคลรับและซึมซับข้อมูลหรือประสบการณ์ใหม่เข้าไปสัมพันธ์กับความรู้หรือโครงสร้างทางปัญญาที่มีอยู่เดิม หากไม่สามารถสัมพันธ์กันได้ จะเกิดภาวะไม่สมดุลขึ้น (Disequilibrium) บุคคลจะพยายามปรับสภาวะให้อยู่ในภาวะสมดุล (Equilibrium) โดยใช้กระบวนการปรับโครงสร้างทางปัญญา (Accommodation) ส่วนวิกตอร์สกีให้ความสำคัญกับวัฒนธรรมและสังคมมาก เขาอธิบาย

ว่า มนุษย์ได้รับอิทธิพลจากสิ่งแวดล้อมตั้งแต่แรกเกิด ซึ่งนอกจากสิ่งแวดล้อมทางธรรมชาติแล้ว ก็ยังมีสิ่งแวดล้อมทางสังคมนั้นก็คือวัฒนธรรมที่แต่ละสังคมสร้างขึ้น ดังนั้น สถาบันสังคมต่าง ๆ เริ่มตั้งแต่สถาบันครอบครัวจะมีอิทธิพลต่อพัฒนาการทางเชาวน์ปัญญาของแต่ละบุคคล และวิกิอรรถก็ มีความเชื่อว่า การให้ความช่วยเหลือชี้แนะแก่เด็ก ที่อยู่ในลักษณะของ “Assisted learning” หรือ “Scaffolding” เป็นสิ่งสำคัญมาก เพราะสามารถช่วยพัฒนาเด็กให้ไปถึงระดับที่อยู่ในศักยภาพของเด็กได้ (ทิสนา แชมมณี, 2554, หน้า 90-91)

ความหมายของทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์

มีนักการศึกษาหลายท่านได้ให้ความหมายของทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ไว้ ดังนี้

Fosnot (1996, p. 6) ให้ความหมายของแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์ว่า เป็นทฤษฎีเกี่ยวกับความรู้และการเรียนรู้ และเป็นการบรรยายโดยอาศัยพื้นฐานทางจิตวิทยา ปรัชญา มานุษยวิทยา ว่า ความรู้คืออะไรและได้ความรู้มาอย่างไร ทฤษฎีนี้จึงอธิบายความรู้ว่าเป็นสิ่งชั่วคราว มีการพัฒนาไม่เป็นปรนัย และถูกสร้างขึ้นภายในตัวคน โดยอาศัยสื่อกลางทางสังคมและวัฒนธรรม ส่วนการเรียนรู้ตามทฤษฎีนี้ถูกมองว่าเป็นกระบวนการที่สามารถควบคุมได้ด้วยตนเอง ในการต้องสู้กับความขัดแย้งที่เกิดขึ้นระหว่างความรู้เดิมที่มีอยู่กับความรู้ใหม่ที่แตกต่างไปจากเดิม เป็นการสร้างตัวแทนใหม่และสร้างโมเดลของความจริง โดยคนที่เป็นผู้สร้างความหมายด้วยเครื่องมือและสัญลักษณ์ทางวัฒนธรรม เป็นการประนีประนอม ความหมายที่สร้างขึ้นโดยผ่านกิจกรรมทางสังคม และผ่านการร่วมมือแลกเปลี่ยนความคิดเห็นทั้งที่เห็นด้วยและไม่เห็นด้วย

อัมพร ม้าคนอง (2546, หน้า 6) ได้ให้ความหมายแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์ว่า ความรู้เป็นสิ่งที่ถูกสร้างขึ้น โดยผู้เรียน ผู้เรียนใช้ความรู้และประสบการณ์ที่มีอยู่เป็นพื้นฐานในการสร้างความรู้ใหม่ การเรียนรู้เป็นสิ่งที่เกิดขึ้นภายในตัวผู้เรียน จากการมีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อมภายนอก ผู้เรียนแต่ละคนจะสร้างความรู้ด้วยวิธีการที่แตกต่างกัน ดังนั้น แนวการสอนตามทฤษฎีนี้จึงเน้นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนได้สื่อสารและมีปฏิสัมพันธ์กับเพื่อน โดยผู้สอนคอยช่วยเหลือให้ผู้เรียนนำความรู้ที่มีอยู่ออกมาใช้ และไตร่ตรองสิ่งที่ได้จากการอภิปรายกับผู้อื่น ผู้สอนมีหน้าที่จัดสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ให้เหมาะสม ตั้งประเด็นปัญหาที่ท้าทาย และช่วยเหลือให้ผู้เรียนสร้างความรู้ได้เอง

อมลวรรณ วีระธรรมโม (2548, หน้า 11) ได้ให้ความหมายของทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ว่าเป็นทฤษฎีการเรียนรู้หรือการสร้างความหมายของสิ่งที่รับรู้ เชื่อว่า มนุษย์มีศักยภาพในการสร้างความรู้ด้วยตนเอง เมื่อได้ปฏิสัมพันธ์กับสิ่งต่าง ๆ ที่อยู่รอบตัว โดยการใช้ความรู้และประสบการณ์เดิมที่มีอยู่สร้างความหมายของประสบการณ์ใหม่ แต่เนื่องจากมนุษย์แต่ละคนมีพัฒนาการทางสติปัญญาที่แตกต่างกัน มีความรู้และประสบการณ์เดิมที่ไม่เหมือนกัน มีความสนใจที่แตกต่างกัน

มีความสามารถในการแปลความหมายของประสบการณ์ได้ไม่เท่ากัน จึงทำให้มนุษย์แต่ละคนสร้างความรู้ได้แตกต่างกัน มีพัฒนาการทางความรู้ความเข้าใจที่แตกต่างกัน แม้จะได้รับประสบการณ์ที่เหมือนกัน การปฏิสัมพันธ์กับคนอื่นทำให้มนุษย์ได้แลกเปลี่ยนความรู้ ความเข้าใจ และความคิดที่แตกต่างกัน มนุษย์มี โอกาสสังเคราะห์ความคิดของตนเองและความคิดของคนอื่น แล้วพัฒนาหรือสร้างความรู้ความเข้าใจใหม่ที่มีความสมเหตุสมผลมากขึ้น เชื่อถือได้มากขึ้น สอดคล้องกับประสบการณ์มากขึ้น

เวทฤทธิ อังคนะภทฺทจร (2555, หน้า 66) กล่าวว่า ทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ เป็นทฤษฎีที่ให้ความสำคัญกับตัวผู้เรียน เชื่อว่าผู้เรียนสามารถสร้างความรู้ได้ด้วยตนเอง จากการมีปฏิสัมพันธ์กับบุคคลอื่นและสิ่งแวดล้อมอย่างกระตือรือร้น โดยผู้สอนจะคอยกระตุ้น จัดสถานการณ์ และสร้างบรรยากาศที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ด้วยตนเอง

จากที่กล่าวมาข้างต้น สรุปได้ว่า ทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์เป็นทฤษฎีที่เน้นผู้เรียนเป็นผู้สร้างความรู้ โดยการลงมือปฏิบัติ ค้นหาความรู้ แลกเปลี่ยนความรู้ ความเข้าใจ และใช้ความรู้เดิมที่มีอยู่เชื่อมโยงกับความรู้ใหม่ที่ได้รับ ผ่านการมีปฏิสัมพันธ์กับบุคคลอื่นและสิ่งแวดล้อมอย่างกระตือรือร้น

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์

มีนักการศึกษาได้กล่าวถึงการจัดการเรียนรู้ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ไว้ ดังนี้

สุนทร สุนันท์ชัย (2540, หน้า 25-31) ได้เสนอแนะการนำทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์มาใช้ในการจัดการเรียนการสอน ดังนี้

1. ต้องจัดสิ่งแวดล้อมในการเรียนรู้ให้มีทางเลือก ลดความกดดัน และส่งเสริมให้มีความคิดริเริ่ม
2. จัดบริบทการเรียนรู้ซึ่งสนับสนุนความเป็นอิสระของนักเรียน ในขณะที่เดียวกันครูต้องทำหน้าที่เป็นผู้สนับสนุนที่ดี เพื่อพัฒนาเด็ก ซึ่งอยู่ระหว่างการเปลี่ยนจากการพึ่งพาผู้อื่นมาเป็นพึ่งพาตนเอง ให้สามารถก้าวหน้าขึ้นมาได้ สิ่งแวดล้อมในที่นี้ยังหมายรวมถึงเพื่อน ๆ ของเด็ก ซึ่งจากการทำงานร่วมกัน มีความเกื้อกูล สนับสนุนซึ่งกันและกัน ย่อมเป็นปัจจัยให้เด็กได้พัฒนาการเรียนรู้ได้ดียิ่งด้วย
3. เด็กมีโอกาที่จะใช้ความรู้ที่เรียนในบริบทที่เหมาะสม เพื่อให้เด็กได้เห็นความเชื่อมโยงระหว่างสิ่งที่เรารู้กับโลกที่เป็นจริงภายนอก
4. สนับสนุนให้เกิดการเรียนรู้ด้วยตนเอง โดยการสอนให้มีเจตคติที่เหมาะสมในการแสวงหาและสร้างความรู้

5. เสริมสร้างศักยภาพของนักเรียนให้พร้อมที่จะเรียนรู้ รวมทั้งการยอมรับความผิดพลาดเป็นเรื่องธรรมดา ซึ่งจะช่วยให้แสวงหาสิ่งที่ดีกว่าและถูกต้องได้ต่อไป

สุวิทย์ มูลคำ (2550, หน้า 48) กล่าวว่า การเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ เป็นกระบวนการเรียนรู้ที่ผู้สอนจัดสถานการณ์ให้ผู้เรียนสร้างองค์ความรู้ใหม่ของตนเอง โดยให้ผู้เรียนได้ศึกษาคิด ค้นคว้า ทดลอง ระดมสมอง ศึกษาจากใบความรู้ สื่อหรือแหล่งเรียนรู้ต่าง ๆ ซึ่งจะมีการเชื่อมโยงความรู้ใหม่ที่เกิดขึ้นกับความรู้เดิมที่ผู้เรียนมีอยู่แล้ว โดยผู้สอนจะเป็นผู้ช่วยเหลือ มีการตรวจสอบความรู้ใหม่ซึ่งสามารถกระทำได้ทั้งการตรวจสอบกันเอง ระหว่างกลุ่ม หรือผู้สอนช่วยเหลือในการตรวจสอบความรู้ใหม่

ชนาธิป พรกุล (2554, หน้า 89) ได้กล่าวถึงการจัดการเรียนรู้ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ไว้ดังนี้

1. การเห็นคุณค่าของความคิดเห็นของผู้เรียน เมื่อครูส่งเสริมให้ผู้เรียนคิด ครูต้องยอมรับในสิ่งที่ผู้เรียนคิด ถ้าความคิดเห็นนั้นไม่เหมาะสม หรือมีเหตุผลเป็นหน้าที่ของครูที่ต้องสอนวิธีคิด การยอมรับ และเห็นคุณค่าของครูเป็นการส่งเสริมให้ผู้เรียนกล้าคิด

2. การใช้คำถามการคิดระดับสูงเพื่อดึงความคิดของผู้เรียนออกมา โดยปกติผู้เรียนมีความคิดของตนเองอยู่แล้ว การใช้คำถามในระดับต่าง ๆ ของครู เป็นการดึงความคิดในสมองผู้เรียนออกมา ผู้เรียนต้องใช้ทักษะการคิดระดับต่าง ๆ ในการเรียงคำตอบ

3. การเห็นคุณค่าของกระบวนการคิดมากกว่าคำตอบ หลังจากผู้เรียนตอบคำถาม และได้รับการยอมรับจากครู ผู้เรียนจะกล้าแสดงกระบวนการคิดของตนเอง ซึ่งเป็นการขยายประสบการณ์ และการมีส่วนร่วมในกระบวนการเรียนรู้ คำถามที่ครูใช้ให้ผู้เรียนแสดงกระบวนการคิด ได้แก่

- อะไรทำให้นักเรียนคิดว่า...

- ทำไมนักเรียนจึงคิดว่า...

คำอธิบายของผู้เรียนเปิดโอกาสให้ครูมองเห็นบางสิ่งบางอย่างที่อยู่ภายใต้ความคิดของผู้เรียน ซึ่งเป็นข้อมูลสำคัญที่เกี่ยวกับตัวผู้เรียน

ทิสนา แคมมณี (2554, หน้า 95) ได้กล่าวถึง การจัดการเรียนรู้ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ว่าในการจัดการเรียนการสอนครูจะต้องพยายามสร้างบรรยากาศทางสังคมจริยธรรม (Sociomoral) ให้เกิดขึ้น กล่าวคือ ผู้เรียนจะต้องมีโอกาสเรียนรู้ในบรรยากาศที่เอื้อต่อการปฏิสัมพันธ์ทางสังคม เส้นทางสังคม ถือว่าเป็นปัจจัยสำคัญของการสร้างความรู้ เพราะถ้าฟังก์ชันกรรมและวัสดูปกรณ์ทั้งหลายที่ครูจัดให้มีผู้เรียนแสวงหามาเพื่อการเรียนรู้ไม่เป็นการเพียงพอ ปฏิสัมพันธ์ทางสังคม

การร่วมมือ และการแลกเปลี่ยนความรู้ ความคิด และประสบการณ์ระหว่างผู้เรียนกับผู้เรียน และบุคคลอื่น ๆ จะช่วยให้การเรียนรู้ของผู้เรียนกว้างขึ้น ชับซ้อนขึ้น และหลากหลายขึ้น

ชัยวัฒน์ สุทธิรัตน์ (2555, หน้า 82) ได้เสนอแนวทางการจัดการเรียนรู้ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ไว้ ดังนี้

1. ให้ผู้เรียนถามคำถาม แล้วใช้คำถามและความคิดเห็นของผู้เรียนในการวางแผนการสอน
 2. ยอมรับและสนับสนุนความคิดเห็นของผู้เรียน
 3. ส่งเสริมความเป็นผู้นำ ความร่วมมือ การหาแหล่งข้อมูลข่าวสาร และการนำความคิดเห็นไปปฏิบัติ อันเป็นผลเนื่องมาจากกระบวนการเรียนรู้ของผู้เรียน
 4. ใช้ความคิดเห็น ประสบการณ์ และความสนใจของผู้เรียน เพื่อให้บทเรียนดำเนินไปอย่างมีความหมาย
 5. สนับสนุนให้ผู้เรียนเสนอแนะสิ่งที่เป็นสาเหตุของเหตุการณ์หรือสถานการณ์ และสนับสนุนให้ผู้เรียนทำนายผลที่จะเกิดขึ้น
 6. สนับสนุนให้ผู้เรียนทดสอบความคิดเห็นของตนเอง เช่น ตอบคำถามที่ตัวเองตั้งขึ้น เค้าว่าอะไรเป็นเหตุ และทำนายผลที่ตามมา
 7. ค้นหาความคิดเห็นของผู้เรียนก่อนนำเสนอความคิดเห็นของครู หรือก่อนศึกษาความคิดเห็นจากหนังสือเรียน หรือจากแหล่งอื่น
 8. สนับสนุนให้ผู้เรียนท้าทายความคิดเห็นของกันและกัน
 9. ใช้ยุทธวิธีการเรียนรู้แบบร่วมมือ (Cooperative learning) ซึ่งเน้นความร่วมมือ การนับถือซึ่งกันและกัน และใช้ยุทธวิธีการแบ่งงานกันทำ
 10. สนับสนุนให้มีการสะท้อนความคิด และมีการวิเคราะห์วิจารณ์ความคิดเห็นของกันและกัน แสดงความเคารพและใช้ทุกความคิดเห็นที่ผู้เรียนสร้างขึ้น
 11. สนับสนุนให้มีการวิพากษ์วิจารณ์ตนเอง รวบรวมพยานหลักฐานที่สนับสนุนความคิดเห็น และสร้างความคิดเห็นใหม่ อันเนื่องมาจากประสบการณ์และพยานหลักฐานใหม่
- จากแนวคิดการจัดการเรียนรู้ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ ผู้วิจัยสามารถสรุปได้ว่าการจัดการเรียนรู้ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ เป็นการจัดการเรียนรู้ที่ให้ความสำคัญที่ตัวผู้เรียน ผู้สอนเป็นผู้สนับสนุนให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ด้วยตนเอง ส่งเสริมให้ผู้เรียนได้ใช้ความคิด แสดงเหตุผล เห็นคุณค่าของกระบวนการคิดมากกว่าคำตอบของผู้เรียน จัดบรรยากาศในการเรียนรู้ให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมได้ลงมือปฏิบัติ ค้นหาความรู้ แลกเปลี่ยนความรู้ ความเข้าใจ ผ่านการมีปฏิสัมพันธ์กับบุคคลและสิ่งแวดล้อม

ขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์

มีนักการศึกษาและหน่วยงานทางการศึกษา ได้นำเสนอขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ไว้หลากหลาย ดังนี้

Ellis and Maxwell (1995, p. 36) ได้กล่าวถึงขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ โดยมีรายละเอียด ดังนี้

1. จัดให้ผู้เรียนอยู่ในบทเรียน (Engage the learner) โดยการตั้งคำถามที่ทำให้ผู้เรียนสนใจจะเรียนรู้ และช่วยเชื่อมโยงสิ่งที่จะเรียนกับความรู้เดิม
2. ให้ผู้เรียนสำรวจมโนทัศน์ (Explore the concept) โดยการให้ผู้เรียนทำการสังเกตสำรวจ ร่วมมือกันค้นหาปัญหาหรือปรากฏการณ์
3. ให้ผู้เรียนอธิบายมโนทัศน์ (Explain the concept) โดยให้ผู้เรียนใช้สติปัญญาตรวจสอบสิ่งที่เรียนรู้ใหม่จัดให้เข้ากับสิ่งที่เขารู้แล้ว และอธิบายด้วยคำพูดของตนเอง
4. ให้ผู้เรียนขยายความมโนทัศน์ (Elaborate on the concept) โดยผู้สอนจัดหาสถานการณ์พิเศษให้ผู้เรียนมีโอกาสประยุกต์ใช้ความรู้ ซึ่งเป็นการสร้างความเข้าใจลึกซึ้งให้กับตัวผู้เรียนเอง
5. ประเมินความเข้าใจมโนทัศน์ของผู้เรียน (Evaluate students understanding of the concept) โดยการตรวจสอบความคิดที่เปลี่ยนแปลงไป การปฏิบัติ การแก้ปัญหา และทักษะทางสังคม

Driver (1989, pp. 443-444) ได้เสนอขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ ดังนี้

1. ขั้นนำ คือ เป็นขั้นที่ผู้เรียนจะรับรู้ถึงจุดมุ่งหมายและแรงจูงใจในการเรียน
2. ขั้นของการทบทวนความรู้เดิม เป็นขั้นที่ผู้เรียนต้องแสดงออกถึงความรู้ความเข้าใจเดิม ขั้นนี้เป็นขั้นที่ทำให้เกิดความขัดแย้งทางปัญญา
3. ขั้นจัดโครงสร้างแนวคิดใหม่ ประกอบด้วยขั้นตอนย่อย 4 ขั้นตอน คือ ขั้นย่อยที่ 1 ผู้เรียนจะทำให้แนวคิดที่ได้จากขั้นของการทบทวนความรู้เดิมให้กระจ่างและแลกเปลี่ยนแนวคิด ขั้นย่อยที่ 2 ทำให้ผู้เรียนเห็นรูปแบบวิธีการที่หลากหลาย ในการตีความปรากฏการณ์หรือเหตุการณ์นำไปสู่สถานะที่เป็นความขัดแย้งทางความคิด ซึ่งเป็นขั้นย่อยต่อมา ขั้นย่อยที่ 3 เป็นขั้นของการสร้างความรู้ใหม่ ขั้นย่อยที่ 4 เป็นขั้นประเมินความรู้ที่สร้างใหม่
4. ขั้นนำแนวความคิดไปใช้ เป็นขั้นตอนที่ผู้เรียนมีโอกาสใช้แนวคิดหรือความรู้ความเข้าใจที่พัฒนาขึ้นมาใหม่ไปใช้ในสถานการณ์ต่าง ๆ ทั้งที่คุ้นเคยและไม่คุ้นเคย
5. ขั้นทบทวน เป็นขั้นที่ผู้เรียนสะท้อนความคิด โดยการเปรียบเทียบความรู้ที่สร้างขึ้นมาใหม่กับความรู้เดิมที่ได้ผ่านขั้นการทบทวนความรู้เดิม แสดงความคิดเห็น ความรู้สึกในเรื่องที่เรียนรู้อีก

สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ (2540, หน้า 55) เสนอขั้นตอนการจัด
กิจกรรมการเรียนรู้ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ ในที่นี้จะเสนอไว้โดยละเอียด ดังนี้

1. ขั้นปฐมนิเทศ คือ ผู้สอนให้โอกาสผู้เรียนสร้างจุดมุ่งหมายและแรงคลใจในการเรียนรู้
ตามเนื้อหาที่กำหนด

2. ขั้นทำความเข้าใจ คือ ผู้สอนให้ผู้เรียนปรับแนวคิดปัจจุบันหรือบรรยายความเข้าใจ
ของตนเองในหัวข้อที่กำลังเรียน ซึ่งผู้เรียนแต่ละคนอาจมีแบบจำลองทางความคิดรวบยอดที่อาจ
ไม่สมบูรณ์ในตอนเริ่มเรียน โดยผู้เรียนอาจทำกิจกรรมที่หลากหลาย เช่น การอภิปรายกลุ่มเล็ก
การเขียนผังความคิด การเขียนสรุปความคิด เป็นต้น

3. ขั้นจัดโครงสร้างแนวคิดใหม่ โดยขั้นตอนนี้ถือเป็นหัวใจสำคัญของการจัดการเรียนรู้
ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ ซึ่งประกอบด้วย

3.1 การช่วยผู้เรียนสร้างสรรค์ความรู้ความเข้าใจใหม่ คือ ผู้สอนช่วยผู้เรียน
เกิดความคิดรวบยอด หรือการสร้างความคิดรวบยอดที่ยังไม่สมบูรณ์ขึ้นตลอดจนขยายไปสู่
แบบจำลองทางความคิดรวบยอดของตนเอง โดยผู้สอนต้องมีภาระความรับผิดชอบที่สำคัญ คือ
การวินิจฉัยความเข้าใจผิดของผู้เรียน ซึ่งสามารถทำได้โดยการสัมภาษณ์ ซักถามผู้เรียน โดยตรง
เช่น สัมภาษณ์ผู้เรียนเพื่อค้นหาแบบจำลองความคิดรวบยอดที่ไม่สมบูรณ์และสร้างแบบจำลอง
ที่สมบูรณ์ขึ้นมาใหม่

3.2 การเขียนแผนผังความคิดรวบยอด คือ รูปแบบโครงสร้างทางความคิดของผู้เรียน
ซึ่งดำเนินการได้ ดังนี้

3.2.1 ผู้เรียนจัดความคิดของกำลังไปใน โครงสร้างหรือจัดทำเป็นหมวดหมู่

3.2.2 ระบุความคิดที่ต้องการศึกษาตั้งแต่สองความคิดขึ้นไป

3.2.3 สร้างโครงสร้างความรู้และตัวปัญหาที่ต้องการศึกษา เป็นแผนผังความคิด

3.2.4 นำโครงสร้างความรู้ที่ได้มาอภิปรายร่วมกันเป็นกลุ่มและจัดทำเป็นแผนผัง
ความคิดรวบยอดร่วมกัน

3.3 การตรวจสอบความเข้าใจ คือ หลังจากการช่วยให้ผู้เรียนสร้างความคิดรวบยอด
ใหม่ขึ้นด้วยตนเองแล้วยังต้องมีการตรวจสอบว่าผู้เรียนเข้าใจหรือไม่ โดยอาจพิจารณาจากเกณฑ์
ดังต่อไปนี้

3.3.1 ความคิดรวบยอดได้เกิดการเชื่อมประสานระหว่างกันและจัดระเบียบ
เป็นโครงสร้างความรู้แล้วหรือยัง

3.3.2 ความคิดรวบยอดได้รับการเชื่อมโยงเข้าสู่เครือข่ายของปัญหาที่ต้องพิสูจน์
หรือยัง

3.3.3 ตัวความรู้สามารถนำไปใช้ในบริบททางสังคมของโลกแห่งความจริงหรือไม่

4. ชื่อนำแนวความคิดไปใช้ โดยผู้สอนเปิดโอกาสให้ผู้เรียนนำแนวความคิดของตนเองที่สร้างขึ้นไปใช้ในสถานการณ์ต่าง ๆ ที่หลากหลายทั้งที่คุ้นเคยและแปลกใหม่

5. ชื่นทบทวนหรือเปรียบเทียบความรู้ โดยผู้สอนเปิดโอกาสให้ผู้เรียนสะท้อนตนเองว่าแนวความคิดของตนได้เปลี่ยนแปลงไปจากเดิมก่อนเริ่มเรียนรู้อย่างไร โดยอาจจะเขียนหรือวาดภาพเปรียบเทียบระหว่างความคิดตอนเริ่มต้นเรียนรู้ในบทเรียนนั้นกับความคิดตอนสิ้นสุดการเรียนรู้ในบทเรียนนั้น

สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา (2550, หน้า 3-7) เสนอขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ ดังนี้

1. ชื่นแนะนำ เป็นขั้นที่ผู้เรียนจะรับรู้ถึงจุดหมายและมีแรงจูงใจในการเรียนรู้บทเรียน ผู้สอนสามารถเลือกใช้กิจกรรมต่าง ๆ ได้แก่

- 1.1 การเล่าเรื่องต่าง ๆ ให้ผู้เรียนซักถามหรือตั้งคำถาม
- 1.2 การฉายภาพนิ่งให้นักเรียนชมและคิดตาม
- 1.3 การชวนสนทนา เพื่อให้ผู้เรียนตั้งประเด็นที่อยากรู้
- 1.4 การกระตุ้นความสนใจด้วยเกม เพลง ภาพ ฯลฯ
- 1.5 การอ่าน/ ฟัง ข่าวจากหนังสือพิมพ์
- 1.6 การตั้งประเด็นอภิปราย/ คำถามสร้างพลังคิด
- 1.7 การยกตัวอย่างประโยค คำพังเพย บทกวี
- 1.8 การตั้งสมมติฐาน

ในขั้นนี้ ผู้สอนควรส่งเสริมให้ผู้เรียนเป็นผู้เลือกหัวข้อการเรียนรู้ โดยสร้างสถานการณ์ที่เป็นปัญหาหรือปฏิสัมพันธ์ทางสังคมที่ก่อให้เกิดความขัดแย้งทางปัญญา เพื่อให้เกิดองค์ความรู้ใหม่

2. ชื่นทบทวนความรู้เดิม เป็นเรื่องให้ผู้เรียนแสดงออกถึงความเข้าใจเดิมที่มีอยู่เกี่ยวกับเรื่องที่เรียน ในขั้นนี้ผู้สอนควรใช้เทคนิคการจัดการเรียนรู้ที่หลากหลาย ได้แก่

- 2.1 การอภิปรายกลุ่ม เพื่อแลกเปลี่ยนความคิดเห็น
- 2.2 การระดมพลังความคิด
- 2.3 การเรียนรู้โดยสถานการณ์จำลอง

กิจกรรมในขั้นนี้ ต้องใช้ความพยายามค้น หรืออ้างอิงความรู้เดิมของผู้เรียน เพราะการเรียนรู้ที่จะดำเนินการในขั้นต่อไปขึ้นอยู่กับความรู้เดิม ซึ่งเป็นปัจจัยสำคัญของการสร้างความรู้ใหม่

3. **ขั้นปรับเปลี่ยนความคิด** เป็นขั้นตอนสำคัญที่เป็นหัวใจของขั้นตอนการเรียนรู้ ประกอบด้วยขั้นตอนย่อย ๆ คือ

3.1 **ทำความเข้าใจ และแลกเปลี่ยนเรียนรู้ระหว่างกัน** เป็นการกระตุ้นให้ผู้เรียนใช้ทักษะการคิดเพื่อให้เกิดองค์ความรู้ ผู้เรียนจะเข้าใจดีขึ้นเมื่อได้พิจารณาความแตกต่างและความขัดแย้งระหว่างความคิดของตนเองกับคนอื่น ครูจะมีหน้าที่อำนวยความสะดวก เช่น กำหนดประเด็นและกระตุ้นให้ผู้เรียนคิด

3.2 **การสร้างความคิดใหม่** จากการอภิปรายร่วมกันและสาธิต ผู้เรียนจะเห็นแนวทางหรือวิธีการที่หลากหลายให้ผู้เรียนสามารถกำหนดความคิดใหม่ หรือความรู้ใหม่ขึ้นได้จากการตีความปรากฏการณ์ หรือเหตุการณ์แล้วกำหนดความรู้ใหม่หรือความคิดใหม่

3.3 **ขั้นประเมินความคิดใหม่** เป็นขั้นที่นักเรียนนำความคิดใหม่มาประเมิน โดยการทดลองหรือการคิดอย่างลึกซึ้ง ผู้เรียนควรหาแนวคิดที่ดีที่สุดในการทดสอบความคิดหรือความรู้ในขั้นตอนนี้

4. **ขั้นนำความคิดไปใช้** เป็นขั้นตอนที่ผู้เรียนใช้แนวคิด หรือความรู้ ความเข้าใจ ที่ได้พัฒนาขึ้นมาใหม่ไปใช้แก้ปัญหาในสถานการณ์ต่าง ๆ จนเกิดการเรียนรู้ที่มีความหมาย เป็นกิจกรรมที่ต้องการให้ผู้เรียนได้ประมวลองค์ความรู้ เพื่อนำไปใช้ประโยชน์ ลักษณะกิจกรรมที่สำคัญ ได้แก่

- 4.1 การสรุปผังความคิดเกี่ยวกับความรู้ใหม่
- 4.2 การนำเสนอโครงการ/ โครงการที่ผู้เรียนคิดค้น/ ประดิษฐ์ขึ้น
- 4.3 การบรรยายสรุปแนวคิดใหม่/ การสร้างสถานการณ์ใหม่
- 4.4 การจัดนิทรรศการ/ สาธิตผลงานของกลุ่ม
- 4.5 การแสดงบทบาทสมมติ/ การโต้วาทีเพื่อสรุปการแก้ปัญหา

5. **ขั้นสะท้อนความคิด/ ขั้นทบทวน** เป็นขั้นที่ผู้เรียนได้ประเมิน และพัฒนาความคิดอย่างรอบคอบ และต่อเนื่องจนสามารถประเมินผลได้ มีกิจกรรมสำคัญ คือ

- 5.1 การประเมินผลงาน
- 5.2 การเสนอแนะความคิดเห็น เพื่อปรับปรุงและพัฒนา
- 5.3 การวางแผนเพื่อพัฒนาอย่างต่อเนื่อง สรุปการจัดการเรียนรู้ตามทฤษฎี

คอนสตรัคติวิสต์ โดยให้ผู้เรียนลงมือปฏิบัติจริง ค้นหาความรู้ด้วยตนเอง จนพบความรู้และรู้จักสิ่งที่ค้นพบเรียนรู้วิเคราะห์ต่อจนรู้จริง พร้อมทั้งฝึกให้ผู้เรียนมีทักษะทางสังคมที่ดีได้ร่วมแลกเปลี่ยนเรียนรู้ระหว่างผู้เรียนกับผู้สอน

เวทฤทธิ์ อังคะภักทรขจร (2555, หน้า 68) ได้เสนอขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ ซึ่งจำแนกได้ 4 ชั้น ดังต่อไปนี้

1. ชั้นเกิดความขัดแย้งทางปัญญา

1.1 ผู้เรียนเกิดความขัดแย้งทางความคิดที่เป็นผลมาจากความรู้เดิมกับสิ่งที่รับรู้ใหม่ ไม่สอดคล้องกัน หรือเป็นผลมาจากความคิดเห็นที่ไม่สอดคล้องกันของผู้เรียนกับเพื่อนหรือผู้เรียนกับผู้สอน

1.2 ผู้เรียนสังเกต ตีความ เชื่อมโยงข้อมูลแล้วนำมาเปรียบเทียบกับความรู้เดิมหรือมโนทัศน์ตามความเข้าใจเดิม

1.3 ผู้สอนควรกระตุ้น ชักจูงให้ผู้เรียนศึกษาค้นคว้าเพื่อตรวจสอบความเข้าใจของตนเอง

2. ชั้นแสวงหาคำตอบ

2.1 ผู้เรียนค้นหาคำตอบเพื่อลดความขัดแย้งทางปัญญาที่เกิดขึ้น โดยวางแผนลงมือปฏิบัติ เพื่อเก็บรวบรวมข้อมูลวิเคราะห์และตีความ

2.2 ผู้เรียนสะท้อนความคิดและประนีประนอมความขัดแย้งกับผู้อื่น จนสามารถสรุปคำตอบเกี่ยวกับสิ่งที่ต้องการจะรู้

2.3 ผู้สอนทำหน้าที่คอยอำนวยความสะดวก และสนับสนุนการเรียนรู้ของผู้เรียน

3. ชั้นตรวจสอบความเข้าใจ

3.1 ผู้เรียนคิด วิเคราะห์ เชื่อมโยงผลการศึกษาค้นคว้ากับความเข้าใจของตนเอง

3.2 ผู้เรียนใช้เหตุผลในการประนีประนอมความขัดแย้งทางปัญญาของตนเองจนสามารถสร้างความรู้ และกระบวนการเรียนรู้ของตนเองขึ้นมา

4. ชั้นการประยุกต์ใช้ความรู้

4.1 ผู้เรียนนำความรู้ ทักษะกระบวนการที่ได้เรียนรู้ไปแล้วมาใช้อธิบาย ตัดสินแก้ปัญหา หรือดำเนินชีวิตของตนเองได้อย่างเหมาะสม

4.2 ผู้เรียนอาจจะศึกษาค้นคว้าเพิ่มเติมจากเรื่องที่เรียน

4.3 ผู้สอนอาจนำเสนอข้อมูล สถานการณ์ คำถามใหม่ ซึ่งสัมพันธ์กับสิ่งที่ได้เรียนรู้ไปแล้ว ทำให้ผู้เรียนดำเนินการศึกษาค้นคว้าเพื่อตรวจสอบความเข้าใจตนเองต่อไป

จากการศึกษาขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ของนักการศึกษาและหน่วยงานทางการศึกษา ผู้วิจัยได้สังเคราะห์ขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ ดังตารางที่ 5

ตารางที่ 5 การสังเคราะห์ขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์

Ellis and Maxwell (1995, p. 36)	Driver (1989, pp. 443-444)	สำนักงานคณะกรรมการการศึกษา แห่งชาติ (2540, หน้า 55)	สำนักงานเลขาธิการสภา การศึกษา (2550, หน้า 3-7)	เวชทุธิ อังกะภทษขจร (2555, หน้า 68)	ผู้วิจัย (2559)
<p>1. จัดให้ผู้เรียนอยู่ในบทเรียน (Engage the Learner) โดยการตั้งคำถามที่ทำให้ผู้เรียนสนใจจะเรียนรู้ และช่วยเชื่อมโยงสิ่งที่จะเรียนกับความรู้เดิม</p> <p>2. ให้ผู้เรียนสำรวจแนวคิด (Explore the Concept) โดยการให้ผู้เรียนทำการสังเกต สืบค้น รวบรวมข้อค้นพบปัญหาหรือปรากฏการณ์</p> <p>3. ให้ผู้เรียนอธิบายแนวคิด (Explain the concept) โดยให้ผู้เรียนใช้สติปัญญา ตรวจสอบสิ่งที่เรียนรู้ใหม่ จัดให้เข้ากับสิ่งที่เขาจำได้แล้ว อธิบายด้วยคำพูดของตนเอง</p>	<p>1. ขั้นนำ คือ การให้ผู้เรียนรับรู้จุดหมายและมีแรงจูงใจ</p> <p>2. ขั้นการทบทวนความรู้เดิม คือ ผู้เรียนแสดงออกถึงความรู้เดิม</p> <p>3. ขั้นจัดโครงสร้างแนวคิดใหม่ เป็นขั้นที่ผู้เรียนสร้างแนวคิดจากความรู้เดิมให้กระจ่าง และแลกเปลี่ยนแนวคิด จนนำไปสู่การสร้างความรู้ใหม่ พร้อมทั้งประเมินความรู้ใหม่ที่สร้างขึ้น</p> <p>4. ขั้นนำแนวความคิดไปใช้ เป็นขั้นตอนที่ผู้เรียนมีโอกาสใช้แนวคิด หรือความรู้ความเข้าใจ ที่พัฒนาขึ้นมาใหม่ไปใช้ในสถานการณ์ต่าง ๆ ทั้งที่คุ้นเคย และไม่คุ้นเคย</p>	<p>1. ขั้นปฐมนิเทศ คือ ผู้สอนให้โอกาสผู้เรียนสร้างจุดมุ่งหมายและแรงดลใจในการเรียนรู้ตามเนื้อหาที่กำหนด</p> <p>2. ขั้นทำความเข้าใจ คือ ผู้สอนให้ผู้เรียนปรับแนวคิดปัจจุบันหรือบรรยายความเข้าใจของตนเอง ในหัวข้อที่กำลังเรียน</p> <p>3. ขั้นจัดโครงสร้างแนวคิดใหม่</p> <p>3.1 การช่วยผู้เรียนสร้างสรรค์ความรู้ความเข้าใจใหม่ เกิดความคิดรวบยอดใหม่</p> <p>3.2 การเขียนแผนผังความคิด รวบยอด โครงสร้างทางความคิดของผู้เรียน</p> <p>3.3 การตรวจสอบความเข้าใจ โดยพิจารณาว่าความคิด รวบยอด ได้เกิดการเชื่อมประสานระหว่างกันได้รับการเชื่อมโยงเข้าสู่เครือข่ายของปัญหาที่ต้อง</p>	<p>1. ขั้นแนะนำ เป็นขั้นที่นักเรียนรับรู้จุดหมายและแรงจูงใจ</p> <p>2. ขั้นทบทวนความรู้เดิม เป็นขั้นที่นักเรียนแสดงออกถึงความรู้เดิมเกี่ยวกับเรื่องที่เรียน</p> <p>3. ขั้นปรับเปลี่ยนความคิด</p> <p>3.1 ทำความกระจ่าง และแลกเปลี่ยนเรียนรู้ระหว่างกัน</p> <p>3.2 สร้างความคิดใหม่ ผู้เรียนสามารถกำหนดความคิดใหม่หรือความรู้ใหม่ขึ้นได้จากการตีความปรากฏการณ์หรือเหตุการณ์</p> <p>3.3 ประเมินความคิดใหม่ นักเรียนนำความคิดใหม่มาประเมินโดยการทดลอง หรือการคิดอย่างลึกซึ้ง</p>	<p>1. ขั้นเกิดความขัดแย้งทางปัญญา</p> <p>1.1 ผู้เรียนเกิดความขัดแย้งทางความคิดที่เป็นผลมาจากความรู้เดิมกับสิ่งที่รับรู้ใหม่ ไม่สอดคล้องกัน</p> <p>1.2 ผู้เรียน เชื่อมโยงข้อมูลแล้วนำมาเปรียบเทียบกับความรู้เดิม</p> <p>1.3 ผู้สอนควรกระตุ้น ชักจูงให้ผู้เรียนศึกษาค้นคว้า เพื่อตรวจสอบความเข้าใจของตนเอง</p> <p>2. ขั้นแสวงหาคำตอบ ผู้เรียนค้นหาคำตอบ โดยวางแผนลงมือปฏิบัติเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูลวิเคราะห์และตีความ จนสามารถสรุปคำตอบเกี่ยวกับสิ่งที่ต้องการจะรู้</p>	<p>1. ขั้นนำ เป็นขั้นที่ครูนำเสนอกิจกรรมหรือสถานการณ์ปัญหา โดยครูใช้คำถามนำเพื่อกระตุ้นและสร้างความสนใจให้แก่ผู้เรียน หรือทบทวนความรู้เดิม เพื่อเชื่อมโยงเข้าสู่บทเรียนใหม่</p> <p>2. ขั้นจัดโครงสร้างความรู้ เป็นขั้นที่นักเรียนค้นหาคำตอบ พร้อมทั้งลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง โดยผู้สอนใช้คำถามกระตุ้นให้นักเรียนจนนักเรียนสามารถสรุปหรือสร้างแนวคิดใหม่ด้วยตนเองได้ และมีการอภิปรายแสดงเหตุผลร่วมกันเพื่อแลกเปลี่ยนเรียนรู้และตรวจสอบ</p>

ตารางที่ 5 (ต่อ)

Ellis and Maxwell (1995, p. 36)	Driver (1989, pp. 443-444)	สำนักงานคณะกรรมการการศึกษา แห่งชาติ (2540, หน้า 55)	สำนักงานเลขาธิการสภา การศึกษา (2550, หน้า 3-7)	เวชฤทธิ์ อังคะภัทรขจร (2555, หน้า 68)	ผู้วิจัย (2559)
4. ให้ผู้เรียนขยายความมโนทัศน์ (Elaborate on the concept) โดยผู้สอนจัดหาสถานการณ์ พิเศษให้ผู้เรียนมีโอกาส ประยุกต์ใช้ความรู้ซึ่งเป็น การสร้างความเข้าใจลึกซึ้ง ให้กับตัวผู้เรียนเอง	5. ขั้นทบทวน เป็นขั้นที่ผู้เรียน สะท้อนความคิด โดยการเปรียบเทียบความรู้ ที่สร้างขึ้นใหม่กับความรู้เดิม ที่ได้ผ่านขั้นการทบทวน ความรู้เดิม แสดงความคิดเห็น ความรู้สึกในเรื่องที่เรียนรู้มา	พิสูจน์และสามารถนำไปใช้ ในบริบททางสังคมของโลก แห่งความจริง 4. ขั้นนำแนวความคิดไปใช้ โดยผู้สอนเปิดโอกาส ให้ผู้เรียนนำแนวความคิด ของตนเองที่สร้างขึ้นไปใช้ ในสถานการณ์ต่าง ๆ ที่หลากหลายทั้งที่คุ้นเคย และแปลกใหม่	4. ขั้นนำความคิดไปใช้ นำความรู้ ความเข้าใจ ที่พัฒนาขึ้นใหม่ไปใช้ แก้ปัญหาในสถานการณ์ ต่าง ๆ 5. ขั้นสะท้อนความคิดหรือ ขั้นทบทวน เป็นขั้นที่ผู้เรียน ได้ประเมิน และพัฒนา ความคิดอย่างรอบคอบ และต่อเนื่องจนสามารถ ประเมินผลได้	3. ขั้นตรวจสอบความเข้าใจ ผู้เรียนคิด วิเคราะห์ เชื่อมโยง ผลการศึกษาค้นคว้ากับ ความเข้าใจของตนเอง จนสามารถสร้างความรู้ และกระบวนการเรียนรู้ ของตนเองขึ้นมา 4. ขั้นการประยุกต์ใช้ความรู้ ผู้เรียนนำความรู้ ทักษะ กระบวนการที่ได้เรียนรู้ ไปแล้วมาใช้อธิบาย คัดเลือก แก้ปัญหา หรือดำเนินชีวิต ของตนเองได้อย่างเหมาะสม โดยผู้สอนอาจนำเสนอข้อมูล สถานการณ์ คำถามใหม่ ซึ่งสัมพันธ์กับสิ่งที่ได้เรียนรู้ ไปแล้ว ทำให้ผู้เรียน ดำเนินการศึกษาค้นคว้า เพื่อตรวจสอบความเข้าใจ ตนเองต่อไป	แนวคิดหรือข้อสรุป ที่สร้างขึ้น 3. ขั้นนำความรู้ไปใช้ เป็นขั้นที่ นักเรียนนำความรู้ ความเข้าใจใหม่ที่ตนเอง สร้างขึ้นมาใช้ผ่าน สถานการณ์หรือคำถามใหม่ ครูเปิดโอกาสให้นักเรียน ซักถามหากเกิดข้อสงสัย และคอยใช้คำถามช่วย กระตุ้นให้นักเรียนได้คิด และแสดงผลประกอบ แนวคิดของตน 4. ขั้นประเมินผล เป็นขั้น ที่นักเรียนได้ตรวจสอบ ความรู้ ความเข้าใจในเรื่อง ที่เรียน จากการที่ครูใช้ คำถาม เพื่อให้นักเรียน ได้แสดงผลประกอบ แนวคิดหรือข้อสรุปที่ตนเอง สร้างขึ้น
5. ประเมินความเข้าใจมโนทัศน์ ของผู้เรียน (Evaluate students understanding of the concept) โดยการตรวจสอบความคิด ที่เปลี่ยนไป การปฏิบัติ การแก้ปัญหา และทักษะ ทางสังคม		5. ขั้นทบทวนหรือเปรียบเทียบ ความรู้ โดยผู้สอนเปิดโอกาส ให้ผู้เรียนสะท้อนตนเองว่า แนวความคิดของตนได้ เปลี่ยนแปลงไปจากเดิม ก่อนเริ่มเรียนรู้หรือไม่ โดยอาจจะเขียนหรือวาดภาพ เปรียบเทียบระหว่างความคิด ตอนเริ่มต้นเรียนรู้ในบทเรียน นั้นกับความคิดตอนสิ้นสุด การเรียนรู้ในบทเรียนนั้น			

จากตารางสังเคราะห์ขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ ดังกล่าว ผู้วิจัยได้สรุปขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ ดังต่อไปนี้

1. **ขั้นนำ** เป็นขั้นที่ครูนำเสนอกิจกรรมหรือสถานการณ์ปัญหา โดยครูใช้คำถามนำ เพื่อกระตุ้นและสร้างความสนใจให้นักเรียนหรือทบทวนความรู้เดิม เพื่อเชื่อมโยงเข้าสู่บทเรียนใหม่

2. **ขั้นจัด** โครงสร้างความรู้ เป็นขั้นที่นักเรียนค้นหาคำตอบ พร้อมทั้งลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง โดยผู้สอนใช้คำถามกระตุ้นให้นักเรียนใช้ความคิดนำไปสู่การค้นคว้าจนนักเรียนสามารถสรุปหรือสร้างแนวคิดใหม่ด้วยตนเองได้ และมีการอภิปรายแสดงเหตุผลร่วมกันเพื่อแลกเปลี่ยนเรียนรู้และตรวจสอบแนวคิดหรือข้อสรุปที่สร้างขึ้น

3. **ขั้นนำความรู้ไปใช้** เป็นขั้นที่นักเรียนนำความรู้ ความเข้าใจใหม่ที่ตนเองสร้างขึ้น มาใช้ผ่านสถานการณ์หรือคำถามใหม่ ครูเปิดโอกาสให้นักเรียนซักถามหากเกิดข้อสงสัย และคอยใช้คำถามช่วยกระตุ้นให้นักเรียนได้คิดและแสดงเหตุผลประกอบแนวคิดของตน

4. **ขั้นประเมินผล** เป็นขั้นที่นักเรียนได้ตรวจสอบความรู้ ความเข้าใจในเนื้อหาที่เรียน จากการที่ครูใช้คำถามเพื่อให้นักเรียนได้แสดงเหตุผลประกอบแนวคิดหรือข้อสรุปที่ตนเองสร้างขึ้น

วิธีการสอนที่ส่งเสริมการเรียนรู้ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์

ยุพิน พิพิธกุล (2545, หน้า 13) ได้เสนอเทคนิควิธีการสอนในยุคปฏิรูปการศึกษา เพื่อต้องการให้ผู้เรียนสามารถค้นพบข้อสรุปด้วยตนเองและสามารถสร้างองค์ความรู้ โดยวิเคราะห์วิธีการสอนต่าง ๆ ได้ ดังนี้

1. การสอนแบบโครงการ (Project method)

เป็นการมอบหมายงานให้นักเรียนไปศึกษาค้นคว้าแล้วมานำเสนอ การสอนแบบนี้เป็นการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญเมื่อผู้เรียนมานำเสนอ ก็จะเกิดทักษะ/ กระบวนการทางคณิตศาสตร์ โดยเฉพาะความสามารถในการสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ และการนำเสนอ

2. การสอนแบบทดลอง (Experimental method)

เป็นวิธีการสอนที่มุ่งให้ผู้เรียนเรียนโดยการกระทำหรือโดยการสังเกต เป็นการนำรูปธรรมมาอธิบายนามธรรม ผู้เรียนจะค้นหาข้อสรุปด้วยตนเอง วิธีการสอนแบบทดลองนี้อาจจะทำเป็นรายบุคคลหรือรายกลุ่มก็ได้ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับเนื้อหาและความเหมาะสม

3. การสอนแบบสาธิต (Demonstration method)

เป็นการแสดงให้ผู้เรียนดู ผู้สอนมักจะใช้การสาธิตประกอบคำถาม ผู้เรียนก็จะดูสื่อการเรียนรู้ พร้อมทั้งตอบคำถามของผู้สอน ซึ่งการสอนแบบนี้จะเน้นทั้งผู้เรียนและผู้สอนเป็นศูนย์กลางผสมผสานกันไป

4. การสอนโดยใช้คำถาม (Question method)

เป็นการสอนที่มุ่งเน้นให้ความรู้แก่ผู้เรียน โดยการถามตอบ ผู้สอนจะใช้คำถามต่อเนื่องและไต่ความคิดไปที่ละน้อย โดยผู้สอนจะใช้คำถามที่แนะแนวทาง จนผู้เรียนสามารถสรุปได้ การสอนแบบนี้จะเน้นทั้งผู้เรียนและผู้สอนเป็นศูนย์กลางผสมผสานกันไป

5. การสอนแบบอภิปราย (Discussion method)

เป็นการสอนที่มุ่งเน้นให้ผู้เรียนรู้จักทำงานเป็นกลุ่ม ผู้เรียนจะรวมพลังความคิดเพื่อพิจารณาปัญหา ช่วยกันหาข้อเท็จจริง หาเหตุผลแล้วร่วมกันตอบปัญหา วิธีนี้จะฝึกให้ผู้เรียนกล้าแสดงออก ฝึกการใช้เหตุผล ฝึกการฟังที่ดี ฝึกให้เป็นคนมีระเบียบวินัย ตลอดจนมีความอดทนที่จะฟังความคิดเห็นของผู้อื่น และฝึกการทำงานร่วมกันตามแบบประชาธิปไตย การสอนแบบนี้เป็นการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง แต่จะต้องเลือกสาระการเรียนรู้ให้เหมาะสม ไม่ใช่ผู้สอนแจกใบความรู้ทุกเรื่อง แล้วก็ให้นักเรียนออกมาอภิปราย การแจกใบความรู้นั้นจะต้องพิจารณาว่า สาระการเรียนรู้ใดจึงจะเหมาะสม เพราะสาระการเรียนรู้แต่ละเรื่องจะบ่งบอกว่าจะใช้วิธีการสอนใด ไม่จำเป็นต้องอภิปรายทุกสาระการเรียนรู้

6. การสอนแบบวิเคราะห์-สังเคราะห์ (Analytic-synthetic method)

เป็นการสอนที่เน้นผู้สอนและผู้เรียนผสมผสาน โดยระยะต้น ๆ ผู้สอนจะใช้การถามตอบ ฝึกวิเคราะห์-สังเคราะห์ เสียก่อน เมื่อผู้เรียนเข้าใจแล้วก็จะฝึกให้ วิเคราะห์-สังเคราะห์ด้วยตนเอง จะเปลี่ยนการสอนที่เน้นผู้สอนและผู้เรียนผสมผสานเป็นเน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง ซึ่งผู้สอนจะใช้คำถามและเขียนให้ผู้เรียนดูพอสังเขป จะได้ว่าการสอนแบบวิเคราะห์ผู้สอนจะถามจากผลไปสู่สาเหตุ แต่การสอนแบบสังเคราะห์นั้นผู้สอนจะถามจากเหตุไปสู่ผล ไม่ว่าผู้สอนจะสอนโดยวิธีการสอนแบบวิเคราะห์หรือสังเคราะห์ก็ตาม เมื่อเขียนก็เรียบเรียงจากเหตุไปสู่ผลเช่นเดียวกัน

7. การสอนแบบอุปนัย-นิรนัย (Inductive-deductive method)

การสอนแบบอุปนัย เป็นวิธีการสอนที่ผู้สอนจะยกตัวอย่างหลาย ๆ ตัวอย่าง เพื่อให้ผู้เรียนเห็นรูปแบบ เมื่อผู้เรียนใช้การสังเกตเปรียบเทียบดูสิ่งที่มีลักษณะร่วมกันก็จะสามารถนำไปสู่ข้อสรุปได้ และมักจะตามด้วยวิธีการสอนแบบนิรนัย

การสอนแบบนิรนัย เริ่มต้นจากการนำนัยทั่วไปหรือข้อสรุป กฎ หรือสูตรที่ทราบแล้วนำมาใช้เพื่อที่จะแก้ปัญหาเรื่องใหม่ และเกิดข้อสรุปอันใหม่ขึ้น

8. การสอนแบบค้นพบ (Discovery method)

เป็นการสอนที่ให้ผู้เรียนพบปัญหาหรือสถานการณ์แล้วให้ผู้เรียนเสาะแสวงหาวิธีการแก้ปัญหา นั้น ผู้สอนให้ผู้เรียนพิจารณาผลที่เกิดขึ้น ซึ่งผู้สอนมิได้คาดหวังว่าผู้เรียนจะต้องค้นพบดังที่ผู้สอนต้องการเสมอไป การค้นพบนี้จึงเน้นที่กระบวนการค้นพบไม่ได้เน้นที่ผลของการค้นพบ

อีกความหมายหนึ่งก็คือ เป็นวิธีการสอนที่เน้น ไปที่ผู้เรียนว่า ต้องการให้ค้นพบอะไร เช่น กฎ สูตร หรือบทนิยาม ผู้เรียนจะสามารถหาข้อสรุปได้ การค้นพบแบบนี้จะค้นพบโดยวิธีการสอนวิธีใดก็ได้ เช่น การถามตอบ การสาธิต การทดลอง การอภิปราย ตลอดจนวิธีการสอนแบบอุปนัยและนิรนัย วิธีการใดก็ตามที่ผู้เรียนสามารถสรุปหรือกำหนดคนัยทั่วไปได้ก็เรียกว่า เป็นการค้นพบ ซึ่งการค้นพบ มีวิธีการค้นพบ ดังนี้

8.1 ผู้เรียนค้นพบด้วยตนเอง เมื่อผู้สอนยกตัวอย่างให้หลาย ๆ ตัวอย่าง พอผู้เรียนสังเกตเห็นรูปแบบผู้เรียนก็สามารถสรุปได้ด้วยตนเอง หรือเมื่อผู้สอนมอบปัญหาใดปัญหาหนึ่งให้ผู้เรียนแล้ว ผู้สอนก็จะปล่อยให้ผู้เรียนคิดอย่างอิสระเสรี ผู้เรียนก็จะศึกษาหาวิธีแก้ปัญหาค้นพบด้วยตนเอง

8.2 ผู้เรียนค้นพบภายใต้การแนะแนวทางของครู การค้นพบแบบนี้ผู้สอนจะเป็นผู้แนะแนวทาง เพราะถ้าปล่อยให้ผู้เรียนค้นพบด้วยตนเอง ก็จะทำให้เสียเวลามากบางที่เป็นเรื่องที่ยาก ผู้สอนแนะ เล็กน้อยก็สามารถค้นพบคำตอบได้

8.3 ผู้เรียนค้นพบเป็นรายบุคคลหรือให้เรียนเป็นคณะ เมื่อผู้เรียนมาร่วมปรึกษาหารือกันก็จะเกิดการค้นพบได้ง่าย ผู้เรียนบางคนที่ชอบคิดคนเดียวก็สามารถค้นพบได้เช่นเดียวกัน

9. การสอนแบบอธิบายและแสดงเหตุผล (Expository method)

เป็นการสอนวิธีสุดท้ายเมื่อผู้เรียนทั้งชั้นไม่สามารถคิดได้ ก็มีความจำเป็นที่ผู้สอนจะต้องอธิบาย ในขณะที่ผู้สอนอธิบายนั้น ผู้สอนก็จะพยายามวิเคราะห์ ดีความให้ผู้เรียนเข้าใจ แล้วผู้สอนก็สรุปด้วยตนเอง ผู้เรียนจะเป็นผู้ฟังเป็นส่วนใหญ่ ผู้เรียนไม่ค่อยมีโอกาสร่วมกิจกรรมมากนัก นอกจากตอบคำถามของผู้สอน และซักถามเรื่องที่ยังไม่เข้าใจเท่านั้น วิธีการสอนนี้จะใช้เมื่อมีความจำเป็นเท่านั้น

จากการศึกษาเอกสารที่เกี่ยวกับวิธีการสอนจะเห็นว่า การที่นักเรียนจะเรียนรู้ได้ดี ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์นั้น ผู้สอนจะต้องฝึกให้นักเรียนได้คิดและลงมือปฏิบัติเองให้ได้มากที่สุด ฉะนั้น ผู้วิจัยจึงได้เลือกใช้วิธีการสอนที่เน้นนักเรียนเป็นสำคัญ ซึ่งได้แก่ การสอนโดยใช้คำถาม การสอนแบบอภิปราย การสอนแบบอุปนัย และการสอนแบบค้นพบ โดยการสอนดังกล่าวนี้เน้นให้นักเรียนเป็นผู้เผชิญปัญหาหรือสถานการณ์ และเสาะแสวงหาวิธีการแก้ปัญหาเหล่านั้นด้วยตนเอง อีกทั้งยังมีกระบวนการทำงานกลุ่มเพื่อให้นักเรียนได้ฝึกการใช้เหตุผล หาเหตุผลแล้วร่วมกันตอบปัญหา ซึ่งครูจะคอยใช้คำถามนำเพื่อกระตุ้นนักเรียนให้สามารถสร้างองค์ความรู้ได้ด้วยตนเอง

บทบาทผู้สอนตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์

สำหรับบทบาทผู้สอนตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ มีนักการศึกษาหลายท่านได้อธิบายเกี่ยวกับบทบาทของผู้สอนไว้ ดังต่อไปนี้

Brooks and Brooks (1993, p. 54) ได้กล่าวถึงบทบาทของครูตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ไว้ดังนี้

1. ครูต้องยอมรับความแตกต่างระหว่างบุคคลของนักเรียนและใช้คำถามกระตุ้นให้นักเรียนใช้กระบวนการแก้ปัญหา เพื่อเกิดการเรียนรู้และช่วยให้นักเรียนได้คิดแก้ปัญหา
2. ครูต้องใช้ข้อมูลวัตถุดิบที่อยู่รอบ ๆ ตัวนักเรียนมาใช้ให้เป็นประโยชน์เพื่อส่งเสริมและกระตุ้นให้นักเรียนได้เรียนรู้
3. เมื่อจะมอบหมายงานให้นักเรียนทำ ครูจะต้องใช้คำพูดที่ทำให้ให้นักเรียนได้เกิดความคิดและสติปัญญา
4. ครูต้องให้โอกาสนักเรียนได้แสดงความคิดเห็น ความรู้สึกนึกคิดที่มีต่อบทเรียนและวิธีการเรียนรู้
5. ครูต้องพยายามทำความเข้าใจความคิดรวบยอดของนักเรียนก่อนที่จะร่วมแสดงความคิดเห็นของครูเอง
6. ครูจะต้องให้นักเรียนได้มีโอกาสสนทนาเพื่อแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกับเพื่อนร่วมชั้นและกับครู
7. ครูจะต้องกระตุ้นให้นักเรียนได้เกิดการเรียนรู้ โดยครูใช้คำถามที่สมเหตุสมผล ใช้คำถามปลายเปิด และส่งเสริมให้นักเรียนได้ใช้คำถามกับเพื่อนนักเรียนด้วยกัน
8. ครูจะต้องให้นักเรียนได้พยายามแก้ไขข้อผิดพลาดของตนเอง
9. ครูจะต้องให้ความสนใจประสบการณ์เดิมของนักเรียนเพื่อให้นักเรียนได้นำมาใช้ให้เกิดประโยชน์ในการตั้งสมมติฐาน เพื่อหาวิธีตรวจสอบและกระตุ้นให้นักเรียนได้ร่วมกันอภิปราย
10. ครูจะต้องให้เวลากับนักเรียนเพื่อรอคำตอบ
11. ครูจะต้องให้เวลากับนักเรียนเพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างความรู้เดิมกับความรู้ใหม่ของนักเรียน

12. ครูจะต้องตอบสนองความอยากรู้อยากเห็นของนักเรียน

วรรณทิพา รอดแรงคำ (2541, หน้า 10) กล่าวถึงบทบาทผู้สอนตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ไว้ดังนี้

1. ครูผู้สอนต้องเป็น “นักงูใจ” ครูผู้สอนต้องช่วยให้ผู้เรียนพิจารณาในสิ่งที่ถูกต้องจากสิ่งเร้าและความหมายที่หลากหลายและเป็นไปได้ของบทเรียน
2. ครูผู้สอนต้องเป็น “ผู้วินิจฉัย” ครูผู้สอนต้องค้นหาความคิดที่ผู้เรียนนำมาใช้ในการเรียนและจัดหาโอกาสระหว่างการเรียนการสอน เพื่อให้ผู้เรียนได้แสดงความคิดและสื่อความหมายความคิดของตนเองออกมา

3. ครูผู้สอนต้องเป็น “ผู้ชี้แนวทาง” ครูต้องช่วยให้ผู้เรียนได้สร้างความหมายและคำอธิบายด้วยตนเอง ช่วยให้ผู้เรียนได้พัฒนาพฤติกรรมใช้กระบวนการเรียนรู้อย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งความไม่แน่นอนของความคิดของผู้เรียน ทำทนายผู้เรียนให้พิจารณาความเป็นไปได้ของความหมาย

4. ครูผู้สอนต้องเป็น “ผู้ที่ชอบเปลี่ยนแปลง” ครูผู้สอนต้องเป็นผู้ที่ชอบจัดหาทรัพยากรและจัดหากิจกรรมการเรียนรู้ใหม่ ๆ ให้กับผู้เรียน เพื่อช่วยให้ผู้เรียนได้สร้างความเข้าใจใหม่

5. ครูผู้สอนต้องเป็น “นักทดลอง” ครูผู้สอนต้องประเมินผู้เรียน โดยต้องประเมินอย่างเป็นระบบในสิ่งที่ผู้เรียนปฏิบัติ และลองใช้กิจกรรมการเรียนการสอนใหม่ ๆ

6. ครูผู้สอนต้องเป็น “นักวิจัย” ครูผู้สอนต้องมีการแลกเปลี่ยนความคิดเกี่ยวกับผลงานวิจัยในชั้นเรียนของตนเองกับครูคนอื่น ๆ ในขณะที่ครูช่วยนักเรียนให้เกิดการเรียนรู้ สุวิทย์ มูลคำ (2550, หน้า 52-53) กล่าวถึงบทบาทผู้สอนตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ ไว้ดังนี้

1. ผู้สอนมีหน้าที่จัดการให้ผู้เรียนขยายโครงสร้างทางปัญญา
2. จัดเนื้อหาสาระและกิจกรรมให้สอดคล้องกับความสนใจและความถนัดของผู้เรียน โดยคำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคล
3. จัดกิจกรรมให้ผู้เรียนได้เรียนรู้จากประสบการณ์จริง ฝึกปฏิบัติให้ทำได้ คิดเป็น ทำเป็น และใฝ่เรียนรู้อย่างต่อเนื่องตลอดชีวิต
4. ผู้สอนเปลี่ยนบทบาทจากผู้บอกความรู้มาเป็นผู้อำนวยความสะดวก โดยการ
 - จัดบรรยากาศ สภาพแวดล้อม
 - วางแผนการจัดกิจกรรม
 - ช่วยเหลือผู้เรียนให้เกิดการเรียนรู้และสร้างความรู้
 - กระตุ้นผู้เรียน โดยการตั้งคำถาม
 - ประเมินผลการเรียนรู้ของผู้เรียน และให้ข้อมูลย้อนกลับ
5. ผู้สอนเรียนรู้ไปพร้อมกับผู้เรียนจากกิจกรรมการเรียนการสอน สื่อ และแหล่งวิทยาการต่าง ๆ
6. ผู้สอนใช้วิธีการที่หลากหลายในการประเมินผู้เรียน โดยเน้นการประเมินตามสภาพจริง

เวชฤทธิ์ อังกะนัททขจร (2555, หน้า 69) กล่าวว่า บทบาทของผู้สอนตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ ควรยึดหลัก ดังนี้

1. ผู้สอนต้องยอมรับความแตกต่างระหว่างบุคคลของผู้เรียน และใช้คำถามเพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนคิดเพื่อนำมาซึ่งความรู้ทางคณิตศาสตร์และการสื่อสารเชิงคณิตศาสตร์ทั้งด้านเนื้อหาและการสอน

2. ผู้สอนควรจัดการเรียนรู้โดยคำนึงถึงความรู้พื้นฐานและประสบการณ์เดิมทางคณิตศาสตร์ของผู้เรียน เพื่อจัดการเรียนรู้ให้สอดคล้องกับความต้องการของผู้เรียน
3. ผู้สอนควรจัดบรรยากาศในชั้นเรียนคณิตศาสตร์ที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ค้นพบความรู้ด้วยตนเอง ผู้เรียนได้มีโอกาสแสดงความคิดของตนเองและมีโอกาสแลกเปลี่ยนความคิดของตนเองกับเพื่อนและกับผู้สอน
4. ผู้สอนควรส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดการไตร่ตรอง และการได้มาซึ่งความรู้ในบริบทของกิจกรรมทางคณิตศาสตร์อย่างมีจุดหมาย
5. งานที่ผู้สอนมอบหมายให้ผู้เรียนทำควรเป็นงานที่มีความหมายต่อตัวผู้เรียน และเชื่อมโยงกับชีวิตจริง รวมทั้งงานนั้นต้องกระตุ้นพัฒนาการทางสติปัญญาและความคิดของผู้เรียน
6. ผู้สอนควรจัดเตรียมสื่ออุปกรณ์หรือแหล่งข้อมูลที่เพียงพอต่อการค้นพบความรู้ของผู้เรียน
7. ผู้สอนควรกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความสนใจในเนื้อหาที่เรียน เนื่องจากจะช่วยให้ผู้เรียนสามารถเรียนได้คงทนขึ้น

จากการศึกษาบทบาทของผู้สอนตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ พบว่า ครูจะมีบทบาทสำคัญมากในการเป็นผู้อำนวยความสะดวกให้นักเรียนได้เรียนรู้ด้วยตนเองมากกว่าที่จะเป็นผู้บอกความรู้ โดยครูมีหน้าที่กระตุ้นให้นักเรียนได้คิด และเปิดโอกาสให้นักเรียนได้แลกเปลี่ยนความคิดเห็นของตนเองกับเพื่อนและกับครู พร้อมทั้งสร้างแรงจูงใจให้นักเรียนเกิดความสนใจในเนื้อหาสาระ รวมถึงใช้เทคนิคในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนให้สอดคล้องเหมาะสมกับความสามารถของนักเรียน และประเมินผลการเรียนรู้ของนักเรียนอย่างต่อเนื่อง พร้อมทั้งให้ข้อมูลย้อนกลับ

ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

ความหมายของการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

มีนักการศึกษาและสถาบันทางการศึกษาได้ให้ความหมายของการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ไว้ ดังนี้

O' Daffer (1993, p. 43) ได้กล่าวถึงการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ไว้ว่า เป็นการใช้ทักษะทางคณิตศาสตร์อย่างหนึ่งที่มีอยู่อย่างหลากหลายในการทำความเข้าใจแนวคิด ค้นหาความสัมพันธ์ระหว่างแนวคิด สร้างข้อสรุปหรือสนับสนุนข้อสรุปเกี่ยวกับแนวคิดและความสัมพันธ์ของแนวคิด และแก้ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับแนวคิดนั้น

สสวท. (2555 ค, หน้า 39-40) ได้ให้ความหมายของการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ว่า หมายถึง กระบวนการคิดทางคณิตศาสตร์ที่ต้องอาศัยการคิดวิเคราะห์ และ/ หรือความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ ในการรวบรวมข้อเท็จจริง/ ข้อความ/ แนวคิด/ สถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ต่าง ๆ แจกแจงความสัมพันธ์ หรือการเชื่อมโยง เพื่อทำให้เกิดข้อเท็จจริงหรือสถานการณ์ใหม่

เวชฤทธิ์ อังกะภักทธร (2555, หน้า 114) ได้ให้ความหมายของการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ว่า หมายถึง ความสามารถในการอธิบาย การหาความสัมพันธ์ การวิเคราะห์ และแสดงข้อสรุปของข้อมูลอย่างสมเหตุสมผล และความสามารถในการพิจารณาข้อสรุปที่สมเหตุสมผล

จากคำกล่าวข้างต้น สรุปได้ว่า การให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ คือ การแสดงแนวคิด โดยอาศัยหลักการทางคณิตศาสตร์ ประกอบการให้คำตอบอย่างสมเหตุสมผล

ความหมายของความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

มีนักการศึกษาและสถาบันทางการศึกษาได้ให้ความหมายของความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ไว้ ดังนี้

กรมวิชาการ (2546, หน้า 9) ได้เสนอว่า ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เป็นความสามารถของนักเรียนในการให้เหตุผลประกอบการตัดสินใจ และสรุปผลได้อย่างเหมาะสม

อัมพร ม้าคนอง (2553, หน้า 49) กล่าวว่า ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ มีหลากหลายที่สำคัญ มีดังต่อไปนี้

1. หาข้อสรุปที่เป็นเหตุเป็นผลเกี่ยวกับคณิตศาสตร์
2. ใช้ความรู้และข้อมูลในการวิเคราะห์สถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ และในการอธิบายความคิดของตน
3. เข้าใจและสามารถใช้กระบวนการให้เหตุผลในสถานการณ์เฉพาะใด ๆ
4. สร้าง ทดสอบ และประเมินข้อคาดการณ์และข้อโต้แย้งทางคณิตศาสตร์
5. ให้เหตุผลโดยใช้การอุปนัยและนิรนัยทางคณิตศาสตร์
6. ตรวจสอบและประเมินความคิดของตนเอง
7. เห็นคุณค่าและความสำคัญของการให้เหตุผลซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของคณิตศาสตร์ และสามารถนำไปใช้ได้

สสวท. (2555 ก, หน้า 79) เสนอว่า ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เป็นความสามารถที่ต้องใช้การคิดวิเคราะห์ และใช้เหตุผลในการหาข้อสรุปที่สมเหตุสมผล ของสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์จากข้อมูลที่กำหนด โดยเหตุผลที่ใช้อาจแสดงถึงแนวคิดเกี่ยวกับ

ความรู้ที่เป็นข้อเท็จจริง หลักการข้อคาดการณ์ หรือข้อสนับสนุนของข้อสรุปที่ได้ในสถานการณ์นั้น ๆ

จากคำกล่าวข้างต้น สรุปได้ว่า ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ คือ ความสามารถของนักเรียนในการแสดงแนวคิดโดยอาศัยหลักการทางคณิตศาสตร์ ประกอบการให้คำตอบอย่างสมเหตุสมผล

ความสำคัญของการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

จากคำกล่าวที่ว่า คณิตศาสตร์ คือ การให้เหตุผล (NCTM., 1989, p. 29) แสดงให้เห็นว่าการให้เหตุผลนั้นมีความสำคัญ ซึ่งมีนักการศึกษาและสถาบันทางการศึกษาได้เสนอแนวคิดไว้ ดังนี้ Stiggins (1997, p. 6) อธิบายการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ว่าเป็นสิ่งสำคัญเพราะการทำความเข้าใจปัญหาโดยใช้เหตุผล ช่วยให้นักเรียนเป็นนักคิดที่ดี ในบางโอกาสเราต้องใช้การให้เหตุผลในลักษณะการวิเคราะห์เพื่อจะดูว่าส่วนปลีกย่อยต่าง ๆ เข้ากับภาพโดยรวมของสิ่งนั้นหรือไม่ ในบางโอกาสเราต้องใช้การให้เหตุผลแบบเปรียบเทียบเพื่อให้เข้าใจความเหมือนกับ ความแตกต่าง

Russell (1999, p. 1) กล่าวว่า การให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์เป็นหัวใจสำคัญของการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เนื่องจากคณิตศาสตร์เป็นวิชาที่เป็นนามธรรม ซึ่งการให้เหตุผลเป็นเครื่องมือที่จะช่วยเข้าใจนามธรรมนั้น โดยการให้เหตุผลเป็นสิ่งที่ใช้คิดเกี่ยวกับสมบัติต่าง ๆ ในทางคณิตศาสตร์ และพัฒนาให้อยู่ในลักษณะของการอ้างอิง เพื่อให้สามารถใช้ข้อเท็จจริงที่เรียนรู้มาอ้างอิงไปยังสิ่งใหม่

อัมพร ม้าคนอง (2553, หน้า 48-49) ได้กล่าวถึงความสำคัญของการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ว่า เป็นทักษะทางคณิตศาสตร์ทักษะหนึ่ง ที่มีความสำคัญต่อการเรียนรู้ของนักเรียน เพราะเป็นการฝึกฝนให้เกิดทักษะหรือความชำนาญ ไม่ใช่เป็นเพียงเรื่องของการหาค่าความจริงที่เป็นจริงหรือเป็นเท็จเท่านั้น ซึ่งการให้เหตุผลเป็นเรื่องที่นักเรียนสามารถนำไปใช้แก้ปัญหาในการเรียน การทำงานหรือในชีวิตประจำวันได้มากขึ้น ซึ่งเราไม่สามารถดำเนินการในคณิตศาสตร์โดยปราศจากเหตุผล ซึ่งกระบวนการคิดในลักษณะนี้นักเรียนต้องใช้การคิดหลากหลายลักษณะ เช่น การคิดวิเคราะห์ คิดสังเคราะห์ คิดไตร่ตรอง คิดอย่างมีวิจารณญาณ เพื่อให้ได้ข้อสรุปที่ถูกต้อง

สสวท. (2555 ค, หน้า 39) เสนอว่า การให้เหตุผลเป็นทักษะกระบวนการที่ส่งเสริมให้นักเรียนรู้จักคิดอย่างมีเหตุผล คิดอย่างเป็นระบบ สามารถวิเคราะห์ปัญหาและสถานการณ์ได้อย่างถี่ถ้วนรอบคอบ สามารถคาดการณ์ วางแผน ตัดสินใจ และแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้องเหมาะสม การคิดอย่างมีเหตุผลเป็นเครื่องมือสำคัญที่นักเรียนสามารถนำติดตัวไปใช้ในการพัฒนา

ตนเอง ในการเรียนรู้สิ่งใหม่ ๆ ในการทำงานและการดำรงชีวิต ดังนั้น การคิดอย่างมีเหตุผล จึงเป็นหัวใจสำคัญของการสอนคณิตศาสตร์

จากที่กล่าวมา พบว่า การให้เหตุผลนั้นเป็นสิ่งจำเป็นสำหรับคณิตศาสตร์และชีวิตจริง ช่วยให้นักเรียนคิดอย่างมีเหตุผล คิดอย่างเป็นระบบ สามารถให้เหตุผลประกอบการตัดสินใจ และสรุปผลได้อย่างเหมาะสม และเป็นองค์ประกอบที่สำคัญที่จะทำให้นักเรียนมีความเข้าใจที่ดี และถูกต้องในวิชาคณิตศาสตร์

แนวทางในการพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

มีนักการศึกษาและสถาบันทางการศึกษาได้เสนอแนวทางการพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ไว้ ดังนี้

Guilford and Hoepfner (1971, pp. 28-32) ได้ให้ความเห็นว่า การพัฒนาบุคคลให้มีความสามารถในการให้เหตุผลนั้น ครูควรส่งเสริมให้ผู้เรียนได้คิดอย่างมีเหตุผล ความสามารถในการให้เหตุผลนี้เป็นสิ่งที่ฝึกได้ และเป็นสิ่งจำเป็นที่โรงเรียนต้องจัดทำ โดยสอนควบคู่กับเนื้อหาปกติในสถานการณ์ต่าง ๆ ที่เหมาะสม

Brandt (1984, p. 3) ได้กล่าวว่า การคิดกับการให้เหตุผลมีส่วนสัมพันธ์กันอย่างใกล้ชิด และเป็นพื้นฐานสำคัญของการเรียนรู้และการแก้ปัญหา ด้วยเหตุนี้ นักการศึกษาจึงให้ความสำคัญเกี่ยวกับการสอนเพื่อส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดการคิดอย่างมีเหตุผลมากขึ้น โดยได้พยายามศึกษาทดลอง เพื่อหาว่าทักษะการคิดอะไรที่จำเป็นและเป็นพื้นฐานสำคัญของการคิดอย่างมีเหตุผลสอนอย่างไรจึงจะทำให้เกิดทักษะที่ต้องการเหล่านั้น ได้มีการกล่าวถึงแนวการสอนไว้ 3 แนวทาง คือ

1. การสอนเพื่อให้คิด (Teaching for thinking) เป็นการสอนเนื้อหาวิชาเพื่อเพิ่มความสามารถในด้านการคิดของผู้เรียน
2. การสอนการคิด (Teaching of thinking) เป็นการสอนที่เน้นทักษะการคิดหรือเป็นการสอนทักษะการคิด ซึ่งแนวทางในการสอนจะมีลักษณะแตกต่างกัน ตามความเชื่อพื้นฐานของผู้สอน
3. การสอนเกี่ยวกับความคิด (Teaching about thinking) เป็นการสอนที่ใช้การคิดเป็นเนื้อหาสาระของการสอน โดยมุ่งเน้นให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ถึงสิ่งที่เป็นความคิดของตนเอง โดยรู้ว่าตนกำลังคิดอะไร และในขณะที่กำลังคิดอยู่นั้นตนเองรู้อะไรและไม่รู้อะไร ซึ่งสิ่งดังกล่าวนี้จะช่วยให้ผู้เรียนได้เข้าใจถึงกระบวนการคิดของตนเอง สามารถค้นหาข้อบกพร่องของตนเองได้ ทั้งนี้ เพื่อหาแนวทางแก้ไขได้ตรงจุด

สวท. (2547, หน้า 15-19) ได้ให้แนวทางในการพัฒนาการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์
ดังนี้

1. ควรจัดประสบการณ์ให้สม่ำเสมอทุกระดับชั้น
2. การให้เหตุผลสามารถพัฒนาได้ โดยสอดคล้องกับทุกหน่วยการเรียนรู้

ตามความเหมาะสม

3. ระดับการให้เหตุผล ควรสอดคล้องกับวัยและระดับชั้นของผู้เรียน
4. การให้เหตุผล ควรจัดให้ได้มีประสบการณ์อย่างสม่ำเสมอ ตั้งแต่วัยก่อนอนุบาล จนถึงระดับมหาวิทยาลัยซึ่งควรจะถูกฝึกให้เกิดเป็นนิสัย
5. ควรให้นักเรียนได้ตระหนักว่าคณิตศาสตร์เป็นวิชาที่มีเหตุผล
6. ควรจัดบรรยากาศในห้องเรียนให้ส่งเสริมการฝึกการให้เหตุผล

อัมพร ม้าคนอง (2553, หน้า 50) เสนอแนะว่า ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนจะพัฒนาขึ้นได้ ครูควรให้นักเรียนได้ปฏิบัติด้วยตนเองทั้งในบริบททางคณิตศาสตร์และบริบทอื่น ๆ รวมทั้งความพยายามใช้คำถามเพื่อให้นักเรียนแสดงเหตุผลได้อย่างต่อเนื่อง เช่น “ทำไม” “เพราะอะไร” “ถ้าเงื่อนไขบางอย่างเปลี่ยนไป จะเกิดอะไรขึ้น” “ได้อย่างไร” โดยครูควรให้ความสำคัญกับทุกเหตุผลไม่เฉพาะเหตุผลที่ถูกต้องหรือสมเหตุสมผลเท่านั้น ซึ่งการให้นักเรียนได้อธิบายชี้แจงเหตุผล จะช่วยให้นักเรียนได้ทบทวนการทำงานเพื่อสะท้อนความคิดของตนเองและที่สำคัญคือ นักเรียนจะได้ข้อสรุปหรือตัดสินใจถูกต้องของสิ่งต่าง ๆ ด้วยตนเองมากกว่าที่จะเชื่อตามที่ครูบอกหรือตามที่หนังสือเขียนไว้

เวชฤทธิ์ อังกะนัทพรขจร (2555, หน้า 131) กล่าวว่า การให้เหตุผลเป็นสิ่งที่พัฒนาได้ในการพัฒนาทักษะการให้เหตุผล ควรเริ่มจากการส่งเสริมให้นักเรียนคิดอย่างมีเหตุผลจากบรรยากาศที่สนับสนุน ส่งเสริมให้นักเรียนได้อธิบายและแสดงผลของแนวคิดอย่างอิสระ แลกเปลี่ยนแนวคิดหรือคำตอบของปัญหา และชี้แจงเหตุผลร่วมกัน และควรจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เป็นการผสมผสานการฝึกการคิด และการให้เหตุผลควบคู่กับการสอนเนื้อหาตามปกติ

จากแนวทางการพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลที่ได้กล่าวมา จะเห็นได้ว่า ปัจจัยที่สำคัญสำหรับการจัดการเรียนรู้ เพื่อให้นักเรียนเกิดการพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ คือ ครู โดยครูควรจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้นักเรียนได้พูดอธิบายและแสดงผลของแนวคิดอย่างอิสระ พร้อมทั้งคอยใช้คำถามที่ช่วยกระตุ้นให้นักเรียนได้คิดและแสดงผล เช่น “ทำไม” “อย่างไร” “เพราะเหตุใด” เป็นต้น

การประเมินความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

1. แนวทางการประเมินความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

การที่จะตรวจสอบว่านักเรียนมีความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์หรือไม่ มากน้อยเพียงใด จะต้องมีการวัดผล ประเมินผล ซึ่งมีนักการศึกษาและสถาบันทางการศึกษา ได้เสนอแนวคิดเกี่ยวกับเกณฑ์ในการประเมินความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ไว้ดังนี้

Krulik and Rudnick (1993, pp. 8-9) อธิบายถึงเทคนิคการประเมินความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ไว้ดังนี้

1. การสังเกต โดยครูควรเดินรอบ ๆ ห้อง เพื่อสังเกตความสามารถในการให้เหตุผล ขณะที่นักเรียนกำลังแก้ปัญหาในกลุ่มเพื่อนในห้องเรียน

2. การทดสอบ ไม่ควรใช้ข้อสอบแบบเลือกตอบ แต่ควรเป็นข้อสอบที่ให้นักเรียนได้แสดงเหตุผล เพื่อดูการตัดสินใจของนักเรียน ซึ่งควรเป็นคำถามปลายเปิด

กระทรวงศึกษาธิการ (2552 ก, หน้า 60) อธิบายถึงการประเมินผล ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ซึ่งเป็นหนึ่งในทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่บรรจุไว้ในหลักสูตร โดยครูสามารถประเมินได้จากกิจกรรมที่นักเรียนทำจากแบบฝึกหัด จากการเขียนอนุทิน หรือข้อสอบที่เป็นคำถามปลายเปิดที่ให้โอกาสนักเรียนแสดงความสามารถ

จากแนวทางการประเมินความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ข้างต้นสรุปได้ว่า การประเมินความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์พิจารณาจากการสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนในการให้เหตุผลขณะที่กำลังแก้ปัญหา แบบทดสอบที่ใช้วัดความสามารถควรเป็นแบบเขียนตอบ เพื่อให้นักเรียนแสดงเหตุผล ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้เลือกแนวทางการประเมินความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ โดยใช้แบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ซึ่งเป็นแบบทดสอบแบบอัตนัย

2. เกณฑ์การให้คะแนนแบบรูบริค

เกณฑ์การให้คะแนนเป็นเครื่องมือที่ช่วยประเมินเชิงคุณภาพเกี่ยวกับความรู้และการปฏิบัติงานของผู้เรียน ซึ่งในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยเลือกเกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์แบบรูบริค โดยมีนักการศึกษาและสถาบันทางการศึกษาได้ให้รายละเอียดเกี่ยวกับเกณฑ์การให้คะแนนแบบรูบริคไว้ดังนี้

Goodrich (1997, pp. 14-17) ได้กล่าวถึงสาเหตุที่ทำให้คะแนนรูบริกเป็นสิ่งที่น่าสนใจสำหรับผู้สอนและผู้เรียน ดังนี้

1. เกณฑ์การให้คะแนนแบบรูบริก เป็นเครื่องมือที่มีประสิทธิภาพสูงสำหรับการสอน สามารถสะท้อนและช่วยให้ผู้เรียนปรับปรุงการทำงาน ได้ตลอดเวลาเหมือนกับการตรวจตราของผู้สอน เกณฑ์ที่สร้างขึ้นจะช่วยให้ผู้เรียนได้เห็นถึงแนวทางในการทำงานที่จะทำให้บรรลุจุดมุ่งหมายของเนื้อหานั้น ๆ ได้ดีขึ้น ดังนั้นสิ่งที่สำคัญที่สุดของการให้คะแนนรูบริกก็คือ การนิยามเกณฑ์หรือระดับของคุณภาพ

2. เกณฑ์การให้คะแนนแบบรูบริก จะทำให้ผู้เรียนมีความละเอียดรอบคอบในการตัดสินคุณภาพของตนเองและผู้อื่น ทำให้ตระหนักถึงความแตกต่างระหว่างงานที่เสร็จกับงานที่มีคุณภาพ

3. เกณฑ์การให้คะแนนแบบรูบริกจะช่วยลดเวลาของผู้สอนในการประเมินชิ้นงาน และเมื่อมีเกณฑ์ที่ชัดเจน ผู้เรียนก็สามารถวิเคราะห์และประเมินชิ้นงานของตนเองและผู้อื่น ได้อย่างเที่ยงตรง มีความยุติธรรม เป็นที่ยอมรับของคนอื่นในชั้นเรียน

4. เกณฑ์การให้คะแนนแบบรูบริกเป็นสิ่งที่ง่ายต่อการใช้และการอธิบายแก่ผู้อื่น ให้เข้าใจการประเมินหรือการให้คะแนนของตนเอง

สสวท. (2555 ก, หน้า 168) ระบุว่า การให้คะแนนแบบรูบริกเป็นเครื่องมือช่วยให้นักครูพิจารณาและตัดสินระดับความสามารถของนักเรียนด้านความรู้ แนวคิดทางคณิตศาสตร์ ทักษะ และกระบวนการทางคณิตศาสตร์ เพื่อนำผลที่ได้มาใช้ในการปรับปรุงการเรียนการสอนให้มีประสิทธิภาพดียิ่งขึ้น ตลอดจนการให้คะแนนแบบรูบริกยังเป็นเครื่องมือช่วยให้นักเรียนประเมินผลระดับความสามารถด้านคณิตศาสตร์ของตนเอง แล้วนำผลที่ได้มาปรับปรุงและพัฒนาความสามารถด้านคณิตศาสตร์ของตนเองให้ดียิ่งขึ้นด้วย

เวชฤทธิ์ อังกะภักทรขจร (2555, หน้า 184-185) กล่าวถึงประเภทของเกณฑ์การให้คะแนนแบบรูบริกว่า โดยทั่วไปการให้คะแนนแบบรูบริก มี 2 รูปแบบ คือ

1. การให้คะแนนแบบภาพรวม (Holistic scoring) เป็นการให้คะแนนที่ประเมินความรู้และผลงานของผู้เรียน โดยกำหนดระดับคะแนนพร้อมบรรยายละเอียดของผลงานหรือพฤติกรรมของผู้เรียนเป็นภาพรวม โดยไม่มีการแยกเป็นด้าน ๆ การให้คะแนนลักษณะนี้มักใช้ในการตัดสินหรือสรุปผลการเรียนของผู้เรียน

2. การให้คะแนนแบบแยกองค์ประกอบ (Analytic scoring) เป็นการให้คะแนนตามองค์ประกอบของสิ่งที่ต้องการประเมิน เช่น เมื่อประเมินความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ เรื่องการวิเคราะห์ข้อมูล อาจแยกพิจารณาเป็นด้านการเก็บรวบรวมข้อมูล ด้านการนำเสนอข้อมูล

และด้านการอ่าน เปรียบเทียบและวิเคราะห์แนวโน้มของข้อมูล การให้คะแนนลักษณะนี้มักใช้ในการประเมินผลการเรียนรู้ที่มีจุดประสงค์ เพื่อวินิจฉัยหาจุดเด่นหรือจุดด้อยของผู้เรียนในแต่ละด้าน

จากรายละเอียดเกณฑ์การให้คะแนนแบบรูบรีคดังกล่าว สรุปได้ว่า การให้คะแนนแบบรูบรีคเป็นเครื่องมือช่วยให้ครูพิจารณาตัดสินระดับความสามารถด้านความรู้ ทักษะ/กระบวนการทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนได้อย่างเที่ยงตรง มีความยุติธรรม โดยการให้คะแนนแบบรูบรีค มี 2 รูปแบบ คือ การให้คะแนนแบบภาพรวม (Holistic scoring) และการให้คะแนนแบบแยกองค์ประกอบ (Analytic scoring) ซึ่งในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยเลือกใช้เกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์แบบภาพรวม (Holistic scoring) เพื่อมุ่งหวังที่จะขจัดปัญหาที่จะเกิดจากการตรวจแบบทดสอบให้คะแนน ป้องกันความลำเอียง และเพื่อนำผลที่ได้มาใช้ในการปรับปรุงการเรียนการสอนให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น

3. เกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

กรมวิชาการ (2546, หน้า 123) ได้ให้เกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ไว้ดังตารางที่ 6

ตารางที่ 6 เกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของกรมวิชาการ

คะแนน/ ความหมาย	ความสามารถในการให้เหตุผลที่ปรากฏให้เห็น
4/ ดีมาก	มีการอ้างอิง เสนอแนวคิดประกอบการตัดสินใจอย่างสมเหตุสมผล
3/ ดี	มีการอ้างอิงที่ถูกต้องบางส่วน และเสนอแนวคิดประกอบการตัดสินใจ
2/ พอใช้	เสนอแนวคิดไม่สมเหตุสมผลในการตัดสินใจ
1/ ต้องปรับปรุง	มีความพยายามเสนอแนวคิดประกอบการตัดสินใจ
0/ ไม่พยายาม	ไม่มีแนวคิดประกอบการตัดสินใจ

สสวท. (2547, หน้า 50-52) ได้เสนอเกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ไว้ดังตารางที่ 7

ตารางที่ 7 เกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของ สสวท.

คะแนน/ ความหมาย	ความสามารถในการให้เหตุผลที่ปรากฏให้เห็น
0/ ไม่พยายาม	ไม่มีแนวคิดประกอบการตัดสินใจ/ แนวคิดไม่ถูกต้องเลย
1/ ต้องปรับปรุง	มีความพยายามเสนอแนวคิดประกอบการตัดสินใจ หรือมีข้อบกพร่องมากกว่า 2 แห่ง
2/ พอใช้	เสนอแนวคิดได้สมเหตุสมผลในการประกอบการตัดสินใจ แต่มีข้อบกพร่อง 2 แห่ง
3/ ดี	มีการอ้างอิงที่ถูกต้อง และเสนอแนวคิดประกอบการตัดสินใจมีข้อบกพร่องเพียง 1 แห่ง
4/ ดีมาก	มีการอ้างอิง เสนอแนวคิดประกอบการตัดสินใจอย่างสมเหตุสมผล

เวชฤทธิ์ อังกะภักทรขจร (2554, หน้า 116) ได้ให้เกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ไว้ดังตารางที่ 8

ตารางที่ 8 เกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของเวชฤทธิ์ อังกะภักทรขจร

คะแนน/ ความหมาย	ความสามารถในการให้เหตุผลที่ปรากฏให้เห็น
4 (ดีมาก)	ตอบคำถามถูกต้องทั้งหมด และแสดงเหตุผลประกอบคำตอบได้สมบูรณ์ มีการอธิบายอย่างสมเหตุสมผล และชัดเจน
3 (ดี)	ตอบคำถามถูกต้องทั้งหมด และแสดงเหตุผลประกอบคำตอบได้เกือบสมบูรณ์
2 (พอใช้)	ตอบคำถามถูกต้องบางส่วน และพยายามแสดงเหตุผลประกอบคำตอบ แต่ไม่ถูกต้อง
1 (ปรับปรุง)	ตอบคำถามถูกต้องบางส่วน แต่ไม่มีการแสดงเหตุผลประกอบคำตอบ
0 (ไม่พยายาม)	ไม่มีการตอบคำถามและไม่มีการแสดงเหตุผลใด ๆ

จากรายละเอียดเกณฑ์การให้คะแนนแบบรูปรีดังกล่าว ผู้วิจัยเลือกใช้เกณฑ์การประเมินความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์แบบรูปรี ประเภทการให้คะแนนแบบภาพรวม

(Holistic scoring) โดยปรับเกณฑ์จากที่นักการศึกษาและสถาบันทางการศึกษาได้เสนอไว้เพื่อให้สอดคล้องกับความหมายของความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ที่ผู้วิจัยสรุป ซึ่งมีระดับคะแนนดังตารางที่ 9

ตารางที่ 9 เกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ที่ผู้วิจัยเลือกใช้

คะแนน/ ความหมาย	ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ที่ปรากฏให้เห็น
3 (ดีมาก)	คำตอบถูกต้อง มีการแสดงแนวคิด โดยอาศัยหลักการทางคณิตศาสตร์ ประกอบการให้คำตอบอย่างสมเหตุสมผล ถูกต้องครบถ้วน
2 (ดี)	คำตอบถูกต้อง มีการแสดงแนวคิด โดยอาศัยหลักการทางคณิตศาสตร์ ประกอบการให้คำตอบอย่างสมเหตุสมผล ถูกต้องเกือบสมบูรณ์
1 (พอใช้)	คำตอบถูกต้อง มีการแสดงแนวคิด โดยอาศัยหลักการทางคณิตศาสตร์ ประกอบการให้คำตอบแต่ไม่สมเหตุสมผล หรือคำตอบถูกต้องแต่ไม่มีการแสดงแนวคิดประกอบคำตอบ หรือคำตอบผิดแต่มีการแสดงแนวคิดประกอบคำตอบอย่างสมเหตุสมผล
0 (ต้องปรับปรุง)	คำตอบผิดและไม่มีการแสดงแนวคิดประกอบคำตอบ หรือไม่มีการเขียนใด ๆ

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์

ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์

มีนักการศึกษาได้ให้ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ไว้ ดังนี้

Wilson (1971, pp. 643-645) กล่าวว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถทางสติปัญญาในการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ซึ่งเป็นผลของการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ที่ประเมินพฤติกรรมด้านสติปัญญาในการเรียนรู้คณิตศาสตร์ออกมาเป็นระดับความสามารถ โดยกำหนดพฤติกรรมที่ต้องการวัดเป็น 4 ด้าน ดังนี้

1. ความรู้ความจำเกี่ยวกับการคำนวณ (Computation) เป็นระดับการวัดเกี่ยวกับทักษะในการคิดคำนวณ ได้แก่ การวัดความรู้ ความจำแบบง่าย ๆ เกี่ยวกับสิ่งที่ผู้เรียนได้เรียนผ่านมาแล้ว พฤติกรรมระดับนี้ แบ่งออกเป็น 3 ชั้น คือ

1.1 ความรู้ความจำเกี่ยวกับข้อเท็จจริง หมายถึง การถามเพื่อวัดความรู้ความจำเกี่ยวกับเนื้อหาวิชาในรูปแบบเดียวกับที่ผู้เรียนได้รับการเรียนการสอนมาแล้ว

1.2 ความรู้ความจำเกี่ยวกับศัพท์และนิยาม หมายถึง การถามให้ผู้เรียนบอกความหมายของคำศัพท์และนิยามต่าง ๆ ตามที่เคยเรียนมาแล้ว โดยไม่ต้องอาศัยการคิดคำนวณแต่อย่างใด

1.3 ความรู้ความจำเกี่ยวกับการใช้กระบวนการคิดคำนวณ (Ability to carry out algorithms) หมายถึง การที่ผู้เรียนสามารถนำสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ดำเนินการตามกระบวนการของการคิดคำนวณในแบบที่เคยเรียนมาแล้ว

2. ความเข้าใจ (Comprehension) เป็นระดับที่วัดความสามารถในการนำความรู้ที่รู้แล้วมาสัมพันธ์กับโจทย์หรือปัญหาใหม่ ตลอดจนการตีความ แปลความ สรุปความ และขยายความได้ พฤติกรรมระดับนี้แบ่งออกเป็น 6 ชั้น คือ

2.1 ความรู้เกี่ยวกับมโนคติ หมายถึง ความสามารถในการสรุปความหมายของสิ่งที่ได้เรียนตามความเข้าใจของตนเอง รู้จักนำข้อเท็จจริงของเนื้อหาต่าง ๆ ที่เรียนมาสัมพันธ์กัน โดยการนำมาสรุปความหมายของสิ่งนั้นอีกครั้งหนึ่ง

2.2 ความรู้เกี่ยวกับหลักการ กฎ และการทำให้เป็นกรณีทั่วไป เป็นความสัมพันธ์ระหว่าง มโนคติและตัวปัญหา ซึ่งผู้เรียนควรจะรู้หลังจากที่เรียนเรื่องนั้นจบไปแล้ว

2.3 ความรู้เกี่ยวกับโครงสร้างทางคณิตศาสตร์ หมายถึง การถามเพื่อวัดความสามารถในการมองเห็นส่วนประกอบย่อยของข้อความทางด้านคณิตศาสตร์ตามลักษณะที่มุ่งหวัง ส่วนใหญ่จะเป็นคำถามเกี่ยวกับศัพท์ และนิยามในคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวกับ โครงสร้างทางคณิตศาสตร์

2.4 ความสามารถในการแปลงส่วนประกอบของปัญหาจากแบบหนึ่งไปอีกแบบหนึ่ง หมายถึง ความสามารถในการเปลี่ยนข้อความให้เป็นสัญลักษณ์หรือสมการ ในขั้นนี้มิได้รวมถึงการคิดคำนวณหาคำตอบจากสมการนั้น

2.5 ความสามารถในการดำเนินตามเหตุผล คณิตศาสตร์ส่วนมากอยู่ในรูปของการอนุมาน ดังนั้น การที่จะเข้าใจบทความหรือผลงานทางคณิตศาสตร์จึงต้องอาศัยความสามารถในการดำเนินตามแนวเหตุผลขณะที่อ่าน

2.6 ความสามารถในการอ่านและตีความ โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการอ่านและตีความจาก โจทย์ ความสามารถระดับนี้รวมการแปลความหมายจากกราฟหรือข้อมูลทางสถิติ ตลอดจนการแปลสมการหรือตัวเลขให้เป็นรูปภาพ

3. การนำไปใช้ (Application) เป็นการนำความรู้ กฎ หลักการ ข้อเท็จจริง ทฤษฎี ฯลฯ ที่ได้เรียนรู้มาแล้วไปแก้ปัญหาใหม่ให้เป็นผลสำเร็จ ทั้งนี้ โจทย์ปัญหาที่ใช้วัดในระดับนี้จะต้องไม่ใช่โจทย์ข้อเดิมที่อยู่ในแบบฝึกหัด หรือเคยทำมาแล้ว การวัดพฤติกรรมในระดับนี้แบ่งเป็น 4 ชั้น ดังนี้

3.1 ความสามารถในการแก้ปัญหาธรรมดา หมายถึง ปัญหาคล้ายกับปัญหาที่เคยเรียนมาแล้วในห้องเรียน โดยที่ผู้เรียนจะต้องจัดรูปของพฤติกรรมขึ้นความเข้าใจและการใช้กระบวนการเพื่อที่จะแก้ปัญหา

3.2 ความสามารถในการเปรียบเทียบ หมายถึง การถามที่คาดหวังให้ผู้เรียนนึกถึงรายละเอียดที่เกี่ยวข้องต่าง ๆ เช่น มโนคติ กฎ ศัพท์ นิยามของข้อมูล 2 ชุด เพื่อค้นพบความสัมพันธ์เปรียบเทียบและนำมาสรุปในการตัดสินใจ

3.3 ความสามารถในการวิเคราะห์ข้อมูล เป็นความสามารถในการแยกแยะจำแนกปัญหาโจทย์ออกเป็นส่วนย่อยว่า มีความจำเป็นหรือไม่ในการนำไปใช้แก้โจทย์ปัญหา

3.4 ความสามารถในการมองเห็นรูปแบบ ลักษณะ โครงสร้างที่เหมือนกัน และการสมมาตร พฤติกรรมในขั้นนี้จะเกี่ยวกับการระลึกถึงข้อมูล แปลงปัญหา การจัดกระทำกับข้อมูล ระลึกถึงความสัมพันธ์ จะเป็นการถามคำถามให้ผู้เรียนหาสิ่งที่คุ้นเคยกับข้อมูลที่กำหนดให้หรือจากปัญหาที่กำหนดให้

4. การวิเคราะห์ (Analysis) เป็นระดับวัดความสามารถในการแก้ปัญหาที่แปลกกว่าธรรมดา หรือ โจทย์ปัญหาที่ไม่คุ้นเคยกับที่รู้มาก่อน ไม่เคยฝึกทำมาก่อน แต่ต้องอยู่ในขอบข่ายเนื้อหาวิชาที่เคยเรียนมา พฤติกรรมระดับนี้แบ่งออกเป็น 5 ชั้น คือ

4.1 ความสามารถในการแก้ปัญหาที่แปลกกว่าธรรมดา หมายถึง ความสามารถในการถ่ายโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่ได้เรียนรู้มาแล้ว ไปสู่เนื้อหาใหม่ ซึ่งการแก้ปัญหาลักษณะนี้ส่วนมากเป็นปัญหาสถานการณ์ จะนำกระบวนการคิดคำนวณมาใช้โดยตรงไม่ได้

4.2 ความสามารถในการค้นพบความสัมพันธ์ หมายถึง ความสามารถในการค้นพบความสัมพันธ์ใหม่ หรือนำสัญลักษณ์จากสิ่งที่กำหนดให้มาสร้างสูตรใหม่ด้วยตนเอง หรือเพื่อนำมาใช้ประโยชน์ในการหาคำตอบ

4.3 ความสามารถในการแสดงพิสูจน์ หมายถึง ความสามารถในการพิสูจน์ด้วยตนเอง ซึ่งไม่เหมือนกับความสามารถในการพิสูจน์ขั้นนำไปใช้ โดยผู้ตอบจะต้องอาศัยนิยามและทฤษฎีต่าง ๆ เข้ามาช่วยแก้ปัญหา

4.4 ความสามารถในการวิพากษ์วิจารณ์ หมายถึง ความสามารถในการใช้เหตุผลเพื่อวิพากษ์วิจารณ์การพิสูจน์นั้นนั้นถูกต้องหรือไม่ มีขั้นตอนใดผิดพลาด

4.5 ความสามารถในการสร้างและแสดงความสมเหตุสมผลของการทำให้เป็นกรณีทั่วไป หมายถึง ความสามารถในการค้นพบความสัมพันธ์ ข้อคำถามจะแสดงความสมเหตุสมผล

Good (1973, p. 7) กล่าวว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ หมายถึง ความรู้ที่ได้รับหรือทักษะที่พัฒนามาจากการเรียน โดยปกติวัดจากคะแนนที่ครูเป็นผู้ให้หรือจากแบบทดสอบหรืออาจรวมทั้งคะแนนที่ครูเป็นผู้ให้และคะแนนที่ได้จากแบบทดสอบ

ชานนท์ จันทรา (2555, หน้า 79) ได้กล่าวว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ระดับความสามารถของผู้เรียนเกี่ยวกับความรู้ ความเข้าใจ ทักษะและสมรรถภาพทางสมองด้านต่าง ๆ ทั้งในส่วนของเนื้อหาสาระ ข้อเท็จจริงที่ผู้เรียนได้เรียนรู้ และมโนทัศน์แต่ละเรื่อง จากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามที่กำหนดไว้ในหลักสูตร

จากความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางเรียนวิชาคณิตศาสตร์ที่กล่าวมา ผู้วิจัยสรุปได้ว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ หมายถึง ความรู้ ความสามารถในการเรียนคณิตศาสตร์ ของนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ซึ่งจำแนกพฤติกรรมด้านพุทธิพิสัยออกเป็น 4 ระดับตามแนวคิดของ Wilson ได้แก่ ความรู้ความจำ ความเข้าใจ การนำไปใช้ และการวิเคราะห์

ขั้นตอนในการสร้างแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์

การสอบมีจุดประสงค์เพื่อวัดความรู้เกี่ยวกับเนื้อหาต่าง ๆ ของผู้เรียน ส่วนใหญ่เป็นการวัดผลสัมฤทธิ์ในการเรียนโดยการใช้ข้อสอบ/แบบทดสอบ ซึ่งข้อสอบเป็นเครื่องมือประเภทหนึ่ง ในการวัดและประเมินผลว่าผู้เรียนมีความรู้ความเข้าใจในสิ่งที่ผู้สอนสอนมาน้อยเพียงใด ถูกต้องหรือไม่ และเป็นการตรวจสอบข้อบกพร่องของผู้เรียนเพื่อสามารถแก้ไขได้ทันทั้งที่ (เวชฤทธิ์ อังกะภักทรจรรยา, 2555, หน้า 146) ซึ่งมีนักการศึกษาและสถาบันทางการศึกษาได้กล่าวถึงขั้นตอนในการสร้างแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ไว้ดังนี้

ชานนท์ จันทรา (2555, หน้า 87-88) ได้อธิบายขั้นตอนในการสร้างแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ว่ามีขั้นตอนที่สำคัญ ดังนี้

1. ศึกษาหลักสูตรวิเคราะห์มาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัด สาระการเรียนรู้หรือเนื้อหา และจุดประสงค์การเรียนรู้ของหน่วยการเรียนรู้หรือสิ่งที่ต้องการวัด
2. กำหนดจุดมุ่งหมายของการวัดผลประเมินผล สาระการเรียนรู้ และจุดประสงค์การเรียนรู้ที่ต้องการวัด
3. เลือกประเภทของแบบทดสอบโดยอาจเป็นแบบปรนัยทั้งหมด แบบอัตนัยทั้งหมด หรือแบบปรนัยผสมกับแบบอัตนัย เพื่อให้ผู้เรียนได้มีโอกาสแสดงความรู้ความสามารถตามจุดมุ่งหมายที่ได้กำหนดไว้
4. กำหนดจำนวนข้อสอบ การกระจายของเนื้อหาสาระที่ต้องการทดสอบ และเวลาที่ใช้ในการสอบ เช่น การสอบย่อยหรือสอบเก็บคะแนน อาจใช้เวลา 30-60 นาที การสอบปลายภาคหรือสอบปลายปี อาจใช้เวลา 100-120 นาที เป็นต้น โดยในส่วนของจำนวนข้อสอบและคะแนนนั้นต้องสัมพันธ์ หรือเหมาะสมกับเวลาที่ใช้ในการสอบและรูปแบบของแบบทดสอบด้วย
5. จัดทำตารางวิเคราะห์ข้อสอบ เพื่อกำหนดจำนวนข้อของแบบทดสอบในแต่ละเนื้อหา และพฤติกรรมที่มุ่งวัดตามอัตราส่วนที่เหมาะสม โดยพฤติกรรมที่มุ่งวัดนั้น อาจใช้ความสามารถ

ด้านความรู้ความคิดทางคณิตศาสตร์ ได้แก่ ความรู้ ความจำ และคิดคำนวณ ความเข้าใจ การนำไปใช้ และการวิเคราะห์ หรืออาจผสมผสานระหว่างความสามารถด้านความรู้ความคิดกับทักษะ และกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ซึ่งการจัดทำตารางวิเคราะห์ข้อสอบนี้จะช่วยให้ได้แบบทดสอบที่มีความตรงเชิงเนื้อหา

6. สร้างแบบทดสอบตามคุณลักษณะและแนวทางที่ได้กำหนดไว้ในตารางวิเคราะห์ข้อสอบที่กำหนด

เวชฤทธิ์ อังกะภักทรขจร (2555, หน้า 154) ได้อธิบายขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบคณิตศาสตร์ ดังนี้

ขั้นที่ 1 ศึกษาหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 หรือหลักสูตรสถานศึกษา แล้ววิเคราะห์มาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัด สาระการเรียนรู้ และเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ที่ต้องการวัด

ขั้นที่ 2 จากข้อมูลในขั้นที่ 1 วิเคราะห์จุดประสงค์การเรียนรู้ที่ต้องการให้เกิดแก่ผู้เรียนในแต่ละเนื้อหา

ขั้นที่ 3 วิเคราะห์ระดับพฤติกรรมที่ต้องการวัด ซึ่งพฤติกรรมที่วัดในวิชาคณิตศาสตร์เป็นพฤติกรรม ระดับความรู้/ ความจำ ความเข้าใจ การนำไปใช้ และการวิเคราะห์ จากนั้นสร้างตารางวิเคราะห์ข้อสอบ จำแนกตามพฤติกรรมที่ต้องการวัดในแต่ละเนื้อหา

ขั้นที่ 4 จากข้อมูลในขั้นที่ 2 และ 3 นำมาวิเคราะห์พฤติกรรมที่ต้องการวัดในแต่ละจุดประสงค์การเรียนรู้

ขั้นที่ 5 กำหนดลักษณะของข้อสอบ และทำการสร้างข้อสอบตามพฤติกรรมที่ต้องการวัด และจุดประสงค์การเรียนรู้ที่สร้างขึ้นในขั้นที่ 4

สสวท. (2555 ก, หน้า 30) ได้เสนอแนวทางการสร้างแบบทดสอบโดยมีขั้นตอนสำคัญดังต่อไปนี้

1. ศึกษาจุดมุ่งหมายของการวัดผลประเมินผล สาระการเรียนรู้ มาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัดและเนื้อหาที่ต้องการ
2. วิเคราะห์เนื้อหาและระดับพฤติกรรมที่ต้องการวัด
3. กำหนดรูปแบบของข้อสอบที่จะใช้ในแบบทดสอบให้สอดคล้องกับเนื้อหาและระดับพฤติกรรมที่ต้องการวัด และควรใช้รูปแบบที่หลากหลาย เพื่อให้ผู้เรียนได้มีโอกาสแสดงความรู้ความสามารถอย่างเต็มศักยภาพ
4. กำหนดจำนวนข้อสอบ การกระจายเนื้อหาสาระที่ต้องการทดสอบและเวลาที่ใช้ทดสอบ

5. สร้างข้อสอบตามที่กำหนด โดยคำนึงถึงเทคนิคของการสร้างแบบทดสอบ และความสอดคล้องกับจุดมุ่งหมายของการวัดผลประเมินผล
6. ตรวจสอบความถูกต้องของเนื้อหา ความเที่ยงตรง และความเป็นปรนัยของข้อสอบ ในงานวิจัยนี้มีขั้นตอนการสร้างแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ดังนี้ ศึกษาหลักสูตรสถานศึกษา ศึกษาวิธีสร้างแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน สร้างตารางวิเคราะห์ข้อสอบ แล้วดำเนินการสร้างแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ประเมินคุณภาพของแบบทดสอบ ตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา หากคุณภาพของข้อสอบรายชื่อ โดยนำแบบทดสอบไปทดลองสอบ (Try out) วิเคราะห์หาค่าความเชื่อมั่น (Reliability) ของแบบทดสอบ เพื่อนำมาปรับปรุงแก้ไข

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยในประเทศ

นภาพร บุญจวง (2545) ได้ทำการศึกษาการพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ตามแนวคิดทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์โดยใช้แฟ้มสะสมผลงานของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยจัดกิจกรรมที่เน้นให้นักเรียนเป็นผู้ลงมือปฏิบัติ สอดคล้องกับความต้องการและเร้าความสนใจของนักเรียน มุ่งให้นักเรียนได้ศึกษาหาความรู้ที่ถูกต้องและมีเหตุผลทางคณิตศาสตร์ ลักษณะของการจัดกิจกรรมส่วนใหญ่ เป็นการเปิดโอกาสให้นักเรียนได้แสดงความคิดเห็นอย่างเต็มที่ ตามสมรรถภาพของนักเรียน ผลการวิจัย พบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนตามแนวคิดทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ โดยใช้แฟ้มสะสมผลงานมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน คิดเป็นร้อยละ 82.36 สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ร้อยละ 70

มันทนา พักขาว (2549) ได้ทำการศึกษาผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นการสร้างความรู้ด้วยตนเองที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนช่วงชั้นที่ 3 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ผลการศึกษาพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่เรียน โดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นการสร้างความรู้ด้วยตนเองสูงกว่านักเรียนที่เรียน โดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

นิตยา นิมวงศ์ (2551) ได้ศึกษาการเปรียบเทียบความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง ความน่าจะเป็น ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการสอน โดยใช้รูปแบบการเรียนรู้ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ ทำให้นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนตามปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ชนะศักดิ์ แสงศรีเรือง (2553) ได้ทำการศึกษาค้นคว้าพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นทักษะ การให้เหตุผลตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ เรื่อง ความน่าจะเป็น สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา ปีที่ 3 พบว่า นักเรียนมีทักษะในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับดี ร้อยละ 86.96 และมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์เฉลี่ย ร้อยละ 74.13 โดยนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ตั้งแต่ร้อยละ 70 ขึ้นไป คิดเป็นร้อยละ 78.26

รุ่งนภา แก้ววงษา (2553) ได้ศึกษาการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความคงทนในการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง พหุนาม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการสอนโดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ กับวิธีการสอนแบบปกติ พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการสอน โดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนแบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

สาวิตรี ปรีพันธ์ (2553) ได้ทำการศึกษาค้นคว้าพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้กลุ่มสาระ การเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์ เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ผลการศึกษา พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 หลังได้รับการสอนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวคิด คอนสตรัคติวิสต์ เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 สูงกว่าก่อนได้รับการสอน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

อัญชลี มาลา (2553) ได้ศึกษาการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความสามารถในการ คิดวิเคราะห์ และความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่องการบวก ลบ คูณ หาร เศษส่วน กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ระหว่างการจัด การเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ และการจัดการเรียนรู้แบบปกติ พบว่า นักเรียนที่เรียน โดยการจัดการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ เรื่อง การบวก ลบ คูณ หารเศษส่วน มีความสามารถในการคิดวิเคราะห์ และความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์สูงกว่า นักเรียนที่เรียน โดยการจัดการเรียนรู้แบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < .0001$)

วิวัฒน์ พัทโท (2554) ได้ศึกษาการพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวคิด ทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ประกอบหลัก “สุ จี ปุ ลิ” เรื่องเศษส่วน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่มีต่อ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ พบว่า ผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียนของนักเรียน ด้วยกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวคิดทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ ประกอบหลัก “สุ จี ปุ ลิ” เรื่อง เศษส่วน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมี นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

นัยนา ไพจิตต์ (2557) ได้ศึกษาผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นการสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเองเพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง เวกเตอร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

งานวิจัยต่างประเทศ

Wade (1995, p. 3411-A) ได้ศึกษาโปรแกรมการสอนเพื่อพัฒนาความสามารถในการเข้าใจโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ เจตคติและความเชื่อมั่นในการแก้ปัญหาและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนเกรด 5 ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ ผลการศึกษา พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มตัวอย่างเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และจากการศึกษาข้อมูลเชิงคุณภาพ พบว่า เจตคติและความเชื่อมั่นในตนเองต่อวิชาคณิตศาสตร์ของกลุ่มตัวอย่างสูงขึ้น

Bullock (1996, p. 611-A) ได้ศึกษาผลของวิธีการสอนแบบการสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเองต่อเจตคติของนักศึกษาที่เรียนรายวิชาคณิตศาสตร์สำหรับครูระดับประถมศึกษา โดยมุ่งพิจารณาว่างานหรือเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ที่เปลี่ยนไปและสภาพแวดล้อมในชั้นเรียนคณิตศาสตร์ที่เปลี่ยนไป มีอิทธิพลอย่างไรต่อเจตคติวิชาคณิตศาสตร์ของนักศึกษา โดยทำการทดลองเป็นเวลา 1 ภาคเรียน ผลการศึกษา พบว่า การใช้วิธีการสอนแบบการสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง มีอิทธิพลทางบวกต่อเจตคติทางบวกต่อวิชาคณิตศาสตร์

Goodman (2004) ได้ศึกษาเกี่ยวกับมุมมองของทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ในการศึกษาคณิตศาสตร์ในระดับกลาง โดยการสอนแบบโครงงานคณิตศาสตร์ร่วมกับทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ โดยนักเรียนในแต่ละกลุ่มมีความรู้ความสามารถแตกต่างกัน คือ เก่ง ปานกลาง อ่อน จากการศึกษาพบว่า การจัดกิจกรรมการเรียนการสอน โครงงานคณิตศาสตร์ร่วมกับทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ สามารถเพิ่มความชำนาญในการแก้ปัญหาและความสามารถในทางคณิตศาสตร์มากขึ้น

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ พบว่า การจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ ช่วยให้ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์สูงขึ้น และสามารถพัฒนาผู้เรียนให้มีความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ที่ดีขึ้นด้วย

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัย เรื่อง ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ที่มีต่อความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชัน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ผู้วิจัยได้ดำเนินการ ดังนี้

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง
2. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
3. การสร้างและการหาคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
4. การเก็บรวบรวมข้อมูล
5. การวิเคราะห์ข้อมูลและสถิติที่ใช้

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนสิงห์สมุทร อำเภอสัตหีบ จังหวัดชลบุรี ภาคเรียนที่ 2 การศึกษา 2559 จำนวน 6 ห้องเรียน รวมจำนวนนักเรียน 709 คน โดยแต่ละห้องเรียนจัดนักเรียนแบบความสามารถทางการเรียน พิจารณาได้จากคะแนนสอบของนักเรียนในการจัดนักเรียนเข้าชั้นเรียน

กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/ 6 จำนวน 49 คน โรงเรียนสิงห์สมุทร อำเภอสัตหีบ จังหวัดชลบุรี ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2559 ได้มาจากการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster random sampling) โดยการจับสลากห้องเรียนมา 1 ห้องเรียน จาก 6 ห้องเรียน

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้สร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย มีดังนี้

1. แผนการจัดการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชัน จำนวน 7 แผน
2. แบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชัน เป็นแบบอัตนัย จำนวน 7 ข้อ

3. แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชัน เป็นแบบชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 20 ข้อ

การสร้างและการหาคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

การสร้างและการหาคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย มีรายละเอียด ดังนี้

1. แผนการจัดการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชัน 7 แผน จำนวน 12 ชั่วโมง ซึ่งผู้วิจัยสร้างขึ้น มีรายละเอียด ดังนี้

1.1 ศึกษาหลักสูตรสถานศึกษาโรงเรียนสิงห์สมุทร อำเภอสัตหีบ จังหวัดชลบุรี เกี่ยวกับคำอธิบายรายวิชา ผลการเรียนรู้ สาระการเรียนรู้ การวัดและประเมินผล

1.2 ศึกษาแนวคิด ทฤษฎีและผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ เพื่อเป็นแนวทางในการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์

1.3 ศึกษาคู่มือรายวิชาคณิตศาสตร์เพิ่มเติม เล่ม 2 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

1.4 วิเคราะห์ผลการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง ฟังก์ชัน เพื่อกำหนดสาระการเรียนรู้ จุดประสงค์การเรียนรู้ และจำนวนชั่วโมงที่ใช้ในการสอน ดังรายละเอียดในตารางที่ 10

ตารางที่ 10 วิเคราะห์แผนการจัดการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชัน จำนวน 7 แผน

ชื่อแผน	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้	จุดประสงค์การเรียนรู้	จำนวน (ชั่วโมง)
1. ความหมายของฟังก์ชัน	1. มีความคิดรวบยอดเกี่ยวกับฟังก์ชัน เขียนกราฟของฟังก์ชันและสร้างฟังก์ชันจากโจทย์ปัญหาที่กำหนดให้ได้ 2. ให้เหตุผลประกอบการตัดสินใจและสรุปผลได้อย่างเหมาะสม	1. ความหมายของฟังก์ชัน, ฟังก์ชันจาก A ไป B	1. สามารถบอกความหมายของฟังก์ชันได้ 2. สามารถอธิบายได้ว่าความสัมพันธ์ที่กำหนดให้เป็นฟังก์ชันหรือไม่เป็นฟังก์ชัน 3. สามารถบอกความหมายของฟังก์ชันจาก A ไป B ได้	2

ตารางที่ 10 (ต่อ)

ชื่อแผน	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้	จุดประสงค์การเรียนรู้	จำนวน (ชั่วโมง)
			4. สามารถอธิบายได้ว่าความสัมพันธ์ที่กำหนดให้เป็นฟังก์ชันหรือไม่เป็นฟังก์ชัน จาก A ไป B 5. สามารถให้เหตุผลประกอบคำตอบได้ว่าความสัมพันธ์ที่กำหนดให้เป็นฟังก์ชันหรือไม่เป็นฟังก์ชัน 6. สามารถให้เหตุผลประกอบคำตอบได้ว่าความสัมพันธ์ที่กำหนดให้เป็นฟังก์ชันหรือไม่เป็นฟังก์ชัน จาก A ไป B	
2. ฟังก์ชันหนึ่งต่อหนึ่ง	1. มีความคิดรวบยอดเกี่ยวกับฟังก์ชันเขียนกราฟของฟังก์ชันและสร้างฟังก์ชันจากโจทย์ปัญหาที่กำหนดให้ได้ 2. ให้เหตุผลประกอบการตัดสินใจและสรุปผลได้อย่างเหมาะสม	1. ฟังก์ชันหนึ่งต่อหนึ่ง	1. สามารถอธิบายความหมายของฟังก์ชันหนึ่งต่อหนึ่งได้ 2. สามารถอธิบายได้ว่าฟังก์ชันที่กำหนดให้เป็นฟังก์ชันหนึ่งต่อหนึ่ง จาก A ไป B 3. สามารถให้เหตุผลได้ว่าฟังก์ชันที่กำหนดให้เป็นฟังก์ชันหนึ่งต่อหนึ่ง	1
3. ฟังก์ชันทั่วถึง	1. มีความคิดรวบยอดเกี่ยวกับฟังก์ชันเขียนกราฟของ ฟังก์ชันและสร้างฟังก์ชันจากโจทย์ปัญหาที่กำหนดให้ได้ 2. ให้เหตุผลประกอบการตัดสินใจและสรุปผลได้อย่างเหมาะสม	1. ฟังก์ชันทั่วถึง	1. สามารถอธิบายความหมายของฟังก์ชันทั่วถึงได้ 2. สามารถอธิบายได้ว่าฟังก์ชันที่กำหนดให้เป็นฟังก์ชันทั่วถึง จาก A ไป B 3. สามารถให้เหตุผลได้ว่าฟังก์ชันที่กำหนดให้เป็นฟังก์ชันทั่วถึง	1

ตารางที่ 10 (ต่อ)

ชื่อแผน	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้	จุดประสงค์การเรียนรู้	จำนวน (ชั่วโมง)
4. ฟังก์ชันเพิ่ม และ ฟังก์ชันลด	1. มีความคิดรวบยอด เกี่ยวกับฟังก์ชัน เขียนกราฟของฟังก์ชัน และสร้างฟังก์ชันจาก โจทย์ปัญหาที่กำหนด ให้ได้ 2. ให้เหตุผลประกอบการตัดสินใจ และสรุปผลได้อย่างเหมาะสม	1. ฟังก์ชันเพิ่ม และฟังก์ชันลด	1. สามารถอธิบายความหมาย ของฟังก์ชันเพิ่มและ ฟังก์ชันลดได้ 2. สามารถอธิบายว่าฟังก์ชัน ที่กำหนดให้เป็นฟังก์ชันเพิ่ม หรือฟังก์ชันลด ได้ 3. สามารถให้เหตุผลได้ว่า ฟังก์ชันที่กำหนดให้เป็น ฟังก์ชันเพิ่มหรือฟังก์ชันลด	2
5. การ ดำเนินการ ของฟังก์ชัน	1. มีความคิดรวบยอด เกี่ยวกับฟังก์ชัน เขียนกราฟของฟังก์ชัน และสร้างฟังก์ชันจาก โจทย์ปัญหาที่กำหนด ให้ได้ 2. ให้เหตุผลประกอบการตัดสินใจ และสรุปผลได้อย่างเหมาะสม	1. การดำเนินการ ทางฟังก์ชัน ในรูปผลบวก ผลต่าง ผลคูณ และผลหาร	1. สามารถหาค่าของ การดำเนินการของฟังก์ชัน ที่กำหนดให้ได้ 2. สามารถสร้างฟังก์ชันจาก โจทย์ปัญหาที่กำหนดให้ได้ 4. สามารถให้เหตุผลได้ว่า ฟังก์ชัน 2 ฟังก์ชันที่กำหนด ให้สามารถหาการดำเนินการ ทางฟังก์ชัน ในรูปผลบวก ผลต่าง ผลคูณ และผลหาร ได้หรือไม่	2
6. ฟังก์ชัน ประกอบ	1. มีความคิดรวบยอด เกี่ยวกับฟังก์ชัน เขียนกราฟของฟังก์ชัน และสร้างฟังก์ชันจาก โจทย์ปัญหาที่กำหนด ให้ได้ 2. ให้เหตุผลประกอบการตัดสินใจ และสรุปผลได้อย่างเหมาะสม	1. ฟังก์ชัน ประกอบ	1. สามารถอธิบายความหมาย ของฟังก์ชันประกอบได้ 2. สามารถหาฟังก์ชันประกอบ ของฟังก์ชันที่กำหนดให้ได้ 3. สามารถให้เหตุผลได้ว่า ฟังก์ชัน 2 ฟังก์ชันที่กำหนดให้ สามารถสร้างฟังก์ชันประกอบ ได้หรือไม่	2

ตารางที่ 10 (ต่อ)

ชื่อแผน	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้	จุดประสงค์การเรียนรู้	จำนวน (ชั่วโมง)
7. ฟังก์ชัน ผกผัน	1. มีความคิดรวบยอดเกี่ยวกับฟังก์ชัน เขียนกราฟของฟังก์ชันและสร้างฟังก์ชันจากโจทย์ปัญหาที่กำหนดให้ได้ 2. ให้เหตุผลประกอบการตัดสินใจ และสรุปผลได้อย่างเหมาะสม	1. ฟังก์ชันผกผัน	1. สามารถอธิบายความหมายของฟังก์ชันผกผันได้ 2. สามารถหาฟังก์ชันผกผันของฟังก์ชันที่กำหนดให้ได้ 3. สามารถให้เหตุผลได้ว่าฟังก์ชันที่กำหนดให้สามารถหาฟังก์ชันผกผันได้หรือไม่	2
รวม				12

1.5 ดำเนินการเขียนแผนการจัดการเรียนรู้ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ เรื่อง ฟังก์ชันของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ ประกอบด้วย หัวข้อ ดังนี้

1.5.1 ผลการเรียนรู้

1.5.2 จุดประสงค์การเรียนรู้

1.5.3 สาระสำคัญ

1.5.4 สาระการเรียนรู้

1.5.5 กิจกรรมการเรียนรู้ ประกอบไปด้วย

1.5.5.1 ขั้่นนำ เป็นขั้นที่ครูนำเสนอกิจกรรมหรือสถานการณ์ปัญหา โดยครูใช้คำถามนำ เพื่อกระตุ้นและสร้างความสนใจให้แก่ นักเรียนหรือ ทบทวนความรู้เดิมเพื่อเชื่อมโยงเข้าสู่บทเรียนใหม่

1.5.5.2 ขั้่นจัด โครงสร้างความรู้ เป็นขั้นที่นักเรียนค้นหาคำตอบ พร้อมทั้งลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง โดยผู้สอนใช้คำถามกระตุ้นให้นักเรียนใช้ความคิดนำไปสู่การค้นคว้าจนนักเรียนสามารถสรุปหรือสร้างแนวคิดใหม่ด้วยตนเองได้ และมีการอภิปรายแสดงผลร่วมกัน เพื่อแลกเปลี่ยนเรียนรู้และตรวจสอบแนวคิดหรือข้อสรุปที่สร้างขึ้น

1.5.5.3 ขั้่นนำความรู้ไปใช้ เป็นขั้นที่นักเรียนนำความรู้ ความเข้าใจใหม่ที่ตนเองสร้างขึ้นมาใช้ผ่านสถานการณ์หรือคำถามใหม่ ครูเปิดโอกาสให้นักเรียนซักถามหากเกิดข้อสงสัย และคอยใช้คำถามช่วยกระตุ้นให้นักเรียนได้คิดและแสดงผลประกอบแนวคิดของตน

1.5.5.4 ชั้นประเมินผล เป็นขั้นที่นักเรียนได้ตรวจสอบความรู้ ความเข้าใจ ในเนื้อหาที่เรียน จากการใช้คำถาม เพื่อให้นักเรียนได้แสดงเหตุผลประกอบแนวคิดหรือข้อสรุป ที่ตนเองสร้างขึ้น

1.5.6 สื่อ/ แหล่งการเรียนรู้

1.5.7 การวัดและประเมินผลการเรียนรู้

1.5.8 บันทึกหลังการสอน

1.6 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยสร้างเรียบร้อยแล้วเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษา เพื่อดูความเหมาะสมขององค์ประกอบของแผน ความสอดคล้องระหว่างผลการเรียนรู้ จุดประสงค์ การเรียนรู้ สาระสำคัญ สาระการเรียนรู้ กิจกรรมการเรียนรู้ สื่อ/ แหล่งการเรียนรู้ การวัด และการประเมินผลการเรียนรู้ ตลอดจนภาษาที่ใช้ และนำข้อเสนอแนะที่ได้มาปรับปรุงแก้ไข โดยผู้วิจัยได้ปรับปรุงแก้ไขในส่วนของคำที่พิมพ์ผิด และรายละเอียดของสาระการเรียนรู้ ให้สอดคล้องกับเนื้อหาที่เรียน เช่น

- จากสาระการเรียนรู้ในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง ความหมายของฟังก์ชัน ที่ระบุเพียง “ความหมายของฟังก์ชัน” ปรับแก้ไขเป็น “ความหมายของฟังก์ชัน และความหมายของฟังก์ชันจาก A ไป B”

1.7 นำแผนการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ที่ได้รับการปรับปรุงแก้ไขแล้วเสนอต่อ ผู้เชี่ยวชาญ ด้านการสอนคณิตศาสตร์ จำนวน 5 ท่าน เพื่อตรวจสอบความเหมาะสมของแผน การจัดการเรียนรู้ ซึ่งประกอบด้วย ผลการเรียนรู้ จุดประสงค์การเรียนรู้ สาระสำคัญ สาระการเรียนรู้ กิจกรรมการเรียนรู้ สื่อ อุปกรณ์ และแหล่งเรียนรู้ การวัดและการประเมินผลการเรียนรู้ และภาษา ที่ใช้ โดยใช้แบบประเมินความเหมาะสมที่มีลักษณะเป็นมาตราส่วนประมาณค่า (Rating scale) 5 ระดับ (บุญชม ศรีสะอาด, 2545, หน้า 102-103) ดังนี้

5 หมายถึง เหมาะสมมากที่สุด

4 หมายถึง เหมาะสมมาก

3 หมายถึง เหมาะสมปานกลาง

2 หมายถึง เหมาะสมน้อย

1 หมายถึง เหมาะสมน้อยที่สุด

แล้วนำมาหาค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และนำค่าเฉลี่ยมาแปลความหมาย โดยเปรียบเทียบกับเกณฑ์ในการแปลความหมาย ดังนี้

คะแนนเฉลี่ย 4.51-5.00 หมายถึง แผนการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสมมากที่สุด

คะแนนเฉลี่ย 3.51-4.50 หมายถึง แผนการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสมมาก

คะแนนเฉลี่ย 2.51-3.50 หมายถึง แผนการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสมปานกลาง
 คะแนนเฉลี่ย 1.51-2.50 หมายถึง แผนการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสมน้อย
 คะแนนเฉลี่ย 1.00-1.50 หมายถึง แผนการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสมน้อยที่สุด
 โดยยึดเกณฑ์การตัดสินจากคะแนนเฉลี่ย 3.51 ขึ้นไป และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
 ไม่เกิน 1.00

ซึ่งผลจากการประเมินของผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 ท่าน พบว่า แผนการจัดการเรียนรู้
 มีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับเหมาะสมมากที่สุด โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.75 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
 เท่ากับ .18 ตามลำดับ (รายละเอียดดังภาคผนวก ค) โดยผู้วิจัยได้ปรับปรุงในส่วน of รายละเอียด
 ที่ผู้เชี่ยวชาญได้ให้ข้อเสนอแนะ ดังนี้

- แก้ไขคำที่พิมพ์ผิดทุกแผนการจัดการเรียนรู้
- ปรับคำถามที่ใช้ในใบกิจกรรมให้ชัดเจนและครอบคลุมมากยิ่งขึ้น เช่น
 จาก “ความสัมพันธ์ที่เป็นฟังก์ชันและไม่เป็นฟังก์ชัน มีลักษณะเป็นอย่างไร จงอธิบาย”
 ปรับแก้ไขเป็น “ความสัมพันธ์ที่เป็นฟังก์ชันและไม่เป็นฟังก์ชัน เหมือนหรือแตกต่างกันอย่างไร
 จงอธิบาย”
- แก้ไขโจทย์ในแบบฝึกหัดบางข้อให้มีระดับความยากลดลง เช่น จงพิจารณาว่า
 ฟังก์ชันต่อไปนี้ เป็นฟังก์ชันเพิ่มหรือฟังก์ชันลดในเซตที่กำหนดให้ จาก “ $y(x) = x^2 - 2x + 1$ ในช่วง
 $(1, 3]$ ” ปรับแก้ไขเป็น “ $y(x) = x^2 - 2x$ ในช่วง $(0, 3]$ ”

1.8 หลังจากนำแผนการจัดการเรียนรู้ให้ผู้เชี่ยวชาญประเมินความเหมาะสมของแผน
 การจัดการเรียนรู้ และปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ แล้วนำเสนอต่ออาจารย์
 ที่ปรึกษาตรวจสอบความถูกต้องอีกครั้ง

1.9 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ปรับปรุง แก้ไขตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ
 ไปทดลองนำร่องกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/3 ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างของโรงเรียนสิงห์สมุทร
 อำเภอสัตหีบ จังหวัดชลบุรี ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2559 เพื่อตรวจสอบความเป็นไปได้ใน
 การนำไปใช้ในการจัดการเรียนรู้ และใช้เป็นข้อมูลในการปรับปรุงแผนการจัดการเรียนรู้ให้มี
 คุณภาพมากยิ่งขึ้น ได้ข้อมูล ดังนี้

1.9.1 นักเรียนส่วนใหญ่กล้าที่จะถามและตอบคำถาม มีความกระตือรือร้น
 ในการเรียน สามารถปฏิบัติกิจกรรมได้ตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่วางแผนไว้

1.9.2 เวลาที่ใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เป็นไปตามที่ได้กำหนดไว้

1.10 นำผลจากการทดลองใช้แผนการจัดการเรียนรู้มาปรับปรุง และจัดพิมพ์ฉบับจริง

1.11 นำแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ที่ปรับปรุงเรียบร้อยแล้วนำไปใช้กับนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง

2. แบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เป็นเครื่องมือที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น เพื่อวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชัน ซึ่งเป็นแบบทดสอบอัตนัย จำนวน 7 ข้อ มีขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบ ดังนี้

2.1 ศึกษาหลักสูตรสถานศึกษาโรงเรียนสิงห์สมุทร อำเภอสัตหีบ จังหวัดชลบุรี เกี่ยวกับคำอธิบายรายวิชา ผลการเรียนรู้ สาระการเรียนรู้ และเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์เพิ่มเติม เรื่อง ฟังก์ชัน ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

2.2 ศึกษาคู่มือครู วิธีการสร้างแบบทดสอบ แนวทางการวัดผลและประเมินผล ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์จากตำรา เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.3 สร้างตารางวิเคราะห์ข้อสอบ โดยทำการวิเคราะห์ความสอดคล้องระหว่างผลการเรียนรู้ สาระการเรียนรู้ และจุดประสงค์การเรียนรู้ เรื่อง ฟังก์ชัน เพื่อเป็นแนวทางในการสร้างแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ จำนวน 14 ข้อ โดยสร้างเป็นแบบทดสอบแบบอัตนัย ดังตารางที่ 11

ตารางที่ 11 การวิเคราะห์แบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้	จุดประสงค์การเรียนรู้	จำนวนข้อสอบที่ออกทั้งหมด	จำนวนข้อสอบที่ใช้จริง
1. มีความคิดรวบยอดเกี่ยวกับฟังก์ชันเขียนกราฟของฟังก์ชันและสร้างฟังก์ชันจากโจทย์ปัญหาที่กำหนดให้ได้	1. ความหมายของฟังก์ชัน, ฟังก์ชันจาก A ไป B	1. สามารถให้เหตุผลประกอบคำตอบได้ว่าความสัมพันธ์ที่กำหนดให้เป็นฟังก์ชันหรือไม่เป็นฟังก์ชัน	2	1

ตารางที่ 11 (ต่อ)

ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้	จุดประสงค์การเรียนรู้	จำนวน ข้อสอบที่ ออกทั้งหมด	จำนวน ข้อสอบ ที่ใช้จริง
1. มีความคิดรวบยอดเกี่ยวกับฟังก์ชันเขียนกราฟของฟังก์ชันและสร้างฟังก์ชันจากโจทย์ปัญหาที่กำหนดให้ได้	1. ฟังก์ชัน หนึ่งต่อหนึ่ง	1. สามารถให้เหตุผลได้ว่าฟังก์ชันที่กำหนดให้เป็นฟังก์ชันหนึ่งต่อหนึ่ง	2	1
1. มีความคิดรวบยอดเกี่ยวกับฟังก์ชันเขียนกราฟของฟังก์ชันและสร้างฟังก์ชันจากโจทย์ปัญหาที่กำหนดให้ได้	1. ฟังก์ชันทั่วถึง	1. สามารถให้เหตุผลได้ว่าฟังก์ชันที่กำหนดให้เป็นฟังก์ชันทั่วถึง	2	1
1. มีความคิดรวบยอดเกี่ยวกับฟังก์ชันเขียนกราฟของฟังก์ชันและสร้างฟังก์ชันจากโจทย์ปัญหาที่กำหนดให้ได้	1. ฟังก์ชันเพิ่ม และฟังก์ชันลด	1. สามารถให้เหตุผลได้ว่าฟังก์ชันที่กำหนดให้เป็นฟังก์ชันเพิ่มหรือฟังก์ชันลด	2	1

ตารางที่ 11 (ต่อ)

ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้	จุดประสงค์การเรียนรู้	จำนวน ข้อสอบที่ ออกทั้งหมด	จำนวน ข้อสอบ ที่ใช้จริง
1. มีความคิดรวบยอดเกี่ยวกับฟังก์ชันเขียนกราฟของฟังก์ชันและสร้างฟังก์ชันจากโจทย์ปัญหาที่กำหนดให้ได้	1. การดำเนินการทางฟังก์ชันในรูปผลบวกผลต่าง ผลคูณและผลหาร	1. สามารถให้เหตุผลได้ว่าฟังก์ชัน 2 ฟังก์ชันที่กำหนดให้สามารถหาการดำเนินการทางฟังก์ชัน ในรูปผลบวก ผลต่าง ผลคูณและผลหารได้หรือไม่	2	1
1. มีความคิดรวบยอดเกี่ยวกับฟังก์ชันเขียนกราฟของฟังก์ชันและสร้างฟังก์ชันจากโจทย์ปัญหาที่กำหนดให้ได้	1. ฟังก์ชันประกอบ	1. สามารถให้เหตุผลได้ว่าฟังก์ชัน 2 ฟังก์ชันที่กำหนดให้สามารถสร้างฟังก์ชันประกอบได้หรือไม่	2	1
1. มีความคิดรวบยอดเกี่ยวกับฟังก์ชันเขียนกราฟของฟังก์ชันและสร้างฟังก์ชันจากโจทย์ปัญหาที่กำหนดให้ได้	1. ฟังก์ชันผกผัน	1. สามารถให้เหตุผลได้ว่าฟังก์ชันที่กำหนดให้สามารถหาฟังก์ชันผกผันได้หรือไม่	2	1
รวม			14	7

2.4 สร้างแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ตามตารางวิเคราะห์ข้อสอบ ให้สอดคล้องระหว่างผลการเรียนรู้ สาระการเรียนรู้ และจุดประสงค์การเรียนรู้ที่ได้กำหนดไว้ จำนวน 14 ข้อ

2.5 สร้างเกณฑ์การตรวจให้คะแนนแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ โดยใช้เกณฑ์การวัดแบบภาพรวม (Holistic scoring) ซึ่งมีรายละเอียดดังตารางที่ 12

ตารางที่ 12 เกณฑ์การให้คะแนนของแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

คะแนน/ ความหมาย	ความสามารถในการให้เหตุผลที่ปรากฏให้เห็น
3 (ดีมาก)	คำตอบถูกต้อง มีการแสดงแนวคิด โดยอาศัยหลักการทางคณิตศาสตร์ ประกอบการให้คำตอบอย่างสมเหตุสมผล ถูกต้องครบถ้วน
2 (ดี)	คำตอบถูกต้อง มีการแสดงแนวคิด โดยอาศัยหลักการทางคณิตศาสตร์ ประกอบการให้คำตอบอย่างสมเหตุสมผล ถูกต้องเกือบสมบูรณ์
1 (พอใช้)	คำตอบถูกต้อง มีการแสดงแนวคิดโดยอาศัยหลักการทางคณิตศาสตร์ ประกอบการให้คำตอบแต่ไม่สมเหตุสมผล หรือคำตอบถูกต้องแต่ไม่มีการแสดงแนวคิดประกอบคำตอบ หรือคำตอบผิดแต่มีการแสดงแนวคิดประกอบคำตอบอย่างสมเหตุสมผล
0 (ต้องปรับปรุง)	คำตอบผิดและไม่มีการแสดงแนวคิดประกอบคำตอบ หรือไม่มีการเขียนใด ๆ

2.6 นำแบบทดสอบและเกณฑ์การให้คะแนนเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษา ตรวจสอบความถูกต้อง ความตรงของเนื้อหา ความสอดคล้องระหว่างผลการเรียนรู้ สาระการเรียนรู้ และจุดประสงค์การเรียนรู้ และนำข้อเสนอแนะมาปรับปรุงแก้ไข โดยผู้วิจัยได้ปรับปรุงแก้ไข ในรายละเอียดของเกณฑ์การให้คะแนนของแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ให้สอดคล้องกับความหมายของความสามารถ ในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ที่ผู้วิจัยได้สรุปไว้ พร้อมทั้งแก้ไขคำที่พิมพ์ผิดในแบบทดสอบ

2.7 นำแบบทดสอบและเกณฑ์การให้คะแนนที่สร้างเสร็จแล้วเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ ในการตรวจเครื่องมือ จำนวน 5 ท่าน ซึ่งเป็นกลุ่มเดียวกันกับการตรวจหาความเหมาะสมตามเนื้อหาของแผนการจัดการเรียนรู้ เพื่อพิจารณาตรวจสอบความสอดคล้องของข้อสอบรายข้อกับจุดประสงค์การเรียนรู้ โดยใช้ค่าดัชนีความสอดคล้อง IOC (Item objective congruence index) ค่าดัชนีความสอดคล้องที่ยอมรับได้ มีค่าตั้งแต่ .50 ขึ้นไป (เวชฤทธิ์ อังกะนัททรขจร, 2555, หน้า 159-160) โดยใช้เกณฑ์การให้คะแนน ดังนี้

- +1 หมายถึง แน่ใจว่าข้อสอบนั้นวัดตรงตามจุดประสงค์การเรียนรู้
- 0 หมายถึง ไม่แน่ใจว่าข้อสอบนั้นวัดตรงตามจุดประสงค์การเรียนรู้
- 1 หมายถึง แน่ใจว่าข้อสอบนั้นวัดไม่ตรงตามจุดประสงค์การเรียนรู้

โดยผลการประเมินแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชัน จากผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 ท่าน พบว่า แบบทดสอบทั้ง 14 ข้อ มีค่า IOC ตั้งแต่ .60-1.00 (รายละเอียดดังภาคผนวก ก) โดยผู้เชี่ยวชาญได้ให้ข้อเสนอแนะและปรับปรุงแก้ไข ดังนี้

2.7.1 ปรับภาษาที่ใช้ในคำถาม ข้อที่ 8 ของแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชัน ให้มีความชัดเจนมากยิ่งขึ้น เช่น

- จาก “พิจารณารูปต่อไปนี้ เป็นฟังก์ชันเพิ่มในช่วงใดหรือฟังก์ชันลดในช่วงใดจงอธิบาย” ปรับแก้ไขเป็น “จงพิจารณารูปต่อไปนี้ บนช่วง $[X_1, X_2]$ และบนช่วง $[X_2, X_3]$ ว่าเป็นฟังก์ชันเพิ่มหรือฟังก์ชันลดบนช่วงใด เพราะเหตุใด”

2.8 นำแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชัน และเกณฑ์การให้คะแนนมาปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ จากนั้นเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาตรวจสอบความถูกต้องอีกครั้ง

2.9 นำแบบทดสอบที่ปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญไปทดสอบกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/3 ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง โรงเรียนสิงห์สมุทร อำเภอสัตหีบ จังหวัดชลบุรี ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2559 ซึ่งได้ผ่านการเรียน เรื่อง ฟังก์ชัน มาแล้วเพื่อหาคุณภาพของแบบทดสอบ

2.10 นำผลการสอบมาวิเคราะห์เป็นรายข้อ เพื่อหาค่าความยากง่ายและค่าอำนาจจำแนก แล้วคัดเลือกแบบทดสอบเฉพาะที่มีค่าความยากง่าย (p) ตั้งแต่ .20-.80 และค่าอำนาจจำแนก (r) ตั้งแต่ .20 ขึ้นไป จำนวน 7 ข้อ โดยให้ครอบคลุมทุกจุดประสงค์การเรียนรู้ พบว่า แบบทดสอบมีค่าความยากง่าย (p) อยู่ระหว่าง .39-.64 และค่าอำนาจจำแนก (r) อยู่ระหว่าง .55-.77

2.11 นำผลการทดสอบจากข้อที่ผ่านการคัดเลือกแล้วจำนวน 7 ข้อ มาหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบแบบอัตนัยโดยใช้สูตรการหาค่าสัมประสิทธิ์แอลฟา (α -Coefficient) ของ Cronbach (เวชฤทธิ์ อังคะภักทรขจร, 2555, หน้า 161) ได้ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ทั้งฉบับเท่ากับ .87

2.12 นำแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ที่ผ่านการตรวจสอบและแก้ไขแล้ว ไปทดสอบกับนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง

3. แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์เรื่อง ฟังก์ชัน ได้ดำเนินการสร้างตามลำดับขั้น ดังนี้

3.1 ศึกษาหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ พุทธศักราช 2551 ของกระทรวงศึกษาธิการ

3.2 ศึกษาหลักสูตรสถานศึกษาโรงเรียนสิงห์สมุทร อำเภอสัตหีบ จังหวัดชลบุรี เกี่ยวกับคำอธิบายรายวิชา ผลการเรียนรู้ สาระการเรียนรู้ คู่มือครูรายวิชาคณิตศาสตร์เพิ่มเติม เล่ม 2 และหนังสือเรียนสาระการเรียนรู้เพิ่มเติม คณิตศาสตร์ เล่ม 2 เรื่อง ฟังก์ชัน ระดับชั้นมัธยมศึกษา ปีที่ 4

3.3 ศึกษาวิธีสร้างแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และกำหนดลักษณะแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เป็นแบบเลือกตอบชนิด 4 ตัวเลือก

3.4 สร้างตารางวิเคราะห์แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชัน จำนวน 40 ข้อ โดยกำหนดจำนวนข้อสอบตามจุดประสงค์การเรียนรู้และพฤติกรรม ที่ต้องการวัดตามแนวคิดของ Wilson (1971, pp. 643-645) ซึ่งจำแนกเป็น 4 ระดับ คือ ความรู้/ ความจำ ความเข้าใจ การนำไปใช้ และการวิเคราะห์ ดังตารางที่ 13

ตารางที่ 13 การวิเคราะห์ข้อสอบตามพฤติกรรมที่ต้องการวัด

สาระการเรียนรู้	จุดประสงค์การเรียนรู้	จำนวนข้อสอบจำแนกตามระดับ		รวม
		ความรู้ความจำ	ความเข้าใจ การนำไปใช้ การวิเคราะห์	
1. ความหมายของฟังก์ชัน, ฟังก์ชันจาก A ไป B	1. สามารถบอกความหมายของฟังก์ชันได้	2(1)		2(1)
	2. สามารถอธิบายได้ว่าความสัมพันธ์ที่กำหนดให้เป็นฟังก์ชันหรือไม่เป็นฟังก์ชัน		2(1)	2(1)
	3. สามารถบอกความหมายของฟังก์ชันจาก A ไป B ได้	2(1)		2(1)
	4. สามารถอธิบายได้ว่าความสัมพันธ์ที่กำหนดให้เป็นฟังก์ชันหรือไม่เป็นฟังก์ชัน จาก A ไป B	2(1)	2(1)	4(2)
2. ฟังก์ชันหนึ่งต่อหนึ่ง	5. สามารถอธิบายได้ว่าฟังก์ชันที่กำหนดให้เป็นฟังก์ชันหนึ่งต่อหนึ่งจาก A ไป B ได้		2(1)	2(1)
3. ฟังก์ชันทั่วถึง	6. สามารถอธิบายได้ว่าฟังก์ชันที่กำหนดให้เป็นฟังก์ชันจาก A ไปทั่วถึง B ได้		2(1)	2(1)
4. ฟังก์ชันเพิ่มและฟังก์ชันลด	7. สามารถอธิบายความหมายของฟังก์ชันเพิ่มและฟังก์ชันลดได้	2(1)		2(1)
	8. สามารถอธิบายว่าฟังก์ชันที่กำหนดให้เป็นฟังก์ชันเพิ่มหรือฟังก์ชันลดได้		2(1)	2(1)

ตารางที่ 13 (ต่อ)

สาระการเรียนรู้	จุดประสงค์การเรียนรู้	จำนวนข้อสอบจำแนกตามระดับ				รวม
		ความรู้ความจำ	ความเข้าใจ	การนำไปใช้	การวิเคราะห์	
5. การดำเนินการทางฟังก์ชัน ในรูปแบบผลบวก ผลต่าง ผลคูณ และผลหาร	9. สามารถหาค่าของการดำเนินการของฟังก์ชัน ที่กำหนดให้ได้	2(1)			2(1)	4(2)
	10. สามารถสร้างฟังก์ชันจากโจทย์ปัญหาที่กำหนด ให้ได้			4(2)	2(1)	6(3)
6. ฟังก์ชันประกอบ	11. สามารถหาฟังก์ชันประกอบของฟังก์ชันที่กำหนด ให้ได้	2(1)			4(2)	6(3)
7. ฟังก์ชันผกผัน	12. สามารถหาฟังก์ชันผกผันของฟังก์ชันที่กำหนดให้ได้	2(1)	2(1)		2(1)	6(3)
	รวม	8(4)	16(8)	6(3)	10(5)	40(20)

3.4 ผู้วิจัยกำหนดเกณฑ์การให้คะแนนแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ โดยใช้เกณฑ์การให้คะแนน ดังนี้

ให้ 1 คะแนน กรณีตอบถูก

ให้ 0 คะแนน กรณีตอบผิด หรือไม่ตอบ หรือตอบเกิน 1 คำตอบ

3.5 ผู้วิจัยดำเนินการสร้างแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชัน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยเป็นแบบทดสอบชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 40 ข้อ โดยให้สอดคล้องกับตารางวิเคราะห์ข้อสอบ แล้วนำแบบทดสอบเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษา เพื่อพิจารณาความสอดคล้องของข้อคำถาม กับจุดประสงค์การเรียนรู้ และพฤติกรรมที่ต้องการวัด เพื่อนำมาปรับปรุงแก้ไข

3.6 ทำการตรวจสอบความตรงตามเนื้อหาของแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์เรื่อง ฟังก์ชัน โดยผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 ท่าน ซึ่งเป็นกลุ่มเดียวกันกับตรวจหาความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ เพื่อพิจารณาตรวจสอบความสอดคล้องของข้อสอบ รายข้อกับจุดประสงค์การเรียนรู้ โดยใช้ค่าดัชนีความสอดคล้อง IOC (Item objective congruence index) ค่าดัชนีความสอดคล้องที่ยอมรับได้มีค่าตั้งแต่ .50 ขึ้นไป (เวชฤทธิ์ อังกะนภัทรขจร, 2555, หน้า 159-160) โดยใช้เกณฑ์การให้คะแนน ดังนี้

+1 หมายถึง สำหรับข้อคำถามที่มีความสอดคล้องจุดประสงค์การเรียนรู้

0 หมายถึง สำหรับข้อคำถามที่ไม่แน่ใจว่ามีความสอดคล้องจุดประสงค์การเรียนรู้

-1 หมายถึง สำหรับข้อคำถามที่ไม่มีความสอดคล้องจุดประสงค์การเรียนรู้

โดยผลการประเมินแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชัน จากผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน พบว่า แบบทดสอบทั้ง 40 ข้อ มีค่า IOC เท่ากับ .40 จำนวน 2 ข้อ และมีค่า IOC ตั้งแต่ .60-1.00 จำนวน 38 ข้อ (รายละเอียดดังภาคผนวก ค)

3.7 นำแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชัน ของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการตรวจสอบจากผู้เชี่ยวชาญมาปรับปรุงแก้ไข และปรับปรุงข้อสอบที่ไม่เหมาะสม จนได้ข้อสอบที่มีความสมบูรณ์ จำนวน 40 ข้อ โดยผู้เชี่ยวชาญได้ให้ข้อเสนอแนะ และปรับปรุงแก้ไข ดังนี้

3.7.1 ปรับปรุงภาษาที่ใช้ในการตั้งคำถามให้มีความชัดเจนมากขึ้น

- จาก โจทย์ ข้อ 39 “ฟังก์ชันในข้อใดต่อไปนี้เป็นอินเวอร์สของฟังก์ชันไม่เป็นฟังก์ชัน” ปรับแก้ไขเป็น “ฟังก์ชันในข้อใดต่อไปที่ไม่มีฟังก์ชันผกผัน”

3.7.2 ปรับข้อสอบบางข้อให้มีระดับความยากลดลง เช่น

- จากโจทย์ ข้อ 40 “ถ้า $f(x^2 - 4) = x + 2$ แล้ว $f^{-1}(0)$ มีค่าตรงกับข้อใด”

ปรับแก้ไขเป็น “ถ้า $f(2x - 4) = x + 2$ แล้ว $f^{-1}(2)$ มีค่าตรงกับข้อใด”

3.8 นำแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์เรื่อง ฟังก์ชัน ที่ผ่านการปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญแล้วเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาตรวจสอบความถูกต้องอีกครั้ง

3.9 นำแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์เรื่อง ฟังก์ชัน ที่ผ่านการตรวจสอบจากผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 40 ข้อ ไปทดสอบกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/3 ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างโรงเรียนสิงห์สมุทร อำเภอสัตหีบ จังหวัดชลบุรี ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2559 ซึ่งได้ผ่านการเรียน เรื่อง ฟังก์ชัน มาแล้วเพื่อหาคุณภาพของแบบทดสอบ

3.10 ตรวจสอบให้คะแนนแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ที่นักเรียนทำ โดยให้คะแนน 1 คะแนน สำหรับข้อที่ตอบถูก และให้คะแนน 0 คะแนน สำหรับข้อที่ตอบผิด หรือไม่ตอบ หรือตอบเกิน 1 คำตอบ

3.11 นำผลการตรวจคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์เป็นรายข้อ เพื่อหาค่าความยากง่าย และค่าอำนาจจำแนก โดยทำการคัดเลือกข้อสอบที่มีค่าความยากง่ายอยู่ระหว่าง .20-.80 และมีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ .20 ขึ้นไป (เวชฤทธิ์ อังคะภัทรขจร, 2555, หน้า 161-162) และครอบคลุมทุกจุดประสงค์การเรียนรู้ จำนวน 20 ข้อ พบว่า แบบทดสอบมีค่าความยากง่าย (p) อยู่ระหว่าง .33-.79 และค่าอำนาจจำแนก (r) อยู่ระหว่าง .24-.48

3.12 นำข้อสอบที่คัดเลือกแล้วทั้ง 20 ข้อ มาหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบปรนัย โดยใช้สูตร $K-R_{20}$ ของคูเดอร์-ริชาร์ดสัน (Kuder-Richardson method) (เวชฤทธิ์ อังคะภัทรขจร, 2555, หน้า 160) ได้ค่าความเชื่อมั่นของแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชัน ทั้งฉบับเท่ากับ .82

3.13 จัดพิมพ์แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ฉบับสมบูรณ์ เพื่อนำไปทดสอบกับนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง

การเก็บรวบรวมข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยดำเนินการทดลองตามขั้นตอน ดังนี้

1. ทำการสอนนักเรียนกลุ่มตัวอย่างด้วยแผนการจัดการเรียนรู้ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ เรื่อง ฟังก์ชัน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยผู้วิจัยเป็นผู้สอนด้วยตนเอง จำนวน 7 แผน รวมเวลา 12 คาบเรียน คาบเรียนละ 60 นาที

2. เมื่อเรียนจบทุกแผนการจัดการเรียนรู้แล้วทำการทดสอบหลังเรียนกับนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง โดยทำการทดสอบด้วยแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ และแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ มีรายละเอียด ดังนี้

- แบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ซึ่งเป็นแบบอัตนัย จำนวน 7 ข้อ โดยใช้เวลาในการทำแบบทดสอบ 60 นาที

- แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ซึ่งเป็นแบบทดสอบชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 20 ข้อ โดยใช้เวลาในการทำแบบทดสอบ 50 นาที เมื่อทำการทดสอบครบแล้ว ทำการบันทึกผลการสอบไว้

3. ตรวจสอบแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ และแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชัน แล้วนำคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์ผลทางสถิติ เพื่อตรวจสอบสมมติฐาน

การวิเคราะห์ข้อมูลและสถิติที่ใช้

การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยใช้การวิเคราะห์ข้อมูลทั้งในเชิงปริมาณและเชิงคุณภาพ ดังนี้

1. การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณ

1.1 เปรียบเทียบความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชัน หลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ เรื่อง ฟังก์ชัน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 กับเกณฑ์ร้อยละ 70 โดยใช้การทดสอบ t -test for one sample

1.2 เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชัน หลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ เรื่อง ฟังก์ชัน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 กับเกณฑ์ร้อยละ 70 โดยใช้การทดสอบ t -test for one sample

2. การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพ

ผู้วิจัยนำข้อมูลที่ได้จากการทำแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชัน มาจำแนกนักเรียนออกเป็น 4 กลุ่ม ตามเกณฑ์การประเมินความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น แล้วนำเสนอในรูปแบบความเรียง

สถิติที่ใช้ในการวิจัย

ในการทดสอบครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ใช้สถิติการวิเคราะห์ข้อมูล ดังต่อไปนี้

1. สถิติพื้นฐาน

1.1 ค่าเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่าง (Sample mean) โดยคำนวณจากสูตร (ชูศรี วงศ์รัตน์, 2552, หน้า 34)

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

เมื่อ \bar{X} แทน ค่าเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่าง
 $\sum x$ แทน ผลรวมทั้งหมดของข้อมูล
 n แทน จำนวนข้อมูลทั้งหมดของกลุ่มตัวอย่าง

1.2 ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานจากกลุ่มตัวอย่าง โดยคำนวณจากสูตร (ชูศรี วงศ์รัตน์, 2552, หน้า 60)

$$S = \sqrt{\frac{n \sum x^2 - (\sum x)^2}{n(n-1)}}$$

เมื่อ S แทน ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน
 $\sum x$ แทน ผลรวมทั้งหมดของข้อมูล
 $(\sum x)^2$ แทน ผลรวมทั้งหมดของข้อมูลยกกำลังสอง
 $\sum x^2$ แทน ผลรวมของข้อมูลแต่ละตัวยกกำลังสอง
 n แทน จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง หรือจำนวนข้อมูลทั้งหมด

2. สถิติที่ใช้หาคุณภาพเครื่องมือ

2.1 หาค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์การเรียนรู้ (IOC) โดยใช้สูตร (เวชฤทธิ์ อังกนะภัทรจจร, 2555, หน้า 159-160)

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

เมื่อ IOC แทน ดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์
 $\sum R$ แทน ผลรวมคะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญแต่ละคน
 N แทน จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

2.2 หาค่าความยากง่าย (p) และอำนาจจำแนก (r) รายชื่อของแบบทดสอบ วัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เป็นแบบอัตนัย โดยแบ่งนักเรียนเป็นกลุ่มสูง

และกลุ่มต่ำ ซึ่งใช้เทคนิค ร้อยละ 25 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมด โดยใช้สูตรของ Whitney and Sabers (เวชฤทธิ์ อังกนะภัทรขจร, 2555, หน้า 163) ดังนี้

หาค่าความยากง่าย (p)

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

เมื่อ p แทน ค่าความยากง่ายของข้อสอบแต่ละข้อ

S_h แทน ผลรวม fx ของคะแนนกลุ่มสูง

S_l แทน ผลรวม fx ของคะแนนกลุ่มต่ำ

x_{\max} แทน คะแนนสูงสุดที่ได้

x_{\min} แทน คะแนนต่ำสุดที่ได้

n_t แทน จำนวนคนกลุ่มสูงและกลุ่มต่ำรวมกัน

หาค่าอำนาจจำแนก (r)

$$r = \frac{S_h - S_l}{n_h(x_{\max} - x_{\min})}$$

เมื่อ r แทน ค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบแต่ละข้อ

S_h แทน ผลรวม fx ของคะแนนกลุ่มสูง

S_l แทน ผลรวม fx ของคะแนนกลุ่มต่ำ

x_{\max} แทน คะแนนสูงสุดที่ได้

x_{\min} แทน คะแนนต่ำสุดที่ได้

n_h แทน จำนวนคนในกลุ่มสูง

2.3 ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ โดยใช้สูตรสัมประสิทธิ์แอลฟา (α -Coefficient) ของ Cronbach (เวชฤทธิ์ อังกนะภัทรขจร, 2555, หน้า 161) ดังนี้

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

เมื่อ α แทน ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ

k แทน จำนวนข้อในแบบทดสอบ

S_i^2 แทน ความแปรปรวนของข้อสอบแต่ละข้อ

S_t^2 แทน ความแปรปรวนของข้อสอบทั้งหมด

2.4 หาค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชัน แบบปรนัย โดยใช้สูตร (เวชฤทธิ์ อังกะภักทรขจร, 2555, หน้า 161-162) ดังนี้

หาค่าความยากง่าย (p)

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

เมื่อ p แทน ค่าความยากง่ายของข้อสอบรายข้อ

R_h แทน จำนวนนักเรียนที่ตอบถูกในกลุ่มสูง

R_l แทน จำนวนนักเรียนที่ตอบถูกในกลุ่มต่ำ

n_h แทน จำนวนนักเรียนในกลุ่มสูง

n_l แทน จำนวนนักเรียนในกลุ่มต่ำ

หาค่าอำนาจจำแนก (r)

$$r = \frac{R_h - R_l}{n}$$

เมื่อ r แทน ค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบรายข้อ

R_h แทน จำนวนนักเรียนที่ตอบถูกในกลุ่มสูง

R_l แทน จำนวนนักเรียนที่ตอบถูกในกลุ่มต่ำ

n แทน จำนวนนักเรียนที่ตอบในกลุ่มสูงหรือกลุ่มต่ำ

2.5 ค่าความเชื่อมั่นของแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชัน แบบปรนัย โดยใช้สูตร KR-20 ของคูเดอร์-ริชาร์ดสัน (Kuder-Richardson method) (เวชฤทธิ์ อังกะภักทรขจร, 2555, หน้า 160-161) ดังนี้

$$\text{KR-20: } r_{tt} = \left(\frac{k}{k-1} \right) \left(1 - \frac{\sum pq}{S^2} \right)$$

เมื่อ r_{tt} แทน สัมประสิทธิ์ของความเชื่อมั่น

k แทน จำนวนข้อสอบ

p แทน สัดส่วนของคนที่ทำข้อนั้นได้

q แทน สัดส่วนของคนที่ทำข้อนั้นผิด

S^2 แทน ความแปรปรวนของแบบทดสอบทั้งฉบับ

การใช้สูตร KR-20 ของคูเดอร์-ริชาร์ดสัน (Kuder-Richardson method) มีข้อตกลงพื้นฐานว่า ข้อสอบต้องมีการตรวจให้คะแนนแบบศูนย์หนึ่ง นั่นคือ ถ้าตอบถูกในแต่ละข้อได้ 1 คะแนน ถ้าตอบผิดในแต่ละข้อได้ 0 คะแนน

3. สถิติที่ใช้ในการทดสอบสมมติฐาน

3.1 การทดสอบค่าเฉลี่ยในหนึ่งตัวอย่าง ($n \geq 30$) โดยใช้ t -test for one sample เพื่อศึกษาว่าในการทำแบบทดสอบหลังเรียน มีความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ และมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้หรือไม่ โดยคำนวณจากสูตร (ชูศรี วงศ์รัตน์, 2552, หน้า 134)

$$t = \frac{\bar{x} - \mu_0}{\frac{S}{\sqrt{n}}}$$

เมื่อ t แทน ค่าสถิติที่ใช้พิจารณาใน t -Distribution

\bar{X} แทน ค่าเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่าง

μ_0 แทน ค่าเฉลี่ยที่ใช้เป็นเกณฑ์ (ร้อยละ 70)

S แทน ความเบี่ยงเบนมาตรฐานของกลุ่มตัวอย่าง

n แทน ขนาดของกลุ่มตัวอย่าง

โดยมี $df = n-1$

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัย เรื่อง ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ที่มีต่อความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชัน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) เปรียบเทียบความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์หลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ เรื่อง ฟังก์ชัน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 กับเกณฑ์ร้อยละ 70 และ 2) เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์หลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ เรื่อง ฟังก์ชัน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 กับเกณฑ์ร้อยละ 70 ซึ่งผู้วิจัยมีการนำเสนอผลการวิจัย ดังต่อไปนี้

สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

การนำเสนอผลการวิจัย เพื่อให้เกิดความเข้าใจที่ตรงกัน ผู้วิจัยจึงได้กำหนดสัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล เพื่อการนำเสนอผลการวิจัย ดังนี้

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

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ในการนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล ผู้วิจัยแบ่งการนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล ออกเป็น 2 ตอน คือ ตอนที่ 1 ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ และตอนที่ 2 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชัน โดยมีรายละเอียด ดังนี้

ตอนที่ 1 ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชัน

การเปรียบเทียบความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์หลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ เรื่อง ฟังก์ชัน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 กับเกณฑ์ร้อยละ 70 ซึ่งผู้วิจัยนำคะแนนที่ได้จากการทำแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชัน หลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ มาทำการเปรียบเทียบด้วยการทดสอบแบบ *t*-test for one sample โดยกำหนดเกณฑ์หรือ μ ที่ร้อยละ 70 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลดังตารางที่ 14

ตารางที่ 14 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าสถิติทดสอบที ของความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชัน

กลุ่มตัวอย่าง	<i>n</i>	<i>df</i>	คะแนน เต็ม	μ (ร้อยละ 70)	\bar{X}	<i>s</i>	<i>t</i>	<i>p</i>
คะแนนความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์	49	48	21	14.7	15.96	4.17	2.12*	.020

* $p < .05$ ($t_{0.05, 48} = 1.677$)

จากตารางที่ 14 พบว่า นักเรียนมีค่าเฉลี่ยของคะแนนความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์หลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ เรื่อง ฟังก์ชัน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 15.96 คิดเป็นร้อยละ 76 และเมื่อทดสอบสมมติฐานพบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ มีคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

นอกจากนี้ เมื่อทำการวิเคราะห์ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์จากการทำแบบทดสอบของนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง ผู้วิจัยสามารถจำแนกนักเรียนออกเป็น 4 กลุ่ม ตามเกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ดังนี้

นักเรียนในกลุ่มที่ 1 ได้คะแนน 3 คะแนน คือ นักเรียนที่มีคำตอบถูกต้อง มีการแสดงแนวคิด โดยอาศัยหลักการทางคณิตศาสตร์ ประกอบการให้คำตอบอย่างสมเหตุสมผล ถูกต้องครบถ้วน โดยมีลักษณะตัวอย่างคำตอบจากโจทย์ “ถ้า $f(x) = 16 - x^2$ เมื่อ $x \in [0, 4]$ แล้ว $f(x)$

มีฟังก์ชันผกผันหรือไม่ เพราะเหตุใด” นักเรียนกลุ่มนี้แสดงการเขียนพิสูจน์ได้ชัดเจน และมีการให้เหตุผลโดยอาศัยหลักการทางคณิตศาสตร์ ประกอบขั้นตอนการพิสูจน์ได้อย่างสมเหตุสมผล และเขียนสรุปคำตอบได้อย่างถูกต้อง ดังภาพที่ 2

จุดประสงค์การเรียนรู้ : สามารถให้เหตุผลได้ว่าฟังก์ชันที่กำหนดให้สามารถหาฟังก์ชันผกผันได้หรือไม่

7) ถ้า $f(x) = 16 - x^2$ เมื่อ $x \in [0, 4]$ แล้ว $f(x)$ มีฟังก์ชันผกผันหรือไม่ เพราะเหตุใด

3

f จะไม่มีฟังก์ชันผกผันก็ต่อเมื่อ f เป็นฟังก์ชัน 1-1

พิสูจน์ $f(x_1) = f(x_2)$; $x \in [0, 4]$

$16 - x_1^2 = 16 - x_2^2$; $f(x) = 16 - x^2$

$-x_1^2 = -x_2^2$; ขอด้วย -16 หรือลบออกจากทั้งสองข้าง

$x_1^2 = x_2^2$; คูณด้วย -1 หรือลบจากทั้งสองข้าง

$x_1 = x_2$; ถอดรากที่ 2 โดยที่ $x \in [0, 4]$

จะได้ f เป็นฟังก์ชัน 1-1

ดังนั้น $f(x) = 16 - x^2$ เมื่อ $x \in [0, 4]$ มีฟังก์ชันผกผัน

ภาพที่ 2 ลักษณะคำตอบของนักเรียนที่ได้คะแนน 3 คะแนน ด้านการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชัน

นักเรียนในกลุ่มที่ 2 ได้คะแนน 2 คะแนน คือ นักเรียนที่มีคำตอบถูกต้อง มีการแสดงแนวคิด โดยอาศัยหลักการทางคณิตศาสตร์ ประกอบการให้คำตอบอย่างสมเหตุสมผล ถูกต้องเกือบสมบูรณ์ โดยมีลักษณะตัวอย่างคำตอบจากโจทย์ “ถ้า $f(x) = 16 - x^2$ เมื่อ $x \in [0, 4]$ แล้ว $f(x)$ มีฟังก์ชันผกผันหรือไม่ เพราะเหตุใด” นักเรียนกลุ่มนี้แสดงการเขียนพิสูจน์ได้ชัดเจน และมีการให้เหตุผลโดยอาศัยหลักการทางคณิตศาสตร์ ประกอบขั้นตอนการพิสูจน์ได้อย่างสมเหตุสมผล และเขียนสรุปคำตอบได้อย่างถูกต้อง แต่นักเรียนยังให้เหตุผลในบางส่วนไม่สมบูรณ์ นั่นคือ “นักเรียนให้เหตุผลว่า $x_1 = x_2$ เนื่องจากถอดรากที่ 2” แต่ไม่ได้ระบุว่า $x \in [0, 4]$ หากจะให้ถูกต้องครบถ้วน “นักเรียนต้องระบุเหตุผลว่า $x_1 = x_2$ เนื่องจากการถอดรากที่ 2 โดยที่ $x \in [0, 4]$ ” ดังภาพที่ 3

จุดประสงค์การเรียนรู้: สามารถให้เหตุผลได้ว่าฟังก์ชันที่กำหนดให้สามารถหาฟังก์ชันผกผันได้หรือไม่

7) ถ้า $f(x) = 16 - x^2$ เมื่อ $x \in [0, 4]$ แล้ว $f(x)$ มีฟังก์ชันผกผันหรือไม่ เพราะเหตุใด

$$\begin{array}{l}
 f(x_1) = f(x_2) \quad (x \in [0, 4]) \\
 16 - x_1^2 = 16 - x_2^2 \quad (\because f(x) = 16 - x^2) \\
 -x_1^2 = -x_2^2 \quad (\text{นำ } -16 \text{ ไปลบทั้งสองข้าง}) \\
 x_1^2 = x_2^2 \quad (\text{นำ } -1 \text{ ไปคูณทั้งสองข้าง}) \\
 x_1 = x_2 \quad (\text{ถอดรากที่ 2}) \\
 \therefore f(x) \text{ เป็นฟังก์ชัน } 1-1 \text{ เพราะ } f(x_1) = f(x_2) \text{ แล้ว } x_1 = x_2 \\
 \text{ฟังก์ชัน } f(x) \text{ มีฟังก์ชันผกผัน}
 \end{array}$$

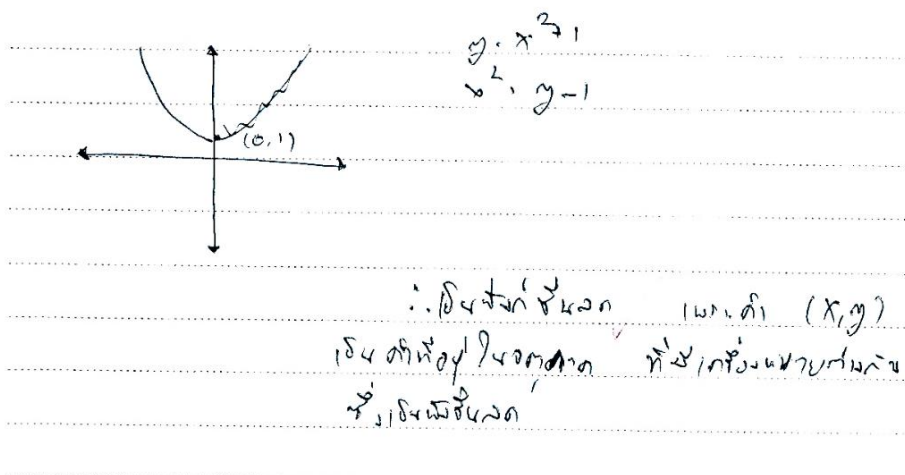
ภาพที่ 3 ลักษณะคำตอบของนักเรียนที่ได้คะแนน 2 คะแนน ด้านการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชัน

นักเรียนในกลุ่มที่ 3 ได้คะแนน 1 คะแนน คือ นักเรียนที่มีคำตอบถูกต้อง มีการแสดงแนวคิดโดยอาศัยหลักการทางคณิตศาสตร์ ประกอบการให้คำตอบแต่ไม่สมเหตุสมผล หรือคำตอบถูกต้องแต่ไม่มีการแสดงแนวคิดประกอบคำตอบ หรือคำตอบผิดแต่มีการแสดงแนวคิดประกอบคำตอบอย่างสมเหตุสมผล จะเห็นว่ามีการตอบทั้งหมด 3 กรณี ที่ได้คะแนนความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ 1 คะแนน ซึ่งกรณีที่คำตอบผิดแต่มีการแสดงแนวคิดประกอบคำตอบอย่างสมเหตุสมผล ไม่พบคำตอบของนักเรียนในลักษณะนี้ ผู้วิจัยยกตัวอย่างคำตอบนักเรียนในกลุ่มนี้เพียง 2 กรณี ดังนี้

กรณีที่ 1 นักเรียนที่มีคำตอบถูกต้อง มีการแสดงแนวคิดโดยอาศัยหลักการทางคณิตศาสตร์ ประกอบการให้คำตอบแต่ไม่สมเหตุสมผล โดยมีลักษณะคำตอบจากโจทย์ ดังนี้ “จงพิจารณาว่า ถ้า $f(x) = x^2 + 1$ บนช่วง $(-\infty, 0)$ เป็นฟังก์ชันเพิ่มหรือฟังก์ชันลดพร้อมให้เหตุผลประกอบแนวคิดทุกขั้นตอน” นักเรียนให้คำตอบว่า “เป็นฟังก์ชันลด เพราะค่า (x, y) เป็นค่าที่อยู่ในจุดภาคที่มีเครื่องหมายต่างกัน” โดยนักเรียนตอบได้ถูกต้อง แต่เหตุผลที่นักเรียนยกมาประกอบคำตอบนั้นไม่สมเหตุสมผล เพราะเป็นฟังก์ชันลด เนื่องจากว่า $x_1 < x_2$ แล้ว $f(x_1) > f(x_2)$ ดังภาพที่ 4

จุดประสงค์การเรียนรู้ : สามารถให้เหตุผลประกอบขั้นตอนการตรวจสอบฟังก์ชันเพิ่มและฟังก์ชันลด

4) จงพิจารณาว่า $f(x) = x^2 + 1$ บนช่วง $(-\infty, 0)$ เป็นฟังก์ชันเพิ่มหรือฟังก์ชันลดพร้อมให้เหตุผลประกอบแนวคิดทุกขั้นตอน

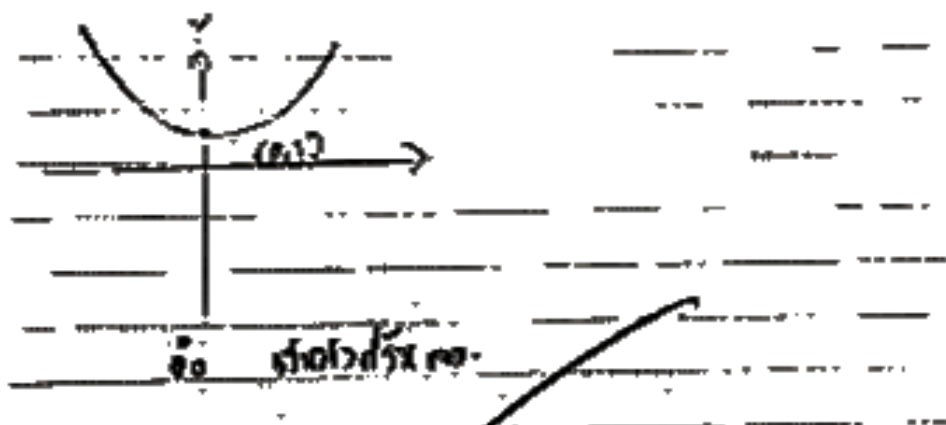


ภาพที่ 4 ลักษณะคำตอบของนักเรียนที่ได้คะแนน 1 คะแนน กรณีที่ 1 ด้านการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชัน

กรณีที่ 2 นักเรียนที่มีคำตอบถูกต้อง แต่ไม่มีการแสดงแนวคิดประกอบคำตอบ โดยมีลักษณะคำตอบจากโจทย์ “จงพิจารณาว่า $f(x) = x^2 + 1$ บนช่วง $(-\infty, 0)$ เป็นฟังก์ชันเพิ่มหรือฟังก์ชันลดพร้อมให้เหตุผลประกอบแนวคิดทุกขั้นตอน” นักเรียนให้คำตอบเพียงแต่ “เป็นฟังก์ชันลด” โดยคำตอบของนักเรียนถูกต้อง แต่นักเรียนไม่ได้แสดงเหตุผลประกอบคำตอบของตน ดังภาพที่ 5

จุดประสงค์การเรียนรู้ : สามารถใช้กฎอนุพันธ์อันดับหนึ่งและอนุพันธ์อันดับสองเพื่อหาค่าของฟังก์ชัน

สมการพหุนาม $f(x) = x^2 + 2x - 3$ บนช่วง $[-1, 3]$ เป็นฟังก์ชันที่มีค่าต่ำสุดหรือค่าสูงสุดที่จุดใด



ภาพที่ 5 ลักษณะคำตอบของนักเรียนที่ได้คะแนน 1 คะแนน กรณีที่ 2 ด้านการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชัน

นักเรียนในกลุ่มที่ 4 ได้คะแนน 0 คะแนน คือ นักเรียนที่มีคำตอบผิดและไม่มีการแสดงแนวคิดประกอบคำตอบ หรือไม่มีการเขียนใด ๆ โดยมีลักษณะตัวอย่างคำตอบจากโจทย์ “ถ้า $f(x) = 16 - x^2$ เมื่อ $x \in [0, 4]$ แล้ว $f(x)$ มีฟังก์ชันผกผันหรือไม่ เพราะเหตุใด” ซึ่งคำตอบของข้อนี้คือ “ $f(x)$ มีฟังก์ชันผกผัน เพราะ $f(x)$ เป็นฟังก์ชัน 1-1” แต่นักเรียนในกลุ่มนี้สรุปคำตอบว่าไม่มีฟังก์ชันผกผัน เพราะลากเส้นตรงขนานแกน X แล้วเกิดจุดตัด 2 จุด ดังภาพที่ 6

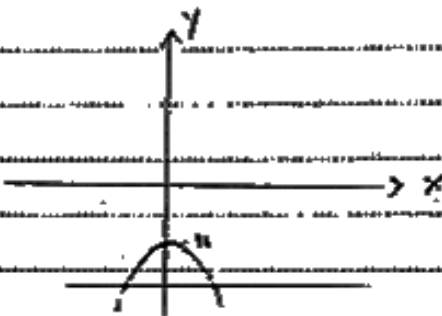
จุดประสงค์การเรียนรู้ : สามารถใช้เหตุผลได้ว่าฟังก์ชันที่ถ่วงค่าให้ตามวงกลมเป็นฟังก์ชันผกผันได้หรือไม่

7) ถ้า $f(x) = 16 - x^2$ เมื่อ $x \in (0, 4]$ แล้ว $f(x)$ มีฟังก์ชันผกผันหรือไม่ เพราะเหตุใด

$$f(x) = 16 - x^2$$

$$y = 16 - x^2$$

$$x^2 = 16 - y$$



∴ ไม่เป็นฟังก์ชันผกผัน เพราะ ลากเส้นแนวนอน x และมีจุดตัดกับ 2 จุด

ภาพที่ 6 ลักษณะคำตอบของนักเรียนที่ได้คะแนน 0 คะแนน ด้านการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชัน

อีกทั้งผู้วิจัยได้วิเคราะห์การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ เรื่อง ฟังก์ชัน ซึ่งผู้วิจัยได้จัดการเรียนการสอนด้วยตนเอง และแบ่งการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ออกเป็น 3 ช่วง ช่วงแรกได้แก่ การจัดกิจกรรมตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1-3 ช่วงที่สอง ได้แก่ การจัดกิจกรรมตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 และ 5 และช่วงสุดท้าย ได้แก่ การจัดกิจกรรมตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6 และ 7 พบว่า นักเรียนมีพัฒนาการของความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ดังนี้

ในช่วงแรก (แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1-3) ของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ เพื่อพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่ไม่สามารถอธิบายแนวคิดในการให้เหตุผลประกอบคำตอบได้ เช่น ในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง ความหมายของฟังก์ชัน เมื่อครูให้นักเรียนพิจารณาว่า ความสัมพันธ์ $r = \{(a, 1), (b, 1), (c, 1)\}$ เป็นฟังก์ชันหรือไม่ นักเรียนสามารถตอบได้ว่า “ความสัมพันธ์ดังกล่าวเป็นฟังก์ชัน” แต่เมื่อครูถามนักเรียนต่อว่า “เพราะเหตุใด” นักเรียนส่วนใหญ่ยังไม่สามารถให้เหตุผลประกอบคำตอบได้ ดังนั้น ในช่วงแรกครูจึงต้องใช้คำถามนำเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนแสดงเหตุผลประกอบคำตอบ เช่น จากความสัมพันธ์ที่กำหนดให้ “สมาชิกตัวหน้าของความสัมพันธ์

เป็นอย่างไร” “สมาชิกตัวหลังของความสัมพันธ์เป็นอย่างไร” เป็นต้น อีกทั้งครูได้ฝึกให้นักเรียน ให้เหตุผลกันภายในกลุ่มเพื่อนนักเรียน และให้นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันอภิปรายเพื่อหาเหตุผล ของคำตอบ จากนั้นให้นักเรียนแต่ละคนทำแบบฝึกหัดที่ครูเตรียมไว้เพื่อฝึกการให้เหตุผลประกอบ คำตอบ

ในช่วงที่ 2 (แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 และ 5) ของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามทฤษฎี คอนสตรัคติวิสต์ เพื่อพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ พบว่า นักเรียน ส่วนใหญ่มีการแสดงเหตุผลประกอบคำตอบมากขึ้น โดยนักเรียนมีทักษะการสังเกต เปรียบเทียบ ตัวอย่างจากการทำใบกิจกรรมได้ดีขึ้น เช่น ในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 เรื่อง ฟังก์ชันเพิ่มและ ฟังก์ชันลด เมื่อครูให้นักเรียนพิจารณาว่า “กราฟของ $f(x) = x^2$ เป็นฟังก์ชันเพิ่มหรือฟังก์ชันลด ในช่วง $[-5, 0]$ เพราะเหตุใด” โดยนักเรียนส่วนใหญ่สามารถตอบได้ว่า กราฟของ $f(x) = x^2$ ในช่วง $[-5, 0]$ เป็นฟังก์ชันเพิ่มหรือฟังก์ชันลด และมีการแสดงเหตุผลโดยอ้างอิงบทนิยามของ ฟังก์ชันเพิ่มและฟังก์ชันลดมาประกอบการให้คำตอบ อีกทั้งการทำกิจกรรมกลุ่มยังช่วยให้นักเรียน ได้แลกเปลี่ยนความคิดเห็นซึ่งกันและกัน และร่วมกันตรวจสอบความคิดเห็นของกลุ่ม ทำให้เกิด การยอมรับฟังความคิดเห็นซึ่งกันและกัน สามารถเรียนรู้ข้อผิดพลาดของตนเองและเพื่อนนักเรียน ด้วยกัน นำไปสู่การแก้ไขปรับปรุงให้เกิดความเข้าใจที่ถูกต้องและสมบูรณ์มากขึ้น

ในช่วงสุดท้าย (แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6 และ 7) ของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ เพื่อพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ พบว่า นักเรียนสามารถให้เหตุผลประกอบคำตอบโดยการอ้างอิงหลักการ หรือทฤษฎีบททางคณิตศาสตร์ ได้สมเหตุสมผลมากขึ้น เช่น ในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 7 เรื่อง ฟังก์ชันผกผัน “เมื่อกำหนด $f(x)$ เป็นฟังก์ชันใด ๆ $f(x)$ จะมีฟังก์ชันผกผันได้เสมอ จริงหรือไม่ เพราะเหตุใด จงอธิบาย” นักเรียน ส่วนใหญ่ให้คำตอบว่า “ไม่จริง เพราะ f จะมีฟังก์ชันผกผัน ก็ต่อเมื่อ f เป็นฟังก์ชัน 1-1 ซึ่งทุก ฟังก์ชันไม่จำเป็นต้องเป็นฟังก์ชัน 1-1 เสมอไป” อีกทั้งนักเรียนสามารถนำความรู้เรื่องฟังก์ชันหนึ่ง ต่อหนึ่งที่นักเรียนได้ศึกษามาแล้วจากแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 มาประกอบการอธิบายว่าฟังก์ชัน ที่กำหนดให้มีฟังก์ชันผกผันหรือไม่ เช่น เมื่อครูใช้คำถามว่า “เมื่อกำหนดให้ $f = \{(1, 0), (2, 4), (3, -2), (4, 5)\}$ แล้ว f มีฟังก์ชันผกผันหรือไม่ จงอธิบาย” ซึ่งนักเรียนส่วนใหญ่ สามารถตอบได้ว่า “ f มีฟังก์ชันผกผัน เนื่องจากว่า f เป็นฟังก์ชัน 1-1” จะเห็นว่า นักเรียนสามารถตอบคำถามพร้อมทั้ง อธิบาย หรือแสดงแนวคิดประกอบคำตอบ โดยใช้ทฤษฎีบททางคณิตศาสตร์มาแสดงเป็นเหตุผล ประกอบคำตอบได้อย่างถูกต้องสมบูรณ์ ซึ่งจะเห็นว่านักเรียนมีพัฒนาการในการให้เหตุผล ทางคณิตศาสตร์ดีขึ้น

ตอนที่ 2 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์

การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์หลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ เรื่อง ฟังก์ชัน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 กับเกณฑ์ร้อยละ 70 ผู้วิจัยนำคะแนนที่ได้จากการทำแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์หลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้มาทำการเปรียบเทียบด้วยการทดสอบ t -test for one sample โดยกำหนดเกณฑ์หรือ μ ที่ร้อยละ 70 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลดังตารางที่ 15

ตารางที่ 15 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าสถิติทดสอบที ของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชัน

กลุ่มตัวอย่าง	n	df	คะแนน เต็ม	μ (ร้อยละ 70)	\bar{X}	s	t	p
คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์	49	48	20	14	15.43	3.70	2.70*	.005

* $p < .05$ ($t_{0.05, 48} = 1.677$)

จากตารางที่ 15 พบว่า นักเรียนมีค่าเฉลี่ยของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์หลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ เรื่อง ฟังก์ชัน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 15.43 คิดเป็นร้อยละ 77.15 และเมื่อทดสอบสมมติฐานพบว่า มีคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

บทที่ 5

สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การวิจัย เรื่อง ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ที่มีต่อความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชัน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีวัตถุประสงค์ของการวิจัย ดังนี้ 1) เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์หลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ เรื่อง ฟังก์ชัน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 กับเกณฑ์ร้อยละ 70 และ 2) เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์หลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ เรื่อง ฟังก์ชัน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 กับเกณฑ์ร้อยละ 70 ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนสิงห์สมุทร อำเภอสัตหีบ จังหวัดชลบุรี ภาคเรียนที่ 2 การศึกษา 2559 จำนวน 6 ห้องเรียน รวมจำนวนนักเรียน 709 คน ซึ่งแต่ละห้องเรียนจัดนักเรียนแบบคละความสามารถ โดยกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/ 6 จำนวน 49 คน โรงเรียนสิงห์สมุทร อำเภอสัตหีบ จังหวัดชลบุรี ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2559 ซึ่งได้มาโดยการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster random sampling) เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ 1) แผนการจัดการเรียนรู้ จำนวน 7 แผน โดยมีค่าเฉลี่ยของคะแนนประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้เท่ากับ 4.75 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ .18 ตามลำดับ 2) แบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชัน มีค่าความยากง่ายตั้งแต่ .39-.64 มีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ .55-.77 และมีค่าความเชื่อมั่น เท่ากับ .87 และ 3) แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชัน มีค่าความยากง่ายตั้งแต่ .33-.79 มีค่าอำนาจจำแนก ตั้งแต่ .24-.48 และมีค่าความเชื่อมั่น เท่ากับ .82 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ค่าเฉลี่ยเลขคณิต (\bar{X}) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (s) และการทดสอบที แบบกลุ่มตัวอย่างเดียว (t -test for one sample)

สรุปผลการวิจัย

1. นักเรียนมีความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชัน หลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2. นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชัน หลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

อภิปรายผล

จากการศึกษาผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ที่มีต่อความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชัน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 สามารถอภิปรายผลการวิจัย ได้ดังนี้

1. ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชัน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ เป็นการจัดกิจกรรมที่เน้นผู้เรียนเป็นผู้สร้างความรู้ด้วยตนเอง โดยการลงมือปฏิบัติ ค้นหาความรู้ แลกเปลี่ยนความรู้ ความเข้าใจ โดยใช้ความรู้เดิมที่มีอยู่เชื่อมโยงกับความรู้ใหม่ที่ได้รับ ผ่านการมีปฏิสัมพันธ์กับบุคคลอื่น อีกทั้งผู้วิจัยได้จัดกิจกรรมที่เปิดโอกาสให้นักเรียนได้แสดงความคิดเห็น พร้อมทั้งกระตุ้นให้นักเรียนได้ร่วมกันอภิปราย สนทนา เพื่อแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกับเพื่อนร่วมชั้นและกับครู ซึ่งจะช่วยส่งเสริมให้นักเรียนได้ฝึกทักษะการให้เหตุผล สอดคล้องกับ สสวท. (2547, หน้า 15) ที่ให้แนวคิดว่าการที่นักเรียนสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเองจากการที่นักเรียนได้มีโอกาสอภิปรายและเปรียบเทียบคำตอบที่ต่างกันของปัญหา ได้อธิบายเกี่ยวกับปัญหาเหล่านั้น จะเป็นแนวทางในการพัฒนาทักษะการให้เหตุผลของนักเรียนได้ดียิ่งขึ้น

เมื่อพิจารณาขั้นตอนของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ ที่ผู้วิจัยได้สังเคราะห์ขึ้น มีขั้นตอนในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ 4 ขั้นตอน ได้แก่ 1) ชี้นำ 2) ชี้นำโครงสร้างความรู้ 3) ชี้นำความรู้ไปใช้ และ 4) ชี้นำประเมินผล ซึ่งในขั้นที่ 2 ชี้นำโครงสร้างความรู้ เป็นขั้นตอนการจัดการเรียนเรียนรู้ที่เน้นให้นักเรียนได้แสดงเหตุผล โดยนักเรียนต้องค้นหาคำตอบ พร้อมทั้งลงมือปฏิบัติ และสรุปความรู้หรือสร้างแนวคิดใหม่ด้วยตนเอง ในขั้นนี้ครูจะนำเสนอตัวอย่างที่หลากหลายและมากพอให้นักเรียนแต่ละกลุ่มได้สังเกตเปรียบเทียบ ดังนั้นนักเรียนแต่ละคนภายในกลุ่มจะมีการปรึกษาและแสดงเหตุผลสนับสนุนคำตอบของตน จนได้ข้อสรุปของแต่ละกลุ่ม จากนั้นนักเรียนแต่ละกลุ่มจะมีการอภิปรายแสดงเหตุผลร่วมกันเพื่อแลกเปลี่ยนเรียนรู้และหาข้อสรุปที่ถูกต้องร่วมกัน ซึ่งผู้วิจัยจะคอยใช้คำถามนำกระตุ้นให้นักเรียนเกิดกระบวนการคิด แสดงเหตุผลประกอบแนวคิด พร้อมทั้งจัดบรรยากาศให้นักเรียน ได้แสดงความคิดเห็นของตน และมีโอกาสแลกเปลี่ยนความคิดเห็นของตนเองกับเพื่อนและกับครูผู้สอน นำไปสู่

การเรียนรู้คณิตศาสตร์อย่างมีความหมาย ส่งเสริมให้นักเรียนเกิดความเชื่อมั่นในการคิดและแสดงเหตุผล ส่วนขั้นที่ 3 ชี้นำความรู้ไปใช้ เป็นขั้นที่นักเรียนนำความรู้ ความเข้าใจใหม่ที่ตนเองสร้างขึ้นมาใช้ผ่านสถานการณ์หรือคำถามใหม่ ซึ่งเป็นอีกขั้นตอนหนึ่งที่นักเรียนได้มีโอกาสแสดงเหตุผลของตน ได้อย่างเต็มที่ โดยเป็นการนำความรู้ที่ได้มาใช้เป็นเหตุผลประกอบคำตอบ เพื่อให้คำตอบนั้นสมเหตุสมผลมากยิ่งขึ้น ซึ่งผู้วิจัยได้ออกแบบใบกิจกรรมและแบบฝึกหัดที่มีส่วนให้นักเรียนได้แสดงเหตุผลประกอบคำตอบด้วย และในขั้นที่ 4 ขั้นประเมินผล เป็นขั้นที่นักเรียนได้ตรวจสอบความรู้ ความเข้าใจในเนื้อหาที่เรียนว่านักเรียนมีความรู้อะไรบ้าง และมากน้อยเพียงใด จากการใช้คำถามเพื่อให้นักเรียนได้แสดงเหตุผลประกอบแนวคิด หรือข้อสรุปที่ตนเองสร้างขึ้น ซึ่งจะเห็นได้ว่าแต่ละขั้นตอนจะเน้นให้นักเรียนได้ใช้กระบวนการทางความคิด เพื่อหาเหตุผล ส่งเสริมให้นักเรียนได้พูดอธิบาย และอภิปรายร่วมกันระหว่างครูและนักเรียน และเพื่อนนักเรียนด้วยกัน ส่งผลให้นักเรียนมีทักษะการให้เหตุผลที่ดีขึ้น สอดคล้องกับคำกล่าวของเวทฤทธิ์ อังคะนภัทธจร (2555, หน้า 131) ที่เสนอว่า ในการพัฒนาทักษะการให้เหตุผลควรจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เป็นการผสมผสานการฝึกการคิดและการให้เหตุผลควบคู่กับการสอนเนื้อหา

จากขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนข้างต้น จะเห็นได้ว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ สามารถส่งเสริมและพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนได้ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของชนะศักดิ์ แสงศรีเรือง (2533, หน้า 112) ที่ได้ทำการศึกษาการพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นทักษะการให้เหตุผลตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ เรื่อง ความน่าจะเป็น สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 พบว่า นักเรียนมีทักษะในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับดี ร้อยละ 86.96 หลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ และสอดคล้องกับงานวิจัยของอัญชลี มาลา (2553, หน้า 134) ที่พบว่า นักเรียนที่เรียน โดยการจัดการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ เรื่อง การบวก ลบ คูณ หาร เศษส่วน มีความสามารถในการคิดวิเคราะห์ และความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ สูงกว่านักเรียนที่เรียน โดยการจัดการเรียนรู้แบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < .0001$)

2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชัน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ เป็นการจัดกิจกรรมที่เน้นให้นักเรียนเป็นผู้ลงมือปฏิบัติจริง และสรุปองค์ความรู้ที่ได้ด้วยตนเอง โดยเปิดโอกาสให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ ส่งเสริมให้นักเรียนได้มีปฏิสัมพันธ์กับเพื่อน ๆ ในการแลกเปลี่ยนความคิดเห็น และอภิปรายร่วมกัน ซึ่งมีครูคอยสนับสนุนช่วยเหลือให้นักเรียนสามารถสร้างความรู้ได้ด้วยตนเอง จากการจัดกิจกรรมดังกล่าวทำให้นักเรียน

มีผลสัมฤทธิ์สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ ซึ่งสอดคล้องกับคำกล่าวของเวชฤทธิ์ อังคนะภัทรขจร (2555, หน้า 69) ที่กล่าวว่า ผู้สอนควรจัดบรรยากาศในชั้นเรียนคณิตศาสตร์ที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ค้นพบความรู้ด้วยตนเอง ผู้เรียนได้มีโอกาสแสดงความคิดเห็นของตนเองและมีโอกาสแลกเปลี่ยนความคิดของตนเองกับเพื่อนและกับผู้สอน พร้อมทั้งกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความสนใจในเนื้อหาที่เรียน เนื่องจากจะช่วยให้ผู้เรียนสามารถเรียนได้คงทนขึ้น นอกจากนี้ ผู้วิจัยยังเน้นให้นักเรียนได้เกิดการเรียนรู้จากกิจกรรมกลุ่ม เปิดโอกาสให้นักเรียนแลกเปลี่ยนความคิดเห็นซึ่งกันและกัน และร่วมกันตรวจสอบความคิดเห็นของกลุ่ม ทำให้เกิดการยอมรับฟังความคิดเห็นซึ่งกันและกัน สามารถเรียนรู้ข้อผิดพลาดของตนเองและเพื่อนนักเรียนด้วยกัน อันนำไปสู่การแก้ไขปรับปรุงให้นักเรียนเกิดความเข้าใจที่ถูกต้องและสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับคำกล่าวของทิสนา แคมมณี (2554, หน้า 95) ที่กล่าวว่า การเปิดโอกาสให้นักเรียนร่วมกิจกรรมกลุ่ม มีการอภิปรายซักถาม แลกเปลี่ยนความคิดเห็นกับเพื่อน ๆ ทำให้นักเรียนมีความรู้สึกอบอุ่นสบายใจ เกิดการเรียนรู้อย่างมีความสุข จากเหตุผลที่กล่าวมาจะเห็นว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ ส่งผลต่อการเรียนรู้ ความรู้ และความเข้าใจในเนื้อหาที่เรียน อันนำไปสู่การมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ที่สูงขึ้นด้วย ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของนัยนา ไพจิตต์ (2557) ที่ศึกษาผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นการสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง เวกเตอร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และสอดคล้องกับงานวิจัยของวิวัฒน์ พัทโท (2554) ที่พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวคิดทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ ประกอบด้วย “สุ จิ ปุ ลิ” เรื่องเศษส่วน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และยังสอดคล้องกับงานวิจัยของรุ่งนภา แก้ววงษา (2553) ที่พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการสอนโดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนแบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 อีกทั้งยังสอดคล้องกับงานวิจัยของชนะศักดิ์ แสงเรืองศรี (2533) ที่ได้ทำการศึกษาการพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นทักษะการให้เหตุผลตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ เรื่อง ความน่าจะเป็น สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 พบว่า นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์เฉลี่ย ร้อยละ 74.13 โดยนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ตั้งแต่ ร้อยละ 70 ขึ้นไป คิดเป็นร้อยละ 78.26 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ หลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์

ข้อเสนอแนะ

จากผลการวิจัย เรื่อง ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ ที่มีต่อความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชัน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะ ดังต่อไปนี้

ข้อเสนอแนะทั่วไป

1. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ที่มีต่อความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ในช่วงของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ชั้นที่ 2 ชั้นจัดโครงสร้างความรู้เป็นขั้นที่สำคัญมากของการจัดการเรียนรู้ เพราะเป็นขั้นที่นักเรียนต้องสรุปหรือสร้างแนวคิดใหม่ด้วยตนเอง ครูควรให้เวลากับนักเรียนในการค้นหาความรู้ แลกเปลี่ยนความรู้ ความเข้าใจ ตลอดจนการร่วมอภิปราย เพื่อหาข้อสรุปที่สมเหตุสมผลมากที่สุด และเน้นให้นักเรียนได้แสดงออกถึงความสามารถในการอธิบายเหตุผล โดยการใช้คำถามอย่างต่อเนื่องเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนได้ฝึกกระบวนการคิด อธิบาย และได้แสดงเหตุผลประกอบแนวคิด ซึ่งจะทำให้นักเรียนเกิดการพัฒนาทักษะและกระบวนการในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ได้ดียิ่งขึ้น

2. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ ครูควรจัดบรรยากาศในการเรียนรู้ให้นักเรียนมีส่วนร่วมได้ลงมือปฏิบัติ ค้นหาความรู้ แลกเปลี่ยนความรู้ รวมไปถึงการนำเสนอตัวอย่างหรือสถานการณ์ที่หลากหลายและมากพอที่จะทำให้นักเรียนได้คิดวิเคราะห์ สังเกตเปรียบเทียบหาลักษณะร่วม จนกระทั่งนักเรียนสามารถสรุปหรือสร้างแนวคิดใหม่ด้วยตนเองได้

3. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ เป็นการจัดกิจกรรมที่นักเรียนจะต้องค้นคว้า และสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง หากนักเรียนมีความรู้พื้นฐานไม่เพียงพออาจได้ข้อสรุปที่ไม่ถูกต้อง ดังนั้น ครูควรตรวจสอบข้อสรุปนั้นทุกครั้ง โดยการใช้คำถามนำ เป็นต้น

ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

1. ควรนำการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ ไปประยุกต์ใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อพัฒนาทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์อื่น ๆ เช่น ทักษะการแก้ปัญหา หรือทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เป็นต้น

2. ควรมีการศึกษาผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ ในเนื้อหาคณิตศาสตร์อื่น ๆ เช่น เซต จำนวนจริง หรือ ความสัมพันธ์ เป็นต้น

บรรณานุกรม

- กรมวิชาการ. (2546). การจัดการเรียนรู้อุ้กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1-6 ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์องค์การรับส่งสินค้าและพัสดุภัณฑ์.
- กระทรวงศึกษาธิการ. (2551). หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชุมนุมชนสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.
- กระทรวงศึกษาธิการ. (2552). เอกสารประกอบหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551: แนวการปฏิบัติการวัดผลและการประเมินผลการเรียนรู้. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชุมนุมชนสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.
- กิตติ พัฒนตระกูลสุข. (2546). การเรียนการสอนคณิตศาสตร์มัธยมศึกษาของประเทศไทย สัมภาษณ์จริงหรือ. วารสารคณิตศาสตร์, 46(530-532), 54-56.
- ชนะศักดิ์ แสงศรีเรือง. (2553). การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นทักษะการให้เหตุผลตาม ทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ เรื่อง ความน่าจะเป็น สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน, บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- ชนาธิป พรกุล. (2554). การสอนกระบวนการคิด: ทฤษฎีและการนำไปใช้ (พิมพ์ครั้งที่ 9). กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์.
- ชัยวัฒน์ สุทธิรัตน์. (2555). 80 นวัตกรรมจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ (พิมพ์ครั้งที่ 5). กรุงเทพฯ: แกนเน็กซ์ อินเทอร์เน็ตปอเรชั่น.
- ชานนท์ จันทรา. (2555). การประเมินในชั้นเรียนคณิตศาสตร์: จากแนวคิดสู่การปฏิบัติ. กรุงเทพฯ: อาร์ แอนด์ เอ็น ปรีนท์.
- ชูศรี วงศ์รัตนะ. (2552). เทคนิคการใช้สถิติเพื่อการวิจัย (พิมพ์ครั้งที่ 11). นนทบุรี: ไทเนรมิตกิจอินเทอร์เน็ตโปรดักส์.
- ทิตนา เขมมณี. (2554). ศาสตร์การสอน องค์ความรู้เพื่อจัดกระบวนการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ (พิมพ์ครั้งที่ 14). กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- นภาพร บุญจวง. (2545). การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวคิดทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ โดยใช้แฟ้มสะสมผลงานของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5. วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน, บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

- นัยนา ไพบูลย์. (2557). การจัดการเรียนรู้ที่เน้นการสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง เพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5. วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต, สาขาวิชาการสอนคณิตศาสตร์, คณะศึกษาศาสตร์, มหาวิทยาลัยบูรพา.
- นิตยา ฉิมวงศ์. (2551). การเปรียบเทียบความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง ความน่าจะเป็น ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการสอนโดยใช้รูปแบบการเรียนรู้ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์และการสอนปกติ. วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตร์มหาบัณฑิต, สาขาวิชาการวิจัยการศึกษา, บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- บุญชม ศรีสะอาด. (2545). การวิจัยเบื้องต้น. กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.
- ปรีชา เนาว์เย็นผล. (2537). การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์. ใน *ประมวลสาระชุดวิชาสารัตถะและวิทยวิธีทางวิชาคณิตศาสตร์ หน่วยที่ 12-15*. นนทบุรี: มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.
- ฝ่ายวิชาการ โรงเรียนสิงห์สมุทร. (2557). *โครงสร้างหลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โรงเรียนสิงห์สมุทร ปีการศึกษา 2557*. ชลบุรี: โรงเรียนสิงห์สมุทร.
- ฝ่ายวิชาการ โรงเรียนสิงห์สมุทร. (2558 ก). รายงานผลการทดสอบทางการศึกษาระดับชาตินี้ขั้นพื้นฐาน (O-NET) ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6. เข้าถึงได้จาก <http://singsamut.ac.th>
- ฝ่ายวิชาการ โรงเรียนสิงห์สมุทร. (2558 ข). *เอกสารรายงานผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โรงเรียนสิงห์สมุทร ปีการศึกษา 2558*. ชลบุรี: โรงเรียนสิงห์สมุทร.
- พจนา ทรัพย์สมาน. (2550). การจัดการเรียนรู้โดยให้ผู้เรียนแสวงหาและค้นพบความรู้ด้วยตนเอง (พิมพ์ครั้งที่ 2). กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- มณฑนา พิภขาว. (2549). ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นการสร้างความรู้ด้วยตนเองที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนช่วงชั้นที่ 3 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน, บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยราชภัฏจันทรเกษม.
- ยุพิน พิพิธกุล. (2543). พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 กกับการสอนคณิตศาสตร์. *วารสารสสวท*, 28(110), 24-31.
- ยุพิน พิพิธกุล. (2545). *การเรียนการสอนคณิตศาสตร์ ยุคปฏิรูปการศึกษา*. กรุงเทพฯ: ภาควิชามัธยมศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

- รุ่งนภา แก้ววงษา. (2553). การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์และความคงทนในการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง พหุนาม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการสอนโดยใช้กิจกรรม การเรียนตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์กับวิธีการสอนแบบปกติ. วิทยานิพนธ์ ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา, บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- วรรณทิพา รอดแรงคำ. (2541). ทฤษฎีการสร้างความรู้ (Constructivism). วารสารสถาบันส่งเสริม การสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.), 26(101).
- วิวัฒน์พงษ์ พัทโท. (2554). การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวคิดทฤษฎี คอนสตรัคติวิสต์ ประกอบหลัก “สุ จี ปุ ลิ” เรื่อง เศษส่วน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่มีต่อ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์. วิทยานิพนธ์ ครุศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาคณิตศาสตร์, บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยราชภัฏ มหาสารคาม.
- เวชฤทธิ์ อังคนะภัทรขจร. (2554). ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์. ใน เอกสารคำสอน วิชา 410541. ชลบุรี: ภาควิชาการจัดการเรียนรู้ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา.
- เวชฤทธิ์ อังคนะภัทรขจร. (2555). ครบเครื่องเรื่องควรรู้สำหรับครูคณิตศาสตร์: หลักสูตรการสอน และการวิจัย. กรุงเทพฯ: จรัสสินทวงศ์การพิมพ์.
- สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ องค์การมหาชน. (2558). ค่าสถิติพื้นฐานของคะแนน การสอบ GAT/PAT ครั้งที่ 1/ 2558. เข้าถึงได้จาก <http://www.niets.or.th/>
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2547). การให้เหตุผลในวิชาคณิตศาสตร์. กรุงเทพฯ: เอส พี เอน การพิมพ์.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2552). หนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติม คณิตศาสตร์ เล่ม 2 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4-6 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ สกสค. ลาดพร้าว.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2555 ก). การวัดผลประเมินผลคณิตศาสตร์. กรุงเทพฯ: ซีเอ็ดดูเคชั่น.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2555 ข). ครูคณิตศาสตร์มืออาชีพ เส้นทางสู่ ความสำเร็จ. กรุงเทพฯ: 3-คิ้ว มีเดีย.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2555 ค). ทักษะและกระบวนการ ทางคณิตศาสตร์ (พิมพ์ครั้งที่ 3). กรุงเทพฯ: 3-คิ้ว มีเดีย.

- สมศักดิ์ สิ้นธุระเวชญ์. (2544). *กิจกรรมพัฒนาผู้เรียนคณิตศาสตร์*. กรุงเทพฯ: วัฒนาพานิช.
- สาวิตรี ปารีพันธ์. (2553). *การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ตามแนวคิดคอนสตรัคติวิซึ่ม เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3*. วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน, บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร.
- สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ. (2540). *แผนพัฒนาการศึกษา ฉบับที่ 8 พ.ศ. 2540-2544*. กรุงเทพฯ: อรรถพลการพิมพ์.
- สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา. (2550). *การจัดการเรียนรู้แบบสร้างองค์ความรู้*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.
- สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา. (2551). *ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.
- สุนทร สุนันท์ชัย. (2540). รากฐานและวิธีการของนิรมิตนิยม (Constructivism). *โครงการพัฒนาศึกษากรมนุษย์*, 5(9), 25-31.
- สุวิทย์ มูลคำ. (2550). *กลยุทธ์การสอนคิดสร้างสรรค์*. กรุงเทพฯ: ภาพพิมพ์.
- อมลวรรณ วีระธรรมโม. (2548). *ทฤษฎีการสร้างสรรค์: สถิติการสอนครูและพฤติกรรมกรเรียนรู้ของผู้เรียน*. *วารสารสำนักหอสมุดมหาวิทยาลัยทักษิณ*, 4(1), 10-18.
- อัญชลี มาลา. (2553). *การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความสามารถในการคิดวิเคราะห์และความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่องการบวก ลบ คูณ หารเศษส่วน กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ระหว่างการจัดการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ และการจัดการเรียนรู้แบบปกติ*. วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต, สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน, บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- อัมพร ม้าคนอง. (2546). *คณิตศาสตร์: การสอนและการเรียนรู้*. กรุงเทพฯ: ศูนย์ตำราและเอกสารวิชาการ คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- อัมพร ม้าคนอง. (2547). *การพัฒนาทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์. ใน ประมวลบทความหลักการและแนวทางการจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์*. กรุงเทพฯ: บพิธการพิมพ์.

- อัมพร ม้าคนอง. (2553). *ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์: การพัฒนาเพื่อพัฒนาการ* (พิมพ์ครั้งที่ 2). กรุงเทพฯ: ศูนย์ตำราและเอกสารทางวิชาการ คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- Baroody, A. J. (1993). *Problem solving, reasoning and communication, K-8: Helping children think mathematically*. New York: Macmillan.
- Brooks, J. G., & Brooks, M. G. (1993). *In search of understanding: The case for the constructivist classroom*. Alexandria, VA: ASCD.
- Brandt, R. S. (1984). Teaching of thinking, for thinking, about thinking. *Educational Leadership*, 42(3), 3.
- Bullock, V. Le. (1996). The influence of a constructivist teaching approach on students attitudes toward mathematics in a preservice elementary teachers mathematics course. *Dissertation Abstracts International*, 57(2), 611-A .
- Driscoll, M. P. (1994). *Psychology of learning for instruction*. The United States of America: Allyn and Bacon.
- Driver, R. (1989). Student thinking and the learning of science: A constructivist view. *School Science Review*, 67(240), 443-444.
- Ellis, J. D., & Maxwell, D. E. (1995). *Constructivism*. New Jersey: Prentice-Hall.
- Fosnot, C. (1996). *Constructivism: Theory, perspectives, and practice*. New York: Teachers College Press.
- Good, C. V. (1973). *Dictionary of education* (3rd ed). New York: McGraw-Hill.
- Goodman, E. (2004). *Connected mathematic project: A constructivist view of mathematics education in the middle grads M.A.E.*. Washington: Pacific Lutheran University.
- Goodrich, H. (1997). Understanding rubrics. *Education Leadership (Teaching for Authentic Student Performance)*, 54(4), 14-17.
- Guilford, J. P., & Hoepfner. (1971). *The analysis of intelligence*. NY: McGraw-Hill.
- Krulik, S., & Rudnick, J. A. (1993). *Reasoning and problem solving: A handbook for elementary school teachers*. Massachusetts: Allyn and Bacon.
- Lappan, G., & Schram, P. W. (1989). Communication and reasoning: Critical dimensions of sense making in mathematics. In *New Directions for Elementary School Mathematics Yearbook* (pp.18-19). VA: National Council of Teachers of Mathematics.

- National Council of Teachers of Mathematics (NCTM.). (1989). *Curriculum and evaluation standards for school mathematics*. Reston, VA: National Council of Teachers of Mathematics.
- National Council of Teachers of Mathematics (NCTM.). (1991). *Professional standards for teaching mathematics*. Reston, VA: National Council of Teachers of Mathematics.
- O'Daffer, P. G. (1993). Critical thinking, mathematical reasoning and proof. In *Research ideas for the classroom, high school mathematics* (pp. 39-56). New York: Macmillan.
- Russell, S. J. (1999). Mathematical reasoning in the elementary grades. In *Developing mathematical reasoning in grades K-12* (pp. 1-12). Reston Virginia: The National Council of teachers of Mathematics.
- Stiggins, R. (1997). *Student-centered classroom assessment* (2nd ed.). New Jersey: Prentice-Hall.
- Von, G. E. (1991). Introduction. In E. von Glasersfeld (Ed.), *Radical constructivism in mathematics education* (pp. Xiii-xx). Dordrecht, The Natherlands: Kluwer academic.
- Wade, E. (1995). A student of the effects of a constructivist-based mathematical problem-solving instructional program on the attitude, self-confidence, and achievement of post-fifth-grade students. *Dissertation Abstract International*, 55(11), 3411-A.
- Wilson, J. W. (1971). Evaluation of learning in secondary school mathematics. In B. S. Bloom (Ed.), *Handbook on formative and summative evaluation of student learning*. New York: McGraw-Hill.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

- รายชื่อผู้เชี่ยวชาญ
- สำเนาหนังสือขอความอนุเคราะห์ในการตรวจสอบความเที่ยงตรงของเครื่องมือเพื่อการทำวิจัย
- สำเนาหนังสือขอความอนุเคราะห์ในการเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อหาคุณภาพของเครื่องมือการวิจัย
- สำเนาหนังสือขอความอนุเคราะห์ในการเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อการวิจัย

รายชื่อผู้เชี่ยวชาญ

- | | |
|--|---|
| 1. ดร.คมสัน ตรีไพบูลย์ | อาจารย์วิชาการสอนคณิตศาสตร์
ภาควิชาการจัดการเรียนรู้ คณะศึกษาศาสตร์
มหาวิทยาลัยบูรพา |
| 2. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อภิสิทธิ์ ภคพงศ์พันธ์ | อาจารย์ภาควิชาคณิตศาสตร์
คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา |
| 3. อาจารย์เกษม นุชพงษ์ | ครูชำนาญการพิเศษ หัวหน้ากลุ่มสาระการเรียนรู้
คณิตศาสตร์ โรงเรียนสิงห์สมุทร จังหวัดชลบุรี |
| 4. อาจารย์ปาริชาติ สุพรรณกลาง | ครูชำนาญการพิเศษ กลุ่มสาระการเรียนรู้
คณิตศาสตร์ โรงเรียนสิงห์สมุทร จังหวัดชลบุรี |
| 5. อาจารย์อมรรัตน์ ฤทธิไทยสงค์ | ครูชำนาญการพิเศษ หัวหน้ากลุ่มสาระการเรียนรู้
คณิตศาสตร์ โรงเรียนโพธิ์สัมพันธ์พิทยาคาร
จังหวัดชลบุรี |



ที่ ศธ ๖๒๑๘.๔/ ๑.๕๙๙๓

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

๑๘ ธันวาคม ๒๕๕๙

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์ในการตรวจสอบความเที่ยงตรงของเครื่องมือเพื่อการวิจัย

เรียน อาจารย์เกษม นุชพงษ์

สิ่งที่ส่งมาด้วย ค่าโครงย่อวิทยานิพนธ์ และเครื่องมือเพื่อการวิจัย จำนวน ๑ ชุด

ด้วยนางสาวจิตาภา ลูกเงาะ นิสิตระดับบัณฑิตศึกษา หลักสูตรการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนคณิตศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา ได้รับอนุมัติให้ทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “ผล การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ที่มีต่อความสามารถในการให้เหตุผลทาง คณิตศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชันของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา ปีที่ ๔” โดยอยู่ในความควบคุมดูแลของ ดร.พรหมทิพา ดันตินัย ประธานกรรมการ ขณะนี้อยู่ใน ขั้นตอนการสร้างเครื่องมือเพื่อการวิจัย ในการนี้คณะศึกษาศาสตร์ได้พิจารณาแล้วเห็นว่าท่าน เป็นผู้เชี่ยวชาญในเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอความอนุเคราะห์จากท่านในการตรวจสอบ ความเที่ยงตรงของเครื่องมือเพื่อการวิจัยของนิสิตในครั้งนี้

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา หวังเป็นอย่างยิ่ง ว่าคงจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดี และขอขอบคุณอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

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

ภาควิชาการจัดการเรียนรู้

โทรศัพท์ ๐-๓๘๓๙-๓๔๘๖, ๐-๓๘๑๐-๒๐๖๙

โทรสาร ๐-๓๘๓๙-๓๔๘๕

ผู้วิจัย ๐๘๗-๗๔๓๒๗๘๙



ที่ ศธ ๖๒๑๘/ ๒๕๖๑

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

๓ กุมภาพันธ์ ๒๕๖๐

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์ในการเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อหาคุณภาพของเครื่องมือการวิจัย

เรียน ผู้อำนวยการโรงเรียนสิงห์สมุทร

สิ่งที่ส่งมาด้วย เครื่องมือเพื่อการวิจัย จำนวน ๑ ชุด

ด้วยนางสาวจิตาภา ลูกเงาะ นิสิตระดับบัณฑิตศึกษา หลักสูตรการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนคณิตศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา ได้รับอนุมัติให้ทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ที่มีต่อความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องฟังก์ชันของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๔” ในความควบคุมดูแลของ ดร.พรรณทิพา ตันตินัย ประธานกรรมการมีความประสงค์ ขออำนวยความสะดวกในการเก็บรวบรวมข้อมูลจากนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๔/๓ จำนวน ๔๒ คน โดยผู้วิจัยจะขออนุญาตเก็บรวบรวมข้อมูลด้วยตนเอง ระหว่างวันที่ ๖ กุมภาพันธ์ พ.ศ. ๒๕๖๐ – ๑๕ กุมภาพันธ์ พ.ศ. ๒๕๖๐ อนึ่งโครงการวิจัยนี้ได้ผ่านขั้นตอนการพิจารณาทางจริยธรรมการวิจัยของมหาวิทยาลัยบูรพาเรียบร้อยแล้ว

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา หวังเป็นอย่างยิ่งว่า คงจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดี และขอขอบคุณอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เชษฐ ศิริสวัสดิ์)

รองคณบดีฝ่ายบัณฑิตศึกษา ปฏิบัติการแทน

คณบดีคณะศึกษาศาสตร์ ปฏิบัติการแทน

ผู้ปฏิบัติหน้าที่อธิการบดีมหาวิทยาลัยบูรพา

ภาควิชาการจัดการเรียนรู้

โทรศัพท์ ๐-๓๘๓๙-๓๔๘๖, ๐-๓๘๑๐-๒๐๖๙

โทรสาร ๐-๓๘๓๙-๓๔๘๕

ผู้วิจัยโทร ๐๘๗-๗๔๓๒๗๘๙

ที่ ศธ ๖๒๑๘/๒๕๑



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

๓ กุมภาพันธ์ ๒๕๖๐

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์ในการเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อการวิจัย

เรียน ผู้อำนวยการโรงเรียนสิงห์สมุทร

สิ่งที่ส่งมาด้วย เครื่องมือเพื่อการวิจัย จำนวน ๑ ชุด

ด้วยนางสาวจิตาภา ลูกเงาะ นิสิตระดับบัณฑิตศึกษา หลักสูตรการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนคณิตศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา ได้รับอนุมัติให้ทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ที่มีต่อความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชันของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๔” โดยอยู่ในความควบคุมดูแลของ ดร.พรรณทิพา ตันตินัย ประธานกรรมการ มีความประสงค์ ขออำนวยความสะดวกในการเก็บรวบรวมข้อมูลจากนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๔/๖ จำนวน ๔๙ คน โดยผู้วิจัยจะขออนุญาตเก็บรวบรวมข้อมูลด้วยตนเอง ระหว่างวันที่ ๑๗ กุมภาพันธ์ พ.ศ.๒๕๖๐ ถึงวันที่ ๒๘ กุมภาพันธ์ พ.ศ.๒๕๖๐ อนึ่งโครงการวิจัยนี้ได้ผ่านตอนการพิจารณาทางจริยธรรมการวิจัยของมหาวิทยาลัยบูรพาเรียบร้อยแล้ว

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา หวังเป็นอย่างยิ่งว่าคงจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดี และขอขอบคุณอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

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

ภาควิชาการจัดการเรียนรู้

โทรศัพท์ ๐-๓๘๑๐-๒๐๖๙, ๐-๓๘๓๙-๓๔๘๖

โทรสาร ๐-๓๘๓๙-๓๔๘๕

โทรผู้วิจัย ๐๘๗-๗๔๓๒๗๘๙

ภาคผนวก ข

- ตัวอย่างแบบประเมินแผนการจัดการเรียนรู้สำหรับผู้เชี่ยวชาญ
- ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ที่มีต่อความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชัน
- แนวทางคำตอบใบกิจกรรมและแบบฝึกหัดของตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ที่มีต่อความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชัน
- แบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชัน
- แนวทางคำตอบแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชัน
- แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชัน

แบบประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้
ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ที่มีต่อความสามารถในการให้เหตุผล
ทางคณิตศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์
เรื่อง ฟังก์ชัน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

คำชี้แจง

แบบประเมินนี้เป็นแบบประเมินแผนการจัดการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อตรวจสอบความเหมาะสมและความถูกต้องของแผนการจัดการเรียนรู้ โดยให้ผู้เชี่ยวชาญทำเครื่องหมาย ✓ ลงในแบบประเมินในช่องที่ตรงกับระดับความคิดเห็นของท่าน ซึ่งแบ่งออกเป็น 5 ระดับ ดังนี้

- 5 หมายถึง มีความเหมาะสมมากที่สุด
- 4 หมายถึง มีความเหมาะสมมาก
- 3 หมายถึง มีความเหมาะสมปานกลาง
- 2 หมายถึง มีความเหมาะสมน้อย
- 1 หมายถึง มีความเหมาะสมน้อยที่สุด

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 เรื่อง ฟังก์ชันเพิ่มและฟังก์ชันลด

รายการประเมิน	ระดับความเหมาะสม					ข้อเสนอแนะ
	5	4	3	2	1	
1. ผลการเรียนรู้						
2. จุดประสงค์การเรียนรู้						
3. สาระสำคัญ/ ความคิดรวบยอดหลัก						
4. สาระการเรียนรู้						
5. กิจกรรมการเรียนรู้						
5.1) ขั้นนำ						
5.2) ขั้นจัดโครงสร้างความรู้						
5.3) ขั้นนำความรู้ไปใช้						
5.4) ขั้นประเมินผล						
6. สื่อ อุปกรณ์ และแหล่งการเรียนรู้						
7. การวัดและการประเมินผลการเรียนรู้						

ลงชื่อ.....ผู้เชี่ยวชาญ

()

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4

หน่วยการเรียนรู้	ฟังก์ชัน	เรื่อง ฟังก์ชันเพิ่มและฟังก์ชันลด
รายวิชา ค30202	รายวิชาคณิตศาสตร์เพิ่มเติม 2	กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์
ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4		เวลา 2 คาบ

ผลการเรียนรู้

1. มีความคิดรวบยอดเกี่ยวกับฟังก์ชัน เขียนกราฟของฟังก์ชันและสร้างฟังก์ชันจากโจทย์ปัญหาที่กำหนดให้ได้
2. ให้เหตุผลประกอบการตัดสินใจ และสรุปผลได้อย่างเหมาะสม

จุดประสงค์การเรียนรู้

1. ด้านความรู้ทางคณิตศาสตร์: หลังจากเรียนจบคาบนี้แล้วนักเรียน
 - 1.1 สามารถอธิบายความหมายของฟังก์ชันเพิ่มและฟังก์ชันลดได้
 - 1.2 สามารถอธิบายได้ว่าฟังก์ชันที่กำหนดให้เป็นฟังก์ชันเพิ่มหรือฟังก์ชันลด
2. ด้านทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์: หลังจากเรียนจบคาบนี้แล้วนักเรียน
 - 2.1 สามารถให้เหตุผลได้ว่าฟังก์ชันที่กำหนดให้เป็นฟังก์ชันเพิ่มหรือฟังก์ชันลด
3. ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์: หลังจากเรียนจบคาบนี้แล้วนักเรียน
 - 3.1 มีความรับผิดชอบในการทำงาน

สาระสำคัญ/ ความคิดรวบยอดหลัก

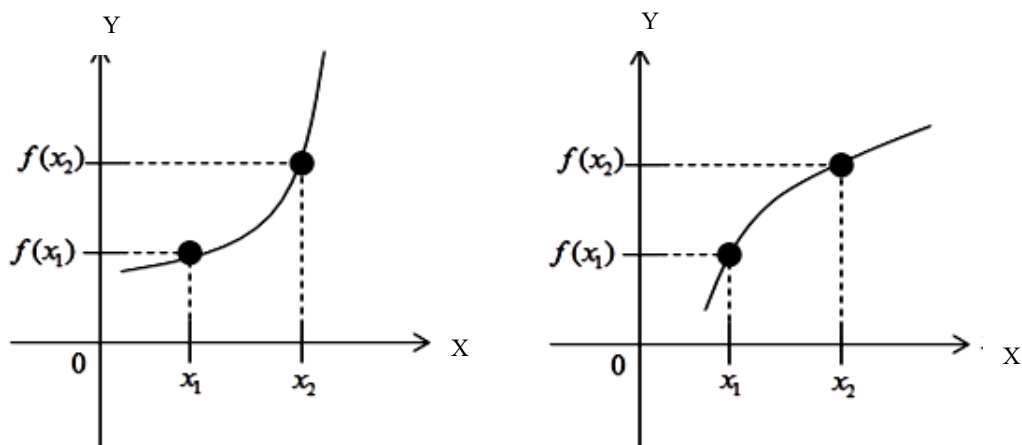
f เป็นฟังก์ชันเพิ่ม ก็ต่อเมื่อ ค่าของ x กับ y แปรผันตรงกัน กล่าวคือ ถ้าค่า x เพิ่มขึ้นแล้วค่า y เพิ่มขึ้นด้วย หรือถ้าค่า x ลดลง แล้วค่า y ลดลงด้วย

f เป็นฟังก์ชันลด ก็ต่อเมื่อ ค่าของ x กับ y แปรผกผันกัน กล่าวคือ ถ้าค่า x เพิ่มขึ้นแล้วค่า y ลดลง หรือถ้าค่า x ลดลง แล้วค่า y เพิ่มขึ้น

สาระการเรียนรู้

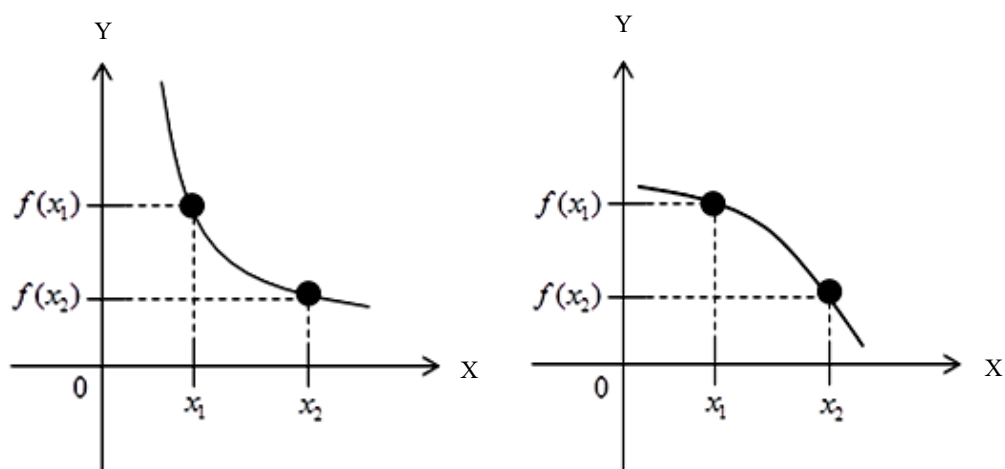
บทนิยาม ให้ f เป็นฟังก์ชันซึ่งมีโดเมนและเรนจ์เป็นสับเซตของจำนวนจริง และ A เป็นสับเซตของโดเมน

f เป็นฟังก์ชันเพิ่ม (Increasing function) ใน A ก็ต่อเมื่อ สำหรับ x_1 และ x_2 ใด ๆ ใน A ถ้า $x_1 < x_2$ แล้ว $f(x_1) < f(x_2)$



รูปที่ 1 ฟังก์ชันเพิ่ม

f เป็นฟังก์ชันลด (Decreasing function) ใน A ก็ต่อเมื่อ สำหรับ x_1 และ x_2 ใดๆ ใน A ถ้า $x_1 < x_2$ แล้ว $f(x_1) > f(x_2)$



รูปที่ 2 ฟังก์ชันลด

กิจกรรมการเรียนรู้

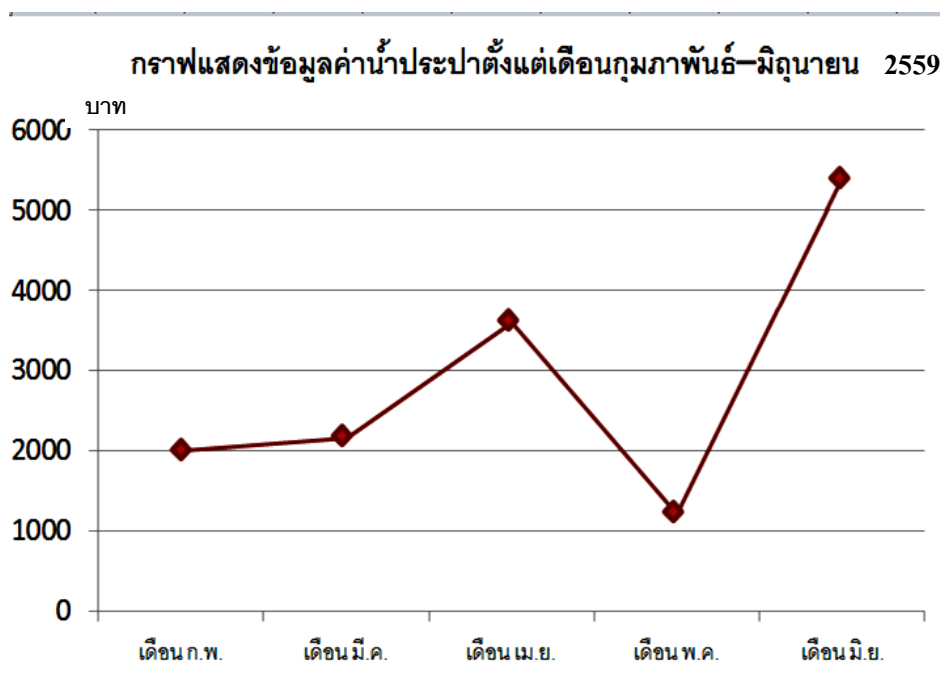
คาบที่ 1

ขั้นนำ

1. ครูให้นักเรียนพิจารณารายกราฟแสดงข้อมูลของค่าน้ำประปาตั้งแต่เดือนกุมภาพันธ์-มิถุนายน พ.ศ. 2559 ที่ครูนำเสนอบนกระดานว่าเป็นอย่างไร

2. ครูใช้คำถามนำกับนักเรียน เพื่อให้นักเรียนเปรียบเทียบแนวโน้มของค่าน้ำประปาในแต่ละเดือน ดังนี้

- ค่าน้ำประปาในเดือน ก.พ., มี.ค., เม.ย., พ.ค. และ มิ.ย. มีค่าประมาณเท่าไร
- ค่าน้ำประปาในช่วงระหว่างเดือน มี.ค. กับ เม.ย. เป็นอย่างไร เพิ่มขึ้น ลดลง หรือเท่าเดิม
- ค่าน้ำประปาในช่วงระหว่างเดือน เม.ย. กับ พ.ค. เป็นอย่างไร เพิ่มขึ้น ลดลง หรือเท่าเดิม
- ค่าน้ำประปาในช่วงระหว่างเดือน พ.ค. กับ มิ.ย. เป็นอย่างไร เพิ่มขึ้น ลดลง หรือเท่าเดิม
- การพิจารณาแนวโน้มของกราฟในลักษณะเช่นนี้ ถ้าเกี่ยวข้องกับฟังก์ชันจะมีชื่อเรียกว่าอย่างไร



ขั้นจัดโครงสร้างความรู้

3. ครูให้นักเรียนแบ่งกลุ่ม กลุ่มละ 4-6 คน โดยคณะกรรมการ (เก่ง-ปานกลาง-อ่อน) โดยให้นักเรียนร่วมกันทำใบกิจกรรมที่ 4.1 เรื่อง ฟังก์ชันเพิ่มและฟังก์ชันลด โดยครูใช้คำถาม เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนแต่ละกลุ่มสังเกตและเปรียบเทียบ ค่า x_1 กับ x_2 และ $f(x_1)$ กับ $f(x_2)$ จากกราฟของฟังก์ชันเพิ่มและฟังก์ชันลดว่ามีความสัมพันธ์กันอย่างไร ดังนี้

- กราฟของฟังก์ชันที่เป็นฟังก์ชันเพิ่ม มีค่า x_1 กับ x_2 และ $f(x_1)$ กับ $f(x_2)$ สัมพันธ์กันอย่างไร (แนวการตอบ กราฟของฟังก์ชันที่เป็นฟังก์ชันเพิ่ม มีค่า x_1 กับ x_2 และ $f(x_1)$ กับ $f(x_2)$ แปรผันตรง นั่นคือ ถ้า $x_1 < x_2$ แล้ว $f(x_1) < f(x_2)$)

- กราฟของฟังก์ชันที่เป็นฟังก์ชันลด มีค่า x_1 กับ x_2 และ $f(x_1)$ กับ $f(x_2)$ สัมพันธ์กันอย่างไร (แนวการตอบ กราฟของฟังก์ชันที่เป็นฟังก์ชันลด มีค่า x_1 กับ x_2 และ $f(x_1)$ กับ $f(x_2)$ แปรผกผัน นั่นคือ ถ้า $x_1 < x_2$ แล้ว $f(x_1) > f(x_2)$)

- ความสัมพันธ์ระหว่างค่า x_1 กับ x_2 และ $f(x_1)$ กับ $f(x_2)$ ในฟังก์ชันเพิ่มและฟังก์ชันลด เหมือนหรือแตกต่างกันอย่างไร จงอธิบาย (แนวการตอบ แตกต่างกัน เพราะค่าของ x_1 กับ x_2 และ $f(x_1)$ กับ $f(x_2)$ ในฟังก์ชันเพิ่มจะแปรผันตรง คือ ถ้า $x_1 < x_2$ แล้ว $f(x_1) < f(x_2)$ แต่สำหรับฟังก์ชันลดจะแปรผกผัน คือ ถ้า $x_1 < x_2$ แล้ว $f(x_1) > f(x_2)$)

- นักเรียนสามารถสรุปความหมายของฟังก์ชันเพิ่มและฟังก์ชันลดได้อย่างไร (แนวการตอบ ถ้า $x_1 < x_2$ แล้ว $f(x_1) < f(x_2)$ เป็นฟังก์ชันเพิ่ม แต่ถ้า $x_1 < x_2$ แล้ว $f(x_1) > f(x_2)$ เป็นฟังก์ชันลด)

คาบที่ 2

4. ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันทำใบกิจกรรมที่ 4.2 เรื่อง ฟังก์ชันเพิ่มและฟังก์ชันลด (ต่อ) โดยครูคอยสังเกตการณ์ พร้อมให้คำปรึกษาหรือชี้แนะแนวทางกับนักเรียนหากมีปัญหาหรือข้อสงสัย

5. นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับ ความหมายของฟังก์ชันเพิ่มและฟังก์ชันลด เพื่อตรวจสอบว่าข้อสรุปที่ได้เหมือนหรือต่างจากเพื่อนอย่างไร พร้อมแสดงผลประกอบการอธิบายด้วย หากยังไม่ถูกต้อง ครูและเพื่อนนักเรียนร่วมกันแก้ไขให้เกิดความถูกต้องสมบูรณ์

6. ครูให้นักเรียนร่วมกันสรุป เกี่ยวกับความหมายของฟังก์ชันเพิ่มและฟังก์ชันลด ที่นักเรียนได้ค้นพบอีกครั้ง เพื่อให้ทุกคนมีความเข้าใจตรงกันและไม่เกิดความเข้าใจที่คลาดเคลื่อน

ชั้นนำความรู้ไปใช้

7. นักเรียนนำความรู้ที่ได้จากชั้นจัดโครงสร้างความรู้มาใช้ทำแบบฝึกหัดที่ 4 เรื่อง ฟังก์ชันเพิ่มและฟังก์ชันลด โดยครูเปิดโอกาสให้นักเรียนซักถามหากเกิดความไม่เข้าใจ

ชั้นประเมินผล

12. ครูใช้คำถามนำ เพื่อให้นักเรียนได้ตรวจสอบความรู้ ความเข้าใจของตนเองเกี่ยวกับ ความหมายของฟังก์ชันเพิ่มและฟังก์ชันลด และให้เหตุผลประกอบ ดังนี้

- ฟังก์ชันเพิ่มมีลักษณะอย่างไร จงอธิบาย
- ฟังก์ชันลดมีลักษณะอย่างไร จงอธิบาย
- ตัวอย่างความสัมพันธ์ที่เป็นฟังก์ชันและฟังก์ชันลดที่พบในชีวิตประจำวันมีอะไรบ้าง
- กราฟของ $f(x) = x^2$ เป็นฟังก์ชันเพิ่มหรือฟังก์ชันลดในช่วง $(-\infty, 0)$

เพราะเหตุใด

สื่อ อุปกรณ์ และแหล่งการเรียนรู้

1. ใบกิจกรรมที่ 4.1 เรื่อง ฟังก์ชันเพิ่มและฟังก์ชันลด
2. ใบกิจกรรมที่ 4.2 เรื่อง ฟังก์ชันเพิ่มและฟังก์ชันลด (ต่อ)
3. แบบฝึกหัดที่ 4 เรื่อง ฟังก์ชันเพิ่มและฟังก์ชันลด

การวัดและประเมินผลการเรียนรู้

สิ่งที่ต้องการวัด	วิธีวัดผล	เครื่องมือวัดผล	เกณฑ์การประเมินผล
1. อธิบายความหมายของฟังก์ชันเพิ่มและฟังก์ชันลดได้	การตรวจใบ กิจกรรมที่ 4.1	ใบกิจกรรมที่ 4.1	1) ทำใบกิจกรรมที่ 4.1 ได้ถูกต้อง ร้อยละ 70 ขึ้นไป
2. อธิบายได้ว่าฟังก์ชันที่กำหนดให้เป็นฟังก์ชัน ฟังก์ชันเพิ่มหรือฟังก์ชันลด	การตรวจใบ กิจกรรมที่ 4.2 แบบฝึกหัดที่ 4	ใบกิจกรรมที่ 4.2 แบบฝึกหัดที่ 4	1) ทำใบกิจกรรมที่ 4.2 และแบบฝึกหัดที่ 4 ได้ถูกต้อง ร้อยละ 70 ขึ้นไป
3. ให้เหตุผลได้ว่าฟังก์ชันที่กำหนดให้เป็นฟังก์ชันเพิ่มหรือฟังก์ชันลด	การตรวจใบ กิจกรรมที่ 4.2 แบบฝึกหัดที่ 4	ใบกิจกรรมที่ 4.2 แบบฝึกหัดที่ 4	1) ทำใบกิจกรรมที่ 4.2 และแบบฝึกหัดที่ 4 ได้ถูกต้อง ร้อยละ 70 ขึ้นไป
6. มีความรับผิดชอบในการทำงาน	สังเกตพฤติกรรมด้านความรับผิดชอบในการทำงาน	แบบประเมินด้านความรับผิดชอบในการทำงาน	เกณฑ์ประเมินอยู่ตั้งแต่ในระดับดีขึ้นไป

บันทึกหลังการสอน

ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้: นักเรียนสามารถอธิบายความหมายของฟังก์ชันเพิ่ม และฟังก์ชันลดได้ พร้อมทั้งอธิบายได้ว่าฟังก์ชันที่กำหนดให้เป็นฟังก์ชันเพิ่มหรือฟังก์ชันลด แต่ยังคงพบว่านักเรียนบางคนขาดทักษะทางจำนวน หรือความรู้สึกลึกเชิงจำนวน เช่น เมื่อกำหนดให้ $x \in (-\infty, 0)$ แล้วทำไม x^2 จึงมากกว่าศูนย์ ครูจึงให้นักเรียนลองสุ่มจำนวนที่อยู่ในช่วง $x \in (-\infty, 0)$ มาหนึ่งจำนวนแล้วจับยกกำลังสองเพื่อตรวจสอบว่าค่าที่ได้นั้นเป็นอย่างไร

ปัญหา/ อุปสรรค: ในการแสดงเหตุผลประกอบคำตอบนั้น นักเรียนสามารถเขียนตอบได้ แต่นักเรียนประสบปัญหาในการแสดงเหตุผลประกอบขั้นตอนการพิสูจน์ฟังก์ชันเพิ่มและฟังก์ชันลดเนื่องจากนักเรียนลืมสมบัติของอสมการ หรือการไม่เท่ากันในเรื่องจำนวนจริง

ข้อเสนอแนะ/ แนวทางแก้ไข: ครูต้องทบทวนสมบัติต่าง ๆ เกี่ยวกับการไม่เท่ากัน เช่น สมบัติการคูณด้วยจำนวนที่น้อยกว่าศูนย์ สมบัติการคูณด้วยจำนวนที่มากกว่าศูนย์ ก่อนที่จะให้นักเรียนเขียนขั้นตอนของการพิสูจน์ฟังก์ชันเพิ่มและฟังก์ชันลด

ลงชื่อ.....ผู้สอน

(นางสาวจิตภา ลูกเงาะ)

วันที่.....

แบบสังเกตพฤติกรรมด้านความรับผิดชอบในการทำงาน

คำชี้แจง ให้ทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องที่เป็นจริงมากที่สุด

เลขที่	ชื่อ-สกุล	รายการประเมิน			
		ความรับผิดชอบในการทำงาน			
		3	2	1	0
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					

เกณฑ์การประเมินแบบสังเกตพฤติกรรม ด้านความรับผิดชอบในการทำงาน

คะแนน/ ความหมาย	พฤติกรรมที่ปรากฏให้เห็น
3/ ดีมาก	นักเรียนทำใบกิจกรรมและแบบฝึกหัดครบถ้วนสมบูรณ์ และส่งตามระยะเวลาที่กำหนดสม่ำเสมอ
2/ ดี	นักเรียนทำใบกิจกรรมและแบบฝึกหัดครบถ้วนสมบูรณ์ แต่ส่งช้ากว่าเวลาที่กำหนดบางครั้ง
1/ พอใช้	นักเรียนทำใบกิจกรรมและแบบฝึกหัดครบถ้วนแต่ส่งช้ากว่าเวลาที่กำหนดบ่อยครั้ง
0/ ต้องปรับปรุง	นักเรียนไม่ส่งงาน

เกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

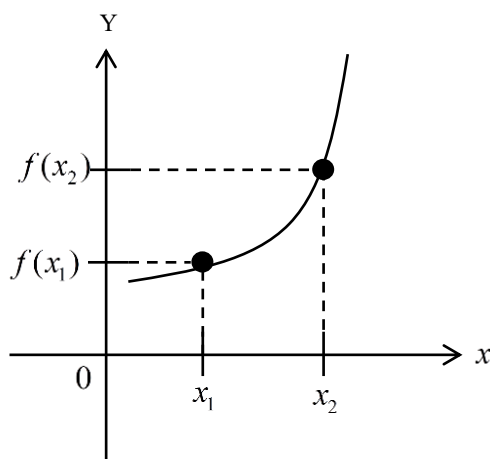
คะแนน/ ความหมาย	ความสามารถในการให้เหตุผลที่ปรากฏให้เห็น
3 (ดีมาก)	คำตอบถูกต้อง มีการแสดงแนวคิด โดยอาศัยหลักการทางคณิตศาสตร์ ประกอบการให้คำตอบอย่างสมเหตุสมผล ถูกต้องครบถ้วน
2 (ดี)	คำตอบถูกต้อง มีการแสดงแนวคิด โดยอาศัยหลักการทางคณิตศาสตร์ ประกอบการให้คำตอบอย่างสมเหตุสมผล ถูกต้องเกือบสมบูรณ์
1 (พอใช้)	คำตอบถูกต้อง มีการแสดงแนวคิดโดยอาศัยหลักการทางคณิตศาสตร์ ประกอบการให้คำตอบแต่ไม่สมเหตุสมผล หรือคำตอบถูกต้องแต่ไม่มีการแสดงแนวคิดประกอบคำตอบ หรือคำตอบผิดแต่มีการแสดงแนวคิด ประกอบคำตอบอย่างสมเหตุสมผล
0 (ต้องปรับปรุง)	คำตอบผิดและไม่มีการแสดงแนวคิดประกอบคำตอบ หรือไม่มีการเขียนใด ๆ

ใบกิจกรรมที่ 4.1 เรื่อง ฟังก์ชันเพิ่มและฟังก์ชันลด

คำสั่ง จงตอบคำถามต่อไปนี้

1. จงพิจารณารูปภาพของฟังก์ชัน พร้อมทั้งเติมเครื่องหมาย $>$ หรือ $<$ เพื่อเปรียบเทียบค่าของ x_1 กับ x_2 และ $f(x_1)$ กับ $f(x_2)$ ในแต่ละข้อต่อไปนี้

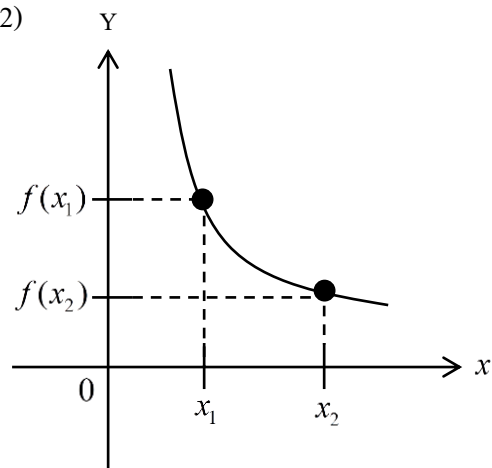
1.1)



$x_1 \dots x_2$ และ $f(x_1) \dots f(x_2)$

เป็นฟังก์ชันเพิ่ม

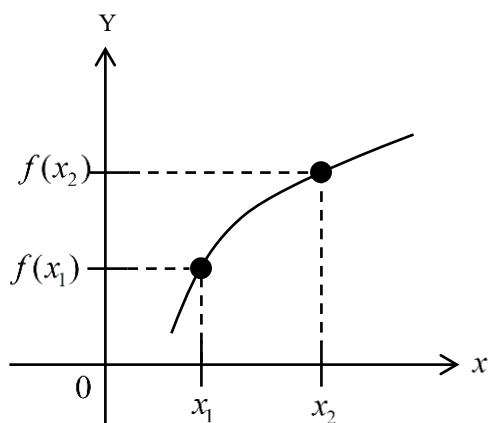
1.2)



$x_1 \dots x_2$ และ $f(x_1) \dots f(x_2)$

เป็นฟังก์ชันลด

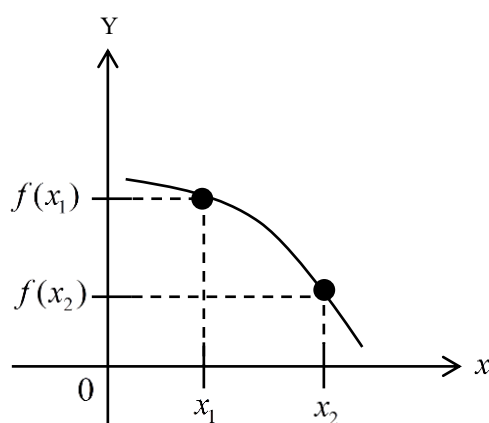
1.3)



$x_1 \dots x_2$ และ $f(x_1) \dots f(x_2)$

เป็นฟังก์ชันเพิ่ม

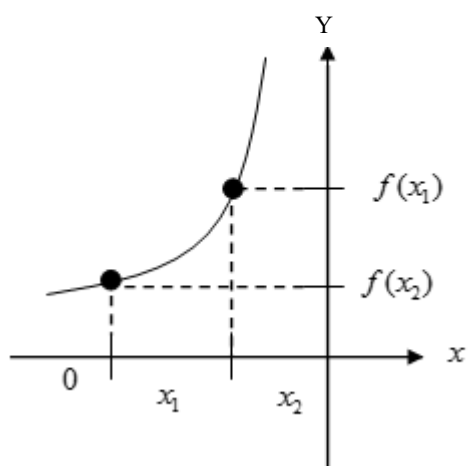
1.4)



$x_1 \dots x_2$ และ $f(x_1) \dots Y$)

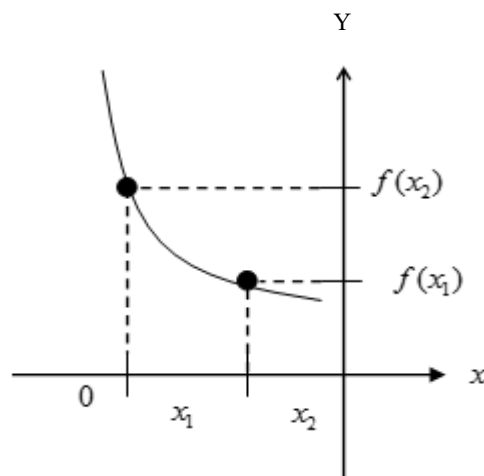
เป็นฟังก์ชันลด

1.5)



$x_1 < x_2$ และ $f(x_1) < f(x_2)$
เป็นฟังก์ชันเพิ่ม

1.6)



$x_1 < x_2$ และ $f(x_1) > f(x_2)$
เป็นฟังก์ชันลด

2. กราฟของฟังก์ชันที่เป็นฟังก์ชันเพิ่ม มีค่า x_1 กับ x_2 และ $f(x_1)$ กับ $f(x_2)$ สัมพันธ์กัน
อย่างไร

.....

.....

.....

.....

.....

3. กราฟของฟังก์ชันที่เป็นฟังก์ชันลด มีค่า x_1 กับ x_2 และ $f(x_1)$ กับ $f(x_2)$ สัมพันธ์กัน
อย่างไร

.....

.....

.....

.....

.....

4. ความสัมพันธ์ระหว่างค่า มีค่า x_1 กับ x_2 และ $f(x_1)$ กับ $f(x_2)$ ในฟังก์ชันเพิ่มและฟังก์ชันลด เหมือนหรือแตกต่างกันอย่างไร จงอธิบาย

.....

.....

.....

.....

.....

5. จากการพิจารณาเปรียบเทียบค่าของ ค่า x_1 กับ x_2 และ $f(x_1)$ กับ $f(x_2)$ ดังกล่าว จะสามารถสรุปได้อย่างไรว่ากราฟของฟังก์ชันนั้นเป็นฟังก์ชันเพิ่มหรือฟังก์ชันลด

.....

.....

.....

.....

.....

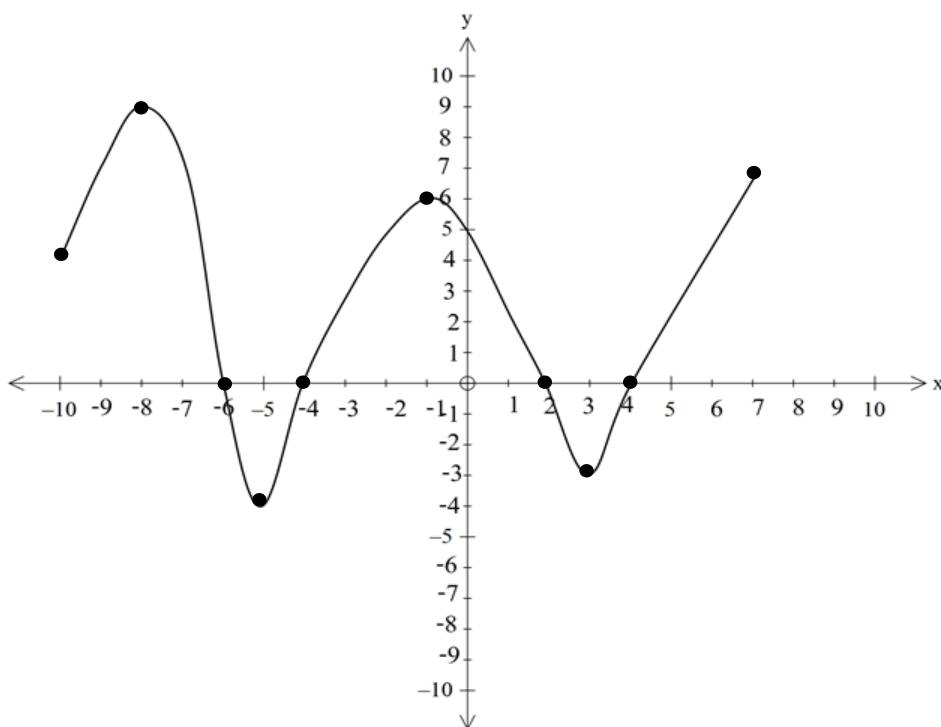
ดังนั้น สามารถสรุปได้ว่า

<p>ฟังก์ชันเพิ่ม คือ.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>ฟังก์ชันลด คือ.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p>
--

ใบกิจกรรมที่ 4.2 เรื่อง ฟังก์ชันเพิ่มและฟังก์ชันลด (ต่อ)

คำสั่ง จงตอบคำถามต่อไปนี้

1. ให้ f เป็นฟังก์ชันที่มีกราฟดังรูป จงระบุว่าช่วงต่อไปนี้ เป็นฟังก์ชันลดหรือฟังก์ชันเพิ่ม



- $[-10, -8]$ เป็น.....เพราะ $-10 < -8$ แล้ว $f(-10) = 4 < 9 = f(-8)$
- $[-8, -6]$ เป็น.....เพราะ.....
- $[-6, -5]$ เป็น.....เพราะ.....
- $[-5, -4]$ เป็น.....เพราะ.....
- $[-4, -1]$ เป็น.....เพราะ.....
- $[-1, 2]$ เป็น.....เพราะ.....
- $[2, 3]$ เป็น.....เพราะ.....
- $[3, 4]$ เป็น.....เพราะ.....
- $[4, 7]$ เป็น.....เพราะ.....

2. จงพิจารณาว่า ฟังก์ชันต่อไปนี้ เป็นฟังก์ชันเพิ่มหรือฟังก์ชันลดในเซตที่กำหนด พร้อมให้เหตุผลประกอบ

2.1) $f(x) = 2 - 3x$ ในเซต R

วิธีทำ ให้ x_1 และ x_2 เป็นจำนวนจริงใด ๆ ซึ่ง $x_1 < x_2$

จะได้ว่า $-3x_1 > -3x_2$ (.....)

$2 - 3x_1 > 2 - 3x_2$ (.....)

$f(x_1) > f(x_2)$ (.....)

ดังนั้น f เป็น.....ในเซต R

2.2) $g(x) = x^2 + 1$ ในช่วง $(-\infty, 0)$

วิธีทำ x_1 และ x_2 เป็นจำนวนจริงใด ๆ ในช่วง.....ซึ่ง.....

จะได้ว่า..... (.....)

..... (.....)

..... (.....)

ดังนั้น g เป็น.....ในช่วง $(-\infty, 0)$

2.3) $h(x) = |x| + 1$ ในช่วง $(0, \infty)$

วิธีทำ x_1 และ x_2 เป็นจำนวนจริงใด ๆ ในช่วง.....ซึ่ง.....

จะได้ว่า..... (.....)

..... (.....)

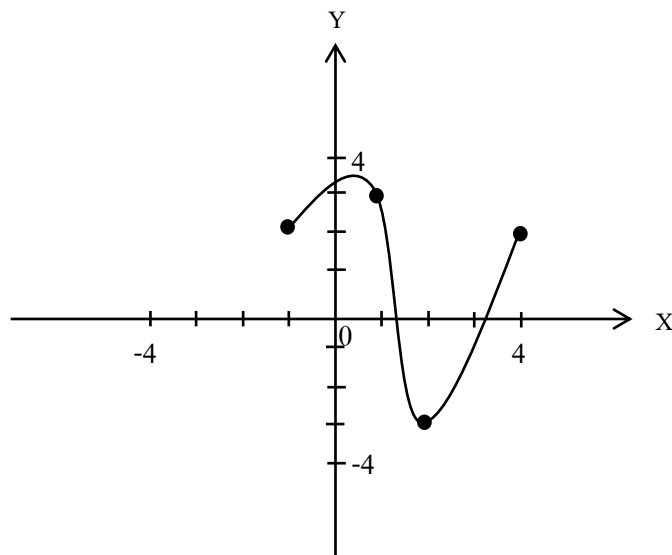
..... (.....)

ดังนั้น h เป็น.....ในช่วง $(0, \infty)$

แบบฝึกหัดที่ 4 เรื่อง ฟังก์ชันเพิ่มและฟังก์ชันลด

1. ให้ f เป็นฟังก์ชันที่มีกราฟดังรูป จงระบุว่าช่วงต่อไปนี้เป็นฟังก์ชันเพิ่มหรือฟังก์ชันลด

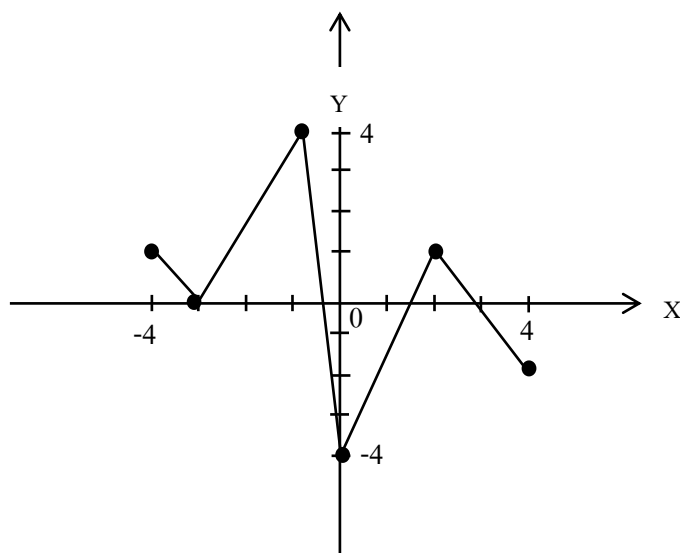
1.1)



f ในช่วง $[1, 2]$ เป็น.....เพราะ.....

f ในช่วง $[2, 4]$ เป็น.....เพราะ.....

1.2)



f ในช่วง $[-3, -1]$ เป็น.....เพราะ.....

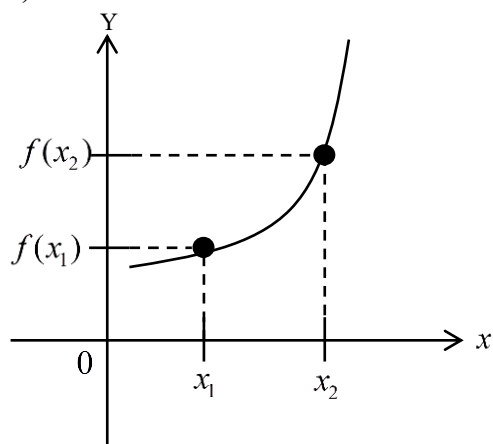
f ในช่วง $[2, 4]$ เป็น.....เพราะ.....

เฉลย ใบกิจกรรมที่ 4.1 เรื่อง ฟังก์ชันเพิ่มและฟังก์ชันลด

คำสั่ง จงตอบคำถามต่อไปนี้

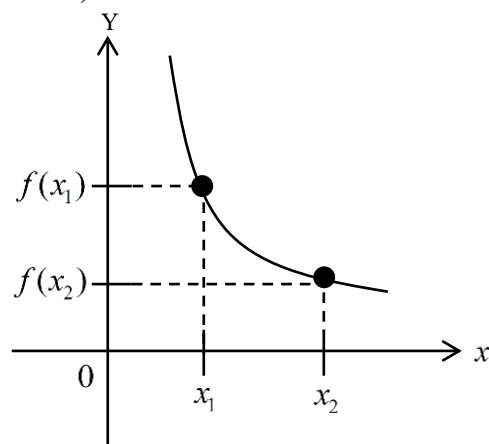
1. จงพิจารณารูปภาพของฟังก์ชัน พร้อมทั้งเติมเครื่องหมาย $>$ หรือ $<$ เพื่อเปรียบเทียบค่าของ x_1 กับ x_2 และ $f(x_1)$ กับ $f(x_2)$ ในแต่ละข้อต่อไปนี้

1.1)



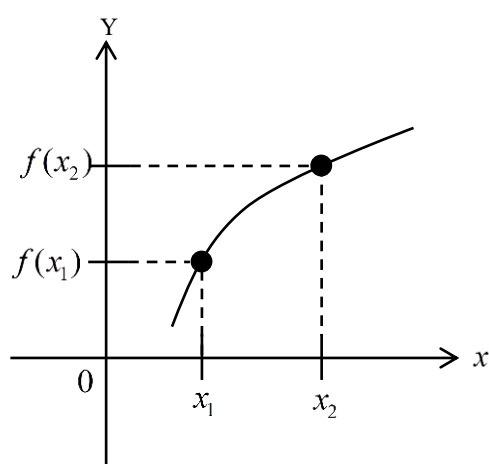
$x_1 < x_2$ และ $f(x_1) < f(x_2)$
เป็นฟังก์ชันเพิ่ม

1.2)



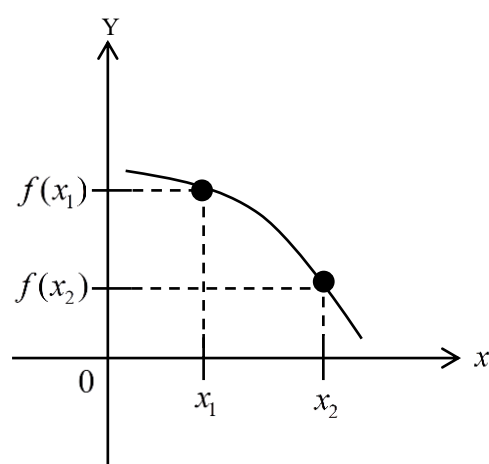
$x_1 < x_2$ และ $f(x_1) > f(x_2)$
เป็นฟังก์ชันลด

1.3)



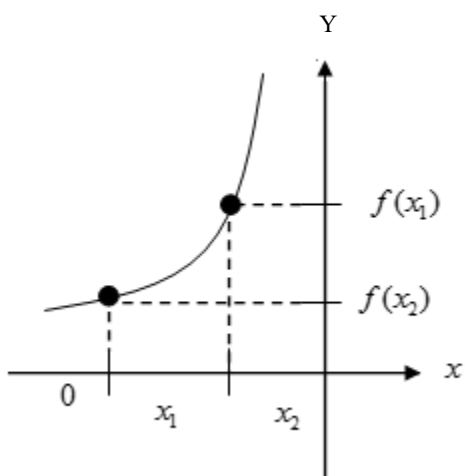
$x_1 < x_2$ และ $f(x_1) < f(x_2)$
เป็นฟังก์ชันเพิ่ม

1.4)



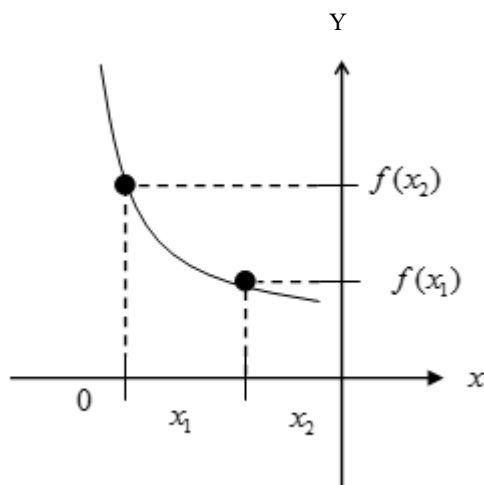
$x_1 < x_2$ และ $f(x_1) > f(x_2)$
เป็นฟังก์ชันลด

1.5)



$x_1 < x_2$ และ $f(x_1) < f(x_2)$
เป็นฟังก์ชันเพิ่ม

1.6)



$x_1 < x_2$ และ $f(x_1) > f(x_2)$
เป็นฟังก์ชันลด

2. กราฟของฟังก์ชันที่เป็นฟังก์ชันเพิ่ม มีค่า x_1 กับ x_2 และ $f(x_1)$ กับ $f(x_2)$ สัมพันธ์กัน
อย่างไร

กราฟของฟังก์ชันที่เป็นฟังก์ชันเพิ่ม จะมีค่าของ x_1 กับ x_2 และ $f(x_1)$ กับ $f(x_2)$ แปรผันตรง
นั่นคือ ถ้า $x_1 < x_2$ แล้ว $f(x_1) < f(x_2)$
.....
.....

3. กราฟของฟังก์ชันที่เป็นฟังก์ชันลด มีค่า x_1 กับ x_2 และ $f(x_1)$ กับ $f(x_2)$ สัมพันธ์กัน
อย่างไร

กราฟของฟังก์ชันที่เป็นฟังก์ชันเพิ่ม จะมีค่าของ x_1 กับ x_2 และ $f(x_1)$ กับ $f(x_2)$ แปรผกผัน
นั่นคือ ถ้า $x_1 < x_2$ แล้ว $f(x_1) > f(x_2)$
.....
.....

4. ความสัมพันธ์ระหว่างค่า x_1 กับ x_2 และ $f(x_1)$ กับ $f(x_2)$ ในฟังก์ชันเพิ่มและฟังก์ชันลด เหมือนหรือแตกต่างกันอย่างไร จงอธิบาย

แตกต่างกัน

เพราะค่าของ ค่า x_1 กับ x_2 และ $f(x_1)$ กับ $f(x_2)$ ของฟังก์ชันเพิ่มจะแปรผันตรง คือ ถ้า $x_1 < x_2$ แล้ว $f(x_1) < f(x_2)$ แต่สำหรับฟังก์ชันลด ถ้า $x_1 < x_2$ แล้ว $f(x_1) > f(x_2)$

.....

.....

.....

5. จากการพิจารณาเปรียบเทียบค่าของ x_1 กับ x_2 และ $f(x_1)$ กับ $f(x_2)$ ดังกล่าวจะสามารถสรุปได้อย่างไรว่ากราฟของฟังก์ชันนั้นเป็นฟังก์ชันเพิ่มหรือฟังก์ชันลด

จากการพิจารณาเปรียบเทียบค่าของ x_1 กับ x_2 และ $f(x_1)$ กับ $f(x_2)$ จะได้ว่า ถ้า $x_1 < x_2$ แล้ว $f(x_1) < f(x_2)$ เป็นฟังก์ชันเพิ่ม แต่ถ้า $x_1 < x_2$ แล้ว $f(x_1) > f(x_2)$

.....

.....

.....

ดังนั้น สามารถสรุปได้ว่า

ฟังก์ชันเพิ่ม คือ ความสัมพันธ์ระหว่างค่า x_1 กับ x_2 และ $f(x_1)$ กับ $f(x_2)$ ที่แปรผันตรง คือ ถ้า $x_1 < x_2$ แล้ว $f(x_1) < f(x_2)$

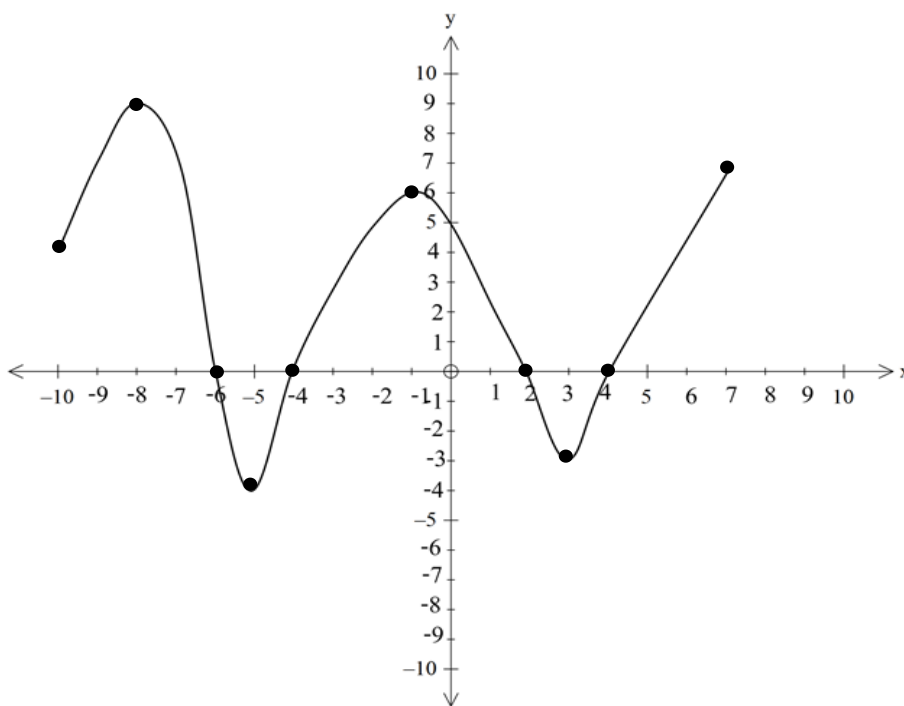
ฟังก์ชันลด คือ ความสัมพันธ์ระหว่างค่า x_1 กับ x_2 และ $f(x_1)$ กับ $f(x_2)$ ที่แปรผกผัน คือ ถ้า $x_1 < x_2$ แล้ว $f(x_1) > f(x_2)$

.....

เฉลย ใบบทที่ 4.2 เรื่อง ฟังก์ชันเพิ่มและฟังก์ชันลด

คำสั่ง จงตอบคำถามต่อไปนี้

1. ให้ f เป็นฟังก์ชันที่มีกราฟดังรูป จงระบุว่าช่วงต่อไปนี้ เป็นฟังก์ชันลดหรือฟังก์ชันเพิ่ม



$[-10, -8]$ เป็น	ฟังก์ชันเพิ่ม	เพราะ $-10 < -8$	แล้ว $f(-10) = 4 < 9 = f(-8)$
$[-8, -6]$ เป็น	ฟังก์ชันลด	เพราะ $-8 < -6$	แล้ว $f(-8) = 9 > 0 = f(-6)$
$[-6, -5]$ เป็น	ฟังก์ชันลด	เพราะ $-6 < -5$	แล้ว $f(-6) = 0 > -4 = f(-5)$
$[-5, -4]$ เป็น	ฟังก์ชันเพิ่ม	เพราะ $-5 < -4$	แล้ว $f(-5) = -4 < 0 = f(-4)$
$[-4, -1]$ เป็น	ฟังก์ชันเพิ่ม	เพราะ $-4 < -1$	แล้ว $f(-4) = 0 < 6 = f(-1)$
$[-1, 2]$ เป็น	ฟังก์ชันลด	เพราะ $-1 < 2$	แล้ว $f(-1) = 6 > 0 = f(2)$
$[2, 3]$ เป็น	ฟังก์ชันลด	เพราะ $2 < 3$	แล้ว $f(2) = 0 > -3 = f(3)$
$[3, 4]$ เป็น	ฟังก์ชันเพิ่ม	เพราะ $3 < 4$	แล้ว $f(3) = -3 < 0 = f(4)$
$[4, 7]$ เป็น	ฟังก์ชันเพิ่ม	เพราะ $4 < 7$	แล้ว $f(4) = 0 < 7 = f(7)$

2. จงพิจารณาว่า ฟังก์ชันต่อไปนี้ เป็นฟังก์ชันเพิ่มหรือฟังก์ชันลดในเซตที่กำหนด พร้อมให้เหตุผลประกอบ

2.1) $f(x) = 2-3x$ ในเซต R

วิธีทำ ให้ x_1 และ x_2 เป็นจำนวนจริงใด ๆ ซึ่ง $x_1 < x_2$

จะได้ว่า $-3x_1 > -3x_2$ (การคูณด้วยจำนวนที่เท่ากันที่น้อยกว่า 0)

$2-3x_1 > 2-3x_2$ (การบวกด้วยจำนวนที่เท่ากัน)

$f(x_1) > f(x_2)$ ($f(x) = 2-3x$)

ดังนั้น f เป็นในเซต R

2.2) $g(x) = x^2 + 1$ ในช่วง $(-\infty, 0)$

วิธีทำ x_1 และ x_2 เป็นจำนวนจริงใด ๆ ในช่วง $(-\infty, 0)$ ซึ่ง $x_1 < x_2$

จะได้ว่า $x_1^2 > x_2^2$ (ยกกำลังสองทั้ง 2 ข้างของอสมการ; $x \in (-\infty, 0)$)

$x_1^2 + 1 > x_2^2 + 1$ (การบวกด้วยจำนวนที่เท่ากัน)

$g(x_1) > g(x_2)$ ($g(x) = x^2 + 1$)

นั่นคือ ถ้า $x_1 < x_2$ แล้ว $f(x_1) > f(x_2)$

ดังนั้น g เป็นฟังก์ชันลดในช่วง $(-\infty, 0)$

2.3) $h(x) = |x| + 1$ ในช่วง $(0, \infty)$

วิธีทำ x_1 และ x_2 เป็นจำนวนจริงใด ๆ ในช่วง $(0, \infty)$ ซึ่ง $x_1 < x_2$

จะได้ว่า $|x_1| < |x_2|$ (การใส่ค่าสัมบูรณ์ทั้ง 2 ข้างของอสมการ; $x \in (0, \infty)$)

$|x_1| + 1 < |x_2| + 1$ (การบวกด้วยจำนวนที่เท่ากัน)

$h(x_1) < h(x_2)$ ($h(x) = |x| + 1$)

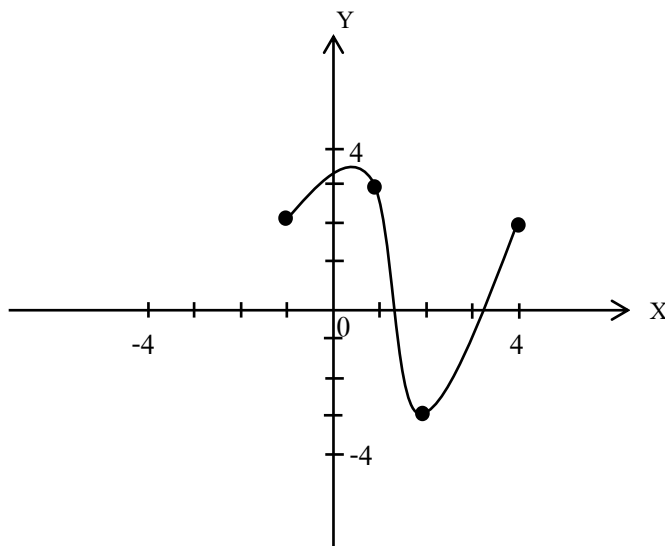
นั่นคือ ถ้า $x_1 < x_2$ แล้ว $f(x_1) < f(x_2)$

ดังนั้น h เป็นฟังก์ชันเพิ่มในช่วง $(0, \infty)$

เฉลย แบบฝึกหัดที่ 4 เรื่อง ฟังก์ชันเพิ่มและฟังก์ชันลด

1. ให้ f เป็นฟังก์ชันที่มีกราฟดังรูป จงระบุว่าช่วงต่อไปนี้ เป็นฟังก์ชันเพิ่มหรือฟังก์ชันลด

1.1)



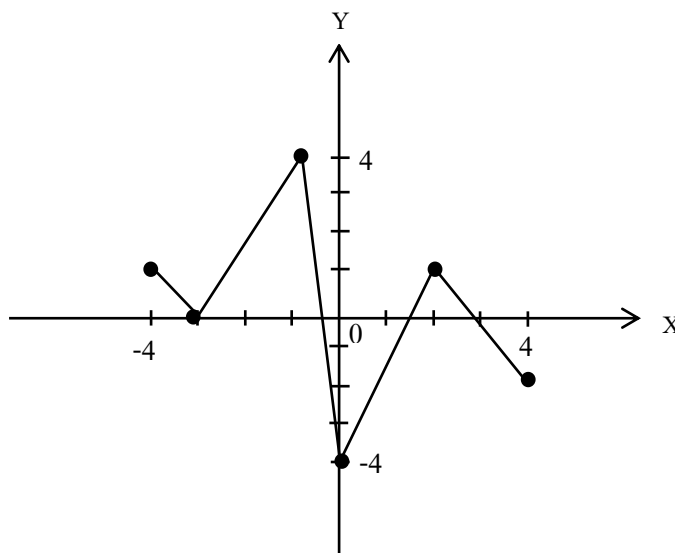
f ในช่วง $[1, 2]$ เป็นฟังก์ชันลด เพราะ $1 < 2$ แล้ว $3 > -3$

นั่นคือ ถ้า $x_1 < x_2$ แล้ว $f(x_1) > f(x_2)$

f ในช่วง $[2, 4]$ เป็นฟังก์ชันเพิ่ม เพราะ $2 < 4$ แล้ว $-3 < 2$

นั่นคือ ถ้า $x_1 < x_2$ แล้ว $f(x_1) < f(x_2)$

1.2)



f ในช่วง $[-3, -1]$ เป็นฟังก์ชันเพิ่ม เพราะ $-3 < -1$ แล้ว $0 < 4$

นั่นคือ ถ้า $x_1 < x_2$ แล้ว $f(x_1) < f(x_2)$

f ในช่วง $[2, 4]$ เป็นฟังก์ชันลด เพราะ $2 < 4$ แล้ว $2 > -2$

นั่นคือ ถ้า $x_1 < x_2$ แล้ว $f(x_1) > f(x_2)$

2. จงพิจารณาว่า ฟังก์ชันต่อไปนี้ เป็นฟังก์ชันเพิ่มหรือฟังก์ชันลดในเซตที่กำหนด พร้อมให้เหตุผลประกอบ

2.1) $f(x) = -2x + 3$ ในช่วง $(0, \infty)$

วิธีทำ ให้ x_1 และ x_2 เป็นจำนวนจริงใด ๆ ในช่วง $(0, \infty)$ ซึ่ง $x_1 < x_2$

จะได้ว่า $-2x_1 > -2x_2$ (การคูณด้วยจำนวนที่เท่ากันที่น้อยกว่า 0)

$-2x_1 + 3 > -2x_2 + 3$ (การบวกด้วยจำนวนที่เท่ากัน)

$f(x_1) > f(x_2)$ ($f(x) = -2x + 3$)

นั่นคือ ถ้า $x_1 < x_2$ แล้ว $f(x_1) > f(x_2)$

ดังนั้น $f(x) = -2x + 3$ เป็นฟังก์ชันลด ในช่วง $(0, \infty)$

2.2) $f(x) = x^2 - 2$ ในช่วง $(0, 3]$

วิธีทำ ให้ x_1 และ x_2 เป็นจำนวนจริงใด ๆ ในช่วง $(0, 3]$ ซึ่ง $x_1 < x_2$

จะได้ว่า $x_1^2 < x_2^2$ (ยกกำลังสองทั้ง 2 ข้างของอสมการ; $x \in (0, 3]$)

$x_1^2 - 2 < x_2^2 - 2$ (การบวกด้วยจำนวนที่เท่ากัน)

$f(x_1) < f(x_2)$ ($f(x) = x^2 - 2$)

นั่นคือ ถ้า $x_1 < x_2$ แล้ว $f(x_1) < f(x_2)$

ดังนั้น $f(x) = x^2 - 2$ เป็นฟังก์ชันเพิ่ม ในช่วง $(0, 3]$

**แบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชัน
ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4**

คำชี้แจง

1. แบบทดสอบเป็นอัตนัย จำนวน 7 ข้อ ใช้เวลา 60 นาที
2. แบบทดสอบฉบับนี้ ผู้วิจัยสร้างขึ้นเพื่อวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ โดยจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ที่มีต่อความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชันของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4
3. กำหนดเกณฑ์การให้คะแนน ข้อละ 3 คะแนน โดยมีเกณฑ์การให้คะแนนแบบภาพรวม (Holistic scoring) ดังนี้

คะแนน/ ความหมาย	ความสามารถในการให้เหตุผลที่ปรากฏให้เห็น
3 (ดีมาก)	คำตอบถูกต้อง มีการแสดงแนวคิด โดยอาศัยหลักการทางคณิตศาสตร์ ประกอบการให้คำตอบอย่างสมเหตุสมผล ถูกต้องครบถ้วน
2 (ดี)	คำตอบถูกต้อง มีการแสดงแนวคิด โดยอาศัยหลักการทางคณิตศาสตร์ ประกอบการให้คำตอบอย่างสมเหตุสมผล ถูกต้องเกือบสมบูรณ์
1 (พอใช้)	คำตอบถูกต้อง มีการแสดงแนวคิดโดยอาศัยหลักการทางคณิตศาสตร์ ประกอบการให้คำตอบแต่ไม่สมเหตุสมผล หรือคำตอบถูกต้องแต่ไม่มีการแสดงแนวคิดประกอบคำตอบ หรือคำตอบผิดแต่มีการแสดงแนวคิดประกอบคำตอบอย่างสมเหตุสมผล
0 (ต้องปรับปรุง)	คำตอบผิดและ ไม่มีการแสดงแนวคิดประกอบคำตอบ หรือ ไม่มีการเขียนใด ๆ

แนวทางการตอบแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์
เรื่อง ฟังก์ชันของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

1) กำหนด $r_1 = \{(a,1), (a,2)\}$ และ $r_2 = \{(a,1), (b,1)\}$ จงพิจารณาว่าความสัมพันธ์ r_1 และ r_2 เป็นฟังก์ชันหรือไม่ เพราะเหตุใด

ตอบ r_1 ไม่เป็นฟังก์ชัน แต่ r_2 เป็นฟังก์ชัน

เนื่องจาก ฟังก์ชัน f คือ ความสัมพันธ์ถ้า ถ้า $(x, y) \in f$ และ $(x, z) \in f$ แล้ว $y = z$ แต่ ความสัมพันธ์ที่กำหนดให้ คือ $r_1 = \{(a,1), (a,2)\}$ ซึ่งจะเห็นว่า $(a, 1) \in r_1$ และ $(a, 2) \in r_1$ แต่ $1 \neq 2$ แสดงว่า ความสัมพันธ์ r_1 ไม่เป็นฟังก์ชัน

ส่วน r_2 เป็นฟังก์ชัน เนื่องจาก $r_2 = \{(a,1), (b,1)\}$ $r_2 = \{(a,1), (b,1)\}$ ซึ่งจะเห็นว่า $(a, 1) \in r_2$ และ $(b, 1) \in r_2$ และ $1 = 1$ แสดงว่า ความสัมพันธ์ r_2 เป็นฟังก์ชัน

2) จงแสดงว่า $f(x) = \sqrt{2x-5}$ เป็นฟังก์ชันหนึ่งต่อหนึ่ง พร้อมทั้งให้เหตุผลประกอบแนวคิดทุกขั้นตอน

ตอบ ให้ x_1 และ x_2 เป็นจำนวนจริงใด ๆ

สมมติให้ $f(x_1) = f(x_2)$

$$\sqrt{2x_1 - 5} = \sqrt{2x_2 - 5} \quad (f(x) = \sqrt{2x - 5})$$

$$2x_1 - 5 = 2x_2 - 5 \quad (\text{ยกกำลังสองทั้ง 2 ข้างของสมการ})$$

$$2x_1 = 2x_2 \quad (\text{การบวกด้วยจำนวนที่เท่ากัน})$$

$$x_1 = x_2 \quad (\text{การคูณด้วยจำนวนที่เท่ากัน})$$

นั่นคือ ถ้า $f(x_1) = f(x_2)$ แล้ว $x_1 = x_2$

ดังนั้น f เป็นฟังก์ชันหนึ่งต่อหนึ่ง

3) กำหนดให้ $f = \{(x, y) \in A \times B \mid y = x + 1\}$ เมื่อ $A = \{1, 2, 3, 4\}$ และ $B = \{2, 3, 4, 5\}$ ฟังก์ชันที่กำหนดให้เป็นฟังก์ชันจาก A ไปทั่วถึง B หรือไม่ เพราะเหตุใด

ตอบ f เป็นฟังก์ชันจาก A ไปทั่วถึง B

เนื่องจาก $f = \{(x, y) \in A \times B \mid y = x + 1\}$ เมื่อ $A = \{1, 2, 3, 4\}$ และ $B = \{2, 3, 4, 5\}$

สามารถเขียนเป็นเซตของคู่อันดับได้ ดังนี้ $f = \{(1, 2), (2, 3), (3, 4), (4, 5)\}$

ซึ่ง $D_f = \{1, 2, 3, 4\}$ และ $R_f = \{2, 3, 4, 5\} = B$

จะได้ว่า เรนจ์ของ f เท่ากับ B นั่นคือ f ก็จะเป็นฟังก์ชันจาก A ไปทั่วถึง B

4) จงพิจารณาว่า $f(x) = x^2 + 1$ บนช่วง $(-\infty, 0)$ เป็นฟังก์ชันเพิ่มหรือฟังก์ชันลด
พร้อมให้เหตุผลประกอบแนวคิดทุกขั้นตอน

ตอบ ให้ x_1 และ x_2 เป็นจำนวนจริงใด ๆ

สมมติให้ $x_1 < x_2$

จะได้ $x_1^2 > x_2^2$ (ยกกำลังสองทั้งสองข้างของจำนวนที่น้อยกว่า 0)

$x_1^2 + 1 > x_2^2 + 1$ (การบวกด้วยจำนวนที่เท่ากัน)

$f(x_1) > f(x_2)$ ($f(x) = x^2 + 1$)

นั่นคือ ถ้า $x_1 < x_2$ แล้ว $f(x_1) > f(x_2)$

ดังนั้น f เป็นฟังก์ชันลด

5) กำหนดให้ $f = \{(-3, 1), (2, 6), (3, 4)\}$ และ $g = \{(-3, 2), (2, 0), (4, 3)\}$ สามารถ
สร้างฟังก์ชัน $f+g, f-g, f \times g$, และ $\frac{f}{g}$ ได้หรือไม่ เพราะเหตุใด หากสร้างได้จงหาฟังก์ชันดังกล่าว

พร้อมทั้งโดเมนของแต่ละฟังก์ชัน

ตอบ เนื่องจาก $D_f = \{-3, 2, 3\}$ และ $D_g = \{-3, 2, 4\}$ ซึ่ง $D_f \cap D_g = \{-3, 2\}$

ดังนั้น สามารถสร้างฟังก์ชัน $f+g, f-g, f \times g$, และ $\frac{f}{g}$ ได้

$$f+g = \{(-3, 3), (2, 6)\}$$

$$f-g = \{(-3, -1), (2, 6)\}$$

$$f \times g = \{(-3, 2), (2, 0)\}$$

$$\frac{f}{g} = \{(-3, \frac{1}{2})\}$$

โดยที่ โดเมนของฟังก์ชัน $f+g, f-g, f \times g, = \{-3, 2\}$

และ โดเมนของฟังก์ชัน $\frac{f}{g} = \{x \mid x \in D_f \cap D_g \text{ และ } g(x) \neq 0\} = \{-3\}$

6) กำหนด $f = \{(1, 2), (2, 4), (3, 6), (4, 7)\}$ และ $g = \{(2, 7), (4, 5), (6, 9), (8, 10)\}$
 จะสามารถสร้างฟังก์ชัน $g \circ f$ และ $f \circ g$ ได้หรือไม่ เพราะเหตุใด

ตอบ สามารถสร้างฟังก์ชัน $g \circ f$ ได้ แต่ไม่สามารถสร้างฟังก์ชัน $f \circ g$ ได้

- สามารถสร้างฟังก์ชัน $g \circ f$ ได้ เนื่องจาก $R_f = \{2, 4, 6, 7\}$ และ $D_g = \{2, 4, 6, 8\}$

$$\text{ซึ่ง } R_f \cap D_g = \{2, 4, 6\} \neq \emptyset$$

ดังนั้น สามารถสร้างฟังก์ชัน $g \circ f$ ได้

- ไม่สามารถสร้างฟังก์ชัน $f \circ g$ ได้ เนื่องจาก $R_g = \{5, 7, 9, 10\}$ และ $D_f = \{1, 2, 3, 4\}$

$$\text{ซึ่ง } R_g \cap D_f = \emptyset$$

ดังนั้น ไม่สามารถสร้างฟังก์ชัน $f \circ g$ ได้

7) ถ้า $f(x) = 16 - x^2$ เมื่อ $x \in [0, 4]$ แล้ว $f(x)$ มีฟังก์ชันผกผันหรือไม่ เพราะเหตุใด

ตอบ มีฟังก์ชันผกผัน

ให้ x_1 และ x_2 เป็นจำนวนจริงใด ๆ และ $x \in [0, 4]$

สมมติให้ $f(x_1) = f(x_2)$

$$\text{จะได้ } 16 - x_1^2 = 16 - x_2^2 \quad (f(x) = 16 - x^2)$$

$$-x_1^2 = -x_2^2 \quad (\text{บวกด้วยจำนวนที่เท่ากัน})$$

$$x_1^2 = x_2^2 \quad (\text{คูณด้วยจำนวนที่เท่ากัน})$$

$$x_1 = x_2 \quad (\text{การถอดรากที่สอง และ } x \in [0, 4])$$

นั่นคือ ถ้า $f(x_1) = f(x_2)$ แล้ว $x_1 = x_2$ จะได้ว่า f เป็นฟังก์ชัน 1-1

แสดงว่า f มีฟังก์ชันผกผัน

เกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

คะแนน/ ความหมาย	ความสามารถในการให้เหตุผลที่ปรากฏให้เห็น
3 (ดีมาก)	คำตอบถูกต้อง มีการแสดงแนวคิด โดยอาศัยหลักการทางคณิตศาสตร์ ประกอบการให้คำตอบอย่างสมเหตุสมผล ถูกต้องครบถ้วน
2 (ดี)	คำตอบถูกต้อง มีการแสดงแนวคิด โดยอาศัยหลักการทางคณิตศาสตร์ ประกอบการให้คำตอบอย่างสมเหตุสมผล ถูกต้องเกือบสมบูรณ์
1 (พอใช้)	คำตอบถูกต้อง มีการแสดงแนวคิดโดยอาศัยหลักการทางคณิตศาสตร์ ประกอบการให้คำตอบแต่ไม่สมเหตุสมผล หรือคำตอบถูกต้องแต่ไม่มีการแสดงแนวคิดประกอบคำตอบ หรือคำตอบผิดแต่มีการแสดงแนวคิดประกอบคำตอบอย่างสมเหตุสมผล
0 (ต้องปรับปรุง)	คำตอบผิดและไม่มีการแสดงแนวคิดประกอบคำตอบ หรือไม่มีการเขียนใด ๆ

**แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชัน
ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4**

คำชี้แจง

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

1) ความสัมพันธ์ในข้อใดต่อไปนี้เป็นฟังก์ชัน

- ก. $\{(1, 1), (1, 2), (1, 3), (1, 4)\}$
- ข. $\{(1, -1), (1, 1), (4, -2), (4, 2)\}$
- ค. $\{(1, 0), (2, 0), (3, 0), (4, 0)\}$
- ง. $\{(1, 2), (2, -2), (2, 3), (1, 2)\}$

2) ข้อใดต่อไปนี้ไม่เป็นฟังก์ชัน

- ก. $r = \{(x, y) \in \mathbb{R} \times \mathbb{R} \mid x = |y|\}$
- ข. $r = \{(x, y) \in \mathbb{R} \times \mathbb{R} \mid y = 1 - x\}$
- ค. $r = \{(x, y) \in \mathbb{R} \times \mathbb{R} \mid y = x^2\}$
- ง. $r = \{(x, y) \in \mathbb{R} \times \mathbb{R} \mid x = \sqrt{y}\}$

3) กำหนดให้ A และ B เป็นเซต f จะเป็นฟังก์ชันจาก A ไป B ก็ต่อเมื่อ f มีสมบัติตามข้อใด

- ก. $D_f = A$ และ $R_f \subset B$
- ข. $D_f \subset A$ และ $R_f = B$
- ค. $D_f = B$ และ $R_f \subset A$
- ง. $D_f \subset B$ และ $R_f = A$

4) กำหนดให้ $A = \{1, 2, 3\}$ และ $B = \{4, 5, 6, 7\}$ ข้อใดต่อไปนี้เป็นฟังก์ชันจาก A ไป B

- ก. $\{(4, 1), (5, 1), (6, 2), (6, 3)\}$
- ข. $\{(4, 1), (5, 1), (6, 1), (7, 1)\}$
- ค. $\{(1, 4), (2, 6), (3, 7), (1, 4)\}$
- ง. $\{(1, 4), (1, 5), (3, 6), (3, 7)\}$

5) กำหนดให้ $A = \{1, 2, 3\}$ และ $B = \{3, 4, 5, 6, 7, 8\}$ ข้อใดต่อไปนี้เป็นฟังก์ชันจาก A ไป B

ก. $f = \{(x, y) \in A \times B \mid y = x + 3\}$

ข. $f = \{(x, y) \in A \times B \mid y = 3x\}$

ค. $f = \{(x, y) \in A \times B \mid y = -x + 5\}$

ง. $f = \{(x, y) \in A \times B \mid y = 3x + 1\}$

6) ข้อใดต่อไปนี้เป็นฟังก์ชันหนึ่งต่อหนึ่ง

ก. $f_1(x) = 2x + 1$

ข. $f_2(x) = \sqrt{x - 3}$

ค. $f_3(x) = |x - 2|$

ง. $f_4(x) = \frac{1}{x}$

7) กำหนด $A = \{x \in \mathbb{N} \mid 2 \leq x < 6\}$ และ $B = \{x \in \mathbb{I} \mid 1 \leq x \leq 4\}$ พิจารณาข้อความต่อไปนี้

(1) $f_1 = \{(x, y) \in A \times B \mid y = x - 1\}$ เป็นฟังก์ชันจาก A ไปทั่วถึง B

(2) $f_2 = \{(x, y) \in B \times A \mid y = x + 1\}$ เป็นฟังก์ชันจาก B ไปทั่วถึง A

ข้อใดต่อไปนี้ถูก

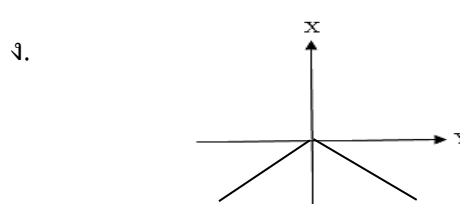
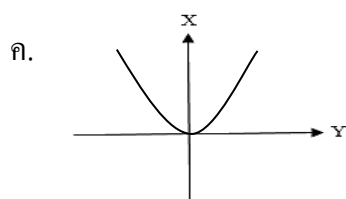
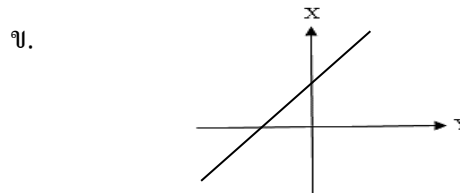
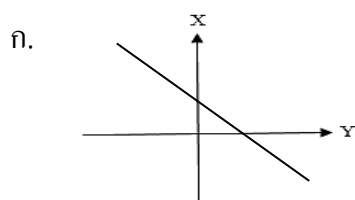
ก. ข้อ 1 และ ข้อ 2 จริง

ข. ข้อ 1 จริง และ ข้อ 2 ไม่จริง

ค. ข้อ 1 ไม่จริง และ ข้อ 2 จริง

ง. ข้อ 1 และ ข้อ 2 ไม่จริง

8) กราฟในข้อใดต่อไปนี้เป็นกราฟของฟังก์ชันลด



9) พิจารณาข้อความต่อไปนี้

(1) กำหนด $f(x) = -x^2$ จะได้ว่า f เป็นฟังก์ชันลด ในช่วง $(-\infty, 0]$

(2) กำหนด $f(x) = |x - 2| + 3$ จะได้ว่า f เป็นฟังก์ชันลด ในช่วง $[2, \infty)$

ข้อใดต่อไปนี้ถูก

ก. ข้อ 1 และ ข้อ 2 จริง

ข. ข้อ 1 จริง และ ข้อ 2 ไม่จริง

ค. ข้อ 1 ไม่จริง และ ข้อ 2 จริง

ง. ข้อ 1 และ ข้อ 2 ไม่จริง

10) กำหนด $f = \{(2,5), (3,4), (7,8), (11,3)\}$ และ $g = \{(2,0), (3,6), (4,9), (7,15)\}$

ข้อใดต่อไปนี้ผิด

ก. $(f + g)(3) = 10$

ข. $(f - g)(7) = -7$

ค. $(f \cdot g)(3) = 24$

ง. $\left(\frac{f}{g}\right)(2) = 0$

11) กำหนด $f(x) = x^2$ และ $g(x) = 2x + 8$ และ $-2 \leq x \leq 2$ เรนจ์ของ $f - g$ ตรงกับข้อใดต่อไปนี้

ก. $[-9, 0]$

ข. $[-8, 0]$

ค. $[0, 8]$

ง. $[0, 9]$

12) ในการผลิตสินค้าของโรงงานแห่งหนึ่ง ถ้าต้นทุนชิ้นละ 12 บาท และต้องการขายให้ได้

กำไร 10% ถ้าฟังก์ชันแสดงความสัมพันธ์ระหว่างราคาขาย (P) กับจำนวนสินค้า (x) โดยที่ $P = f(x)$

ข้อใดต่อไปนี้ถูก

ก. $P = 12x + \frac{10}{100}$

ข. $P = 12x + x\left(\frac{10}{100}\right)$

ค. $P = 12x + 12x\left(\frac{10}{100}\right)$

ง. $P = 12x + 12x\left(\frac{110}{100}\right)$

13) รูปสี่เหลี่ยมมุมฉากรูปหนึ่ง มีความยาวของเส้นรอบรูป 50 นิ้ว ถ้า x แทนความยาวของด้านๆ หนึ่ง แล้ว $f(x)$ ซึ่งแทนพื้นที่ของสี่เหลี่ยมรูปนี้ตรงกับข้อใด

ก. $f(x) = x(50 - x)$

ข. $f(x) = x(25 - x)$

ค. $f(x) = 50x$

ง. $f(x) = 25x$

14) บริษัทผลิตชุดรับแขกแห่งหนึ่ง พบว่า ผลกำไรมีความสัมพันธ์กับจำนวนชุดรับแขกที่ผลิต ดังนี้ $A = 100x - 5x^2$ เมื่อ A แทนกำไร และ x แทนจำนวนชุดรับแขก บริษัทจะต้องผลิตชุดรับแขก ครั้งละกี่ชุดจึงจะทำให้มีกำไร

ก. น้อยกว่า 21 ชุด

ข. มากกว่า 19 ชุด

ค. น้อยกว่า 20 ชุด

ง. มากกว่า 20 ชุด

15) กำหนด $f(x) = 3x - 4$ และ $g(x) = x^2$ ข้อใดต่อไปนี้ถูกต้อง

ก. $(f \circ g)(x) = 9x^2 - 4$

ข. $(f \circ g)(x) = 3x^2 - 4$

ค. $(g \circ f)(x) = 9x^2 - 16$

ง. $(g \circ f)(x) = 9x^2 - 24x - 16$

16) ข้อใดต่อไปนี้ไม่สามารถหา $g \circ f$ ได้

ก. $f = \{(1, a), (2, b), (3, b)\}, g = \{(a, 1), (b, 2), (c, 7)\}$

ข. $f(x) = x^2 + 1, g(x) = 2x - 5$

ค. $f(x) = \sqrt{x} + 2, g(x) = x^2 - 5$

ง. $f(x) = 5x^2 + 3, g(x) = \sqrt{2 - x}$

17) กำหนด $f(x) = x + 3$ และ $(f \circ g)(x) = 3x + 1$ แล้ว $g(x)$ ตรงกับข้อใด

ก. $3x + 4$

ข. $3x - 2$

ค. $\frac{3x + 1}{3}$

ง. $\frac{-3x - 1}{3}$

18) กำหนด $f = \{(1,2), (2,3), (3,4), (4,5)\}$ ข้อใดต่อไปนี้ผิด

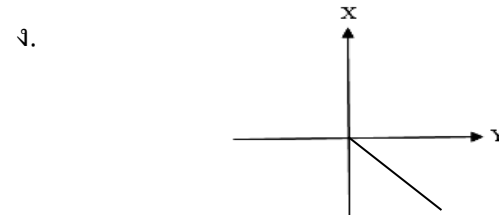
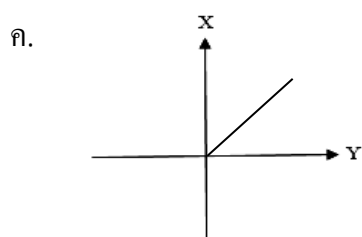
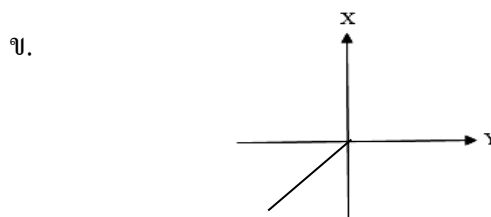
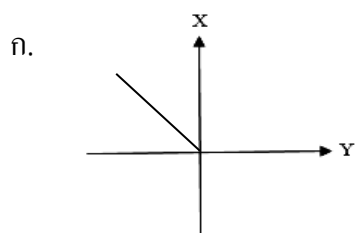
ก. $D_{f^{-1}} = \{1,2,3,4,5\}$

ข. $R_{f^{-1}} = \{1,2,3,4\}$

ค. $f^{-1}(3) = 2$

ง. $f^{-1}(2) = 1$

19) กำหนด $f = \{(x,y) | y = |x| ; x \leq 0\}$ กราฟของ f^{-1} คือข้อใด



20) ฟังก์ชันในข้อใดต่อไปนี้ที่ไม่มีฟังก์ชันผกผัน

ก. $f(x) = \sqrt{x+1}$

ข. $f(x) = \sqrt{1-x^2}$

ค. $f(x) = 1 - x^3$

ง. $f(x) = x + 3$

เฉลยแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์
เรื่อง ฟังก์ชัน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

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

ภาคผนวก ค

- ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของแผนการจัดการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชันของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4
- ค่าดัชนีความสอดคล้องของแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์เรื่อง ฟังก์ชัน
- ค่าดัชนีความสอดคล้องของแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชัน
- ค่าความยากง่าย ค่าอำนาจจำแนก และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชัน
- ค่าความยากง่าย ค่าอำนาจจำแนก และค่าความเชื่อมั่นของแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชัน
- คะแนนแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชันของนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง
- คะแนนแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชันของนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง

ตารางที่ 16 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้
วิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชัน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

แผนการจัด การเรียนรู้	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					ค่าเฉลี่ย (\bar{X})	ส่วนเบี่ยงเบน มาตรฐาน (s)	แปลความหมาย
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5			
1	4.50	5.00	4.70	4.50	5.00	4.74	0.13	เหมาะสมมากที่สุด
2	5.00	5.00	4.70	3.70	5.00	4.68	0.28	เหมาะสมมากที่สุด
3	4.60	5.00	4.80	4.40	5.00	4.76	0.13	เหมาะสมมากที่สุด
4	4.90	5.00	4.70	4.10	5.00	4.74	0.19	เหมาะสมมากที่สุด
5	4.90	5.00	4.70	4.10	5.00	4.74	0.19	เหมาะสมมากที่สุด
6	4.80	5.00	5.00	4.20	5.00	4.80	0.17	เหมาะสมมากที่สุด
7	4.90	5.00	4.90	4.20	5.00	4.80	0.17	เหมาะสมมากที่สุด
	เฉลี่ย					4.75	0.18	เหมาะสมมากที่สุด

จากตารางที่ 16 ผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ วิชาคณิตศาสตร์
เรื่อง ฟังก์ชัน โดยผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 ท่าน พบว่า แผนการจัดการเรียนรู้มีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับ
ความเหมาะสมมากที่สุด ($\bar{X} = 4.75$)

ตารางที่ 17 ค่าดัชนีความสอดคล้องของแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผล
ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชัน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

ข้อที่	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					$\sum R$	IOC
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5		
1.	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
2.	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
3.	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
4.	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
5.	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
6.	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
7.	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
8.	0	+1	+1	0	+1	3	.6

ตารางที่ 17 (ต่อ)

ข้อที่	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					$\sum R$	IOC
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5		
9.	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
10.	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
11.	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
12.	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
13.	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
14.	+1	+1	+1	+1	+1	5	1

หมายเหตุ: IOC = .60-1.00

ตารางที่ 18 ค่าดัชนีความสอดคล้องของแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์
เรื่อง ฟังก์ชัน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

ข้อที่	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					$\sum R$	IOC
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5		
1.	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
2.	+1	0	+1	+1	+1	4	.8
3.	0	+1	+1	+1	+1	4	.8
4.	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
5.	+1	+1	+1	+1	0	4	.8
6.	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
7.	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
8.	+1	+1	-1	+1	+1	3	.6
9.	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
10.	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
11.	0	+1	0	+1	0	2	.4
12.	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
13.	+1	+1	+1	+1	+1	5	1

ตารางที่ 18 (ต่อ)

ข้อที่	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					$\sum R$	IOC
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5		
14.	+1	0	+1	+1	+1	4	.8
15.	0	+1	+1	+1	+1	4	.8
16.	0	+1	+1	+1	+1	4	.8
17.	+1	0	+1	+1	+1	4	.8
18.	0	0	+1	+1	0	2	.4
19.	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
20.	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
21.	0	+1	+1	+1	+1	4	.8
22.	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
23.	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
24.	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
25.	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
26.	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
27.	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
28.	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
29.	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
30.	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
31.	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
32.	+1	+1	0	+1	+1	4	.8
33.	+1	+1	0	+1	+1	4	.8
34.	+1	+1	0	+1	+1	4	.8
35.	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
36.	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
37.	+1	+1	+1	+1	0	4	.8
38.	+1	+1	+1	+1	0	4	.8
39.	0	+1	+1	+1	+1	4	.8
40.	0	+1	+1	+1	+1	4	.8

จากตารางที่ 18 พบว่า แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชัน ทั้ง 40 ข้อ มีค่า IOC เท่ากับ .4 จำนวน 2 ข้อ ได้แก่ ข้อที่ 11 และข้อที่ 18 และมีค่า IOC ตั้งแต่ .6-1.00 จำนวน 38 ข้อ ซึ่งได้ทำการปรับปรุงข้อสอบที่ไม่เหมาะสม เพื่อให้ได้ข้อสอบที่มีความสมบูรณ์ทั้ง 40 ข้อ ไปทดสอบกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/3 ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง

ตารางที่ 19 ค่าความยากง่าย ค่าอำนาจจำแนก และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ วัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชัน

ข้อที่	ค่าความยากง่าย	ค่าอำนาจจำแนก
1*	.64	.73
2	.70	.55
3*	.64	.73
4	.64	.73
5*	.55	.55
6	.58	.61
7*	.58	.61
8	.62	.58
9*	.56	.64
10	.58	.42
11*	.59	.76
12	.61	.79
13	.58	.79
14*	.39	.77

หมายเหตุ: เครื่องหมาย (*) คือ ข้อสอบที่ได้รับคัดเลือกไปใช้เป็นแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชัน จำนวน 7 ข้อ ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชัน จำนวน 7 ข้อ เท่ากับ .87

ตารางที่ 20 ค่าความยากง่าย ค่าอำนาจจำแนก และค่าความเชื่อมั่น ของแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชัน

ข้อที่	ค่าความยากง่าย	ค่าอำนาจจำแนก
1*	.76	.29
2	.88	.24
3	.81	.19
4*	.69	.33
5*	.74	.33
6	.81	.19
7*	.79	.24
8	.71	.19
9*	.71	.38
10	.74	.33
11	.67	.29
12*	.67	.38
13	.81	.38
14*	.76	.29
15	.79	.33
16*	.67	.29
17*	.69	.24
18	.71	.19
19	.79	.24
20*	.74	.24
21	.71	.19
22*	.50	.24
23	.57	.38
24*	.50	.43
25*	.45	.33
26	.33	.29

ตารางที่ 20 (ต่อ)

ข้อที่	ค่าความยากง่าย	ค่าอำนาจจำแนก
27	.43	.29
28*	.33	.29
29*	.74	.24
30	.83	.24
31	.69	.33
32*	.55	.33
33*	.52	.38
34	.4	.33
35	.88	.14
36*	.79	.24
37	.76	.38
38*	.71	.38
39*	.48	.48
40	.33	.19

หมายเหตุ: เครื่องหมาย (*) คือ ข้อสอบที่ได้รับคัดเลือกไปใช้เป็นแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
 วิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชัน จำนวน 20 ข้อ ค่าความเชื่อมั่นของแบบวัดผลสัมฤทธิ์
 ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชัน จำนวน 20 ข้อ เท่ากับ .82

ตารางที่ 21 คะแนนแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชัน
ของนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง

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

ตารางที่ 21 (ต่อ)

เลขที่	คะแนนความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ (คะแนนเต็ม 21 คะแนน)
26	18
27	14
28	17
29	16
30	15
31	15
32	15
33	12
34	17
35	21
36	20
37	7
38	17
39	21
40	13
41	20
42	21
43	9
44	9
45	14
46	15
47	9
48	21
49	21
คะแนนเฉลี่ย	15.96
ร้อยละ	76.00

ตารางที่ 22 คะแนนแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชัน ของนักเรียน
กลุ่มตัวอย่าง

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

ตารางที่ 22 (ต่อ)

เลขที่	คะแนนแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ (คะแนนเต็ม 20 คะแนน)
26	16
27	16
28	15
29	17
30	16
31	16
32	13
33	9
34	15
35	19
36	18
37	10
38	15
39	18
40	12
41	18
42	20
43	11
44	8
45	15
46	15
47	7
48	20
49	20
คะแนนเฉลี่ย	15.43
ร้อยละ	77.15

ภาคผนวก ง

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลการวิจัยโดยใช้โปรแกรม SPSS

1) ผลการวิเคราะห์ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชัน
จากการทำแบบทดสอบ โดยวิเคราะห์ด้วยสถิติ t -test for one sample ดังภาพที่ ง-1

One-Sample Statistics

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
Reasoning	49	15.96	4.168	.595

One-Sample Test

	Test Value = 14.7					
	t	df	Sig. (2tailed)	Mean Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
					Lower	Upper
Reasoning	2.115	48	.040	1.259	.06	2.46

ภาพที่ ง-1 ผลการวิเคราะห์ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชัน
โดยวิเคราะห์ด้วยสถิติ t -test for one sample

จากภาพที่ ง-1 พบว่า ค่าสถิติ t -test = 2.115 และค่า Sig = 0.040 (2-tailed) แต่จาก
สมมติฐานการวิจัยต้องการทดสอบทางเดียว จึงต้องพิจารณาค่า Sig = $0.040 / 2 = 0.020$ (1-tailed)
ซึ่งน้อยกว่า 0.05 ดังนั้น สรุปได้ว่า นักเรียนที่รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามทฤษฎี
คอนสตรัคติวิสต์ มีคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ สูงกว่าเกณฑ์
ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2) ผลการวิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชัน จากการทำแบบทดสอบ โดยวิเคราะห์ด้วยสถิติ t -test for one sample ดังภาพที่ ง-2

One-Sample Statistics				
	<i>N</i>	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
Result	49	15.43	3.702	.529

One-Sample Test						
	Test Value = 14					
	<i>t</i>	<i>df</i>	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
					Lower	Upper
Result	2.701	48	.010	1.429	.37	2.49

ภาพที่ ง-2 ผลการวิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชัน โดยวิเคราะห์ด้วยสถิติ t -test for one sample

จากภาพที่ ง-2 พบว่า ค่าสถิติ t -test = 2.701 และค่า Sig = 0.010 (2-tailed)

แต่จากสมมติฐานการวิจัยต้องการทดสอบทางเดียว จึงต้องพิจารณาค่า Sig = $0.010 / 2 = 0.005$ (1-tailed) ซึ่งน้อยกว่า 0.05 ดังนั้นสรุปได้ว่า นักเรียนที่รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ มีคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ภาคผนวก จ

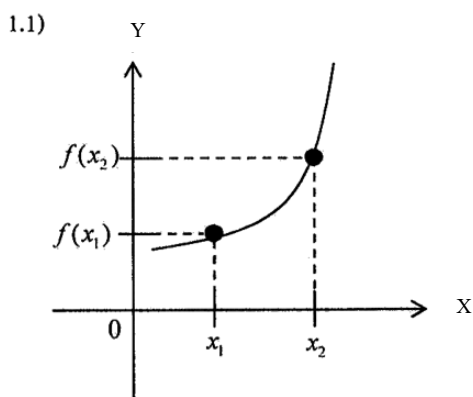
- ตัวอย่างใบกิจกรรมของนักเรียน
- ตัวอย่างแบบฝึกหัดของนักเรียน

“ กลุ่มที่ 5 ”
10

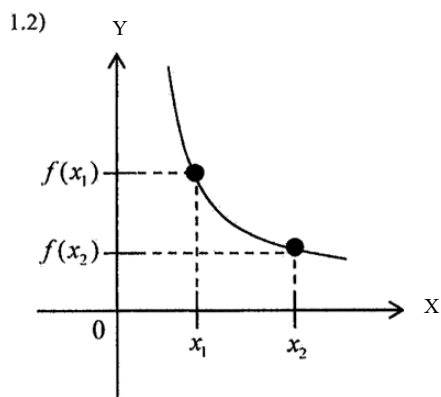
ใบกิจกรรมที่ 4.1 เรื่อง ฟังก์ชันเพิ่มและฟังก์ชันลด

คำสั่ง จงตอบคำถามต่อไปนี้

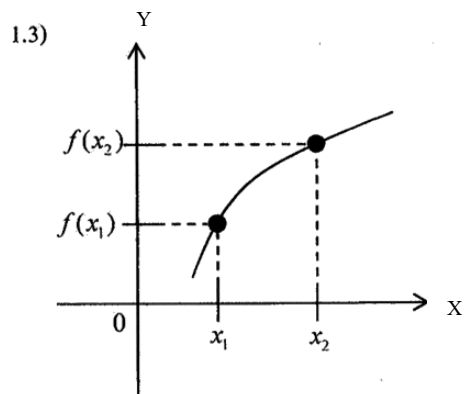
1. จงพิจารณารูปของฟังก์ชัน พร้อมทั้งเติมเครื่องหมาย $>$ หรือ $<$ เพื่อเปรียบเทียบค่าของ x_1 กับ x_2 และ $f(x_1)$ กับ $f(x_2)$ ในแต่ละข้อต่อไปนี้



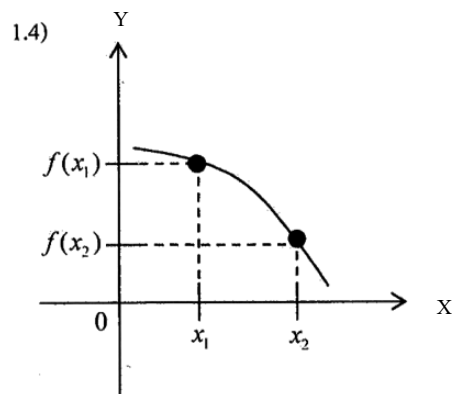
$x_1 < x_2$ และ $f(x_1) < f(x_2)$
เป็นฟังก์ชันเพิ่ม



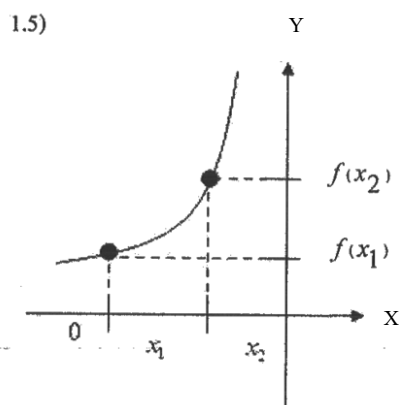
$x_1 < x_2$ และ $f(x_1) > f(x_2)$
Y เป็นฟังก์ชันลด



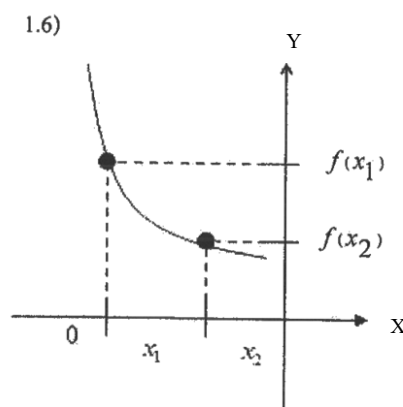
$x_1 < x_2$ และ $f(x_1) < f(x_2)$
เป็นฟังก์ชันเพิ่ม



$x_1 < x_2$ และ $f(x_1) > f(x_2)$
เป็นฟังก์ชันลด



$x_1 < x_2$ และ $f(x_1) < f(x_2)$
เป็นฟังก์ชันเพิ่ม



$x_1 < x_2$ และ $f(x_1) > f(x_2)$
เป็นฟังก์ชันลด

2. กราฟของฟังก์ชันที่เป็นฟังก์ชันเพิ่ม มีค่า x_1 กับ x_2 และ $f(x_1)$ กับ $f(x_2)$ สัมพันธ์กันอย่างไร

กราฟของฟังก์ชันที่เป็นฟังก์ชันเพิ่ม จะมีค่าของ x_1 กับ x_2
และ $f(x_1)$ กับ $f(x_2)$ ในลักษณะที่เหมือนกัน กล่าวคือ
ถ้า $x_1 < x_2$ แล้ว $f(x_1) < f(x_2)$

3. กราฟของฟังก์ชันที่เป็นฟังก์ชันลด มีค่า x_1 กับ x_2 และ $f(x_1)$ กับ $f(x_2)$ สัมพันธ์กันอย่างไร

กราฟของฟังก์ชันที่เป็นฟังก์ชันลด จะมีค่าของ x_1 กับ x_2
และ $f(x_1)$ กับ $f(x_2)$ ในลักษณะตรงกันข้าม กล่าวคือ
ถ้า $x_1 < x_2$ แล้ว $f(x_1) > f(x_2)$

4. ความสัมพันธ์ระหว่างค่า x_1 กับ x_2 และ $f(x_1)$ กับ $f(x_2)$ ในฟังก์ชันเพิ่มและฟังก์ชันลด เหมือนหรือแตกต่างกันอย่างไร จงอธิบาย

ค่าของ x_1 กับ x_2 และ $f(x_1)$ กับ $f(x_2)$ ในฟังก์ชันเพิ่ม และฟังก์ชันลด แตกต่างกัน

เพราะว่า ค่าของ x_1 กับ x_2 และ $f(x_1)$ กับ $f(x_2)$ ของฟังก์ชันเพิ่มจะเหมือนกัน คือ ถ้า $x_1 < x_2$ แล้ว $f(x_1) < f(x_2)$ แต่ฟังก์ชันลดจะตรงข้าม คือ ถ้า $x_1 < x_2$ แล้ว $f(x_1) > f(x_2)$

5. จากการพิจารณาเปรียบเทียบค่าของ x_1 กับ x_2 และ $f(x_1)$ กับ $f(x_2)$ ดังกล่าวจะสามารถสรุปได้อย่างไรว่ากราฟของฟังก์ชันนั้นเป็นฟังก์ชันเพิ่มหรือฟังก์ชันลด

ถ้า $x_1 < x_2$ แล้ว $f(x_1) < f(x_2)$ เป็นฟังก์ชันเพิ่ม
แต่ ถ้า $x_1 < x_2$ แล้ว $f(x_1) > f(x_2)$ เป็นฟังก์ชันลด

ดังนั้นสามารถสรุปได้ว่า

ฟังก์ชันเพิ่ม คือ ความสัมพันธ์ระหว่างค่าของ x_1 กับ x_2 และ $f(x_1)$ กับ $f(x_2)$ ที่ตรงข้ามกัน นั่นคือ ถ้า $x_1 < x_2$ แล้ว $f(x_1) < f(x_2)$

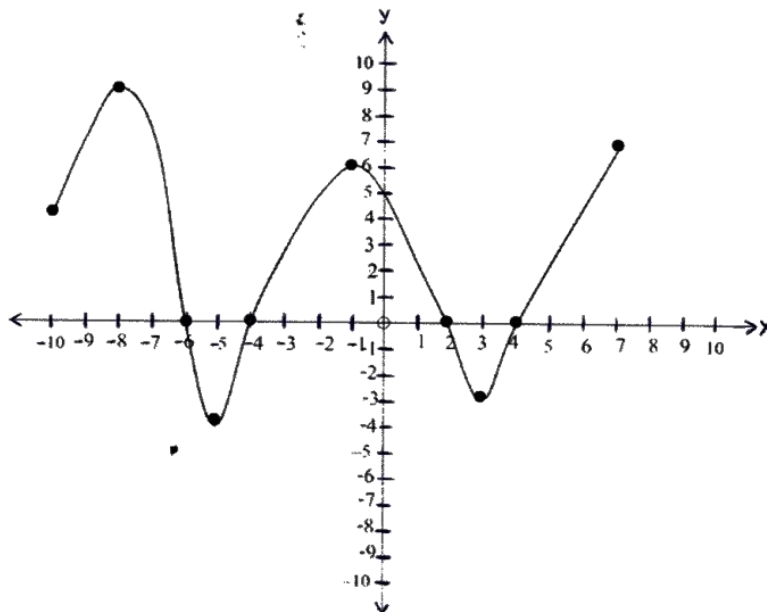
ฟังก์ชันลด คือ ความสัมพันธ์ระหว่างค่าของ x_1 กับ x_2 และ $f(x_1)$ กับ $f(x_2)$ ที่ตรงข้ามกัน นั่นคือ ถ้า $x_1 < x_2$ แล้ว $f(x_1) > f(x_2)$

"กลุ่มที่ 3"

ใบกิจกรรมที่ 4.2 เรื่อง ฟังก์ชันเพิ่มและฟังก์ชันลด (ต่อ)

คำสั่ง จงตอบคำถามต่อไปนี้

1. ให้ f เป็นฟังก์ชันที่มีกราฟดังรูป จงระบุว่าช่วงต่อไปนี้ เป็นฟังก์ชันลดหรือฟังก์ชันเพิ่ม



$[-10, -8]$ เป็น ฟังก์ชันเพิ่ม เพราะ $-10 < -8$ แล้ว $f(-10) = 4 < 9 = f(-8)$

$[-8, -6]$ เป็น ฟังก์ชันลด เพราะ $-8 < -6$ แล้ว $f(-8) = 9 > 0 = f(-6)$

$[-6, -5]$ เป็น ฟังก์ชันลด เพราะ $-6 < -5$ แล้ว $f(-6) = 0 > -4 = f(-5)$

$[-5, -4]$ เป็น ฟังก์ชันเพิ่ม เพราะ $-5 < -4$ แล้ว $f(-5) = -4 < 0 = f(-4)$

$[-4, -1]$ เป็น ฟังก์ชันเพิ่ม เพราะ $-4 < -1$ แล้ว $f(-4) = 0 < 6 = f(-1)$

$[-1, 2]$ เป็น ฟังก์ชันลด เพราะ $-1 < 2$ แล้ว $f(-1) = 6 > 0 = f(2)$

$[2, 3]$ เป็น ฟังก์ชันลด เพราะ $2 < 3$ แล้ว $f(2) = 0 > -3 = f(3)$

$[3, 4]$ เป็น ฟังก์ชันเพิ่ม เพราะ $3 < 4$ แล้ว $f(3) = -3 < 0 = f(4)$

$[4, 7]$ เป็น ฟังก์ชันเพิ่ม เพราะ $4 < 7$ แล้ว $f(4) = 0 < 6 = f(7)$

" ถ้า $x_1 < x_2$ แล้ว $f(x_1) < f(x_2) \Rightarrow f$ เพิ่ม "

" ถ้า $x_1 < x_2$ แล้ว $f(x_1) > f(x_2) \Rightarrow f$ ลด "

กลุ่มที่ 3

2. จงพิจารณาว่า ฟังก์ชันต่อไปนี้ เป็นฟังก์ชันเพิ่มหรือฟังก์ชันลดในเซตที่กำหนด พร้อมให้เหตุผลประกอบ

2.1) $f(x) = 2 - 3x$ ในเซต R

วิธีทำ ให้ x_1 และ x_2 เป็นจำนวนจริงใดๆ ซึ่ง $x_1 < x_2$

จะได้ว่า $-3x_1 > -3x_2$ (คูณด้วย -3 ทั้งสองข้าง)

$2 - 3x_1 > 2 - 3x_2$ (บวกด้วย 2 ทั้งสองข้าง)

$f(x_1) > f(x_2)$ ($f(x) = 2 - 3x$)

ดังนั้น f เป็น ฟังก์ชันลด ในเซต R

2.2) $g(x) = x^2 + 1$ ในช่วง $(-\infty, 0)$

วิธีทำ ให้ x_1 และ x_2 เป็นจำนวนจริงใดๆ ในช่วง $(-\infty, 0)$ ซึ่ง $x_1 < x_2$

จะได้ว่า $x_1^2 > x_2^2$ (ยกกำลังสองทั้งสองข้างของจำนวนลบ)

$x_1^2 + 1 > x_2^2 + 1$ (บวกด้วย 1 ทั้งสองข้าง)

$g(x_1) > g(x_2)$ ($g(x) = x^2 + 1$)

ดังนั้น g เป็น ฟังก์ชันลด ในช่วง $(-\infty, 0)$

2.3) $h(x) = |x| + 1$ ในช่วง $(0, \infty)$

วิธีทำ ให้ x_1 และ x_2 เป็นจำนวนจริงใดๆ ในช่วง $(0, \infty)$ ซึ่ง $x_1 < x_2$

จะได้ว่า $|x_1| < |x_2|$ (ค่าสัมบูรณ์ทั้ง 2 ทั้งโดย $x \in (0, \infty)$)

$|x_1| + 1 < |x_2| + 1$ (บวกด้วย 1 ทั้งสองข้าง)

$h(x_1) < h(x_2)$ ($h(x) = |x| + 1$)

ดังนั้น h เป็น ฟังก์ชันเพิ่ม ในช่วง $(0, \infty)$

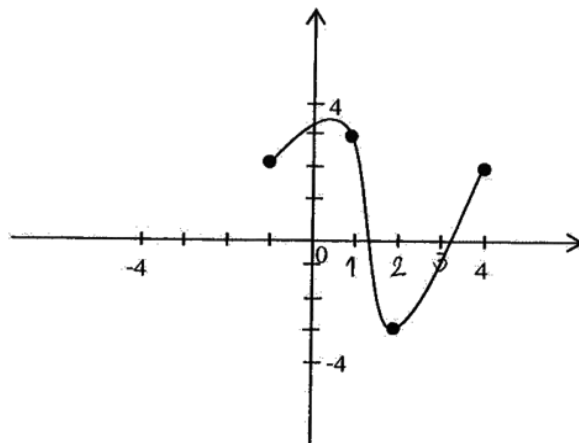
นายณัฐวุฒิ สังคนหา? พ.4/6 เลขที่ 17

15

แบบฝึกหัดที่ 4 เรื่อง ฟังก์ชันเพิ่มและฟังก์ชันลด

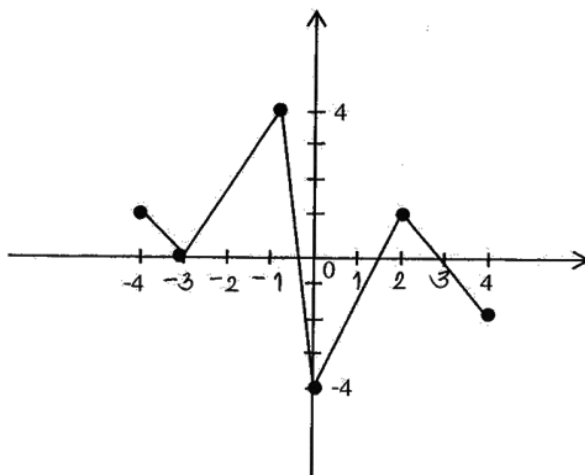
1. ให้ f เป็นฟังก์ชันที่มีกราฟดังรูป จงระบุว่าช่วงต่อไปนี้ เป็นฟังก์ชันเพิ่มหรือฟังก์ชันลด

1.1)



f ในช่วง $[1,2]$ เป็น ฟังก์ชันลด เพราะ $x_1=1, x_2=2, f(x_1)=3$
 $f(x_2)=-3$ จะได้ $x_1 < x_2$ แล้ว $f(x_1) > f(x_2)$
 f ในช่วง $[2,4]$ เป็น ฟังก์ชันเพิ่ม เพราะ $x_1=2, x_2=4$
 $f(x_1)=-3, f(x_2)=3$ จะได้ $x_1 < x_2$ แล้ว $f(x_1) < f(x_2)$

1.2)



f ในช่วง $[-3,-1]$ เป็น ฟังก์ชันเพิ่ม เพราะ $x_1=-3, x_2=-1$
 $f(x_1)=0, f(x_2)=4$ จะได้ $x_1 < x_2$ แล้ว $f(x_1) < f(x_2)$
 f ในช่วง $[2,4]$ เป็น ฟังก์ชันลด เพราะ $x_1=2, x_2=4$
 $f(x_1)=1, f(x_2)=-2$ จะได้ $x_1 < x_2$ แล้ว $f(x_1) > f(x_2)$

2. จงพิจารณาว่า ฟังก์ชันต่อไปนี้ เป็นฟังก์ชันเพิ่มหรือฟังก์ชันลดในเซตที่กำหนดให้

2.1) $f(x) = -2x + 3$ ในช่วง $(0, \infty)$

ใน $x_1 < x_2$ ในช่วง $(0, \infty)$

$-2x_1 > -2x_2$; คูณด้วย -2 ทั้งสองข้าง

$-2x_1 + 3 > -2x_2 + 3$; บวกด้วย 3 เท่ากัน

$f(x_1) > f(x_2)$; $f(x) = -2x + 3$

$\therefore x_1 < x_2$ แต่ $f(x_1) > f(x_2)$

ดังนั้น $f(x) = -2x + 3$ ในช่วง $(0, \infty)$ เป็นฟังก์ชันลด

2.2) $f(x) = x^2 - 2$ ในช่วง $(0, 3]$

ใน $x_1 < x_2$ ในช่วง $(0, 3]$

$x_1^2 < x_2^2$; ยกกำลังสองของ $x \in (0, 3]$

$x_1^2 - 2 < x_2^2 - 2$; บวกด้วย -2 เท่ากัน

$f(x_1) < f(x_2)$; $f(x) = x^2 - 2$

$\therefore x_1 < x_2$ แต่ $f(x_1) < f(x_2)$

ดังนั้น $f(x) = x^2 - 2$ ในช่วง $(0, 3]$ เป็นฟังก์ชันเพิ่ม

ประวัติย่อของผู้วิจัย

ชื่อ-สกุล	นางสาวจิตภา ลูกเงาะ
วัน เดือน ปีเกิด	วันที่ 19 ตุลาคม พ.ศ. 2533
สถานที่เกิด	กรุงเทพฯ
สถานที่อยู่ปัจจุบัน	บ้านเลขที่ 204 หมู่ที่ 8 ตำบลโนนแดง อำเภอโนนแดง จังหวัดนครราชสีมา
ประวัติการศึกษา	
พ.ศ. 2557	ศึกษาศาสตรบัณฑิต (การสอนคณิตศาสตร์) มหาวิทยาลัยบูรพา
พ.ศ. 2560	การศึกษามหาบัณฑิต (การสอนคณิตศาสตร์) มหาวิทยาลัยบูรพา