



ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับคำถามระดับสูง ที่มีต่อ
ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้น
มัธยมศึกษาปีที่ 1

นภา ศิริบุบผา

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรการศึกษามหาบัณฑิต

สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน

คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา

2568

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยบูรพา

ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับคำถามระดับสูง ที่มีต่อ
ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้น
มัธยมศึกษาปีที่ 1



นภา ศิริบุบผา

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรการศึกษามหาบัณฑิต

สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน

คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา

2568

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยบูรพา

THE EFFECTS OF LEARNING ACTIVITIES MANAGEMENT BASED ON CONSTRUCTIVIST
THEORY WITH HIGHER - ORDERED QUESTIONS ON LEARNING ACHIEVEMENT AND
MATHEMATICAL REASONING ABILITY OF GRADE 7 STUDENTS



NAPA SIRIBUPPA

A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT OF
THE REQUIREMENTS FOR MASTER DEGREE OF EDUCATION
IN CURRICULUM AND INSTRUCTION
FACULTY OF EDUCATION
BURAPHA UNIVERSITY

2025

COPYRIGHT OF BURAPHA UNIVERSITY

คณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์และคณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ได้พิจารณา
วิทยานิพนธ์ของ นภา ศิริบุบผา ฉบับนี้แล้ว เห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
การศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน ของมหาวิทยาลัยบูรพาได้

คณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก

.....

(ดร.คงรัฐ นวลแปง)

อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม

.....

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.รุ่งฟ้า กิติญาณสุนต์)

..... ประธาน

(รองศาสตราจารย์ ดร.สุนทร บำเรอราช)

..... กรรมการ

(ดร.คงรัฐ นวลแปง)

..... กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.รุ่งฟ้า กิติญาณสุนต์)

..... กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สิริววรรณ จรัสศรีวัฒน์)

..... คณบดีคณะศึกษาศาสตร์

(รองศาสตราจารย์ ดร. สญาญ์ ธีระวงษ์ชิตระกูล)

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยบูรพา อนุมัติให้รับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของ
การศึกษาตามหลักสูตรการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน ของมหาวิทยาลัยบูรพา

..... คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

(รองศาสตราจารย์ ดร.วิทวัส แจ่มเอียด)

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

63920278: สาขาวิชา: หลักสูตรและการสอน; กศ.ม. (หลักสูตรและการสอน)

คำสำคัญ: ทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์/ คำถามระดับสูง/ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์/
การให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

นภา ศิริบุบผา : ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับ
คำถามระดับสูง ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของ
นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. (THE EFFECTS OF LEARNING ACTIVITIES MANAGEMENT
BASED ON CONSTRUCTIVIST THEORY WITH HIGHER - ORDERED QUESTIONS ON
LEARNING ACHIEVEMENT AND MATHEMATICAL REASONING ABILITY OF GRADE
7 STUDENTS) คณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์: คงรัฐ นวลแปง, กศ.ด., รุ่งฟ้า กิติญาณสุนต์,
Ed.D. ปี พ.ศ. 2568.

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ และ
ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง สมการเชิงเส้นสองตัวแปร ของนักเรียนชั้น
มัธยมศึกษาปีที่ 1 หลังจากได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับ
การใช้คำถามระดับสูง กับเกณฑ์ร้อยละ 70 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนชั้น
มัธยมศึกษาปีที่ 1/7 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2567 โรงเรียนแสนสุข จังหวัดชลบุรี จำนวน 37 คน
ซึ่งได้มาโดยการสุ่มแบบกลุ่ม เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย แผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด
ทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับคำถามระดับสูง จำนวน 7 แผน มีความเหมาะสมในระดับมากที่สุด
($\bar{X} = 4.85, SD = 0.27$) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เป็นแบบ
ปรนัย ชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 20 ข้อ มีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.81 และแบบทดสอบวัด
ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เป็นข้อสอบอัตนัย จำนวน 7 ข้อ มีค่าความเชื่อมั่น
เท่ากับ 0.80 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ยเลขคณิต ค่าส่วนเบี่ยงเบน
มาตรฐาน และการทดสอบที (*t*-test for one sample)

ผลการวิจัยพบว่า

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง สมการเชิงเส้นสองตัวแปร ของนักเรียนชั้น
มัธยมศึกษาปีที่ 1 หลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับ
คำถามระดับสูง สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

2. ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1
หลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับคำถามระดับสูง สูงกว่า

เกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05



63920278: MAJOR: CURRICULUM AND INSTRUCTION; M.Ed. (CURRICULUM AND INSTRUCTION)

KEYWORDS: CONSTRUCTIVIST THEORY/ HIGHER - ORDERED QUESTIONS/
MATHEMATICS LEARNING ACHIEVEMENT/ MATHEMATICAL
REASONING

NAPA SIRIBUPPA : THE EFFECTS OF LEARNING ACTIVITIES MANAGEMENT
BASED ON CONSTRUCTIVIST THEORY WITH HIGHER - ORDERED QUESTIONS ON
LEARNING ACHIEVEMENT AND MATHEMATICAL REASONING ABILITY OF GRADE
7 STUDENTS . ADVISORY COMMITTEE: KONGRAT NUALPANG, Ed.D. ROONGFA
KITIYANUSAN, Ed.D. 2025.

The purposes of this research were to compare the student's mathematical learning achievement and mathematical reasoning ability on "linear equation with two variable" of grade 7 (Matthayomsuksa 1/7) students after learning from activities management based on constructivist theory with higher-ordered questions with 70 percent criterion. The subjects of this study were 37 students grade 7 students in the second semester of the 2024 academic year at Saensuk school in Chonburi. They were randomly selected by using cluster random sampling. The instruments were; 7 lesson plans were rated as most appropriate ($\bar{X} = 4.85$, $SD = 0.27$). The mathematics learning achievement test was 20 multiple-choice with four options and the reliability coefficient of 0.81 and mathematical reasoning ability test was a subjective test comprising 7 items, with a reliability coefficient of 0.80. The data were analyzed by mean, standard deviation and *t*-test for one sample. The findings were as follows:

1. The mathematical learning achievement on "linear equation with twovariable" of grade 7 students after learning from activities management based on constructivist theory with higher-ordered questions was higher than the 70 percent criterion at 0.05 level of statistical significance.

2. The mathematical reasoning ability of grade 7 students after learning

from activities management based on constructivist theory with higher-ordered questions was higher than the 70 percent criterion at 0.05 level of statistical significance.



กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ สำเร็จได้ด้วยความอนุเคราะห์อย่างยิ่งจาก ดร.คงรัฐ นวลแปง อาจารย์ที่ปรึกษาหลักและผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.รุ่งฟ้า กิตติฐานุสันต์ อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม ที่ให้ความเมตตากรุณา ให้คำปรึกษา แนะนำแนวทางที่ถูกต้อง ตลอดจนปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ ด้วยความเอาใจใส่อย่างยิ่งเสมอมา ทำให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้มีความถูกต้องยิ่งขึ้น ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งเป็นอย่างยิ่ง จึงขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้

ขอขอบพระคุณรองศาสตราจารย์ ดร.สุนทร บำเรอราช ประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สิริววรรณ จรัสรวีวัฒน์ กรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ที่กรุณาให้ความรู้และข้อเสนอแนะเพิ่มเติม อันเป็นประโยชน์ต่อการทำให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขอขอบพระคุณผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปิยะทิพย์ ประดุงพรม ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ประกรรชวิทย์ บุญมี อาจารย์ธรรมาธิศย์ เกตุหอม นางสาวเจิมจันทร์ ขวัญแก้ว และนางสาวนลินญา บุญเต็ม ที่ให้ความอนุเคราะห์ในการตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ โดยให้คำ แนะนำ และแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ เพื่อให้เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยมีคุณภาพยิ่งขึ้น

ขอขอบพระคุณ ผู้บริหารและคณะครูโรงเรียนแสนสุข ที่ให้ความอนุเคราะห์และอำนวยความสะดวกในการเก็บรวบรวมข้อมูลในการทำวิจัยครั้งนี้ และขอขอบคุณ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1/7 และนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2/1 ที่ได้ให้ความร่วมมือในการหาคุณภาพเครื่องมือและดำเนินการทดลองจนทำให้การวิจัยครั้งนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี

ขอขอบคุณคุณแม่และสมาชิกในครอบครัวทุกท่าน ขอขอบคุณเพื่อน พี่ น้อง นิสิตปริญญาโท สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน ที่คอยให้การช่วยเหลือมาโดยตลอด จนทำให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้เสร็จสมบูรณ์

คุณค่าและประโยชน์ของวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ขอมอบเป็นกตัญญูแก่บิดาแต่บุพการีบูรพาจารย์และผู้มีพระคุณทุกท่าน ทั้งในอดีตและปัจจุบัน ที่ทำให้ข้าพเจ้าเป็นผู้มีการศึกษาและประสบความสำเร็จจนตราบเท่าทุกวันนี้

นภา ศิริบุพผา

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	ฉ
กิตติกรรมประกาศ.....	ช
สารบัญ.....	ฅ
สารบัญตาราง.....	ฉ
สารบัญภาพ.....	ฐ
บทที่ 1 บทนำ.....	1
ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....	5
สมมติฐานของการวิจัย.....	5
กรอบแนวคิดในการวิจัย.....	6
ประโยชน์ที่รับจากการวิจัย.....	6
ขอบเขตของการวิจัย.....	7
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	11
ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (ฉบับปรับปรุงพ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551.....	11
หลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โรงเรียนแสนสุข.....	16
ทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์.....	21
คำถามระดับสูง.....	42
การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับคำถามระดับสูง.....	51
ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์.....	54

ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์.....	63
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	72
บทที่ 3 วิธีการดำเนินการวิจัย.....	77
ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง.....	77
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	77
การสร้างและหาคคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	78
การเก็บรวบรวมข้อมูล.....	91
การวิเคราะห์ข้อมูลและสถิติที่ใช้ในการวิจัย.....	92
บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	97
สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์.....	97
การเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	97
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	98
บทที่ 5 สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ.....	100
สรุปผลการวิจัย.....	100
อภิปรายผลการวิจัย.....	101
ข้อเสนอแนะ.....	107
บรรณานุกรม.....	109
ภาคผนวก.....	117
ภาคผนวก ก.....	118
ภาคผนวก ข.....	129
ภาคผนวก ค.....	177
ประวัติย่อของผู้วิจัย.....	213

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 1	การวิเคราะห์ สาระมาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด เรื่อง สมการเชิงเส้นสองตัวแปร....	16
ตารางที่ 2	ตารางโครงสร้างหลักสูตรรายวิชาพื้นฐาน กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์.....	17
ตารางที่ 3	ตารางโครงสร้างหลักสูตรรายวิชาเพิ่มเติม กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์.....	17
ตารางที่ 4	ตารางโครงสร้างรายวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 กลุ่มสาระการเรียนรู้.....	19
ตารางที่ 5	ตารางการสังเคราะห์ขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์.....	33
ตารางที่ 6	ตารางการสังเคราะห์ประเภทของคำถามระดับสูง.....	48
ตารางที่ 7	เกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของ.....	69
ตารางที่ 8	เกณฑ์การประเมินวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของ อลิสร่า ชมชื่น.....	70
ตารางที่ 9	เกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของ.....	70
ตารางที่ 10	เกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของ สสวท.....	71
ตารางที่ 11	เกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของผู้วิจัย.....	71
ตารางที่ 12	วิเคราะห์โครงสร้างของแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง สมการเชิงเส้นสองตัวแปร	78
ตารางที่ 13	ตารางวิเคราะห์แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์	83
ตารางที่ 14	โครงสร้างของแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์.....	87
ตารางที่ 15	เกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของผู้วิจัย.....	89
ตารางที่ 16	ตารางแสดงแบบแผนการวิจัย.....	91
ตารางที่ 17	ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าสถิติทดสอบที ของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ..	98
ตารางที่ 18	ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าสถิติทดสอบที ของความสามารถในการ	99
ตารางที่ 19	ตารางแสดงผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1.....	130
ตารางที่ 20	ตารางแสดงผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2.....	131

ตารางที่ 21	ตารางแสดงผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3.....	132
ตารางที่ 22	ตารางแสดงผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4.....	133
ตารางที่ 23	ตารางแสดงผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5.....	134
ตารางที่ 24	ตารางแสดงผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6.....	135
ตารางที่ 25	ตารางแสดงผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 7.....	136
ตารางที่ 26	ตารางแสดงผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด....	137
ตารางที่ 27	ตารางแสดงผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด....	194
ตารางที่ 28	ตารางแสดงผลการประเมินความสอดคล้อง (IOC) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์....	196
ตารางที่ 29	ตารางแสดงผลการประเมินความสอดคล้อง (IOC) ของแบบทดสอบวัดความสามารถ	198
ตารางที่ 30	การหาค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบวัดผลสัมฤทธิ์.....	200
ตารางที่ 31	ค่า $\sum X_i$, ค่า $\sum X_i^2$ และค่า $\sum (X_i - C)^2$ ทั้งฉบับของแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทาง...	203
ตารางที่ 32	การหาค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) รายข้อของแบบทดสอบวัด	205
ตารางที่ 33	คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังได้รับการจัด	209
ตารางที่ 34	คะแนนความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังได้รับการจัด	211

สารบัญภาพ

	หน้า
ภาพที่ 1 กรอบแนวคิดการวิจัย	6
ภาพที่ 2 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับคำถามระดับสูง	53



บทที่ 1

บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

คณิตศาสตร์มีบทบาทสำคัญยิ่งต่อการพัฒนาความคิดมนุษย์ ทำให้มนุษย์มีความคิดสร้างสรรค์ คิดอย่างมีเหตุผล เป็นระบบระเบียบ มีแบบแผน สามารถวิเคราะห์ปัญหาหรือสถานการณ์ได้อย่างถี่ถ้วนรอบคอบ ช่วยให้คาดการณ์ วางแผน ตัดสินใจ แก้ปัญหา และนำไปใช้ในชีวิตประจำวันได้อย่างถูกต้องเหมาะสม นอกจากนี้คณิตศาสตร์ยังเป็นเครื่องมือในการศึกษาทางด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและศาสตร์อื่น ๆ กล่าวคือ คณิตศาสตร์มีประโยชน์ต่อการดำรงชีวิต มุ่งเน้นให้ผู้เรียนนำความรู้ไปใช้ในชีวิตประจำวัน ช่วยพัฒนาคุณภาพชีวิตให้ดีขึ้น ช่วยพัฒนาคนให้เป็นมนุษย์ที่สมบูรณ์ มีความสมดุลทั้งทางร่างกาย จิตใจ สติปัญญาและอารมณ์ สามารถอยู่ร่วมกับผู้อื่นในสังคมได้อย่างมีความสุข (สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา, 2552) ดังนั้น วิชาคณิตศาสตร์เป็นวิชาที่มีความจำเป็นต่อการดำรงชีวิต สามารถช่วยพัฒนาระบบความคิดของนักเรียนให้มีการคิดวิเคราะห์และตัดสินใจอย่างมีเหตุผล เพื่อนำไปสู่การแก้ปัญหาในชีวิตประจำวัน และวิชาคณิตศาสตร์ยังเป็นรากฐานของหลายๆ สาขาวิชา ทำให้คณิตศาสตร์มีความสำคัญเป็นอย่างมาก

ด้วยเหตุนี้ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนในวิชาคณิตศาสตร์จึงมุ่งเน้นให้ผู้เรียนมีทั้งความรู้ ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่ดีควบคู่กันไป ซึ่งทักษะและกระบวนการหนึ่งที่มีความสำคัญต่อการพัฒนาให้เกิดขึ้นกับนักเรียนคือ ทักษะการให้เหตุผล อันเป็นหัวใจสำคัญของการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เนื่องจากวิชาคณิตศาสตร์เป็นวิชาที่เป็นนามธรรม ซึ่งการให้เหตุผลจะเป็นเครื่องมือที่จะทำให้เข้าใจนามธรรมนั้น (Russell, 1999, p. 1) และเป็นเครื่องมือที่สำคัญสำหรับคณิตศาสตร์และการดำเนินชีวิตประจำวันของมนุษย์ (Baroody, 1993, p. 59) อีกทั้งการให้เหตุผลยังเป็นพื้นฐานของการเรียนและการดำเนินการทางคณิตศาสตร์ นักเรียนจะไม่สามารถดำเนินการทางคณิตศาสตร์ได้โดยปราศจากการให้เหตุผล ซึ่งการให้เหตุผลที่ดีมีคุณค่ามากกว่าการที่นักเรียนหาคำตอบได้ ในการจัดการเรียนรู้ผ่านกระบวนการให้เหตุผลจะทำให้ให้นักเรียนเกิดความมั่นใจ เชื่อว่าวิชาคณิตศาสตร์เป็นวิชาที่มีเหตุผล ที่นักเรียนสามารถเข้าใจได้ สามารถที่จะค้นพบสิ่งใหม่ ๆ ได้ข้อสรุปหรือสามารถตัดสินใจความถูกต้องของสิ่ง ๆ ได้ด้วยตนเองมากกว่าเชื่อตามที่ผู้สอนบอก อีกทั้งการให้ผู้เรียนได้อธิบายหรือชี้แจงเหตุผล จะช่วยให้ผู้เรียนทบทวนการทำงานและสะท้อนความคิดของตนเองอีกด้วย (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี [สสวท.], 2547, หน้า 3) นักการศึกษา

คณิตศาสตร์หลายท่านได้ให้แนวคิดไว้ว่า การที่ผู้เรียนได้คำตอบที่ถูกต้องแต่ให้เหตุผลผิด เป็นอันตรายอย่างยิ่งต่อการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เนื่องจากการที่ผู้เรียนได้คำตอบที่ถูกต้องแล้วเพียงอย่างเดียว ผู้สอนอาจไม่มีโอกาสให้ผู้เรียนแสดงเหตุผล ทำให้ทั้งผู้สอนและผู้เรียนนั้นไม่ทราบว่าที่ผิดนั้นผิดเพราะเหตุใด ดังนั้น สิ่งที่ดีกว่าการได้คำตอบถูก แต่เหตุผลผิด คือการได้คำตอบที่ผิดแต่สามารถให้เหตุผลได้ว่าอะไรผิดและผิดเพราะเหตุใด (อัมพร ม้าคนอง, 2546, หน้า 4-5) ดังนั้น ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ควรส่งเสริมให้ผู้เรียนมีทักษะการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เพื่อให้ผู้เรียนมีความเข้าใจในเนื้อหาอย่างแท้จริง มีทักษะการให้เหตุผลและสามารถนำไปใช้ในชีวิตประจำวันได้

ถึงแม้ว่าวิชาคณิตศาสตร์จะมีความสำคัญ และเป็นประโยชน์ต่อการดำรงชีวิต

(กระทรวงศึกษาธิการ, 2552) แต่ความสามารถในวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนไทยยังไม่ได้มาตรฐาน ซึ่งพิจารณาจากผลสอบวัดคุณภาพการศึกษาระดับชาติ (O - NET) กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ปีการศึกษา 2562 ระดับโรงเรียน ของโรงเรียนแสนสุข พบว่า นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยร้อยละ 23.24 ซึ่งระดับประเทศนักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยร้อยละ 26.73 (สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ (องค์การมหาชน), 2562) และในปีการศึกษา 2563 ผลสอบวัดคุณภาพการศึกษาระดับชาติ (O - NET) กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ระดับโรงเรียน ของโรงเรียนแสนสุข พบว่า นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยร้อยละ 25.01 ซึ่งระดับประเทศนักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยร้อยละ 25.46 (สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ (องค์การมหาชน), 2563) เมื่อเทียบคะแนนระหว่างของโรงเรียนและของประเทศ พบว่า คะแนนเฉลี่ยของโรงเรียนต่ำกว่าคะแนนเฉลี่ยของประเทศ และไม่ถึงร้อยละ 50 ถือว่าต่ำมาก ซึ่งยังไม่เป็นที่น่าพอใจ นอกจากนี้ สสวท. (2555, หน้า 1) ระบุว่า นักเรียนไม่น้อยยังต้องความสามารถเกี่ยวกับการอ้างอิงเหตุผล ทำให้นักเรียนไม่สามารถนำคณิตศาสตร์ไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันและการศึกษาต่อได้อย่างมีประสิทธิภาพ และจากการพิจารณาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนแสนสุข จังหวัดชลบุรี ปีการศึกษา 2564 พบว่า เนื้อหาส่วนที่ได้คะแนนน้อยที่สุด คือ เรื่อง สมการเชิงเส้นสองตัวแปร เฉลี่ยอยู่ที่ 10.89 คะแนนเต็ม 20 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 54.45 ซึ่งถือว่าต่ำมาก และจากการสัมภาษณ์ครูผู้สอนรายวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน เรื่อง สมการเชิงเส้นสองตัวแปร ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนแสนสุข จังหวัดชลบุรี พบว่า นักเรียนบางส่วนตอบได้ว่า เมื่อสมาชิกของคู่อันดับที่มีค่าต่างกันนั้น จะอยู่บนจุดภาคเดียวกันหรือต่างกัน แต่ไม่สามารถให้เหตุผลได้ว่าทำไมจึงเป็นเช่นนั้น บางคนตอบได้ว่า หากสมการเชิงเส้นสองตัวแปรต่างกัน กราฟของสมการเชิงเส้นสองตัวแปรนั้นจะเหมือนหรือต่างกัน แต่ไม่สามารถให้เหตุผลประกอบได้ว่าเพราะเหตุใด ส่วนใหญ่แล้วนักเรียนจะสามารถให้คำตอบได้ แต่ไม่สามารถอธิบายหรือให้เหตุผลประกอบคำตอบนั้นได้ อีกทั้งไม่ค่อยมีส่วน

ร่วมในการแสดงความคิดเห็น เมื่อโจทย์มีการเปลี่ยนแปลงเพียงเล็กน้อยก็ไม่สามารถแก้โจทย์เพื่อหาคำตอบได้ และไม่สามารถนำความรู้ที่มีไปประยุกต์ใช้ได้ เนื่องจากลืมนเนื้อหาเดิมที่เรียนมาก่อนหน้านี้ (สิริกร มุกสิณวบุตร และเมธาวี คนกลาง, สัมภาษณ์, 15 มีนาคม 2565)

เมื่อได้พิจารณาถึงสาเหตุของปัญหาที่ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์แล้วนั้น จะเห็นได้ว่า ในการจัดการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์ โดยทั่วไปแล้วผู้สอนจะเป็นผู้อธิบายให้แก่ผู้เรียน โดยแสดงวิธีทำ ให้ตัวอย่างและเน้นให้ผู้เรียนคิดหาคำตอบเท่านั้น ไม่ได้ให้นักเรียนฝึกคิดวิเคราะห์ เพื่อหาแนวทางในการแก้ปัญหา นับเป็นการจัดการเรียนการสอนที่ไม่ส่งเสริมกระบวนการคิด เป็นการทำลายศักยภาพการคิดของผู้เรียน ผู้เรียนจะเคยชินกับการทำตามที่ครูบอกเท่านั้น ขาดความอยากรู้อยากลอง เมื่อพบสถานการณ์ที่แตกต่างจะไม่สามารถแก้ปัญหาได้ด้วยตนเอง (สสวท., 2555, หน้า 129) ซึ่งสอดคล้องกับกิตติ พัฒนตระกูลสุข (2546, หน้า 54-56) ที่กล่าวว่า ครูยังคงใช้วิธีการสอนแบบอธิบาย ประกอบการยกตัวอย่างให้นักเรียนฟัง เน้นความจำ เรื่องสูตร บทนิยามและวิธีการหาคำตอบที่ถูกต้อง โดยครูเขียนสิ่งที่ต้องการอธิบายทั้งหมดให้นักเรียนดูบนกระดาน สิ่งนี้นักเรียนได้รับเพียงความรู้ความจำเท่านั้น แต่ไม่ได้ฝึกกระบวนการคิด มุ่งเน้นไปที่ความรวดเร็วในการได้มาซึ่งคำตอบมากกว่าการพิจารณาที่กระบวนการคิดของนักเรียน และในการดำเนินการสอนของครูเป็นลักษณะของรูปแบบการสื่อสารทางเดียว ไม่ค่อยมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างครูกับนักเรียน การโต้ตอบระหว่างครูกับนักเรียนเป็นเพียงการซักถามที่อยู่ในรูปประโยคปิด ไม่ได้ปลูกฝังให้นักเรียนเป็นคนที่มีไหวพริบสังเกต สำรวจ และตั้งข้อคาดการณ์พร้อมทั้งให้เหตุผลประกอบได้ด้วยตนเอง ดังนั้น จำเป็นอย่างยิ่งที่ครูต้องจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ โดยให้นักเรียนมีส่วนร่วม สร้างความสัมพันธ์ทั้งระหว่างครูกับนักเรียน และนักเรียนกับนักเรียน พร้อมทั้งส่งเสริมให้นักเรียนได้เกิดกระบวนการคิด และหาคำตอบได้ด้วยตนเอง โดยมีครูเป็นผู้คอยกระตุ้นให้เกิดกระบวนการคิดและอำนวยความสะดวกให้แก่นักเรียน

จากการศึกษาทฤษฎีและการสอนแบบต่าง ๆ มีหลายทฤษฎีที่สามารถช่วยส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ โดยเน้นให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง ซึ่งทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ (Constructivism) เป็นการสร้างความรู้ด้วยตนเอง มีรากฐานมาจากทฤษฎีการเรียนรู้ของเพียเจต์ (Piaget) และวิกทอทสกี (Vygotsky) โดยเพียเจต์ เชื่อว่าคนทุกคนมีการพัฒนาเขาวงกตปัญญาไปตามลำดับขั้น จากการมีปฏิสัมพันธ์และประสบการณ์กับสิ่งแวดล้อมตามธรรมชาติและประสบการณ์ที่เกี่ยวกับการคิดเชิงตรรกะและคณิตศาสตร์ รวมทั้งการถ่ายทอดทางความรู้ทางสังคม วุฒิภาวะ และกระบวนการพัฒนาความสมดุลของบุคคลนั้น ส่วนวิกทอทสกี อธิบายไว้ว่า มนุษย์ได้รับอิทธิพลจากสิ่งแวดล้อมตั้งแต่แรกเกิด ดังนั้นสิ่งแวดล้อมจึงมีอิทธิพล

ต่อการพัฒนาการทางเชาวน์ปัญญาของแต่ละบุคคล (ทีศนา แคมมณี, 2562, หน้า 90–92) การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ เป็นรูปแบบการจัดกิจกรรมที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญอีกรูปแบบหนึ่ง ที่นักเรียนจะเป็นผู้ที่เผชิญกับสถานการณ์ปัญหา ค้นคว้า วิธีการแก้ปัญหาโดยการคิดไตร่ตรองและแก้ปัญหาโดยตัวนักเรียนเอง หรือร่วมกับกลุ่มเพื่อแก้ปัญหา อีกทั้งยังเป็นการฝึกทักษะกระบวนการคิดและการร่วมมือในการแก้ปัญหา นักเรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนรู้ อันจะส่งผลให้นักเรียนมีเจตคติที่ดีและเห็นคุณค่าของวิชาคณิตศาสตร์ จากผลงานการวิจัยเกี่ยวกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ตามแนวคิดทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ของ คมสัน ตรีไพบูลย์ (2557), กรรณิการ์ หาญพิทักษ์ (2559), พชรี เรื่องสวัสดิ์ (2562) และประวิษฐา สร้อยจิตร (2562) ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด นักเรียนมีความสามารถในการใช้เหตุผล ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด ซึ่งการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์นี้ทำให้นักเรียนได้เรียนรู้ด้วยตนเองมากยิ่งขึ้น ได้ทำงานร่วมกัน มีการแลกเปลี่ยนความคิดเห็น มีวิธีการแสวงหาความรู้อย่างเป็นกระบวนการ มีการคิดอย่างมีเหตุผล และมีทักษะในการตัดสินใจอย่างอิสระ ทำให้มีความเข้าใจในคณิตศาสตร์มากยิ่งขึ้น และยังสอดคล้องกับงานวิจัยของจิตาภา ลูกเงาะ (2560) ที่ได้ศึกษาผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์แล้วพบว่า นักเรียนหลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์แล้วมีความสามารถในการให้เหตุผลและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05

นอกจากนี้ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ โดยการใช้คำถามของครูสำคัญไม่น้อยไปกว่าการหาคำตอบ (โกสุม กรีทอง, 2551 หน้า 40) และจากที่สุวิทย์ คำมูล และอรทัย คำมูล (2546, หน้า 135) ได้กล่าวถึงข้อจำกัดของการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ว่า ครูจำเป็นต้องมีทักษะในการกระตุ้นความคิด ความรู้เดิม การเชื่อมต่อความรู้ และการช่วยเหลือให้นักเรียนสามารถสร้างองค์ความรู้ขึ้นมาใหม่ได้อย่างสมเหตุสมผล ซึ่งธรรมชาติของเนื้อหาในวิชาคณิตศาสตร์มีความยากและซับซ้อนพอสมควร ดังนั้น การใช้คำถามในการจัดกิจกรรมการสอนคณิตศาสตร์ของครู จึงเป็นสิ่งจำเป็นและสำคัญอย่างยิ่ง ที่ช่วยส่งเสริมให้นักเรียนเรียนรู้เนื้อหาคณิตศาสตร์ เนื่องจากคำถามที่ช่วยกระตุ้นความคิดของนักเรียนให้เกิดการคิดวิเคราะห์ หาเหตุผล เปรียบเทียบข้อเท็จจริงของสิ่งต่างๆ (สิริพร ทิพย์คง, 2543, หน้า 15) ซึ่งสอดคล้องกับอัมพร ม้าคนอง (2553, หน้า 80) ที่กล่าวว่า คำถามระดับสูงเป็นคำถามที่ต้องการให้นักเรียนได้คิดในระดับสูง เช่น ให้เปรียบเทียบ ค้นหารูปแบบ หาข้อสรุป ที่เป็นเหตุเป็นผล เป็นคำถามที่ต้องการให้นักเรียนได้ค้นพบสิ่งใหม่หลังจากใช้ความรู้ที่มีอยู่ประกอบการคิดอย่างรอบคอบ โดยที่คำถามระดับสูงจะช่วยพัฒนา

นักเรียนในด้านของทักษะความคิดและการให้เหตุผลอีกครั้ง ให้นักเรียนตอบคำถามโดยต้องใช้การประยุกต์ การประเมิน การใช้ความคิดในระดับสูง ซึ่งความคิดระดับสูง เป็นส่วนหนึ่งของการให้เหตุผล (Krulik & Rudnick, 1993, p. 3) จากผลงานการวิจัยที่มีการใช้คำถามระดับสูงในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ของ ดิษพล เนตรนิมิต (2558), สุภาพร พลเสสุร (2562) และจิราภา ปั่นทอง (2563) ส่งผลให้ความสามารถในการให้เหตุผลและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 0.05

ด้วยเหตุผลดังกล่าว ประกอบกับประสบการณ์การสอนวิชาคณิตศาสตร์ในโรงเรียนแสนสุข จังหวัดชลบุรี ทำให้ผู้วิจัยสนใจออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับคำถามระดับสูง มาพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เรื่อง สมการเชิงเส้นสองตัวแปร โดยเน้นให้นักเรียนสามารถสร้างองค์ความรู้ได้ด้วยตนเองโดยการลงมือปฏิบัติ เน้นกระบวนการเรียนรู้มากกว่าเน้นการหาคำตอบที่ถูกต้อง โดยมีครูเป็นผู้คอยกระตุ้นโดยใช้คำถามระดับสูงให้นักเรียนเกิดกระบวนการคิดระดับสูงที่มากกว่าแค่ความรู้ความจำ ซึ่งจะเกิดเป็นความเข้าใจที่ลึกซึ้ง คงทนและยั่งยืนมากกว่าการท่องจำ รวมทั้งยังเป็นการพัฒนา ปรับปรุงการเรียนการสอนในรายวิชาคณิตศาสตร์ให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้นไป

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง สมการเชิงเส้นสองตัวแปร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 หลังจากรับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับคำถามระดับสูง กับเกณฑ์ร้อยละ 70
2. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 หลังจากรับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับคำถามระดับสูง กับเกณฑ์ร้อยละ 70

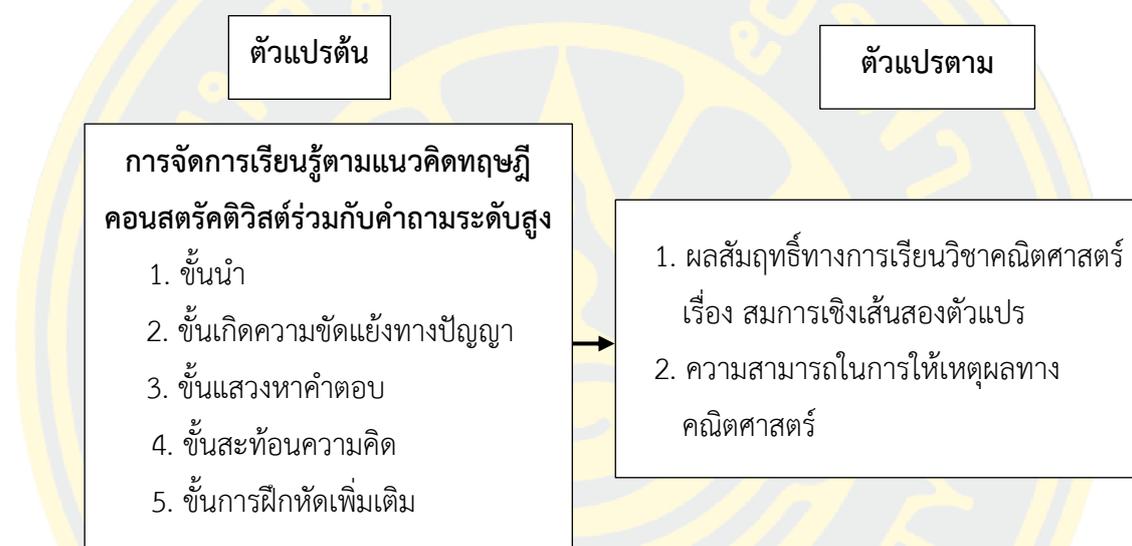
สมมติฐานของการวิจัย

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง สมการเชิงเส้นสองตัวแปร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 หลังจากรับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับคำถามระดับสูง สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70

2. ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 หลังจากได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับคำถามระดับสูง สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70

กรอบแนวคิดในการวิจัย

จากการศึกษาค้นคว้า และตรวจสอบเอกสารที่เกี่ยวข้อง ผู้วิจัยได้ทำการวางแผนออกแบบ การวิจัยและสร้างกรอบแนวคิดในการวิจัยไว้ดังนี้



ภาพที่ 1 กรอบแนวคิดการวิจัย

ประโยชน์ที่ได้รับจากการวิจัย

1. เป็นแนวทางในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับคำถามระดับสูง สำหรับครูผู้สอนที่จะนำไปพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษา
2. เป็นแนวทางในการพัฒนาองค์ความรู้ทางด้านการจัดการเรียนรู้โดยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับคำถามระดับสูง
3. ได้แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับคำถามระดับสูง เรื่อง สมการเชิงเส้นสองตัวแปร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

4. นักเรียนได้รับการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับคำถามระดับสูง

ขอบเขตของการวิจัย

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1.1 ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนแสนสุข ตำบลแสนสุข อำเภอเมือง จังหวัดชลบุรี ปีการศึกษา 2567 จำนวน 11 ห้อง จำนวนทั้งหมด 432 คน โดยโรงเรียนมีการจัดห้องเรียนแบบคละความสามารถทางการเรียน

1.2 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนแสนสุข ตำบลแสนสุข อำเภอเมือง จังหวัดชลบุรี ปีการศึกษา 2567 จำนวน 1 ห้อง 37 คน ซึ่งได้มาโดยการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling) โดยการจับสลากเลือกห้องเรียนโดยใช้ห้องเรียนเป็นหน่วยในการสุ่ม

2. ตัวแปรที่ศึกษา

2.1 ตัวแปรต้น คือ การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับคำถามระดับสูง

2.2 ตัวแปรตาม คือ (1) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง สมการเชิงเส้นสองตัวแปร และ (2) ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

3. เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ เรื่อง สมการเชิงเส้นสองตัวแปร รายวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน ค21102 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ตามหลักสูตรโรงเรียนแสนสุข จังหวัดชลบุรี ปีการศึกษา 2567 ตามสาระที่ 1 จำนวนและพีชคณิต มาตรฐาน ค 1.3 ในการทำวิจัยในครั้งนี้ ใช้หน่วยการเรียนรู้ เรื่อง สมการเชิงเส้นสองตัวแปร และเลือกเพียงสาระสำคัญ เรื่อง กราฟของความสัมพันธ์เชิงเส้นและสมการเชิงเส้นสองตัวแปร

4. ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย การวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยเป็นผู้ดำเนินการจัดการเรียนรู้ด้วยตนเอง โดยใช้เวลาในการทดลอง 14 คาบ ไม่รวมเวลาที่ใช้ในการทดสอบ ดำเนินการในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2567 มีรายละเอียด ดังนี้

4.1 ความหมายของคู่อันดับ	จำนวน 2 คาบ
4.2 คู่อันดับบนระบบพิกัดฉาก	จำนวน 2 คาบ
4.3 กราฟของความสัมพันธ์บนระบบพิกัดฉาก	จำนวน 2 คาบ
4.4 ลักษณะของสมการเชิงเส้นสองตัวแปร	จำนวน 2 คาบ

4.5 รูปทั่วไปของสมการเชิงเส้นสองตัวแปร	จำนวน 2 คาบ
4.6 คำตอบของสมการเชิงเส้นสองตัวแปร	จำนวน 2 คาบ
4.7 การสร้างกราฟของสมการเชิงเส้นสองตัวแปร	จำนวน 2 คาบ
รวม	จำนวน 14 คาบ

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. การจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ หมายถึง การจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ที่ครูต้องจัดสถานการณ์ให้นักเรียนได้เกิดการเรียนรู้และสร้างองค์ความรู้ใหม่ของตนเอง โดยมีครูเป็นผู้ส่งเสริมและคอยกระตุ้นให้นักเรียนเกิดกระบวนการคิด สามารถสรุปขั้นตอนการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ ได้ดังนี้

1.1 ขั้นนำ คือ ขั้นที่ครูซักถาม เพื่อให้นักเรียนแสดงออกถึงความรู้ความเข้าใจเดิมที่มีอยู่ รวมทั้งจูงใจให้นักเรียนสนใจ เรื่องที่จะได้เรียน

1.2 ขั้นเกิดความขัดแย้งทางปัญญา คือ ขั้นที่ครูเสนอปัญหาหรือสถานการณ์ให้นักเรียนได้พิจารณา โดยนักเรียนใช้ทักษะการคิดหรือการสังเกต จนเกิดความขัดแย้งทางความคิดที่เป็นผลมาจากความรู้เดิมกับสิ่งที่รับรู้ใหม่ไม่สอดคล้องกัน

1.3 ขั้นแสวงหาคำตอบ คือ ขั้นที่นักเรียนเป็นผู้คิด วิเคราะห์และค้นหาคำตอบ พร้อมทั้งใช้เหตุผลประกอบ โดยการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ระหว่างกัน เพื่อลดความขัดแย้งทางปัญญาของตนเอง

1.4 ขั้นสะท้อนความคิด คือ ขั้นที่เปิดโอกาสให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการอภิปรายและช่วยกันสรุปบทเรียน

1.5 ขั้นฝึกหัดเพิ่มเติม คือ ขั้นที่นักเรียนได้นำความรู้ที่ได้เรียน ไปใช้ในสถานการณ์ต่าง ๆ ที่ต่างไปจากเดิมเพียงเล็กน้อย โดยการทำแบบฝึกหัด เพื่อทบทวนความรู้และตรวจสอบความเข้าใจ

2. คำถามระดับสูง หมายถึง คำถามที่ส่งเสริมให้นักเรียนได้ใช้ความคิด เป็นการกระตุ้นให้นักเรียนได้ใช้ความคิดระดับสูงมากกว่าความรู้ความจำ โดยใช้ความรู้พื้นฐานหรือประสบการณ์เดิมที่มีมาเป็นแนวคิดในการหาคำตอบและยังเป็นการเปิดโอกาสให้นักเรียนแสดงความคิดเห็นและได้ลองแก้ปัญหาด้วยตนเอง งานวิจัยครั้งนี้จะนำคำถามระดับสูงมาใช้ เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ โดยเลือกใช้ 4 ประเภท ดังนี้

2.1 คำถามให้อธิบาย เป็นคำถามที่ผู้ตอบนำความรู้และประสบการณ์ที่มี มาเป็นพื้นฐานในการสรุปคำตอบ

2.2 คำถามให้วิเคราะห์ เป็นคำถามที่ส่งเสริมให้ผู้ตอบได้คิด วิเคราะห์ เปรียบเทียบ หรือจำแนกแยกแยะเรื่องราวหรือสถานการณ์ต่าง ๆ เพื่อหาสาเหตุและผลต่าง ๆ ของปัญหาที่เกิดขึ้น

2.3 คำถามให้สังเคราะห์ เป็นคำถามที่ให้นักเรียนได้ใช้กระบวนการคิดเพื่อสรุปความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลย่อยขึ้นเป็นหลักการ

2.4 คำถามให้ประเมินค่า เป็นคำถามที่ให้นักเรียนรู้จักประเมินผล โดยใช้เนื้อหา รวมทั้งกฎเกณฑ์ที่เป็นจริง รู้จักตัดสินใจอย่างมีเหตุผล

3. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับคำถามระดับสูง
หมายถึง การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยที่ครูต้องจัดสถานการณ์ให้นักเรียนได้เกิดการเรียนรู้และสามารถสร้างองค์ความรู้ได้ด้วยตนเอง โดยมีครูเป็นผู้ส่งเสริมและคอยกระตุ้นนักเรียนให้เกิดกระบวนการคิดด้วยคำถามระดับสูง งานวิจัยในครั้งนี้ ได้ใช้คำถามระดับสูง ซึ่งประกอบด้วยคำถามให้อธิบาย คำถามให้วิเคราะห์ คำถามให้สังเคราะห์และคำถามให้ประเมินค่า โดยมีขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ดังนี้

3.1 ขั้นนำ คือ ขั้นที่ครูซักถาม โดยใช้คำถามระดับสูงประเภทคำถามให้อธิบายเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนแสดงออกถึงความรู้ความเข้าใจเดิมที่มีอยู่ รวมทั้งจูงใจให้นักเรียนสนใจ เรื่องที่จะได้เรียน

3.2 ขั้นเกิดความขัดแย้งทางปัญญา คือ ขั้นที่ครูเสนอปัญหาหรือสถานการณ์ให้นักเรียนได้พิจารณา โดยนักเรียนใช้ทักษะการคิดหรือการสังเกต จนเกิดความขัดแย้งทางความคิดที่เป็นผลมาจากความรู้เดิมกับสิ่งที่รับรู้ใหม่ไม่สอดคล้องกัน โดยครูใช้คำถามระดับสูงประเภทคำถามให้วิเคราะห์ คอยกระตุ้นให้นักเรียน ได้พิจารณาและวิเคราะห์สถานการณ์ที่ครูกำหนดมาให้

3.3 ขั้นแสวงหาคำตอบ คือ ขั้นที่นักเรียนเป็นผู้คิด วิเคราะห์และค้นหาคำตอบ พร้อมทั้งใช้เหตุผลประกอบ ซึ่งครูจะคอยใช้คำถามระดับสูง ประเภทคำถามให้วิเคราะห์ ในการกระตุ้นให้นักเรียนเกิดกระบวนการคิด โดยการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ระหว่างกัน เพื่อลดความขัดแย้งทางปัญญาของตนเอง และครูใช้คำถามระดับสูงประเภทคำถามให้อธิบาย เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนได้อธิบายในส่วนที่ยังไม่ชัดเจน ให้เกิดความชัดเจนและความเข้าใจมากยิ่งขึ้น

3.4 ขั้นสะท้อนความคิด คือ ขั้นที่เปิดโอกาสให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการอภิปรายและช่วยกันสรุปบทเรียน โดยครูใช้คำถามระดับสูงประเภทคำถามให้สังเคราะห์ กระตุ้นให้นักเรียนเกิดกระบวนการคิด เพื่อสรุปความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูล

3.5 ขั้นการฝึกหัดเพิ่มเติม คือ ขั้นที่นักเรียนได้นำความรู้ที่ได้เรียน ไปใช้ในสถานการณ์ต่าง ๆ ที่ต่างไปจากเดิมเพียงเล็กน้อย โดยเริ่มจากครูใช้คำถามระดับสูง ประเภทคำถามให้ประเมินค่า เพื่อให้นักเรียนรู้จักประเมินผลโดยใช้เนื้อหา รวมทั้งกฎเกณฑ์ที่เป็นจริง รู้จักตัดสินใจอย่างมีเหตุผล หลังจากนั้นให้นักเรียนทำแบบฝึกหัดเพิ่มเติม เพื่อทบทวนความรู้และตรวจสอบความเข้าใจของตนเองอีกครั้ง

4. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถทางด้านสติปัญญาหรือความรู้ความเข้าใจในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ โดยจำแนกพฤติกรรมด้านพุทธิพิสัยออกเป็น 4 ระดับ ได้แก่ ความรู้ความจำ ความเข้าใจ นำไปใช้และการวิเคราะห์ ซึ่งวัดจากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

5. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง เครื่องมือที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น เพื่อใช้วัดความรู้ ทักษะและความสามารถทางวิชาการของผู้เรียนที่ได้เรียนผ่านมาแล้ว เพื่อประเมินว่าผู้เรียนมีความรู้ความสามารถมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในระดับใด และบรรลุตามจุดประสงค์การเรียนรู้มากน้อยเพียงใด เป็นแบบทดสอบปรนัย ชนิด 4 ตัวเลือก จำนวน 20 ข้อ

6. ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถของนักเรียนที่ต้องใช้การคิดวิเคราะห์และให้เหตุผลประกอบการตัดสินใจในสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ และสรุปผลได้อย่างสมเหตุสมผล ซึ่งวัดจากแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

7. แบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ หมายถึง เครื่องมือที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น เพื่อวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 หลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับคำถามระดับสูง เรื่อง สมการเชิงเส้นสองตัวแปร เป็นแบบทดสอบอัตนัย จำนวน 7 ข้อ

8. เกณฑ์ หมายถึง คะแนนขั้นต่ำที่จะยอมรับหลังจากได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับคำถามระดับสูง เรื่อง สมการเชิงเส้นสองตัวแปร ซึ่งนักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ โดยวิเคราะห์ได้จากคะแนนแบบทดสอบหลังเรียน แล้วนำคะแนนเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละเทียบกับเกณฑ์ ทั้งนี้ผู้วิจัยยึดเกณฑ์ร้อยละ 70 ขึ้นไปของคะแนนรวม ซึ่งอยู่ในระดับดี ตามกระทรวงศึกษาธิการ (2551, หน้า 22)

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับผลการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ ร่วมกับคำถามระดับสูง ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์และความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ผู้วิจัยได้ดำเนินการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ดังนี้

1. ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ.2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551
2. หลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โรงเรียนแสนสุข
3. ทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์
4. คำถามระดับสูง
5. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์
6. ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์
7. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551

กระทรวงศึกษาธิการได้ประกาศให้ใช้หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 ให้เป็นหลักสูตรแกนกลางของประเทศ โดยมุ่งเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญบนพื้นฐานความเชื่อว่าทุกคนสามารถเรียนรู้และพัฒนาตนเองได้เต็มตามศักยภาพ และมุ่งพัฒนาผู้เรียนให้เป็นคนดี มีปัญญา มีความสุข มีศักยภาพในการศึกษาต่อและประกอบอาชีพ จึงได้กำหนดจุดหมาย สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน และคุณลักษณะอันพึงประสงค์ของผู้เรียน เพื่อให้เกิดแก่ผู้เรียนเมื่อจบการศึกษาขั้นพื้นฐาน (กระทรวงศึกษาธิการ, 2560)

1. สาระและมาตรฐานการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์

สาระที่ 1 จำนวนและพีชคณิต

มาตรฐาน ค 1.1 เข้าใจถึงความหลากหลายของการแสดงจำนวน ระบบจำนวน การดำเนินการของจำนวน ผลที่เกิดขึ้นจากการดำเนินการ สมบัติของการดำเนินการ และนำไปใช้

มาตรฐาน ค 1.2 เข้าใจและวิเคราะห์แบบรูป ความสัมพันธ์ ฟังก์ชัน ลำดับและ

อนุกรม และนำไปใช้

มาตรฐาน ค 1.3 ใช้นิพจน์ สมการ และอสมการ อธิบายความสัมพันธ์หรือช่วยแก้ปัญหาที่กำหนดให้

สาระที่ 2 การวัดและเรขาคณิต

มาตรฐาน ค 2.1 เข้าใจพื้นฐานเกี่ยวกับการวัด วัดและคาดคะเนขนาดของสิ่งที่ต้องการวัด และนำไปใช้

มาตรฐาน ค 2.2 เข้าใจและวิเคราะห์รูปเรขาคณิต สมบัติของรูปเรขาคณิต ความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตและทฤษฎีบททางเรขาคณิต และนำไปใช้

สาระที่ 3 สถิติและความน่าจะเป็น

มาตรฐาน ค 3.1 เข้าใจกระบวนการทางสถิติ และใช้ความรู้ทางสถิติในการแก้ปัญหา

มาตรฐาน ค 3.2 เข้าใจหลักการนับเบื้องต้น ความน่าจะเป็น และนำไปใช้

2. ทำไมต้องเรียนคณิตศาสตร์

คณิตศาสตร์มีบทบาทสำคัญยิ่งต่อความสำเร็จในการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 เนื่องจากคณิตศาสตร์ช่วยให้มนุษย์มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ คิดอย่างมีเหตุผล เป็นระบบ มีแบบแผน สามารถวิเคราะห์ปัญหาหรือสถานการณ์ได้อย่างรอบคอบและถี่ถ้วน ช่วยให้คาดการณ์ วางแผน ตัดสินใจ แก้ปัญหาได้อย่างถูกต้องเหมาะสมและสามารถนำไปใช้ในชีวิตจริงได้อย่างมีประสิทธิภาพ นอกจากนี้คณิตศาสตร์ยังเป็นเครื่องมือในการศึกษาด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และศาสตร์อื่น ๆ อันเป็นรากฐานในการพัฒนาทรัพยากรบุคคลของชาติให้มีคุณภาพและพัฒนาเศรษฐกิจของประเทศให้ทัดเทียมกับนานาชาติ การศึกษาคณิตศาสตร์จึงจำเป็นต้องมีการพัฒนาอย่างต่อเนื่อง เพื่อให้ทันสมัยและสอดคล้องกับสภาพเศรษฐกิจ สังคม และความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่เจริญก้าวหน้าอย่างรวดเร็วในยุคโลกาภิวัตน์

มาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ฉบับนี้ จัดทำขึ้นโดยคำนึงถึงการส่งเสริมให้ผู้เรียนมีทักษะที่จำเป็นสำหรับการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 เป็นสำคัญ นั่นคือ การเตรียมผู้เรียนให้มีทักษะด้านการคิดวิเคราะห์ การคิดอย่างมีวิจารณญาณ การแก้ปัญหา การคิดสร้างสรรค์ การใช้เทคโนโลยี การสื่อสารและการร่วมมือ ซึ่งจะส่งผลให้ผู้เรียนรู้เท่าทันการเปลี่ยนแปลงของระบบเศรษฐกิจ สังคม วัฒนธรรม และสภาพแวดล้อม สามารถแข่งขันและอยู่ร่วมกับประชาคมโลกได้ ทั้งนี้การจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่ประสบความสำเร็จนั้นจะต้องเตรียมให้มี

ความพร้อมที่จะเรียนรู้สิ่งต่าง ๆ พร้อมทั้งจะประกอบอาชีพเมื่อจบการศึกษาหรือสามารถศึกษาต่อในระดับที่สูงขึ้นดังนั้นสถานศึกษาควรจัดการเรียนรู้ให้เหมาะสมตามศักยภาพของผู้เรียน

3. เรียนรู้อะไรในคณิตศาสตร์

กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์จัดเป็น 3 สาระ ได้แก่ จำนวนและพีชคณิต การวัดและเรขาคณิต และสถิติและความน่าจะเป็น (กระทรวงศึกษาธิการ, 2560)

สาระที่ 1 จำนวนและพีชคณิต เรียนรู้เกี่ยวกับระบบจำนวนจริง สมบัติเกี่ยวกับจำนวนจริง อัตราส่วน ร้อยละ การประมาณค่า การแก้ปัญหเกี่ยวกับจำนวน การใช้จำนวนในชีวิตจริง แบบรูป ความสัมพันธ์ ฟังก์ชัน เซต ตรรกศาสตร์ นิพจน์ เอกนาม พหุนาม สมการ ระบบสมการ อสมการ กราฟ ดอกเบี้ยและมูลค่าของเงิน ลำดับและอนุกรม และการนำความรู้เกี่ยวกับจำนวนและพีชคณิตไปใช้ในสถานการณ์ต่าง ๆ

สาระที่ 2 การวัดและเรขาคณิต เรียนรู้เกี่ยวกับความยาว ระยะทาง น้ำหนัก พื้นที่ ปริมาตรและความจุ เงินและเวลา หน่วยวัดระบบต่าง ๆ การคาดคะเนเกี่ยวกับการวัด อัตราส่วนตรีโกณมิติ รูปเรขาคณิตและสมบัติของรูปเรขาคณิต การนิยามภาพ แบบจำลองทางเรขาคณิต ทฤษฎีบททางเรขาคณิต การแปลงทางเรขาคณิตในเรื่องการเลื่อนขนาน การสะท้อน การหมุนและการนำความรู้เกี่ยวกับการวัดและเรขาคณิตไปใช้ในสถานการณ์ต่าง ๆ

สาระที่ 3 สถิติและความน่าจะเป็น เรียนรู้เกี่ยวกับการตั้งคำถามทางสถิติ การเก็บรวบรวมข้อมูล การคำนวณค่าสถิติ การนำเสนอและแปลผลสำหรับข้อมูลเชิงคุณภาพและเชิงปริมาณ หลักการนับเบื้องต้น ความน่าจะเป็น การใช้ความรู้เกี่ยวกับสถิติและความน่าจะเป็นในการอธิบายเหตุการณ์ต่าง ๆ และช่วยในการตัดสินใจ

4. สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน มุ่งพัฒนาผู้เรียนให้มีคุณภาพตามมาตรฐานการเรียนรู้ ซึ่งการพัฒนาผู้เรียนให้บรรลุมาตรฐานการเรียนรู้ที่กำหนดนั้น จะช่วยให้ผู้เรียนเกิดสมรรถนะสำคัญ 5 ประการ ดังนี้ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2552)

4.1 ความสามารถในการสื่อสาร เป็นความสามารถในการรับและส่งสาร มีวัฒนธรรมในการใช้ภาษาถ่ายทอดความคิด ความรู้ความเข้าใจ ความรู้สึก และทัศนะของตนเองเพื่อแลกเปลี่ยนข้อมูลข่าวสารและประสบการณ์อันจะเป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาตนเองและสังคม รวมทั้งการเจรจาต่อรองเพื่อขจัดและลดปัญหาความขัดแย้งต่าง ๆ การเลือกรับหรือไม่รับข้อมูลข่าวสารด้วยหลักเหตุผลและความถูกต้อง ตลอดจนการเลือกใช้วิธีการสื่อสารที่มีประสิทธิภาพ โดยคำนึงถึงผลกระทบที่มีต่อตนเองและสังคม

4.2. ความสามารถในการคิด เป็นความสามารถในการคิดวิเคราะห์ การคิดสังเคราะห์ การคิดอย่างสร้างสรรค์ การคิดอย่างมีวิจารณญาณ และการคิดเป็นระบบ เพื่อนำไปสู่การสร้าง องค์ความรู้หรือสารสนเทศเพื่อการตัดสินใจเกี่ยวกับตนเองและสังคมได้อย่างเหมาะสม

4.3 ความสามารถในการแก้ปัญหา เป็นความสามารถในการแก้ปัญหาและอุปสรรคต่าง ๆ ที่เผชิญได้อย่างถูกต้องเหมาะสมบนพื้นฐานของหลักเหตุผล คุณธรรม และข้อมูลสารสนเทศ เข้าใจความสัมพันธ์และการเปลี่ยนแปลงของเหตุการณ์ต่าง ๆ ในสังคม แสวงหาความรู้ ประยุกต์ความรู้มาใช้ในการป้องกันและแก้ไขปัญหา และมีการตัดสินใจที่มีประสิทธิภาพโดยคำนึงถึงผลกระทบที่เกิดขึ้นต่อตนเอง สังคม และสิ่งแวดล้อม

4.4 ความสามารถในการใช้ทักษะชีวิต เป็นความสามารถในการนำกระบวนการต่าง ๆ ไปใช้ในการดำเนินชีวิตประจำวัน การเรียนรู้ด้วยตนเอง การเรียนรู้อย่างต่อเนื่อง การทำงานและการอยู่ร่วมกันในสังคมด้วยการสร้างเสริมความสัมพันธ์อันดีระหว่างบุคคล การจัดการปัญหาและความขัดแย้งต่าง ๆ อย่างเหมาะสม การปรับตัวให้ทันกับการเปลี่ยนแปลงของสังคมและสภาพแวดล้อม และการรู้จักหลีกเลี่ยงพฤติกรรมไม่พึงประสงค์ที่ส่งผลกระทบต่อตนเองและผู้อื่น

4.5 ความสามารถในการใช้เทคโนโลยี เป็นความสามารถในการเลือก และใช้เทคโนโลยีด้านต่าง ๆ และมีทักษะกระบวนการทางเทคโนโลยีเพื่อการพัฒนาตนเองและสังคม ในด้านการเรียนรู้ การสื่อสาร การทำงาน การแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ถูกต้อง เหมาะสมและมีคุณธรรม

5. คุณภาพผู้เรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

เมื่อนักเรียนจบชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 แล้ว นักเรียนควรมีความสามารถ ดังต่อไปนี้ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2560)

1. มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับจำนวนจริง ความสัมพันธ์ของจำนวนจริง สมบัติของจำนวนจริง และใช้ความรู้ความเข้าใจนี้ในการแก้ปัญหาในชีวิตจริง
2. มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับอัตราส่วน สัดส่วน และร้อยละ และใช้ความรู้ความเข้าใจนี้ในการแก้ปัญหาในชีวิตจริง
3. มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับเลขยกกำลังที่มีเลขชี้กำลังเป็นจำนวนจริง และใช้ความรู้ความเข้าใจนี้ในการแก้ปัญหาในชีวิตจริง
4. มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปรและอสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว และใช้ความรู้ความเข้าใจนี้ในการแก้ปัญหาในชีวิตจริง
5. มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับพหุนาม การแยกตัวประกอบของพหุนาม สมการกำลังสองและใช้ความรู้ความเข้าใจนี้ในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์

6. มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับคู่ขนานดับ กราฟของความสัมพันธ์ และฟังก์ชันกำลังสอง และใช้ความรู้ความเข้าใจนี้ในการแก้ปัญหาในชีวิตจริง

7. มีความรู้ความเข้าใจทางเรขาคณิตและใช้เครื่องมือ เช่น วงเวียนและเส้นตรง รวมทั้งโปรแกรม The Geometer's Sketchpad หรือโปรแกรมเรขาคณิตพลวัตอื่น ๆ เพื่อสร้างรูปเรขาคณิตตลอดจนนำความรู้เกี่ยวกับการสร้างนี้ไปประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหาในชีวิตจริง

8. มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับรูปเรขาคณิตสองมิติ และรูปเรขาคณิตสามมิติและใช้ความรู้ความเข้าใจนี้ในการหาความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตสองมิติและรูปเรขาคณิตสามมิติ

9. มีความรู้ความเข้าใจในเรื่องพื้นที่ผิวและปริมาตรของปริซึม ทรงกระบอก พีระมิด กรวยและทรงกลม และความรู้ความเข้าใจนี้ในการแก้ปัญหาในชีวิตจริง

10. มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับสมบัติของเส้นขนาน รูปสามเหลี่ยมที่เท่ากันทุกประการ รูปสามเหลี่ยมคล้าย ทฤษฎีบทพีทาโกรัสและบทกลับ และนำความรู้ความเข้าใจนี้ไปใช้ในการแก้ปัญหาในชีวิตจริง

11. มีความรู้ความเข้าใจในเรื่องการแปลงทางเรขาคณิต และนำความรู้ความเข้าใจนี้ไปใช้ในการแก้ปัญหาในชีวิตจริง

12. มีความรู้ความเข้าใจในเรื่องอัตราส่วนตรีโกณมิติ และนำความรู้ความเข้าใจนี้ไปใช้ในการแก้ปัญหาในชีวิตจริง

13. มีความรู้ความเข้าใจในเรื่องทฤษฎีบทเกี่ยวกับวงกลม และนำความรู้ความเข้าใจนี้ไปใช้ในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์

14. มีความรู้ความเข้าใจทางสถิติในการนำเสนอข้อมูล วิเคราะห์ข้อมูล และแปลความหมายข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับแผนภาพจุด แผนภาพต้น - ใบ ฮิสโทแกรม ค่ากลางของข้อมูลและแผนภาพกล่อง และใช้ความรู้ความเข้าใจนี้ รวมทั้งนำสถิติไปใช้ในชีวิตจริงโดยใช้เทคโนโลยีที่เหมาะสม

15. มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับความน่าจะเป็นและใช้ความรู้ความเข้าใจนี้ในการแก้ปัญหาในชีวิตจริง

สำหรับงานวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในหน่วยการเรียนรู้ เรื่อง สมการเชิงเส้นสองตัวแปร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 และเลือกเพียงสาระสำคัญ เรื่อง กราฟของความสัมพันธ์เชิงเส้นและสมการเชิงเส้นสองตัวแปร ซึ่งสอดคล้องกับสาระ มาตรฐานและตัวชี้วัด ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 การวิเคราะห์ สาระมาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด เรื่อง สมการเชิงเส้นสองตัวแปร
สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

สาระ	มาตรฐานการเรียนรู้	ตัวชี้วัด
สาระที่ 1 จำนวนและ พีชคณิต	ค 1.3 ใช้นิพจน์ สมการ และ อสมการ อธิบายความสัมพันธ์ หรือช่วยแก้ปัญหาที่กำหนด ให้	ม.1/2 เข้าใจและใช้ความรู้เกี่ยวกับกราฟใน การแก้ปัญหาคณิตศาสตร์และปัญหาในชีวิต จริง ม.1/3 เข้าใจและใช้ความรู้เกี่ยวกับความ สัมพันธ์เชิงเส้นในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ และปัญหาในชีวิตจริง

หลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โรงเรียนแสนสุข

สาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์

กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์จัดเป็น 3 สาระ ได้แก่

1. จำนวนและพีชคณิต
2. การวัดและเรขาคณิต
3. สถิติและความน่าจะเป็น

คณิตศาสตร์เพิ่มเติม จัดเป็น 4 สาระ ได้แก่

1. จำนวนและพีชคณิต
2. การวัดและเรขาคณิต
3. สถิติและความน่าจะเป็น
4. แคลคูลัส

ตารางที่ 2 ตารางโครงสร้างหลักสูตรรายวิชาพื้นฐาน กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์
ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น

รหัสวิชา	รายวิชา	หน่วยการเรียนรู้	คาบ/สัปดาห์	คาบ/ภาคเรียน
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1				
ค21101	คณิตศาสตร์พื้นฐาน 1	1.5	3	60
ค21102	คณิตศาสตร์พื้นฐาน 2	1.5	3	60
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2				
ค22101	คณิตศาสตร์พื้นฐาน 3	1.5	3	60
ค22102	คณิตศาสตร์พื้นฐาน 4	1.5	3	60
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3				
ค23101	คณิตศาสตร์พื้นฐาน 5	1.5	3	60
ค23102	คณิตศาสตร์พื้นฐาน 6	1.5	3	60

ตารางที่ 3 ตารางโครงสร้างหลักสูตรรายวิชาเพิ่มเติม กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์
ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น

รหัสวิชา	รายวิชา	หน่วยการเรียนรู้	คาบ/สัปดาห์	คาบ/ภาคเรียน
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1				
ค20201	คณิตศาสตร์เพิ่มเติม 1	1.0	2	40
ค20202	คณิตศาสตร์เพิ่มเติม 2	1.0	2	40
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2				
ค20203	คณิตศาสตร์เพิ่มเติม 3	1.0	2	40
ค20204	คณิตศาสตร์เพิ่มเติม 4	1.0	2	40
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3				
ค20205	คณิตศาสตร์เพิ่มเติม 5	1.0	2	40
ค20206	คณิตศาสตร์เพิ่มเติม 6	1.0	2	40

คำอธิบายรายวิชา

รหัส ค21102 รายวิชา คณิตศาสตร์พื้นฐาน 2
 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ภาคเรียนที่ 2

กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์
 จำนวนเวลา 60 ชั่วโมง จำนวน 1.5 หน่วยกิต

ศึกษาเรื่องสมการเชิงเส้นสองตัวแปร กราฟของความสัมพันธ์เชิงเส้น การนำความรู้เกี่ยวกับสมการเชิงเส้นสองตัวแปรและกราฟของความสัมพันธ์เชิงเส้นไปใช้ในชีวิตจริง การสร้างทางเรขาคณิต การสร้างพื้นฐานทางเรขาคณิต การสร้างรูปเรขาคณิตสองมิติ โดยใช้การสร้างพื้นฐานทางเรขาคณิต การนำความรู้เกี่ยวกับการสร้างพื้นฐานทางเรขาคณิตไปใช้ในชีวิตจริง มิติสัมพันธ์ของรูปเรขาคณิต หน้าตัดของรูปเรขาคณิตสามมิติ ภาพที่ได้จากการมองด้านหน้าด้านข้าง ด้านบนของรูปเรขาคณิตสามมิติที่ประกอบขึ้นจากลูกบาศก์ สติติ การตั้งคำถามทางสติติ การเก็บรวบรวมข้อมูล การนำเสนอข้อมูลในรูปแบบภูมิรูปภาพ แผนภูมิแท่ง กราฟเส้น แผนภูมิรูปวงกลม รวมทั้งการแปลความหมายข้อมูล การนำสติติไปใช้ในชีวิตจริง

โดยใช้กระบวนการศึกษาฝึกทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์อื่น ได้แก่ การแก้ปัญหา การสื่อสารและการสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ การเชื่อมโยง การให้เหตุผล และการคิดสร้างสรรค์

เพื่อให้เกิดความรู้ความคิด ความเข้าใจ สามารถสื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ นำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน จนก่อให้เกิดเจตคติที่ดีต่อวิชาคณิตศาสตร์ สามารถทำงานอย่างเป็นระเบียบ มีความรอบคอบ มีความรับผิดชอบ มีวิจารณญาณ มีความเชื่อมั่นในตนเอง มีความซื่อสัตย์สุจริต วินัย ใฝ่เรียนรู้ มีความมุ่งมั่นในการทำงาน อยู่อย่างพอเพียง รักษาสังแวดล้อม มีจิตสาธารณะ เท่าทันเทคโนโลยีในศตวรรษที่ 21 และเท่าทันโรคอุบัติใหม่

มาตรฐานตัวชี้วัด/ผลการเรียนรู้

ค 1.3 ม.1/2 , ม.1/3

ค 2.2 ม.1/1 , ม.1/2

ค 3.1 ม.1/1

รวมทั้งหมด 5 ตัวชี้วัด

ตารางที่ 4 ตารางโครงสร้างรายวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 กลุ่มสาระการเรียนรู้
คณิตศาสตร์ โรงเรียนแสนสุข

โครงสร้างรายวิชา

วิชา คณิตศาสตร์พื้นฐาน 2 รหัส ค21102
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์
เวลา 60 ชั่วโมง จำนวน 1.5 หน่วยกิต

ลำดับที่	ชื่อหน่วย การเรียนรู้	มาตรฐานการ เรียนรู้/ ตัวชี้วัด/ผล การเรียนรู้	สาระสำคัญ/ความคิด รวบยอด	เวลา (ชั่วโมง)	น้ำหนัก คะแนน
1 - 7	สมการเชิง เส้น สองตัว แปร	มาตรฐาน ค 1.3 ค 1.3 ม.1/2 ค 1.3 ม.1/3	- กราฟของความสัมพันธ์ เชิงเส้น - สมการเชิงเส้นสองตัว แปร - การนำความรู้เกี่ยวกับ สมการเชิงเส้นสองตัวแปร และกราฟของ ความสัมพันธ์เชิงเส้นไปใช้ ในชีวิตจริง	19	20
7 - 10	มิติสัมพันธ์ ของรูป เรขาคณิต	มาตรฐาน ค 2.2 ค 2.2 ม.1/2	- หน้าตัดของรูปเรขาคณิต สามมิติ - ภาพที่ได้จากการมอง ด้านหน้าด้านข้าง ด้านบน ของรูปเรขาคณิตสามมิติที่ ประกอบขึ้นจากลูกบาศก์	10	10
		สอบกลางภาค		1	20
11 - 16	การสร้าง ทาง เรขาคณิต	มาตรฐาน ค 2.2 ค 2.2 ม.1/1	- การสร้างพื้นฐานทาง เรขาคณิต - การสร้างรูปเรขาคณิต	18	15

ตารางที่ 4 (ต่อ)

สัปดาห์ที่	ชื่อหน่วย การเรียนรู้	มาตรฐานการ เรียนรู้/ ตัวชี้วัด/ผล การเรียนรู้		เวลา (ชั่วโมง)	น้ำหนัก คะแนน
			สาระสำคัญ/ความคิด รวบยอด		
			สองมิติโดยใช้การสร้าง พื้นฐานทางเรขาคณิต - การนำความรู้เกี่ยวกับ การสร้างพื้นฐานทาง เรขาคณิตไปใช้ในชีวิตจริง		
17 - 20	สถิติ	มาตรฐาน ค 3.1 ค 3.1 ม.1/1	- การตั้งคำถามทางสถิติ และการเก็บรวบรวมข้อมูล - การนำเสนอข้อมูล o แผนภูมิรูปภาพ o แผนภูมิแท่ง o กราฟเส้น o แผนภูมิรูปวงกลม - การแปล ความหมาย ข้อมูล - การนำสถิติไปใช้ในชีวิต จริง	11	15
		สอบปลายภาค		1	20
		รวมตลอดภาคเรียน		60	100

ทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์

1. ความหมายของทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์

มีนักการศึกษาหลายท่านได้ให้ความหมายของทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ไว้ ดังนี้

Troutman and Lichtenberg (1998, p. 25) กล่าวว่า ทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์เป็นการ ค้นหาความรู้ให้กับตนเอง มีการรวบรวมความรู้ใหม่ ๆ เข้าไปในจิตใต้สำนึกภายในจิตใจ (Schemata) โดยการเรียนรู้จากสิ่งแวดล้อม ยอมรับสิ่งใหม่ ๆ เข้ามาในสิ่งแวดล้อม พิสูจน์ความเป็นจริงจาก สมมติฐานที่ตั้งขึ้นและสรุปเองโดยสร้างการเชื่อมโยงและเปรียบเทียบทสรุปของตนเองกับผู้อื่น เพื่อ เป็นพื้นฐานในการสร้างความรู้ใหม่

Krogh (1994, p. 556) กล่าวว่า ทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์เป็นปรัชญาที่เกี่ยวกับการพัฒนา ในการสร้างความรู้ สติปัญญา และจริยธรรม ขึ้นมาด้วยตนเอง ทั้งนี้ การพัฒนานั้นเป็นผลมาจากการ ดูดซึมเข้าสู่โครงสร้าง (Assimilation) และการปรับตัวเข้าสู่โครงสร้าง (Accommodation)

Martrin (1994, p. 44) กล่าวว่า ทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์เป็นกระบวนการที่เน้นทาง ความคิดจากการผสมผสานความรู้เก่ากับความรู้ใหม่เข้าด้วยกัน ซึ่งถูกสร้างขึ้นด้วยตัวนักเรียนเอง โดย เชื่อว่าสิ่งสำคัญของทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ คือตัวนักเรียนควรที่จะสร้างความคิดด้วยตนเอง เพื่อ เปรียบเทียบความรู้เดิมกับความรู้ใหม่

Fosnot (1996, p. 6) ให้ความหมายของแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์ว่า เป็นทฤษฎีเกี่ยวกับ ความรู้และการเรียนรู้ และเป็นการบรรยายโดยอาศัยพื้นฐานทางจิตวิทยา ปรัชญา มานุษยวิทยา ว่า ความรู้คืออะไรและได้ความรู้มาอย่างไร ทฤษฎีนี้จึงอธิบายความรู้ว่าเป็นสิ่งชั่วคราว มีการพัฒนาไม่ เป็นปรนัย และถูกสร้างขึ้นภายในตัวคน โดยอาศัยสื่อกลางทางสังคมและวัฒนธรรม ส่วนการเรียนรู้ ตามทฤษฎีนี้ถูกมองว่าเป็นกระบวนการที่สามารถควบคุมได้ด้วยตนเอง ในการต่อสู้กับความขัดแย้ง ที่เกิดขึ้นระหว่างความรู้เดิมที่มีอยู่กับความรู้ใหม่ที่แตกต่างไปจากเดิม เป็นการสร้างตัวตนใหม่และ สร้างโมเดลของความจริง โดยคนที่เป็นผู้สร้างความหมายด้วยเครื่องมือและสัญลักษณ์ทางวัฒนธรรม เป็นการประนีประนอม ความหมายที่สร้างขึ้นโดยผ่านกิจกรรมทางสังคมและผ่านการร่วมมือ แลกเปลี่ยนความคิดทั้งที่เห็นด้วยและไม่เห็นด้วย

อัมพร ม้าคอง (2546, หน้า 6) ได้ให้ความหมายแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์ว่า ความรู้เป็นสิ่งที่ ถูกสร้างขึ้นโดยผู้เรียน ผู้เรียนใช้ความรู้และประสบการณ์ที่มีอยู่เป็นพื้นฐานในการสร้างความรู้ใหม่ การเรียนรู้เป็นสิ่งที่เกิดขึ้นภายในตัวผู้เรียน จากการมีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อมภายนอก ผู้เรียนแต่ละ คนจะสร้างความรู้ด้วยวิธีการที่แตกต่างกัน ดังนั้น แนวการสอนตามทฤษฎีนี้จึงเน้นการจัดกิจกรรม การเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนได้สื่อสารและมีปฏิสัมพันธ์กับเพื่อน โดยผู้สอนคอยช่วยเหลือให้ผู้เรียน

นำความรู้ที่มีอยู่ออกมาใช้ และไตร่ตรองสิ่งที่ได้จากการอภิปรายกับผู้อื่น ผู้สอนมีหน้าที่จัดสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ให้เหมาะสม ตั้งประเด็นปัญหาที่ท้าทายและช่วยเหลือให้ผู้เรียนสร้างความรู้ได้เอง

อมลวรรณ วีระธรรมโม (2548, หน้า 11) ได้ให้ความหมายของทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ว่าเป็นทฤษฎีการเรียนรู้หรือการสร้างความหมายของสิ่งที่รับรู้ เชื่อว่า มนุษย์มีศักยภาพในการสร้างความรู้ด้วยตนเอง เมื่อได้ปฏิสัมพันธ์กับสิ่งต่าง ๆ ที่อยู่รอบตัวโดยการใช้ความรู้และประสบการณ์เดิมที่มีอยู่สร้างความหมายของประสบการณ์ใหม่ แต่เนื่องจากมนุษย์แต่ละคนมีพัฒนาการทางสติปัญญาที่แตกต่างกัน มีความรู้และประสบการณ์เดิมที่ไม่เหมือนกัน มีความสนใจที่แตกต่างกัน มีความสามารถในการแปลความหมายของประสบการณ์ได้ไม่เท่ากัน จึงทำให้มนุษย์แต่ละคนสร้างความรู้ได้แตกต่างกัน มีพัฒนาการทางความรู้ความเข้าใจที่แตกต่างกัน แม้จะได้รับประสบการณ์ที่เหมือนกัน การปฏิสัมพันธ์กับคนอื่นทำให้มนุษย์ได้แลกเปลี่ยนความรู้ ความเข้าใจ และความคิดที่แตกต่างกัน มนุษย์มีโอกาสรังสรรค์ความคิดของตนเองและความคิดของคนอื่น แล้วพัฒนาหรือสร้างความรู้ความเข้าใจใหม่ที่มีความสมเหตุสมผลมากขึ้น เชื่อถือได้มากขึ้น สอดคล้องกับประสบการณ์มากขึ้น

พรพิมล พรพิรชนม์ (2550, หน้า 66) กล่าวว่า การเรียนรู้ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์เป็นกระบวนการที่เกิดขึ้นภายในบุคคล บุคคลเป็นผู้สร้างความรู้จากความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งที่พบเห็นกับความรู้เดิมที่มีอยู่เกิดเป็นโครงสร้างทางปัญญา โดยผู้สอนไม่สามารถปรับเปลี่ยนปัญญาของนักเรียนได้ แต่สามารถช่วยนักเรียนปรับเปลี่ยนโครงสร้างทางปัญญาได้ โดยจัดสภาพการณ์ให้นักเรียนเกิดความขัดแย้งทางปัญญา ซึ่งเป็นสภาวะที่ประสบการณ์ใหม่ไม่สอดคล้องกับประสบการณ์เดิม นักเรียนต้องพยายามปรับข้อมูลใหม่กับประสบการณ์เดิมที่มีอยู่แล้ว เพื่อสร้างความรู้ใหม่ที่มีความหมายต่อนักเรียน

พรสวรรค์ สีป้อ (2550, หน้า 61) กล่าวว่า ทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์เป็นทฤษฎีเกี่ยวกับความรู้และการเรียนรู้ที่มีความเชื่อว่านักเรียนสามารถเรียนรู้ได้ด้วยตนเอง โดยอาศัยประสบการณ์เดิมที่มีอยู่นักเรียนจะต้องเป็นผู้สร้างความรู้ด้วยตนเองโดยเชื่อมโยงความรู้เดิมกับความรู้ใหม่เข้าด้วยกัน และผู้สอนต้องเป็นผู้จัดกิจกรรมให้เกิดการเรียนรู้ที่เหมาะสม องค์ความรู้จะเกิดขึ้นในขณะที่นักเรียนปฏิบัติกิจกรรม ซึ่งอาจเกิดการแลกเปลี่ยนความเห็นซึ่งกันและกัน หรือเกิดจากการกระทำ ความเข้าใจกับปัญหาอุปสรรคต่าง ๆ ที่เกิดขึ้น

เวชฤทธิ์ อังกะนภัทรขจร (2555, หน้า 66) กล่าวว่า ทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ เป็นทฤษฎีที่ให้ความสำคัญกับตัวผู้เรียน เชื่อว่าผู้เรียนสามารถสร้างความรู้ได้ด้วยตนเอง จากการมีปฏิสัมพันธ์กับ

บุคคลอื่นและสิ่งแวดล้อมอย่างกระตือรือร้น โดยผู้สอนจะคอยกระตุ้น จัดสถานการณ์ และสร้างบรรยากาศที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ด้วยตนเอง

จากที่กล่าวมาข้างต้น จะเห็นได้ว่า ทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์เป็นทฤษฎีที่เน้นให้ผู้เรียนสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง เป็นการเรียนรู้ที่เกิดจากความขัดแย้งที่เกิดขึ้นระหว่างความรู้เดิมและความรู้ใหม่ที่ต่างไปจากเดิม โดยใช้ความรู้และประสบการณ์เดิมในการสร้างความรู้ใหม่ จากการมีปฏิสัมพันธ์กับเพื่อนและสิ่งแวดล้อม

2. รากฐานของทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์

มีนักการศึกษาได้สรุปรากฐานทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ ไว้ดังนี้

ชนาธิป พรกุล (2554, หน้า 73) สรุปว่า ทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์มีรากฐานมาจากทฤษฎีพัฒนาทางเขาว์ปัญญาเพียเจต์และวิกอทสกี เป็นทฤษฎีที่กล่าวถึงการเรียนรู้ที่เกิดจากการสังเกตการเรียนรู้ของเด็กเล็ก ๆ เด็กสร้างความรู้โดยมีปฏิสัมพันธ์แบบต่าง ๆ เช่น ดู ฟัง ชิม ตม สัมผัส แสดงว่าเด็กสร้างความรู้ด้วยการมีส่วนร่วมอย่างตื่นตัวกับสถานการณ์จริงในชีวิตและมีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อม เช่น บ้าน โรงเรียน ชุมชน และโลก ทฤษฎีนี้มีความเชื่อว่านักเรียนจะเข้าใจอย่างถ่องแท้เมื่อเขารู้สิ่งนั้นด้วยตนเองอย่างตื่นตัว เขาจะต้องจัดกระทำกับข้อมูลใหม่ด้วยความรู้ที่มีอยู่และถ้าข้อมูลใหม่ไม่มีอะไรเกี่ยวข้องกับความรู้เดิมจะเกิดความขัดแย้งขึ้นในใจและจะต้องหาทางแก้ไข

สุรางค์ ไคว้ตระกูล (2554, หน้า 210) สรุปว่า ทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์มีรากฐานมาจาก 2 แหล่ง คือทฤษฎีพัฒนาการของเพียเจต์และวิกอทสกี ทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์จึงแบ่งออกเป็น 2 ทฤษฎีคือ

1. Cognitive constructivism หมายถึง ทฤษฎีการเรียนรู้พุทธิปัญญานิยมที่มีรากฐานมาจากทฤษฎีพัฒนาการของเพียเจต์ ทฤษฎีนี้ถือว่านักเรียนเป็นผู้กระทำ (Active) และเป็นผู้ก่อสร้างความรู้ขึ้นในใจเอง ปฏิสัมพันธ์ทางสังคมมีบทบาทในการก่อให้เกิดความสมดุลทางพุทธิปัญญาขึ้น เป็นเหตุให้นักเรียนปรับความเข้าใจเดิมที่มีอยู่ให้เข้ากับข้อมูลข่าวสารใหม่ จนกระทั่งเกิดความสมดุลทางพุทธิปัญญาหรือเกิดความรู้ใหม่ขึ้น

2. Social constructivism เป็นทฤษฎีที่มีพื้นฐานมาจากทฤษฎีพัฒนาการของวิกอทสกี ซึ่งถือว่านักเรียนสร้างความรู้ด้วยการมีปฏิสัมพันธ์ทางด้านสังคมกับผู้อื่น (ผู้ใหญ่หรือเพื่อน) ในขณะที่นักเรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมหรืองานในสภาวะสังคม (Social context) ซึ่งเป็นตัวแปรที่สำคัญและขาดไม่ได้ ปฏิสัมพันธ์ทางสังคมทำให้นักเรียนสร้างความรู้ด้วยการเปลี่ยนแปลงความเข้าใจเดิมให้ถูกต้องหรือซับซ้อนกว้างขวางขึ้น

ทึคณา แชนมณีน (2555, หน้า 90-91) สรฐปวาทฤษฎีพัฒนาการทางเขาวนปัญญาของเพียเจต์และของวีกอทสกีเป็นรากฐานที่สำคัญของทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ (Constructivism) เพียเจต์อธิบายว่าพัฒนาการทางเขาวนปัญญาของบุคคลมีการปรับตัวผ่านทางกระบวนการซึมซาบหรือดูดซึม (Assimilation) และกระบวนการปรับโครงสร้างทางปัญญา (Accommodation) พัฒนาการเกิดขึ้นเมื่อบุคคลรับและซึมซาบข้อมูล หรือประสบการณ์ใหม่เข้าไปสัมพันธ์กับความรู้หรือโครงสร้างทางปัญญาที่มีอยู่เดิม หากไม่สามารถสัมพันธ์กันได้จะเกิดภาวะไม่สมดุลขึ้น (Disequilibrium) บุคคลจะพยายามปรับสภาวะให้อยู่ในสภาวะสมดุล (Equilibrium) โดยใช้กระบวนการปรับโครงสร้างทางปัญญา (Accommodation) เพียเจต์เชื่อว่าคนทุกคนมีพัฒนาเขาวนปัญญาไปตามลำดับขั้น จากการมีปฏิสัมพันธ์และประสบการณ์กับสิ่งแวดล้อมธรรมชาติ และประสบการณ์ที่เกี่ยวกับการคิดเชิงตรรกะและคณิตศาสตร์ (Logicomathematical experience) รวมถึงการถ่ายทอดทางสังคม (Social transmission) วุฒิกาวะ (Maturity) และกระบวนการพัฒนาความสมดุล (Equilibration) ของบุคคลนั้น ส่วนวีกอทสกีให้ความสำคัญกับวัฒนธรรมและสังคมมาก เขาอธิบายว่ามนุษย์ได้รับอิทธิพลจากสิ่งแวดล้อมตั้งแต่แรกเกิด ซึ่งนอกจากสิ่งแวดล้อมทางธรรมชาติแล้วยังมีสิ่งแวดล้อมทางสังคม ซึ่งก็คือวัฒนธรรมที่สังคมสร้างขึ้น ดังนั้น สถาบันสังคมต่าง ๆ เริ่มตั้งแต่สถาบันครอบครัวจะมีอิทธิพลต่อพัฒนาการทางเขาวนปัญญาของแต่ละบุคคล นอกจากนั้นภาษายังเป็นเครื่องมือสำคัญของการคิดและการพัฒนาเขาวนปัญญาขั้นสูง พัฒนาการทางภาษาและความคิดของเด็กเริ่มด้วยการพัฒนาที่แยกจากกัน แต่เมื่ออายุมากขึ้นพัฒนาการทั้ง 2 ด้านจะเป็นไปร่วมกัน

บุญเลี้ยง ทุมทอง (2556, หน้า 56) สรฐปวาทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ (Constructivism) เชื่อว่าการเรียนรู้เป็นกระบวนการสร้างมากกว่าการรับความรู้ ดังนั้นเป้าหมายของการสอนจะสนับสนุนการสร้างมากกว่าความพยายามในการถ่ายทอดหรือการบอกความรู้โดยการมุ่งเน้นการสร้างความรู้ใหม่อย่างเหมาะสมของแต่ละบุคคลและสิ่งแวดล้อมมีความสำคัญในการสร้างความหมายตามความเป็นจริง มีหลักการที่สำคัญเกี่ยวกับการเรียนรู้มุ่งเน้นให้นักเรียนลงมือกระทำในการสร้างความรู้ ซึ่งปรากฏแนวคิดที่เป็นรากฐานสำคัญของเพียเจต์ คือ Cognitive constructivism ที่เชื่อว่าควรกระตุ้นให้นักเรียนเป็นผู้สร้างความรู้ด้วยตนเองอย่างเต็มตัว โดยขยายสกีมาผ่านทางประสบการณ์ด้วยวิธีการดูดซึม (Assimilation) เข้าสู่โครงสร้างทางปัญญาเป็นการตีความหรือรับข้อมูลจากสิ่งแวดล้อมมาปรับเข้ากับโครงสร้างทางปัญญาและการปรับเปลี่ยน (Accommodation) โครงสร้างทางปัญญาเป็นความสามารถในการปรับโครงสร้างทางปัญญาให้เข้ากับสิ่งแวดล้อม โดยการเชื่อมโยงระหว่างความรู้เดิมและสิ่งที่ต้องเรียนใหม่ และ Social constructivism ของวีกอทสกี แนวคิดสำคัญ ได้แก่ Zone of proximal development ภาษาสังคม วัฒนธรรม ช่วยในการสร้างการเรียนรู้ ได้แก่ การร่วมมือ

กับการเรียนรู้ (Collaborative learning) ตลอดจนบริบทที่มีความหมายและไม่ควรแยกบริบทจากการเรียนรู้และความรู้ที่ผู้เรียนพัฒนามาจากสภาพชีวิตจริง (Real world)

จากการกล่าวมาข้างต้นสรุปได้ว่า ทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์มีรากฐานมาจาก 2 ทฤษฎี คือ Cognitive constructivism และ Social constructivism

1. Cognitive constructivism มีรากฐานมาจากแนวคิดของเพียเจต์ แนวคิดของทฤษฎีนี้เน้นนักเรียนเป็นผู้สร้างความรู้โดยการลงมือกระทำ เพียเจต์เชื่อว่า ถ้านักเรียนถูกกระตุ้นด้วยปัญหาที่ก่อให้เกิดความขัดแย้งทางปัญญา (Cognitive conflict) หรือเรียกว่าเกิดการเสียสมดุลทางปัญญา (Disequilibrium) นักเรียนต้องพยายามปรับโครงสร้างทางปัญญา (Cognitive structuring) ให้เข้าสู่สภาวะสมดุล (Equilibrium) โดยวิธีการดูดซึม (Assimilation) ได้แก่ การรับข้อมูลใหม่จากสิ่งแวดล้อมเข้าไปไว้ในโครงสร้างทางปัญญา และการปรับเปลี่ยนโครงสร้างทางปัญญา (Accommodation) คือการเชื่อมโยงโครงสร้างทางปัญญาเดิมหรือความรู้เดิมที่มีมาก่อนกับข้อมูลข่าวสารใหม่ จนกระทั่ง นักเรียนสามารถปรับโครงสร้างทางปัญญาเข้าสู่สภาวะสมดุลหรือสามารถที่จะสร้างความรู้ใหม่ขึ้นมาได้หรือเกิดการเรียนรู้ขึ้นเอง

2. Social constructivism เป็นทฤษฎีที่มีรากฐานมาจากวิกทอทสกี ซึ่งเชื่อว่าสังคมและวัฒนธรรมจะเป็นเครื่องมือทางปัญญาที่จำเป็นสำหรับการพัฒนารูปแบบและคุณภาพของปัญญาและเชื่อว่านักเรียนสร้างความรู้ โดยผ่านทางปฏิกิริยสัมพันธ์ทางสังคมกับผู้อื่นซึ่งปฏิกิริยสัมพันธ์ทางสังคมทำให้นักเรียนสร้างความรู้ด้วยการเปลี่ยนแปลงความเข้าใจเดิมให้ถูกต้อง

สำหรับการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้จัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ซึ่งมีรากฐานดังนี้

1. Cognitive constructivism เป็นรากฐานมาจากแนวคิดของเพียเจต์ ซึ่งผู้วิจัยจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาในการสร้างความขัดแย้งทางปัญญา คือการที่นักเรียนได้ความรู้ใหม่ที่ไม่ตรงกับความรู้เดิม ทำให้นักเรียนต้องสังเกต พยายามหาคำตอบหรือแก้ปัญหาลดความขัดแย้งทางปัญญา

2. Social constructivism เป็นทฤษฎีที่มีรากฐานมาจากวิกทอทสกี ซึ่งผู้วิจัยจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการเรียนรู้เป็นส่วนใหญ่ ให้นักเรียนได้มีการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นและรับฟังความคิดเห็นจากเพื่อนและครู โดยที่ครูใช้คำถามระดับสูงในการกระตุ้นให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้

3. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์

มีนักการศึกษาได้กล่าวถึงการจัดการเรียนรู้ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ไว้ ดังนี้

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

1. ต้องจัดสิ่งแวดล้อมในการเรียนรู้ให้มีทางเลือก ลดความกดดัน และส่งเสริมให้มีความคิดริเริ่ม

2. จัดบริบทการเรียนรู้ซึ่งสนับสนุนความเป็นอิสระของนักเรียน ในขณะที่ด้วยกันครูต้องทำหน้าที่เป็นผู้สนับสนุนที่ดี เพื่อพัฒนาเด็ก ซึ่งอยู่ระหว่างการเปลี่ยนจากการพึ่งพาผู้อื่นมาเป็นพึ่งพาตนเอง ให้สามารถก้าวหน้าขึ้นมาได้ สิ่งแวดล้อมในที่นี้ยังหมายรวมถึงเพื่อน ๆ ของเด็ก ซึ่งจากการทำงานร่วมกัน มีความเกื้อกูล สนับสนุนซึ่งกันและกัน ย่อมเป็นปัจจัยให้เด็กได้พัฒนาการเรียนรู้ได้ดีอีกด้วย

3. เด็กมีโอกาสที่จะใช้ความรู้ที่เรียนในบริบทที่เหมาะสม เพื่อให้เด็กได้เห็นความเชื่อมโยงระหว่างสิ่งที่เรารู้กับโลกที่เป็นจริงภายนอก

4. สนับสนุนให้เกิดการเรียนรู้ด้วยตนเอง โดยการสอนให้มีเจตคติที่เหมาะสมในการแสวงหาและสร้างความรู้

5. เสริมสร้างศักยภาพของนักเรียนให้พร้อมที่จะเรียนรู้ รวมทั้งการยอมรับความผิดพลาดเป็นเรื่องธรรมดา ซึ่งจะช่วยให้แสวงหาสิ่งที่ดีกว่าและถูกต้องได้ต่อไป

สุวิทย์ มูลคำ (2550, หน้า 48) กล่าวว่า การเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ เป็นกระบวนการเรียนรู้ที่ผู้สอนจัดสถานการณ์ให้ผู้เรียนสร้างองค์ความรู้ใหม่ของตนเอง โดยให้ผู้เรียนได้ศึกษา คิด ค้นคว้า ทดลอง ระดมสมอง ศึกษาจากใบความรู้ สื่อหรือแหล่งเรียนรู้ต่าง ๆ ซึ่งจะมีการเชื่อมโยงความรู้ใหม่ที่เกิดขึ้นกับความรู้เดิมที่ผู้เรียนมีอยู่แล้ว โดยผู้สอนจะเป็นผู้ช่วยเหลือ มีการตรวจสอบความรู้ใหม่ ซึ่งสามารถกระทำได้ทั้งการตรวจสอบกันเอง ระหว่างกลุ่ม หรือผู้สอนช่วยเหลือในการตรวจสอบความรู้ใหม่

ชนาธิป พรกุล (2554, หน้า 89) ได้กล่าวถึง การจัดการเรียนรู้ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ ไว้ดังนี้

1. การเห็นคุณค่าของความคิดเห็นของผู้เรียน เมื่อครูส่งเสริมให้ผู้เรียนคิด ครูต้องยอมรับในสิ่งที่ผู้เรียนคิด ถ้าความคิดเห็นนั้นไม่เหมาะสม หรือมีเหตุผลเป็นหน้าที่ของครูที่ต้องสอนวิธีคิด การยอมรับ และเห็นคุณค่าของครูเป็นการส่งเสริมให้ผู้เรียนกล้าคิด

2. การใช้คำถามการคิดระดับสูงเพื่อดึงความคิดของผู้เรียนออกมา โดยปกติผู้เรียนมีความคิดของตนเองอยู่แล้ว การใช้คำถามในระดับต่าง ๆ ของครู เป็นการล้วงความคิดในสมองผู้เรียนออกมา ผู้เรียนต้องใช้ทักษะการคิดระดับต่าง ๆ ในการเรียงคำตอบ

3. การเห็นคุณค่าของกระบวนการคิดมากกว่าคำตอบ หลังจากผู้เรียนตอบคำถามและได้รับการยอมรับจากครู ผู้เรียนจะกล้าแสดงกระบวนการคิดของตนเอง ซึ่งเป็นการขยายประสบการณ์ และการมีส่วนร่วมในกระบวนการเรียนรู้ คำถามที่ครูใช้ให้ผู้เรียนแสดงกระบวนการคิดได้แก่

- อะไรทำให้นักเรียนคิดว่า...

- ทำไมนักเรียนจึงคิดว่า...

คำอธิบายของผู้เรียนเปิดโอกาสให้ครูมองเห็นบางสิ่งบางอย่างที่อยู่ภายใต้ความคิดของผู้เรียน ซึ่งเป็นข้อมูลสำคัญที่เกี่ยวกับตัวผู้เรียน

ทีศนา แคมมณี (2554, หน้า 95) ได้กล่าวถึง การจัดการเรียนรู้ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ว่าในการจัดการเรียนการสอน ครูจะต้องพยายามสร้างบรรยากาศทางสังคมจริยธรรม (Sociomoral) ให้เกิดขึ้น กล่าวคือผู้เรียนจะต้องมีโอกาสเรียนรู้ในบรรยากาศที่เอื้อต่อการปฏิสัมพันธ์ทางสังคม เส้นทางการสังคมถือว่าเป็นปัจจัยสำคัญของการสร้างความรู้ เพราะลำพังกิจกรรมและวัสดุอุปกรณ์ทั้งหลายที่ครูจัดให้มีผู้เรียนแสวงหามาเพื่อการเรียนรู้ไม่เป็นการเพียงพอปฏิสัมพันธ์ทางสังคมการร่วมมือและการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ ความคิดและประสบการณ์ระหว่างผู้เรียนกับผู้เรียน และบุคคลอื่นๆ จะช่วยให้การเรียนรู้ของผู้เรียนกว้างขึ้น ซับซ้อนขึ้น และหลากหลายขึ้น

จากคำกล่าวของนักการศึกษาที่เกี่ยวกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ ดังกล่าว ผู้วิจัยสามารถสรุปได้ว่า เป็นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ครูต้องจัดสถานการณ์ให้นักเรียนได้เกิดการเรียนรู้และสร้างองค์ความรู้ใหม่ของตนเอง โดยมีครูเป็นผู้ส่งเสริมและคอยกระตุ้นให้นักเรียนเกิดกระบวนการคิด

4. ขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์

มีนักการศึกษาและหน่วยงานทางการศึกษาได้เสนอขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ ไว้ดังนี้

Driver and Oldham (1986, online) ได้เสนอขั้นตอนการจัดกิจกรรมตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ไว้ดังนี้

1. ขั้นปฐมนิเทศ เป็นขั้นที่นักเรียนจะได้รับความรู้ถึงจุดมุ่งหมายของบทเรียนและสร้างแรงจูงใจในการเรียนรู้
2. ขั้นทบทวนความรู้เดิม เป็นขั้นที่สอบถาม เพื่อให้นักเรียนแสดงออกถึงความรู้ความเข้าใจเดิมที่มีอยู่ เป็นเรื่องที่กำลังจะเรียนรู้
3. ขั้นปรับเปลี่ยนความคิด

3.1 ทำความกระจ่างและแลกเปลี่ยนเรียนรู้ระหว่างกัน เป็นการกระตุ้นให้นักเรียนใช้ทักษะการคิดเพื่อให้เกิดองค์ความรู้ นักเรียนจะได้เข้าใจดีเมื่อได้พิจารณาความแตกต่างและความขัดแย้งระหว่างความคิดของตนเองกับผู้อื่น ผู้สอนจะมีหน้าที่อำนวยความสะดวก เช่น กำหนดประเด็นและกระตุ้นให้นักเรียนคิด

3.2 การสร้างความคิดใหม่จากการอภิปรายร่วมกัน นักเรียนจะเห็นแนวทางหรือวิธีการที่หลากหลายทำให้นักเรียนสามารถกำหนดความคิดใหม่หรือความรู้ใหม่ขึ้นได้

3.3 ประเมินความคิดใหม่ เป็นขั้นที่นักเรียนนำความคิดใหม่มาประเมินโดยการทดลองหรือการคิดอย่างลึกซึ้ง

4. ชี้นำความคิดไปใช้ นักเรียนสามารถเชื่อมโยงความรู้เดิมกับความรู้ใหม่ ซึ่งนำไปใช้กับสถานการณ์ที่คุ้นเคยและไม่คุ้นเคย

5. การทบทวน นักเรียนสะท้อนให้เห็นถึงวิธีคิดของตนเองมีการเปลี่ยนแปลงจากจุดเริ่มต้นของบทเรียนอย่างไร

Yager (1991, p. 55) ได้เสนอขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ไว้ 4 ขั้นตอนดังนี้

1. ชี้นำเชิงชวน

- 1.1 สังเกตสิ่งรอบตัวด้วยความอยากรู้อยากเห็น
- 1.2 ถามคำถาม
- 1.3 พิจารณาคำตอบที่เป็นไปได้ของคำถามที่ตั้งขึ้น
- 1.4 จัดบันทึกปรากฏการณ์ที่ไม่คาดคิดมาก่อนว่าจะเกิดขึ้นแต่ไม่เกิดขึ้น
- 1.5 ชี้นำสถานการณ์ที่การรับรู้ของนักเรียนแตกต่างกัน

2. ชี้นำสำรวจ

- 2.1 ให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการทำกิจกรรม
- 2.2 ระดมพลังสมองเกี่ยวกับทางเลือกที่เป็นไปได้
- 2.3 มองหาสารสนเทศ
- 2.4 ทำการทดลองโดยใช้วัสดุอุปกรณ์
- 2.5 สังเกตปรากฏการณ์ที่เฉพาะเจาะจง
- 2.6 ออกแบบโมเดล
- 2.7 รวบรวมและจัดกระทำข้อมูล
- 2.8 ใช้ยุทธวิธีแก้ปัญหา

- 2.9 เลือกทรัพยากรที่เหมาะสม
- 2.10 อภิปรายการแก้ปัญหา
- 2.11 ออกแบบและดำเนินการทดลอง
- 2.12 ประเมินทางเลือกที่หลากหลาย
- 2.13 มีส่วนร่วมในการแสดงความคิดเห็นที่ไม่ตรงกัน
- 2.14 ชี้การเสี่ยงและผลที่ตามมา
- 2.15 ขอบเขตของการสืบเสาะหาความจริง
- 2.16 วิเคราะห์ข้อมูล
3. ชี้แนะเสนอคำอธิบายและคำตอบของปัญหา
 - 3.1 สื่อความหมายของข้อมูลและความคิดเห็น
 - 3.2 สร้างและอธิบายโมเดล
 - 3.3 สร้างคำอธิบายใหม่
 - 3.4 ทบทวนและวิจารณ์คำตอบของปัญหา
 - 3.5 ให้เพื่อนประเมินผลการเสนอคำตอบ
 - 3.6 รวบรวมคำตอบที่หลากหลาย
 - 3.7 ชี้ให้เห็นคำตอบที่เหมาะสม
 - 3.8 บูรณาการคำตอบที่ได้กับความรู้และประสบการณ์เดิมที่มีอยู่
4. ชี้แนะไปปฏิบัติ
 - 4.1 การตัดสินใจ
 - 4.2 นำความรู้และทักษะไปใช้
 - 4.3 ถ่ายโยงความรู้และทักษะ
 - 4.4 แลกเปลี่ยนสารสนเทศและความคิดเห็น
 - 4.5 ถามคำถามใหม่
 - 4.6 นำผลที่ได้จากการเรียนรู้และส่งเสริมความคิดเห็น
 - 4.7 ใช้โมเดลและความคิดเห็น เพื่อให้เกิดการอภิปรายและการยอมรับจากเพื่อน ๆ

สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ (2540, หน้า 55) กล่าวถึงการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ ประกอบด้วยขั้นตอนที่สรุปได้ดังนี้

1. ชี้แนะนิเทศเป็นการให้โอกาสนักเรียนแสดงจุดหมายในการเรียนรู้เนื้อหาที่กำหนด

2. ชั้นทำความเข้าใจให้นักเรียนปรับแนวคิดบรรยากาศความเข้าใจของตน เช่น ใช้ในการอภิปรายกลุ่มย่อย การเขียนแผนผังความคิด การเขียนสรุปความคิด เป็นต้น
 3. ชั้นจัดโครงสร้างแนวคิดใหม่ เป็นหัวใจสำคัญของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิธีดังนี้
 - 3.1 การช่วยนักเรียนสร้างสรรค์ความรู้ความเข้าใจใหม่ โดยผู้สอนต้องช่วยวินิจฉัยความเข้าใจผิดของนักเรียน ซึ่งทำโดยการสัมภาษณ์ ชักถามผู้เรียนโดยตรง
 - 3.2 การเขียนแผนผังมโนทัศน์
 - 3.3 การตรวจสอบความเข้าใจ เพื่อตรวจสอบว่ามโนทัศน์ได้เกิดการเชื่อมประสานระหว่างกันและจัดระเบียบเป็นโครงสร้างความรู้แล้วหรือยัง เชื่อมโยงสู่เครือข่ายของปัญหาที่ต้องพิสูจน์หรือยัง และตัวความรู้สามารถนำไปใช้ในบริบททางสังคมโลกแห่งความจริงได้หรือไม่
 4. ชั้นนำแนวคิดไปใช้ เป็นการเปิดโอกาสให้นักเรียนได้นำแนวคิดของตนที่สร้างขึ้นไปใช้ในสถานการณ์ต่าง ๆ ที่หลากหลาย ที่คุ้นเคยและแปลกใหม่
 5. ชั้นทบทวนหรือเปรียบเทียบความรู้โดยเปิดโอกาสให้นักเรียนสะท้อนตนเองว่าแนวความคิดของตนได้เปลี่ยนแปลงไปจากเดิมก่อนเริ่มเรียนรู้หรือไม่ เกิดโครงสร้างความรู้ใหม่อย่างไร
- วัชรา เล่าเรียนดี (2550, หน้า 46-49) ได้เสนอการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ไว้ดังนี้

1. ชั้นเตรียมความพร้อมนักเรียนจูงใจสร้างความสนใจ
 - 1.1 จูงใจสร้างความสนใจของนักเรียน
 - 1.2 แจ้งจุดประสงค์
 - 1.3 สร้างความสำคัญให้นักเรียน
2. ให้นักเรียนทุกคนมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนการสอนโดยให้นักเรียน
 - 2.1 ระบุตัวอย่างและไม่ใชตัวอย่างและให้นักเรียนสังเกตความแตกต่าง
 - 2.2 นิยามความหมายและมโนทัศน์
 - 2.3 อภิปรายส่วนร่วมให้นักเรียนระบุนายการ จัดกลุ่ม และอธิบาย
 - 2.4 มีส่วนร่วมกิจกรรมต่าง ๆ ทุกบทเรียน
 - 2.5 ทำ Concept map หรือ Mind map เพื่อเสนอแนวคิด/ข้อสรุป
 - 2.6 ใช้กิจกรรมฝึกการตัดสินใจ เช่น บทบาทสมมุติ จำลองสถานการณ์
 - 2.7 แสดงรูปแบบพฤติกรรมที่คาดหวังจากกิจกรรมการเรียนการสอนที่เกิดขึ้น
3. ตรวจสอบความเข้าใจโดยผู้สอนดำเนินการดังนี้
 - 3.1 ถามคำถามหลายประเภทที่ส่งเสริมความคิด คำถามไม่จำกัดคำตอบ แต่ไม่

กว้างเกินไปและไม่มีจุดเน้น

3.2 เปิดโอกาสให้นักเรียนสร้างความรู้ความคิดด้วยตนเอง

3.3 ถามคำถามที่สำคัญใช้คำถามแบบเจาะลึก โดยยึดหลัก การถามของ Taba และ Bloom เช่น คำถามเปิดประเด็น ถามให้จัดกลุ่ม และอธิบายประกอบ ถามย้ำจุดเน้น ถามให้ อธิบายให้ชัดเจน และให้สรุป ถามเปิดประเด็น และถามให้ตีความและติดตาม เป็นต้น

3.4 ถามให้นักเรียนอธิบายมโนทัศน์ นิยามคุณลักษณะต่าง ๆ ด้วยคำพูดของตนเอง

3.5 ส่งเสริมให้มีส่วนร่วมอย่างกระตือรือร้น

4. จัดโอกาสและเปิดโอกาสให้ปฏิบัติโดยตรง

4.1 ให้ฝึกกิจกรรมและเปิดโอกาสให้ปฏิบัติโดยตรง

4.2 แสดงรูปแบบของผลลัพธ์ที่ต้องการให้นักเรียนปฏิบัติได้

4.3 กระตุ้นการตอบสนองอย่างเปิดเผย

4.4 ให้โอกาสนักเรียนได้ฝึกทักษะและปฏิบัติกิจกรรมอย่างเต็มที่

4.5 ส่งเสริมการมีส่วนร่วม พิจารณานักเรียนคนใดเกิดความคิดความเข้าใจในประเด็นสำคัญ และใครบ้างที่ต้องมีการอธิบายเพิ่มเติมให้

5. การคิดไตร่ตรองและสะท้อนความคิดเกี่ยวกับบทเรียน

5.1 ให้นักเรียนได้มีโอกาสรวมสรุปบทเรียน

5.2 เชื่อมโยงวัตถุประสงค์กับบทสรุปของบทเรียน

5.3 ใช้คำถามระดับสูงที่ส่งเสริมการคิดให้มีการตอบสนองนักเรียนในบทสรุป

5.4 ใช้คำถาม 2 ระดับเป็นอย่างน้อย (ความรู้ความเข้าใจและวิเคราะห์สังเคราะห์)

5.5 เปิดโอกาสให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการอภิปรายให้มากที่สุด

5.6 วัดและประเมินผลว่าบรรลุวัตถุประสงค์ของบทเรียนหรือไม่ เช่น การสังเกต

พฤติกรรมกรรมการปฏิบัติงานหรือการทดสอบย่อย

6. ให้การฝึกเพิ่มเติมหรือให้ทำโดยอิสระ

6.1 เพื่อเป็นการเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ฝึกปฏิบัติได้ด้วยตนเอง

6.2 ให้ทำแบบฝึกหัดที่เกี่ยวกับบทเรียนโดยตรง นักเรียนสามารถใช้ความรู้และทักษะในสถานการณ์อื่น ๆ ที่แตกต่างจากที่ฝึกเพียงเล็กน้อย

6.3 ให้ทำแบบฝึกหัดในห้องเรียนให้เสร็จเพียงบางส่วน

6.4 แสดงรูปแบบที่สมบูรณ์ ระบุผลลัพธ์ที่ต้องการจะให้เกิดกับนักเรียน

เวชฤทธิ์ อังกษะภัทรขจร (2555, หน้า 68) ได้สรุปการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ว่า สามารถจำแนกเป็นขั้นตอนการสอนได้ 4 ขั้นตอน ดังนี้

1. ขั้นเกิดความขัดแย้งทางปัญญา

1.1 นักเรียนเกิดความขัดแย้งทางความคิดที่เป็นผลมาจากความรู้เดิมกับสิ่งที่รับรู้ใหม่ไม่สอดคล้องกัน หรือเป็นผลมาจากความคิดเห็นที่ไม่สอดคล้องกันของนักเรียนกับเพื่อนหรือนักเรียนกับผู้สอน

1.2 นักเรียนสังเกต ตีความ เชื่อมโยงข้อมูลแล้วนำมาเปรียบเทียบกับความรู้เดิมหรือโมโนทัศน์ตามความเข้าใจเดิม

1.3 ผู้สอนควรกระตุ้น/ชักจูงให้นักเรียนศึกษาค้นคว้า เพื่อตรวจสอบความเข้าใจของตนเอง

2. ขั้นแสวงหาคำตอบ

2.1 นักเรียนค้นหาคำตอบเพื่อลดความขัดแย้งทางปัญญาที่เกิดขึ้น โดยวางแผนลงมือปฏิบัติเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูลมาวิเคราะห์และตีความ

2.2 นักเรียนสะท้อนความคิดและประเมินประนีประนอมความขัดแย้งกับผู้อื่นจนสามารถสรุปคำตอบเกี่ยวกับสิ่งที่ต้องการจะรู้

3. ขั้นตรวจสอบความเข้าใจ

3.1 นักเรียนคิด วิเคราะห์ เชื่อมโยงผลการศึกษาค้นคว้ากับความเข้าใจของตนเอง

3.2 นักเรียนใช้เหตุผลในการประเมินประนีประนอมความขัดแย้งทางปัญญาของตนเอง จนสามารถสร้างความรู้และกระบวนการเรียนรู้ของตนเองขึ้นมา

4. ขั้นการประยุกต์ใช้ความรู้

4.1 นักเรียนนำความรู้ ทักษะและกระบวนการที่ได้เรียนรู้ไปแล้วมาใช้อธิบายตัดสินแก้ปัญหา หรือดำเนินชีวิตของตนเองได้อย่างเหมาะสม

4.2 นักเรียนอาจจะศึกษาค้นคว้าเพิ่มเติมจากเรื่องที่เรียน

4.3 ผู้สอนอาจนำเสนอข้อมูล สถานการณ์ คำถามใหม่ ซึ่งสัมพันธ์กับสิ่งที่ได้เรียนรู้ไปแล้ว ทำให้นักเรียนดำเนินการศึกษาค้นคว้าเพื่อตรวจสอบความเข้าใจตนเองต่อไป

จากคำกล่าวของนักการศึกษาที่เกี่ยวกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ ดังกล่าว ผู้วิจัยได้สังเคราะห์ขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ได้ ดังตารางที่ 5

ตารางที่ 5 ตารางการสังเคราะห์ขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์

Driver and Oldham (1986)	Yager (1991)	สำนักงาน คณะกรรมการ การศึกษาแห่งชาติ (2540)	วัชรา เล่าเรียน ดี (2550)	เวชฤทธิ์ อังกะภักทร ขจร (2555)	ผู้วิจัยสรุปได้ว่า การจัดกิจกรรม การเรียนรู้ มี ขั้นตอน ดังนี้
1. ชั้น ปฐมนิเทศ เป็นขั้นที่ นักเรียนจะ ได้รับ ความรู้ถึง จุดมุ่งหมาย ของ บทเรียน และสร้าง แรงจูงใจใน การเรียนรู้	1. ชั้นเชิญชวน 1.1 สังเกตสิ่ง รอบตัวด้วยความ อยากรู้อยากเห็น 1.2 ถามคำถาม 1.3 พิจารณา คำตอบที่เป็นไปได้ ของคำถามที่ตั้งขึ้น 1.4 จดบันทึก ปรากฏการณ์ที่ไม่ คาดคิดมาก่อนว่า จะเกิดขึ้น แต่ไม่ เกิดขึ้น 1.5 ซ้ำ สถานการณ์ที่การ รับรู้ของนักเรียน แตกต่างกัน	1. ชั้นปฐมนิเทศ เป็นการให้โอกาส นักเรียนสร้าง จุดหมายในการ เรียนรู้เนื้อหาที่ กำหนด	1. ชั้นเตรียม ความพร้อม นักเรียน จูงใจ เร้าความสนใจ 1.1 จูงใจ เร้า ความสนใจของ นักเรียน 1.2 แจ้ง จุดประสงค์ 1.3 สร้าง ความสำคัญให้ นักเรียน		1. ชั้นนำ คือ ชั้นที่ครู ซักถาม เพื่อให้ นักเรียน แสดงออกถึง ความรู้ความ เข้าใจเดิมที่มีอยู่ รวมทั้งจูงใจให้ นักเรียนสนใจ เรื่องที่จะได้เรียน
2. ชั้น ทบทวน ความรู้เดิม เป็นขั้นที่ สอบถาม เพื่อให้ นักเรียน แสดงออก ถึงความรู้ ความเข้าใจ เดิมที่มีอยู่ เป็นเรื่องที่ กำลังจะ เรียนรู้					

ตารางที่ 5 (ต่อ)

Driver and Oldham (1986)	Yager (1991)	สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ (2540)	วัชรา เล่าเรียนตี (2550)	เวชฤทธิ์ อังกะภักทขจร (2555)	ผู้วิจัยสรุปได้ว่าการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ มีขั้นตอน ดังนี้
3. ชั้นปรับเปลี่ยนความคิด 3.1 ทำความกระจ่างและแลกเปลี่ยนเรียนรู้ระหว่างกันเป็นการกระตุ้นให้นักเรียนใช้ทักษะการคิดเพื่อให้เกิดองค์ความรู้ นักเรียนจะได้เข้าใจดีเมื่อได้พิจารณาความแตกต่างและความขัดแย้งระหว่างความคิดของตนเองกับผู้อื่น ผู้สอน		2. ชั้นทำความเข้าใจให้นักเรียนปรับแนวคิดบรรยายความเข้าใจของตน เช่น ใช้ในการอภิปรายกลุ่มย่อยการเขียนผังความคิด การเขียนสรุปความคิดเป็นต้น	2. ให้นักเรียนทุกคนมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนรู้ การสอน โดยให้นักเรียน 2.1 ระบุตัวอย่างและไม่ใชตัวอย่างและให้นักเรียนสังเกตความแตกต่าง 2.2 นิยามความหมายและมโนทัศน์ 2.3 อภิปรายร่วมกันให้นักเรียนระบุนายการ จัดกลุ่มและอธิบาย 2.4 มีส่วนร่วมกิจกรรมต่าง ๆ ทุกบทเรียน 2.5 ทำ Concept map หรือ Mind map เพื่อเสนอแนวคิด/ ข้อสรุป 2.6 ใช้กิจกรรมฝึกการตัดสินใจ เช่น	1. ชั้นเกิดความขัดแย้งทางปัญญา 1.1 นักเรียนความคิดที่เป็นผลมาจากความรู้เดิมกับสิ่งที่รับรู้ใหม่ไม่สอดคล้องกันหรือเป็นผลมาจากความคิดที่ไม่สอดคล้องกันของนักเรียนกับเพื่อนหรือนักเรียนกับผู้สอน 1.2 นักเรียนสังเกต ตีความเชื่อมโยงข้อมูลแล้วนำมาเปรียบเทียบกับความรู้เดิมหรือมโนทัศน์ตามความเข้าใจเดิม 1.3 ผู้สอนควร	2.ชั้นเกิดความขัดแย้งทางปัญญา คือ ชั้นที่ครูเสนอปัญหาหรือสถานการณ์ให้นักเรียนได้พิจารณา โดยนักเรียนใช้ทักษะการคิดหรือการสังเกต จนเกิดความขัดแย้งทางความคิดที่เป็นผลมาจากความรู้เดิมกับสิ่งที่รับรู้ใหม่ไม่สอดคล้องกัน

ตารางที่ 5 (ต่อ)

Driver and Oldham (1986)	Yager (1991)	สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ (2540)	วัชรา เล่าเรียนดี (2550)	เวชฤทธิ์ อังกะภักทขจร (2555)	ผู้วิจัยสรุปได้ว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ มีขั้นตอน ดังนี้
จะมีหน้าที่อำนวยความสะดวก เช่น กำหนดประเด็นและกระตุ้นให้นักเรียนคิด			บทบาทสมมติจำลองสถานการณ์ 2.7 แสดงรูปแบบพฤติกรรมที่คาดหวัง จากกิจกรรมการเรียนรู้ การสอนที่เกิดขึ้น	กระตุ้น/ชักจูงให้นักเรียนศึกษาค้นคว้า เพื่อตรวจสอบความเข้าใจของตนเอง เกิดความขัดแย้งทาง	
3.2 การสร้างความคิดใหม่จากการอภิปรายร่วมกัน นักเรียนจะเห็นแนวทางหรือวิธีการที่หลากหลาย ทำให้ นักเรียนสามารถกำหนดความคิดใหม่หรือความรู้ใหม่ขึ้นได้	2. ขั้นสำรวจ 2.1 ให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการทำกิจกรรม 2.2 ระดมพลังสมองเกี่ยวกับทางเลือกที่เป็นไปได้ 2.3 มองหาสารสนเทศ 2.4 ทำการทดลองโดยใช้วัสดุอุปกรณ์ 2.5 สังเกตปรากฏการณ์ที่เฉพาะเจาะจง		3. ตรวจสอบความเข้าใจ โดยผู้สอนดำเนินการดังนี้ 3.1 ถามคำถามหลายประเภทที่ส่งเสริมความคิด คำถามไม่จำกัด คำตอบ แต่ไม่กว้างเกินไปและไม่มีจุดเน้น 3.2 เปิดโอกาสให้นักเรียนสร้างความรู้ความคิดด้วยตนเอง 3.3 ถามคำถามที่สำคัญ ใช้คำถามแบบเจาะลึก โดยยึดหลักการถามของ Tabla และ	2. ขั้นแสวงหาคำตอบ 2.1 นักเรียนค้นหาคำตอบ เพื่อลดความขัดแย้งทางปัญญาที่เกิดขึ้น โดยวางแผนลงมือปฏิบัติเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูลมาวิเคราะห์และตีความ 2.2 นักเรียนสะท้อนความคิดและ ประนีประนอมความขัดแย้งกับผู้อื่นจนสามารถ	3. ขั้นแสวงหาคำตอบ คือ ขั้นที่นักเรียนเป็นผู้คิดวิเคราะห์และ ค้นหาคำตอบพร้อมทั้งใช้เหตุผล ประกอบโดยการ แลกเปลี่ยนเรียนรู้ระหว่างกัน เพื่อลดความขัดแย้งทางปัญญาของตนเอง

ตารางที่ 5 (ต่อ)

Driver and Oldham (1986)	Yager (1991)	สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ (2540)	วัชรา เล่าเรียนดี (2550)	เวชฤทธิ์ อังกะภักทขจร (2555)	ผู้วิจัยสรุปได้ว่าการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ มีขั้นตอน ดังนี้
ประเมินความคิดใหม่เป็นขั้นที่นักเรียนนำ	2.6 ออกแบบโมเดล		Bloom เช่น	สรุปคำตอบ	
ความคิดใหม่	2.7 รวบรวมและจัดกระทำข้อมูล		คำถามเปิดประเด็น	เกี่ยวกับสิ่งที่ต้องการจะรู้	
นักเรียนนำ	2.8 ใช้ยุทธวิธีแก้ปัญหา		ถามให้จัดกลุ่มและอธิบาย	3. ขั้นตรวจสอบความเข้าใจ	
ความคิดใหม่มาประเมินโดยการทดลองหรือการคิดอย่างลึกซึ้ง	2.9 เลือกทรัพยากรที่เหมาะสม		ประกอบ ถามย้ำจุดเน้น ถามให้อธิบายให้ชัดเจนและให้สรุป ถามเปิดประเด็น และถามให้ตีความ และติดตาม เป็นต้น	3.1 นักเรียนคิด วิเคราะห์เชื่อมโยงผลการศึกษา ค้นคว้ากับความเข้าใจของตนเอง	
	2.10 อภิปรายการแก้ปัญหา		3.4 ถามให้นักเรียนอธิบาย	3.2 นักเรียนใช้เหตุผลในการประเมินประนอม	
	2.11 ออกแบบและดำเนินการทดลอง		มโนทัศน์ นิยามคุณลักษณะต่าง ๆ ด้วยคำพูดของตนเอง	ความขัดแย้งทางปัญญาของตนเอง จนสามารถสร้างความรู้และกระบวนการเรียนรู้ของตนเองขึ้นมา	
	2.12 ประเมินทางเลือกที่หลากหลาย		3.5 ส่งเสริมให้มีส่วนร่วมอย่างกระตือรือร้น		
	2.13 มีส่วนร่วมใน		4. จัดโอกาสและเปิดโอกาสให้ปฏิบัติโดยตรง		
			4.1 ให้ฝึกกิจกรรมและเปิดโอกาสให้ปฏิบัติโดยตรง		

ตารางที่ 5 (ต่อ)

Driver and Oldham (1986)	Yager (1991)	สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ (2540)	วัชรา เล่าเรียนติ (2550)	เวชฤทธิ์ อังณะภักขจร (2555)	ผู้วิจัยสรุปได้ว่าการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ มีขั้นตอน ดังนี้
การแสดงความคิดเห็นที่ไม่ตรงกัน 2.14 ชี้การเสี่ยงและผลที่ตามมา 2.15 ขอบเขตของการสืบเสาะหาความจริง 2.16 วิเคราะห์ข้อมูล			4.2 แสดงรูปแบบของผลลัพธ์ที่ต้องการให้นักเรียนปฏิบัติได้ 4.3 กระตุ้นการตอบสนองอย่างเปิดเผย 4.4 ให้โอกาสนักเรียนได้ฝึกทักษะและปฏิบัติกิจกรรมอย่างเต็มที่ 4.5 ส่งเสริมการมีส่วนร่วมพิจารณาว่านักเรียนคนใดเกิดความคิดความเข้าใจในประเด็นสำคัญและใครบ้างที่ต้องมีการอธิบายเพิ่มเติมให้		
3. ชั้นนำเสนอ คำอธิบาย และคำตอบของปัญหา 3.1 สื่อความหมาย	3. ชั้นจัดโครงสร้างแนวคิดใหม่ เป็นหัวใจสำคัญของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิธีดังนี้ 3.1 การช่วย		5. การคิดไตร่ตรองและสะท้อนความคิดเกี่ยวกับบทเรียน 5.1 ให้นักเรียนได้มีโอกาสสรุบบทเรียน		4. ชั้นสะท้อนความคิดคือ ชั้นที่เปิดโอกาสให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการอภิปรายและ

ตารางที่ 5 (ต่อ)

Driver and Oldham (1986)	Yager (1991)	สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ (2540)	วัชรา เล่าเรียนตี (2550)	เวชฤทธิ์ อังกนะ ภัทรขจร (2555)	ผู้วิจัยสรุปได้ว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ มีขั้นตอน ดังนี้
ของข้อมูล และความคิดเห็น	3.2 สร้างและอธิบายโมเดล	นักเรียน สร้างสรรค์ความรู้ ความเข้าใจใหม่ โดยผู้สอนต้องช่วยวินิจฉัย ความเข้าใจผิดของนักเรียน ซึ่งทำโดยการสัมภาษณ์ ชักถามผู้เรียน โดยตรง	5.2 เชื่อมโยงวัตถุประสงค์กับ บทสรุปของ บทเรียน	5.3 ใช้คำถาม ระดับสูงที่ส่งเสริม การคิดให้มีการ ตอบสนองนักเรียน ในบทสรุป	ช่วยกันสรุป บทเรียน
3.3 สร้างคำอธิบายใหม่	3.3 สร้างคำอธิบายใหม่	3.2 การเขียนแผนผังมโนทัศน์	5.3 ใช้คำถาม ระดับสูงที่ส่งเสริม การคิดให้มีการ ตอบสนองนักเรียน ในบทสรุป	5.4 ใช้คำถาม 2 ระดับ เป็นอย่างน้อย (ความรู้ ความเข้าใจ และ วิเคราะห์ สังเคราะห์)	
3.4 ทบทวนและวิจารณ์ คำตอบของ ปัญหา	3.4 ทบทวนและวิจารณ์ คำตอบของ ปัญหา	3.3 การตรวจสอบความเข้าใจ เพื่อตรวจสอบว่ามโนทัศน์ได้เกิดการ เชื่อมประสาน ระหว่างกันและจัด	5.4 ใช้คำถาม 2 ระดับ เป็นอย่างน้อย (ความรู้ ความเข้าใจ และ วิเคราะห์ สังเคราะห์)	5.5 เปิดโอกาส ให้นักเรียนมีส่วนร่วม ในการอภิปราย ให้มากที่สุด	
3.5 ให้เพื่อน ประเมินผล การเสนอ คำตอบ	3.5 ให้เพื่อน ประเมินผล การเสนอ คำตอบ	3.4 ตรวจสอบว่ามโนทัศน์ได้เกิดการ เชื่อมประสาน ระหว่างกันและจัด	5.5 เปิดโอกาส ให้นักเรียนมีส่วนร่วม ในการอภิปราย ให้มากที่สุด		
3.6 รวบรวม คำตอบที่ หลากหลาย	3.6 รวบรวม คำตอบที่ หลากหลาย	3.5 ตรวจสอบว่ามโนทัศน์ได้เกิดการ เชื่อมประสาน ระหว่างกันและจัด	5.6 วัดและ ประเมินผลว่าบรรลุ วัตถุประสงค์ของ บทเรียนหรือไม่ เช่น การสังเกต พฤติกรรมการ ปฏิบัติงาน หรือ		
3.7 ชี้ให้เห็น คำตอบที่	3.7 ชี้ให้เห็น คำตอบที่	3.6 ตรวจสอบว่ามโนทัศน์ได้เกิดการ เชื่อมประสาน ระหว่างกันและจัด			

ตารางที่ 5 (ต่อ)

Driver and Oldham (1986)	Yager (1991)	สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ (2540)	วัชรา เล่าเรียนตี (2550)	เวชฤทธิ์ อังกะนะ ภัทรขจร (2555)	ผู้วิจัยสรุปได้ว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ มีขั้นตอน ดังนี้
	เหมาะสม 3.8 บุรณา การคำตอบที่ ได้กับความรู้อ และ ประสบการณ์ เดิมที่มีอยู่	ตัวความรู้สามารถ นำไปใช้ในบริบท ทางสังคมโลกแห่ง ความจริงได้ หรือไม่	การทดสอบย่อย		
4. ชี้นำ ความคิดไป ใช้ นักเรียน สามารถ เชื่อมโยง ความรู้เดิม กับความรู้ ใหม่ ซึ่ง นำไปใช้กับ สถานการณ์ ที่คุ้นเคยและ ไม่คุ้นเคย	4. ชี้นำไป ปฏิบัติ 4.1 การ ตัดสินใจ 4.2 นำ ความรู้และ ทักษะไปใช้ 4.3 ถ่าย โยงความรู้ และทักษะ 4.4 แลกเปลี่ยน	4. ชี้นำแนวคิด ไปใช้ เป็นการเปิด โอกาสให้นักเรียน ได้นำแนวคิดของ ตนที่สร้างขึ้นไปใช้ ในสถานการณ์ต่าง ๆ ที่หลากหลายที่ คุ้นเคยและแปลก ใหม่ 5. ชี้นทบทวนหรือ เปรียบเทียบ ความรู้ โดยเปิด	6. ให้การฝึก เพิ่มเติมหรือให้ทำ โดยอิสระ 6.1 เพื่อเป็นการ เปิดโอกาสให้ นักเรียนได้ฝึก ปฏิบัติได้ด้วย ตนเอง 6.2 ให้ทำ แบบฝึกหัดที่ เกี่ยวกับบทเรียน โดยตรง นักเรียน	4. ชี้นำการ ประยุกต์ใช้ ความรู้ 4.1 นักเรียน นำความรู้ ทักษะและ กระบวนการที่ ได้เรียนรู้ไปแล้ว มาใช้อธิบาย ตัดสินใจปัญหา หรือดำเนินชีวิต ของตนเองได้ อย่างเหมาะสม	5. ชี้นำฝึกหัด เพิ่มเติม คือ ชั้นที่ นักเรียนได้นำ ความรู้ที่ได้ เรียน ไปใช้ใน สถานการณ์ ต่าง ๆ ที่ต่าง ไปจากเดิม เพียงเล็กน้อย โดยการทำ แบบฝึกหัด เพื่อทบทวน ความรู้และ ตรวจสอบ ความเข้าใจ
5. การ ทบทวน นักเรียน สะท้อนให้ เห็นถึงวิธีคิด ของตนเองมี การเปลี่ยน	สารสนเทศ และความคิดเห็น 4.5 ถ้าม คำถามใหม่ 4.6 นำผล ที่ได้จากการ	โอกาสให้นักเรียน สะท้อนตนเองว่า แนวความคิดของ ตนได้เปลี่ยนแปลง ไปจากเดิมก่อน เริ่มเรียนรู้อย่างไร เกิดโครงสร้าง	สามารถใช้ความรู้ และทักษะใน สถานการณ์อื่น ๆ ที่แตกต่างจากที่ฝึก เพียงเล็กน้อย 6.3 ให้ทำ แบบฝึกหัดใน	4.2 นักเรียน อาจจะศึกษา ค้นคว้าเพิ่มเติม จากเรื่องที่เรียน 4.3 ผู้สอน อาจนำเสนอ	

ตารางที่ 5 (ต่อ)

Driver and Oldham (1986)	Yager (1991)	สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ (2540)	วัชรา เล่าเรียนตี (2550)	เวชฤทธิ์ อังณะภักขจร (2555)	ผู้วิจัยสรุปได้ว่าการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ มีขั้นตอน ดังนี้
แปลงจากจุดเริ่มต้นของบทเรียนอย่างไร	เรียนรู้และส่งเสริมความคิดเห็น 4.7 ใช้โมเดลและความคิดเห็นเพื่อให้เกิดการอภิปรายและการยอมรับจากเพื่อนๆ	ความรู้ใหม่อย่างไร	ห้องเรียนให้เสร็จเพียงบางส่วน 6.4 แสดงรูปแบบที่สมบูรณ์ระบุผลลัพธ์ที่ต้องการจะเกิดกับนักเรียน	ข้อมูลสถานการณ์คำถามใหม่ ซึ่งสัมพันธ์กับสิ่งที่ได้เรียนรู้ไปแล้ว ทำให้นักเรียนดำเนินการศึกษาค้นคว้าเพื่อตรวจสอบความเข้าใจตนเองต่อไป	

จากการสังเคราะห์ขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ ข้างต้น ผู้วิจัยสามารถสรุปได้ว่า ขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ มี 5 ขั้นตอน ดังนี้

1. ขั้นนำ คือ ขั้นที่ครูซักถาม เพื่อให้นักเรียนแสดงออกถึงความรู้ความเข้าใจเดิมที่มีอยู่ รวมทั้งจูงใจให้นักเรียนสนใจ เรื่องที่จะได้เรียน
2. ขั้นเกิดความขัดแย้งทางปัญญา คือ ขั้นที่ครูเสนอปัญหาหรือสถานการณ์ให้นักเรียนได้พิจารณา โดยนักเรียนใช้ทักษะการคิดหรือการสังเกต จนเกิดความขัดแย้งทางความคิดที่เป็นผลมาจากความรู้เดิมกับสิ่งที่รับรู้ใหม่ไม่สอดคล้องกัน
3. ขั้นแสวงหาคำตอบ คือ ขั้นที่นักเรียนเป็นผู้คิด วิเคราะห์และค้นหาคำตอบ พร้อมทั้งใช้เหตุผลประกอบโดยการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ระหว่างกัน เพื่อลดความขัดแย้งทางปัญญาของตนเอง
4. ขั้นสะท้อนความคิด คือ ขั้นที่เปิดโอกาสให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการอภิปรายและช่วยกันสรุปบทเรียน

5. ชั้นฝึกหัดเพิ่มเติม คือ ชั้นที่นักเรียนได้นำความรู้ที่ได้เรียน ไปใช้ในสถานการณ์ต่าง ๆ ที่ต่างไปจากเดิมเพียงเล็กน้อย โดยการทำแบบฝึกหัด เพื่อทบทวนความรู้และตรวจสอบความเข้าใจ

5. ข้อดีและข้อจำกัดของการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์

ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์จำเป็นต้องทราบถึงข้อดีและข้อจำกัดของการจัดกิจกรรม ดังนั้น ผู้วิจัยจึงได้ศึกษาเกี่ยวกับข้อดีและข้อจำกัดของการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์

ข้อดีของการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์

มีนักการศึกษาได้กล่าวถึงข้อดีของการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ไว้ ดังนี้

สวิทย์ คำมูล และอรทัย คำมูล (2545, หน้า 109) ได้กล่าวถึงข้อดีของการจัดการเรียนรู้ที่เน้นการสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง ว่าเป็นการเปิดโอกาสให้นักเรียนเป็นผู้ขยายความคิดของตนเอง ให้กว้างหรือลึกซึ้งด้วยตนเองโดยมีความรู้เดิมเป็นฐาน สอดคล้องกับธรรมชาติการเรียนรู้ของมนุษย์ซึ่งมักตีความสิ่งต่าง ๆ จากความรู้เดิม

สมาลี ชัยเจริญ (2548, หน้า 109) ได้กล่าวถึงประโยชน์ของการนำการสร้างองค์ความรู้ไปใช้ในการจัดการเรียนรู้ทำให้นักเรียนเกิดสิ่งต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

1. เพิ่มแรงจูงใจ กิจกรรมในการเรียนรู้ตามแนวคิดของการสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง จะให้ความสำคัญต่อผู้เรียนและสภาพจริง ซึ่งถือกำเนิดจากความสนใจที่มาจากภายใน ดังนั้น จึงเป็นแรงจูงใจที่มาจากภายในของผู้เรียน

2. ทำให้เกิดการคิดอย่างมีวิจารณญาณการเรียนรู้ที่ผ่านการลงมือกระทำของนักเรียนตามสภาพจริง และจัดให้นักเรียนควบคุมการเรียนรู้ของตนเอง จะส่งเสริมให้นักเรียนได้คิดอย่างมีวิจารณญาณตลอดจนการสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเองได้มากกว่าเดิมและมีการถ่ายโอนความรู้และสร้างความรู้ที่มีความหมายในการเรียนรู้ของตนเอง

3. ทำให้เกิดการเรียนรู้ที่หลากหลายสิ่งแวดล้อมทางการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีการสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเองโดยทั่วไปแล้ว จะเปิดโอกาสให้ผู้เรียนเรียนรู้เป็นรายบุคคล สร้างความหมายจากแหล่งการเรียนรู้ที่เป็นปัจจัยภายนอก ซึ่งอาจจัดให้ผู้เรียนทำการควบคุมการเรียนรู้ของตนเองมากขึ้น ดังนั้น ผู้เรียนจะปรับแบบการเรียนรู้ตามความสามารถหรือความต้องการได้มากยิ่งขึ้น

4. สนับสนุนให้มีการเสาะแสวงหาความรู้ ทฤษฎีการสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง เป็นกระบวนการที่สามารถคาดเดาได้ว่าเป็นกระบวนการพัฒนาการสร้างความรู้การเรียนรู้และประเมินผลที่เกิดจากการสร้างความรู้ที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติ

จากข้อดีของการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ที่กล่าวมาข้างต้น สรุปได้ว่าเป็นการเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ขยายความคิดของตนเอง ได้เกิดการคิดอย่างมีวิจารณ์ญาณผ่านการลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง

ข้อจำกัดของการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์

มีนักการศึกษาได้กล่าวถึงข้อจำกัดของการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ไว้ ดังนี้

สุวิทย์ คำมูล และอรรถัย คำมูล (2545, หน้า 135) ผู้สอนต้องมีทักษะในการกระตุ้นความคิด ความรู้เดิม การเชื่อมต่อกับความรู้ และการช่วยเหลือวินิจฉัยความรู้ความคิดใหม่ที่ผู้เรียนสร้างขึ้นให้มีความสมเหตุสมผล

ศศิธร เวียงวะลัย (2556, หน้า 217) ผู้เรียนมีความต้องการความรู้ที่มีความหมายและมีความสำคัญ ต่อการเรียนรู้ของการเรียนการสอน ไม่ใช่จะถามแค่ว่าผู้เรียนมีความรู้ความสามารถมากน้อยเพียงใด เพราะผู้เรียนต่างก็มีการสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง

จากข้อจำกัดของการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ที่กล่าวมาข้างต้น สรุปได้ว่า ในการจัดการเรียนการสอนนั้น ครูต้องมีทักษะการตั้งคำถามในการที่จะกระตุ้นให้นักเรียนเกิดการคิด ซึ่งนักเรียนทุกคนล้วนมีความสามารถในการสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง

คำถามระดับสูง

การใช้คำถามระดับสูง เป็นเทคนิคการสอนรูปแบบหนึ่ง ซึ่งมีนักการศึกษาต่างประเทศและนักการศึกษาไทยได้ศึกษาไว้ดังนี้

1. ความหมายของคำถามระดับสูง

มีนักการศึกษาได้ให้ความหมายของคำถามระดับสูงดังนี้

George and Wrag (1993, p. 6) ให้ความหมายของคำถามระดับสูงว่า เป็นคำถามที่ต้องการคำตอบมากกว่าให้นักเรียนบอกข้อเท็จจริง/ความหมาย ความจำ หรือให้ยกตัวอย่าง แต่ต้องอาศัยการคิดวิเคราะห์สรุปอ้างอิง

Jeffrey (2001, p. 84) ให้ความหมายคำถามระดับสูงว่า เป็นคำถามที่ต้องการกระตุ้นให้นักเรียนได้ใช้ความคิดระดับสูงหรือระดับที่มากกว่าความรู้ความจำในการหาคำตอบหรือการสนองตอบคำถาม

สุวิทย์ มูลคำ และอรรถัย มูลคำ (2545, หน้า 79) ให้ความหมายของคำถามระดับสูงว่า เป็น

คำถามที่ต้องการคำตอบระดับการแปล การนำไปใช้ การวิเคราะห์ สังเคราะห์และประเมินค่าหรือเรียกได้ว่าเป็นคำถามที่ต้องการวัดความคิด ช่วยพัฒนานักเรียนในด้านของทักษะความคิดและการให้เหตุผล

สายันท์ ผาน้อย (2549, หน้า 110) ให้ความหมายของคำถามระดับสูงไว้ว่า เป็นคำถามที่ต้องการคำตอบที่ต้องใช้สติปัญญาสูงขึ้น คือ คำถามในระดับความเข้าใจ การนำไปใช้ การวิเคราะห์ และการประเมินค่า หรือเรียกว่าคำถามที่ต้องการสอบความคิด (Thought question) การตอบคำถามระดับนี้ ผู้ตอบต้องใช้ความคิดความสัมพันธ์และการแปลผล โดยอาศัยพื้นฐานความจำมาสัมพันธ์กัน

ชัยวัฒน์ สุทธิรัตน์ (2553, หน้า 58) ให้ความหมายของคำถามระดับสูงว่า เป็นคำถามที่ส่งเสริมให้ผู้ตอบใช้ความคิด นำความรู้และประสบการณ์เดิมมาเป็นพื้นฐานและสรุปหาคำตอบ เป็นการส่งเสริมให้เด็กมีความคิดสร้างสรรค์และเกิดทักษะในการคิดอย่างมีระบบ นอกจากนั้นยังเป็นคำถามที่เปิดโอกาสให้ผู้ตอบแสดงความคิดเห็น ตลอดจนกระตุ้นให้ได้ลองแก้ปัญหาด้วยตนเอง

อัมพร ม้าคนอง (2553, หน้า 80-82) ให้ความหมายของคำถามระดับสูงว่า เป็นคำถามที่ต้องการให้นักเรียนใช้ความคิดในระดับสูง เช่น ให้เปรียบเทียบ ค้นหาแบบรูป หาค้อสรุปที่เป็นเหตุเป็นผล เป็นคำถามที่ต้องการให้นักเรียนได้ค้นพบสิ่งใหม่หลังการใช้ความรู้ที่มีอยู่ประกอบการคิดอย่างรอบคอบ

เวชฤทธิ์ อังกะนภัทรขจร (2554, หน้า 9) ได้ให้ความหมายของคำถามระดับสูงว่า เป็นคำถามที่ต้องให้ผู้เรียนใช้การคิดในระดับสูง ต้องการให้ผู้เรียนได้ค้นพบสิ่งใหม่หลังจากใช้ความรู้ที่มีอยู่ประกอบการคิดอย่างรอบคอบ

ประพันธ์ศิริ สุเสารัจ (2556, หน้า 327) ให้ความหมายคำถามระดับสูงว่า เป็นคำถามที่ผู้ตอบต้องใช้ความคิดซับซ้อนในการตอบ เป็นคำถามให้คิดค้น ได้แก่ การถามความเข้าใจ การนำไปใช้ การเปรียบเทียบ การถามเหตุผล และการสรุปหลักการ เพื่อขยายความคิด เป็นการส่งเสริมความคิดของผู้ตอบ ให้สามารถคาดคะเน วางแผน และประเมินค่า โดยอาจใช้ความรู้หรือประสบการณ์เดิมมาเป็นพื้นฐานในการคิดและการตอบคำถาม

จากความหมายของคำถามระดับสูงที่กล่าวมาข้างต้น สรุปได้ว่า คำถามระดับสูงเป็นคำถามที่ส่งเสริมให้นักเรียนได้ใช้ความคิด เป็นการกระตุ้นให้นักเรียนได้ใช้ความคิดระดับสูงในการหาคำตอบ โดยอาศัยพื้นฐานความจำมาสัมพันธ์กัน เพื่อเป็นแนวคิดและการหาคำตอบ ซึ่งเป็นการเปิดโอกาสให้นักเรียนแสดงความคิดเห็นและแก้ปัญหาด้วยตนเอง

2. ความสำคัญของคำถามระดับสูง

มีนักการศึกษาได้ให้ความสำคัญของคำถามระดับสูง ดังนี้

Rosemary (1973, p. 619) ให้ความสำคัญของคำถามระดับสูงว่า คำถามระดับสูงเป็นการกระตุ้นให้นักเรียนเกิดกระบวนการคิด การเรียนรู้ ส่งเสริมให้นักเรียนได้พบสิ่งใหม่ ๆ หลังจากการพิจารณาสิ่งที่เคยรู้หรือได้เรียนมาแล้ว ซึ่งเป็นสิ่งที่ครุคณิตศาสตร์ควรปฏิบัติ โดยเฉพาะในยุคปัจจุบันที่เทคโนโลยีเจริญก้าวหน้าไปอย่างรวดเร็ว ครูจะต้องทำให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้มากกว่าระดับความรู้ความจำ

Ruddel (1974, pp. 237-283) ให้ความสำคัญของการใช้คำถามระดับสูงว่า การใช้คำถามระดับสูงไม่เพียงแต่กระตุ้นความคิดและความเข้าใจเท่านั้น แต่ยังทำให้นักเรียนเกิดความงอกงามทางปัญญา เพราะคำถามระดับสูงจะช่วยกระตุ้นให้นักเรียนประเมินและพัฒนาความคิดของตนเอง

Thomas and Josepha (1998, p. 504) กล่าวถึงความสำคัญของการใช้คำถามระดับสูงในการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์ เป็นการกระตุ้นให้นักเรียนสามารถแก้ปัญหาต่าง ๆ ได้ด้วยตัวของนักเรียน ไม่ใช่ให้นักเรียนจำวิธีการคิดแล้วนำไปใช้แก้ปัญหาแบบเมื่อก่อน ครูควรสอนให้นักเรียนนึกถึงสภาพจริง ดังนั้น การใช้คำถามระดับสูงนั้นเป็นเรื่องที่ยาก ต้องใช้ความอดทน ความพยายามอย่างมากและต้องทำอย่างเป็นขั้นตอนจึงจะทำให้เกิดผลดีแก่นักเรียนได้อย่างแท้จริง เพราะขณะที่นักเรียนตอบคำถามโดยการอธิบายความคิดนั้นจะทำให้นักเรียนได้เรียนรู้ ทำความเข้าใจเนื้อหา คณิตศาสตร์ไปพร้อมกันด้วย นอกจากนี้การใช้คำถามระดับสูงจะเป็นสิ่งที่แสดงให้ตัวนักเรียนเองทราบว่า ตนเองเข้าใจหรือไม่เข้าใจในประเด็นใดบ้าง

พิมพ์พันธ์ เดชะคุปต์ (2544, หน้า 93) ให้ความสำคัญของคำถามระดับสูงว่า คำถามระดับสูงช่วยพัฒนาให้นักเรียนได้คิดในระดับที่ยาก ขึ้นเพื่อพัฒนาสู่การเป็นผู้มีความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ เพื่อที่จะสามารถตัดสินใจ จะทำ จะเชื่อ หรือแก้ปัญหาได้อย่างมีหลักการและถูกต้อง

สุรวาที เพ็งศรีโคตร (2549, หน้า 60) ให้ความสำคัญของคำถามระดับสูงว่า คำถามระดับสูงเป็นคำถามที่ส่งเสริมให้เด็กคิด โดยนำความรู้และประสบการณ์เดิมหรือจากความรู้ที่ได้จากคำถามระดับต่ำมาเป็นฐานในการสรุปหาคำตอบ

อัมพร ม้าคนอง (2553, หน้า 80-82) กล่าวไว้ว่า คำถามระดับสูงเป็นคำถามที่ผู้สอนคณิตศาสตร์ควรพยายามใช้ในห้องเรียน ซึ่งคำถามประเภทนี้จะส่งเสริมการคิดระดับสูงให้กับนักเรียน เนื่องจากนักเรียนต้องใช้การคิดวิเคราะห์ สังเคราะห์ และคิดอย่างมีวิจารณญาณในการหาคำตอบ

การใช้คำถามระดับสูงอย่างต่อเนื่อง จนนักเรียนคุ้นเคยจะช่วยพัฒนาการคิดทางคณิตศาสตร์ให้นักเรียนอย่างแท้จริง

เวทฤทธิ์ อังกนะภัทรขจร (2555 ก, หน้า 50) กล่าวว่าคำถามระดับสูงมีความสำคัญต่อการพัฒนาความคิดและการทำงานทางคณิตศาสตร์ ดังนี้

1. ส่งเสริมการคิดระดับสูงของนักเรียน ทำให้นักเรียนเข้าใจเนื้อหาคณิตศาสตร์อย่างลึกซึ้งและอย่างละเอียดถี่ถ้วน
2. ช่วยพัฒนาประสบการณ์ในการแก้ปัญหาของนักเรียนทำให้นักเรียนสามารถแก้ปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพ
3. ส่งเสริมพัฒนาการทางสติปัญญาของนักเรียน เนื่องจากนักเรียนจะมีการอภิปราย แสดงความคิดเห็น ตรวจสอบ ประเมิน และพัฒนาความคิดของตนเอง
4. ส่งเสริมให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้สิ่งใหม่จากการใช้ความรู้ และประสบการณ์เดิม รวมทั้งเชื่อมโยงความรู้นั้นไปสู่ชีวิตจริง และส่งเสริมกระบวนการเรียนรู้ให้ทันต่อการเปลี่ยนแปลงในด้านต่าง ๆ

จากความสำคัญของการใช้คำถามระดับสูงที่กล่าวมาสรุปได้ว่า คำถามระดับสูงมีความสำคัญต่อการพัฒนาความคิด เป็นการกระตุ้นให้นักเรียนเกิดกระบวนการคิด รู้จักคิดวิเคราะห์ สังเคราะห์ และคิดอย่างมีวิจารณญาณในการหาคำตอบ การใช้คำถามระดับสูงยังทำให้นักเรียนทราบว่าตนเองเข้าใจในเนื้อหาไหน ๆ มากน้อยเพียงใด และการที่นักเรียนได้ใช้ความคิดในการตอบคำถาม จะทำให้นักเรียนได้เรียนรู้ ทำความเข้าใจในเนื้อหาไปพร้อมกัน ซึ่งการใช้คำถามระดับสูงอย่างต่อเนื่อง จะทำให้นักเรียนเข้าใจในเนื้อหาคณิตศาสตร์อย่างลึกซึ้งและแท้จริง

3. ประเภทของคำถามระดับสูง

นักการศึกษาได้แบ่งประเภทของคำถามระดับสูงดังนี้

Gorge and Hans (1970, pp. 395-400) แบ่งประเภทของคำถามสืบสอบระดับสูงว่าเป็นคำถามที่ต้องการให้นักเรียนปฏิบัติสิ่งต่อไปนี้

1. แสดงการปฏิบัติเชิงนามธรรม ซึ่งใช้มากในวิชาคณิตศาสตร์ เช่น การแทนที่หรือการทำให้อยู่ในรูปอย่างง่าย
2. การประเมินค่า โดยมีเหตุผลเพียงพอ
3. บอกความเหมือนหรือความแตกต่างของสิ่ง 2 สิ่ง หรือมากกว่า โดยใช้เกณฑ์ที่ผู้ตอบสร้างขึ้นเอง
4. บอกลำดับเหตุการณ์ที่เป็นผลมาจากเหตุการณ์ที่กำหนดให้

5. บอกหลักฐานหรือเหตุผลของเหตุการณ์ที่เกิดขึ้น

สุรวาที เฟิงศรีโคตร (2549, หน้า 60-61) แบ่งประเภทของคำถามระดับสูงในการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ 6 ประเภท

1. คำถามให้อธิบาย เป็นคำถามที่มีกมิกำว่า ทำไม อย่างไร และเพราะเหตุใด ประกอบอยู่ด้วย

2. คำถามให้เปรียบเทียบ เป็นคำถามให้เด็กคิดเปรียบเทียบสิ่งของสองสิ่ง ว่ามีคุณสมบัติเหมือนหรือต่างกันอย่างไร

3. คำถามให้ยกตัวอย่าง เป็นคำถามที่เด็กสามารถใช้ความรู้และประสบการณ์เดิมคิดหาคำตอบและมีคำตอบหลายอย่าง

4. คำถามให้วิเคราะห์ เป็นคำถามที่ให้เด็กได้คิด ค้นหาความจริง ที่ประกอบขึ้นเป็นเรื่องราวหรือเหตุการณ์ หรือให้แยกแยะเรื่องราวออกเป็นส่วนย่อย เพื่อหาสาเหตุและผลของปัญหาต่าง ๆ ที่เกิดขึ้น

5. คำถามให้สังเคราะห์ เป็นคำถามให้เด็กได้คิด เพื่อสรุปความสัมพันธ์ระหว่างส่วนย่อยมาเป็นความคิดใหม่และพัฒนาสิ่งที่มีอยู่แล้วให้ดีขึ้น ใช้ประโยชน์ได้มากขึ้น

6. คำถามให้ประเมินค่า เป็นคำถามที่ให้เด็กพิจารณาคุณค่าของสิ่งต่าง ๆ และตัดสินใจอย่างมีเหตุผล รู้จักประเมินผลโดยใช้เนื้อหา เรื่องราวรวมทั้งกฎเกณฑ์ที่เป็นจริงแล้วนำมาสนับสนุนความคิดของตน

ชัยวัฒน์ สุทธิรัตน์ (2553, หน้า 58) แบ่งคำถามระดับสูงออกเป็น 7 ประเภทดังนี้

1. คำถามให้อธิบาย เป็นคำถามที่ผู้ตอบจะต้องนำความรู้และประสบการณ์เดิมมาเป็นพื้นฐานสรุปหาคำตอบ

2. คำถามให้เปรียบเทียบ เป็นคำถามที่มีจุดมุ่งหมายให้เด็กใช้ความคิดเปรียบเทียบของสองสิ่ง ว่ามีคุณสมบัติหรือลักษณะคล้ายคลึงกันหรือแตกต่างกันอย่างไร

3. คำถามให้จำแนกประเภท เป็นคำถามเพื่อส่งเสริมให้เด็กรู้จักจัดกลุ่ม จัดหมวดหมู่ การใช้เกณฑ์ของตนหรือของผู้อื่น หรือบอกเกณฑ์ที่ใช้ในการจัดกลุ่มที่มีผู้อื่นทำได้

4. คำถามให้ยกตัวอย่าง เป็นคำถามที่ต้องการให้ผู้ตอบบอกชื่อหรือยกตัวอย่างของสิ่งที่กำหนดให้ โดยอาศัยทักษะการสังเกต และมีความรู้ความจำเรื่องต่าง ๆ เป็นพื้นฐานในการหาคำตอบ

5. คำถามให้วิเคราะห์ เป็นคำถามที่ให้คิดหาความจริงหรือแยกแยะเรื่องราวเพื่อหาสาเหตุและผลต่าง ๆ ของปัญหาที่เกิดขึ้นหรือให้นักเรียน ได้คิดค้นหาความจริงต่าง ๆ ที่ประกอบขึ้นมาเป็นเรื่องราวหรือเหตุการณ์

6. คำถามให้สังเคราะห์ เป็นการสรุปรวมสิ่งต่าง ๆ ตั้งแต่สองสิ่งขึ้นไป ให้เกิดเป็นของใหม่ขึ้นมาเป็นแนวคิดใหม่หรือพัฒนาของเก่าให้ดีขึ้น ใช้ประโยชน์ได้มากขึ้น คำถามให้สังเคราะห์เป็นคำถามที่มีจุดมุ่งหมายให้เด็กใช้กระบวนการคิดเพื่อสรุปความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลย่อยขึ้นเป็นหลักการ

7. คำถามให้ประเมินค่า เป็นคำถามที่มีจุดมุ่งหมายให้ได้พิจารณาคุณค่าของสิ่งของก่อนตัดสินใจอย่างมีเหตุผล รู้จักประเมินค่าของสิ่งต่าง ๆ โดยใช้หลักเกณฑ์ที่เป็นจริง และเป็นที่ยอมรับของสังคม แล้วมาสนับสนุนความคิดเห็นของตนก่อนตัดสินใจ



ตารางที่ 6 ตารางการสังเคราะห์ประเภทของคำถามระดับสูง

Gorge and Hans (1970)	สุรวาทิ เพ็งศรีโคตร (2549)	ชัยวัฒน์ สุทธิรัตน์ (2553)	สรุปของผู้วิจัย
1. แสดงการปฏิบัติ เชิงนามธรรม ซึ่งใช้ มากในวิชา คณิตศาสตร์ เช่น การแทนที่หรือการ ทำให้อยู่ในรูปอย่าง ง่าย	1. คำถามให้อธิบาย เป็นคำถามที่มักมีคำว่า ทำไม อย่างไร และ เพราะเหตุใด ประกอบ อยู่ด้วย	1. คำถามให้อธิบาย เป็นคำถามที่ผู้ตอบ จะต้องนำความรู้และ ประสบการณ์เดิมมา เป็นพื้นฐานสรุปหา คำตอบ	1. คำถามให้อธิบาย เป็นคำถามที่ผู้ตอบ นำความรู้และ ประสบการณ์ที่มี มา เป็นพื้นฐานในการ สรุปคำตอบ
5. บอกหลักฐานหรือ เหตุผลของเหตุการณ์ ที่เกิดขึ้น	3. คำถามให้ ยกตัวอย่าง เป็นคำถาม ที่เด็กสามารถใช้ความรู้ และประสบการณ์เดิม คิดหาคำตอบและมี คำตอบหลายอย่าง	4. คำถามให้ ยกตัวอย่าง เป็นคำถาม ที่ต้องการให้ผู้ตอบบอก ชื่อหรือยกตัวอย่างของ สิ่งที่กำหนดให้ โดย อาศัยทักษะการสังเกต และมีความรู้ความจำ เรื่องต่าง ๆ เป็น พื้นฐานในการหา คำตอบ	
3. บอกความเหมือน หรือความแตกต่าง ของสิ่ง 2 สิ่ง หรือ มากกว่า โดยใช้ เกณฑ์ที่ผู้ตอบสร้าง ขึ้นเอง	2. คำถามให้ เปรียบเทียบ เป็น คำถามให้เด็กคิด เปรียบเทียบสิ่งของสอง สิ่ง ว่ามีคุณสมบัติ เหมือนหรือต่างกัน อย่างไร	2. คำถามให้ เปรียบเทียบ เป็น คำถามที่มีจุดมุ่งหมาย ให้เด็กใช้ความคิด เปรียบเทียบของสองสิ่ง ว่ามีคุณสมบัติหรือ ลักษณะคล้ายคลึงกัน หรือแตกต่างกัน อย่างไร	2. คำถามให้ วิเคราะห์ เป็นคำถามที่ ส่งเสริมให้ผู้ตอบได้ คิด วิเคราะห์ เปรียบเทียบหรือ จำแนกแยกแยะ เรื่องราวหรือ สถานการณ์ต่าง ๆ เพื่อหาสาเหตุและ
4. บอกลำดับ เหตุการณ์ที่เป็นผล มาจากเหตุการณ์ที่ กำหนดให้	4. คำถามให้วิเคราะห์ เป็นคำถามที่ให้เด็กได้ คิด ค้นหาความจริง	3. คำถามให้จำแนก	

ตารางที่ 6 (ต่อ)

Gorge and Hans (1970)	สุรวาทิ เพ็งศรีโคตร (2549)	ชัยวัฒน์ สุทธิรัตน์ (2553)	สรุปของผู้วิจัย
	ที่ประกอบขึ้นเป็น เรื่องราวหรือเหตุการณ์ หรือให้แยกแยะ เรื่องราวออกเป็น ส่วนย่อย เพื่อหาสาเหตุ และผลของปัญหาต่างๆ ที่เกิดขึ้น	ประเภท เป็นคำถาม เพื่อส่งเสริมให้เด็กรู้จัก จัดกลุ่ม จัดหมวดหมู่ การใช้เกณฑ์ของตน หรือของผู้อื่น หรือบอก เกณฑ์ที่ใช้ในการจัด กลุ่มที่มีผู้อื่นทำไว้ 5. คำถามให้วิเคราะห์ เป็นคำถามที่ให้คิดหา ความจริงหรือแยกแยะ เรื่องราวเพื่อหาสาเหตุ และผลต่าง ๆ ของ ปัญหาที่เกิดขึ้นหรือให้ นักเรียน ได้คิดค้นหา ความจริงต่างๆ ที่ ประกอบขึ้นมาเป็น เรื่องราวหรือเหตุการณ์	ผลต่าง ๆ ของปัญหา ที่เกิดขึ้น
	5. คำถามให้ สังเคราะห์ เป็นคำถาม ให้เด็กได้คิด เพื่อสรุป ความสัมพันธ์ระหว่าง ส่วนย่อยมาเป็น ความคิดใหม่และ พัฒนาสิ่งที่มีอยู่แล้วให้ ดีขึ้น ใช้ประโยชน์ได้	6. คำถามให้สังเคราะห์ เป็นการสรุปรวมสิ่ง ต่างๆ ตั้งแต่สองสิ่งขึ้น ไป ให้เกิดเป็นของใหม่ ขึ้นมาเป็นแนวคิดใหม่ หรือพัฒนาของเก่าให้ดี ขึ้น ใช้ประโยชน์ได้มาก ขึ้น คำถามให้	3. คำถามให้ สังเคราะห์ เป็นคำถามที่ให้ นักเรียนได้ใช้ กระบวนการคิดเพื่อ สรุปความสัมพันธ์ ระหว่างข้อมูลย่อย ขึ้นเป็นหลักการ

ตารางที่ 6 (ต่อ)

Gorge and Hans (1970)	สุรวาทิ เพ็งศรีโคตร (2549)	ชัยวัฒน์ สุทธิรัตน์ (2553)	สรุปของผู้วิจัย
	มากขึ้น	สังเคราะห์เป็นคำถาม ที่มีจุดมุ่งหมายให้เด็ก ใช้กระบวนการคิดเพื่อ สรุปความสัมพันธ์ ระหว่างข้อมูลย่อยขึ้น เป็นหลักการ	
2. การประเมินค่า โดยมีเหตุผลเพียงพอ	6. คำถามให้ประเมิน ค่า เป็นคำถามที่ให้เด็ก พิจารณาคุณค่าของสิ่ง ต่าง ๆ และตัดสินใจ อย่างมีเหตุผล รู้จัก ประเมินผลโดยใช้ เนื้อหา เรื่องราวรวมทั้ง กฎเกณฑ์ที่เป็นจริงแล้ว นำมาสนับสนุน ความคิดของตน	7. คำถามให้ประเมิน ค่า เป็นคำถามที่มี จุดมุ่งหมายให้ได้ พิจารณาคุณค่าของ สิ่งของก่อนตัดสินใจ อย่างมีเหตุผล รู้จัก ประเมินค่าของสิ่งต่าง ๆ โดยใช้หลักเกณฑ์ที่เป็น จริงและเป็นที่ยอมรับ ของสังคม แล้วมา สนับสนุนความคิดเห็น ของตนก่อนตัดสินใจ	4.คำถามให้ประเมิน ค่าเป็นคำถามที่ให้ นักเรียนรู้จักประเมิน ผล โดยใช้เนื้อหา รวมทั้งกฎเกณฑ์ที่ เป็นจริง รู้จักตัดสิน อย่างมีเหตุผล

การสังเคราะห์ประเภทของคำถามระดับสูงงานวิจัยในครั้งนี้จะนำคำถามระดับสูงมาใช้ เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ จำนวน 4 ประเภท ดังนี้

1. คำถามให้อธิบาย เป็นคำถามที่ผู้ตอบนำความรู้และประสบการณ์ที่มี มาเป็นพื้นฐานในการสรุปคำตอบ

2. คำถามให้วิเคราะห์ เป็นคำถามที่ส่งเสริมให้ผู้ตอบได้คิด วิเคราะห์ เปรียบเทียบหรือจำแนกแยกแยะเรื่องราวหรือสถานการณ์ต่าง ๆ เพื่อหาสาเหตุและผลต่าง ๆ ของปัญหาที่เกิดขึ้น

3. คำถามให้สังเคราะห์ เป็นคำถามที่ให้นักเรียนได้ใช้กระบวนการคิดเพื่อสรุปความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลย่อยขึ้นเป็นหลักการ

4. คำถามประเมินค่า เป็นคำถามที่ให้นักเรียนรู้จักประเมินผล โดยใช้เนื้อหา รวมทั้งกฎเกณฑ์ที่เป็นจริง รู้จักตัดสินอย่างมีเหตุผล

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับคำถามระดับสูง

1. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์

เป็นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ครูต้องจัดสถานการณ์ให้นักเรียนได้เกิดการเรียนรู้และสร้างองค์ความรู้ใหม่ของตนเอง โดยมีครูเป็นผู้ส่งเสริมและคอยกระตุ้นให้นักเรียนเกิดกระบวนการคิดสามารถสรุปขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ได้ดังนี้

1.1 **ขั้นนำ** คือ ขั้นที่ครูซักถาม เพื่อให้นักเรียนแสดงออกถึงความรู้ความเข้าใจเดิม ที่มีอยู่ รวมทั้งจูงใจให้นักเรียนสนใจ เรื่องที่จะได้เรียน

1.2 **ขั้นเกิดความขัดแย้งทางปัญญา** คือ ขั้นที่ครูเสนอปัญหาหรือสถานการณ์ให้นักเรียนได้พิจารณา โดยนักเรียนใช้ทักษะการคิดหรือการสังเกต จนเกิดความขัดแย้งทางความคิดที่เป็นผลมาจากความรู้เดิมกับสิ่งที่รับรู้ใหม่ไม่สอดคล้องกัน

1.3 **ขั้นแสวงหาคำตอบ** คือ ขั้นที่นักเรียนเป็นผู้คิด วิเคราะห์และค้นหาคำตอบ พร้อมทั้งใช้เหตุผลประกอบ โดยการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ระหว่างกัน เพื่อลดความขัดแย้งทางปัญญาของตนเอง

1.4 **ขั้นสะท้อนความคิด** คือ ขั้นที่เปิดโอกาสให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการอภิปรายและช่วยกันสรุปบทเรียน

1.5 **ขั้นฝึกหัดเพิ่มเติม** คือ ขั้นที่นักเรียนได้นำความรู้ที่ได้เรียนไปใช้ในสถานการณ์ต่างๆ ที่ต่างไปจากเดิมเพียงเล็กน้อย โดยการทำแบบฝึกหัด เพื่อทบทวนความรู้และตรวจสอบความเข้าใจ

2. คำถามระดับสูง

เป็นคำถามที่ส่งเสริมให้นักเรียนได้ใช้ความคิด เป็นการกระตุ้นให้นักเรียนได้ใช้ความคิดระดับสูงมากกว่าความรู้ความจำ โดยใช้ความรู้พื้นฐานหรือประสบการณ์เดิมที่มีมาเป็นแนวคิดในการหาคำตอบและยังเป็นการเปิดโอกาสให้นักเรียนแสดงความคิดเห็นและได้ลองแก้ปัญหาด้วยตนเอง

งานวิจัยครั้งนี้จะนำคำถามระดับสูงมาใช้ เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ จำนวน 4 ประเภท ดังนี้

2.1 คำถามให้อธิบาย เป็นคำถามที่ผู้ตอบนำความรู้และประสบการณ์ที่มี มาเป็นพื้นฐานในการสรุปคำตอบ

2.2 คำถามให้วิเคราะห์ เป็นคำถามที่ส่งเสริมให้ผู้ตอบได้คิด วิเคราะห์ เปรียบเทียบ หรือจำแนกแยกแยะเรื่องราวหรือสถานการณ์ต่าง ๆ เพื่อหาสาเหตุและผลต่าง ๆ ของปัญหาที่เกิดขึ้น

2.3 คำถามให้สังเคราะห์ เป็นคำถามที่ให้นักเรียนได้ใช้กระบวนการคิดเพื่อสรุปความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลย่อยขึ้นเป็นหลักการ

2.4 คำถามประเมินค่า เป็นคำถามที่ให้นักเรียนรู้จักประเมินผล โดยใช้เนื้อหา รวมทั้งกฎเกณฑ์ที่เป็นจริง รู้จักตัดสินอย่างมีเหตุผล

3. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับคำถามระดับสูง

เป็นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยที่ครูต้องจัดสถานการณ์ให้นักเรียนได้เกิดการเรียนรู้และสามารถสร้างองค์ความรู้ได้ด้วยตนเอง โดยมีครูเป็นผู้ส่งเสริมและคอยกระตุ้นนักเรียนให้เกิดกระบวนการคิดด้วยคำถามระดับสูง โดยผู้วิจัยนำการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ ตามแนวคิดของ Driver and Oldham (1986); Yager (1991); สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ (2540); วัชรา เล่าเรียนดี (2550) และเวชฤทธิ์ อังกะนภัทรขจร (2555) มาสังเคราะห์เป็นขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับคำถามระดับสูงที่สอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนรู้และเนื้อหา เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ โดยผู้วิจัยใช้คำถามระดับสูง ซึ่งประกอบด้วย คำถามให้อธิบาย คำถามให้วิเคราะห์ คำถามให้สังเคราะห์และคำถามให้ประเมินค่า ดังภาพที่ 2



ภาพที่ 2 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับคำถามระดับสูง

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยที่ครูต้องจัดสถานการณ์ให้นักเรียนได้เกิดการเรียนรู้และสามารถสร้างองค์ความรู้ได้ด้วยตนเอง โดยมีครูเป็นผู้ส่งเสริมและคอยกระตุ้นนักเรียนให้เกิดกระบวนการคิดด้วยคำถามระดับสูง โดยสรุปขั้นตอนได้ดังนี้

3.1 ขั้นนำ คือ ขั้นที่ครูซักถาม โดยใช้คำถามระดับสูงประเภทคำถามให้อธิบายเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนแสดงออกถึงความรู้ความเข้าใจเดิมที่มีอยู่ รวมทั้งจูงใจให้นักเรียนสนใจเรื่องที่จะได้เรียน

3.2 ขั้นเกิดความขัดแย้งทางปัญญา คือ ขั้นที่ครูเสนอปัญหาหรือสถานการณ์ให้นักเรียนได้พิจารณา โดยนักเรียนใช้ทักษะการคิดหรือการสังเกต จนเกิดความขัดแย้งทางความคิดที่เป็นผลมาจากความรู้เดิมกับสิ่งที่รับรู้ใหม่ไม่สอดคล้องกัน โดยครูใช้คำถามระดับสูงประเภทคำถามให้วิเคราะห์ คอยกระตุ้นให้นักเรียน ได้พิจารณาและวิเคราะห์สถานการณ์ที่ครูกำหนดมาให้

3.3 ขั้นแสวงหาคำตอบ คือ ขั้นที่นักเรียนเป็นผู้คิด วิเคราะห์และค้นหาคำตอบ พร้อมทั้งใช้เหตุผลประกอบ ซึ่งครูจะคอยใช้คำถามระดับสูง ประเภทคำถามให้วิเคราะห์ ในการกระตุ้นให้นักเรียนเกิดกระบวนการคิด โดยการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ระหว่างกัน เพื่อลดความขัดแย้งทางปัญญาของตนเอง และครูใช้คำถามระดับสูงประเภทคำถามให้อธิบาย เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนได้อธิบายในส่วนที่ยังไม่ชัดเจน ให้เกิดความชัดเจนและความเข้าใจมากยิ่งขึ้น

3.4 ขั้นสะท้อนความคิด คือ ขั้นที่เปิดโอกาสให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการอภิปรายและช่วยกันสรุปบทเรียน โดยครูใช้คำถามระดับสูงประเภทคำถามให้สังเคราะห์ กระตุ้นให้นักเรียนเกิดกระบวนการคิด เพื่อสรุปความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูล

3.5 ขั้นการฝึกหัดเพิ่มเติม คือ ขั้นที่นักเรียนได้นำความรู้ที่ได้เรียน ไปใช้ในสถานการณ์ต่าง ๆ ที่ต่างไปจากเดิมเพียงเล็กน้อย โดยเริ่มจากครูใช้คำถามระดับสูง ประเภทคำถามให้ประเมินค่า เพื่อให้นักเรียนรู้จักประเมินผลโดยใช้เนื้อหา รวมทั้งกฎเกณฑ์ที่เป็นจริง รู้จักตัดสินใจอย่างมีเหตุผล หลังจากนั้นให้นักเรียนทำแบบฝึกหัดเพิ่มเติม เพื่อทบทวนความรู้และตรวจสอบความเข้าใจของตนเองอีกครั้ง

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์

1. ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ผู้วิจัยได้ศึกษาความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ มีนักการศึกษาได้กล่าวถึงความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ดังนี้

วิลสัน (Wilson, 1971, pp. 643-685) กล่าวว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถทางด้านสติปัญญา (Cognitive domain) ในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ซึ่ง

จำแนกพฤติกรรมที่พึงประสงค์ทางด้านพุทธิพิสัย ตามกรอบแนวคิดของบลูม (Bloom's taxonomy) ไว้ 4 ระดับ ดังนี้

1. การคิดคำนวณด้านความรู้ความจำ (Computation) พฤติกรรมในระดับนี้ถือว่าเป็นพฤติกรรมที่อยู่ในระดับต่ำสุด แบ่งออกเป็น 3 ชั้น ดังนี้

1.1 ความรู้ความจำเกี่ยวกับข้อเท็จจริง (Knowledge of specific facts) เป็นความสามารถที่ระลึกถึงข้อเท็จจริงต่าง ๆ ที่นักเรียนเคยได้รับการเรียนการสอนมาแล้วคำถามที่วัดความสามารถในระดับนี้จะเกี่ยวกับข้อเท็จจริงตลอดจนความรู้พื้นฐานซึ่งนักเรียนได้สั่งสมมาเป็นระยะเวลาอันแล้ว

1.2 ความรู้ความจำเกี่ยวกับศัพท์และนิยาม (Knowledge of terminology) เป็นความสามารถในการระลึกหรือจำศัพท์และนิยามต่าง ๆ ได้ ซึ่งคำถามที่วัดความสามารถในด้านนี้จะถามโดยตรงหรือโดยอ้อมก็ได้ แต่ไม่ต้องอาศัยการคิดคำนวณ

1.3 ความสามารถในการใช้กระบวนการคำนวณ (Ability to carry out algorithm) เป็นความสามารถในการใช้ข้อเท็จจริงหรือนิยาม และกระบวนการที่ได้เรียนมาแล้วมาคิดคำนวณตามลำดับขั้นตอนที่เคยเรียนรู้มา ซึ่งคำถามที่วัดความสามารถในด้านนี้จะต้องเป็นโจทย์ง่าย ๆ คล้ายคลึงกับตัวอย่างนักเรียนไม่ต้องพบกับความยุ่งยากในการตัดสินใจเลือกใช้กระบวนการ

2. ความเข้าใจ (Comprehension) เป็นพฤติกรรมที่ใกล้เคียงกับพฤติกรรมระดับความรู้ความจำ เกี่ยวกับความคิดคำนวณแต่ซับซ้อนกว่า แบ่งออกเป็น 6 ชั้น ดังนี้

2.1 ความเข้าใจเกี่ยวกับมโนคติ (Knowledge of concepts) เป็นความสามารถที่ซับซ้อนกว่าความรู้ความจำเกี่ยวกับข้อเท็จจริง เพราะมโนคติเป็นนามธรรมที่ประมวลจากข้อเท็จจริงต่าง ๆ ต้องอาศัยการตัดสินใจในการตีความหรือยกตัวอย่างมโนคตินั้น โดยใช้คำพูดของตนเองหรือเลือกความหมายที่กำหนดให้ ซึ่งเขียนในรูปแบบหรือยกตัวอย่างใหม่ที่แตกต่าง ๆ ไปจากที่เคยเรียน

2.2 ความเข้าใจเกี่ยวกับหลักการ กฎทางคณิตศาสตร์ และการสรุปอ้างอิงเป็นกรณีทั่วไป (Knowledge of principles, Rules and generalization) เป็นความสามารถในการนำเอาหลักการ กฎ และความเข้าใจเกี่ยวกับมโนคติไปสัมพันธ์กับโจทย์ปัญหาจนได้ แนวทางการแก้ปัญหาถ้าคำถามนั้นเป็นคำถามเกี่ยวกับหลักการและกฎที่นักเรียนเพิ่งเคยพบเป็นครั้งแรกอาจจัดเป็นพฤติกรรมในระดับการวิเคราะห์ก็ได้

2.3 ความเข้าใจในโครงสร้างทางคณิตศาสตร์ (Knowledge of mathematical structure) เป็นคำถามที่วัดเกี่ยวกับสมบัติของระบบจำนวนและโครงสร้างทางพีชคณิต

2.4 ความสามารถในการเปลี่ยนแปลงรูปแบบปัญหา จากแบบหนึ่งไปเป็นอีกแบบหนึ่ง (Ability to transform problem elements from one mode to another) เป็นความ

สามารถในการแปลข้อความที่กำหนดให้เป็นข้อความใหม่หรือภาษาใหม่ เช่น แปลจากภาษาพูดให้เป็นสมการ ซึ่งมีความหมายคงเดิม โดยไม่คำนึงถึงกระบวนการแก้ปัญหา (Algorithms)

2.5 ความสามารถในการคิดตามแนวของเหตุผล (Ability to follow a line of reasoning) เป็นความสามารถในการอ่านและเข้าใจข้อความทางคณิตศาสตร์ ซึ่งแตกต่างไปจากความสามารถในการอ่านทั่ว ๆ ไป

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

3. การนำไปใช้ (Application) เป็นความสามารถในการตัดสินใจแก้ปัญหาที่นักเรียนคุ้นเคยเพราะคล้ายกับปัญหาที่นักเรียนประสบอยู่ในระหว่างเรียน หรือแบบฝึกหัดที่นักเรียนต้องเลือกกระบวนการแก้ปัญหา และดำเนินการแก้ปัญหาได้โดยไม่ยาก พฤติกรรมในระดับนี้แบ่งออกเป็น 4 ขั้น คือ

3.1 ความสามารถในการแก้ปัญหาที่คล้ายกับปัญหาที่ประสบอยู่ในระหว่างเรียน (Ability to solve routine problem) นักเรียนต้องอาศัยความสามารถในระดับความเข้าใจและเลือกกระบวนการแก้ปัญหาจนได้คำตอบออกมา

3.2 ความสามารถในการเปรียบเทียบ (Ability to make comparisons) เป็นความสามารถในการค้นหาความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูล 2 ชุด เพื่อสรุปการตัดสินใจ ซึ่งในการแก้ปัญหาขั้นนี้ อาจต้องใช้วิธีการคำนวณและจำเป็นต้องอาศัยความรู้ที่เกี่ยวข้อง รวมทั้งความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผล

3.3 ความสามารถในการวิเคราะห์ข้อมูล (Ability to analyze data) เป็นความสามารถในการตัดสินใจอย่างต่อเนื่องในการหาคำตอบจากข้อมูลที่กำหนดให้ ซึ่งอาจต้องอาศัยการแยกข้อมูลที่เกี่ยวข้องออกจากข้อมูลที่ไม่เกี่ยวข้อง พิจารณาว่าอะไรคือข้อมูลที่ต้องการเพิ่มเติม มีปัญหาอื่นใดบ้างที่อาจเป็นตัวช่วยในการหาคำตอบของปัญหาที่กำลังประสบอยู่หรือต้องแยกโจทย์ปัญหาออกพิจารณาเป็นส่วน ๆ มีการตัดสินใจหลายครั้งอย่างต่อเนื่องตั้งแต่ต้นจนได้คำตอบหรือผลลัพธ์ที่ต้องการ

3.4 ความสามารถในการมองเห็นแบบลักษณะโครงสร้างที่เหมือนกันและสมมาตร (Ability to recognize patterns, isomorphism, and symmetries) เป็นความสามารถที่ต้องอาศัยพฤติกรรมอย่างต่อเนื่อง ตั้งแต่การระลึกถึงข้อมูลที่กำหนดให้ การเปลี่ยนรูปปัญหา การจัดกระทำกับข้อมูล และการระลึกถึงความสัมพันธ์ นักเรียนต้องสำรวจหาสิ่งที่คุ้นเคยกันจากข้อมูลหรือสิ่งที่กำหนดจากโจทย์ปัญหาให้พบ

4. การวิเคราะห์ (Analysis) เป็นความสามารถในการแก้ปัญหาที่นักเรียนไม่เคยเห็นหรือไม่เคยทำแบบฝึกหัดมาก่อน ซึ่งส่วนใหญ่จะเป็นโจทย์พลิกแพลง แต่ก็อยู่ในขอบเขตเนื้อหาที่เรียนการแก้โจทย์ปัญหาดังกล่าวต้องอาศัยความรู้ที่ได้เรียนมารวมกับความคิดสร้างสรรค์ผสมผสานกันเพื่อแก้ปัญหา พฤติกรรมในระดับนี้ถือว่าเป็นพฤติกรรมขั้นสูงสุดของการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ ซึ่งต้องใช้สมรรถภาพสมองระดับสูง แบ่งออกเป็น 5 ขั้นตอน ดังนี้

4.1 ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาที่ไม่เคยประสบมาก่อน (Ability to solve non – Routine problems) คำถามในขั้นนี้เป็นคำถามที่ซับซ้อนไม่มีในแบบฝึกหัดหรือตัวอย่าง นักเรียนต้องอาศัยความคิดสร้างสรรค์ผสมผสานกับความเข้าใจโมติ นิยาม ตลอดจนทฤษฎีต่าง ๆ ที่เรียนมาแล้วเป็นอย่างดี

4.2 ความสามารถในการค้นหาความสัมพันธ์ (Ability to construct proofs) เป็นความสามารถในการจัดส่วนต่าง ๆ ที่โจทย์กำหนดให้ใหม่ แล้วสร้างความสัมพันธ์ขึ้นมาใหม่ เพื่อใช้ในการแก้ปัญหาแทนการจำความสัมพันธ์เดิมที่เคยพบมาแล้วมาใช้กับข้อมูลใหม่เท่านั้น

4.3 ความสามารถในการสร้างข้อพิสูจน์ (Ability to construct proofs) เป็นความสามารถในการสร้างภาษา เพื่อยืนยันข้อความทางคณิตศาสตร์อย่างสมเหตุสมผล โดยอาศัย นิยาม สัจพจน์และทฤษฎีต่าง ๆ ที่เรียนมาแล้วพิสูจน์โจทย์ปัญหาที่ไม่เคยพบมาก่อน

4.4 ความสามารถในการวิพากษ์วิจารณ์ข้อพิสูจน์ (Ability to criticize proofs) เป็นความสามารถที่ควบคู่กับความสามารถในการสร้างข้อพิสูจน์ อาจเป็นพฤติกรรมที่มีความซับซ้อนน้อยกว่าพฤติกรรมในการสร้างข้อพิสูจน์ พฤติกรรมในขั้นนี้ต้องการให้นักเรียนสามารถตรวจสอบข้อพิสูจน์ว่าถูกต้องหรือไม่

4.5 ความสามารถในการสร้างสูตรและทดสอบความถูกต้อง ให้มีผลใช้ได้เป็นกรณีทั่วไป (Ability to formulate and validate generalizations) เป็นความสามารถในการค้นพบสูตรหรือกระบวนการแก้ปัญหา และพิสูจน์ว่าใช้เป็นกรณีทั่วไปได้

Good (1973, p. 7) กล่าวว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เป็นการเข้าถึงความรู้ หรือการพัฒนาทักษะในการเรียน ซึ่งอาจพิจารณาได้จากคะแนนสอบที่กำหนดให้ คะแนนที่ได้จากการที่ครูมอบหมายให้หรือทั้งสองอย่าง

ล้วน สายยศ (2541, หน้า 18) กล่าวว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์เป็นการวัดความสามารถทางการเรียนหลังจากได้เรียนเนื้อหาของวิชาใดวิชาหนึ่ง แล้วนักเรียนมีความรู้ความสามารถมากขึ้นเพียงใด

จากการศึกษาความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์จากนักการศึกษาข้างต้นสรุปได้ว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถทางด้านสติปัญญาหรือความรู้

ความเข้าใจในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ โดยจำแนกพฤติกรรมด้านพุทธิพิสัยออกเป็น 4 ระดับ ได้แก่ ความรู้ความจำ ความเข้าใจ นำไปใช้และการวิเคราะห์

2. ความหมายของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

มีนักการศึกษาและหน่วยงานทางการศึกษาได้ให้ความหมายของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไว้ ดังนี้

ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ (2543, หน้า 20) ได้ให้ความหมายของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ (Achievement test) ว่าเป็นแบบทดสอบที่มุ่งวัดเนื้อหาวิชา ที่เรียนผ่านมาแล้วว่า นักเรียนมีความรู้ความสามารถเพียงใด ดังเช่นการสอบวัดผลการเรียนการสอนในชั้นเรียนปัจจุบัน

บรรพต สุวรรณประเสริฐ (2544, หน้า 124) กล่าวว่า แบบทดสอบเพื่อวัดผลสัมฤทธิ์ เป็นแบบทดสอบที่ใช้วัดความก้าวหน้าของผู้เรียน ในส่วนที่เป็นมโนคติทั้งหลายในเนื้อหาแบบทดสอบ เพื่อวัดผลสัมฤทธิ์จะเป็นแบบทดสอบที่แสดงให้เห็นความสามารถของผู้เรียน แบบทดสอบชนิดนี้จะรวมข้อสอบที่เป็นแบบวินิจฉัยบางข้อและมีข้อสอบที่มีระดับเหนือกว่าขั้นวิเคราะห์ นอกจากนั้นข้อสอบในแบบทดสอบชนิดนี้จะรวมถึงการแก้/หาค่าของปัญหา ที่ต้องใช้ความคิดขั้นวิพากษ์วิจารณ์ความรู้ชั้นการนำไปใช้ในเรื่องการให้เหตุผลแบบอุปมานและแบบอนุมาน

สิริพร ทิพย์คง (2545, หน้า 193) ให้ความหมายของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ว่า หมายถึงชุดคำถามที่มุ่งวัดพฤติกรรมการเรียนของนักเรียน ว่านักเรียน มีความรู้ ทักษะและสมรรถภาพทางสมองด้านต่างๆ ในเรื่องที่เรียนรู้ออกไปแล้วมากน้อยเพียงใด

พิชิต ฤทธิ์จรูญ (2548, หน้า 96) ได้สรุปความหมายของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนว่าเป็นแบบทดสอบที่ใช้วัดความรู้ ทักษะและความสามารถทางวิชาการที่ผู้เรียนได้เรียนรู้มาแล้วว่าบรรลุผลสำเร็จตามจุดประสงค์ที่กำหนดไว้เพียงใด

สมนึก ภัททิยธนี (2549, หน้า 73) กล่าวว่าแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึงแบบทดสอบที่วัดสมรรถภาพสมองด้านต่าง ๆ ที่นักเรียนได้รับการเรียนรู้ผ่านมาแล้ว

ราชบัณฑิตยสถาน (2555, หน้า 9-10) ได้นิยามความหมายของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ว่าเป็นกระบวนการที่เป็นระบบในการวัดผลการเรียนรู้ของผู้เรียน เช่น แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางคณิตศาสตร์ แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางภาษาไทย แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ภาษาอังกฤษ แบบทดสอบปลายภาค ทั้งที่เป็นข้อเขียนและภาคปฏิบัติ

ศศิธร แม้นสงวน (2556, หน้า 260) ได้กล่าวว่า แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เป็นเครื่องมือสำหรับผู้สอนที่จะใช้ในการตรวจสอบผลการเรียนรู้ของผู้เรียน รวมถึงพฤติกรรมต่าง ๆ จากการเรียนหรือการจัดการเรียนรู้ของผู้สอน เพื่อประเมินว่าผู้เรียนมีความรู้ความสามารถมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในระดับใด บรรลุตามจุดประสงค์การเรียนรู้มากน้อยเพียงใด เป็นไปตามมาตรฐานตัวชี้วัดอย่างไรบ้าง ซึ่งแบบทดสอบจะต้องมีคุณภาพ ผ่านการสร้างอย่างถูกต้อง มี

ประสิทธิภาพ มีความถูกต้องเที่ยงตรงเชื่อถือได้ มีกระบวนการหลักการสร้างแบบทดสอบตามหลักวิชาการ

จากการศึกษา แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจากนักการศึกษาข้างต้นสามารถสรุปได้ว่า แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง เครื่องมือที่ใช้วัดความรู้ ทักษะและความสามารถทางวิชาการของผู้เรียนที่ได้เรียนผ่านมาแล้ว เพื่อประเมินว่าผู้เรียนมีความรู้ความสามารถมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในระดับใด และบรรลุตามจุดประสงค์การเรียนรู้มากน้อยเพียงใด

3. ประเภทของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

นักการศึกษาและนักวิชาการได้กล่าวถึงประเภทของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไว้ ดังนี้

บุญชม ศรีสะอาด (2545, หน้า 26-29) ได้กล่าวถึงประเภทของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ว่ามี 3 ประเภท คือ

1. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์อิงเกณฑ์ หมายถึง แบบทดสอบที่สร้างขึ้นตามจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม มีคะแนนจุดตัดหรือคะแนนเกณฑ์สำหรับใช้ตัดสินว่าผู้สอนมีความรู้ตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้หรือไม่ ซึ่งการวัดตรงตามจุดประสงค์เป็นหัวใจของข้อสอบในแบบทดสอบประเภทนี้

2. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์อิงโดเมน หมายถึง แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่เป็นประโยชน์ต่อการเรียนการสอนตามแนวการเรียน เพื่อรอบรู้ในการเขียนข้อสอบต้องกำหนดพฤติกรรมใหญ่และพฤติกรรมย่อย และเขียนข้อสอบตามกำหนดลักษณะเฉพาะของข้อสอบ ซึ่งช่วยให้เห็นความสัมพันธ์ระหว่างพฤติกรรมหลักกับพฤติกรรมย่อย ไม่ละเลยพฤติกรรมที่สำคัญ สร้างข้อสอบให้ตรงจุดประสงค์ของการวัดและช่วยให้สามารถสร้างข้อสอบหลายข้อที่วัดในพฤติกรรมเดียวกัน เหมาะสำหรับการสร้างแบบทดสอบคู่ขนาน

3. แบบทดสอบวินิจฉัย หมายถึง แบบทดสอบที่สร้างขึ้น เพื่อชี้ให้เห็นถึงจุดบกพร่องจุดที่เป็นปัญหาหรืออุปสรรคในการเรียนเรื่องหนึ่งของนักเรียนแต่ละคน ทั้งนี้เพื่อจะได้หาแนวทาง แก้ไขได้ตรงจุดยิ่งขึ้น อันจะทำให้สามารถช่วยเหลือนักเรียนที่มีปัญหาหรืออุปสรรคในการเรียน บรรลุจุดประสงค์ในการเรียนหรือเกิดการเรียนรู้ได้เหมือนคนอื่นๆ

ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ (2543, หน้า 171-172) ได้แบ่งประเภทของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ออกเป็น 2 ประเภท

1. แบบทดสอบของครู หมายถึง ชุดข้อคำถามที่ครูเป็นผู้สร้างขึ้น ซึ่งจะเป็นข้อคำถามที่ถามเกี่ยวกับความรู้ที่นักเรียนเรียนในห้องว่า นักเรียนได้มีความรู้มากแค่ไหน บกพร่องตรงไหน จะได้สอนซ่อมเสริม หรือว่าควมพร้อมที่จะขึ้นบทเรียนใหม่ ๆ ตามที่ครูปรารถนา

2. แบบทดสอบมาตรฐาน หมายถึง แบบทดสอบที่สร้างขึ้นจากผู้เชี่ยวชาญในแต่ละสาขา หรือครูผู้สอนวิชานั้น แต่ต้องผ่านการทดลองหาคุณภาพหลายครั้งจนกระทั่งมีคุณภาพพอจึงสร้าง เกณฑ์ปกติของแบบทดสอบนั้น ข้อสอบมาตรฐานนอกจากคุณภาพสูงแล้วยังมีมาตรฐานในด้านการ สอบอีกด้วย คือว่าไม่มีโรงเรียนใดหรือหน่วยราชการใดนำไปใช้ดำเนินการสอบเป็นแบบเดียวกันและ สามารถแปรผลคะแนนได้อีกด้วย

พิชิต ฤทธิจรูญ (2548, หน้า 96) ได้แบ่งประเภทของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนออกเป็น 2 ประเภท คือ

1. แบบทดสอบที่ครูสร้างขึ้นเอง หมายถึง แบบทดสอบที่มุ่งวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เฉพาะกลุ่มที่ครูสอนเป็นแบบทดสอบที่ครูสร้างขึ้นใช้กันโดยทั่วไปในสถานศึกษา มีลักษณะเป็น แบบทดสอบข้อเขียนซึ่งแบ่งเป็น 2 ชนิด

1.1 แบบทดสอบอัตนัย เป็นแบบทดสอบที่กำหนดคำถามหรือปัญหาให้แล้วให้ ผู้ตอบเขียนโดยการแสดงความรู้ ความคิด เจตคติได้อย่างเต็มที่

1.2 แบบทดสอบปรนัย เป็นแบบทดสอบที่กำหนดให้ผู้สอบเขียนตอบสั้นๆ หรือมี คำตอบให้เลือกตอบแบบจำกัด คำตอบผู้ตอบไม่มีโอกาสแสดงความรู้ความคิดได้อย่างกว้างขวาง เหมือนแบบทดสอบอัตนัย แบบทดสอบชนิดนี้มี 4 แบบ คือ แบบทดสอบถูก-ผิด แบบทดสอบเติมคำ แบบทดสอบจับคู่และแบบทดสอบเลือกตอบ

2. แบบทดสอบมาตรฐาน หมายถึง แบบทดสอบที่มุ่งวัดผลสัมฤทธิ์ของผู้เรียนโดยทั่ว ๆ ไป ซึ่งสร้างโดยผู้เชี่ยวชาญ มีการวิเคราะห์และปรับปรุงอย่างดี จนมีคุณภาพ มีมาตรฐาน กล่าวคือ มีมาตรฐานในการดำเนินการสอบ วิธีการให้คะแนนและการแปลความหมายของคะแนน

จากการกล่าวข้างต้นสามารถสรุปได้ว่า ประเภทของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการ เรียนแบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ 1. แบบทดสอบที่ครูสร้างขึ้นเอง เป็นแบบทดสอบที่ครูสร้างขึ้นเอง ใช้กันในสถานศึกษา แบ่งเป็น (1) แบบทดสอบอัตนัย และ (2) แบบทดสอบปรนัย และ 2. แบบ ทดสอบมาตรฐาน เป็นแบบทดสอบที่มีคุณภาพมาตรฐาน มีการวิเคราะห์และปรับปรุงอย่างดี สร้าง โดยผู้เชี่ยวชาญ

4. การสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์

มีนักการศึกษาและหน่วยงานทางการศึกษาได้เสนอการออกแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียนดังนี้

พิชิต ฤทธิจรูญ (2548, หน้า 97-99) ได้เสนอการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการ เรียนสรุปได้ดังนี้

1. วิเคราะห์หลักสูตรและสร้างตารางวิเคราะห์หลักสูตร เพื่อวิเคราะห์เนื้อหาสาระและ พฤติกรรมที่ต้องการวัด

2. กำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้ ซึ่งเป็นพฤติกรรมที่เป็นผลการเรียนรู้ที่ผู้สอนมุ่งหวังให้ เกิดกับผู้เรียน โดยผู้สอนจะต้องกำหนดไว้ล่วงหน้า เพื่อเป็นแนวทางในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้และ สร้างข้อสอบวัดผลสัมฤทธิ์

3. กำหนดชนิดของข้อสอบและศึกษาวิธีการสร้าง โดยเลือกให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ ของการเรียนรู้และเหมาะสมกับวัยของผู้เรียน แล้วศึกษาวิธีการสร้างข้อสอบชนิดนั้นให้มีความรู้ความ เข้าใจในหลักและวิธีการสร้างข้อสอบ

4. สร้างข้อสอบตามรายละเอียดที่กำหนดไว้ในตารางวิเคราะห์หลักสูตรและให้สอดคล้อง กับจุดประสงค์การเรียนรู้

5. ตรวจสอบข้อสอบ เพื่อให้ข้อสอบมีความถูกต้องตามหลักวิชา มีความสมบูรณ์ครบถ้วน ตามรายละเอียดที่กำหนดไว้ในตารางวิเคราะห์หลักสูตร

6. จัดพิมพ์แบบทดสอบฉบับทดลอง พร้อมคำชี้แจง

7. ทดลองใช้ข้อสอบกับกลุ่มที่มีลักษณะคล้ายคลึงกับกลุ่มที่ต้องการสอนจริง แล้วนำผล การทดสอบมาวิเคราะห์และปรับปรุงข้อสอบให้มีคุณภาพ

8. จัดทำแบบทดสอบฉบับจริง เพื่อนำไปใช้กับกลุ่มเป้าหมาย

เวชฤทธิ์ อังกษะภัทรขจร (2555, หน้า 154) ได้เสนอการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียนรู้ได้ดังนี้

1. ศึกษาหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) หรือหลักสูตรสถานศึกษา แล้ววิเคราะห์มาตรฐานการเรียนรู้ตัวชี้วัดสาระการเรียนรู้และเนื้อหา คณิตศาสตร์ที่ต้องการวัด

2. จากข้อมูลในขั้นที่ 1 วิเคราะห์จุดประสงค์การเรียนรู้ที่ต้องการให้เกิดแก่ผู้เรียนในแต่ละ เนื้อหา

3. วิเคราะห์ระดับพฤติกรรมที่ต้องการวัด ซึ่งพฤติกรรมที่วัดในคณิตศาสตร์เป็นพฤติกรรม ระดับความรู้/จำ เข้าใจ นำไปใช้และการวิเคราะห์ จากนั้นสร้างตารางวิเคราะห์ข้อสอบจำแนกตาม พฤติกรรมที่ต้องการวัดในแต่ละเนื้อหา

4. จากข้อมูลในขั้นที่ 2 และ 3 นำมาวิเคราะห์พฤติกรรมที่ต้องการวัดในแต่ละจุดประสงค์ การเรียนรู้

5. กำหนดลักษณะของข้อสอบตามพฤติกรรมที่ต้องการวัดและจุดประสงค์การเรียนรู้ที่ สร้างขึ้นในขั้นที่ 4

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2555, หน้า 30-32) ได้เสนอการ สร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้ได้ ดังนี้

1. ศึกษาจุดมุ่งหมายของการวัดผลประเมินผล สารการเรียนรู้ มาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัด และเนื้อหาที่ต้องการ
 2. วิเคราะห์เนื้อหาและระดับพฤติกรรมที่ต้องการวัด
 3. กำหนดรูปแบบของข้อสอบที่จะใช้ในแบบทดสอบ ให้สอดคล้องกับเนื้อหาและระดับพฤติกรรมที่ต้องการวัด ซึ่งควรใช้รูปแบบที่หลากหลาย เพื่อพัฒนาให้ผู้เรียนได้มีโอกาสแสดงความรู้ความสามารถอย่างเต็มศักยภาพ
 4. กำหนดจำนวนข้อสอบ การกระจายเนื้อหาที่ต้องการทดสอบและเวลาที่ใช้สอบ
 5. สร้างข้อสอบที่กำหนดโดยคำนึงถึงเทคนิคการสร้างข้อสอบและความสอดคล้องกับจุดประสงค์กับจุดมุ่งหมายของการวัดผลประเมินผล
 6. ตรวจสอบความถูกต้องของเนื้อหา ความเที่ยงตรงและความเป็นปรนัยของข้อสอบ
- นอกจากนี้สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ได้แนะนำแนวทางการสร้างข้อสอบเลือกตอบไว้ ดังนี้
1. การสร้างคำถาม : คำถามที่ดีควรมีลักษณะดังนี้
 - 1.1 สั้น ได้ใจความชัดเจน และใช้ภาษาที่เข้าใจง่าย
 - 1.2 ใช้เป็นประโยคบอกเล่า ในกรณีที่มีการใช้คำปฏิเสธ เช่น ไม่หรือห้าม ต้องเน้นด้วยตัวหนาหรือมีเส้นใต้คำที่แสดงการปฏิเสธ
 - 1.3 คำถามแต่ละข้อจะต้องเป็นอิสระต่อกัน การตอบคำถามของข้อหนึ่งจะต้องไม่ขึ้นนำหรือขึ้นอยู่กับอีกข้อหนึ่ง
 - 1.4 หลีกเลี่ยงการใช้ภาษาที่ขึ้นนำหรือสื่อความไปถึงคำตอบถูกหรือคำตอบผิด
 - 1.5 แต่ละคำถามต้องมีคำตอบที่ถูกเพียงคำตอบเดียว (ยกเว้น ข้อสอบเพื่อการวิเคราะห์ ที่มีคำตอบถูกหลายคำตอบได้ แต่การแปลผลจะต้องคำนึงถึงความหมายของแต่ละคำตอบ)
 2. การสร้างตัวเลือก : โดยทั่วไปตัวเลือกของข้อสอบเลือกตอบ มีจำนวน 3-5 ตัวเลือก การกำหนดจำนวนตัวเลือกในแต่ละข้อสอบ ต้องคำนึงถึงระดับและความสามารถของผู้เรียน ตัวเลือกที่ดีควรมีลักษณะดังต่อไปนี้
 - 2.1 แต่ละตัวเลือกควรเป็นเรื่องหรือประเด็นเดียวกันและมีความยาวใกล้เคียงกัน
 - 2.2 ใช้คำที่สั้น ได้ใจความชัดเจน และหลีกเลี่ยงการใช้คำศัพท์ หรือข้อความที่เข้าใจได้ยาก
 - 2.3 ไม่ควรใช้ตัวเลือก "ถูกทุกข้อ" "ผิดทุกข้อ" หรือ "ไม่มีข้อใดถูก" (เพราะเป็นการสื่อความหมายถึงความไม่แน่ใจในคำถามหรือการเลือกตอบด้วยความมั่นใจ)
 - 2.4 ไม่ควรสร้างตัวเลือก โดยใช้ระดับของความถูกต้องเป็นประเด็นให้คิด เช่น ถูกครึ่ง-ผิดครึ่ง หรือถูกต้องเป็นบางส่วน เพราะอาจทำให้เกิดความสับสนในการตัดสินใจเลือกคำตอบ

จากการศึกษาข้างต้น สามารถสรุปการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ผู้วิจัยนำมาใช้ในงานฉบับนี้ ดังนี้

1. ศึกษาหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) หลักสูตรสถานศึกษา แล้ววิเคราะห์มาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัดสาระการเรียนรู้และเนื้อหา คณิตศาสตร์ที่ต้องการวัด
2. วิเคราะห์จุดประสงค์การเรียนรู้และระดับพฤติกรรมที่ต้องการให้เกิดแก่ผู้เรียน
3. สร้างตารางวิเคราะห์ข้อสอบจำแนกตามพฤติกรรมที่ต้องการวัด ซึ่งพฤติกรรมที่วัดในคณิตศาสตร์เป็นพฤติกรรมระดับความรู้/จำ เข้าใจ นำไปใช้และการวิเคราะห์
4. กำหนดรูปแบบของข้อสอบและจำนวนข้อสอบ ให้สอดคล้องกับเนื้อหาและระดับพฤติกรรมที่ต้องการวัด
5. สร้างข้อสอบตามรายละเอียดที่กำหนดไว้ โดยคำนึงถึงเทคนิคการสร้างข้อสอบและความสอดคล้องกับจุดประสงค์กับจุดมุ่งหมายของการวัดผลประเมินผล
6. ตรวจสอบความถูกต้องของเนื้อหา ความเที่ยงตรงและความเป็นปรนัยของข้อสอบ
7. จัดพิมพ์แบบทดสอบฉบับทดลอง พร้อมคำชี้แจง
8. ทดลองใช้ข้อสอบกับกลุ่มที่มีลักษณะคล้ายคลึงกับกลุ่มที่ต้องการสอนจริง แล้วนำผลการทดสอบมาวิเคราะห์และปรับปรุงข้อสอบให้มีคุณภาพ
9. จัดทำแบบทดสอบฉบับจริง เพื่อนำไปใช้กับกลุ่มเป้าหมาย

ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

1. ความหมายของการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

นักการศึกษาและหน่วยงานทางการศึกษา ได้กล่าวถึงความหมายของการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ไว้ ดังนี้

O'Daffer & Thornquist (1993, p. 43) ได้กล่าวถึงการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ไว้ว่า การให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ หมายถึง การใช้ทักษะทางคณิตศาสตร์ที่มีอยู่อย่างหลากหลายในการทำความเข้าใจ แนวคิดสร้างข้อสรุปหรือสนับสนุนข้อสรุปเกี่ยวกับแนวคิดและความสัมพันธ์ของแนวคิดและแก้ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับแนวคิดนั้น

สมเดช บุญประจักษ์ (2540, หน้า 37) ได้ให้ความหมายของการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ว่าเป็นการแสดงแนวคิดเกี่ยวกับการสร้างหลักการหาความสัมพันธ์ของแนวคิดและการสรุปที่สมเหตุสมผลตามแนวคิดนั้น ๆ ซึ่งประกอบด้วย

1. ความสามารถในการวิเคราะห์และระบุถึงความสัมพันธ์ของข้อมูล

2. ความสามารถในการหาข้อสรุป

3. ความสามารถในการแสดงข้อสรุปและยืนยันข้อสรุปของแนวคิดอย่างสมเหตุสมผล

เวชฤทธิ์ อังกะนภัทรขจร (2555, หน้า 131) กล่าวว่า การให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการอธิบายการหาความสัมพันธ์การวิเคราะห์ และแสดงข้อสรุปของข้อมูลอย่างสมเหตุสมผล และความสามารถในการพิจารณาข้อสรุป

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2555, หน้า 39) ได้ให้ความหมายของการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ว่าการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์เป็นกระบวนการคิด ทางคณิตศาสตร์ที่ต้องอาศัยการคิดวิเคราะห์ และ/หรือความคิดสร้างสรรค์ในการรวบรวมข้อเท็จจริง ข้อความ/ แนวคิด/ สถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ต่าง ๆ แจกแจงความสัมพันธ์หรือการเชื่อมโยงเพื่อทำให้เกิดข้อเท็จจริงหรือสถานการณ์ใหม่

จากคำกล่าวข้างต้นเกี่ยวกับความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์สรุปได้ว่า ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เป็นกระบวนการคิดวิเคราะห์ เพื่อมาอธิบายความสัมพันธ์หรือแสดงข้อสรุป อย่างสมเหตุสมผล

2. ความหมายของความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

หน่วยงานทางการศึกษาได้กล่าวถึงความหมายของความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ไว้ ดังนี้

กรมวิชาการ (2546) ได้เสนอว่า ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์เป็นความสามารถของนักเรียน ในการให้เหตุผลประกอบการตัดสินใจ และสรุปผลได้อย่างเหมาะสม

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2555, หน้า 79) เสนอว่า ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เป็นความสามารถที่ต้องใช้การคิดวิเคราะห์และใช้เหตุผลในการหาข้อสรุปที่สมเหตุสมผลของสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์จากข้อมูลที่กำหนด โดยเหตุผลที่ใช้อาจแสดงถึงแนวคิดเกี่ยวกับความรู้ที่เป็นข้อเท็จจริง หลักการ ข้อคาดการณ์หรือข้อสนับสนุนของข้อสรุปที่ได้ในสถานการณ์นั้น ๆ

จากคำกล่าวข้างต้น สรุปได้ว่า ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถของนักเรียนที่ต้องใช้การคิด วิเคราะห์และให้เหตุผลประกอบการตัดสินใจในสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ และสรุปผลได้อย่างสมเหตุสมผล

3. ความสำคัญของการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

นักการศึกษาและหน่วยงานทางการศึกษาได้กล่าวถึงความสำคัญของการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ไว้ ดังนี้

Russell (1999, p. 1) กล่าวว่า การให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์เป็นหัวใจสำคัญของการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เนื่องจากคณิตศาสตร์เป็นวิชาที่เป็นนามธรรม ซึ่งการให้เหตุผลเป็นเครื่องมือที่จะเข้าใจนามธรรมนั้น

Artzt & Shirel (1999, pp. 115-126) ได้กล่าวถึงความสำคัญในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ไว้ว่า การให้เหตุผลเป็นส่วนที่ทำให้การแก้ปัญหาสมบูรณ์ นักเรียนจะไม่สามารถเข้าใจปัญหา วิเคราะห์ปัญหาหรือวางแผนในการแก้ปัญหาได้ หากปราศจากการให้เหตุผล ดังนั้นอาจกล่าวได้ว่าการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์มีความสำคัญควบคู่ไปกับการแก้ปัญหา

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2555, หน้า 39) ได้กล่าวว่า การให้เหตุผลเป็นทักษะและกระบวนการที่ส่งเสริมให้นักเรียนรู้จักคิดอย่างมีเหตุผล คิดอย่างเป็นระบบ สามารถวิเคราะห์ปัญหาและสถานการณ์ได้อย่างถี่ถ้วน รอบคอบ สามารถคาดการณ์วางแผน ตัดสินใจ และแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้องและเหมาะสม การคิดอย่างมีเหตุผลเป็นเครื่องมือสำคัญที่นักเรียนสามารถนำติดตัวไปใช้ในการพัฒนาตนเองในการเรียนรู้สิ่งใหม่ ๆ ในการทำงานและการดำรงชีวิต ดังนั้น การคิดอย่างมีเหตุผลจึงเป็นหัวใจสำคัญของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์

จากความสำคัญของการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ดังกล่าว สรุปได้ว่า การให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์เป็นหัวใจสำคัญของการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เป็นทักษะและกระบวนการที่ส่งเสริมให้นักเรียนรู้จักคิดอย่างมีเหตุผล คิดอย่างเป็นระบบ สามารถวิเคราะห์ปัญหาและสถานการณ์ได้อย่างถี่ถ้วน รอบคอบ สามารถคาดการณ์ วางแผน ตัดสินใจและแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้องและเหมาะสม

4. แนวทางในการพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

นักการศึกษาและหน่วยงานทางการศึกษาได้กล่าวถึงแนวทางในการพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ไว้ ดังนี้

Rowan & Morrow (1993, pp. 16-18) ได้ให้ข้อคิดเกี่ยวกับบรรยากาศในชั้นเรียนว่าเป็นสิ่งสำคัญมากครูต้องจัดบรรยากาศ นักเรียนเห็นว่าการให้เหตุผลเป็นสิ่งที่สำคัญมากกว่าการได้มาซึ่งคำตอบที่ถูกต้องและบรรยากาศในชั้นเรียนต้องไม่ทำให้นักเรียนรู้สึกหวาดกลัว แต่เป็นบรรยากาศที่สนับสนุนส่งเสริมให้นักเรียนได้พูดอธิบายและแสดงผลของแนวคิด ได้กระทำและสรุป พร้อมทั้งแสดงการยืนยันข้อสรุปของแนวคิดนั้น ๆ

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2547, หน้า 15-19) ได้ให้หลักในการพัฒนาการให้เหตุผลว่ามีหลักการที่สำคัญ ดังนี้

1. ควรจัดประสบการณ์ให้สม่ำเสมอทุกระดับชั้น
2. การให้เหตุผลสามารถพัฒนาได้โดยสอดแทรกทุกหน่วยการเรียนรู้ตามความเหมาะสม
3. ระดับการให้เหตุผลควรให้สอดคล้องกับวัยและระดับชั้นของนักเรียน

4. การให้เหตุผลควรจัดให้มีประสบการณ์อย่างสม่ำเสมอ ตั้งแต่ก่อนวัยอนุบาลจนระดับมหาวิทยาลัย ซึ่งควรจะถูกฝึกให้เกิดขึ้นเป็นนิสัย

5. ควรให้นักเรียนได้ตระหนักว่าคณิตศาสตร์เป็นวิชาที่มีเหตุผลควรจัดบรรยากาศในห้องเรียนให้ส่งเสริมการฝึกการให้เหตุผล

อัมพร ม้าคนอง (2553, หน้า 50) เสนอแนะว่าความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนจะพัฒนาขึ้นได้ ครูควรให้นักเรียนได้ปฏิบัติด้วยตนเอง ทั้งในบริบททางคณิตศาสตร์และบริบทอื่น ๆ รวมทั้งความพยายามใช้คำถามเพื่อให้นักเรียนแสดงเหตุผล ได้อย่างต่อเนื่องเช่น "ทำไม" "เพราะอะไร" "ถ้าเงื่อนไขบางอย่างเปลี่ยนไปจะเกิดอะไรขึ้น รู้ได้อย่างไร" โดยครูควรให้ความสำคัญกับทุกเหตุผล ไม่เฉพาะเหตุผลที่ถูกต้องหรือสมเหตุสมผลเท่านั้น ซึ่งจะให้นักเรียนได้อธิบาย ชี้แจงเหตุผล จะช่วยให้นักเรียนได้ทบทวนการทำงาน เพื่อสะท้อนความคิดของตนและที่สำคัญคือนักเรียนจะได้ข้อสรุปหรือตัดสินใจถูกต้องของสิ่งต่าง ๆ ด้วยตนเองมากกว่าที่จะเชื่อตามที่ครูบอกหรือตามที่หนังสือเขียนไว้

เวชฤทธิ์ อังกะษัทรขจร (2555, หน้า 131) กล่าวว่าการพัฒนาทักษะการให้เหตุผล ควรเริ่มจากการส่งเสริมให้นักเรียนคิดอย่างมีเหตุผลจากบรรยากาศที่สนับสนุนส่งเสริมให้นักเรียนได้พูด อธิบายและแสดงเหตุผลของแนวคิดอย่างอิสระ แลกเปลี่ยนแนวคิดหรือคำตอบของปัญหาและชี้แจงเหตุผลร่วมกันและควรจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ที่เป็นการผสมผสานการฝึกการคิดและการให้เหตุผลควบคู่กับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เนื้อหาตามปกติ

จากแนวทางในการพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ข้างต้น สรุปได้ว่าการที่จะพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์นั้น ครูควรจัดบรรยากาศในชั้นเรียนให้มีความเป็นกันเอง สนับสนุนให้นักเรียนกล้าที่จะแสดงความคิดเห็น สามารถพูดแสดงความคิดเห็นหรือแนวคิดได้อย่างอิสระ ควรจัดประสบการณ์ให้แก่ นักเรียนอย่างสม่ำเสมอทุกระดับชั้นและสอดแทรกในทุกหน่วยการเรียนรู้ เพื่อให้นักเรียนมีพัฒนาการทางการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ที่ต่อเนื่อง

5. การประเมินความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

นักการศึกษาและหน่วยงานทางการศึกษาได้กล่าวถึงการประเมินความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ไว้ ดังนี้

5.1 แนวทางในการประเมินความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

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

1. การสังเกตโดยครูควรเดินรอบ ๆ ห้องเพื่อสังเกตความสามารถในการให้เหตุผลขณะที่นักเรียนกำลังแก้ปัญหาในกลุ่มเพื่อนในห้องเรียน

2. การทดสอบไม่ควรใช้ข้อสอบแบบเลือกตอบ แต่ควรเป็นข้อสอบที่ให้นักเรียนได้แสดงเหตุผล เพื่อดูการตัดสินใจของนักเรียน ซึ่งควรเป็นคำถามปลายเปิด

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2547, หน้า 50-52) ได้ให้แนวคิดเกี่ยวกับการประเมินความสามารถในการให้เหตุผล นอกจากนี้จะพิจารณาความสามารถในการให้เหตุผลผู้ประเมินควรคำนึงถึงความสามารถในด้านต่อไปนี้

1. การใช้พื้นฐานความรู้ทางคณิตศาสตร์ในการให้เหตุผล
2. การใช้วิธีการทางคณิตศาสตร์สร้างข้อคาดเดาสิ่งที่จะเกิดขึ้น
3. การประเมินข้อโต้แย้งทางคณิตศาสตร์และการพิสูจน์
4. การเลือกใช้รูปแบบหรือวิธีการที่หลากหลายในการให้เหตุผลหรือพิสูจน์

สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา (2552) ได้ให้แนวคิดเกี่ยวกับการประเมินผลความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ซึ่งเป็นหนึ่งในทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่บรรจุไว้ในหลักสูตร โดยครูสามารถประเมินได้จากกิจกรรมที่นักเรียนทำแบบฝึกหัดจากการเขียนอนุทินหรือข้อสอบที่เป็นคำถามปลายเปิดที่ให้โอกาสนักเรียนแสดงความสามารถ

พรรณทิพา พรหมรักษ์ (2552, หน้า 59) กล่าวว่าแนวทางในการประเมินผลทักษะ/กระบวนการทางคณิตศาสตร์ในด้านการให้เหตุผล สามารถประเมินนักเรียนด้วยวิธีการอย่างหลากหลายวิธี เช่น การสังเกตจากการพูดคุย การเขียนและการประเมินจากการกระทำทางคณิตศาสตร์ (Doing mathematics) โดยปกติแล้วนักเรียนจะสามารถสร้างข้อคาดการณ์จากตัวอย่างต่าง ๆ ที่นักเรียนได้เห็นหรือลงมือทำและพัฒนาข้อโต้แย้ง ซึ่งขึ้นอยู่กับข้อมูลที่นักเรียนมีความรู้ว่าเป็นข้อเท็จจริงหรือไม่

จากแนวทางในการประเมินความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ดังกล่าว สรุปได้ว่า แนวทางในการประเมินความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ครูผู้สอนควรจะออกข้อสอบที่เป็นคำถามปลายเปิด นักเรียนสามารถแสดงความสามารถในการให้เหตุผลได้

5.2 เกณฑ์การประเมินความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

เนื่องจากผู้วิจัยเลือกรูปแบบในการประเมินความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ด้วยแบบทดสอบแบบอัตนัย จึงใช้เกณฑ์ในการให้คะแนนแบบรูบริค โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

Godrich (1997, pp. 14-17 อ้างถึงใน เวชฤทธิ์ อังคนะภัทรขจร, 2555, หน้า 184) ได้กล่าวถึง สาเหตุของการให้คะแนนแบบรูบริค เป็นสิ่งที่น่าสนใจสำหรับผู้สอนและนักเรียน ดังนี้

1. เกณฑ์การให้คะแนนแบบรูบริคเป็นเครื่องมือที่มีประสิทธิภาพสูงสำหรับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ สามารถสะท้อนและช่วยให้นักเรียนปรับปรุงการทำงานได้ตลอดเวลาเหมือนกับการตรวจสอบของผู้สอน เกณฑ์ที่สร้างขึ้นจะช่วยให้นักเรียนได้เห็นถึงแนวทางในการทำงานที่จะทำ

บรรลุดมุงหมายตามเนื้อหานั้น ๆ ได้ดีขึ้น ดังนั้น สิ่งที่สำคัญที่สุดของการให้คะแนนแบบรูบรีค คือ การนิยามเกณฑ์หรือระดับคุณภาพ

2. เกณฑ์การให้คะแนนแบบรูบรีคจะทำให้นักเรียนมีความละเอียดรอบคอบในการตัดสินคุณภาพของตนเองทำให้ตระหนักถึงความแตกต่างระหว่างงานที่เสร็จกับงานที่มีคุณภาพ

3. เกณฑ์การให้คะแนนแบบรูบรีคจะช่วยลดเวลาของผู้สอนในการประเมินชิ้นงานและเมื่อมีเกณฑ์ที่ชัดเจนนักเรียนก็สามารถวิเคราะห์และประเมินชิ้นงานของตนเองและผู้อื่นได้อย่างเที่ยงตรง มีความยุติธรรมเป็นที่ยอมรับของคนอื่นในชั้นเรียน

4. เกณฑ์การให้คะแนนแบบรูบรีค เป็นสิ่งที่ยากต่อการใช้และการอธิบายผู้อื่นให้เข้าใจการประเมินหรือการให้คะแนนของตนเอง

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2555, หน้า 168) กล่าวว่า การให้คะแนนแบบรูบรีคเป็นเครื่องมือช่วยให้ครูพิจารณาและตัดสินใจระดับความสามารถของนักเรียนด้านความรู้แนวคิดทางคณิตศาสตร์ทักษะ/ กระบวนการทางคณิตศาสตร์และการประยุกต์ใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์ เพื่อนำผลที่ได้มาใช้ในการปรับปรุงการเรียนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้มีประสิทธิภาพดียิ่งขึ้น ตลอดจนการให้คะแนนแบบรูบรีคยังเป็นเครื่องมือช่วยให้นักเรียนประเมินผล ระดับความสามารถด้านคณิตศาสตร์ของตนเองแล้ว นำผลที่ได้มาปรับปรุงและพัฒนาความสามารถด้านคณิตศาสตร์ของตนเองให้ดียิ่งขึ้นด้วย

เวชฤทธิ์ อังกะภักทรขจร (2555, หน้า 184-185) กล่าวถึงประเภทของเกณฑ์การให้คะแนนแบบรูบรีค ซึ่งมี 2 รูปแบบดังนี้

1. การให้คะแนนแบบภาพรวม (Holistic scoring) เป็นการให้คะแนนที่ประเมินความรู้และผลงานของนักเรียน โดยกำหนดระดับคะแนน พร้อมระบุรายละเอียดของผลงานหรือพฤติกรรมของนักเรียนเป็นภาพรวม โดยไม่มีการแยกเป็นด้าน ๆ การให้คะแนนลักษณะนี้มักใช้ในการตัดสินหรือสรุปผลการเรียนของนักเรียน

2. การให้คะแนนแบบแยกองค์ประกอบ (Analytic scoring) เป็นการให้คะแนนตามองค์ประกอบของสิ่งที่ต้องการประเมิน เช่น เมื่อประเมินความเข้าใจทางคณิตศาสตร์เรื่องการวิเคราะห์ข้อมูล อาจแยกพิจารณาเป็นด้านการเก็บรวบรวมข้อมูล ด้านการนำเสนอข้อมูล และด้านการอ่านเปรียบเทียบและวิเคราะห์แนวโน้มของข้อมูล การให้คะแนนลักษณะนี้มักใช้ในการประเมินผลการเรียนรู้ที่มีจุดประสงค์เพื่อวินิจฉัยหาจุดเด่นหรือจุดด้อยของนักเรียนในแต่ละด้าน

จากเกณฑ์การให้คะแนนแบบรูบรีค ดังกล่าว ผู้วิจัยได้ใช้แบบการให้คะแนนแบบภาพรวม (Holistic scoring) ซึ่งมีผู้ให้เกณฑ์การประเมินความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์แบบรูบรีคประเภทการให้คะแนนแบบภาพรวมไว้ ดังนี้

กระทรวงศึกษาธิการ (2546, หน้า 75) ได้กำหนดเกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์แสดงดังตารางที่ 7

ตารางที่ 7 เกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของ
กระทรวงศึกษาธิการ

คะแนน/ ความหมาย	ผลการทำข้อสอบแบบอัตนัย	ความสามารถในการให้เหตุผล
4/ดีมาก	การแสดงวิธีทำชัดเจน สมบูรณ์ คำตอบถูกต้องครบถ้วน	มีการอ้างอิงเสนอแนวคิด ประกอบการตัดสินใจอย่างสมเหตุสมผล
3/ดี	การแสดงวิธีทำอย่างไม่ชัดเจนนัก แต่อยู่ในแนวทางที่ถูกต้อง คำตอบถูกต้องครบถ้วน	มีการอ้างอิงที่ถูกต้องบางส่วน และเสนอแนวคิดประกอบการตัดสินใจ
2/พอใช้	การแสดงวิธีทำยังไม่ชัดเจน หรือไม่แสดงวิธีทำ คำตอบถูกต้องครบถ้วน หรือการแสดงวิธีทำชัดเจน สมบูรณ์ แต่คำตอบไม่ถูกต้อง ขาดการตรวจสอบ	เสนอแนวคิดไม่สมเหตุสมผล ในประกอบการตัดสินใจ
1/ต้องปรับปรุง	การแสดงวิธีทำยังไม่ชัดเจนนัก แต่อยู่ในแนวทางที่ถูกต้อง คำตอบไม่ถูกต้อง หรือไม่แสดงวิธีทำ และคำตอบที่ได้ไม่ถูกต้อง แต่อยู่ในแนวทางที่ถูกต้อง	มีความพยายามเสนอแนวคิด ประกอบการตัดสินใจ
0/ไม่พยายาม	ทำได้ไม่ถึงเกณฑ์	ไม่มีแนวคิดประกอบการตัดสินใจ

อลิสรา ชมชื่น (2550, หน้า 118) ได้กำหนดเกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ แสดงดังตารางที่ 8

ตารางที่ 8 เกณฑ์การประเมินวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของ อลิสรา ชมชื่น

คะแนน/ความหมาย	ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ที่ปรากฏให้เห็น
1/ดี	อ้างอิงเหตุผลถูกต้องครบถ้วน
0.5/พอใช้	อ้างอิงเหตุผลถูกต้องบางส่วน
0/ไม่ดี	อ้างอิงเหตุผลไม่ถูกต้อง หรือหรือไม่มีการอ้างอิงเหตุผล

เวชฤทธิ์ อังกะภักทรขจร (2554, หน้า 116) กล่าวถึง เกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ได้ ดังตารางที่ 9

ตารางที่ 9 เกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของ
เวชฤทธิ์ อังกะภักทรขจร

คะแนน/ความหมาย	ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ที่ปรากฏให้เห็น
4/ดีมาก	ตอบคำถามถูกต้องทั้งหมด แล้วแสดงเหตุผลประกอบคำตอบได้ สมบูรณ์ มีการอธิบายอย่างสมเหตุสมผลและชัดเจน
3/ดี	ตอบคำถามถูกต้องทั้งหมดและแสดงเหตุผลประกอบการตัดสินใจได้เกือบสมบูรณ์
2/พอใช้	ตอบคำถามถูกต้องบางส่วนและพยายามแสดงเหตุผลประกอบคำตอบแต่ไม่ถูกต้อง
1/ต้องปรับปรุง	ตอบคำถามถูกต้องบางส่วนมีการให้เหตุผลตามความคิดของบุคคล
0/ไม่พยายาม	ไม่มีการตอบคำถามและไม่มีการแสดงเหตุผลใดๆ

สสวท. (2555, หน้า 177) กล่าวถึงเกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ได้ ดังตารางที่ 10

ตารางที่ 10 เกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของ สสวท.

คะแนน/ ความหมาย	ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ที่ปรากฏให้เห็น
3/ดี	มีการอ้างที่ถูกต้องและเสนอแนวคิดประกอบการตัดสินใจอย่างสมเหตุสมผล
2/พอใช้	มีการอ้างอิงที่ถูกต้องบางส่วนและเสนอแนวคิดประกอบการตัดสินใจ แต่ไม่สมเหตุสมผลบางกรณี
1/ต้องปรับปรุง	มีการแสดงแนวคิดที่ไม่สมเหตุสมผลในการตัดสินใจและไม่ระบุงการอ้างอิง

จากเกณฑ์การให้คะแนนแบบรูบริคโดยการให้คะแนนแบบภาพรวม (Holistic scoring) ดังกล่าว ผู้วิจัยจึงนำมาปรับปรุงโดยกำหนดเกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ดังตารางที่ 11

ตารางที่ 11 เกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของผู้วิจัย

คะแนน/ความหมาย	ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ที่ปรากฏให้เห็น
3/ดีมาก	ตอบคำถามถูกต้อง สมบูรณ์ มีการแสดงแนวคิดหรือเหตุผล ประกอบคำตอบได้อย่างสมเหตุสมผล
2/ดี	ตอบคำถามถูกต้อง ไม่ชัดเจน เกือบสมบูรณ์ มีการแสดงแนวคิดหรือเหตุผลประกอบคำตอบได้อย่างสมเหตุสมผล ถูกต้องเกือบสมบูรณ์
1/พอใช้	ตอบคำถามถูกต้อง มีการแสดงแนวคิดหรือเหตุผลประกอบคำตอบ ไม่สมบูรณ์ ไม่สมเหตุสมผล หรือไม่มีการแสดงแนวคิดหรือเหตุผลประกอบคำตอบ หรือไม่ตอบคำถาม แต่มีการแสดงแนวคิดหรือเหตุผลประกอบคำตอบอย่างสมเหตุสมผล ถูกต้องเกือบสมบูรณ์
0/ปรับปรุง	ตอบคำถามไม่ถูกต้อง และไม่มีการแสดงแนวคิดหรือเหตุผลประกอบ หรือไม่มีการเขียนใดๆ

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยในประเทศ

จากการค้นคว้าและศึกษางานวิจัยภายในประเทศที่เกี่ยวข้อง

คมสัน ตรีไพบูลย์ (2557) ได้ศึกษาการพัฒนา รูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับรูปแบบการสอนมโนทัศน์ เพื่อพัฒนามโนทัศน์และความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เรื่อง ภาคตัดกรวย ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ผลการวิจัยสรุปได้ดังนี้ 1. ได้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่ประกอบด้วย 1) หลักการ 2) จุดมุ่งหมาย 3) กระบวนการจัดการเรียนรู้ 4) เนื้อหาสาระการเรียนรู้ และ 5) การวัดและการประเมินผล การประเมินคุณภาพรูปแบบการสอน โดยผู้ทรงคุณวุฒิอยู่ในระดับเหมาะสมดีมาก ($\bar{x} = 3.86$, $S.D. = 0.42$) 2. ผลการทดลองใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับรูปแบบการสอนมโนทัศน์ เรื่อง ภาคตัดกรวย ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 พบว่า 2.1) นักเรียนกลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยความรู้ด้านมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่เรียนวิธีปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 2.2) นักเรียนกลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์สูงกว่านักเรียนกลุ่มที่เรียนด้วยวิธีปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

ดิษพล เนตรนิมิตร (2558) ได้ศึกษาผลการใช้รูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอน (5Es) ร่วมกับการใช้คำถามระดับสูง ที่มีต่อความสามารถในการให้เหตุผลและมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชัน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ผลการวิจัยพบว่า 1. ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชัน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังได้รับการใช้รูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอน (5Es) ร่วมกับคำถามระดับสูง สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05 2. มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชัน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังได้รับการใช้รูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอน (5Es) ร่วมกับคำถามระดับสูง สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05

ดวงตะวัน งามแสง (2558) ได้ศึกษาผลการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทางทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ ผลการวิจัยพบว่า 1. ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 หลังเรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทางทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ สูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 หลังเรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทางทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

กรรณิการ์ หาญพิทักษ์ (2559) ได้ศึกษาผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ที่มีต่อมโนทัศน์และความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง รูปสามเหลี่ยม ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ผลการวิจัยพบว่า 1. มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง รูปสามเหลี่ยม ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 หลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 75 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 2. ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 หลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 75 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01

วันชัชมา ปานากาเซ็ง (2560) ได้จัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ เรื่อง กำหนดการเชิงเส้น โดยใช้โปรแกรม The Geometer's Sketchpad สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ผลการวิจัยพบว่า 1. นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ เรื่อง กำหนดการเชิงเส้น โดยใช้โปรแกรม GSP มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 60 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 และมีค่าดัชนีประสิทธิผลของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเท่ากับ 0.6136 2. นักเรียนส่วนใหญ่มีความพึงพอใจต่อกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ เรื่อง กำหนดการเชิงเส้น โดยใช้โปรแกรม GSP อยู่ในระดับมากขึ้นไป

จิตาภา ลูกเงาะ (2560) ได้ศึกษาผลการจัดการเรียนรู้ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ที่มีต่อความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชัน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ผลการวิจัยพบว่า 1. ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชัน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05 2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชัน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05

พัชรี เรื่องสวัสดิ์ (2562) ได้ศึกษาการพัฒนาารูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ที่ส่งเสริมความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ความน่าจะเป็น ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ผลการวิจัยพบว่า 1. รูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ที่ส่งเสริมความเข้าใจทางคณิตศาสตร์เรื่อง ความน่าจะเป็นของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 มีประสิทธิภาพเท่ากับ 81.90/83.57 และ 2. ระดับความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ความน่าจะเป็น ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 อยู่ในระดับการจัดกระทำ (A) คิดเป็นร้อยละ 16.67 ระดับกระบวนการ (P) คิดเป็นร้อยละ 30.95 และระดับวัตถุ (O) คิดเป็นร้อยละ 52.38

มาศสิริ เหมือนเพชร (2562) ได้ศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้โดยใช้กลวิธี STAR ร่วมกับการใช้คำถามระดับสูง ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการ

เรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ผลการวิจัยพบว่า 1. ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้กลวิธี STAR ร่วมกับการใช้คำถามระดับสูง สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 และเมื่อพิจารณาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์แต่ละด้าน พบว่า ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ด้านการศึกษาโจทย์ปัญหา ด้านการแปลงข้อมูลที่มีอยู่ในโจทย์ปัญหาไปสู่รูปภาพ ตาราง หรือสมการทางคณิตศาสตร์ด้านการหาคำตอบของโจทย์ปัญหา และด้านการทบทวนคำตอบของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้กลวิธี STAR ร่วมกับการใช้คำถามระดับสูง สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ทุกด้าน ยกเว้น ด้านการทบทวนคำตอบ ไม่สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70

2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้กลวิธี STAR ร่วมกับการใช้คำถามระดับสูง สูงกว่าเกณฑ์ ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

สุภาพร พลเสนา (2562) ได้ศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้โมเดลเฟสเมที่อดคอมปิเนชัน ร่วมกับคำถามระดับสูง ที่มีต่อความสามารถในการสื่อสารและความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ผลการวิจัยพบว่า 1.ความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ เรื่อง เส้นขนาน ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โดยใช้โมเดลเฟสเมที่อดคอมปิเนชันร่วมกับคำถามระดับสูงสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 2. ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง เส้นขนาน ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้โมเดลเฟสเมที่อดคอมปิเนชันร่วมกับคำถามระดับสูง สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

จิราภา ปั่นทอง (2563) ได้ศึกษาผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบค้นพบร่วมกับคำถามระดับสูง ที่มีต่อความสามารถในการให้เหตุผลและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ผลการวิจัยพบว่า 1. ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบค้นพบร่วมกับคำถามระดับสูง สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 0.05 2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบค้นพบร่วมกับคำถามระดับสูง สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

ณัฐภัทร แสงมาลา (2564) ได้ศึกษาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบอุปนัยและนิรนัย ร่วมกับการใช้คำถามระดับสูง ที่มีผลต่อเมตาคognition และความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง วงกลม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ผลการวิจัยพบว่า 1.นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 หลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบอุปนัยและนิรนัยร่วมกับการใช้คำถาม

ระดับสูง เรื่อง วงกลม มีคะแนนโมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เฉลี่ยสูงกว่า เกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 2. นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 หลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบอุปนัยและนิรนัยร่วมกับการใช้คำถามระดับสูง เรื่อง วงกลม มีคะแนนความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เฉลี่ยสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

งานวิจัยต่างประเทศ

จากการค้นคว้าและศึกษางานวิจัยต่างประเทศที่เกี่ยวข้อง

Chee (1976) ได้ศึกษาผลของคำถามระดับสูงที่มีต่อระดับการตอบสนอง และความสามารถในการให้เหตุผลของนักเรียนโดยใช้คำถามระดับสูง ซึ่งประกอบด้วยคำถามการนำไปใช้วิเคราะห์สังเคราะห์ และประเมินค่า พบว่า คำถามระดับสูงมีผลต่อความสามารถในการคิดให้เหตุผลของนักเรียน แต่ไม่พบว่าคำถามระดับสูงมีผลต่อการตอบสนองของนักเรียน

Thomas and Josepha (1998, pp. 504-509) พบว่า การใช้คำถามระดับสูงในการเรียนการสอนคณิตศาสตร์เป็นการกระตุ้นที่ดีของครูในการทำให้นักเรียนสามารถในการแก้ปัญหาหรือโจทย์ปัญหาต่าง ๆ ได้ด้วยตัวของนักเรียนเอง จะไม่ใช่ให้นักเรียนจำวิธีคิดแล้วนำไปใช้แก้ปัญหาในลักษณะเดียวกันหมดแบบแต่ก่อน ครูควรสอนแบบนี้ถึงสถานการณ์จริงแล้วใช้คำถามระดับสูงกระตุ้นให้นักเรียนใช้ความรู้ที่มีอยู่มาเป็นเหตุผลในการสรุปหาคำตอบ

Goodman (2004) ได้ศึกษาเกี่ยวกับมุมมองของทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ในการศึกษาคณิตศาสตร์ในระดับกลาง โดยการสอนแบบโครงงานคณิตศาสตร์ร่วมกับทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ โดยนักเรียนในแต่ละกลุ่มมีความรู้ความสามารถแตกต่างกัน คือ เก่ง ปานกลาง อ่อน จากการศึกษาพบว่าการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนโครงงานคณิตศาสตร์ร่วมกับทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์สามารถเพิ่มความชำนาญในการแก้ปัญหาและความสามารถในการทางคณิตศาสตร์มากขึ้น

Narli (2011) ได้ศึกษาการจัดการเรียนรู้ เรื่อง ทฤษฎีเซต ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์โดยกลุ่มตัวอย่างมีจำนวนนักเรียน 60 คน แบ่งเป็นกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุม กลุ่มละ 30 คน หลังจากจัดการเรียนรู้เสร็จแล้ว ให้นักเรียนทำแบบทดสอบวัดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ ประกอบด้วย เรื่อง เซต ความสัมพันธ์ และฟังก์ชัน ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์มีมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ

Shahrill and Mundia (2014, pp. 26-28) ได้ศึกษาการใช้คำถามระดับต่ำและคำถามระดับสูงในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์ของผู้สอน ซึ่งผู้สอนทำการสังเกตและวิเคราะห์จากการบันทึกวิดีโอ โดยกลุ่มตัวอย่าง คือ ผู้สอนรายวิชาคณิตศาสตร์แก่นักเรียนที่กำลังศึกษาในระดับเกรด 8 ในประเทศสหรัฐอเมริกาและออสเตรเลีย ซึ่งผู้สอนเป็นเพศชาย 2 คนและเพศหญิง 4 คน รวม 6 คน ผลการศึกษาปรากฏว่า คำถามที่ผู้สอนนำมาใช้การจัดการเรียนการสอนส่วนใหญ่ คือ คำถามระดับต่ำ ซึ่งคิดเป็นร้อยละ 75.8 ในขณะที่ร้อยละของการใช้คำถามระดับสูง มีค่า

เท่ากับ 24.2 นอกจากนี้ผู้สอนได้ใช้คำถามกับนักเรียนชายมากกว่านักเรียนหญิง เนื่องจากนักเรียนชายมีการตอบสนองต่อคำถามได้ดีกว่านักเรียนหญิงและผู้สอนทุกคนให้คำชมแก่ผู้เรียน เมื่อผู้เรียนตอบคำถามเพื่อสร้างแรงจูงใจในการเรียนของผู้เรียน

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องทั้งในประเทศและต่างประเทศ พบว่า การจัดการเรียนรู้ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์และการใช้คำถามระดับสูงช่วยพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ได้



บทที่ 3

วิธีการดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง สมการเชิงเส้นสองตัวแปรและเปรียบเทียบความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ของ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 หลังจากได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับคำถามระดับสูง กับเกณฑ์ร้อยละ 70 ผู้วิจัยได้ศึกษาค้นคว้าจากเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง โดยดำเนินการ ดังนี้

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง
2. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
3. การสร้างและหาคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
4. รูปแบบการวิจัย
5. การเก็บรวบรวมข้อมูล
6. การวิเคราะห์ข้อมูลและสถิติที่ใช้ในการวิจัย

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนแสนสุข ตำบลแสนสุข อำเภอเมือง จังหวัดชลบุรี ปีการศึกษา 2567 จำนวน 11 ห้อง จำนวนทั้งหมด 432 คน โดยโรงเรียนมีการจัดห้องเรียนแบบคละความสามารถทางการเรียน

กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนแสนสุข ตำบลแสนสุข อำเภอเมือง จังหวัดชลบุรี ปีการศึกษา 2567 จำนวน 1 ห้อง 37 คน ซึ่งได้มาโดยการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling) โดยการจับสลากเลือกห้องเรียนโดยใช้ห้องเรียนเป็นหน่วยในการสุ่ม

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ประกอบด้วย

1. แผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับคำถามระดับสูง จำนวน 7 แผน รวม 14 คาบ

2. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ หน่วยการเรียนรู้ เรื่อง สมการเชิงเส้นสองตัวแปร ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เป็นแบบทดสอบปรนัย ชนิด 4 ตัวเลือก จำนวน 20 ข้อ จำนวน 1 ฉบับ

3. แบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เป็นแบบทดสอบแบบอัตนัย จำนวน 7 ข้อ จำนวน 1 ฉบับ

การสร้างและหาคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยจะดำเนินการสร้างและหาคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยแต่ละอย่าง ดังนี้

1. แผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับคำถามระดับสูง

แผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับคำถามระดับสูง หน่วยการเรียนรู้ เรื่อง สมการเชิงเส้นสองตัวแปร จำนวน 7 แผน ผู้วิจัยมีขั้นตอนการดำเนินการ ดังต่อไปนี้

1.1 ศึกษาแนวคิดทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ด้วยการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์และการใช้คำถามระดับสูง จากเอกสารและงานวิจัยต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง

1.2 ศึกษาตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ.2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 และหลักสูตรสถานศึกษา โรงเรียนแสนสุข จังหวัดชลบุรี กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น เรื่อง สมการเชิงเส้นสองตัวแปร เพื่อวิเคราะห์เกี่ยวกับคำอธิบายรายวิชา โครงสร้างรายวิชา มาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด และสาระสำคัญ รวมถึงศึกษาหนังสือเรียนรายวิชา พื้นฐาน คณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

1.3 จากการศึกษาข้างต้น นำมาวิเคราะห์มาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด สาระการเรียนรู้ และจุดประสงค์ เรื่อง สมการเชิงเส้นสองตัวแปร ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

ตารางที่ 12 วิเคราะห์โครงสร้างของแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง สมการเชิงเส้นสองตัวแปร ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

แผน	สาระการเรียนรู้	จุดประสงค์การเรียนรู้	เวลา (คาบ)
1	ความหมายของคู่อันดับ	1. นักเรียนสามารถอธิบายความหมายของคู่อันดับ	2

ตารางที่ 12 (ต่อ)

แผน	สาระการเรียนรู้	จุดประสงค์การเรียนรู้	เวลา (คาบ)
1	ความหมายของคู่อันดับ (ต่อ)	อันดับได้ 2. นักเรียนสามารถอ่านและเขียนคู่อันดับจากแผนภาพที่กำหนดให้ได้ 3. นักเรียนสามารถให้เหตุผลเกี่ยวกับความหมายของคู่อันดับได้	
2	คู่อันดับบนระบบพิกัดฉาก	1. นักเรียนสามารถอธิบายเกี่ยวกับระบบพิกัดฉากได้ 2. นักเรียนสามารถเขียนคู่อันดับลงบนระบบพิกัดฉากได้ 3. นักเรียนสามารถเปรียบเทียบความเหมือนหรือแตกต่างของคู่อันดับที่อยู่บนแต่ละจุดภาคของระบบพิกัดฉากได้ 4. นักเรียนสามารถให้เหตุผลเกี่ยวกับคู่อันดับบนระบบพิกัดฉากได้	2
3	กราฟของความสัมพันธ์บนระบบพิกัดฉาก	1. นักเรียนสามารถอธิบายความสัมพันธ์ของข้อมูล 2 ชุด จากตารางที่กำหนดให้ได้ 2. นักเรียนสามารถเขียนคู่อันดับและกราฟแสดงความสัมพันธ์บนระบบพิกัดฉากได้ 3. นักเรียนสามารถให้เหตุผลเกี่ยวกับกราฟแสดงความสัมพันธ์บนระบบพิกัดฉาก	2
4	ลักษณะของสมการเชิงเส้นสองตัวแปร	1. นักเรียนสามารถอธิบายเกี่ยวกับลักษณะของสมการเชิงเส้นสองตัวแปรได้ 2. นักเรียนสามารถเขียนสมการเชิงเส้นสองตัวแปรได้ 3. นักเรียนสามารถให้เหตุผลเกี่ยวกับลักษณะของสมการเชิงเส้นสองตัวแปรได้	2

ตารางที่ 12 (ต่อ)

แผน	สาระการเรียนรู้	จุดประสงค์การเรียนรู้	เวลา (คาบ)
5	รูปทั่วไปของสมการเชิงเส้นสองตัวแปร	1. นักเรียนสามารถอธิบายเกี่ยวกับรูปทั่วไปของสมการเชิงเส้นสองตัวแปรได้ 2. นักเรียนสามารถเขียนรูปทั่วไปของสมการเชิงเส้นสองตัวแปรได้ 3. นักเรียนสามารถให้เหตุผลเกี่ยวกับรูปทั่วไปของสมการเชิงเส้นสองตัวแปรได้	2
6	คำตอบของสมการเชิงเส้นสองตัวแปร	1. นักเรียนสามารถอธิบายเกี่ยวกับลักษณะของคำตอบของสมการเชิงเส้นสองตัวแปรได้ 2. นักเรียนสามารถวิเคราะห์ เพื่อหาคำตอบของสมการเชิงเส้นสองตัวแปรได้ 3. นักเรียนสามารถให้เหตุผลเกี่ยวกับคำตอบของสมการเชิงเส้นสองตัวแปรได้	2
7	การสร้างกราฟของสมการเชิงเส้นสองตัวแปร	1. นักเรียนสามารถอธิบายเกี่ยวกับการสร้างกราฟของสมการเชิงเส้นสองตัวแปรได้ 2. นักเรียนสามารถสร้างกราฟของสมการเชิงเส้นสองตัวแปรได้ 3. นักเรียนสามารถให้เหตุผลเกี่ยวกับการสร้างกราฟของสมการเชิงเส้นสองตัวแปรได้	2
รวม			14

กำหนดโครงสร้างของแผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับคำถามระดับสูง ซึ่งประกอบด้วย มาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด สาระสำคัญ จุดประสงค์การเรียนรู้ สาระการเรียนรู้ สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน คุณลักษณะอันพึงประสงค์ กิจกรรมการเรียนรู้ สื่อและแหล่งเรียนรู้ และการวัดและประเมินผล

1.4 เขียนแผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับคำถามระดับสูงตามโครงสร้างที่กำหนดไว้ในข้อ 1.3

1.5 นำแผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับคำถามระดับสูงที่ผู้วิจัยสร้างเรียบร้อยแล้วเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษา เพื่อตรวจสอบความถูกต้องให้ข้อเสนอแนะในด้านต่าง ๆ ตลอดจนภาษาที่ใช้และดำเนินการปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะของอาจารย์ที่ปรึกษา

1.6 นำแผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับคำถามระดับสูงที่ได้รับการปรับปรุงแก้ไขแล้วเสนอต่อผู้ทรงคุณวุฒิ 5 ท่าน เพื่อตรวจสอบความถูกต้องเหมาะสมของมาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด สาระสำคัญ จุดประสงค์การเรียนรู้ สาระการเรียนรู้ กิจกรรมการเรียนรู้ สื่อและแหล่งเรียนรู้ และการวัดและประเมินผล โดยใช้แบบประเมินที่มีลักษณะเป็นมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ (Rating Scale) ดังนี้

5 หมายถึง มีความเหมาะสมมากที่สุด

4 หมายถึง มีความเหมาะสมมาก

3 หมายถึง มีความเหมาะสมปานกลาง

2 หมายถึง มีความเหมาะสมน้อย

1 หมายถึง มีความเหมาะสมน้อยที่สุด

แล้วนำมาหาค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานมาแปลความหมาย โดยเปรียบเทียบกับเกณฑ์ในการแปลความหมาย (บุญชม ศรีสะอาด, 2553, หน้า 162) ดังนี้

ค่าเฉลี่ยระหว่าง 4.51 - 5.00 หมายถึง มีความเหมาะสมมากที่สุด

ค่าเฉลี่ยระหว่าง 3.51 - 4.50 หมายถึง มีความเหมาะสมมาก

ค่าเฉลี่ยระหว่าง 2.51 - 3.50 หมายถึง มีความเหมาะสมปานกลาง

ค่าเฉลี่ยระหว่าง 1.51 - 2.50 หมายถึง มีความเหมาะสมน้อย

ค่าเฉลี่ยระหว่าง 0.00 - 1.50 หมายถึง มีความเหมาะสมน้อยที่สุด

โดยยึดเกณฑ์การตัดสินจากคะแนนเฉลี่ย 3.51 ขึ้นไป เป็นเกณฑ์พิจารณาและยอมรับว่าเป็นแผนการจัดการเรียนรู้ที่นำไปใช้ได้ ซึ่งแผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับคำถามระดับสูงมีค่าเฉลี่ยการประเมินครั้งนี้เท่ากับ 4.85 มีความเหมาะสมมากที่สุด เมื่อพิจารณาแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้มีค่าเฉลี่ยจากการประเมิน ดังนี้

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 มีค่าเฉลี่ยจากการประเมิน 4.78 มีความเหมาะสมมากที่สุด

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 มีค่าเฉลี่ยจากการประเมิน 4.87 มีความเหมาะสมมากที่สุด

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 มีค่าเฉลี่ยจากการประเมิน 4.84 มีความเหมาะสมมากที่สุด

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 มีค่าเฉลี่ยจากการประเมิน 4.84 มีความเหมาะสมมากที่สุด

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5 มีค่าเฉลี่ยจากการประเมิน 4.84 มีความเหมาะสมมากที่สุด

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6 มีค่าเฉลี่ยจากการประเมิน 4.89 มีความเหมาะสมมากที่สุด

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 7 มีค่าเฉลี่ยจากการประเมิน 4.89 มีความเหมาะสมมากที่สุด

ดังนั้น จากการประเมินครั้งนี้ แผนการจัดการเรียนรู้มีค่าเฉลี่ยความเหมาะสมอยู่ระหว่าง 4.78–4.89 และรายละเอียดของการประเมินในครั้งนี้ ปรากฏในภาคผนวก ข

1.7 ปรับปรุง แก้ไข กิจกรรมในแผนการจัดการเรียนรู้ให้เหมาะสมตามคำแนะนำของผู้ทรงคุณวุฒิ

1.8 นำแผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับคำถามระดับสูงที่ปรับปรุงตามข้อเสนอแนะของผู้ทรงคุณวุฒิ แล้วนำเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาเพื่อพิจารณาอีกครั้งหนึ่ง

1.9 นำแผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับคำถามระดับสูงไปทดลองใช้ (Try out) กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2/1 โรงเรียนแสนสุข ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างจำนวน 33 คน เพื่อหาข้อบกพร่องเกี่ยวกับเวลา ภาษาที่ใช้ ขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้และคุณภาพของสื่อการเรียนรู้ โดยมีการปรับกิจกรรมการเรียนรู้ ดังนี้

- ในทุกแผนการจัดการเรียนรู้ ในขั้นเกิดความขัดแย้งทางปัญญา เนื่องจากความรู้พื้นฐานของนักเรียนแต่ละคนมีความแตกต่างกัน ในขั้นนี้ เมื่อนักเรียนได้รับใบกิจกรรมแล้ว นักเรียนบางคนยังเกิดความสงสัยในสถานการณ์หรือปัญหาที่ครูกำหนดให้อยู่ ครูจึงมีการเพิ่มคำถามให้วิเคราะห์แก่นักเรียน ซึ่งเป็นคำถามที่เกี่ยวกับความรู้พื้นฐานของนักเรียน จะเป็นการกระตุ้นให้นักเรียนเกิดกระบวนการคิดได้เร็วขึ้น

- ในทุกแผนการจัดการเรียนรู้ ในขั้นเกิดความขัดแย้งทางปัญญา ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่มีการจัดกลุ่มทำกิจกรรมของนักเรียน จากเดิมเมื่อเริ่มทำกิจกรรมกลุ่มนักเรียนใช้เวลาค่อนข้างมากในการเข้ากลุ่ม ดังนั้น จึงมีการปรับให้นักเรียนที่อยู่กลุ่มเดียวกันนั่งอยู่ในโซนเดียวกัน และนักเรียนต้องรู้ว่าสมาชิกในกลุ่มมีใครบ้าง เพื่อความรวดเร็วในการทำกิจกรรมกลุ่ม

- ในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เดิมในขั้นแสวงหาคำตอบ ในคาบที่ 1 นักเรียนทำใบกิจกรรมที่ 3.1 และในคาบที่ 2 นักเรียนทำใบกิจกรรมที่ 3.2 แต่เนื่องด้วยนักเรียนแต่ละกลุ่มใช้เวลาในการทำใบกิจกรรมค่อนข้างนาน จึงมีการปรับ ดังนี้ ให้นักเรียนยังคงอยู่กลุ่มเดิม แต่แบ่งจำนวนกลุ่มนักเรียนออกเป็น 2 ชุด โดยชุดที่ 1 ทำใบกิจกรรมที่ 3.1 และชุดที่ 2 ทำใบกิจกรรมที่ 3.2 ทำในคาบที่ 1 พร้อมกัน และให้ตัวแทนนักเรียนนำเสนอทั้ง 2 ใบงาน ในขั้นสะท้อนความคิด โดยให้นักเรียนทั้ง 2 ชุด ได้เกิดการเปรียบเทียบลักษณะของกราฟได้อย่างชัดเจนยิ่งขึ้นและได้แลกเปลี่ยนความคิดเห็นซึ่งกันและกัน

1.10 จัดทำแผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับคำถามระดับสูงฉบับสมบูรณ์เพื่อนำไปใช้ในการวิจัยต่อไป

2. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง สมการเชิงเส้นสองตัวแปร ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง สมการเชิงเส้นสองตัวแปร เป็นแบบปรนัยชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 20 ข้อ มีขั้นตอนการสร้างและหาคุณภาพของเครื่องมือ ดังนี้

2.1 ศึกษามาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ แผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับคำถามระดับสูง หนังสือเรียนสื่อการเรียนรู้ หลักสูตรแกนกลางฯ คณิตศาสตร์ ม.1 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง คู่มือการวัดและประเมินผลการเรียนรู้

2.2 กำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้ของการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง สมการเชิงเส้นสองตัวแปร

2.3 สร้างตารางวิเคราะห์แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง สมการเชิงเส้นสองตัวแปร ซึ่งประกอบด้วยมาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด สาระการเรียนรู้ จุดประสงค์การเรียนรู้ และจำนวนข้อสอบ จำแนกตามระดับพฤติกรรม ดังตารางที่ 13

ตารางที่ 13 ตารางวิเคราะห์แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง สมการเชิงเส้นสองตัวแปร

สาระการเรียนรู้	จุดประสงค์การเรียนรู้	ระดับพฤติกรรม				รวม
		ความรู้-จำ	ความเข้าใจ	นำไปใช้	การวิเคราะห์	
ความหมายของคู่ อันดับ	1. นักเรียนสามารถอธิบาย ความหมายของคู่อันดับได้ (K)	2(1)				2(1)
	2. นักเรียนสามารถอ่านและเขียน คู่อันดับจากแผนภาพที่กำหนดให้ ได้ (K)		2(1)			2(1)
คู่อันดับบนระบบ พิกัดฉาก	1. นักเรียนสามารถอธิบาย เกี่ยวกับระบบพิกัดฉากได้ (K)		2(1)			2(1)
	2. นักเรียนสามารถเขียนคู่อันดับ			4(2)		4(2)

ตารางที่ 13 (ต่อ)

สาระการ เรียนรู้	จุดประสงค์การเรียนรู้	ระดับพฤติกรรม				รวม
		ความรู้-จำ	ความเข้าใจ	นำไปใช้	การวิเคราะห์	
	ลงบนระบบพิกัดฉากได้ (K)					
	3. นักเรียนสามารถเปรียบเทียบความเหมือนหรือแตกต่างของคู่อันดับที่อยู่บนแต่ละจุดภาคของระบบพิกัดฉากได้ (K)				4(2)	4(2)
กราฟของ ความสัมพันธ์ บนระบบพิกัด	1. นักเรียนสามารถอธิบายความสัมพันธ์ของข้อมูล 2 ชุดจากตารางที่กำหนดให้ได้ (K)		2(1)			2(1)
ฉาก	2. นักเรียนสามารถเขียนคู่อันดับและกราฟแสดงความสัมพันธ์บนระบบพิกัดฉากได้ (K)			2(1)		2(1)
ลักษณะของ สมการเชิงเส้น สองตัวแปร	1. นักเรียนสามารถอธิบายเกี่ยวกับลักษณะของสมการเชิงเส้นสองตัวแปรได้ (K)		2(1)			2(1)
	2. นักเรียนสามารถเขียนสมการเชิงเส้นสองตัวแปรได้ (K)			2(1)	2(1)	4(2)
รูปทั่วไปของ สมการเชิงเส้น สองตัวแปร	1. นักเรียนสามารถอธิบายเกี่ยวกับรูปทั่วไปของสมการเชิงเส้นสองตัวแปรได้ (K)	2(1)				2(1)
	2. นักเรียนสามารถเขียนรูปทั่วไปของสมการเชิงเส้นสองตัวแปรได้ (K)			2(1)		2(1)

ตารางที่ 13 (ต่อ)

สาระการ เรียนรู้	จุดประสงค์การเรียนรู้	ระดับพฤติกรรม				รวม
		ความรู้-จำ	ความเข้าใจ	นำไปใช้	การวิเคราะห์	
คำตอบของ สมการเชิงเส้น สองตัวแปร	1. นักเรียนสามารถอธิบาย เกี่ยวกับลักษณะของคำตอบของ สมการเชิงเส้นสองตัวแปรได้ (K)		2(1)			2(1)
	2. นักเรียนสามารถวิเคราะห์เพื่อ หาคำตอบของสมการเชิงเส้นสอง ตัวแปรได้ (K)			4(2)	2(1)	6(3)
การสร้างกราฟ ของสมการเชิง เส้นสองตัวแปร	1. นักเรียนสามารถอธิบาย เกี่ยวกับการสร้างกราฟของ สมการเชิงเส้นสองตัวแปรได้ (K)		2(1)			2(1)
	2. นักเรียนสามารถสร้างกราฟ ของสมการเชิงเส้นสองตัวแปรได้ (K)			2(1)		2(1)
	รวม	4(2)	12(6)	16(8)	8(4)	40(20)

2.4 สร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง สมการเชิงเส้นสองตัวแปร ซึ่งเป็นแบบปรนัยชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 40 ข้อ ตามการวิเคราะห์ข้อมูลที่กำหนดตามพฤติกรรม โดยมีเกณฑ์การให้คะแนนดังนี้

ให้ 1 คะแนน กรณีตอบถูก

ให้ 0 คะแนน กรณีตอบผิดหรือตอบเกิน 1 คำตอบหรือไม่ตอบ

2.5 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ที่สร้างขึ้นนำเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษา เพื่อตรวจสอบความถูกต้องของข้อคำถามและเฉลย ความเหมาะสมของภาษา เวลาที่ใช้ในการทำแบบทดสอบ ความครอบคลุมจุดประสงค์การเรียนรู้ที่กำหนดไว้และนำข้อเสนอ ที่ได้มาปรับปรุง

2.6 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วนำเสนอต่อผู้ทรงคุณวุฒิ 5 ท่าน เพื่อตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา (Content validity) ความสอดคล้องของคำถามกับจุดประสงค์การเรียนรู้ ความชัดเจนของภาษาของแบบทดสอบ โดยการหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (Index of item objective congruence: IOC) ซึ่งมีการให้คะแนนดังนี้ (เวชฤทธิ์ อังกะภักทรจรรยา, 2555, หน้า 159–160)

+1 หมายถึง แน่ใจว่าข้อสอบสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้หรือวัดได้ตรงตามจุดประสงค์การเรียนรู้

0 หมายถึง ไม่แน่ใจว่าข้อสอบสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้หรือวัดได้ตรงตามจุดประสงค์การเรียนรู้หรือไม่

- 1 หมายถึง แน่ใจว่าข้อสอบไม่สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้หรือวัดได้ตรงตามจุดประสงค์การเรียนรู้

จากนั้นนำผลที่ได้มาคำนวณหาค่าดัชนีความสอดคล้องของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ โดยค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ที่ยอมรับได้จะต้องมีค่าตั้งแต่ 0.50 ขึ้นไป และปรับปรุงแก้ไขตามความเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิ เพื่อให้เป็นแบบทดสอบที่สมบูรณ์ยิ่งขึ้น ซึ่งแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ มีค่าดัชนีความสอดคล้อง ตั้งแต่ 0.60–1.00 (รายละเอียดในภาคผนวก ค)

2.7 ปรับปรุงแก้ไข แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ให้เหมาะสมตามคำแนะนำของผู้ทรงคุณวุฒิ

2.8 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง สมการเชิงเส้นสองตัวแปร ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ปรับปรุงตามข้อเสนอแนะของผู้ทรงคุณวุฒิแล้ว นำเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาเพื่อพิจารณาอีกครั้งหนึ่ง

2.9 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ หน่วยการเรียนรู้ เรื่อง สมการเชิงเส้นสองตัวแปร ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่สร้างขึ้น ไปทดลองใช้ (Try out) กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2/1 จำนวน 33 คน โรงเรียนแสนสุข เพื่อหาคุณภาพของแบบทดสอบ

2.10 นำผลคะแนนที่ได้จากการตรวจสอบ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียน ตามเกณฑ์การให้คะแนนที่กำหนดมาวิเคราะห์หาคุณภาพของแบบทดสอบเป็นรายข้อ เพื่อหาค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) แล้วคัดเลือกแบบทดสอบเฉพาะที่มีค่าความยากง่าย (p) ตั้งแต่ 0.20–0.80 และค่าอำนาจจำแนก (r) ตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไป โดยคัดเลือกจำนวน 20 ข้อ

2.11 คัดเลือกข้อสอบเป็นรายข้อที่อยู่ในเกณฑ์ใช้ได้ คือมีค่าความยากง่ายอยู่ตั้งแต่

0.20 ถึง 0.80 และมีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไป จำนวน 20 ข้อ และให้ครอบคลุมจุดประสงค์การเรียนรู้ พบว่าข้อสอบมีค่าความยากง่าย (p) ตั้งแต่ 0.45–0.67 และค่าอำนาจจำแนก (r) ตั้งแต่ 0.31–0.67 ดังรายละเอียดที่ปรากฏในภาคผนวก ค

2.12 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ที่ผ่านการคัดเลือก จำนวน 20 ข้อ มาหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ ซึ่งมีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.81 (รายละเอียดในภาคผนวก ค)

2.13 จัดพิมพ์แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง สมการเชิงเส้นสองตัวแปรฉบับสมบูรณ์ นำไปใช้ทดสอบนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1/7 จำนวน 37 คน โรงเรียนแสนสุข สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาชลบุรี ระยอง ปีการศึกษา 2567

3. แบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง สมการเชิงเส้นสองตัวแปร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

เป็นแบบอัตนัยเขียนตอบจำนวน 7 ข้อ มีขั้นตอนการสร้างดังนี้

3.1 ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์และเทคนิควิธีการสร้างและวิเคราะห์แบบทดสอบ

3.2 ศึกษาเนื้อหาของตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ.2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 และหลักสูตรสถานศึกษาโรงเรียนแสนสุข จังหวัดชลบุรี ในกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ รายวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน เรื่อง สมการเชิงเส้นสองตัวแปร ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

3.3 สร้างตารางวิเคราะห์จุดประสงค์การเรียนรู้ และจำนวนข้อสอบ เพื่อใช้ในการสร้างแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ โดยมีรายละเอียด ดังตารางที่ 14

ตารางที่ 14 โครงสร้างของแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

มาตรฐานการ เรียนรู้และ ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้	จุดประสงค์การเรียนรู้	จำนวน ข้อสอบที่ ออกทั้งหมด	จำนวน ข้อสอบ ที่ใช้จริง
ค 1.3 ใช้นิพจน์ สมการและ อสมการ อธิบาย	ความหมายของคู่ อันดับ	นักเรียนสามารถให้เหตุผล เกี่ยวกับความหมายของคู่อันดับ ได้	2	1

ตารางที่ 14 (ต่อ)

มาตรฐานการ เรียนรู้และ ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้	จุดประสงค์การเรียนรู้	จำนวน ข้อสอบที่ ออกทั้งหมด	จำนวน ข้อสอบ ที่ใช้จริง
ความสัมพันธ์ หรือช่วย แก้ปัญหาที่	คู่อันดับบนระบบ พิกัดฉาก	นักเรียนสามารถให้เหตุผล เกี่ยวกับคู่อันดับบนระบบพิกัด ฉากได้	2	1
กำหนดให้ ม.1/2 เข้าใจ และใช้ความรู้ เกี่ยวกับกราฟใน	กราฟของ ความสัมพันธ์บน ระบบพิกัดฉาก	นักเรียนสามารถให้เหตุผล เกี่ยวกับกราฟแสดง ความสัมพันธ์บนระบบพิกัดฉาก ได้	2	1
การแก้ปัญหา คณิตศาสตร์และ ปัญหาในชีวิตจริง	ลักษณะของ สมการเชิงเส้นสอง ตัวแปร	นักเรียนสามารถให้เหตุผล เกี่ยวกับลักษณะของสมการเชิง เส้นสองตัวแปรได้	2	1
	รูปทั่วไปของ สมการเชิงเส้นสอง ตัวแปร	นักเรียนสามารถให้เหตุผล เกี่ยวกับรูปทั่วไปของสมการเชิง เส้นสองตัวแปรได้	2	1
	คำตอบของสมการ เชิงเส้นสองตัวแปร	นักเรียนสามารถให้เหตุผล เกี่ยวกับคำตอบของสมการเชิง เส้นสองตัวแปรได้	2	1
	การสร้างกราฟของ สมการเชิงเส้นสอง ตัวแปร	นักเรียนสามารถให้เหตุผล เกี่ยวกับการสร้างกราฟของ สมการเชิงเส้นสองตัวแปรได้	2	1
	รวม		14	7

3.4 สร้างแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง สมการเชิงเส้นสองตัวแปร จำนวน 14 ข้อ ใช้จริงจำนวน 7 ข้อ โดยให้ครอบคลุมจุดประสงค์การเรียนรู้

3.5 กำหนดเกณฑ์การให้คะแนนแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เป็นแบบภาพรวม ซึ่งมีรายละเอียด ดังตารางที่ 15

ตารางที่ 15 เกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของผู้วิจัย

คะแนน/ความหมาย	ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ที่ปรากฏให้เห็น
3/ดีมาก	ตอบคำถามถูกต้อง สมบูรณ์ มีการแสดงแนวคิดหรือเหตุผล ประกอบคำตอบได้อย่างสมเหตุสมผล
2/ดี	ตอบคำถามถูกต้อง ไม่ชัดเจน เกือบสมบูรณ์ มีการแสดงแนวคิดหรือเหตุผลประกอบคำตอบได้อย่างสมเหตุสมผล ถูกต้องเกือบสมบูรณ์
1/พอใช้	ตอบคำถามถูกต้อง มีการแสดงแนวคิดหรือเหตุผลประกอบคำตอบ ไม่สมบูรณ์ ไม่สมเหตุสมผล หรือไม่มีการแสดงแนวคิดหรือเหตุผลประกอบคำตอบ หรือไม่ตอบคำถาม แต่มีการแสดงแนวคิดหรือเหตุผลประกอบคำตอบอย่างสมเหตุสมผล ถูกต้องเกือบสมบูรณ์
0/ปรับปรุง	ตอบคำถามไม่ถูกต้อง และไม่มีการแสดงแนวคิดหรือเหตุผลประกอบ หรือไม่มีการเขียนใดๆ

3.6 นำแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์และเกณฑ์การให้คะแนนที่สร้างขึ้น นำเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษา เพื่อตรวจสอบความถูกต้องของข้อคำถามและเฉลยความเหมาะสมของภาษา และความครอบคลุมจุดประสงค์การเรียนรู้ที่กำหนดไว้และนำข้อเสนอแนะที่ได้มาปรับปรุงแก้ไข

3.7 นำแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ และเกณฑ์การให้คะแนนที่ได้ปรับปรุงแก้ไขแล้วเสนอต่อผู้ทรงคุณวุฒิ 5 ท่าน เพื่อตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา (Content validity) ความสอดคล้องของข้อคำถามกับจุดประสงค์การเรียนรู้ความชัดเจนของภาษาของแบบทดสอบโดยการหา ดัชนีความสอดคล้อง (Index of item objective congruence : IOC) โดยดัชนีความสอดคล้องที่ยอมรับได้มีค่าตั้งแต่ 0.50 ขึ้นไป ซึ่งใช้เกณฑ์การให้คะแนนดังนี้ (เวชฤทธิ์ อังกนะภัทรขจร, 2555, หน้า 82)

คะแนน +1 สำหรับข้อสอบที่สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้

คะแนน 0 สำหรับข้อสอบที่ไม่แน่ใจว่าสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้

คะแนน - 1 สำหรับข้อสอบที่ไม่สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้

จากนั้นนำผลที่ได้มาคำนวณหาค่าดัชนีความสอดคล้องของแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ โดยค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ที่ยอมรับได้จะต้องมีค่าตั้งแต่ 0.50 ขึ้นไป และปรับปรุงแก้ไขตามความเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิ เพื่อให้เป็นแบบทดสอบที่สมบูรณ์ยิ่งขึ้น ซึ่งแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ มีค่าดัชนีความสอดคล้อง ตั้งแต่ 0.80-1.00 ดังรายละเอียดที่ปรากฏในภาคผนวก ค

3.8 นำแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง สมการเชิงเส้นสองตัวแปรที่ผ่านการตรวจจากผู้ทรงคุณวุฒิไปทดลองใช้กับนักเรียนโรงเรียนแสนสุข ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2/1 จำนวน 33 คน ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง ปีการศึกษา 2567 เพื่อหาคุณภาพของแบบทดสอบ

3.9 นำผลการสอบมาวิเคราะห์เป็นรายชื่อเพื่อหาค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) แล้วคัดเลือกแบบทดสอบเฉพาะที่มีค่าความยากง่าย (p) ตั้งแต่ 0.20-0.80 และค่าอำนาจจำแนก (r) ตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไป โดยให้ครอบคลุมทุกจุดประสงค์การเรียนรู้

3.10 คัดเลือกข้อสอบเป็นรายชื่อที่อยู่ในเกณฑ์ใช้ได้ คือมีค่าความยากง่ายอยู่ตั้งแต่ 0.20-0.80 และมีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไป ซึ่งได้ข้อสอบจำนวน 7 ข้อ มีค่าความยากง่าย (p) ตั้งแต่ 0.33-0.74 และค่าอำนาจจำแนก (r) ตั้งแต่ 0.44-0.67 ดังรายละเอียดที่ปรากฏในภาคผนวก ค

3.11 นำแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ที่คัดเลือกไว้มาหาค่าความเชื่อมั่น (Reliability) ของแบบทดสอบ จำนวน 7 ข้อ โดยใช้สัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาค (Alpha coefficient) ซึ่งมีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.80 ดังรายละเอียดที่ปรากฏในภาคผนวก ค

3.12 จัดพิมพ์แบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ฉบับสมบูรณ์ นำไปใช้ทดสอบนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1/7 จำนวน 37 คน โรงเรียนแสนสุข สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาชลบุรี ระยอง ปีการศึกษา 2567

รูปแบบการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยแบบกึ่งการทดลอง (Quasi-experimental design) ซึ่งมีกลุ่มการทดลองเพียงกลุ่มเดียว และมีการวัดผลหลังการทดลองอย่างเดียว (One-group posttest only design) มีแบบแผนการวิจัย ดังนี้ (องอาจ นัยพัฒน์, 2551, หน้า 270)

ตารางที่ 16 ตารางแสดงแบบแผนการวิจัย

กลุ่ม	ทดลอง	สอบหลังการทดลอง
E	X	O

สัญลักษณ์ที่ใช้ในแบบแผนการวิจัย

เมื่อ E แทน กลุ่มทดลอง

X แทน การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับคำถามระดับสูง

O แทน การสอบหลังการทดลอง (Post-test)

การเก็บรวบรวมข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยวางแผนการเก็บรวบรวมข้อมูลกับนักเรียนที่กำลังศึกษาในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1/7 ปีการศึกษา 2567 ในโรงเรียนแสนสุข ตำบลแสนสุข อำเภอเมือง จังหวัดชลบุรี โดยผู้วิจัยมีขั้นตอนในการเก็บรวบรวมข้อมูล ดังนี้

1. ติดต่อขอหนังสือจากบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยบูรพา เพื่อขอความอนุเคราะห์จากผู้อำนวยการโรงเรียนแสนสุขในการเก็บรวบรวมข้อมูล เพื่อการวิจัยจากนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1/7 จำนวน 37 คน ปีการศึกษา 2567 ในโรงเรียนแสนสุข ตำบลแสนสุข อำเภอเมือง จังหวัดชลบุรี
2. นำหนังสือขอความอนุเคราะห์ในการเก็บรวบรวมข้อมูล เพื่อการวิจัยจากบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยบูรพา ไปติดต่อผู้อำนวยการโรงเรียนแสนสุข เพื่อขออนุญาตเก็บรวบรวมข้อมูล
3. ผู้วิจัยดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยตนเอง โดยใช้เวลาทั้งหมด 14 คาบ
4. เมื่อดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เรียบร้อยแล้ว หลังจากนั้นให้นักเรียนทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง สมการเชิงเส้นสองตัวแปร จำนวน 1 คาบ และทำแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง สมการเชิงเส้นสองตัวแปร จำนวน 1 คาบ
5. นำแบบทดสอบมาตรวจให้คะแนนตามเกณฑ์การตรวจที่กำหนดไว้
6. นำคะแนนที่ได้จากการทดสอบไปวิเคราะห์ผลทางสถิติ แปลผลการวิเคราะห์ นำข้อมูลที่ได้มาอภิปรายและสรุปผลการวิจัย

การวิเคราะห์ข้อมูลและสถิติที่ใช้ในการวิจัย

การวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิเคราะห์ข้อมูลของวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยได้นำคะแนนที่ได้จากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง สมการเชิงเส้นสองตัวแปร ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยมีลำดับขั้นตอนในการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

1. เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง สมการเชิงเส้นสองตัวแปร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 หลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับคำถามระดับสูงกับเกณฑ์ร้อยละ 70 โดยใช้สถิติ t -test for one sample
2. เปรียบเทียบความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง สมการเชิงเส้นสองตัวแปร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 หลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับคำถามระดับสูงกับเกณฑ์ร้อยละ 70 โดยใช้สถิติ t -test for one sample

สถิติที่ใช้ในการวิจัย

1. สถิติพื้นฐาน ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานและร้อยละ

- 1.1 ค่าเฉลี่ย (Mean) คำนวณจากสูตร ดังนี้ (บุญชม ศรีสะอาด, 2554)

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

เมื่อ \bar{x} แทน ค่าคะแนนเฉลี่ย (Mean)

$\sum x$ แทน ผลรวมของความถี่คูณคะแนน

n แทน จำนวนสมาชิกในกลุ่มตัวอย่าง

- 1.2 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) คำนวณจากสูตร ดังนี้ (บุญชม ศรีสะอาด, 2554)

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

เมื่อ SD แทน ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน

\sum แทน ผลรวมของคะแนน

x แทน คะแนนแต่ละตัว

n แทน จำนวนคะแนนทั้งหมดหรือสมาชิกในกลุ่มตัวอย่าง

1.3 ร้อยละ โดยคำนวณจากสูตร (สมนึก ภัททิยธนี, 2549, หน้า 260)

$$\text{ร้อยละ} = \frac{f}{N} \times 100$$

เมื่อ f แทน คะแนนที่ต้องการแปลงให้เป็นร้อยละ

N แทน คะแนนเต็ม

2. สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ตรวจสอบหาคุณภาพของเครื่องมือ

2.1 การหาค่าความเที่ยงตรงของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่อกิจกรรมการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์ โดยใช้สูตรดัชนีความสอดคล้อง IOC (Index of Item Objective Congruence) มีสูตรการใช้ ดังนี้ (บุญชม ศรีสะอาด, 2554)

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

เมื่อ IOC แทน ดัชนีความสอดคล้องระหว่างจุดประสงค์กับเนื้อหาหรือระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์

$\sum R$ แทน ผลรวมของคะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ

N แทน จำนวนผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด

2.2 หาค่าความยากง่าย (p) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์แบบปรนัย เรื่อง สมการเชิงเส้นสองตัวแปร โดยใช้สูตร ดังนี้ (สมโภชน์ อเนกสุข, 2553, หน้า 127)

$$P = \frac{R}{N}$$

เมื่อ P แทน ค่าความยากง่าย

R แทน จำนวนนักเรียนที่ตอบข้อนั้นถูก

N แทน จำนวนนักเรียนทั้งหมด

2.3 ค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์แบบปรนัย โดยใช้สูตร ของ B-Index ของ Brennan ดังนี้ (บุญชม ศรีสะอาด, 2554)

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

เมื่อ B แทน ค่าอำนาจจำแนก

U แทน จำนวนนักเรียนในกลุ่มรอบรู้ที่ตอบข้อนั้นถูก

L แทน จำนวนนักเรียนในกลุ่มไม่รอบรู้ที่ตอบข้อนั้นถูก

N_U แทน จำนวนนักเรียนในกลุ่มรอบรู้

N_L แทน จำนวนนักเรียนในกลุ่มไม่รอบรู้

2.4 หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์แบบปรนัย โดยใช้สูตร ของ Lovett (ไพศาล วรคำ, 2559, หน้า 292)

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

เมื่อ r_{cc} แทน ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ

k แทน จำนวนข้อสอบทั้งหมด

C แทน คะแนนจุดตัด (กำหนด $C = 70\%$ ของคะแนนเต็ม)

X_i แทน คะแนนรวมของนักเรียนแต่ละคน

2.5 การหาค่าความยากง่าย (p) ของแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ โดยใช้การวิเคราะห์ข้อสอบแบบอัตนัย โดยใช้สูตรคำนวณ ดังนี้ (เวชฤทธิ์ อังชนะ ภัทรขจร, 2555, หน้า 163)

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

เมื่อ p แทน ค่าความยากง่ายของข้อสอบแต่ละข้อ

S_h แทน ผลรวมของผลคูณของคะแนนแต่ละคะแนนกับจำนวน
นักเรียนที่ได้คะแนนเท่านั้น ในกลุ่มสูง

S_l แทน ผลรวมของผลคูณของคะแนนแต่ละคะแนนกับจำนวน
นักเรียนที่ได้คะแนนเท่านั้น ในกลุ่มต่ำ

n_i แทน จำนวนผู้เรียนในกลุ่มสูงและกลุ่มต่ำรวมกัน

X_{\max} แทน คะแนนสูงสุด

X_{\min} แทน คะแนนต่ำสุด

2.6 การหาค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้
เหตุผลทางคณิตศาสตร์ โดยใช้การวิเคราะห์ข้อสอบแบบอัตนัย โดยใช้สูตรคำนวณ ดังนี้ (เวชฤทธิ์
อังกนะภัทรขจร, 2555, หน้า 163)

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

เมื่อ r แทน ค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบแต่ละข้อ

S_h แทน ผลรวมของผลคูณของคะแนนแต่ละคะแนนกับจำนวน
นักเรียนที่ได้คะแนนเท่านั้น ในกลุ่มสูง

S_l แทน ผลรวมของผลคูณของคะแนนแต่ละคะแนนกับจำนวน
นักเรียนที่ได้คะแนนเท่านั้น ในกลุ่มต่ำ

n_i แทน จำนวนผู้เรียนในกลุ่มสูงหรือกลุ่มต่ำ

X_{\max} แทน คะแนนสูงสุด

X_{\min} แทน คะแนนต่ำสุด

2.7 ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์
โดยใช้สูตรสัมประสิทธิ์แอลฟา (α - Coefficient) ของ Cronbach ดังนี้ (เวชฤทธิ์ อังกนะภัทรขจร,
2555, หน้า 161)

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

เมื่อ α แทน ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ

k แทน จำนวนข้อสอบ

S_i^2 แทน ความแปรปรวนของข้อสอบแต่ละข้อ

S_t^2 แทน ความแปรปรวนของข้อสอบทั้งหมด

3. สถิติที่ใช้ทดสอบสมมติฐาน

ใช้สถิติ t -test for one sample เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์กับเกณฑ์ร้อยละ 70 โดยใช้สูตร (ชูศรี วงศ์รัตน์, 2553, หน้า 134)

$$t = \frac{\bar{x} - \mu_0}{\frac{SD}{\sqrt{n}}}, \quad df = n - 1$$

เมื่อ t แทน ค่าที่ใช้พิจารณาใน t -Distribution

\bar{x} แทน ค่าเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่าง

μ_0 แทน ค่าเฉลี่ยที่ใช้เป็นเกณฑ์ (ร้อยละ 70)

SD แทน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของกลุ่มตัวอย่าง

n แทน จำนวนผู้เรียนในกลุ่มตัวอย่าง

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง สมการเชิงเส้นสองตัวแปรและเปรียบเทียบความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 หลังจากได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับคำถามระดับสูง กับเกณฑ์ร้อยละ 70 ผู้วิจัยมีการนำเสนอผลการวิจัย ดังต่อไปนี้

สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์

การนำเสนอผลการวิจัย เพื่อให้เกิดความเข้าใจที่ตรงกัน ผู้วิจัยจึงได้กำหนดสัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล เพื่อการนำเสนอผลการวิจัย ดังนี้

t	แทน ค่าเฉลี่ยที่ใช้พิจารณาใน 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 0.05

การเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล

1. ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง สมการเชิงเส้นสองตัวแปร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 หลังจากได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับคำถามระดับสูง กับเกณฑ์ร้อยละ 70

2. ผลการเปรียบเทียบความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 หลังจากได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับคำถามระดับสูง กับเกณฑ์ร้อยละ 70

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

1. ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง สมการเชิงเส้นสองตัวแปร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 หลังจากได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับคำถามระดับสูง กับเกณฑ์ร้อยละ 70 ปรากฏผลดังต่อไปนี้

ตารางที่ 17 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าสถิติทดสอบที ของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง สมการเชิงเส้นสองตัวแปร

การทดสอบ	<i>n</i>	<i>df</i>	คะแนนเต็ม	μ (ร้อยละ 70)	\bar{X}	<i>s</i>	<i>t</i>	<i>p</i>
ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์	37	36	20	14	15.97 (79.85%)	1.64	7.31*	0.001

* $p < 0.05$

จากตารางที่ 17 พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับคำถามระดับสูง เรื่อง สมการเชิงเส้นสองตัวแปร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 15.97 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 79.85 และเมื่อทดสอบสมมติฐาน พบว่า นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

2. ผลการเปรียบเทียบความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง สมการเชิงเส้นสองตัวแปร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 หลังจากได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับคำถามระดับสูง กับเกณฑ์ร้อยละ 70 ปรากฏผลดังต่อไปนี้

ตารางที่ 18 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าสถิติทดสอบที ของความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง สมการเชิงเส้นสองตัวแปร

การทดสอบ	n	df	คะแนน		\bar{X}	s	t	p
			เต็ม	μ (ร้อยละ 70)				
ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์	37	36	21	14.7	15.70 (74.76%)	1.85	3.29*	0.002

* $p < 0.05$

จากตารางที่ 18 พบว่า ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับคำถามระดับสูง เรื่อง สมการเชิงเส้นสองตัวแปร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 มีคะแนนเฉลี่ย 15.70 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 74.76 และเมื่อทดสอบสมมติฐาน พบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับคำถามระดับสูง มีคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

บทที่ 5

สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง สมการเชิงเส้นสองตัวแปรและเปรียบเทียบความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ของ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 หลังจากได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับคำถามระดับสูง กับเกณฑ์ร้อยละ 70 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย คือ นักเรียนโรงเรียนแสนสุข จังหวัดชลบุรี ปีการศึกษา 2567 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1/7 จำนวน 37 คน โดยผู้วิจัยใช้เทคนิคการเลือกกลุ่มตัวอย่างโดยการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling) โดยการจับฉลากเลือกห้องเรียนโดยใช้ห้องเรียนเป็นหน่วยสุ่ม

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ประกอบด้วย 1) แผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับคำถามระดับสูง จำนวน 7 แผน โดยมีค่าเฉลี่ยการประเมินครั้งนี้เท่ากับ 4.85 มีความเหมาะสมมากที่สุด 2) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ หน่วยการเรียนรู้ เรื่อง สมการเชิงเส้นสองตัวแปร ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เป็นแบบทดสอบปรนัย ชนิด 4 ตัวเลือก จำนวน 20 ข้อ มีค่าความยากง่าย (p) ตั้งแต่ 0.45-0.67 และค่าอำนาจจำแนก (r) ตั้งแต่ 0.31-0.67 มีค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบเท่ากับ 0.81 และ 3) แบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เป็นแบบทดสอบแบบอัตนัย จำนวน 7 ข้อ มีค่าความยากง่าย (p) ตั้งแต่ 0.33-0.74 และค่าอำนาจจำแนก (r) ตั้งแต่ 0.44-0.67 มีค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบเท่ากับ 0.80 วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติ t -test for one sample

สรุปผลการวิจัย

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง สมการเชิงเส้นสองตัวแปร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับคำถามระดับสูง มีคะแนนเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ 79.85 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

2. ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับคำถามระดับสูง มีคะแนนเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ 74.76 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

อภิปรายผลการวิจัย

จากผลการวิจัย เรื่อง ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ ร่วมกับคำถามระดับสูง ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ผู้วิจัยขอเสนอการอภิปรายผลการวิจัย ดังนี้

1. จากผลการวิจัยพบว่า การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง สมการเชิงเส้นสองตัวแปรของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 หลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับคำถามระดับสูง มีคะแนนเฉลี่ย 15.97 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 79.85 และเมื่อทดสอบสมมติฐาน พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ หลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับคำถามระดับสูง สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ซึ่งสอดคล้องกับสมมติฐานข้อที่ 1 ที่ตั้งไว้ ทั้งนี้เนื่องมาจาก แผนการจัดการเรียนรู้ได้มีการสร้างอย่างมีระบบและมีความเหมาะสม ผ่านการศึกษา วิเคราะห์ ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ.2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 และหลักสูตรสถานศึกษา โรงเรียนแสนสุข จังหวัดชลบุรี รวมทั้งศึกษาแนวคิดทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ที่เกี่ยวข้องกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ และการใช้คำถามระดับสูง มีการกำหนดโครงสร้างของแผนการจัดการเรียนรู้ ซึ่งประกอบด้วย มาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด สาระสำคัญ จุดประสงค์การเรียนรู้ สาระการเรียนรู้ สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน คุณลักษณะอันพึงประสงค์ กิจกรรมการเรียนรู้ สื่อและแหล่งเรียนรู้ และการวัดและประเมินผล แผนการจัดการเรียนรู้ผ่านการตรวจสอบจากผู้ทรงคุณวุฒิและหาคุณภาพของแผนการจัดการเรียนรู้อย่างเป็นระบบ สอดคล้องกับแนวคิดของ บุญชม ศรีสะอาด (2544, หน้า 17) ได้ให้ความหมายไว้ว่า แผนการจัดการเรียนรู้ คือ การนำวิชาหรือกลุ่มประสบการณ์ที่จะต้องทำการสอนตลอดภาคเรียนมาสร้างเป็นแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้การใช้สื่อการเรียนการสอน การวัด และการประเมินผล สำหรับเนื้อหาสาระและผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง ให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ หรือจุดเน้นของหลักสูตร และยังสอดคล้องกับสุวิทย์ มูลคำ (2549, หน้า 58) ได้กล่าวไว้ว่า แผนการจัดการเรียนรู้เป็นการเตรียมการสอนหรือกำหนดกิจกรรมการเรียนรู้อย่างเป็นระบบและจัดทำไว้เป็นลายลักษณ์อักษร โดยรวบรวมข้อมูลต่าง ๆ มากำหนดกิจกรรมการเรียนการสอน เพื่อให้ผู้เรียนบรรลุจุดมุ่งหมายที่กำหนดไว้ โดยเริ่มจากการกำหนดวัตถุประสงค์จะทำให้ผู้เรียนเกิดการเปลี่ยนแปลงด้านใด (สติปัญญา เจตคติ ทักษะ) จะจัดกิจกรรมการเรียนการสอนวิธีใด ใช้สื่อการเรียนการสอนหรือแหล่งเรียนรู้ใดและประเมินผลอย่างไร แผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับคำถามระดับสูง สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 นี้ มีทั้งหมด 7 แผน ซึ่งแต่ละแผนได้รับการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้จากผู้ทรงคุณวุฒิ ซึ่งมีความเหมาะสมในระดับมาก

ที่สุด ($\bar{X} = 4.85$, $SD = 0.27$) และได้มีการปรับแก้ไขตามคำแนะนำของผู้ทรงคุณวุฒิ เพื่อความสมบูรณ์ตามหลักวิชาการ ทำให้แผนการจัดการเรียนรู้ที่ใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้มีความเหมาะสมมากที่สุดตามขั้นตอนและกระบวนการ

นอกจากนี้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์เน้นให้ผู้เรียนสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง เป็นการเรียนรู้ที่เกิดจากความขัดแย้งที่เกิดขึ้นระหว่างความรู้เดิมและความรู้ใหม่ที่ต่างไปจากเดิม ซึ่งเป็นการใช้ความรู้และประสบการณ์เดิมในการสร้างความรู้ใหม่ เกิดจากสิ่งกระตุ้นหรือสถานการณ์ต่าง ๆ ที่ครูกำหนดให้ และได้มีปฏิสัมพันธ์ร่วมกับเพื่อนและสิ่งแวดล้อมที่เอื้อต่อการเรียนรู้ ส่งผลให้นักเรียนเกิดกระบวนการเรียนรู้ และทำให้นักเรียนเข้าใจในเนื้อหาด้วยตนเองมากยิ่งขึ้น สอดคล้องกับ Martrin (1994, p. 44) ระบุว่า ทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์เป็นกระบวนการที่เน้นทางความคิดจากการผสมผสานความรู้เก่ากับความรู้ใหม่เข้าด้วยกัน ซึ่งถูกสร้างขึ้นด้วยตัวนักเรียนเอง โดยเชื่อว่าสิ่งสำคัญของทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ คือตัวนักเรียนควรจะสร้างความคิดด้วยตนเอง เพื่อเปรียบเทียบความรู้เดิมกับความรู้ใหม่ ทิศนา แคมมณี (2555, หน้า 90-91) อธิบายไว้ว่า ทฤษฎีพัฒนาการทางเชาว์ปัญญาของเพียเจต์และของวิกทอทสกีเป็นรากฐานที่สำคัญของทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ เพียเจต์อธิบายว่าพัฒนาการทางเชาว์ปัญญาของบุคคลมีการปรับตัวผ่านทางกระบวนการซึมซาบหรือดูดซึมและกระบวนการปรับโครงสร้างทางปัญญา พัฒนาการเกิดขึ้นเมื่อบุคคลรับและซึมซาบข้อมูลหรือประสบการณ์ใหม่เข้าไปสัมพันธ์กับความรู้หรือโครงสร้างทางปัญญาที่มีอยู่เดิม หากไม่สามารถสัมพันธ์กันได้จะเกิดภาวะไม่สมดุลขึ้น บุคคลจะพยายามปรับสภาวะให้อยู่ในสภาวะสมดุล โดยใช้กระบวนการปรับโครงสร้างทางปัญญา และเชื่อว่าคนทุกคนมีพัฒนาการทางปัญญาไปตามลำดับขั้น จากการมีปฏิสัมพันธ์และประสบการณ์กับสิ่งแวดล้อมธรรมชาติ และประสบการณ์ที่เกี่ยวกับการคิดเชิงตรรกะและคณิตศาสตร์ รวมถึงการถ่ายทอดทางสังคม วุฒิภาวะและกระบวนการพัฒนาความสมดุลของบุคคลนั้น ส่วนวิกทอทสกีให้ความสำคัญกับวัฒนธรรมและสังคมมาก เขาอธิบายว่ามนุษย์ได้รับอิทธิพล จากสิ่งแวดล้อมตั้งแต่แรกเกิด ซึ่งนอกจากสิ่งแวดล้อมทางธรรมชาติแล้วยังมีสิ่งแวดล้อมทางสังคม ซึ่งก็คือวัฒนธรรมที่สังคมสร้างขึ้น นอกจากนี้ เวชฤทธิ์ อังกะนภทรขจร (2555, หน้า 66) กล่าวว่า ทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ เป็นทฤษฎีที่ให้ความสำคัญกับตัวผู้เรียน เชื่อว่าผู้เรียนสามารถสร้างความรู้ได้ด้วยตนเอง จากการมีปฏิสัมพันธ์กับบุคคลอื่นและสิ่งแวดล้อมอย่างกระตือรือร้น โดยผู้สอนจะคอยกระตุ้นจัดสถานการณ์ และสร้างบรรยากาศที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ด้วยตนเอง ผู้วิจัยได้จัดกิจกรรมโดยเปิดโอกาสให้นักเรียนร่วมกิจกรรมกลุ่ม ได้มีการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกันภายในกลุ่ม ระหว่างกลุ่มและมีการอภิปรายสรุปผลร่วมกัน ส่งผลให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ และเกิดความเข้าใจระหว่างการเรียนรู้ อันส่งผลให้มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่สูงขึ้น และอัมพร ม้าคนอง (2546, หน้า 6) ได้กล่าวว่า ความรู้เป็นสิ่งที่ถูกสร้างขึ้นโดยผู้เรียน ผู้เรียนใช้ความรู้และประสบการณ์ที่มีอยู่เป็นพื้นฐานในการสร้างความรู้ใหม่ การเรียนรู้เป็นสิ่งที่เกิดขึ้น

ภายในตัวผู้เรียน จากการมีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อมภายนอก ผู้เรียนแต่ละคนจะสร้างความรู้ด้วยวิธีการที่แตกต่างกัน

การวิจัยครั้งนี้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ได้มีการใช้คำถามระดับสูงในการกระตุ้นกระบวนการคิดของนักเรียน ซึ่งคำถามระดับสูงมีความสำคัญต่อการพัฒนาความคิด ทำให้นักเรียนรู้จักคิดวิเคราะห์ สังเคราะห์ และคิดอย่างมีวิจารณญาณในการหาคำตอบ นอกจากจะเป็นการกระตุ้นให้นักเรียนได้ใช้กระบวนการคิดระดับสูงในการหาคำตอบแล้วนั้น ยังเป็นการตรวจสอบความเข้าใจของนักเรียนอีกด้วย ซึ่งสอดคล้องกับ Jeffrey (2001, p. 84) ให้ความหมายคำถามระดับสูงว่า เป็นคำถามที่ต้องการกระตุ้นให้นักเรียนได้ใช้ความคิดระดับสูงหรือระดับที่มากกว่าความรู้ความจำในการหาคำตอบหรือการสนองตอบคำถาม อัมพร ม้าคนอง (2553, หน้า 80-82) ระบุว่า คำถามระดับสูงเป็นคำถามที่ต้องการให้นักเรียนใช้ความคิดในระดับสูง เช่น ให้เปรียบเทียบ ค้นหาแบบรูป หาข้อสรุปที่เป็นเหตุเป็นผล เป็นคำถามที่ต้องการให้นักเรียนได้ค้นพบสิ่งใหม่หลังการใช้ความรู้ที่มีอยู่ ประกอบการคิดอย่างรอบคอบ นอกจากนี้พิมพันธ์ เตชะคุปต์ (2544, หน้า 93) ได้กล่าวไว้ว่า คำถามระดับสูงช่วยพัฒนาให้นักเรียนได้คิดในระดับที่ยากขึ้น เพื่อพัฒนาสู่การเป็นผู้มีความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ เพื่อที่จะสามารถตัดสินใจ จะทำ จะเชื่อ หรือแก้ปัญหาได้อย่างมีหลักการและถูกทาง และ Ruddel (1974, pp. 237-283) กล่าวว่า การใช้คำถามระดับสูงไม่เพียงแต่กระตุ้นความคิดและความเข้าใจเท่านั้น แต่ยังทำให้นักเรียนเกิดความงอกเงยทางปัญญา เพราะคำถามระดับสูงจะช่วยกระตุ้นให้นักเรียนประเมินและพัฒนาความคิดของตนเอง และการที่นักเรียนได้ใช้ความคิดในการตอบคำถาม จะทำให้นักเรียนได้เรียนรู้ ทำความเข้าใจในเนื้อหาไปพร้อมกัน ซึ่งการใช้คำถามระดับสูงอย่างต่อเนื่องจะทำให้นักเรียนเข้าใจในเนื้อหาอย่างลึกซึ้งและแท้จริง

การใช้ทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับคำถามระดับสูงตามที่ได้กล่าวมานี้ ทำให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ที่สูงกว่าเกณฑ์ ร้อยละ 70 ผลการวิจัยดังกล่าวสอดคล้องกับงานวิจัยของ วันซัลมา ปานากาเซ็ง (2560) ได้จัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ เรื่อง กำหนดการเชิงเส้น โดยใช้โปรแกรม The Geometer's Sketchpad สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ เรื่อง กำหนดการเชิงเส้น โดยใช้โปรแกรม GSP มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 60 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ดวงตะวัน งามแสง (2558) ได้ศึกษาผลการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทางทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 หลังเรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทางทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 มาศสิริ เหมือนเพชร (2562) ได้ศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้โดยใช้กลวิธี

STAR ร่วมกับการใช้คำถามระดับสูง ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้กลวิธี STAR ร่วมกับการใช้คำถามระดับสูง สูงกว่าเกณฑ์ ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 และสอดคล้องกับงานวิจัยของ จิตภา ลูกเงาะ (2560) ที่ได้ศึกษาผลการจัดการเรียนรู้ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ที่มีต่อความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชัน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชัน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์สูงกว่าเกณฑ์ ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05

2. จากผลการวิจัยพบว่า การเปรียบเทียบความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 หลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับคำถามระดับสูง มีคะแนนเฉลี่ย 15.70 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 74.76 และเมื่อทดสอบสมมติฐาน พบว่า ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับคำถามระดับสูง สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ซึ่งสอดคล้องกับสมมติฐานข้อที่ 2 ที่ตั้งไว้ ทั้งนี้เนื่องมา จากในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับคำถามระดับสูงนี้ ในแต่ละชั้นของแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ มีการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ มีทั้งหมด 5 ชั้น ดังนี้ ชั้นที่ 1 ชั้นนำ ชั้นที่ 2 ชั้นเกิดความขัดแย้งทางปัญญา ชั้นที่ 3 ชั้นแสวงหาคำตอบ ชั้นที่ 4 ชั้นสะท้อนความคิด และชั้นที่ 5 ชั้นการฝึกหัดเพิ่มเติม ซึ่งในแต่ละชั้นของแผนการจัดการเรียนรู้จะมีการใช้คำถามระดับสูงในการช่วยกระตุ้นกระบวนการคิดของนักเรียน 4 ประเภท คือ 1) คำถามให้อธิบาย เป็นคำถามที่ผู้ตอบนำความรู้และประสบการณ์ที่มี มาเป็นพื้นฐานในการสรุปคำตอบ 2) คำถามให้วิเคราะห์ เป็นคำถามที่ส่งเสริมให้ผู้ตอบได้คิด วิเคราะห์ เปรียบเทียบหรือจำแนกแยกแยะเรื่องราวหรือสถานการณ์ต่าง ๆ เพื่อหาสาเหตุและผลต่าง ๆ ของปัญหาที่เกิดขึ้น 3) คำถามให้สังเคราะห์ เป็นคำถามที่ให้นักเรียนได้ใช้กระบวนการคิดเพื่อสรุปความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลย่อยขึ้นเป็นหลักการ และ 4) คำถามประเมินค่า เป็นคำถามที่ให้นักเรียนรู้จักประเมินผล โดยใช้เนื้อหา รวมทั้งกฎเกณฑ์ที่เป็นจริง รู้จักตัดสินใจอย่างมีเหตุผล ซึ่งความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ มีความแตกต่างกันออกไป ดังนี้

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 นักเรียนสามารถทบทวนความรู้เดิม สำหรับเชื่อมโยงกับความรู้ใหม่ได้ สามารถวิเคราะห์สถานการณ์ที่ครูกำหนดให้ได้ แต่จะต้องมีครูใช้คำถามกระตุ้นความคิดของนักเรียน ยังไม่สามารถวิเคราะห์สถานการณ์ที่ครูกำหนดให้ด้วยตนเองได้ ในชั้นแสวงหาคำตอบนั้น

นักเรียนสามารถทำใบกิจกรรมต่างๆ ได้ แต่ในการให้เหตุผลประกอบ นักเรียนส่วนใหญ่ ให้คำตอบเพียงอย่างเดียวและสามารถอธิบายเหตุผลได้เพียงเล็กน้อย ครูต้องใช้คำถามระดับสูงเน้นย้ำให้นักเรียนอธิบายเหตุผลให้มีความชัดเจนมากยิ่งขึ้น ในขั้นสะท้อนความคิด เป็นขั้นที่นักเรียนมีส่วนร่วมในการอภิปราย ได้แลกเปลี่ยนความคิดเห็นซึ่งกันและกัน และช่วยกันสรุปบทเรียน นักเรียนสามารถอภิปรายสรุปในประเด็นต่าง ๆ ได้ จากการที่ครูใช้คำถามระดับสูงกระตุ้นให้นักเรียนเกิดกระบวนการคิด

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 หลังจากครูใช้คำถามระดับสูงเป็นการทบทวนเนื้อหาเกี่ยวกับนักเรียนในขั้นนำแล้ว นักเรียนมีความเข้าใจในเนื้อหาเดิม เกี่ยวกับความหมายของคู่อันดับ แต่ในขั้นเกิดความขัดแย้งทางปัญญา ปัญหาที่ครูกำหนดให้ นั่น คือ “หากนักเรียนสร้างรูปเรขาคณิตบนระบบพิกัดฉาก โดยใช้คู่อันดับที่กำหนดให้ต่อไปนี้ $(-1,2)$, $(-2,-4)$, $(3,1)$, $(2,-2)$ เป็นจุดยอด นักเรียนจะได้รูปเรขาคณิตที่มีลักษณะเป็นอย่างไร” นักเรียนจะสังเกตได้เพียงว่ามีคู่อันดับ 4 คู่ น่าจะมีจุดยอด 4 จุด ซึ่งจะได้รูปสี่เหลี่ยม แต่นักเรียนไม่สามารถตอบได้ว่า จะนำคู่อันดับนั้นมาลงบนระนาบพิกัดฉากได้อย่างไร ครูจึงใช้คำถามระดับสูงประเภทคำถามให้วิเคราะห์ช่วยกระตุ้นให้นักเรียนเกิดการสังเกตและวิเคราะห์ปัญหาได้ เช่น “คู่อันดับแต่ละคู่มีความแตกต่างกันอย่างไร และนักเรียนคิดว่าความแตกต่างกันของคู่อันดับเหล่านี้ มีความเกี่ยวข้องกับพิกัด/ตำแหน่งของคู่อันดับบนกราฟหรือไม่อย่างไร” เนื่องจากนักเรียนบางคนลืมนำเนื้อหาพื้นฐานบางเรื่องไป ทำให้ไม่สามารถวิเคราะห์ปัญหาที่ครูกำหนดให้ด้วยตนเองได้ ในขั้นแสวงหาคำตอบนั้น นักเรียนสามารถทำใบกิจกรรมต่างๆ และหาคำตอบร่วมกับสมาชิกในกลุ่มได้ แต่ในการอธิบายเหตุผลประกอบ นักเรียนสามารถอธิบายเหตุผลประกอบได้มากขึ้นกว่าแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 แต่ยังไม่ชัดเจน ครูต้องใช้คำถามระดับสูงเน้นย้ำให้นักเรียนอธิบายเหตุผลให้มีความชัดเจนมากยิ่งขึ้น ในขั้นสะท้อนความคิด นักเรียนสามารถร่วมกับสมาชิกในกลุ่มแสวงหาคำตอบและสามารถอภิปรายสรุปในประเด็นต่าง ๆ ได้ มากขึ้นกว่าแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 และครูคอยใช้คำถามระดับสูงในการกระตุ้นให้นักเรียนเกิดกระบวนการคิดอย่างสม่ำเสมอ

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3-5 ในแผนการจัดการเรียนรู้นี้ นักเรียนมีความเข้าใจในเนื้อหาเดิม ครูใช้คำถามระดับสูงช่วยกระตุ้นกระบวนการคิดของนักเรียนในการทบทวนความรู้เดิม นักเรียนสามารถพิจารณาสถานการณ์ที่ครูกำหนดให้ด้วยตนเองได้มากขึ้น โดยที่ครูคอยใช้คำถามระดับสูงในการกระตุ้นให้นักเรียนพิจารณาสถานการณ์ ทำให้นักเรียนสามารถคิดวิเคราะห์สถานการณ์ด้วยตนเองได้ ในขั้นแสวงหาคำตอบนั้น นักเรียนสามารถทำใบกิจกรรมต่าง ๆ สามารถอธิบายให้เหตุผลประกอบได้ มีความชัดเจนยิ่งขึ้น ในขั้นสะท้อนความคิด เป็นขั้นที่นักเรียนสามารถอภิปราย แลกเปลี่ยนความคิดเห็นซึ่งกันและกัน และช่วยกันสรุปบทเรียนได้อย่างสมเหตุสมผล

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6-7 นักเรียนได้ทบทวนความรู้เดิมจากการสนทนาร่วมกัน ทำให้มีความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาเดิม ขึ้นเกิดความขัดแย้งทางปัญญานักเรียนสามารถวิเคราะห์สถานการณ์ที่ครูกำหนดให้ได้ ในขั้นแสวงหาคำตอบ นักเรียนสามารถทำใบกิจกรรมต่างๆ ได้ และสามารถอธิบายเหตุผลประกอบได้อย่างสมเหตุสมผลและมีความชัดเจนมากขึ้น ในขั้นสะท้อนความคิด นักเรียนมีส่วนร่วมในการอภิปรายสรุป มีการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นซึ่งกันและกัน และช่วยกันสรุปบทเรียนได้อย่างสมเหตุสมผล

ซึ่งในขั้นการฝึกหัดเพิ่มเติมของแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ จะเริ่มจากการที่ครูใช้คำถามระดับสูงประเภทคำถามให้ประเมินค่า ให้นักเรียนได้ประเมินความเข้าใจของตนเอง และรู้จักตัดสินใจอย่างมีเหตุผล ซึ่งเป็นขั้นที่นักเรียนได้นำความรู้ที่ได้เรียน ไปใช้ในสถานการณ์ต่าง ๆ ซึ่งหลังจากที่นักเรียนได้ผ่านการทำใบกิจกรรมในขั้นแสวงหาคำตอบและขั้นสะท้อนความคิดมาแล้วนั้น ให้นักเรียนมีความเข้าใจในเนื้อหามากขึ้น นักเรียนส่วนใหญ่จึงสามารถทำแบบฝึกหัดเพิ่มเติมได้

ดังนั้น การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับคำถามระดับสูง จึงส่งผลต่อความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน เพราะเมื่อนักเรียนเจอสถานการณ์หรือปัญหา นักเรียนจะต้องสามารถคิด พิจารณา วิเคราะห์ ปัญหาหรือสถานการณ์ต่าง ๆ อย่างถี่ถ้วน รอบคอบ เพื่อหาเหตุและผลมาอธิบายประกอบได้อย่างสมเหตุสมผล อันส่งผลให้ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนสูงขึ้น ซึ่ง Russell (1999, p. 1) กล่าวว่า การให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์เป็นหัวใจสำคัญของการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เนื่องจากคณิตศาสตร์เป็นวิชาที่เป็นนามธรรม ซึ่งการให้เหตุผลเป็นเครื่องมือที่จะเข้าใจนามธรรม นอกจากนี้ Artzt & Shirel (1999, pp. 115-126) ได้กล่าวถึง ความสำคัญในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ไว้ว่า การให้เหตุผลเป็นส่วนที่ทำให้การแก้ปัญหาสมบูรณ์ นักเรียนจะไม่สามารถเข้าใจปัญหา วิเคราะห์ปัญหาหรือวางแผนในการแก้ปัญหาได้ หากปราศจากการให้เหตุผล ดังนั้นอาจกล่าวได้ว่าการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์มีความสำคัญควบคู่ไปกับการแก้ปัญหา และสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2555, หน้า 39) ได้ให้ความหมายของการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ว่าการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์เป็นกระบวนการคิด ทางคณิตศาสตร์ที่ต้องอาศัยการคิดวิเคราะห์ และ/หรือความคิดสร้างสรรค์ในการรวบรวมข้อเท็จจริง แนวคิด/ สถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ต่าง ๆ แจกแจงความสัมพันธ์หรือการเชื่อมโยงเพื่อทำให้เกิดข้อเท็จจริงหรือสถานการณ์ใหม่ ผลการวิจัยครั้งนี้ สอดคล้องกับ สุภาพร พลเสสุ (2562) ศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้โมเดลเฟสเมทีอดคอมปิเนชัน ร่วมกับคำถามระดับสูง ที่มีต่อความสามารถในการสื่อสารและความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ผลการวิจัยพบว่า ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง เส้นขนาน ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้โมเดลเฟสเมทีอดคอมปิเนชันร่วมกับคำถามระดับสูง สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทาง

สถิติที่ระดับ 0.05 จิราภา ปั่นทอง (2563) ศึกษาผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบค้นพบร่วมกับคำถามระดับสูง ที่มีต่อความสามารถในการให้เหตุผลและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ผลการวิจัยพบว่า ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบค้นพบร่วมกับคำถามระดับสูงสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 0.05 ดิษพล เนตรนิมิตร (2558) ศึกษาผลการใช้รูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอน (5Es) ร่วมกับการใช้คำถามระดับสูง ที่มีต่อความสามารถในการให้เหตุผลและมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชัน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ผลการวิจัยพบว่า ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชัน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังจากได้รับการใช้รูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอน (5Es) ร่วมกับคำถามระดับสูง สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05 และสอดคล้องกับงานวิจัยของ ณัฐภัทร แสงมาลา (2564) ได้ศึกษาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบอุปนัยและนิรนัย ร่วมกับการใช้คำถามระดับสูง ที่มีผลต่อมโนทัศน์และความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง วงกลม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 หลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบอุปนัยและนิรนัยร่วมกับการใช้คำถามระดับสูง เรื่อง วงกลม มีคะแนนความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เฉลี่ยสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

สรุปได้ว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับคำถามระดับสูง เป็นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ครูต้องจัดสถานการณ์ให้นักเรียนได้เกิดการเรียนรู้และสามารถสร้างองค์ความรู้ได้ด้วยตนเอง โดยมีครูเป็นผู้ส่งเสริมและคอยกระตุ้นนักเรียนให้เกิดกระบวนการคิดด้วยคำถามระดับสูง ตลอดจนนักเรียนสามารถหาข้อสรุป พร้อมทั้งอธิบายเหตุผลประกอบได้อย่างสมเหตุสมผล ด้วยกระบวนการและแนวคิดดังกล่าว ทำให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์สูงขึ้น ซึ่งส่งผลต่อการพัฒนาการสอนและการจัดการเรียนรู้ทางคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษา

ข้อเสนอแนะ

จากผลการวิจัย เรื่อง ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับคำถามระดับสูง ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ผู้วิจัยขอเสนอแนะ ดังต่อไปนี้

ข้อเสนอแนะทั่วไป

1. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับคำถามระดับสูง ที่

มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ในช่วงของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ชั้นที่ 2 ชั้นเกิดความขัดแย้งทางปัญญา เป็นชั้นที่สำคัญมากของแผนการจัดการเรียนรู้ เพราะเป็นชั้นที่ผู้สอนเสนอปัญหาหรือสถานการณ์ให้นักเรียนได้พิจารณา โดยนักเรียนต้องใช้ทักษะการคิดหรือการสังเกต จนเกิดความขัดแย้งทางความคิด ที่เป็นผลมาจากความรู้เดิมกับสิ่งที่รับรู้ใหม่ไม่สอดคล้องกัน ดังนั้น สถานการณ์หรือปัญหาที่ผู้สอนกำหนดให้ ควรเป็นสถานการณ์หรือปัญหาที่น่าสนใจ เพื่อดึงดูดนักเรียนให้เกิดทักษะการคิดและการสังเกตมากยิ่งขึ้น และสถานการณ์หรือปัญหาควรเหมาะสมกับช่วงวัย

2. เนื่องจากในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับคำถามระดับสูง มีการใช้คำถามระดับสูงในการกระตุ้นความคิดของนักเรียน หากมีการใช้คำถามระดับสูงแล้วนักเรียนยังไม่สามารถตอบคำถามหรืออธิบายเหตุผลประกอบได้ ผู้สอนควรมีการใช้คำถามนำก่อน แล้วจึงใช้คำถามระดับสูง เพื่อให้ให้นักเรียนได้ฝึกกระบวนการคิดที่สูงขึ้น

3. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับคำถามระดับสูง จะมีขั้นแสวงหาคำตอบ ที่นักเรียนจะสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเองจากขั้นนี้ ซึ่งนักเรียนบางคนอาจจะมีความรู้พื้นฐานเดิมไม่เพียงพอสำหรับการหาคำตอบในขั้นนี้ ผู้สอนจะต้องตรวจสอบความรู้พื้นฐานหรืออาจจะมีการใช้คำถามในการประเมินความรู้ของนักเรียน

ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

1. ควรนำการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ไปประยุกต์ใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เพื่อพัฒนาทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ด้านอื่น ๆ นอกเหนือจากความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เช่น ความสามารถในการให้เหตุผล ความสามารถในการเชื่อมโยง ความสามารถในการสื่อสาร หรือความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์

2. ควรมีการศึกษาผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับเทคโนโลยีอื่น ๆ เช่น ร่วมกับโปรแกรม The Geometer's Sketchpad หรือร่วมกับโปรแกรม Desmos

3. ควรจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับคำถามระดับสูงของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ในเนื้อหาอื่นๆ เช่น จำนวนตรรกยะ สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว อัตราส่วน เป็นต้น

บรรณานุกรม

- กรมวิชาการ. (2546). *การจัดสาระการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1-6 ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์องค์การรับส่งสินค้าและพัสดุภัณฑ์.
- กรรณิการ์ หาญพิทักษ์. (2559). *ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ ที่มีต่อมโนทัศน์และความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง รูปสามเหลี่ยม ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5*. วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต, สาขาวิชาการสอนคณิตศาสตร์, คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา.
- กระทรวงศึกษาธิการ. (2546). *การจัดสาระการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1-6 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544*. กรุงเทพฯ: องค์การรับส่งสินค้าและพัสดุภัณฑ์.
- กระทรวงศึกษาธิการ. (2551). *คู่มือการวัดผลประเมินผลคณิตศาสตร์*. กรุงเทพฯ: ครูสภาลาดพร้าว.
- กระทรวงศึกษาธิการ. (2552). *เอกสารประกอบหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551: แนวการปฏิบัติการวัดผลและการประเมินผลการเรียนรู้*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.
- กระทรวงศึกษาธิการ. (2560). *ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ.2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (พิมพ์ครั้งที่ 1)*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด.
- กิตติ พัฒนตระกูลสุข. (2546). การเรียนการสอนคณิตศาสตร์มัธยมศึกษาของประเทศไทยล้มเหลวจริงหรือ. *วารสารคณิตศาสตร์*, 46(530-532), 54-56.
- โกสุม กรีทอง. (2551). การใช้คำถามกับการเรียนคณิตศาสตร์. *วารสารนิตยสาร สสวท.*, 37(157), 40-42.
- คมสัน ตรีไพบูลย์. (2557). *การพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับรูปแบบการสอนมโนทัศน์ เพื่อพัฒนามโนทัศน์และความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ภาคตัดกรวย ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4*. ดุษฎีนิพนธ์การศึกษาดุษฎีบัณฑิต, สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน, คณะศึกษาศาสตร์, มหาวิทยาลัยบูรพา.
- จิตาภา ลูกเงาะ. (2560). *ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ที่มีต่อความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชันของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4*. วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต, สาขาวิชาการสอน

- คณิตศาสตร์, คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา.
- จิราภา ปั่นทอง. (2563). ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบค้นพบร่วมกับคำถามระดับสูง ที่มีต่อความสามารถในการให้เหตุผลและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2. วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต, สาขาวิชาการสอนคณิตศาสตร์, คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา.
- ชนาธิป พรกุล. (2554). การสอนกระบวนการคิด: ทฤษฎีและการนำไปใช้ (พิมพ์ครั้งที่ 2). กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ชัยวัฒน์ สุทธิรัตน์. (2553). เทคนิคการใช้คำถาม พัฒนาการคิด. นนทบุรี: สหมิตรพรินต์ติ้งแอนด์พับลิชชิง.
- ชูศรี วงศ์รัตน์. (2553). เทคนิคการใช้สถิติเพื่อการวิจัย. กรุงเทพฯ: ไทเนรมิตกิจอินเตอร์ โพรเกรสซิฟ.
- ณัฐภัทร แสงมาลา. (2564). การจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบอุปนัยและนิรนัย ร่วมกับการใช้คำถามระดับสูง ที่มีผลต่อเมโนทัศน์และความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่องวงกลม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. วิทยาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา คณะวิทยาศาสตร์, มหาวิทยาลัยบูรพา.
- ดวงตะวัน งามแสง. (2558). ผลการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทางทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์. การศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนคณิตศาสตร์ คณะศึกษาศาสตร์, มหาวิทยาลัยบูรพา.
- ดิษพล เนตรนิมิตร. (2558). ผลการใช้รูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอน (5Es) ร่วมกับการใช้คำถามระดับสูง ที่มีต่อความสามารถในการให้เหตุผลและเมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชัน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต, สาขาวิชาการสอนคณิตศาสตร์, คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา.
- ทิตนา เขมมณี. (2562). ศาสตร์การสอน องค์ความรู้เพื่อการจัดกระบวนการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ (พิมพ์ครั้งที่ 23). กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ทิตนา เขมมณี. (2554). ศาสตร์การสอน องค์ความรู้เพื่อจัดกระบวนการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ (พิมพ์ครั้งที่ 14). กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ทิตนา เขมมณี. (2555). ศาสตร์การสอน องค์ความรู้เพื่อจัดกระบวนการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ (พิมพ์ครั้งที่ 16). กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- บรรพต สุวรรณประเสริฐ. (2544). การพัฒนาหลักสูตร โดยเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ (พิมพ์ครั้งที่ 2). เชียงใหม่: The Knowledge Center.
- บุญชม ศรีสะอาด (2544). การพัฒนาการสอน. กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.
- บุญชม ศรีสะอาด. (2545). การพัฒนาการสอน. มหาสารคาม: มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

มหาสารคาม.

บุญชม ศรีสะอาด. (2554). *การวิจัยเบื้องต้น* (พิมพ์ครั้งที่ 9). กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.

บุญเลี้ยง ทุมทอง. (2556). *ทฤษฎีและการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้*. กรุงเทพฯ: เอสพรีนติ้งไทย แพลคตอรี.

ประวิษฐา สร้อยจิตร. (2562). *การวิจัยและการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนสำหรับนักศึกษาครู คณิตศาสตร์ โดยบูรณาการแนวคิดการนำตนเองร่วมกับทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ เพื่อส่งเสริมความสามารถในการออกแบบการเรียนการสอนและการรับรู้ความสามารถของตนเอง*. ดุษฎีนิพนธ์การศึกษาดุสิตบัณฑิต, สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน, คณะศึกษาศาสตร์, มหาวิทยาลัยบูรพา.

ประพันธ์ศิริ สุเสารัจ. (2556). *การพัฒนาการคิด* (พิมพ์ครั้งที่ 5). กรุงเทพฯ: 9119 เทคนิค พรินติ้ง.

พรพิมล พรพิรขันธ์. (2550). *การจัดกระบวนการเรียนรู้*. สงขลา: เทมการพิมพ์สงขลา.

พรรณทิพา พรหมรักษ์. (2552). *การพัฒนากระบวนการเรียนการสอนโดยใช้กระบวนการวางนัยทั่วไป เพื่อส่งเสริมความสามารถในการให้เหตุผลทางพีชคณิตและการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 3*. ปริญญาครุศาสตรดุษฎีบัณฑิต, สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน, คณะครุศาสตร์, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

พรสวรรค์ สีป้อ. (2550). *สุดยอดวิธีสอนภาษาอังกฤษ นำไปสู่กฎการจัดการเรียนรู้ของครูยุคใหม่*.

กรุงเทพฯ: อักษรเจริญทัศน์.

พัชรี เรืองสวัสดิ์. (2562). *การพัฒนากระบวนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ที่ส่งเสริมความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ความน่าจะเป็น ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5*. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาคณิตศาสตร์และคณิตศาสตร์ศึกษามหาวิทยาลัยทักษิณ.

พิชิต ฤทธิจรรณ. (2548). *หลักการวัดและประเมินผลการศึกษา* (พิมพ์ครั้งที่ 3). กรุงเทพฯ: แฮร์ส ออฟ เคอร์มีส์.

พิมพ์นธ์ เดชะคุปต์. (2544). *การเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ: แนวคิด วิธีและเทคนิคการสอน* 1. กรุงเทพฯ: เดอะมาสเตอร์กรุ๊ป แมเนจเม้นท์.

ไพศาล วรคำ. (2559). *การวิจัยทางการศึกษา* (พิมพ์ครั้งที่ 8). มหาสารคาม: ตักศิลาการพิมพ์.

มาศสิริ เหมือนเพชร. (2562). *ผลของการจัดการเรียนรู้โดยใช้กลวิธี STAR ร่วมกับการใช้คำถามระดับสูง ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2*. วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต, สาขาวิชาการสอนคณิตศาสตร์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา.

ราชบัณฑิตยสถาน. (2555). *พจนานุกรม ฉบับราชบัณฑิตยสถาน พ.ศ. 2542*. กรุงเทพฯ: นามมีบุ๊กส์

พับลิเคชันส์.

ล้วน สายยศ. (2541). *เทคนิคการสร้างข้อสอบความถนัดทางการเรียน*. กรุงเทพฯ: ชมรมเด็ก.

ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. (2543). *เทคนิคการวัดผลการเรียนรู้* (พิมพ์ครั้งที่ 2). กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.

วัชรรา เล่าเรียนดี. (2550). *เทคนิคและยุทธวิธีพัฒนาทักษะการคิด การจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ*. นครปฐม: มหาวิทยาลัยศิลปากร.

วันชัยลมา ปานากาเซ็ง. (2560). *กิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ เรื่อง กำหนดการเชิงเส้น โดยใช้โปรแกรม The Geometer's Sketchpad สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5*. วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา คณะวิทยาศาสตร์, มหาวิทยาลัยบูรพา.

เวชฤทธิ์ อังกนะภัทรขจร. (2554). *ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ในเอกสารคำสอนวิชา 410541 ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์*. ชลบุรี: ภาควิชาการจัดการเรียนรู้ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา.

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

เวชฤทธิ์ อังกนะภัทรขจร. (2555 ก). *การพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลเชิงสถิติและการเชื่อมโยงคณิตศาสตร์ ไปสู่ชีวิตจริงโดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้ แบบการสอนแนะให้รู้คิด (CGI) ร่วมกับการใช้คำถามระดับสูงสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6*. ชลบุรี: ภาควิชาการจัดการเรียนรู้ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา.

ศศิธร แม้นสงวน. (2556). *ผลการเรียนรู้จากโครงการงานชุดวิชาการสื่อสารด้วยเทคโนโลยีสารสนเทศ*. *วารสารราชพฤกษ์*, 5(1), 310-321.

ศศิธร เวียงวะลัย. (2556). *การจัดการเรียนรู้ (Learning Management) (พิมพ์ครั้งที่ 1)*. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์โอเดียนสโตร์.

สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ. *รายงานผลการทดสอบทางการศึกษาระดับชาติขั้นพื้นฐาน (O-NET) ปีการศึกษา 2562 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 วิชาคณิตศาสตร์*. เข้าถึงได้จาก <http://www.niets.or.th>.

สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ. *รายงานผลการทดสอบทางการศึกษาระดับชาติขั้นพื้นฐาน (O-NET) ปีการศึกษา 2563 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 วิชาคณิตศาสตร์*. เข้าถึงได้จาก <http://www.niets.or.th>.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2547). *การให้เหตุผลในวิชาคณิตศาสตร์ ระดับประถมศึกษา ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544*. กรุงเทพฯ: เอส.

พี.เอ็น.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2555). *ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์* (พิมพ์ครั้งที่ 3). กรุงเทพฯ: 3-คิว มีเดีย.

สมเดช บุญประจักษ์. (2540). *การพัฒนาศักยภาพทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยใช้การเรียนแบบร่วมมือ*. ปรินญาการศึกษาดุสิตบัณฑิต, สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา, บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

สมนึก ภัทพิชญ์. (2549). *การวัดผลการศึกษา*. กาศสินธุ์: ประสานการพิมพ์.

สมโภชน์ อเนกสุข. (2553). *เอกสารคำสอนวิชาวิธีการวิจัยทางพฤติกรรมศาสตร์และสังคมศาสตร์*.

ชลบุรี: ภาควิชาวิจัยและจิตวิทยาประยุกต์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา.

สายัณห์ พาน้อย. (2549). การสอนกระบวนการคิดโดยการตั้งคำถาม. *วารสารวงการครู*, 3(30), 108-110.

สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ. (2540). *ทฤษฎีการเรียนรู้เพื่อพัฒนากระบวนการคิด* ต้นแบบการเรียนรู้ทางด้านหลักทฤษฎีและแนวปฏิบัติ. กรุงเทพฯ: โครงการพัฒนาคุณภาพการเรียนการสอน.

สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา. (2552). *ตัวชี้วัดและสาระแกนกลางกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551* กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.

สิริพร ทิพย์คง. (2545). *หลักสูตรและการสอนคณิตศาสตร์*. กรุงเทพฯ: พัฒนาคุณภาพวิชาการ(พว.).

สุนทร สุนันท์ชัย. (2540). รากฐานและวิธีการของนิรมิตนิยม (Constructivism). *โครงการพัฒนารัพยากรมนุษย์*, 5(9), 25-31.

สุภาพร พลเสสุ. (2562). *ผลของการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้โมเดลเฟสเมทีอดคอมบิเนชันร่วมกับคำถามระดับสูง ที่มีต่อความสามารถในการสื่อสารและความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2*. วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต, สาขาวิชาการสอนคณิตศาสตร์, คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา.

สุมาลี ชัยเจริญ. (2548). *เทคโนโลยีการศึกษาและพัฒนาระบบการสอน*. ขอนแก่น: ภาควิชาเทคโนโลยีการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

สุรางค์ ไคว์ตระกูล. (2554). *จิตวิทยาการศึกษา* (พิมพ์ครั้งที่ 6). กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

สุราวดี เฟิงศรีโคตร. (2549). คำถามนั้นสำคัญไฉน. *วารสารวิทยาสาร*, 105(5), 58-61.

สุวิทย์ มูลคำ. (2550). *กลยุทธ์การสอนคิดสร้างสรรค์*. กรุงเทพฯ: ภาพพิมพ์.

สุวิทย์ มูลคำ และคนอื่น ๆ. (2549). *เขียนแผนการจัดการเรียนรู้ที่เน้นการคิด*. กรุงเทพฯ: ภาพพิมพ์.

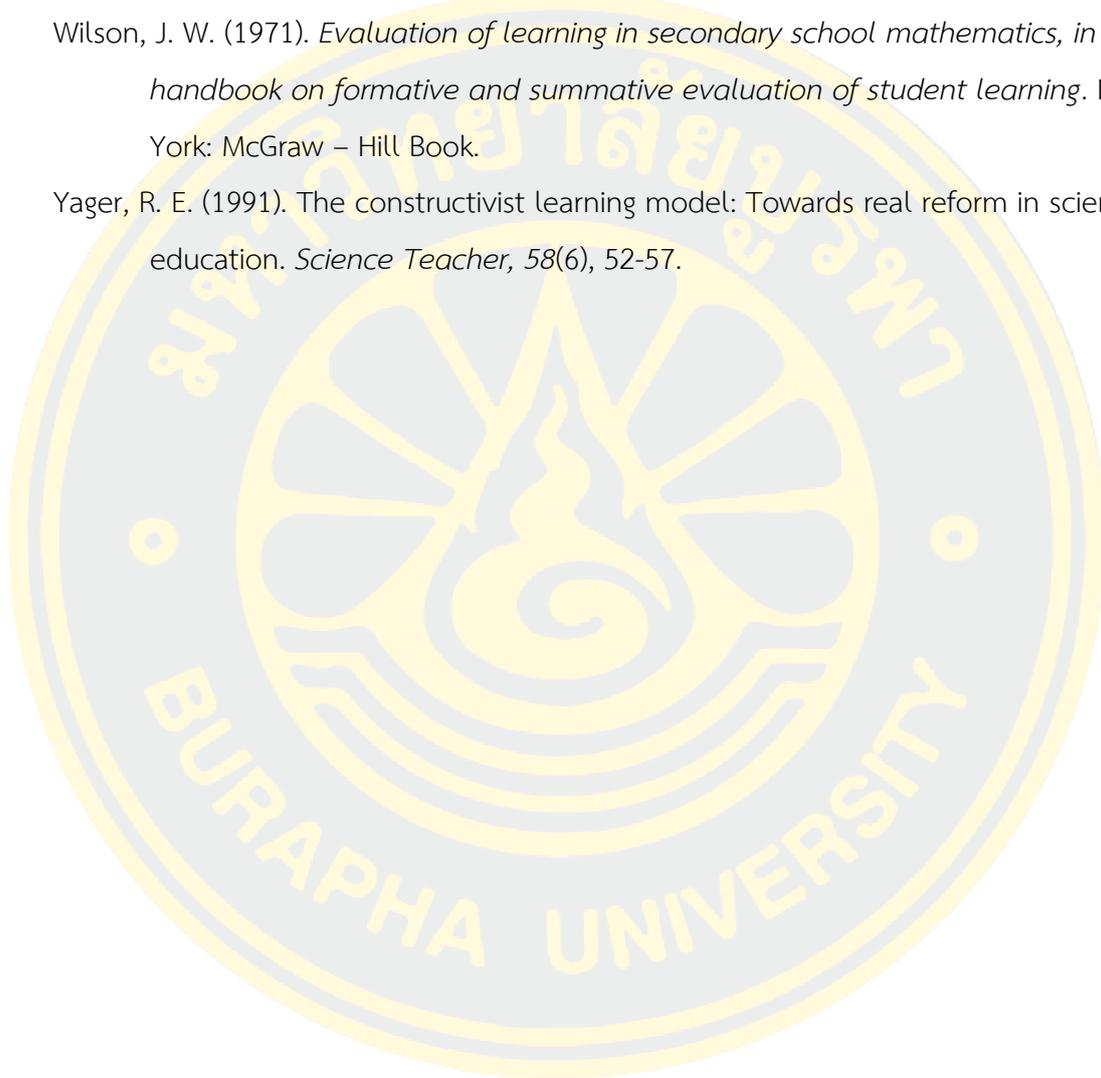
สุวิทย์ มูลคำและอรรถัย มูลคำ. (2545). *21 วิธีจัดการเรียนรู้ : เพื่อพัฒนากระบวนการคิด*. กรุงเทพฯ:

ภาพพิมพ์.

- องอาจ นัยวัฒน์. (2551). *วิธีวิทยาการวิจัยเชิงปริมาณและเชิงคุณภาพทางพฤติกรรมศาสตร์และสังคมศาสตร์* (พิมพ์ครั้งที่ 3). กรุงเทพฯ: สามลดา.
- อมลวรรณ วีระธรรมโม. (2548). ทฤษฎีการสร้างสรรค์ : ลีลาการสอนครูและพฤติกรรมการเรียนรู้ของผู้เรียน. *วารสารสำนักหอสมุดมหาวิทยาลัยทักษิณ*, 4(1), 10-18.
- อลิสรา ชมชื่น. (2550). *การพัฒนากระบวนการเรียนการสอนโดยการบูรณาการทฤษฎีการพัฒนาความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ การสื่อสารและการให้เหตุผล เพื่อเสริมสร้างสมรรถภาพทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น*. ปรินญาครุศาสตร์ดุสิตบัณฑิต, สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน, คณะครุศาสตร์, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- อัมพร ม้าคนอง. (2546). *คณิตศาสตร์ : การสอนและการเรียนรู้*. กรุงเทพฯ: ศูนย์ตำราและเอกสารวิชาการ คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- อัมพร ม้าคนอง. (2553). *ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์: การพัฒนาเพื่อพัฒนาการ* (พิมพ์ครั้งที่ 2). กรุงเทพฯ: ศูนย์ตำราและเอกสารวิชาการ คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- Artzt, A. F., & Shirel, Y. F. (1999). *Mathematics reasoning during small-Group problem solving. In developing mathematical reasoning in grades K-12*. Virginia: National council of teachers of mathematics.
- Baroody, A. J. (1993). *Problem solving, reasoning and communication, K-8: Helping children think mathematically*. New York: Macmillan.
- Chee, H. C. (1976). *A student of the effects of high level cognitive question on the level response and optical thinking abillties in students of two socialproblem classes*. Dissertation Abstracts,
- Driver, R., & Oldham, V. (1986). *A constructivist model of teaching*. Retrieved from <http://www.constructivism.web.com/amodelofinstruction.htm>.
- Fosnot, C. T. (1996). *Constructivism: Theory, perpectives, and practice*. New York: Teachers College Press.
- George, B., & Wragg, E. C. (1993). *Question*. London: Butler & Tanner.
- George, T. L., & Hans, O. A. (1970). Determining the level of inquiry in teacher's questions. *Dissertation Abstracts International*, 31(2), 395-400.
- Godrich, H. (1997). Understanding rubrics. *Education Leadership (Teaching for Authentic Student Performance)*. 54(4), 14-17.
- Good, C. V. (1973). *Dictionary of education*. 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.
- Jeffrey, W. W. (2001). Higher order teacher questioning of boys and girls in elementary mathematics classroom. *Journal for Research in Mathematics Education*, 95(2), 84.
- Krogh, S. L. (1994). *Educating young children infancy to grade three.* New York: McGraw-Hill.
- Krulik, S., & Rudnick, J. A. (1993). *Reasoning and problem solving: A handbook for elementary school teachers.* Massachusetts: Allyn and Bacon.
- Martrin, R. E. (1994). *Teaching science for all children.* Boston: A division of simon & Schuster.
- Naril, S. (2011). Is constructivist learning environment really effective on learning and long-term knowledge retention in mathematics? example of the Infinity concept. *Educational Research and Reviews*, 6(1), 36-49.
- O'Daffer, P. G., & Thornquist, B. A. (1993). *Critical thinking , mathematical reasoning and proof. In research ideas for the classroom: High school mathematic.* Wilson. Patricias. New York: MacMilan.
- Rosemary, S. S. P. (1973). Categorization of questions that mathematics teachers ask. *The Mathematics Teacher*, 66(7).
- Rowan, T. E., & Morrow, L. J. (1993). *Implementing K-8 curriculum and evaluation standards: reading from the arithmetic teacher.* Virginia: The National Council of teachers of Mathematics.
- Ruddel, R. B. (1974). *Reading-language instruction: Innovative practices.* Englewood Cliff, NJ: Prentice-Halls.
- Russell, S. J. (1999). *Mathematical reasoning in the elementary grades. In developing mathematical reasoning in K-12.* Shiff, Lee V. Reston virginia: The National Council of teachers of Mathematics.
- Shahrill, M., & Mundia, L. (2014). The use of low – order and higher – order questions in mathematics teaching: Video analyses case study. *Journal of Studies in Education*, 4(2), 15-34.

- Thomas, E. R., & Josepha, R. (1998). Using questions to help children build mathematical power. *Teaching Children Mathematics*, 4(9), 504-509.
- Troutman, A. P., & Lichtenberg, B. K. (1998). *Mathematics a good beginning strategies for teaching children* (3 rd ed.). Boston: Brooks/Cole.
- Wilson, J. W. (1971). *Evaluation of learning in secondary school mathematics, in handbook on formative and summative evaluation of student learning*. New York: McGraw – Hill Book.
- Yager, R. E. (1991). The constructivist learning model: Towards real reform in science education. *Science Teacher*, 58(6), 52-57.





ภาคผนวก

The logo of Mahachulalongkornrajavidyalaya University is a circular emblem. It features a central five-pointed star (pentagram) with a smaller five-pointed star inside it. The outer ring of the emblem contains the university's name in Thai script: "มหาวิทยาลัยบูรพา" at the top and "MAHACHULALONGKORAJAVIDYALAYA UNIVERSITY" at the bottom. The entire logo is rendered in a light yellow color.

ภาคผนวก ก

- รายนามผู้ทรงคุณวุฒิในการตรวจเครื่องมือ
- ตัวอย่างหนังสือขอเชิญผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบความเที่ยงตรงของเครื่องมือเพื่อการวิจัย
- สำเนาหนังสือขอความอนุเคราะห์ในการเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อหาคุณภาพของเครื่องมือการวิจัย
- สำเนาหนังสือขอความอนุเคราะห์ในการเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อการวิจัย
- สำเนาเอกสารรับรองผลการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ มหาวิทยาลัยบูรพา

รายนามผู้ทรงคุณวุฒิในการตรวจสอบเครื่องมือ

1. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปิยะทิพย์ ประดุงพรม อาจารย์ประจำภาควิชาวิจัยและจิตวิทยาประยุกต์
คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา
2. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ประภรรยาวัฏ บุญมี อาจารย์ประจำสาขาวิชาคณิตศาสตร์
คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
มหาวิทยาลัยราชภัฏหมู่บ้านจอมบึง
3. อาจารย์ธราทิพย์ เกตุหอม อาจารย์ประจำสาขาวิชาคณิตศาสตร์
คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์
4. นางสาวเจิมจันทร์ ขวัญแก้ว ครูชำนาญการพิเศษ กลุ่มสาระการเรียนรู้
คณิตศาสตร์ โรงเรียนแสนสุข สำนักงานเขตพื้นที่
การศึกษามัธยมศึกษาชลบุรี ระยอง
5. นางสาวนลินญา บุญเต็ม ครูชำนาญการพิเศษ กลุ่มสาระการเรียนรู้
คณิตศาสตร์ โรงเรียนชลกันยานุกูล สำนักงานเขต
พื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาชลบุรี ระยอง



บันทึกข้อความ

สำนักงาน มหาวิทยาลัยบูรพา บัณฑิตวิทยาลัย โทร. ๒๗๐๐ ต่อ ๗๐๕, ๗๐๗

ที่ อว ๘๑๓๗/๑๙๔๙

วันที่ ๑๑ กันยายน พ.ศ. ๒๕๖๗

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบความตรงตามเนื้อหาของเครื่องมือการวิจัย

เรียน ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปิยะทิพย์ ประดุงพรม (คณะศึกษาศาสตร์)

ด้วย นางสาวนภา ศิริบุษผา รหัสประจำตัวนิสิต ๖๓๙๒๐๒๗๘ นิสิตหลักสูตรการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ แบบไม่เต็มเวลา แผนการเรียน แบบ ก ๒ ได้รับอนุมัติเค้าโครงวิทยานิพนธ์ เรื่อง “ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับคำถามระดับสูง ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์และความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๑” โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.รุ่งฟ้า กิติญาณสุนต์ เป็นประธานกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์ ซึ่งอยู่ในขั้นตอนการเตรียมเครื่องมือการวิจัย นั้น

ในการนี้ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยบูรพา จึงขอเรียนเชิญท่านซึ่งเป็นผู้ที่มีความรู้ ความสามารถ และประสบการณ์สูง เป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบความตรงของเครื่องมือวิจัย โดยนิตได้ส่งเค้าโครงเล่มวิทยานิพนธ์ (ฉบับย่อ) และเครื่องมือวิจัยไปให้ท่านเรียบร้อยแล้ว ทั้งนี้ สามารถติดต่อนิสิตตั้งรายนามข้างต้นได้ที่หมายเลขโทรศัพท์ ๐๘๗-๕๘๖๕๕๙๖ หรือที่ E-mail: 63920278@go.buu.ac.th

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา

มณฑนา รังสิโยภาส์
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.มณฑนา รังสิโยภาส์)
รองคณบดีฝ่ายวิชาการ ปฏิบัติการแทน
คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย



ที่ อว ๘๑๓๗/๒๐๔๗

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยบูรพา
๑๖๕ ถ.ลพท.บางแสน ต.แสนสุข
อ.เมือง จ.ชลบุรี ๒๐๑๓๑

๑๑ กันยายน ๒๕๖๗

เรื่อง ขอเชิญบุคลากรในสังกัดเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบความตรงของเครื่องมือวิจัย

เรียน คณบดีคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏหมู่บ้านจอมบึง

สิ่งที่ส่งมาด้วย ๑. คำโครงการวิทยานิพนธ์ (ฉบับย่อ)
๒. เครื่องมือวิจัย

ด้วย นางสาวนภา ศิริบุษผา รหัสประจำตัวนิสิต ๖๓๙๒๐๒๗๘ นิสิตหลักสูตรการศึกษา
มหาบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ แบบไม่เต็มเวลา แผนการเรียน แบบ ก ๒ ได้รับ
อนุมัติคำโครงการวิทยานิพนธ์ เรื่อง “ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับ
คำถามระดับสูง ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์และความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์
ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๑” โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.รุ่งฟ้า กิติญาณสุนต์ เป็นประธานกรรมการ
ควบคุมวิทยานิพนธ์ นั้น

ในการนี้ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยบูรพา จึงขอเรียนเชิญบุคลากรในสังกัดของท่าน คือ
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ประกรรชวัตถ์ บุญมี อาจารย์ประจำสาขาวิชาคณิตศาสตร์ ซึ่งเป็นผู้ที่มีความรู้
ความสามารถ และประสบการณ์สูง เป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบความตรงของเครื่องมือวิจัย โดยนิตได้ส่งคำ
โครงการวิทยานิพนธ์ (ฉบับย่อ) และเครื่องมือวิจัยไปให้ผู้ทรงคุณวุฒิเรียบร้อยแล้ว ทั้งนี้ สามารถติดต่อนิสิตตั้ง
รายนามข้างต้นได้ที่หมายเลขโทรศัพท์ ๐๘๗-๕๘๖๕๕๕๖ หรือที่ E-mail: 63920278@go.buu.ac.th

จึงเรียนมาเพื่อทราบและโปรดพิจารณา

ขอแสดงความนับถือ

สมันทนา รังสิโยภาส
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สมันทนา รังสิโยภาส)
รองคณบดีฝ่ายวิชาการ ปฏิบัติการแทน
คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย ปฏิบัติการแทน
ผู้รักษาการแทนอธิการบดีมหาวิทยาลัยบูรพา

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยบูรพา

โทร ๐๓๘ ๑๐๒ ๗๐๐ ต่อ ๗๐๕ และ ๗๐๗

E-mail: grd.buu@go.buu.ac.th

สำเนาเรียน ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ประกรรชวัตถ์ บุญมี



ที่ อว ๘๑๓๗/๒๐๔๘

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยบูรพา
๑๖๔ ถ.ลงหาดบางแสน ต.แสนสุข
อ.เมือง จ.ชลบุรี ๒๐๑๓๑

๑๑ กันยายน ๒๕๖๗

เรื่อง ขอเชิญบุคลากรในสังกัดเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบความตรงของเครื่องมือวิจัย

เรียน คณบดีคณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์

สิ่งที่ส่งมาด้วย ๑. คำโครงการวิทยานิพนธ์ (ฉบับย่อ)
๒. เครื่องมือวิจัย

ด้วย นางสาวนภา ศิริบุบผา รหัสประจำตัวนิสิต ๖๓๙๒๐๒๗๘ นิสิตหลักสูตรการศึกษา
มหาบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ แบบไม่เต็มเวลา แผนการเรียน แบบ ก ๒ ได้รับ
อนุมัติคำโครงการวิทยานิพนธ์ เรื่อง “ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับ
คำถามระดับสูง ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์และความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์
ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๑” โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.รุ่งฟ้า กิติญาณสุนด์ เป็นประธานกรรมการ
ควบคุมวิทยานิพนธ์ นั้น

ในการนี้ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยบูรพา จึงขอเรียนเชิญบุคลากรในสังกัดของท่าน คือ
อาจารย์ธราทิพย์ เกตุหอม อาจารย์ประจำสาขาวิชาคณิตศาสตร์ ซึ่งเป็นผู้ที่มีความรู้ ความสามารถ และ
ประสบการณ์สูง เป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบความตรงของเครื่องมือวิจัย โดยนิตได้ส่งคำโครงการเล่มวิทยานิพนธ์
(ฉบับย่อ) และเครื่องมือวิจัยไปให้ผู้ทรงคุณวุฒิเรียบร้อยแล้ว ทั้งนี้ สามารถติดต่อนิตตั้งรายนามข้างต้นได้ที่
หมายเลขโทรศัพท์ ๐๘๗-๕๘๖๕๕๙๖ หรือที่ E-mail: 63920278@go.buu.ac.th

จึงเรียนมาเพื่อทราบและโปรดพิจารณา

ขอแสดงความนับถือ

มณฑนา รั้งลิโยภาส

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.มณฑนา รั้งลิโยภาส)

รองคณบดีฝ่ายวิชาการ ปฏิบัติการแทน

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย ปฏิบัติการแทน

ผู้รักษาการแทนอธิการบดีมหาวิทยาลัยบูรพา

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยบูรพา

โทร ๐๓๘ ๑๐๒ ๗๐๐ ต่อ ๗๐๕ และ ๗๐๗

E-mail: grd.buu@go.buu.ac.th

สำเนาเรียน อาจารย์ธราทิพย์ เกตุหอม



ที่ อว ๘๑๓๗/๒๐๔๙

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

๑๑ กันยายน ๒๕๖๗

เรื่อง ขอเชิญบุคลากรในสังกัดเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบความตรงของเครื่องมือวิจัย

เรียน ผู้อำนวยการโรงเรียนแสนสุข

สิ่งที่ส่งมาด้วย ๑. คำโครงการวิทยานิพนธ์ (ฉบับย่อ)
๒. เครื่องมือวิจัย

ด้วย นางสาวภา ศิริบุผา รหัสประจำตัวนิสิต ๖๓๙๒๐๒๗๘ นิสิตหลักสูตรการศึกษา
มหาบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ แบบไม่เต็มเวลา แผนการเรียน แบบ ก ๒ ได้รับ
อนุมัติคำโครงการวิทยานิพนธ์ เรื่อง “ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับ
คำถามระดับสูง ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์และความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์
ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๑” โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.รุ่งฟ้า กิติญาณสันต์ เป็นประธานกรรมการ
ควบคุมวิทยานิพนธ์ นั้น

ในการนี้ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยบูรพา จึงขอเรียนเชิญบุคลากรในสังกัดของท่าน คือ
นางสาวเจิมจันทร์ ขวัญแก้ว ครูชำนาญการพิเศษ กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ซึ่งเป็นผู้ที่มีความรู้
ความสามารถ และประสบการณ์สูง เป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบความตรงของเครื่องมือวิจัย โดยนิตได้ส่งคำ
โครงการวิทยานิพนธ์ (ฉบับย่อ) และเครื่องมือวิจัยไปให้ผู้ทรงคุณวุฒิเรียบร้อยแล้ว ทั้งนี้ สามารถติดต่อนิสิตตั้ง
รายนามข้างต้นได้ที่หมายเลขโทรศัพท์ ๐๘๗-๕๘๖๕๕๙๖ หรือที่ E-mail: 63920278@go.buu.ac.th

จึงเรียนมาเพื่อทราบและโปรดพิจารณา

ขอแสดงความนับถือ

มณฑาทิ รังสิโยภัส
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.มณฑาทิ รังสิโยภัส)
รองคณบดีฝ่ายวิชาการ ปฏิบัติการแทน
คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย ปฏิบัติการแทน
ผู้รักษาการแทนอธิการบดีมหาวิทยาลัยบูรพา

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยบูรพา

โทร ๐๓๘ ๑๐๒ ๗๐๐ ต่อ ๗๐๕ และ ๗๐๗

E-mail: grd.buu@go.buu.ac.th

สำเนาเรียน นางสาวเจิมจันทร์ ขวัญแก้ว



ที่ อว ๘๑๓๗/๒๐๕๐

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยบูรพา
๑๖๙ ถ.ลพทาดบางแสน ต.แสนสุข
อ.เมือง จ.ชลบุรี ๒๐๑๓๑

๑๑ กันยายน ๒๕๖๗

เรื่อง ขอเชิญบุคลากรในสังกัดเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบความตรงของเครื่องมือวิจัย

เรียน ผู้อำนวยการโรงเรียนชลกันยานุกูล

สิ่งที่ส่งมาด้วย ๑. คำโครงการวิทยานิพนธ์ (ฉบับย่อ)
๒. เครื่องมือวิจัย

ด้วย นางสาวภา ศิริบุผา รหัสประจำตัวนิสิต ๖๓๙๒๐๒๗๘ นิสิตหลักสูตรการศึกษา
มหาบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ แบบไม่เต็มเวลา แผนการเรียน แบบ ก ๒ ได้รับ
อนุมัติคำโครงการวิทยานิพนธ์ เรื่อง “ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับ
คำถามระดับสูง ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์และความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์
ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๑” โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.รุ่งฟ้า กิติญาณสันต์ เป็นประธานกรรมการ
ควบคุมวิทยานิพนธ์ นั้น

ในการนี้ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยบูรพา จึงขอเรียนเชิญบุคลากรในสังกัดของท่าน คือ
นางสาวนลินญา บุญเต็ม ครูชำนาญการพิเศษ กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ซึ่งเป็นผู้ที่มีความรู้
ความสามารถ และประสบการณ์สูง เป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบความตรงของเครื่องมือวิจัย โดยนิตได้ส่งคำ
โครงการวิทยานิพนธ์ (ฉบับย่อ) และเครื่องมือวิจัยไปให้ผู้ทรงคุณวุฒิเรียบร้อยแล้ว ทั้งนี้ สามารถติดต่อนิสิตตั้ง
รายนามข้างต้นได้ที่หมายเลขโทรศัพท์ ๐๘๗-๕๘๖๕๕๙๖ หรือที่ E-mail: 63920278@go.buu.ac.th

จึงเรียนมาเพื่อทราบและโปรดพิจารณา

ขอแสดงความนับถือ

มัทนา รังสิโยภาส

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.มัทนา รังสิโยภาส)

รองคณบดีฝ่ายวิชาการ ปฏิบัติการแทน

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย ปฏิบัติการแทน

ผู้รักษาการแทนอธิการบดีมหาวิทยาลัยบูรพา

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยบูรพา

โทร ๐๓๘ ๑๐๒ ๗๐๐ ต่อ ๗๐๕ และ ๗๐๗

E-mail: grd.buu@go.buu.ac.th

สำเนาเรียน นางสาวนลินญา บุญเต็ม

โรงเรียนแสนสุข
เลขรับที่..... 0200
วันที่..... ๖ มี.ค. 2560
เวลา..... 11.4๕ น. น.แพ้ม.....



ที่ อว ๘๑๓๗/๑๕๔

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

๒๙ มกราคม ๒๕๖๘

เรื่อง ขออนุญาตเก็บข้อมูลเพื่อดำเนินการวิจัย

เรียน ผู้อำนวยการโรงเรียนแสนสุข

- สิ่งที่ส่งมาด้วย ๑. เอกสารรับรองจริยธรรมของมหาวิทยาลัยบูรพา
 ๒. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ด้วย นางสาวภา ศิริบุษมา รหัสประจำตัวนิสิต ๖๓๙๒๐๒๗๘ นิสิตหลักสูตรการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ แบบไม่เต็มเวลา แผนการเรียน แบบ ก ๒ ได้รับอนุมัติเค้าโครงวิทยานิพนธ์ เรื่อง “ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ ร่วมกับคำถามระดับสูง ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์และความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๑” โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.รุ่งฟ้า กิติญาณสันต์ เป็นประธานกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์ และเสนอโรงเรียนท่านในการเก็บข้อมูลเพื่อดำเนินการวิจัยนั้น

ในการนี้ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยบูรพา จึงขออนุญาตให้นิสิตตั้งรายนามข้างต้น ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลจากนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๑/๗ โรงเรียนแสนสุข จำนวน ๓๘ คน ระหว่างวันที่ ๒๗ มกราคม - ๗ มีนาคม พ.ศ. ๒๕๖๘ ทั้งนี้ สามารถติดต่อนิสิตตั้งรายนามข้างต้นได้ที่หมายเลขโทรศัพท์ ๐๘๗-๕๘๖๕๕๕๖ หรือที่ E-mail: 63920278@go.buu.ac.th

บันทึก

ทราบ
 มอบ จันท

เรียน ผู้อำนวยการโรงเรียนแสนสุข

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบและโปรดพิจารณา

- เพื่อโปรดทราบ
 เพื่อโปรดพิจารณา
 เห็นสมควรมอบหมาย
 บุคคลา บริหารงานทั่วไป
 วิชาการ กิจกรรมนักเรียน

 ทราบ ดำเนินการ

ขอแสดงความนับถือ

ภัณฑนา รังสิโยภาส (นางบุญเกิด กลมทุกสิง)
 (ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ภัณฑนา รังสิโยภาส) ผู้อำนวยการโรงเรียนแสนสุข
 รองคณบดีฝ่ายวิชาการ ปฏิบัติการแทน ๖ มี.ค. 2560

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย ปฏิบัติการแทน - ทราบ
 ผู้รักษาการแทนอธิการบดีมหาวิทยาลัยบูรพา - อ.อม นน อ.คัมภีร์ทอง

กรม
อ.อม นน อ.คัมภีร์ทอง
นาง คิมมณ ศิริวัฒน์
 (นางสาวนงลักษณ์ ศรีวัลย์)
 ๓ ก.พ. ๖๘

ปัท
 (นางสาวปางรัก สุ่มแดง)
 บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยบูรพา
 รองผู้อำนวยการโรงเรียนแสนสุข
 ๖ มี.ค. 2560
 โทร ๐๓๘ ๑๐๒ ๗๐๐ ต่อ ๗๐๗, ๗๐๕
 E-mail: grd.buu@go.buu.ac.th

เอกสารนี้ลงนามด้วยลายเซ็นอิเล็กทรอนิกส์ ตรวจสอบได้ที่ (https://e-sign.buu.ac.th/verify)



โรงเรียนแสนสุข
เลขรับที่..... 0201
วันที่..... 9 มี.ค. 2569
เวลา..... 11.47 น. เพิ่ม



ที่ อว ๘๑๓๗/๑๖๐

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยบูรพา
 ๑๖๙ ถ.กลางบางแสน ต.แสนสุข
 อ.เมือง จ.ชลบุรี ๒๐๑๓๑

๒๙ มกราคม ๒๕๖๘

เรื่อง ขออนุญาตเก็บข้อมูลเพื่อหาคุณภาพเครื่องมือวิจัย

เรียน ผู้อำนวยการโรงเรียนแสนสุข

- สิ่งที่ส่งมาด้วย ๑. เอกสารรับรองจริยธรรมของมหาวิทยาลัยบูรพา
 ๒. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย (หาคุณภาพ)

ด้วย นางสาวนภา ศิริบุผา รหัสประจำตัวนิสิต ๖๓๙๒๐๒๗๘ นิสิตหลักสูตรการศึกษา
 มหบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ แบบไม่เต็มเวลา แผนการเรียน แบบ ก ๒ ได้รับ
 อนุมัติเค้าโครงวิทยานิพนธ์ เรื่อง “ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับ
 คำถามระดับสูง ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์และความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์
 ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๑” โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.รุ่งฟ้า กิติญาณสินด์ เป็นประธานกรรมการ
 ควบคุมวิทยานิพนธ์ และเสนอโรงเรียนท่านในการหาคุณภาพจากเครื่องมือวิจัยนั้น

ในการนี้ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยบูรพา จึงขออนุญาตให้นิสิตตั้งรายนามข้างต้น
 ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลจากนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๒/๑ โรงเรียนแสนสุข จำนวน ๓๓ คน ระหว่าง
 วันที่ ๓๐ ธันวาคม พ.ศ. ๒๕๖๗ - ๒๔ มกราคม พ.ศ. ๒๕๖๘ ทั้งนี้ สามารถติดต่อนิสิตตั้งรายนามข้างต้นได้ที่
 หมายเลขโทรศัพท์ ๐๘๗-๕๘๖๕๕๙๖ หรือที่ E-mail: 63920278@go.buu.ac.th

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบและโปรดพิจารณา

บันทึก

- ทราบ
 มอบ

เรียน ผู้อำนวยการโรงเรียนแสนสุข

- เพื่อโปรดทราบ
 เพื่อโปรดพิจารณา
 เห็นสมควรมอบหมาย
 บุคคลา บริหารงานทั่วไป
 วิชาการ กิจกรรมนักเรียน
 ทราน ดำเนินการ

ขอแสดงความนับถือ

สัทธนา รังสิโยภาส (นางบุญเกิด กลมทุกสิ่ง)
 (ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.มณฑนา รังสิโยภาส) ผู้อำนวยการโรงเรียนแสนสุข
 รองคณบดีฝ่ายวิชาการ ปฏิบัติการแทน
 9 มี.ค. 2569

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย ปฏิบัติการแทน - ทงาม
 ผู้รักษาการแทนอธิการบดีมหาวิทยาลัยบูรพา - ออม พ.ศ. คุ้มเมือง

นางสาวนภา ศิริบุผา
 นิสิต รหัส ๖๓๙๒๐๒๗๘
 E-mail: grd.buu@go.buu.ac.th

นภ
 (นางสาวปางรัก สุ่มคงคา)
 บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยบูรพา
 รองผู้อำนวยการโรงเรียนแสนสุข
 โทร. ๐๓๘ ๑๐๒ ๗๐๐ ต่อ ๗๐๗, ๗๐๕
 9 มี.ค. 2569
 E-mail: grd.buu@go.buu.ac.th

เอกสารนี้ลงนามด้วยลายเซ็นอิเล็กทรอนิกส์ ตรวจสอบได้ที่ (https://e-sign.buu.ac.th/verify)



สำเนา

ที่ IRB4-322/2567



เอกสารรับรองผลการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์
มหาวิทยาลัยบูรพา

คณะกรรมการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ มหาวิทยาลัยบูรพา ได้พิจารณาโครงการวิจัย

รหัสโครงการวิจัย : G-HU229/2567

โครงการวิจัยเรื่อง : ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับคำถามระดับสูง
ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์
ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

หัวหน้าโครงการวิจัย : นางสาวภา ศิริบุบผา

หน่วยงานที่สังกัด : คณะศึกษาศาสตร์

อาจารย์ที่ปรึกษาโครงการหลัก (สารนิพนธ์/ งานนิพนธ์/ วิทยานิพนธ์/ ดุษฎีนิพนธ์) : อาจารย์ ดร.คงรัฐ นवलแปง

หน่วยงานที่สังกัด : คณะศึกษาศาสตร์

อาจารย์ที่ปรึกษาโครงการร่วม (สารนิพนธ์/ งานนิพนธ์/ วิทยานิพนธ์/ ดุษฎีนิพนธ์) : ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.รุ่งฟ้า กิติญาณัฐ

หน่วยงานที่สังกัด : คณะศึกษาศาสตร์

วิธีพิจารณา : Exemption Determination Expedited Reviews Full Board

คณะกรรมการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ มหาวิทยาลัยบูรพา ได้พิจารณาแล้วเห็นว่า โครงการวิจัยดังกล่าวเป็นไปตามหลักการของจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ โดยที่ผู้วิจัยเคารพสิทธิและศักดิ์ศรีในความเป็นมนุษย์ไม่มีการล่วงละเมิดสิทธิ สวัสดิภาพ และไม่ก่อให้เกิดอันตรายแก่ตัวอย่างการวิจัยและผู้เข้าร่วมโครงการวิจัย

จึงเห็นสมควรให้ดำเนินการวิจัยในขอบข่ายของโครงการวิจัยที่เสนอได้ (ดูตามเอกสารตรวจสอบ)

1. แบบเสนอเพื่อขอรับการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ ฉบับที่ 2 วันที่ 18 เดือน ธันวาคม พ.ศ. 2567
2. โครงการวิจัยฉบับภาษาไทย ฉบับที่ 1 วันที่ 15 เดือน ตุลาคม พ.ศ. 2567
3. เอกสารชี้แจงผู้เข้าร่วมโครงการวิจัย ฉบับที่ 2 วันที่ 18 เดือน ธันวาคม พ.ศ. 2567
4. เอกสารแสดงความยินยอมของผู้เข้าร่วมโครงการวิจัย ฉบับที่ 1 วันที่ 9 เดือน ตุลาคม พ.ศ. 2567
5. แบบเก็บรวบรวมข้อมูล เช่น แบบบันทึกข้อมูล (Data Collection Form) แบบสอบถาม หรือสัมภาษณ์ หรืออื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง ฉบับที่ 1 วันที่ 15 เดือน ตุลาคม พ.ศ. 2567
6. เอกสารอื่น ๆ (ถ้ามี)
- 6.1 แผนการจัดการเรียนรู้ ฉบับที่ 1 วันที่ 15 เดือน ตุลาคม พ.ศ. 2567

สำเนา

วันที่รับรอง : วันที่ 27 เดือน ธันวาคม พ.ศ. 2567

วันที่หมดอายุ : วันที่ 27 เดือน ธันวาคม พ.ศ. 2568

ลงนาม นางสาวทิมลพรรณ เลิศล้ำ

(นางสาวทิมลพรรณ เลิศล้ำ)

ประธานคณะกรรมการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ มหาวิทยาลัยบูรพา
ชุดที่ 4 (กลุ่มมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์)

****หมายเหตุ การรับรองนี้มีรายละเอียดตามที่ระบุไว้ด้านหลังเอกสารรับรอง ****





ภาคผนวก ข

- ตารางแสดงค่าเฉลี่ยและระดับความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับคำถามระดับสูง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ของผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน
- ตารางสรุปค่าเฉลี่ยความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับคำถามระดับสูง
- ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับคำถามระดับสูง

ตารางที่ 19 ตารางแสดงผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1
เรื่อง ความหมายของคู่อันดับ

รายการประเมิน	ความคิดเห็นของ					\bar{x}	SD	ระดับ ความ เหมาะสม
	ผู้ทรงคุณวุฒิคนที่							
	1	2	3	4	5			
1. มาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด	5	5	5	5	5	5.00	0.00	มากที่สุด
2. สาระสำคัญ	5	5	5	5	5	5.00	0.00	มากที่สุด
3. จุดประสงค์การเรียนรู้	5	5	5	5	5	5.00	0.00	มากที่สุด
4. สาระการเรียนรู้	5	4	5	5	5	4.8	0.45	มากที่สุด
5. กิจกรรมการเรียนรู้								
5.1 ขั้นนำ	5	4	5	4	5	4.60	0.55	มากที่สุด
5.2 ขั้นเกิดความขัดแย้ง ทางปัญหา	5	4	4	5	5	4.60	0.55	มากที่สุด
5.3 ขั้นแสวงหาคำตอบ	5	4	5	5	5	4.80	0.45	มากที่สุด
5.4 ขั้นสะท้อนความคิด	5	4	5	5	5	4.80	0.45	มากที่สุด
5.5 ขั้นฝึกหัดเพิ่มเติม	5	5	5	5	5	5.00	0.00	มากที่สุด
6. สื่อและแหล่งเรียนรู้	5	4	5	4	4	4.40	0.55	มาก
7. การวัดและประเมินผล	5	4	5	4	5	4.60	0.55	มากที่สุด
	เฉลี่ย					4.78	0.32	มากที่สุด

ตารางที่ 20 ตารางแสดงผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2
เรื่อง คู่อันดับบนระบบพิกัดฉาก

รายการประเมิน	ความคิดเห็นของ					\bar{x}	SD	ระดับ ความ เหมาะสม
	ผู้ทรงคุณวุฒิคนที่							
	1	2	3	4	5			
1. มาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด	5	4	5	5	5	4.80	0.45	มากที่สุด
2. สาระสำคัญ	5	5	5	5	5	5.00	0.00	มากที่สุด
3. จุดประสงค์การเรียนรู้	5	5	5	5	5	5.00	0.00	มากที่สุด
4. สาระการเรียนรู้	5	5	5	5	5	5.00	0.00	มากที่สุด
5. กิจกรรมการเรียนรู้								
5.1 ชี้นำ	5	4	5	4	5	4.60	0.55	มากที่สุด
5.2 ชี้นำเกิดความขัดแย้ง ทางปัญญา	5	4	5	5	5	4.80	0.45	มากที่สุด
5.3 ชี้นำแสวงหาคำตอบ	5	5	4	5	5	4.80	0.45	มากที่สุด
5.4 ชี้นำสะท้อนความคิด	5	4	5	5	5	4.80	0.45	มากที่สุด
5.5 ชี้นำฝึกหัดเพิ่มเติม	5	5	5	5	5	5.00	0.00	มากที่สุด
6. สื่อและแหล่งเรียนรู้	5	4	5	5	5	4.80	0.45	มากที่สุด
7. การวัดและประเมินผล	5	5	5	5	5	5.00	0.00	มากที่สุด
	เฉลี่ย					4.87	0.25	มากที่สุด

ตารางที่ 21 ตารางแสดงผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3
เรื่อง กราฟของความสัมพันธ์บนระบบพิกัดฉาก

รายการประเมิน	ความคิดเห็นของ					\bar{x}	SD	ระดับ ความ เหมาะสม
	ผู้ทรงคุณวุฒิคนที่							
	1	2	3	4	5			
1. มาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด	5	5	5	5	5	5.00	0.00	มากที่สุด
2. สาระสำคัญ	5	5	5	5	5	5.00	0.00	มากที่สุด
3. จุดประสงค์การเรียนรู้	5	4	5	5	5	4.80	0.45	มากที่สุด
4. สาระการเรียนรู้	5	4	5	5	5	4.80	0.45	มากที่สุด
5. กิจกรรมการเรียนรู้								
5.1 ขั้นนำ	5	4	4	4	5	4.40	0.55	มากที่สุด
5.2 ขั้นเกิดความขัดแย้ง ทางปัญญา	5	4	5	5	5	4.80	0.45	มากที่สุด
5.3 ขั้นแสวงหาคำตอบ	5	4	5	5	5	4.80	0.45	มากที่สุด
5.4 ขั้นสะท้อนความคิด	5	5	5	5	5	5.00	0.00	มากที่สุด
5.5 ขั้นฝึกหัดเพิ่มเติม	5	4	5	5	5	4.80	0.45	มากที่สุด
6. สื่อและแหล่งเรียนรู้	5	4	5	5	5	4.80	0.45	มากที่สุด
7. การวัดและประเมินผล	5	5	5	5	5	5.00	0.00	มากที่สุด
	เฉลี่ย					4.84	0.29	มากที่สุด

ตารางที่ 22 ตารางแสดงผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4
เรื่อง ลักษณะของสมการเชิงเส้นสองตัวแปร

รายการประเมิน	ความคิดเห็นของ					\bar{x}	SD	ระดับ ความ เหมาะสม
	ผู้ทรงคุณวุฒิคนที่							
	1	2	3	4	5			
1. มาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด	5	4	5	5	5	4.80	0.45	มากที่สุด
2. สาระสำคัญ	5	5	5	5	5	5.00	0.00	มากที่สุด
3. จุดประสงค์การเรียนรู้	5	4	5	5	5	4.80	0.45	มากที่สุด
4. สาระการเรียนรู้	5	4	5	5	5	4.80	0.45	มากที่สุด
5. กิจกรรมการเรียนรู้								
5.1 ขั้นนำ	5	4	5	5	5	4.80	0.45	มากที่สุด
5.2 ขั้นเกิดความขัดแย้ง ทางปัญญา	5	5	5	5	5	5.00	0.00	มากที่สุด
5.3 ขั้นแสวงหาคำตอบ	5	4	5	5	5	4.80	0.45	มากที่สุด
5.4 ขั้นสะท้อนความคิด	5	4	4	5	5	4.60	0.55	มากที่สุด
5.5 ขั้นฝึกหัดเพิ่มเติม	5	5	5	5	4	4.80	0.45	มากที่สุด
6. สื่อและแหล่งเรียนรู้	5	5	5	5	5	5.00	0.00	มากที่สุด
7. การวัดและประเมินผล	5	5	5	4	5	4.80	0.45	มากที่สุด
	เฉลี่ย					4.84	0.33	มากที่สุด

ตารางที่ 23 ตารางแสดงผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5
เรื่อง รูปทั่วไปของสมการเชิงเส้นสองตัวแปร

รายการประเมิน	ความคิดเห็นของ					\bar{x}	SD	ระดับ ความ เหมาะสม
	ผู้ทรงคุณวุฒิคนที่							
	1	2	3	4	5			
1. มาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด	5	5	5	5	5	5.00	0.00	มากที่สุด
2. สาระสำคัญ	5	5	5	5	5	5.00	0.00	มากที่สุด
3. จุดประสงค์การเรียนรู้	5	4	5	5	5	4.80	0.45	มากที่สุด
4. สาระการเรียนรู้	5	4	5	5	5	4.80	0.45	มากที่สุด
5. กิจกรรมการเรียนรู้								
5.1 ขั้นนำ	5	4	5	5	5	4.80	0.45	มากที่สุด
5.2 ขั้นเกิดความขัดแย้ง ทางปัญญา	5	4	5	5	5	4.80	0.45	มากที่สุด
5.3 ขั้นแสวงหาคำตอบ	5	5	5	5	5	5.00	0.00	มากที่สุด
5.4 ขั้นสะท้อนความคิด	5	4	5	5	5	4.80	0.45	มากที่สุด
5.5 ขั้นฝึกหัดเพิ่มเติม	5	5	5	5	5	5.00	0.00	มากที่สุด
6. สื่อและแหล่งเรียนรู้	5	4	5	5	5	4.80	0.45	มากที่สุด
7. การวัดและประเมินผล	4	4	5	4	5	4.40	0.55	มาก
เฉลี่ย						4.84	0.29	มากที่สุด

ตารางที่ 24 ตารางแสดงผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6
เรื่อง คำตอบของสมการเชิงเส้นสองตัวแปร

รายการประเมิน	ความคิดเห็นของ					\bar{x}	SD	ระดับ ความ เหมาะสม
	ผู้ทรงคุณวุฒิคนที่							
	1	2	3	4	5			
1. มาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด	5	5	5	5	5	5.00	0.00	มากที่สุด
2. สาระสำคัญ	5	5	5	5	5	5.00	0.00	มากที่สุด
3. จุดประสงค์การเรียนรู้	5	5	5	5	5	5.00	0.00	มากที่สุด
4. สาระการเรียนรู้	5	5	5	5	5	5.00	0.00	มากที่สุด
5. กิจกรรมการเรียนรู้								
5.1 ขั้นนำ	5	4	5	5	5	4.80	0.45	มากที่สุด
5.2 ขั้นเกิดความขัดแย้ง ทางปัญญา	5	4	5	4	5	4.60	0.55	มากที่สุด
5.3 ขั้นแสวงหาคำตอบ	5	5	5	5	5	5.00	0.00	มากที่สุด
5.4 ขั้นสะท้อนความคิด	5	4	5	5	5	4.80	0.45	มากที่สุด
5.5 ขั้นฝึกหัดเพิ่มเติม	5	5	5	5	5	5.00	0.00	มากที่สุด
6. สื่อและแหล่งเรียนรู้	5	4	5	5	5	4.80	0.45	มากที่สุด
7. การวัดและประเมินผล	5	5	5	4	5	4.80	0.45	มากที่สุด
เฉลี่ย						4.89	0.21	มากที่สุด

ตารางที่ 25 ตารางแสดงผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 7
เรื่อง การสร้างกราฟของสมการเชิงเส้นสองตัวแปร

รายการประเมิน	ความคิดเห็นของ					\bar{x}	SD	ระดับ ความ เหมาะสม
	ผู้ทรงคุณวุฒิคนที่							
	1	2	3	4	5			
1. มาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด	5	5	5	5	5	5.00	0.00	มากที่สุด
2. สาระสำคัญ	5	5	5	5	5	5.00	0.00	มากที่สุด
3. จุดประสงค์การเรียนรู้	5	5	5	5	5	5.00	0.00	มากที่สุด
4. สาระการเรียนรู้	5	5	5	5	5	5.00	0.00	มากที่สุด
5. กิจกรรมการเรียนรู้								
5.1 ขั้นนำ	5	4	4	5	5	4.60	0.55	มากที่สุด
5.2 ขั้นเกิดความขัดแย้ง ทางปัญญา	5	5	5	5	5	5.00	0.00	มากที่สุด
5.3 ขั้นแสวงหาคำตอบ	5	4	5	5	5	4.80	0.45	มากที่สุด
5.4 ขั้นสะท้อนความคิด	5	4	5	5	5	4.80	0.45	มากที่สุด
5.5 ขั้นฝึกหัดเพิ่มเติม	5	5	5	5	4	4.80	0.45	มากที่สุด
6. สื่อและแหล่งเรียนรู้	5	5	5	5	5	5.00	0.00	มากที่สุด
7. การวัดและประเมินผล	5	5	5	4	5	4.80	0.45	มากที่สุด
	เฉลี่ย					4.89	0.21	มากที่สุด

ตารางที่ 26 ตารางแสดงผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด
ทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับคำถามระดับสูง ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและ
ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

แผนการจัดการเรียนรู้	ค่าเฉลี่ย	SD	การแปลผล
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1	4.78	0.32	มีความเหมาะสมมากที่สุด
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2	4.87	0.25	มีความเหมาะสมมากที่สุด
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3	4.84	0.29	มีความเหมาะสมมากที่สุด
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4	4.84	0.33	มีความเหมาะสมมากที่สุด
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5	4.84	0.29	มีความเหมาะสมมากที่สุด
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6	4.89	0.21	มีความเหมาะสมมากที่สุด
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 7	4.89	0.21	มีความเหมาะสมมากที่สุด
เฉลี่ยรวม	4.85	0.27	มีความเหมาะสมมากที่สุด

แผนการจัดการเรียนรู้ 1

กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์		โรงเรียนแสนสุข
รหัสวิชา ค21102	รายวิชา คณิตศาสตร์พื้นฐาน	ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1
หน่วยการเรียนรู้ที่ 1	เรื่อง สมการเชิงเส้นสองตัวแปร	จำนวน 19 คาบ
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1	เรื่อง ความหมายของคู่อันดับ	เวลา 2 คาบ
ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2567	ผู้สอน นางสาวนภา ศิริบุบผา	

มาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด

มาตรฐานการเรียนรู้

มาตรฐาน ค 1.3 ใช้นิพจน์ สมการ และอสมการ อธิบายความสัมพันธ์หรือช่วยแก้ปัญหาที่กำหนดให้

ตัวชี้วัด

ค 1.3 ม.1/2 เข้าใจและใช้ความรู้เกี่ยวกับกราฟในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์และปัญหาในชีวิตจริง

สาระสำคัญ

คู่อันดับ เป็นสัญลักษณ์แสดงการจับคู่กันระหว่างสมาชิกสองกลุ่ม เขียนแทนด้วยสัญลักษณ์ (a,b) เรียก a ว่าสมาชิกตัวที่หนึ่งหรือสมาชิกตัวหน้า ซึ่งเป็นสมาชิกของกลุ่มที่หนึ่ง และเรียก b ว่าสมาชิกตัวที่สองหรือสมาชิกตัวหลัง ซึ่งเป็นสมาชิกของกลุ่มที่สอง

จุดประสงค์การเรียนรู้

1. นักเรียนสามารถอธิบายความหมายของคู่อันดับได้ (K)
2. นักเรียนสามารถอ่านและเขียนคู่อันดับจากแผนภาพที่กำหนดให้ได้ (K)
3. นักเรียนสามารถให้เหตุผลเกี่ยวกับความหมายของคู่อันดับได้ (P)
4. นักเรียนมีความมุ่งมั่นในการทำงาน (A)

สาระการเรียนรู้

1. ความหมายของคู่อันดับ
2. การอ่านและการเขียนคู่อันดับ

สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน

1. ความสามารถในการคิด
2. ความสามารถในการแก้ปัญหา

คุณลักษณะอันพึงประสงค์

1. ใฝ่เรียนรู้
2. มุ่งมั่นในการทำงาน

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้

คาบที่ 1

ขั้นที่ 1 ขั้นนำ (5 นาที)

1. ครูและนักเรียนร่วมกันสนทนาเกี่ยวกับสิ่งต่าง ๆ ในชีวิตประจำวัน ที่มีความเกี่ยวข้องกันแบบเป็นคู่ โดยครูใช้คำถามระดับสูงกระตุ้นนักเรียน ดังนี้

- **คำถามระดับสูง** ในชีวิตประจำวันของนักเรียน ได้เคยพบเจอสิ่งต่าง ๆ ที่เป็นคู่บ้างหรือไม่ พบเจอที่ไหนบ้าง อย่างไร จงอธิบาย (คำถามให้อธิบาย)

**(แนวคำตอบ : เคย ที่บ้าน เช่น พ่อกับแม่ ปู่กับย่า ตากับยาย เลี้ยงกับกางเกง ที่โรงเรียน เช่น ดินสอกับยางลบ ครูกับนักเรียน เลี้ยงกับกางเกง ฯลฯ
นักเรียนตอบตามประสบการณ์ของนักเรียน)**

2. ครูอธิบายเพิ่มเติมเกี่ยวกับกิจกรรมในคาบเรียนนี้ นักเรียนจะได้เรียนรู้เกี่ยวกับสิ่งต่าง ๆ ที่มีการจับคู่กัน พร้อมแสดงสื่อรูปภาพของสิ่งที่เป็นคู่ให้นักเรียน



ดินสอกับยางลบ



ช้อนกับส้อม



พ่อกับแม่



เลี้ยงกับกางเกง



ดวงจันทร์กับดวงอาทิตย์

ขั้นที่ 2 ขั้นเกิดความขัดแย้งทางปัญญา (10 นาที)

3. นักเรียนแต่ละคนอ่าน เพื่อทำความเข้าใจ **ใบกิจกรรมที่ 1.1 ค้นหาพิกัด และวิเคราะห์สถานการณ์** โดยครูใช้คำถามระดับสูงเป็นการช่วยกระตุ้นความคิดของนักเรียน ดังนี้

- **คำถามระดับสูง** จากการวิเคราะห์สถานการณ์ข้างต้น หากนักเรียนต้องเดินทางไปยังสถานที่ต่าง ๆ โดยที่ไม่ให้หลงและเสียเวลา นักเรียนจะมีวิธีการอย่างไร และพิกัดที่ตั้งของสถานที่แต่ละแห่งอยู่ที่ใด (คำถามให้วิเคราะห์)

ขั้นที่ 3 ขั้นแสวงหาคำตอบ (35 นาที)

4. สุ่มตัวแทนนักเรียน เพื่อแสดงการหาพิกัดของวัดพระปฐมเจดีย์ราชวรมหาวิหาร บน Google Maps โดยมีครูและเพื่อนนักเรียนช่วยกันตรวจสอบความถูกต้อง

5. นักเรียนแบ่งเป็นกลุ่ม กลุ่มละ 4-5 คน จากนั้นให้สมาชิกในกลุ่มร่วมกันค้นหาพิกัดของสถานที่ แต่ละแห่ง

- **คำถามระดับสูง** จากใบกิจกรรมที่ 1.1 พิกัดที่นักเรียนหาได้นั้นมีลักษณะเป็นอย่างไร (คำถามให้อธิบาย)

6. นักเรียนแต่ละกลุ่ม ร่วมกันทำใบกิจกรรมที่ 1.2 ความหมายของคู่อันดับ โดยครูใช้คำถามระดับสูงกระตุ้นความคิดของนักเรียน ดังนี้

- **คำถามระดับสูง** เมื่อพิจารณาใบกิจกรรมที่ 1.2 แล้ว หากนักเรียนได้สลับตำแหน่งของสมาชิกตัวที่หนึ่งและสมาชิกตัวที่สองของแต่ละจุด จุดนั้น ๆ ยังคงอยู่ตำแหน่งหรือสถานที่เดิมหรือไม่ อย่างไร จงอธิบาย (คำถามให้วิเคราะห์)

7. ครูแนะนำเพิ่มเติมว่า ในการเขียนพิกัดของสถานที่ท่องเที่ยวทั้ง 5 ที่นั้น เรียกว่า “คู่อันดับ” และครูใช้คำถามระดับสูงกระตุ้นความคิดของนักเรียน ดังนี้

- **คำถามระดับสูง** นอกจากการเขียนคู่อันดับ เพื่อแสดงพิกัดของสถานที่แล้ว มีการเขียน คู่อันดับแสดงข้อมูลอื่นอีกหรือไม่ อย่างไร (คำถามให้อธิบาย)
- **คำถามระดับสูง** จากการพิจารณาสถานที่แต่ละที่ของใบกิจกรรมที่ 1.1 ที่นักเรียนค้นพบ บน Google Maps นั้น ที่เขียนอยู่ในรูปคู่อันดับนั้น สมาชิกตัวที่หนึ่งและสมาชิกตัวที่สองใช้แสดงข้อมูลของอะไร (คำถามให้วิเคราะห์)

คาบที่ 2

ขั้นที่ 4 ขั้นสะท้อนความคิด (20 นาที)

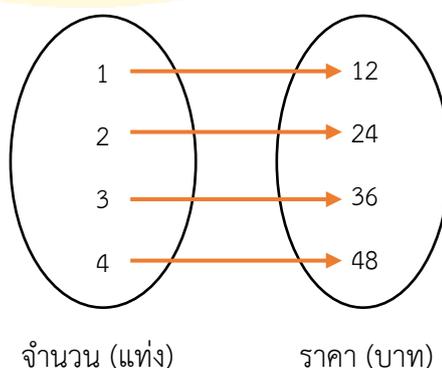
8. ตัวแทนนักเรียนนำเสนอใบกิจกรรมที่ 1.1 ค้นหาพิกัดและใบกิจกรรมที่ 1.2 ความหมายของคู่อันดับ จากนั้นครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายสรุปในประเด็นต่าง ๆ เกี่ยวกับความหมายของคู่อันดับ โดยครูใช้คำถามระดับสูงกระตุ้นความคิดของนักเรียน ดังนี้

- **คำถามระดับสูง** สรุปแล้ว คู่อันดับมีความหมายว่าอย่างไร (คำถามให้สังเคราะห์)
(แนวคำตอบ : อันดับ เป็นสัญลักษณ์แสดงการจับคู่กันระหว่างสมาชิกสองกลุ่ม เขียนแทนด้วยสัญลักษณ์ (a,b) เรียก a ว่าสมาชิกตัวที่หนึ่งหรือสมาชิก

ตัวหน้า เป็นสมาชิกของกลุ่มที่หนึ่ง และเรียก b ว่าสมาชิกตัวที่สองหรือสมาชิกตัวหลัง เป็นสมาชิกของกลุ่มที่สอง)

- คำถามระดับสูง ในการเขียนคู่อันดับ เพื่อแสดงพิกัดของสถานที่นั้น ๆ มีการเขียนคู่อันดับเพื่อแสดงข้อมูลอื่นอีกหรือไม่ อย่างไร (คำถามให้สังเคราะห์)
(แนวคำตอบ : มี เนื่องจากคู่อันดับเป็นการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูล 2 ชุด ดังนั้น ข้อมูล 2 ชุดใดที่มีความสัมพันธ์กัน จะสามารถเขียนให้อยู่ในรูปคู่อันดับได้)
- ถามระดับสูง สรุปลแล้ว สามารถสลับที่ระหว่างสมาชิกตัวที่หนึ่งและสมาชิกตัวที่สองของคู่อันดับนั้น ๆ ได้หรือไม่ อย่างไร (คำถามให้สังเคราะห์)
(แนวคำตอบ : ไม่ได้ เนื่องจาก หากสมาชิกตัวที่หนึ่งและสมาชิกตัวที่สองของคู่อันดับ มีการเปลี่ยนแปลง จะทำให้จุดพิกัดมีการเปลี่ยนแปลงด้วยเช่นกัน)
- ถามระดับสูง ดังนั้น จากสถานการณ์ที่ครูกำหนดให้ในคาบที่แล้ว หากนักเรียนต้องเดินทางไปยังสถานที่ต่าง ๆ โดยที่ไม่ให้หลงและเสียเวลา นักเรียนจะมีวิธีการอย่างไร และพิกัดที่ตั้งของสถานที่แต่ละแห่งอยู่ที่ใด (คำถามให้สังเคราะห์)
(แนวคำตอบ : ศึกษาพิกัดที่ตั้งของสถานที่แต่ละแห่ง เพื่อวางแผนที่จะเดินทางล่วงหน้า โดยการศึกษาจากแผนที่ประเทศไทย และถ้าต้องการทราบตำแหน่งพิกัดที่ชัดเจน จะสามารถศึกษาได้จาก Google Maps ซึ่งใน Google Maps จะมีการระบุพิกัดที่ตั้งอย่างชัดเจน ทำให้เราไม่เสียเวลาในการเดินทาง และพิกัดที่ตั้งของสถานที่ที่อยู่ในเฉลยใบกิจกรรมที่ 1.1 ค้นหาพิกัด)

9. ครูอธิบายเพิ่มเติมว่า คู่อันดับสามารถเขียนแผนภาพแสดงความสัมพันธ์ได้ ดังนี้
แผนภาพแสดงความสัมพันธ์ของจำนวนไอศกรีม (แท่ง) และราคา (บาท)



สามารถเขียนเป็นคู่อันดับได้ ดังนี้ (1,12) อ่านว่า คู่อันดับหนึ่ง สิบสอง

(2,24) อ่านว่า คู่อันดับสอง ยี่สิบสี่

(3,36) อ่านว่า คู่อันดับสาม สามสิบหก

(4,48) อ่านว่า คู่อันดับสี่ สี่สิบแปด

และ มีความหมายว่า ไอศกรีม 1 แท่ง ราคา 12 บาท

ไอศกรีม 2 แท่ง ราคา 24 บาท

ไอศกรีม 3 แท่ง ราคา 36 บาท

ไอศกรีม 4 แท่ง ราคา 48 บาท

ขั้นที่ 5 ขั้นการฝึกหัดเพิ่มเติม (30 นาที)

10. ครูใช้คำถามระดับสูงกระตุ้นให้นักเรียนพิจารณา ดังนี้

- **คำถามระดับสูง** คู่อันดับสามารถใช้สำหรับเขียนแทนพิกัดของตำแหน่งสถานที่ต่าง ๆ เท่านั้น ใช่หรือไม่ อย่างไร (คำถามให้ประเมินค่า)
(แนวคำตอบ : ไม่ใช่ เนื่องจาก คู่อันดับ เป็นสัญลักษณ์แสดงการจับคู่กันระหว่างสมาชิกสองกลุ่ม ที่เขียนแทนด้วยสัญลักษณ์ (a,b) เรียก a ว่าสมาชิกตัวที่หนึ่ง ซึ่งเป็นสมาชิกของกลุ่มที่หนึ่ง และเรียก b ว่าสมาชิกตัวที่สอง ซึ่งเป็นสมาชิกของกลุ่มที่สอง ดังนั้น ข้อมูล 2 กลุ่มใดที่มีความสัมพันธ์กันสามารถเขียนให้อยู่ในรูปของคู่อันดับได้)
- **คำถามระดับสูง** ในการเขียนคู่อันดับ สามารถสลับตำแหน่งสมาชิกตัวที่หนึ่งและสมาชิกตัวที่สองได้เสมอ ซึ่งจะเขียนอย่างไรก็ได้ ความหมายไม่เปลี่ยน ใช่หรือไม่อย่างไร (คำถามให้ประเมินค่า)
(แนวคำตอบ : ไม่ใช่ เนื่องจาก คู่อันดับแต่ละคู่จะมีการกำหนดไว้แล้วว่า สมาชิกตัวที่หนึ่ง แทนข้อมูลของสิ่งใด และสมาชิกตัวที่สอง แทนข้อมูลของสิ่งใด ซึ่งหากมีการสลับที่สมาชิกทั้งสอง อาจจะทำให้ความหมายของคู่อันดับนั้น ๆ เปลี่ยนแปลงหรือความหมายคาดเคลื่อนไปจากเดิม)

11. นักเรียนทำแบบฝึกหัดที่ 1 ความหมายของคู่อันดับเพิ่มเติม เพื่อตรวจสอบความเข้าใจและฝึกทักษะ

สื่อและแหล่งเรียนรู้

1. สื่อรูปภาพของสิ่งที่เป็นคู่
2. Google Maps
3. ใบกิจกรรมที่ 1.1 ค้นหาพิกัด
4. ใบกิจกรรมที่ 1.2 ความหมายของคู่อันดับ
5. แบบฝึกหัดที่ 1 ความหมายของคู่อันดับ

การวัดและประเมินผล

รายการ	วิธีการประเมิน	เครื่องมือที่ใช้ในการประเมิน	เกณฑ์การประเมิน
ด้านความรู้ 1.นักเรียนสามารถอธิบายความหมายของคู่อันดับได้ (K) 2.นักเรียนสามารถอ่านและเขียนคู่อันดับจากแผนภาพที่กำหนดให้ได้ (K)	การตรวจใบกิจกรรมที่ 1.1 ค้นหาพิกัดและแบบฝึกหัด 1 ความหมายของคู่อันดับ	ใบกิจกรรมที่ 1.1 ค้นหาพิกัดและแบบฝึกหัด 1 ความหมายของคู่อันดับ	นักเรียนทำใบกิจกรรมและแบบฝึกหัดได้ ร้อยละ 70 ขึ้นไป ถือว่า ผ่าน
ด้านทักษะ/กระบวนการ 3.นักเรียนสามารถให้เหตุผลเกี่ยวกับความหมายของคู่อันดับได้ (P)	- การตรวจใบกิจกรรมที่ 1.2 ความหมายของคู่อันดับและแบบฝึกหัด 1 ความหมายของคู่อันดับ	- ใบกิจกรรมที่ 1.2 ความหมายของคู่อันดับและแบบฝึกหัด 1 ความหมายของคู่อันดับ	นักเรียน ได้ระดับคุณภาพ ดี ขึ้นไป ถือว่า ผ่าน
ด้านคุณลักษณะ 4. นักเรียนมีความมุ่งมั่นในการทำงาน (A)	- การสังเกตพฤติกรรม	- แบบสังเกตพฤติกรรม	นักเรียน ได้ระดับคุณภาพ 2 ขึ้นไป ถือว่า ผ่าน

แบบบันทึกการทำกิจกรรมของแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง ความหมายของคู่อันดับ

ที่	ชื่อ-นามสกุล	จุดประสงค์การเรียนรู้				รวม คะแนน	ระดับ คุณภาพ
		ใบ กิจกรรม 1.1	ใบ กิจกรรม 1.2	แบบฝึกหัด ที่ 1	แบบ สังเกต พฤติกรรม		
		(K)	(P)	(K,P)	(A)		
		5	10	10	9		
1							
2							
3							
4							
5							
6							
7							
8							
9							
10							
11							
12							
13							
14							
15							

ระดับคุณภาพ

26 - 34 คะแนน หมายถึง ระดับ 4 (ดีมาก)

18 - 25 คะแนน หมายถึง ระดับ 3 (ดี)

10 - 17 คะแนน หมายถึง ระดับ 2 (พอใช้)

0 - 9 คะแนน หมายถึง ระดับ 1 (ปรับปรุง)

เกณฑ์การให้คะแนนพฤติกรรมการเรียนรู้ด้านทักษะ/กระบวนการ (P)

รายการประเมิน	คะแนน	ทักษะ/กระบวนการที่ปรากฏ
ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์	3/ดีมาก	ตอบคำถามถูกต้อง สมบูรณ์ มีการแสดงแนวคิดหรือเหตุผล ประกอบคำตอบได้อย่างสมเหตุสมผล
	2/ดี	ตอบคำถามถูกต้อง ไม่ชัดเจน เกือบสมบูรณ์ มีการแสดงแนวคิดหรือเหตุผลประกอบคำตอบได้อย่างสมเหตุสมผล ถูกต้องเกือบสมบูรณ์
	1/พอใช้	ตอบคำถามถูกต้อง มีการแสดงแนวคิดหรือเหตุผล ประกอบคำตอบ ไม่สมบูรณ์ ไม่สมเหตุสมผล หรือไม่มีการแสดงแนวคิดหรือเหตุผลประกอบคำตอบ หรือไม่ตอบคำถาม แต่มีการแสดงแนวคิดหรือเหตุผลประกอบคำตอบอย่างสมเหตุสมผล ถูกต้องเกือบสมบูรณ์
	0 /ปรับปรุง	ตอบคำถามไม่ถูกต้อง และไม่มีการแสดงแนวคิดหรือเหตุผลประกอบ หรือไม่มีการเขียนใดๆ

แบบสังเกตพฤติกรรมนักเรียน

คำชี้แจง ให้ผู้สอนสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนแต่ละคนในขณะที่ปฏิบัติกิจกรรม โดยเขียน ✓ ลงในตารางที่ตรงกับระดับพฤติกรรมของนักเรียน

ที่	ชื่อ - นามสกุล	พฤติกรรมสำคัญ												รวม	ผลการประเมิน	
		ใฝ่เรียนรู้				มุ่งมั่นในการทำงาน				การตอบคำถาม/การแสดงความคิดเห็น					ผล	มผล
		0	1	2	3	0	1	2	3	0	1	2	3			
1																
2																
3																
4																
5																
6																

เกณฑ์การให้คะแนน

รายการประเมิน	ระดับคะแนน			
	0	1	2	3
1. ใฝ่เรียนรู้	เข้าชั้นเรียนไม่ตรงตามเวลา ไม่ตั้งใจเรียน และไม่มีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนรู้	เข้าชั้นเรียนตรงตามเวลา ตั้งใจเรียน และมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนรู้บ่อยครั้ง	เข้าชั้นเรียนตรงตามเวลา ตั้งใจเรียน และมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนรู้บ่อยครั้ง	เข้าชั้นเรียนตรงตามเวลา ตั้งใจเรียน และมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนรู้ทุกครั้ง
2. มุ่งมั่นในการทำงาน	ไม่ตั้งใจทำงานด้วยความมุ่งมั่น พยายาม อดทน งานเสร็จตามเป้าหมายน้อยครั้ง	ตั้งใจทำงานด้วยความมุ่งมั่น พยายาม อดทน งานเสร็จตามเป้าหมายบ่อยครั้ง	ตั้งใจทำงานด้วยความมุ่งมั่น พยายาม อดทน งานเสร็จตามเป้าหมายบ่อยครั้ง	ตั้งใจทำงานด้วยความมุ่งมั่น พยายาม อดทน งานเสร็จตามเป้าหมายทุกครั้ง
3. การตอบคำถาม/ การแสดงความคิดเห็น	ไม่มีการตอบคำถาม และไม่มี การแสดงความคิดเห็น	มีการตอบคำถาม และมีการแสดงความคิดเห็นน้อยครั้ง	มีการตอบคำถาม และมีการแสดงความคิดเห็นบ่อยครั้ง	มีการตอบคำถาม และมีการแสดงความคิดเห็นทุกครั้ง

ระดับคุณภาพ

7 - 9 คะแนน หมายถึง ระดับ 4 (ดีมาก)

4 - 6 คะแนน หมายถึง ระดับ 3 (ดี)

2 - 3 คะแนน หมายถึง ระดับ 2 (พอใช้)

0 - 1 คะแนน หมายถึง ระดับ 1 (ปรับปรุง)

เกณฑ์การผ่าน ได้ระดับคุณภาพ 2 ขึ้นไป ถือว่า ผ่าน

คำชี้แจง จงเติมพิกัดของสถานที่แต่ละแห่งที่ครูกำหนดให้ต่อไปนี้ให้ถูกต้อง โดยใช้ Google Maps ในการค้นหา

ตัวอย่าง



วัดพระบรมเจดีย์ราชวรมหาวิหาร

สามารถเขียนพิกัดได้ว่า.....

1.



วัดพระธาตุมหาชัย

สามารถเขียนพิกัดได้ว่า.....

2.



วัดพระธาตุลำปางหลวง

สามารถเขียนพิกัดได้ว่า.....

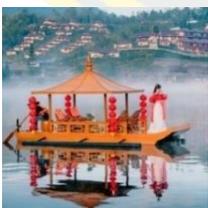
3.



ม่อนแจ่ม

สามารถเขียนพิกัดได้ว่า.....

4.



บ้านรักไทย

สามารถเขียนพิกัดได้ว่า.....

5.



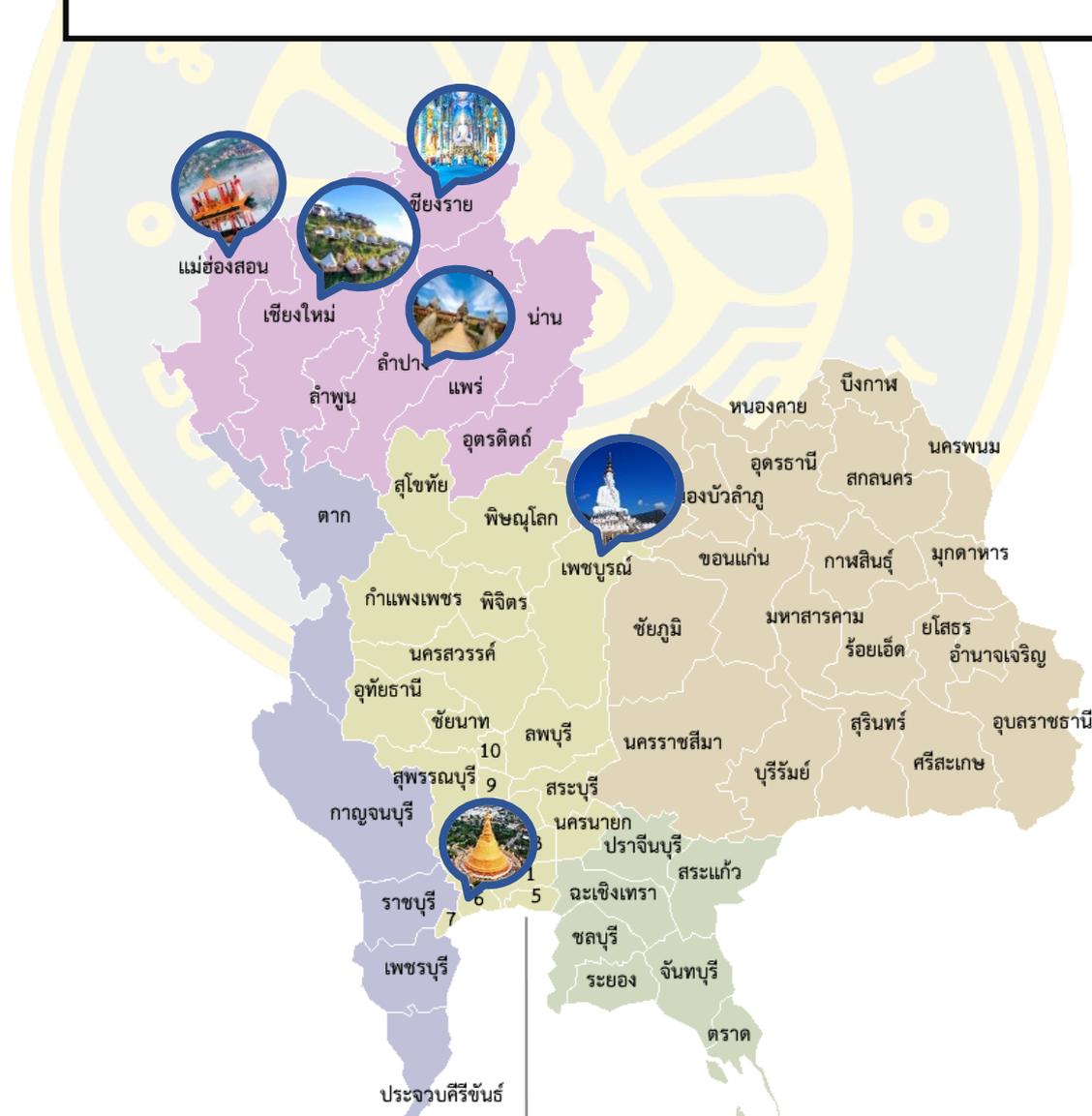
วัดร่องเสือเต้น

สามารถเขียนพิกัดได้ว่า.....

เฉลยใบกิจกรรมที่ 1.1 ค้นหาพิกัด

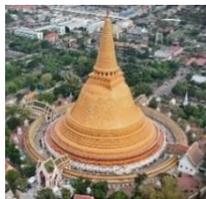
สถานการณ์ปัญหา

ในช่วงปิดเทอม พ่อและแม่มีการวางแผนจะพาอิงฟ้าเดินทางไปท่องเที่ยวพักผ่อนตามสถานที่ต่าง ๆ ในประเทศไทย ดังนี้ วัดพระปฐมเจดีย์ราชวรมหาวิหาร วัดพระธาตุผาซ่อนแก้ว วัดพระธาตุลำปางหลวง ม่อนแจ่ม บ้านรักไทยและวัดร่องเสือเต้น ดังนั้น เพื่อให้ไม่หลงทางและเสียเวลา ก่อนออกเดินทางพ่อและแม่จึงให้อิงฟ้าศึกษาพิกัดที่ตั้งของสถานที่แต่ละแห่ง จงหาว่าสถานที่แต่ละแห่งที่อิงฟ้าจะไปนั้นอยู่พิกัดใดบ้าง



คำชี้แจง จงเติมพิกัดของสถานที่แต่ละแห่งที่ครูกำหนดให้ต่อไปนี้ให้ถูกต้อง โดยใช้ Google Maps ในการค้นหา

ตัวอย่าง

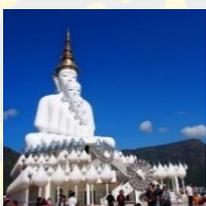


วัดพระปฐมเจดีย์ราชวรมหาวิหาร

สามารถเขียนพิกัดได้ว่า... (13.81983, 100.06002)

(คลาดเคลื่อนได้ ± 0.0002)

1.



วัดพระธาตุผาซ่อนแก้ว

สามารถเขียนพิกัดได้ว่า... (16.79031, 101.05092)

(คลาดเคลื่อนได้ ± 0.0002)

2.



วัดพระธาตุลำปางหลวง

สามารถเขียนพิกัดได้ว่า... (18.21739, 99.38935)

(คลาดเคลื่อนได้ ± 0.0002)

3.



ม่อนแจ่ม

สามารถเขียนพิกัดได้ว่า... (18.93594, 98.82238)

(คลาดเคลื่อนได้ ± 0.0002)

4.



บ้านรักไทย

สามารถเขียนพิกัดได้ว่า... (19.63344, 97.95097)

(คลาดเคลื่อนได้ ± 0.0002)

5.



วัดร่องเสือเต้น

สามารถเขียนพิกัดได้ว่า... (19.92348, 99.84184)

(คลาดเคลื่อนได้ ± 0.0002)

ใบกิจกรรมที่ 1.2 ความหมายของคู่อันดับ

ตอนที่ 1 จงตอบคำถามต่อไปนี้ให้ถูกต้อง

1. จากใบกิจกรรมที่ 1.1 พิกัดที่นักเรียนหาได้นั้นมีลักษณะเป็นอย่างไร

.....

.....

.....

.....

2. เมื่อนักเรียนสลับตำแหน่งของสมาชิกตัวที่หนึ่งและสมาชิกตัวที่สองแล้ว ยังคงจะได้ตำแหน่งสถานที่เดิมหรือไม่ อย่างไร จงอธิบาย

.....

.....

.....

.....

3. จากพิกัดของสถานที่ที่นักเรียนค้นพบนั้น สมาชิกตัวที่หนึ่งและสมาชิกตัวที่สองแสดงถึงอะไร

.....

.....

.....

.....

4. นอกจากการเขียนคู่อันดับ เพื่อแสดงพิกัดของสถานที่แล้ว มีการเขียนคู่อันดับแสดงข้อมูลอื่นอีก หรือไม่ อย่างไร

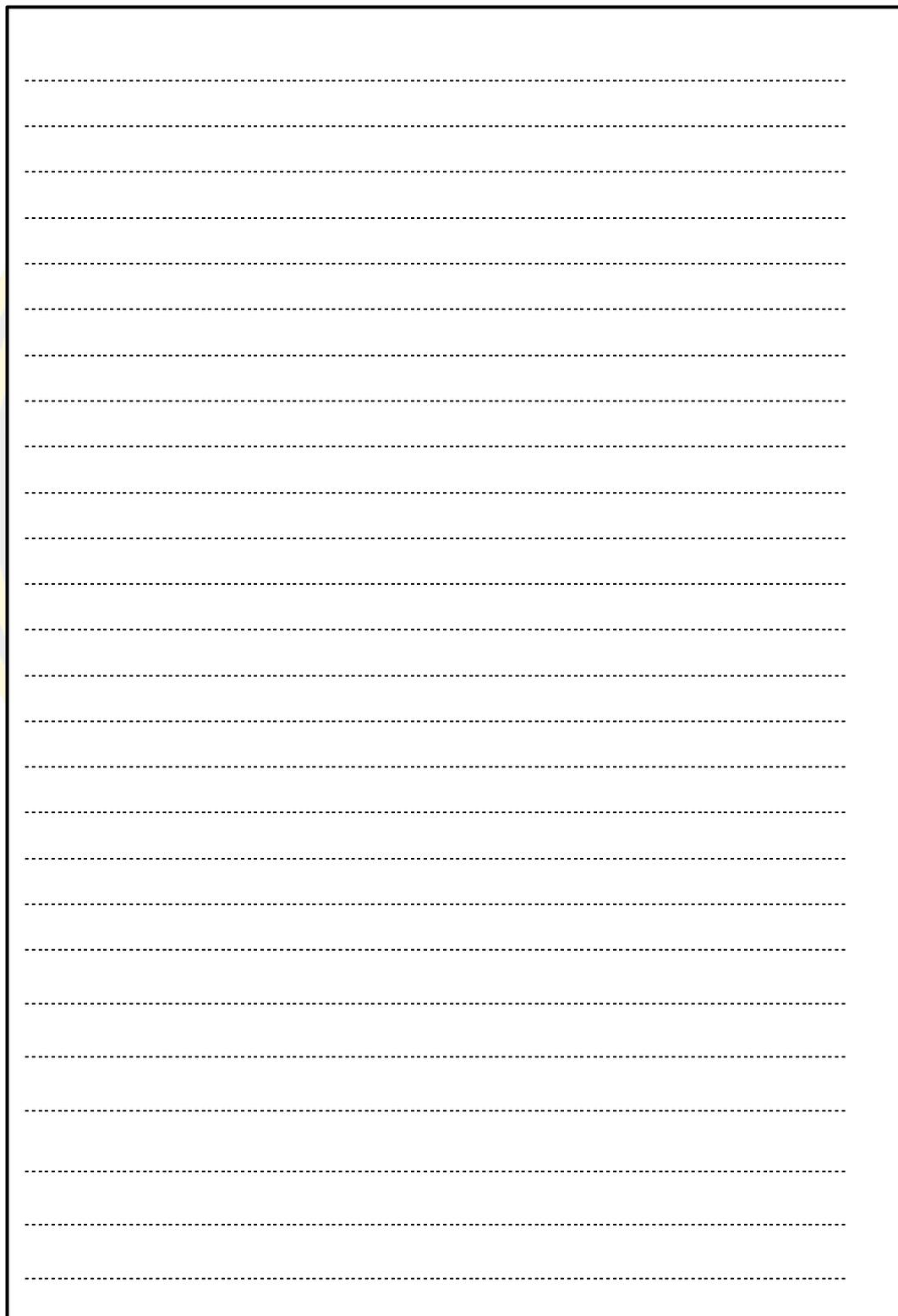
.....

.....

.....

.....

ตอนที่ 2 จงยกตัวอย่างคู่อันดับที่แสดงความสัมพันธ์เพิ่มเติม (นอกเหนือจากคู่อันดับของละติจูดและลองจิจูดที่ครูยกตัวอย่างให้) มาอย่างน้อย 3 ตัวอย่าง (แต่ละตัวอย่าง ให้ยกตัวอย่างคู่อันดับ 5 คู่ อันดับ) พร้อมอธิบายความหมายของคู่อันดับให้ชัดเจน



เฉลยใบกิจกรรมที่ 1.2 ความหมายของคู่อันดับ

ตอนที่ 1 จงตอบคำถามต่อไปนี้ให้ถูกต้อง

1. จากใบกิจกรรมที่ 1.1 พิกัดที่นักเรียนหาได้นั้นมีลักษณะเป็นอย่างไร

มีวงเล็บ ในวงเล็บมีสมาชิกตัวที่หนึ่ง สมาชิกตัวที่สอง และมีจุดภาคคั่นระหว่างสมาชิกตัวที่หนึ่งและสมาชิกตัวที่สอง

2. เมื่อนักเรียนสลับตำแหน่งของสมาชิกตัวที่หนึ่งและสมาชิกตัวที่สองแล้ว ยังคงจะได้ตำแหน่งสถานที่เดิมหรือไม่ อย่างไร จงอธิบาย

ไม่ได้สถานที่เดิม เนื่องจากกรณีที่สมาชิกตัวที่หนึ่งหรือสมาชิกตัวที่สองมีการเปลี่ยนแปลง ทำให้พิกัดของสถานที่มีการเปลี่ยนแปลงไปด้วยเช่นกัน

3. จากพิกัดของสถานที่ที่นักเรียนค้นพบนั้น สมาชิกตัวที่หนึ่งและสมาชิกตัวที่สองแสดงถึงอะไร

สมาชิกตัวที่หนึ่งแสดงตำแหน่งของละติจูด สมาชิกตัวที่สองแสดงตำแหน่งของลองจิจูด

4. นอกจากการเขียนคู่อันดับ เพื่อแสดงพิกัดของสถานที่แล้ว มีการเขียนคู่อันดับแสดงข้อมูลอื่นอีก หรือไม่ อย่างไร

มี เนื่องจากคู่อันดับเป็นการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูล 2 ชุด ดังนั้น ข้อมูล 2 ชุดใดที่มีความสัมพันธ์กัน จะสามารถเขียนให้อยู่ในรูปคู่อันดับได้

ตอนที่ 2 จงยกตัวอย่างคู่อันดับที่แสดงความสัมพันธ์เพิ่มเติม (นอกเหนือจากคู่อันดับของละติจูดและลองจิจูดที่ครูยกตัวอย่างให้) มาอย่างน้อย 3 ตัวอย่าง (แต่ละตัวอย่าง ให้ยกตัวอย่างคู่อันดับ 5 คู่ อันดับ) พร้อมอธิบายความหมายของคู่อันดับให้ชัดเจน

1. คู่อันดับแสดงความสัมพันธ์ของคณงาน ที่มีรายได้วันละ 350 บาท เป็นเวลา 5 วัน

(1. 350) หมายความว่า วันที่ 1 คณงานมีรายได้ 350 บาท

(2. 700) หมายความว่า วันที่ 2 คณงานมีรายได้รวม 700 บาท

(3. 1,050) หมายความว่า วันที่ 3 คณงานมีรายได้รวม 1,050 บาท

(4. 1,400) หมายความว่า วันที่ 4 คณงานมีรายได้รวม 1,400 บาท

(5. 1,750) หมายความว่า วันที่ 5 คณงานมีรายได้รวม 1,750 บาท

2. คู่อันดับแสดงความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนคนและน้ำหนักที่ลิฟต์แห่งหนึ่งสามารถรับได้ (กิโลกรัม)

(1. 450) หมายความว่า คน 1 คน ขึ้นลิฟต์ ลิฟต์ยังสามารถรับน้ำหนักได้ 450 กิโลกรัม

(2. 380) หมายความว่า คน 2 คน ขึ้นลิฟต์ ลิฟต์ยังสามารถรับน้ำหนักได้ 380 กิโลกรัม

(3. 340) หมายความว่า คน 3 คน ขึ้นลิฟต์ ลิฟต์ยังสามารถรับน้ำหนักได้ 340 กิโลกรัม

(4. 300) หมายความว่า คน 4 คน ขึ้นลิฟต์ ลิฟต์ยังสามารถรับน้ำหนักได้ 300 กิโลกรัม

(5. 250) หมายความว่า คน 5 คน ขึ้นลิฟต์ ลิฟต์ยังสามารถรับน้ำหนักได้ 250 กิโลกรัม

3. คู่อันดับแสดงความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนมะพร้าว (ลูก) และราคาขาย (บาท).

(1. 30) หมายความว่า มะพร้าว 1 ลูก คิดเป็นเงิน 30 บาท

(2. 60) หมายความว่า มะพร้าว 2 ลูก คิดเป็นเงิน 60 บาท

(3. 90) หมายความว่า มะพร้าว 3 ลูก คิดเป็นเงิน 90 บาท

(4. 120) หมายความว่า มะพร้าว 4 ลูก คิดเป็นเงิน 120 บาท

(5. 150) หมายความว่า มะพร้าว 5 ลูก คิดเป็นเงิน 150 บาท

- ขึ้นอยู่กับดุลยพินิจของครูผู้สอน -

แบบฝึกหัดที่ 1

เรื่อง ความหมายของคู่อันดับ

ตอนที่ 1 จงตอบคำถามต่อไปนี้

1. จากตารางแสดงความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนไข่และราคาไข่

จำนวนไข่ (ฟอง)	1	2	3	4	5	6
ราคาไข่ (บาท)	4	8	12	16	20	24

จงเขียนแผนภาพแสดงความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนไข่และราคาไข่ และเขียนคู่อันดับให้ถูกต้อง

.....

.....

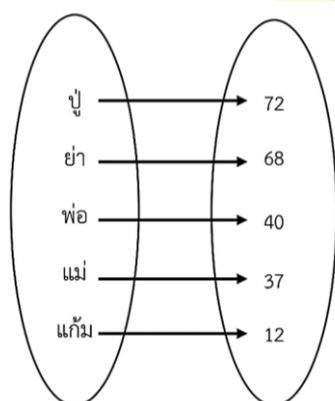
.....

.....

.....

.....

2. จากแผนภาพที่กำหนดให้ต่อไปนี้ จงเขียนคู่อันดับและอธิบายความหมายของแต่ละคู่อันดับที่ได้จากแผนภาพ



สมาชิกในครอบครัว อายุ (ปี)

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ตอนที่ 2 จงตอบคำถามต่อไปนี้ให้ถูกต้อง

1. คู่อันดับ มีลักษณะเป็นอย่างไร และสามารถเขียนสัญลักษณ์ของคู่อันดับได้อย่างไร
จงอธิบาย

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

2. คู่อันดับ (2,7) และคู่อันดับ (7,2) เป็นคู่อันดับที่อยู่ในพิกัดหรือตำแหน่งเดียวกันหรือไม่
อย่างไร จงอธิบาย

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

3. การเขียนคู่อันดับ ใช้สำหรับแทนพิกัดหรือตำแหน่งเท่านั้นหรือไม่ อย่างไร จงอธิบาย

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

เฉลยแบบฝึกหัดที่ 1

เรื่อง ความหมายของคู่อันดับ

คำชี้แจง จงตอบคำถามต่อไปนี้

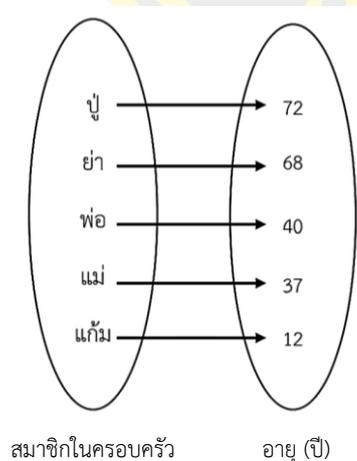
1. จากตารางแสดงความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนไข่และราคาไข่

จำนวนไข่ (ฟอง)	1	2	3	4	5	6
ราคาไข่ (บาท)	4	8	12	16	20	24

จงเขียนแผนภาพแสดงความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนไข่และราคาไข่ และเขียนคู่อันดับให้ถูกต้อง



2. จากแผนภาพที่กำหนดให้ต่อไปนี้ จงเขียนคู่อันดับและอธิบายความหมายของแต่ละคู่อันดับที่ได้จากแผนภาพ



(ปู่,72) หมายถึง สมาชิกในครอบครัวคือ ปู่ มีอายุ 72 ปี

(ย่า,68) หมายถึง สมาชิกในครอบครัวคือ ย่า มีอายุ 68 ปี

(พ่อ,40) หมายถึง สมาชิกในครอบครัวคือ พ่อ มีอายุ 40 ปี

(แม่,37) หมายถึง สมาชิกในครอบครัวคือ แม่ มีอายุ 37 ปี

(แก้ม,12) หมายถึง สมาชิกในครอบครัวคือ แก้ม มีอายุ 12 ปี

ตอนที่ 2 จงตอบคำถามต่อไปนี้ให้ถูกต้อง

1. คู่อันดับ มีลักษณะเป็นอย่างไร และสามารถเขียนสัญลักษณ์ของคู่อันดับได้อย่างไร จงอธิบาย

..... มีวงเล็บ ในวงเล็บมีสมาชิกตัวที่หนึ่ง สมาชิกตัวที่สอง และมีจุลภาคคั่นระหว่างสมาชิกตัวที่หนึ่งและสมาชิกตัวที่สอง สามารถเขียนสัญลักษณ์ คือ (a,b) โดยที่ a แทนสมาชิกตัวที่หนึ่ง และ b แทนสมาชิกตัวที่สอง

2. คู่อันดับ $(2,7)$ และคู่อันดับ $(7,2)$ เป็นคู่อันดับที่อยู่ในพิกัดหรือตำแหน่งเดียวกันหรือไม่อย่างไร จงอธิบาย

..... เป็นคู่อันดับที่ไม่ได้อยู่ในพิกัดหรือตำแหน่งเดียวกัน เนื่องจากสมาชิกตัวที่หนึ่งของคู่อันดับ $(2,7)$ คือ 2 แต่สมาชิกตัวที่หนึ่งของคู่อันดับ $(7,2)$ คือ 7 และสมาชิกตัวที่สองของคู่อันดับ $(2,7)$ คือ 7 แต่สมาชิกตัวที่สองของคู่อันดับ $(7,2)$ คือ 2 ซึ่งทำให้คู่อันดับทั้งสองมีพิกัดหรือตำแหน่งของคู่อันดับที่ต่างกัน

3. การเขียนคู่อันดับ ใช้สำหรับแทนพิกัดหรือตำแหน่งเท่านั้นหรือไม่ อย่างไร จงอธิบาย

..... คู่อันดับ เป็นสัญลักษณ์ใช้แทนความสัมพันธ์ของข้อมูล 2 ข้อมูล ดังนั้น จะไม่ได้มีไว้สำหรับแทนพิกัดหรือตำแหน่งเท่านั้น เช่น ความสัมพันธ์ของจำนวนของผักนึ่ง (ก่ำ) และราคาของผักนึ่ง (บาท) หากเราใช้คู่อันดับ แสดงความสัมพันธ์ โดยกำหนดให้สมาชิกตัวที่หนึ่ง คือ จำนวนของผักนึ่ง (ก่ำ) และสมาชิกตัวที่สองแทนราคาของผักนึ่ง (บาท) หากเราแทนด้วย คู่อันดับ $(2,10)$ จะมีความหมายว่า ผักนึ่งจำนวน 2 ก่ำ ราคา 10 บาท

แผนการจัดการเรียนรู้ 5

กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์		โรงเรียนแสนสุข
รหัสวิชา ค21102	รายวิชา คณิตศาสตร์พื้นฐาน	ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1
หน่วยการเรียนรู้ที่ 1	เรื่อง สมการเชิงเส้นสองตัวแปร	จำนวน 19 คาบ
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5	เรื่อง รูปทั่วไปของสมการเชิงเส้นสองตัวแปร	เวลา 2 คาบ
ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2567		ผู้สอน นางสาวนภา ศิริบุบผา

มาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด

มาตรฐานการเรียนรู้

มาตรฐาน ค 1.3 ใช้นิพจน์ สมการ และอสมการ อธิบายความสัมพันธ์หรือช่วยแก้ปัญหาที่กำหนดให้

ตัวชี้วัด

ค 1.3 ม.1/2 เข้าใจและใช้ความรู้เกี่ยวกับกราฟในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์และปัญหาในชีวิตจริง

สาระสำคัญ

รูปทั่วไปของสมการเชิงเส้นสองตัวแปร คือ $Ax + By + C = 0$ เมื่อ A , B และ C เป็นค่าคงที่ และ A กับ B ไม่เท่ากับศูนย์พร้อมกัน ซึ่งเป็นข้อสังเกตเพิ่มเติมในการพิจารณาการเป็นสมการเชิงเส้นสองตัวแปร

จุดประสงค์การเรียนรู้

1. นักเรียนสามารถอธิบายเกี่ยวกับรูปทั่วไปของสมการเชิงเส้นสองตัวแปรได้ (K)
2. นักเรียนสามารถเขียนรูปทั่วไปของสมการเชิงเส้นสองตัวแปรได้ (K)
3. นักเรียนสามารถให้เหตุผลเกี่ยวกับรูปทั่วไปของสมการเชิงเส้นสองตัวแปรได้ (P)
4. นักเรียนมีความมุ่งมั่นในการทำงาน (A)

สาระการเรียนรู้

รูปทั่วไปของสมการเชิงเส้นสองตัวแปร

สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน

1. ความสามารถในการคิด
2. ความสามารถในการแก้ปัญหา

คุณลักษณะอันพึงประสงค์

1. ใฝ่เรียนรู้
2. มุ่งมั่นในการทำงาน

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้

คาบที่ 1

ชั้นที่ 1 ชั้นนำ (5 นาที)

1. ครูและนักเรียนร่วมกันสนทนาเกี่ยวกับความรู้ที่ได้เรียนในคาบที่แล้ว โดยครูใช้คำถามระดับสูงกระตุ้นนักเรียน ดังนี้

- **คำถามระดับสูง** จากสมการที่ครูกำหนดให้ นั้น สมการใดเป็นสมการเชิงเส้นสองตัวแปร และสมการใดไม่เป็นสมการเชิงเส้นสองตัวแปรบ้าง หากไม่เป็นสมการเชิงเส้นสองตัวแปร จงอธิบายประกอบ (คำถามให้อธิบาย)

ข้อ	สมการ	เป็นสมการเชิงเส้นสองตัวแปรหรือไม่		เป็น/ไม่เป็นสมการเชิงเส้นสองตัวแปร เนื่องจาก
		เป็น	ไม่เป็น	
1	$x - 7 = y$			
2	$x^2 = y$			
3	$x + 5y = 30$			
4	$2x - xy + y = 0$			
5	$8y - x = 4x$			

(แนวคำตอบ :

ข้อ	สมการ	เป็นสมการเชิงเส้นสองตัวแปรหรือไม่		เป็น/ไม่เป็นสมการเชิงเส้นสองตัวแปร เนื่องจาก
		เป็น	ไม่เป็น	
1	$x - 7 = y$	✓		สัมประสิทธิ์ไม่เป็น 0 พร้อมกัน เลขชี้กำลังของแต่ละตัวเป็น 1 ไม่มีการคูณกันระหว่างตัวแปร
2	$x^2 = y$		✓	เลขชี้กำลังของตัวแปรมากกว่า 1
3	$x + 5y = 30$	✓		สัมประสิทธิ์ไม่เป็น 0 พร้อมกัน เลขชี้กำลังของแต่ละตัวเป็น 1 ไม่มีการคูณกันระหว่างตัวแปร
4	$2x - xy + y = 0$		✓	มีการคูณกันระหว่างตัวแปร
5	$8y - x = 4x$	✓		สัมประสิทธิ์ไม่เป็น 0 พร้อมกัน เลขชี้กำลังของแต่ละตัวเป็น 1 ไม่มีการคูณกันระหว่างตัวแปร

2. ครูอธิบายเพิ่มเติมเกี่ยวกับกิจกรรมในคาบนี้ ว่าในคาบนี้นักเรียนจะได้รู้จักข้อสังเกตเพิ่มเติม ในการพิจารณาการเป็นสมการเชิงเส้นสองตัวแปร ซึ่งเป็นวิธีการพิจารณาที่แตกต่างจากวิธีเดิมที่ได้เรียนมาในคาบที่แล้ว

ขั้นที่ 2 ขั้นเกิดความขัดแย้งทางปัญญา (10 นาที)

3. ครูกำหนดสถานการณ์ ดังนี้

ในคาบเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ครูให้นักเรียนพิจารณาลักษณะกราฟของสมการ $\frac{x}{y} = y$ โดยที่ $y \neq 0$ และตรวจสอบว่า สมการที่กำหนดให้มานั้น เป็นสมการเชิงเส้นสองตัวแปรหรือไม่ จะใช้วิธีใดในการตรวจสอบสมการ

โดยครูใช้คำถามระดับสูงเป็นการช่วยกระตุ้นความคิดของนักเรียน ดังนี้

- **คำถามระดับสูง** เมื่อนักเรียนพิจารณาสมการที่กำหนดให้แล้วนั้น สมการ

$$\frac{x}{y} = y \quad \text{โดยที่ } y \neq 0 \quad \text{เป็นสมการเชิงเส้นสองตัวแปรหรือไม่ นักเรียนจะ}$$

พิจารณาได้อย่างไร (คำถามให้วิเคราะห์)

ขั้นที่ 3 ชั้นแสวงหาคำตอบ (35 นาที)

4. นักเรียนแบ่งกลุ่ม กลุ่มละ 3-5 คน จากนั้นอ่านและทำความเข้าใจใบกิจกรรมที่ 5.1 มาช่วยกันหา A B และ C และวิเคราะห์สมการที่ครูกำหนดให้ ว่าเป็นสมการเชิงเส้นสองตัวแปรหรือไม่ โดยครูใช้คำถามระดับสูงเป็นการช่วยกระตุ้นความคิดของนักเรียน ดังนี้

- **คำถามระดับสูง** นักเรียนจะสามารถพิจารณาสมการที่กำหนดให้ นั้น ว่าเป็นสมการเชิงเส้นสองตัวแปรหรือไม่ ได้อย่างไร (คำถามให้วิเคราะห์)

5. จากนั้นนักเรียนแต่ละกลุ่ม ช่วยกันจัดสมการให้อยู่ในรูป $Ax + By + C = 0$ หากสมการใดสามารถจัดรูปได้ ให้ระบุค่าของ A , B และ C ตามลำดับ โดยครูใช้คำถามระดับสูงเป็นการช่วยกระตุ้นความคิดของนักเรียน ดังนี้

- **คำถามระดับสูง** จากสมการที่กำหนดให้ นักเรียนคิดว่าจะสามารถจัดรูปใหม่ของสมการได้ทุกสมการหรือไม่ อย่างไร (คำถามอธิบาย)

คาบที่ 2

ขั้นที่ 3 ชั้นแสวงหาคำตอบ (ต่อ) (10 นาที)

6. นักเรียนแต่ละกลุ่ม ช่วยกันทำใบกิจกรรมที่ 5.2 มาช่วยกันสรุป...ความเข้าใจ

7. ครูเสนอแนะเพิ่มเติมว่า การจัดสมการให้อยู่ในรูป $Ax + By + C = 0$ โดยที่ A , B และ C เป็นค่าคงที่ และ A กับ B ไม่เท่ากับศูนย์พร้อมกัน เราเรียกสมการรูปแบบนี้ว่า “รูปทั่วไปของสมการเชิงเส้นสองตัวแปร”

ขั้นที่ 4 ชั้นสะท้อนความคิด (25 นาที)

8. นักเรียนตัวแทนนำเสนอใบกิจกรรมที่ 5.1 มาช่วยกันหา A B และ C และใบกิจกรรมที่ 5.2 มาช่วยกันสรุป...ความเข้าใจ จากนั้นครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายสรุปในประเด็นต่าง ๆ เกี่ยวกับการจัดสมการให้อยู่ในรูป $Ax + By + C = 0$ โดยครูใช้คำถามระดับสูงกระตุ้นความคิดของนักเรียน ดังนี้

- **คำถามระดับสูง** จากสมการในใบกิจกรรมที่ 5.1 สรุปแล้ว จะสามารถจัดรูปใหม่ของสมการ ได้ทุกสมการหรือไม่ อย่างไร (คำถามให้สังเคราะห์)

(แนวคำตอบ : ไม่สามารถจัดรูปใหม่ของสมการได้ทุกสมการ เนื่องจาก มี

บางสมการที่ไม่เป็นสมการเชิงเส้นสองตัวแปร มีทั้งสมการที่อยู่ในรูปการณคุณ

กันระหว่างตัวแปรและบางสมการมีเลขชี้กำลังที่มากกว่า 1 จึงไม่สามารถจัดให้อยู่ในรูป $Ax + By + C = 0$ ได้)

- คำถามระดับสูง สมการที่เป็นสมการเชิงเส้นสองตัวแปร จะสามารถจัดรูปใหม่ได้ ซึ่งจะสามารถบอกค่าของ A , B และ C ได้ ดังนั้น ค่า A , B และ C ในสมการ คือค่าของอะไร (คำถามให้สังเคราะห์)

(แนวคำตอบ : ค่า A คือ ค่าสัมประสิทธิ์ของตัวแปร x ค่า B คือ ค่าสัมประสิทธิ์ของตัวแปร y และค่า C คือ ค่าคงที่ ที่ไม่ใช่สัมประสิทธิ์ของตัวแปรใด ๆ)

- คำถามระดับสูง สรุปลแล้ว การจัดสมการให้อยู่ในรูป $Ax + By + C = 0$ มีความเกี่ยวข้องกับสมการเชิงเส้นสองตัวแปรอย่างไร (คำถามให้สังเคราะห์)

(แนวคำตอบ : หากสมการนั้น ๆ เป็นสมการเชิงเส้นสองตัวแปร จะสามารถจัดให้อยู่ในรูป $Ax + By + C = 0$ ได้ โดยที่ A , B และ C เป็นค่าคงที่ แต่หากสมการใด ที่ไม่สามารถจัดให้อยู่ในรูป $Ax + By + C = 0$ ได้ จะสรุปได้ว่า สมการนั้น ๆ ไม่ใช่สมการเชิงเส้นสองตัวแปร)

- คำถามระดับสูง สรุปลแล้ว หากต้องจัดสมการให้อยู่ในรูปทั่วไปของสมการเชิงเส้นสองตัวแปร คือ $Ax + By + C = 0$ โดยที่ A , B และ C เป็นค่าคงที่ แล้วค่า A และ B จะมีค่าเท่ากับ 0 พร้อมกันได้หรือไม่ เพราะเหตุใด (คำถามให้สังเคราะห์)

(แนวคำตอบ : ไม่ได้ เนื่องจาก หากสมการใด ที่ A และ B มีค่าเท่ากับ 0 พร้อมกัน จะทำให้สมการนั้น ไม่สามารถจัดให้อยู่ในรูปทั่วไปได้ และไม่สามารถสรุปได้ว่าสมการนั้น คือ สมการเชิงเส้นสองตัวแปร)

- คำถามระดับสูง จากสถานการณ์ที่ครูกำหนดให้ในคาบที่แล้ว นักเรียนจะสามารถตรวจสอบสมการของสถานการณ์นี้ ว่าเป็นสมการเชิงเส้นสองตัวแปรหรือไม่ ได้อย่างไร (คำถามให้สังเคราะห์)

ในคาบเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ครูให้นักเรียนพิจารณาลักษณะกราฟของสมการ $\frac{x}{y} = y$ โดยที่ $y \neq 0$ และตรวจสอบว่า สมการที่กำหนดให้มานั้น เป็นสมการเชิงเส้นสองตัวแปรหรือไม่ จะใช้วิธีใดในการตรวจสอบสมการ

(แนวคำตอบ : จัดรูปสมการให้อยู่ในรูป $Ax + By + C = 0$ โดยที่ A , B

และ C เป็นค่าคงที่ ซึ่งจัดรูปใหม่ ได้ว่า $x = y^2$ จะเห็นว่า เลขชี้กำลังของตัวแปร y มากกว่า 1 ดังนั้น จึงสรุปได้ว่า สมการ $\frac{x}{y} = y$ โดยที่ $y \neq 0$ ไม่เป็นสมการเชิงเส้นสองตัวแปร)

ขั้นที่ 5 ขั้นการฝึกหัดเพิ่มเติม (15 นาที)

9. ครูใช้คำถามระดับสูงกระตุ้นให้นักเรียนพิจารณา ดังนี้

- **คำถามระดับสูง** สมการ $x - 5 = 0$ เป็นสมการเชิงเส้นสองตัวแปรหรือไม่ เพราะเหตุใด (คำถามให้ประเมินค่า)
(แนวคำตอบ : เป็นสมการเชิงเส้นสองตัวแปร เพราะสามารถจัดให้อยู่ในรูป $Ax + By + C = 0$ ได้ และได้ค่า $A = 1$, $B = 0$ และ $C = -5$ ดังนั้น จึงสรุปว่า สมการ $x - 5 = 0$ เป็นสมการเชิงเส้นสองตัวแปร)
- **คำถามระดับสูง** สมการ $\frac{2y}{x} = 3y$ เป็นสมการเชิงเส้นสองตัวแปรใช่หรือไม่ เพราะเหตุใด (คำถามให้ประเมินค่า)
(แนวคำตอบ : ไม่ใช่ เนื่องจากเมื่อจัดรูปใหม่แล้วไม่สามารถจัดให้อยู่ในรูป $Ax + By + C = 0$ ได้ ดังนั้น จึงสรุปว่า สมการ $\frac{2y}{x} = 3y$ ไม่เป็นสมการเชิงเส้นสองตัวแปร)

10. นักเรียนทำแบบฝึกหัดที่ 5 รูปทั่วไปของสมการเชิงเส้นสองตัวแปร เพื่อตรวจสอบความเข้าใจและฝึกทักษะ

สื่อและแหล่งเรียนรู้

1. ใบกิจกรรมที่ 5.1 มาช่วยกันหา A B และ C
2. ใบกิจกรรมที่ 5.2 มาช่วยกันสรุป...ความเข้าใจ
3. แบบฝึกหัดที่ 5 รูปทั่วไปของสมการเชิงเส้นสองตัวแปร

การวัดและประเมินผล

รายการ	วิธีการประเมิน	เครื่องมือที่ใช้ในการประเมิน	เกณฑ์การประเมิน
ด้านความรู้ 1. นักเรียนสามารถอธิบายเกี่ยวกับรูปทั่วไปของสมการเชิงเส้นสองตัวแปรได้ (K) 2. นักเรียนสามารถเขียนรูปทั่วไปของสมการเชิงเส้นสองตัวแปรได้ (K)	การตรวจ - ใบกิจกรรมที่ 5.1 มาช่วยกันหา A B และ C - แบบฝึกหัดที่ 5 รูปทั่วไปของสมการเชิงเส้นสองตัวแปร	- ใบกิจกรรมที่ 5.1 มาช่วยกันหา A B และ C - แบบฝึกหัดที่ 5 รูปทั่วไปของสมการเชิงเส้นสองตัวแปร	นักเรียนทำใบกิจกรรมได้ ร้อยละ 70 ขึ้นไป ถือว่า ผ่าน
ด้านทักษะ/กระบวนการ 3. นักเรียนสามารถให้เหตุผลเกี่ยวกับรูปทั่วไปของสมการเชิงเส้นสองตัวแปรได้ (P)	การตรวจ - ใบกิจกรรมที่ 5.2 มาช่วยกันสรุป...ความเข้าใจ - แบบฝึกหัดที่ 5 รูปทั่วไปของสมการเชิงเส้นสองตัวแปร	- ใบกิจกรรมที่ 5.2 มาช่วยกันสรุป...ความเข้าใจ - แบบฝึกหัดที่ 5 รูปทั่วไปของสมการเชิงเส้นสองตัวแปร	นักเรียนทำใบกิจกรรมและแบบฝึกหัดได้ ร้อยละ 70 ขึ้นไป ถือว่า ผ่าน
ด้านคุณลักษณะ 4. นักเรียนมีความมุ่งมั่นในการทำงาน (A)	- การสังเกตพฤติกรรม	- แบบสังเกตพฤติกรรม	นักเรียน ได้ระดับคุณภาพ 2 ขึ้นไป ถือว่า ผ่าน

แบบบันทึกการทำกิจกรรมของแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5
เรื่อง รูปทั่วไปของสมการเชิงเส้นสองตัวแปร

ที่	ชื่อ-นามสกุล	จุดประสงค์การเรียนรู้				รวม คะแนน	ระดับ คุณภาพ
		ใบ กิจกรรม 5.1	ใบ กิจกรรม 5.2	แบบฝึกหัด ที่ 5	แบบ สังเกต พฤติกรรม		
		(K)	(P)	(K,P)	(A)		
		10	10	10	9		
1							
2							
3							
4							
5							
6							
7							
8							
9							
10							
11							
12							
13							
14							
15							

ระดับคุณภาพ

29 – 39 คะแนน หมายถึง ระดับ 4 (ดีมาก)

19 - 28 คะแนน หมายถึง ระดับ 3 (ดี)

10 - 18 คะแนน หมายถึง ระดับ 2 (พอใช้)

0 - 9 คะแนน หมายถึง ระดับ 1 (ปรับปรุง)

เกณฑ์การให้คะแนนพฤติกรรมการเรียนรู้ด้านทักษะ/กระบวนการ (P)

รายการประเมิน	คะแนน	ทักษะ/กระบวนการที่ปรากฏ
ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์	3/ดีมาก	ตอบคำถามถูกต้อง สมบูรณ์ มีการแสดงแนวคิดหรือเหตุผล ประกอบคำตอบได้อย่างสมเหตุสมผล
	2/ดี	ตอบคำถามถูกต้อง ไม่ชัดเจน เกือบสมบูรณ์ มีการแสดงแนวคิดหรือเหตุผลประกอบคำตอบได้อย่างสมเหตุสมผล ถูกต้องเกือบสมบูรณ์
	1/พอใช้	ตอบคำถามถูกต้อง มีการแสดงแนวคิดหรือเหตุผล ประกอบคำตอบ ไม่สมบูรณ์ ไม่สมเหตุสมผล หรือไม่มีการแสดงแนวคิดหรือเหตุผลประกอบคำตอบ หรือไม่ตอบคำถาม แต่มีการแสดงแนวคิดหรือเหตุผลประกอบคำตอบอย่างสมเหตุสมผล ถูกต้องเกือบสมบูรณ์
	0 /ปรับปรุง	ตอบคำถามไม่ถูกต้อง และไม่มีการแสดงแนวคิดหรือเหตุผลประกอบ หรือไม่มีการเขียนใดๆ

แบบสังเกตพฤติกรรมนักเรียน

คำชี้แจง ให้ผู้สอนสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนแต่ละคนในขณะที่ปฏิบัติกิจกรรม โดยเขียน ✓ ลงในตารางที่ตรงกับระดับพฤติกรรมของนักเรียน

ที่	ชื่อ - นามสกุล	พฤติกรรมสำคัญ												รวม	ผลการประเมิน	
		ใฝ่เรียนรู้				มุ่งมั่นในการทำงาน				การตอบคำถาม/การแสดงความคิดเห็น					ผล	ผล
		0	1	2	3	0	1	2	3	0	1	2	3			
1																
2																
3																
4																
5																
6																

เกณฑ์การให้คะแนน

รายการประเมิน	ระดับคะแนน			
	0	1	2	3
1. ใฝ่เรียนรู้	เข้าชั้นเรียนไม่ตรงตามเวลา ไม่ตั้งใจเรียน และไม่มีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนรู้	เข้าชั้นเรียนตรงตามเวลา ตั้งใจเรียน และมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนรู้บ่อยครั้ง	เข้าชั้นเรียนตรงตามเวลา ตั้งใจเรียน และมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนรู้บ่อยครั้ง	เข้าชั้นเรียนตรงตามเวลา ตั้งใจเรียน และมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนรู้ทุกครั้ง
2. มุ่งมั่นในการทำงาน	ไม่ตั้งใจทำงานด้วยความมุ่งมั่น พยายาม อดทน งานเสร็จตามเป้าหมายน้อยครั้ง	ตั้งใจทำงานด้วยความมุ่งมั่น พยายาม อดทน งานเสร็จตามเป้าหมายน้อยครั้ง	ตั้งใจทำงานด้วยความมุ่งมั่น พยายาม อดทน งานเสร็จตามเป้าหมายบ่อยครั้ง	ตั้งใจทำงานด้วยความมุ่งมั่น พยายาม อดทน งานเสร็จตามเป้าหมายทุกครั้ง
3. การตอบคำถาม/ การแสดงความความคิดเห็น	ไม่มีการตอบคำถาม และไม่มี การแสดงความความคิดเห็น	มีการตอบคำถาม และมีการแสดงความความคิดเห็นน้อยครั้ง	มีการตอบคำถาม และมีการแสดงความความคิดเห็นบ่อยครั้ง	มีการตอบคำถาม และมีการแสดงความความคิดเห็นทุกครั้ง

ระดับคุณภาพ

7 - 9 คะแนน หมายถึง ระดับ 4 (ดีมาก)

4 - 6 คะแนน หมายถึง ระดับ 3 (ดี)

2 - 3 คะแนน หมายถึง ระดับ 2 (พอใช้)

0 - 1 คะแนน หมายถึง ระดับ 1 (ปรับปรุง)

เกณฑ์การผ่าน ได้ระดับคุณภาพ 2 ขึ้นไป ถือว่า ผ่าน

ใบกิจกรรมที่ 5.1 มาช่วยกันหา A B และ C

- คำชี้แจง**
- ให้นักเรียนพิจารณาว่า สมการที่กำหนดให้เป็นสมการเชิงเส้นสองตัวแปรหรือไม่
 - จัดสมการให้อยู่ในรูป $Ax + By + C = 0$
 - หากสมการจัดรูปได้ ให้ระบุค่าของ A , B และ C

ข้อ	สมการ	สมการเชิงเส้น สองตัวแปร หรือไม่		จัดให้อยู่ในรูป $Ax + By + C = 0$	ค่าของ		
		เป็น	ไม่เป็น		A	B	C
ตย.	$2y = 30 - x$	✓		$x + 2y - 30 = 0$	1	2	-30
1	$x^2 + y = 4$						
2	$2x + y - 4 = 9$						
3	$xy - 5 = 0$						
4	$2y - 3x = 12$						
5	$y = 6x - 30$						
6	$\frac{y}{x} = 2x$						
7	$\frac{x}{5} = xy$						
8	$7x = 5y + 3$						
9	$4x + xy + 5y = -7$						
10	$y = \frac{1}{3}x - \frac{3}{4}$						

จากข้อมูลในตาราง จงตอบคำถามต่อไปนี้

- ในสมการ ค่า A , B และ C คือค่าของอะไร

.....

.....

- การจัดสมการให้อยู่ในรูป $Ax + By + C = 0$ มีความเกี่ยวข้องอย่างไรกับสมการเชิงเส้นสองตัวแปร

.....

.....

เฉลยใบกิจกรรมที่ 5.1 มาช่วยกันหา A B และ C

- คำชี้แจง**
1. ให้นักเรียนพิจารณาว่า สมการที่กำหนดให้เป็นสมการเชิงเส้นสองตัวแปรหรือไม่
 2. จัดสมการให้อยู่ในรูป $Ax + By + C = 0$
 3. หากสมการจัดรูปได้ ให้ระบุค่าของค่า A , B และ C

ข้อ	สมการ	สมการเชิงเส้นสองตัวแปรหรือไม่		จัดให้อยู่ในรูป $Ax + By + C = 0$	ค่าของ		
		เป็น	ไม่เป็น		A	B	C
ตย.	$2y = 30 - x$	✓		$x + 2y - 30 = 0$	1	2	-30
1	$x^2 + y = 4$		✓	ไม่สามารถจัดรูปได้	-	-	-
2	$2x + y - 4 = 9$	✓		$2x + y - 13 = 0$	2	1	-13
3	$xy - 5 = 0$		✓	ไม่สามารถจัดรูปได้	-	-	-
4	$2y - 3x = 12$	✓		$-3x + 2y - 12 = 0$	-3	2	-12
5	$y = 6x - 30$	✓		$-6x + y + 30 = 0$	-6	1	30
6	$\frac{y}{x} = 2x$		✓	ไม่สามารถจัดรูปได้	-	-	-
7	$\frac{x}{5} = xy$		✓	ไม่สามารถจัดรูปได้	-	-	-
8	$7x = 5y + 3$	✓		$7x - 5y - 3 = 0$	7	-5	-3
9	$4x + xy + 5y = -7$		✓	ไม่สามารถจัดรูปได้	-	-	-
10	$y = \frac{1}{3}x - \frac{3}{4}$	✓		$-\frac{1}{3}x + y + \frac{3}{4} = 0$	$-\frac{1}{3}$	1	$\frac{3}{4}$

จากข้อมูลในตาราง จงตอบคำถามต่อไปนี้

1. ในสมการ ค่า A , B และ C คือค่าของอะไร

..... คำ A คือ ค่าสัมประสิทธิ์ของตัวแปร x คำ B คือ ค่าสัมประสิทธิ์ของตัวแปร y

..... และค่า C คือ ค่าคงที่ ที่ไม่ใช่สัมประสิทธิ์ของตัวแปรใด ๆ

2. การจัดสมการให้อยู่ในรูป $Ax + By + C = 0$ มีความเกี่ยวข้องกับสมการเชิงเส้นสองตัวแปรอย่างไร

..... หากเป็นสมการเชิงเส้นสองตัวแปร จะสามารถจัดให้อยู่ในรูป $Ax + By + C = 0$ ได้ แต่หากไม่สามารถจัดให้อยู่ในรูป $Ax + By + C = 0$ นี้ได้ จะสามารถสรุปได้ว่า สมการนั้น ๆ

ใบกิจกรรมที่ 5.2 มาช่วยกันสรุป...ความเข้าใจ

คำชี้แจง จงตอบคำถามต่อไปนี้ ให้ถูกต้อง

1. การจัดสมการให้อยู่ในรูป $Ax + By + C = 0$ มีความเกี่ยวข้องกับสมการเชิงเส้นสองตัวแปรอย่างไร

.....

.....

.....

.....

2. จงตรวจสอบว่าสมการ $\frac{2x+4y}{5} = 1$ เป็นสมการเชิงเส้นสองตัวแปรหรือไม่ โดยจัดให้อยู่ในรูปทั่วไป คือ $Ax + By + C = 0$ โดยที่ A, B และ C เป็นค่าคงที่ และหากในสมการนี้ค่า A และ B เท่ากับ 0 พร้อมกัน สมการนี้จะเป็นสมการเชิงเส้นสองตัวแปรหรือไม่ เพราะเหตุใด จงอธิบาย

.....

.....

.....

.....

3. จากสมการ $6y = -5$ เป็นสมการเชิงเส้นสองตัวแปรหรือไม่ อย่างไร จงอธิบายเหตุผลประกอบ

.....

.....

.....

.....

เฉลยใบกิจกรรมที่ 5.2 มาช่วยกันสรุป...ความเข้าใจ

คำชี้แจง จงตอบคำถามต่อไปนี้ ให้ถูกต้อง

1. การจัดสมการให้อยู่ในรูป $Ax + By + C = 0$ มีความเกี่ยวข้องกับสมการเชิงเส้นสองตัวแปรอย่างไร

หากสมการนั้น ๆ เป็นสมการเชิงเส้นสองตัวแปร จะสามารถจัดให้อยู่ในรูป $Ax + By + C = 0$ ได้ โดยที่ A , B และ C เป็นค่าคงที่ แต่หากสมการใด ไม่สามารถจัดให้อยู่ในรูป $Ax + By + C = 0$ ได้ จะสรุปได้ว่า สมการนั้น ๆ ไม่ใช่สมการเชิงเส้นสองตัวแปร

2. จงตรวจสอบว่าสมการ $\frac{2x+4y}{5} = 1$ เป็นสมการเชิงเส้นสองตัวแปรหรือไม่ โดยจัดให้อยู่ในรูปทั่วไป คือ $Ax + By + C = 0$ โดยที่ A , B และ C เป็นค่าคงที่ และหากในสมการนี้ ค่า A และ B เท่ากับ 0 พร้อมกัน สมการนี้จะ เป็นสมการเชิงเส้นสองตัวแปรหรือไม่ เพราะเหตุใด จงอธิบาย

สามารถจัดสมการให้อยู่ในรูปทั่วไปได้ ดังนี้ $2x + 4y - 5 = 0$ จะได้ว่า $A = 2$, $B = 4$, $C = -5$ และหากในสมการค่า A และ B มีค่าเท่ากับ 0 พร้อมกัน จะได้ว่า $-5 = 0$ ซึ่งทำให้สมการไม่สามารถจัดให้อยู่ในรูปทั่วไปได้ และไม่สามารถสรุปได้ว่าสมการนี้ คือ สมการเชิงเส้นสองตัวแปร

3. จากสมการ $6y = -5$ เป็นสมการเชิงเส้นสองตัวแปรหรือไม่ อย่างไร จงอธิบายเหตุผลประกอบ

เป็นสมการเชิงเส้นสองตัวแปร เนื่องจากสามารถจัดให้อยู่ในรูปทั่วไปได้ คือ $6y + 5 = 0$ จะได้ว่า $A = 0$, $B = 6$ และ $C = 5$ โดยที่ A , B และ C เป็นค่าคงที่ และ A กับ B ไม่เท่าศูนย์พร้อมกัน

แบบฝึกหัดที่ 5 รูปทั่วไปของสมการเชิงเส้นสองตัวแปร

ตอนที่ 1 ให้นักเรียนพิจารณาสมการที่กำหนดให้ จากนั้นจัดให้อยู่ในรูป $Ax + By + C = 0$ และพิจารณาว่าสมการที่กำหนดให้ นั้น เป็นสมการเชิงเส้นสองตัวแปรหรือไม่ เพราะเหตุใด

ข้อ ที่	สมการ	จัดให้อยู่ในรูปทั่วไป $Ax + By + C = 0$	เป็น/ไม่เป็น สมการเชิงเส้น สองตัวแปร เพราะเหตุใด
1	$x^2 + 6 = y$		
2	$x - 9 = y$		
3	$8 - 7y = -x$		
4	$\frac{x}{3} = y$		
5	$y = 2 - x$		
6	$x - 3 = 0$		
7	$3x - 6y + 8 = 0$		
8	$y + 4 = 8 - x$		
9	$\frac{x}{y} = x$		
10	$8 - y = 5x$		

ตอนที่ 2 จงตอบคำถามต่อไปนี้ให้ถูกต้อง

1. สมการ $5x - 4 = 9$ เป็นสมการเชิงเส้นสองตัวแปรหรือไม่ อย่างไร จงอธิบายเหตุผลประกอบ

.....

.....

.....

.....

2. จงตรวจสอบว่าสมการ $\frac{3y - x}{7} = -2$ เป็นสมการเชิงเส้นสองตัวแปรหรือไม่ โดยจัดให้อยู่ในรูปทั่วไป คือ $Ax + By + C = 0$ โดยที่ A , B และ C เป็นค่าคงที่ และหากในสมการนี้ ค่า A และ B เท่ากับ 0 พร้อมกัน สมการนี้จะเป็นสมการเชิงเส้นสองตัวแปรหรือไม่ เพราะเหตุใด จงอธิบาย

.....

.....

.....

.....

3. เพราะเหตุใด จึงต้องมีการจัดสมการให้อยู่ในรูป $Ax + By + C = 0$

.....

.....

.....

.....

เฉลยแบบฝึกหัดที่ 5 รูปทั่วไปของสมการเชิงเส้นสองตัวแปร

ตอนที่ 1 ให้นักเรียนพิจารณาสมการที่กำหนดให้ จากนั้นจัดให้อยู่ในรูป $Ax + By + C = 0$ และพิจารณาว่าสมการที่กำหนดให้ นั้น เป็นสมการเชิงเส้นสองตัวแปรหรือไม่ เพราะเหตุใด

ข้อ ที่	สมการ	จัดให้อยู่ในรูปทั่วไป $Ax + By + C = 0$	เป็น/ไม่เป็น สมการเชิงเส้นสองตัวแปร เพราะเหตุใด
1	$x^2 + 6 = y$	ไม่สามารถจัดให้อยู่ในรูป ทั่วไปได้	ไม่เป็น เนื่องจาก ไม่สามารถจัดให้อยู่ ในรูปทั่วไปได้
2	$x - 9 = y$	$x - y - 9 = 0$	เป็น เนื่องจาก สามารถจัดให้อยู่ใน รูปทั่วไปได้
3	$8 - 7y = -x$	$x - 7y + 8 = 0$	เป็น เนื่องจาก สามารถจัดให้อยู่ใน รูปทั่วไปได้
4	$\frac{x}{3} = y$	$\frac{x}{3} - y = 0$	เป็น เนื่องจาก สามารถจัดให้อยู่ใน รูปทั่วไปได้
5	$y = 2 - x$	$x + y - 2 = 0$	เป็น เนื่องจาก สามารถจัดให้อยู่ใน รูปทั่วไปได้
6	$x - 3 = 0$	$x - 3 = 0$	เป็น เนื่องจาก สามารถจัดให้อยู่ใน รูปทั่วไปได้
7	$3x - 6y + 8 = 0$	$3x - 6y + 8 = 0$	เป็น เนื่องจาก สามารถจัดให้อยู่ใน รูปทั่วไปได้
8	$y + 4 = 8 - x$	$x + y - 4 = 0$	เป็น เนื่องจาก สามารถจัดให้อยู่ใน รูปทั่วไปได้
9	$\frac{x}{y} = x$	ไม่สามารถจัดให้อยู่ในรูป ทั่วไปได้	ไม่เป็น เนื่องจาก ไม่สามารถจัดให้อยู่ ในรูปทั่วไปได้
10	$8 - y = 5x$	$-5x - y + 8 = 0$	เป็น เนื่องจาก สามารถจัดให้อยู่ใน รูปทั่วไปได้

ตอนที่ 2 จงตอบคำถามต่อไปนี้ ให้ถูกต้อง

1. สมการ $5x - 4 = 9$ เป็นสมการเชิงเส้นสองตัวแปรหรือไม่ อย่างไร จงอธิบายเหตุผลประกอบ

เป็นสมการเชิงเส้นสองตัวแปร เนื่องจากสามารถจัดให้อยู่ในรูปทั่วไปได้ คือ $5x - 13 = 0$ จะได้ว่า $A = 5$, $B = 0$ และ $C = -13$ โดยที่ A , B และ C เป็นค่าคงที่ และ A กับ B ไม่เท่าศูนย์พร้อมกัน

2. จงตรวจสอบว่าสมการ $\frac{3y - x}{7} = -2$ เป็นสมการเชิงเส้นสองตัวแปรหรือไม่ โดยจัดให้อยู่ในรูปทั่วไป คือ $Ax + By + C = 0$ โดยที่ A , B และ C เป็นค่าคงที่ และหากในสมการนี้ ค่า A และ B เท่ากับ 0 พร้อมกัน สมการนี้จะเป็นสมการเชิงเส้นสองตัวแปรหรือไม่ เพราะเหตุใด จงอธิบาย

สามารถจัดสมการให้อยู่ในรูปทั่วไปได้ ดังนี้ $-x + 3y + 14 = 0$ จะได้ว่า $A = -1$, $B = 3$, $C = 14$ และหากในสมการค่า A และ B มีค่าเท่ากับ 0 พร้อมกัน จะได้ว่า $14 = 0$ ซึ่งทำให้สมการไม่สามารถจัดให้อยู่ในรูปทั่วไปได้ และไม่สามารถสรุปได้ว่าสมการนี้คือ สมการเชิงเส้นสองตัวแปร

3. เพราะเหตุใด จึงต้องมีการจัดสมการให้อยู่ในรูป $Ax + By + C = 0$

เนื่องจาก การจัดรูปสมการให้อยู่ในรูป $Ax + By + C = 0$ เป็นการตรวจสอบว่าสมการนั้นๆ เป็นสมการเชิงเส้นสองตัวแปรหรือไม่ หากสมการใด ไม่สามารถจัดให้อยู่ในรูปทั่วไปนี้ได้ จะไม่สามารถสรุปได้ว่า สมการนั้นเป็นสมการเชิงเส้นสองตัวแปรหรือไม่

ภาคผนวก ค

- แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์
- แบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์
- ผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้
- ผลการประเมินความสอดคล้อง (IOC) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์และแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์
- ค่าความยากง่าย (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) และค่าความเชื่อมั่นของแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์และของแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์
- คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและคะแนนความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับคำถามระดับสูง

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์

เรื่อง สมการเชิงเส้นสองตัวแปร

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

- คำชี้แจง** 1. แบบทดสอบฉบับนี้ใช้สำหรับการทดสอบหลังเรียน จำนวน 20 ข้อ ข้อละ 1 คะแนน
คะแนนเต็ม 20 คะแนน ใช้เวลาสอบ 50 นาที
2. แบบทดสอบเป็นแบบทดสอบปรนัย ชนิด 4 ตัวเลือก ให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้อง
ที่สุดเพียงคำตอบเดียว โดยขีดเครื่องหมายกากบาท (X) ลงในกระดาษคำตอบ

1. ข้อใดกล่าวเกี่ยวกับคู่อันดับได้**ถูกต้อง**

1. คู่อันดับเป็นการจับคู่ระหว่างสมาชิก 2 กลุ่ม ที่มีความสัมพันธ์กัน ซึ่งคู่อันดับ**ไม่ได้ใช้**
เฉพาะสำหรับการบอกตำแหน่งหรือพิกัดเท่านั้น
2. คู่อันดับเป็นการจับคู่ระหว่างสมาชิก 2 กลุ่ม ที่มีความสัมพันธ์กัน ซึ่งคู่อันดับ**ใช้เฉพาะ**
สำหรับการบอกตำแหน่งหรือพิกัดเท่านั้น
3. คู่อันดับเป็นการจับคู่ระหว่างสมาชิก 2 กลุ่ม เขียนแทนด้วยสัญลักษณ์ $[a,b]$
4. คู่อันดับเป็นการจับคู่ระหว่างสมาชิก 2 กลุ่ม สามารถเขียนสลับที่กันได้ จะเขียน $(3,9)$
หรือ $(9,3)$ ก็ได้ ซึ่งมีความหมายเหมือนกัน

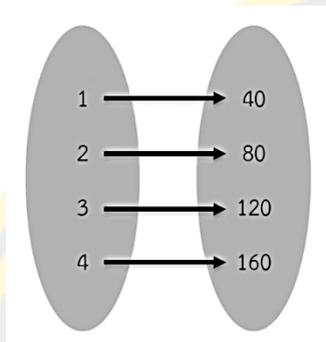
2. จากตารางความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนของมะม่วง(กิโลกรัม) และราคาของมะม่วง(บาท) ที่
กำหนดให้ต่อไปนี้ ข้อใดกล่าว**ไม่ถูกต้อง**

จำนวนมะม่วง (กก.)	1	2	3	4	5
ราคา (บาท)	25	50	75	100	125

1. จากความสัมพันธ์ของข้อมูลในตาราง สามารถเขียนให้อยู่ในรูปของคู่อันดับได้ โดย
สมาชิกตัวที่หนึ่งแทนจำนวนมะม่วง(กก.) และสมาชิกตัวที่สองแทนราคาของมะม่วง
(บาท)
2. $(2,50)$ หมายความว่า มะม่วงจำนวน 2 กิโลกรัม ราคา 50 บาท
3. เมื่อนักเรียนซื้อมะม่วงจำนวน 3 กิโลกรัม จะต้องจ่ายเงินจำนวน 75 บาท

4. (1,25) หรือ (25,1) มีความหมายเหมือนกัน คือหมายความว่า มะม่วงจำนวน 1 กิโลกรัม ราคา 25 บาท

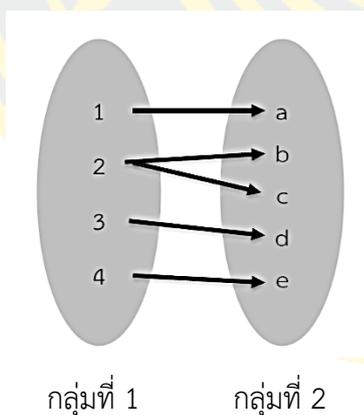
3. จากแผนภาพที่กำหนดให้ ข้อใดกล่าวไม่ถูกต้อง



จำนวนเงาะ(กก.) ราคาเงาะ(บาท)

1. จากความสัมพันธ์ของแผนภาพ (3,120) อ่านว่า คู่อันดับสามหนึ่งร้อยยี่สิบ มีความหมายว่า เงาะจำนวน 3 กิโลกรัม ราคา 120 บาท
2. จากความสัมพันธ์ของแผนภาพ สามารถเขียนคู่อันดับแทนความสัมพันธ์ได้ ดังนี้ (1,40) , (2,80) , (3,120) , (4,160)
3. จากความสัมพันธ์ของแผนภาพ แม่ค้าจะสามารถขายเงาะได้ใน ราคา กิโลกรัมละ 40 บาท
4. หากนักเรียนต้องการซื้อเงาะจำนวน 2 กิโลกรัม จะต้องจ่ายเงิน 70 บาท

4. จากแผนภาพแสดงความสัมพันธ์ที่กำหนดให้ ข้อใดกล่าวได้ถูกต้อง

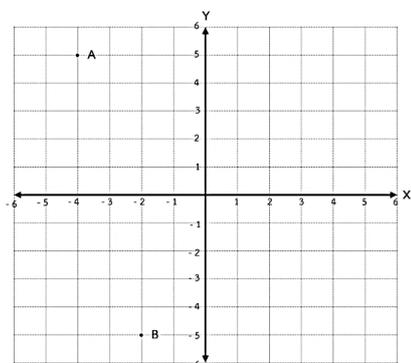


กลุ่มที่ 1

กลุ่มที่ 2

1. จากแผนภาพแสดงความสัมพันธ์ สามารถเขียนคู่อันดับได้ ดังนี้ (1,a) , (2,b) , (3,d) , (4,e)
2. จากแผนภาพแสดงความสัมพันธ์ สามารถเขียนคู่อันดับได้ ดังนี้ (1,a) , (2,d) , (2,c) , (3,b) , (4,e)
3. จำนวนสมาชิกของทั้ง 2 กลุ่ม ที่นำมาแสดงความสัมพันธ์ของคู่อันดับ ไม่จำเป็นต้องเท่ากันก็ได้
4. จำนวนสมาชิกของทั้ง 2 กลุ่ม ที่นำมาแสดงความสัมพันธ์ของคู่อันดับ จำเป็นต้องเท่ากันเสมอ

5. จากกราฟที่กำหนดให้ จุด A แทนคู่อันดับในข้อใด และอยู่ในจตุภาคใด



1. คู่อันดับ $(4,5)$ และอยู่ในจตุภาค 1
2. คู่อันดับ $(-4,5)$ และอยู่ในจตุภาค 2
3. คู่อันดับ $(4,5)$ และอยู่ในจตุภาค 2
4. คู่อันดับ $(-4,5)$ และอยู่ในจตุภาค 1

6. ข้อใดกล่าวเกี่ยวกับระบบพิกัดฉากได้ถูกต้องที่สุด

1. คู่อันดับ $(2,1)$ และอยู่ในจตุภาค 2
2. คู่อันดับ $(-2,-1)$ และอยู่ในจตุภาค 4
3. จุดที่เส้นจำนวนในแนวตั้งและเส้นจำนวนในแนวนอนตัดกันในกราฟ เรียกว่า จุดเกิด
4. จุดที่เส้นจำนวนในแนวตั้งและเส้นจำนวนในแนวนอนตัดกันในกราฟ เรียกว่า จุดกำเนิด

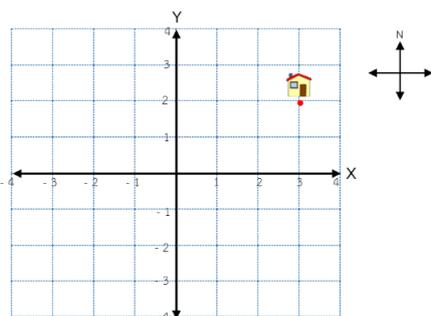
7. คู่อันดับใด ที่มีพิกัดห่างจากแกน Y อยู่ 3 หน่วย

1. $(-1,-3)$
2. $(-4,3)$
3. $(3,2)$
4. $(5,-3)$

8. คู่อันดับใด เมื่อลากเส้นเชื่อมจุดแล้วขนานกับแกน Y

1. $(1,1), (2,2), (3,3), (4,4)$
2. $(1,2), (1,4), (1,5), (1,7)$
3. $(2,5), (4,5), (7,5), (9,5)$
4. $(1,3), (3,5), (5,7), (7,9)$

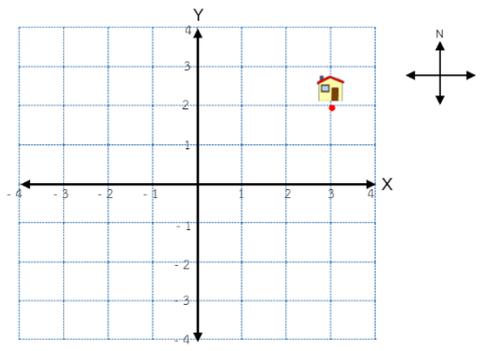
9.



บ้านไปร์ทอยู่ในพิกัด ดังแสดงบนระบบพิกัดฉาก ในวันจันทร์ ไปร์ทต้องเดินทางไปโรงเรียน โดยเริ่มเดินทางออกจากบ้านไปทางทิศใต้ 3 หน่วย และเดินทางไปทางทิศตะวันตกอีก 5 หน่วย โรงเรียนของไปร์ทจะอยู่ในจตุภาคใด ของระบบพิกัดฉากนี้

1. จตุภาคที่ 1
2. จตุภาคที่ 2
3. จตุภาคที่ 3
4. จตุภาคที่ 4

10.



บ้านไปร์ทอยู่ในพิกัด ดังแสดงบนระบบพิกัด

ฉาก ในวันจันทร์ ไปร์ทต้องเดินทางไป

โรงเรียน โดยเริ่มเดินทางออกจากบ้านไปทาง

ทิศใต้ 3 หน่วย และเดินทางไปทางทิศ

ตะวันตกอีก 5 หน่วย ซึ่งจะถึงโรงเรียนของ

ไปร์ท และขากลับไปร์ทต้องแวะตลาดเพื่อซื้อ

ของก่อน โดยต้องเดินทางจากโรงเรียนไปทาง

ทิศเหนือ 4 หน่วย และไปต่อทางทิศตะวันออกอีก 3 หน่วย จึงถึงตลาด ดังนั้น ตลาดอยู่ในพิกัดใดบนระบบพิกัดฉาก

1. (1,3)
2. (1,2)
3. (2,3)
4. (2,2)

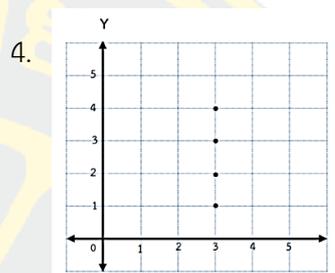
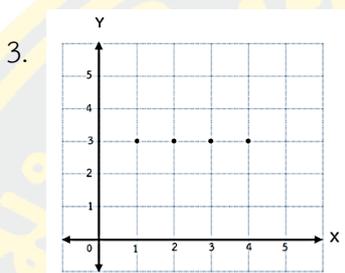
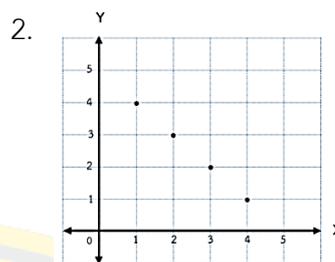
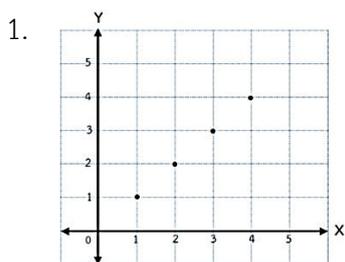
11. กำหนดให้ a และ b เป็นจำนวนเต็ม ข้อใดกล่าวเกี่ยวกับ (a,b) ที่อยู่ในจตุภาคใด ถูกต้อง

1. ถ้า $a > 0$ และ $b < 0$ แล้ว (a,b) อยู่ในจตุภาคที่ 1
2. ถ้า $a > 0$ และ $b > 0$ แล้ว (a,b) อยู่ในจตุภาคที่ 2
3. ถ้า $a < 0$ และ $b < 0$ แล้ว (a,b) อยู่ในจตุภาคที่ 3
4. ถ้า $a < 0$ และ $b > 0$ แล้ว (a,b) อยู่ในจตุภาคที่ 4

12. จากความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนพวงกุญแจของมินท์และมายด์ รวมกันได้ 5 พวง (โดยที่มินท์และมายด์ มีพวงกุญแจอย่างน้อย คนละ 1 ตัว) สามารถเขียนตารางแสดงความสัมพันธ์ได้ ดังนี้

x	1	2	3	4
y	4	3	2	1

กราฟในข้อใดต่อไปนี้ สามารถแสดงความสัมพันธ์นี้ได้ถูกต้อง



13. จากตารางของความสัมพันธ์ที่กำหนดให้ต่อไปนี้ ข้อใดกล่าว**ไม่ถูกต้อง**

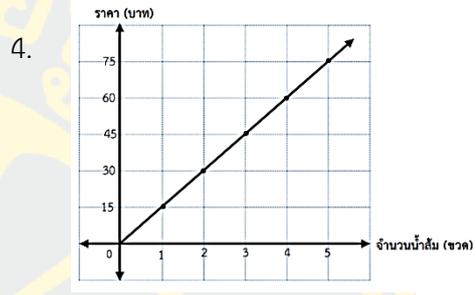
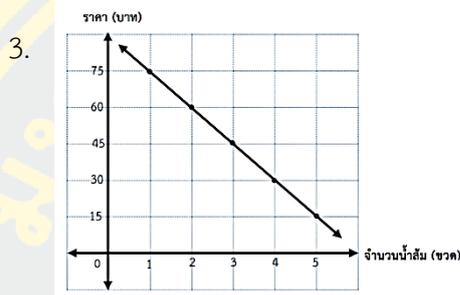
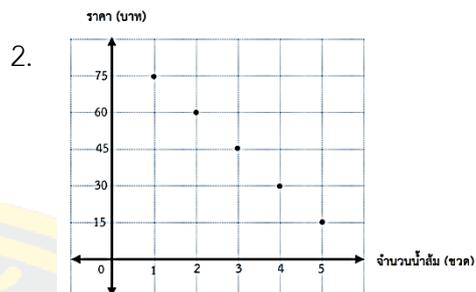
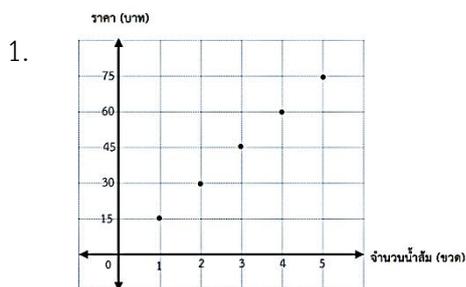
ปริมาณน้ำมันแก๊สโซฮอล์ 91 (ลิตร)	1	2	3	4	5
ราคา (บาท)	37	74	111	148	185

- (1,37) ที่ได้จากตาราง อ่านว่า คู่อันดับหนึ่ง สามสิบเจ็ด
- จากตาราง สามารถเขียนคู่อันดับได้ จำนวน 5 คู่ คือ (1,37) , (2,74) , (3,111) , (4,148) และ (5,185)
- (2,74) , (3,111) และ (4,148) ที่ได้จากตาราง สมาชิกตัวที่ 1 แทนปริมาณน้ำมันแก๊สโซฮอล์ 91 และสมาชิกตัวที่ 2 แทนระยะทางที่รถแล่นได้
- หากนำข้อมูลในตารางนี้ไปสร้างกราฟ จะได้กราฟที่มีความต่อเนื่อง

14. เมื่อโนอาร์ได้ซื้อน้ำส้มมาจากตลาด ในราคาขวดละ 15 บาท สามารถเขียนความสัมพันธ์ได้ ดังตารางต่อไปนี้

จำนวนน้ำส้ม (ขวด)	1	2	3	4	5
ราคา (บาท)	15	30	45	60	75

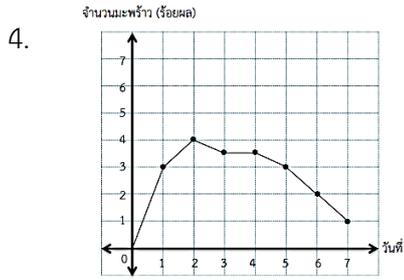
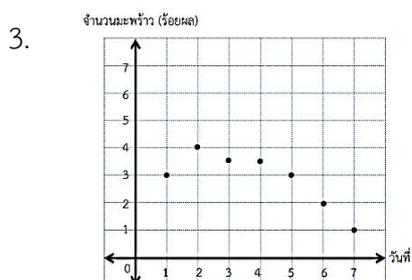
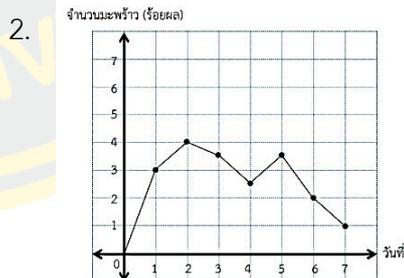
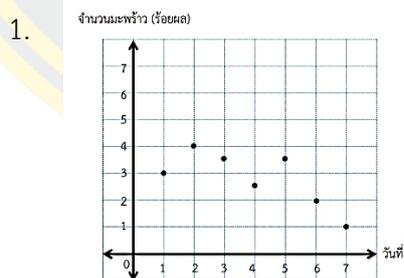
กราฟในข้อใด แสดงความสัมพันธ์ระหว่างราคาและจำนวนส้มที่โนอาร์ซื้อมาได้**ถูกต้อง**



15. ลุงเล็กมีสวนมะพร้าว และได้เก็บมะพร้าวส่งขาย ในระยะเวลา 1 สัปดาห์ ซึ่งมีข้อมูล ดังตาราง

วันที่	1	2	3	4	5	6	7
จำนวนมะพร้าว (ร้อยผล)	3	4	3.5	2.5	3.5	2	1

จากความสัมพันธ์ของข้อมูลในตาราง กราฟในข้อใดแสดงความสัมพันธ์ของข้อมูลนี้ได้ถูกต้อง



16. ในคาบเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ครูให้นักเรียนหาจำนวนสองจำนวนที่รวมกันแล้วได้ 36 แต่จำนวนสองจำนวนนี้ต่างกันอยู่ 10 นักเรียนจะสามารถเขียนสมการแทนความสัมพันธ์ของจำนวนสองจำนวนนี้ได้ดังข้อใด

1. $x = 36 - y$ และ $y = x - 10$
2. $x - y = 36$ และ $x + y = 10$
3. $x = 36 - y$ และ $x = 10 - y$
4. $x - y = 36$ และ $x - y = 10$

17. เมื่อจัดสมการ $3x - 4y = 12$ ให้อยู่ในรูปทั่วไปของสมการเชิงเส้นสองตัวแปรแล้ว ข้อใดคือค่าของ A, B และ C

1. 3, 4, 12
2. 3, -4, -12
3. 3, -4, 12
4. -3, -4, -12

18. ข้อใดกล่าวเกี่ยวกับคำตอบของสมการเชิงเส้นสองตัวแปรได้ถูกต้องที่สุด

1. คำตอบของสมการเชิงเส้นสองตัวแปร จะมีเพียงค่า x หรือค่า y อย่างใดอย่างหนึ่งเท่านั้น
2. คำตอบของสมการเชิงเส้นสองตัวแปร คือ การหาค่า x หรือค่า y
3. คำตอบของสมการเชิงเส้นสองตัวแปร คือ การสร้างค่า x และค่า y
4. คำตอบของสมการเชิงเส้นสองตัวแปร คือ การแทนค่า x และค่า y ในสมการ แล้วทำให้สมการเป็นจริง

ฟ้าสะสมธนบัตรชนิดยี่สิบบาทและธนบัตรชนิดห้าสิบบาท รวมได้ 37 ใบ คิดเป็นเงิน 1,100 บาท

19. จากข้อความข้างต้น ฟ้ามีธนบัตรชนิดใดมากกว่า และมากกว่าอยู่เท่าใด

1. มีธนบัตรชนิดยี่สิบบาทมากกว่า และมากกว่าอยู่ 5 ใบ
2. มีธนบัตรชนิดห้าสิบบาทมากกว่า และมากกว่าอยู่ 5 ใบ
3. มีธนบัตรชนิดยี่สิบบาทมากกว่า และมากกว่าอยู่ 13 ใบ
4. มีธนบัตรชนิดห้าสิบบาทมากกว่า และมากกว่าอยู่ 13 ใบ

20. จากสมการ $x - 2y - 4 = 0$ ข้อใดกล่าวได้ถูกต้อง

1. จุดตัดแกน X ของสมการ $x - 2y - 4 = 0$ คือ $(4, 0)$
2. จุดตัดแกน Y ของสมการ $x - 2y - 4 = 0$ คือ $(0, 2)$
3. จุดตัดแกน X ของสมการ $x - 2y - 4 = 0$ คือ $(-2, 0)$
4. จุดตัดแกน Y ของสมการ $x - 2y - 4 = 0$ คือ $(0, -4)$

เฉลย
แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์
เรื่อง สมการเชิงเส้นสองตัวแปร ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

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

แบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์
เรื่อง สมการเชิงเส้นสองตัวแปร
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

คำชี้แจง

1. แบบทดสอบฉบับนี้ใช้สำหรับการทดสอบหลังเรียน จำนวน 7 ข้อ ข้อละ 3 คะแนน คะแนนเต็ม 21 คะแนน ใช้เวลาสอบ 50 นาที
2. แบบทดสอบเป็นแบบอัตนัย ให้นักเรียนตอบคำถาม พร้อมอธิบายเหตุผลประกอบให้ชัดเจนด้วยการเขียนอธิบายลงในกระดาษแบบทดสอบ

จุดประสงค์ : นักเรียนสามารถให้เหตุผลเกี่ยวกับความหมายของคู่อันดับได้

1. ในการระบุพิกัดหรือตำแหน่งของคู่อันดับนั้น คู่อันดับ $(-4,5)$ และ $(5,-4)$ คือจุดพิกัดหรือตำแหน่งเดียวกันหรือไม่ อย่างไร พร้อมอธิบายเหตุผลประกอบ

จุดประสงค์ : นักเรียนสามารถให้เหตุผลเกี่ยวกับคู่อันดับบนระบบพิกัดฉากได้

2. หากจุด $M(-2,7)$ มีการสลับตำแหน่งระหว่างสมาชิกตัวที่หนึ่งและสมาชิกตัวที่สอง จากจุด $M(-2,7)$ เป็น จุด $M'(7,-2)$ แล้วนั้น จุด M และจุด M' อยู่ในจุดภาคเดียวกันหรือไม่ อย่างไร พร้อมอธิบายเหตุผลประกอบ

จุดประสงค์ : นักเรียนสามารถให้เหตุผลเกี่ยวกับกราฟแสดงความสัมพันธ์บนระบบพิกัดฉากได้

3. ไบเฟิร์นเก็บมะนาวขายลูกละ 5 บาท

จำนวนมะนาว (ผล)	1	2	3	4	5
ราคา (บาท)	5	10	15	20	25

จากความสัมพันธ์ของข้อมูล หากต้องนำข้อมูลไปสร้างกราฟ กราฟที่ได้จะมีลักษณะเป็นจุดเรียงอยู่ในแนวเดียวกันหรือไม่ อย่างไร พร้อมอธิบายเหตุผลประกอบ

จุดประสงค์ : นักเรียนสามารถให้เหตุผลเกี่ยวกับลักษณะของสมการเชิงเส้นสองตัวแปรได้

4. สมการ $-y + 4 = x - 9$ เป็นสมการเชิงเส้นสองตัวแปรหรือไม่ อย่างไร พร้อมอธิบายเหตุผลประกอบ

จุดประสงค์ : นักเรียนสามารถให้เหตุผลเกี่ยวกับรูปทั่วไปของสมการเชิงเส้นสองตัวแปรได้

5. จากรูปทั่วไปของสมการเชิงเส้นสองตัวแปร คือ $Ax + By + C = 0$ โดยที่ A , B และ C เป็นค่าคงที่ หาก A และ B มีค่าเท่ากับ 0 พร้อมกัน สมการนั้น ๆ จะเป็นสมการเชิงเส้นสองตัวแปรหรือไม่อย่างไร พร้อมอธิบายเหตุผลประกอบ

จุดประสงค์ : นักเรียนสามารถให้เหตุผลเกี่ยวกับคำตอบของสมการเชิงเส้นสองตัวแปรได้

6. คู่อันดับ $(-4, -4)$ เป็นคำตอบของสมการ $2x - 3y = 4$ หรือไม่ อย่างไร พร้อมอธิบายเหตุผลประกอบ

จุดประสงค์ : นักเรียนสามารถให้เหตุผลเกี่ยวกับการสร้างกราฟของสมการเชิงเส้นสองตัวแปรได้

7. ในการสร้างกราฟของสมการ $3x - 4y = 24$ โดยวิธีการใช้จุดตัดแกน X และจุดตัดแกน Y จะเป็นวิธีการที่สามารถสร้างกราฟได้เร็วกว่าวิธีการแทนค่า x และค่า y เพื่อหาคู่อันดับ (x, y) หรือไม่ อย่างไร พร้อมอธิบายเหตุผลประกอบ

เฉลยแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์
เรื่อง สมการเชิงเส้นสองตัวแปร
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

คำชี้แจง

1. แบบทดสอบฉบับนี้ใช้สำหรับการทดสอบหลังเรียน จำนวน 7 ข้อ ข้อละ 3 คะแนน คะแนนเต็ม 21 คะแนน ใช้เวลาสอบ 50 นาที
2. แบบทดสอบเป็นแบบอัตนัย ให้นักเรียนตอบคำถาม พร้อมอธิบายเหตุผลประกอบให้ชัดเจน ด้วยการเขียนอธิบายลงในกระดาษแบบทดสอบ

จุดประสงค์ : นักเรียนสามารถให้เหตุผลเกี่ยวกับความหมายของคู่อันดับได้

1. ในการระบุพิกัดหรือตำแหน่งของคู่อันดับนั้น คู่อันดับ $(-4,5)$ และ $(5,-4)$ คือจุดพิกัดหรือตำแหน่งเดียวกันหรือไม่ อย่างไร พร้อมอธิบายเหตุผลประกอบ

ไม่ เนื่องจาก $(-4,5)$ จะมีค่า x เท่ากับ -4 และมีค่า y เท่ากับ 5 ส่วน $(5,-4)$ จะมีค่า x เท่ากับ 5 และมีค่า y เท่ากับ -4 จะเห็นได้ว่า $(-4,5)$ และ $(5,-4)$ มีค่า x และ y ที่แตกต่างกัน ดังนั้น พิกัดหรือตำแหน่งของ $(-4,5)$ และ $(5,-4)$ จึงแตกต่างกัน

จุดประสงค์ : นักเรียนสามารถให้เหตุผลเกี่ยวกับคู่อันดับบนระบบพิกัดฉากได้

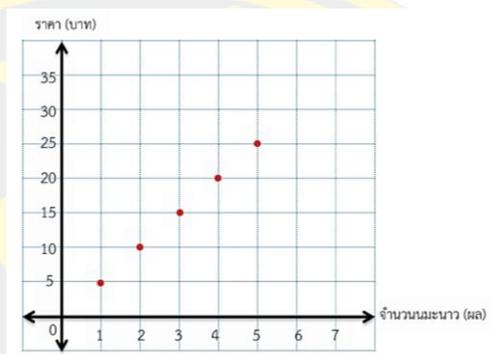
2. หากจุด $M(-2,7)$ มีการสลับตำแหน่งระหว่างสมาชิกตัวที่หนึ่งและสมาชิกตัวที่สอง จากจุด $M(-2,7)$ เป็นจุด $M'(7,-2)$ แล้วนั้น จุด M และจุด M' อยู่ในจุดภาคเดียวกันหรือไม่ อย่างไร พร้อมอธิบายเหตุผลประกอบ

จุด M และจุด M' ไม่ได้อยู่ในจุดภาคเดียวกัน เนื่องจาก จุด $M(-2,7)$ มีค่า x เท่ากับ -2 และมีค่า y เท่ากับ 7 ซึ่งจะอยู่ในจุดภาคที่ 2 ส่วนจุด $M'(7,-2)$ มีค่า x เท่ากับ 7 และมีค่า y เท่ากับ -2 ซึ่งจะอยู่ในจุดภาคที่ 4 ดังนั้น จะเห็นได้ว่า จุด $M(-2,7)$ และจุด $M'(7,-2)$ อยู่ต่างจุดภาคกัน

จุดประสงค์ : นักเรียนสามารถให้เหตุผลเกี่ยวกับกราฟแสดงความสัมพันธ์บนระบบพิกัดฉากได้

3. ใบเฟิร์นเก็บมะนาวขายลูกละ 5 บาท

จำนวนมะนาว (ผล)	1	2	3	4	5
ราคา (บาท)	5	10	15	20	25



จากความสัมพันธ์ของข้อมูล หากต้องนำข้อมูลไปสร้างกราฟ กราฟที่ได้จะมีลักษณะเป็นจุดเรียงอยู่ในแนวเดียวกันหรือไม่ อย่างไร พร้อมอธิบายเหตุผลประกอบ

กราฟที่ได้จะมีลักษณะเป็นจุดเรียงอยู่ในแนวเดียวกัน เนื่องจาก ความสัมพันธ์ของจำนวนมะนาว (ผล) จะขายทีละ 1 ลูก หรือขายในราคาทีละ 5 บาท (ไม่สามารถแบ่งมะนาวขายทีละครึ่งลูก หรือไม่เต็มลูกได้) ดังนั้น กราฟที่ได้จึงเป็นกราฟที่ไม่มีความต่อเนื่อง

จุดประสงค์ : นักเรียนสามารถให้เหตุผลเกี่ยวกับลักษณะของสมการเชิงเส้นสองตัวแปรได้

4. สมการ $-y + 4 = x - 9$ เป็นสมการเชิงเส้นสองตัวแปรหรือไม่ อย่างไร พร้อมอธิบายเหตุผลประกอบ

เป็นสมการเชิงเส้นสองตัวแปร เนื่องจาก สมการ $-y + 4 = x - 9$ มีตัวแปรปรากฏอยู่ในสมการจำนวน 2 ตัวแปร มีเลขชี้กำลังของแต่ละตัวแปร เท่ากับ 1 และไม่มีการคูณกันระหว่างตัวแปร

จุดประสงค์ : นักเรียนสามารถให้เหตุผลเกี่ยวกับรูปทั่วไปของสมการเชิงเส้นสองตัวแปรได้

5. จากรูปทั่วไปของสมการเชิงเส้นสองตัวแปร คือ $Ax + By + C = 0$ โดยที่ A , B และ C เป็นค่าคงที่ หาก A และ B มีค่าเท่ากับ 0 พร้อมกัน สมการนั้น ๆ จะเป็นสมการเชิงเส้นสองตัวแปรหรือไม่อย่างไร พร้อมอธิบายเหตุผลประกอบ

ไม่เป็นสมการเชิงเส้นสองตัวแปร เนื่องจาก หากค่า A และค่า B มีค่าเท่ากับ 0 พร้อมกัน จะทำให้สมการนั้น ไม่สามารถจัดรูปให้อยู่ในรูปทั่วไปได้ และไม่สามารถสรุปได้ว่าสมการนั้น คือ สมการเชิงเส้นสองตัวแปร

จุดประสงค์ : นักเรียนสามารถให้เหตุผลเกี่ยวกับคำตอบของสมการเชิงเส้นสองตัวแปรได้

6. คู่อันดับ $(-4, -4)$ เป็นคำตอบของสมการ $2x - 3y = 4$ หรือไม่ อย่างไร พร้อมอธิบายเหตุผลประกอบ

เป็นคำตอบของสมการ เนื่องจากเมื่อแทน x ด้วย -4 และแทน y ด้วย -4 ลงในสมการ ดังนี้ จากสมการ

$$2x - 3y = 4$$

$$\text{จะได้ว่า } 2(-4) - 3(-4) = 4$$

$$-8 + 12 = 4$$

$$4 = 4 \quad \text{สมการเป็นจริง}$$

จึงสรุปได้ว่า $(-4, -4)$ เป็นคำตอบของสมการ $2x - 3y = 4$

จุดประสงค์ : นักเรียนสามารถให้เหตุผลเกี่ยวกับการสร้างกราฟของสมการเชิงเส้นสองตัวแปรได้

7. ในการสร้างกราฟของสมการ $3x - 4y = 24$ โดยวิธีการใช้จุดตัดแกน X และจุดตัดแกน Y จะเป็นวิธีการที่สามารถสร้างกราฟได้เร็วกว่าวิธีการแทนค่า และค่า y เพื่อหาคู่อันดับ (x, y) หรือไม่ อย่างไร พร้อมอธิบายเหตุผลประกอบ

ในการสร้างกราฟโดยวิธีการใช้จุดตัดแกน X และจุดตัดแกน Y จะมีวิธีการสร้างกราฟได้เร็วกว่าวิธีการแทนค่า x และค่า y เพื่อหาคู่อันดับ (x, y) เนื่องจาก วิธีการสร้างกราฟโดยใช้จุดตัดแกน X และจุดตัดแกน Y จะมีการแทนค่า เพื่อหาคู่อันดับเพียง 2 จุดเท่านั้นแต่วิธีการแทนค่า x และค่า y เพื่อหาคู่อันดับ (x, y) จะมีการแทนค่า เพื่อหาคู่อันดับมากกว่า 2 จุด ซึ่งจะเป็นการใช้เวลาที่มากกว่า

เกณฑ์การให้คะแนนพฤติกรรมการเรียนรู้ด้านทักษะ/กระบวนการ (P)

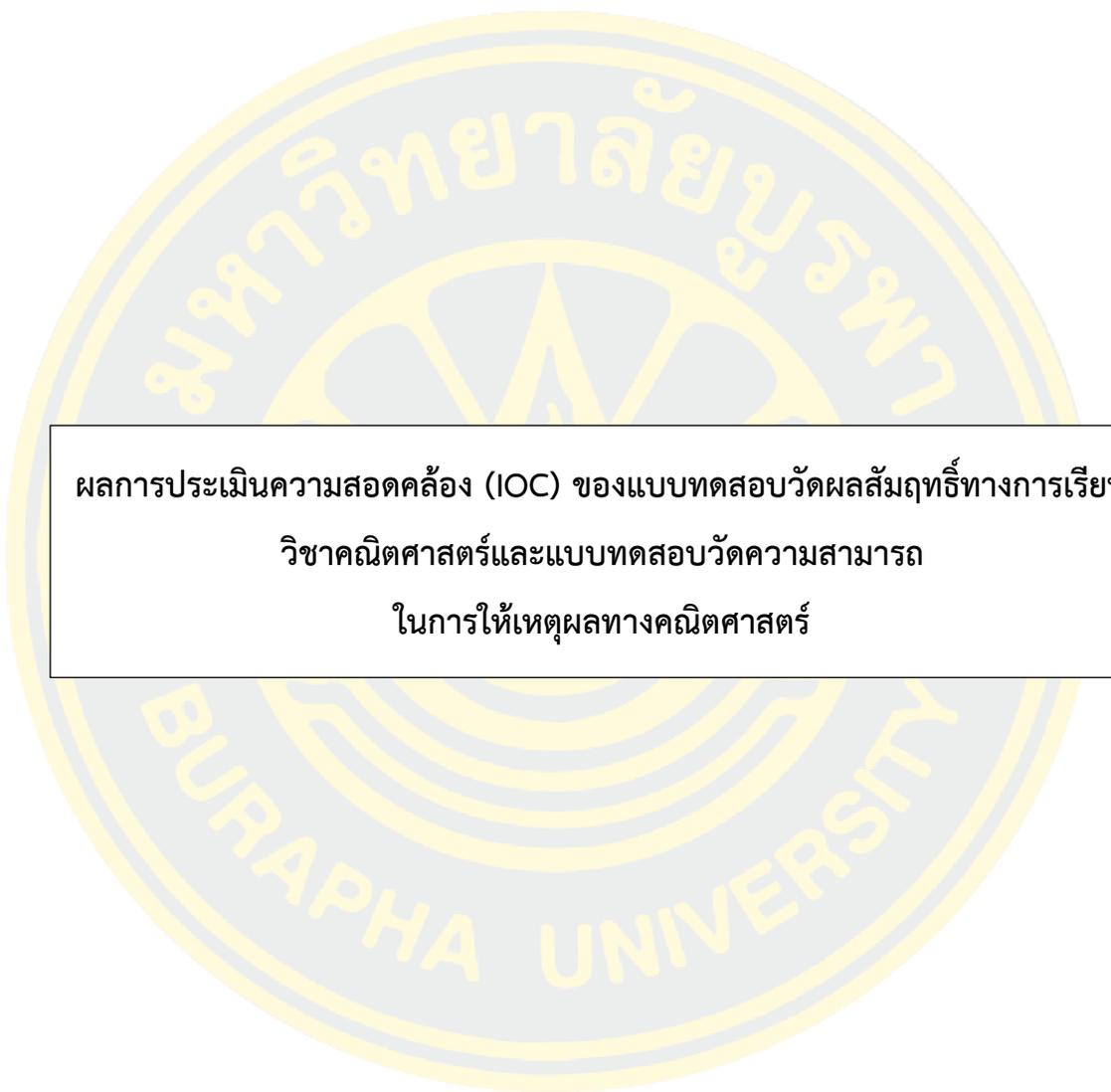
รายการประเมิน	คะแนน	ทักษะ/กระบวนการที่ปรากฏ
ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์	3/ดีมาก	ตอบคำถามถูกต้อง สมบูรณ์ มีการแสดงแนวคิดหรือเหตุผล ประกอบคำตอบได้อย่างสมเหตุสมผล
	2/ดี	ตอบคำถามถูกต้อง ไม่ชัดเจน เกือบสมบูรณ์ มีการแสดงแนวคิดหรือเหตุผลประกอบคำตอบได้อย่างสมเหตุสมผล ถูกต้องเกือบสมบูรณ์
	1/พอใช้	ตอบคำถามถูกต้อง มีการแสดงแนวคิดหรือเหตุผล ประกอบคำตอบ ไม่สมบูรณ์ ไม่สมเหตุสมผล หรือไม่มีการแสดงแนวคิดหรือเหตุผลประกอบคำตอบ หรือไม่ตอบคำถาม แต่มีการแสดงแนวคิดหรือเหตุผลประกอบคำตอบอย่างสมเหตุสมผล ถูกต้องเกือบสมบูรณ์
	0/ปรับปรุง	ตอบคำถามไม่ถูกต้อง และไม่มีการแสดงแนวคิดหรือเหตุผลประกอบ หรือไม่มีการเขียนใดๆ



ผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้

ตารางที่ 27 ตารางแสดงผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด
ทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับคำถามระดับสูง ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและ
ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

แผนการจัดการเรียนรู้	ค่าเฉลี่ย	SD	การแปลผล
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1	4.78	0.32	มีความเหมาะสมมากที่สุด
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2	4.87	0.25	มีความเหมาะสมมากที่สุด
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3	4.84	0.29	มีความเหมาะสมมากที่สุด
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4	4.84	0.33	มีความเหมาะสมมากที่สุด
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5	4.84	0.29	มีความเหมาะสมมากที่สุด
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6	4.89	0.21	มีความเหมาะสมมากที่สุด
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 7	4.89	0.21	มีความเหมาะสมมากที่สุด
เฉลี่ย	4.85	0.27	มีความเหมาะสมมากที่สุด

The logo of Burapha University is a circular emblem. The outer ring contains the text 'มหาวิทยาลัยบูรพา' at the top and 'BURAPHA UNIVERSITY' at the bottom. The inner part of the logo features a stylized wheel or gear design with a central triangular element.

ผลการประเมินความสอดคล้อง (IOC) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
วิชาคณิตศาสตร์และแบบทดสอบวัดความสามารถ
ในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

ตารางที่ 29 ตารางแสดงผลการประเมินความสอดคล้อง (IOC) ของแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

ข้อ ที่	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					IOC	ผลการประเมิน
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5		
1	1	1	1	1	1	1	ใช้ได้
2	1	1	1	1	1	1	ใช้ได้
3	1	0	1	1	1	0.80	ใช้ได้
4	1	1	0	1	1	0.80	ใช้ได้
5	1	1	1	1	1	1	ใช้ได้
6	1	1	1	1	1	1	ใช้ได้
7	1	1	1	1	1	1	ใช้ได้
8	1	1	1	1	1	1	ใช้ได้
9	1	1	0	1	1	0.80	ใช้ได้
10	1	1	1	1	1	1	ใช้ได้
11	1	1	1	1	1	1	ใช้ได้
12	1	1	1	1	1	1	ใช้ได้
13	1	1	1	0	1	0.80	ใช้ได้
14	1	1	1	0	1	0.80	ใช้ได้



ค่าความยากง่าย (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) และค่าความเชื่อมั่นของแบบวัดผล
สัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์และของแบบทดสอบวัดความสามารถในการ
ให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

ตารางที่ 30 การหาค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง สมการเชิงเส้นสองตัวแปร ของชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

สาระการ เรียนรู้	จุดประสงค์การเรียนรู้	ข้อที่	ค่าความยาก ง่าย (p)	ค่าอำนาจ จำแนก (r)	ผลการ พิจารณา
ความหมาย ของคู่อันดับ	1. นักเรียนสามารถ อธิบายความหมายของคู่อันดับได้	1*	0.64	0.36	ใช้ได้
		2	0.58	0.33	ใช้ได้
	2. นักเรียนสามารถ อ่านและเขียนคู่อันดับ จากแผนภาพที่ กำหนดให้ได้	3*	0.64	0.36	ใช้ได้
		4	0.64	0.51	ใช้ได้
คู่อันดับบน ระบบ พิกัดฉาก	1. นักเรียนสามารถ อธิบายเกี่ยวกับ ระบบพิกัดฉากได้	5*	0.61	0.54	ใช้ได้
		6	0.55	0.52	ใช้ได้
	2. นักเรียนสามารถ เขียนคู่อันดับลงบน ระบบพิกัดฉากได้	7*	0.64	0.51	ใช้ได้
		8*	0.64	0.59	ใช้ได้
		9	0.55	0.52	ใช้ได้
		10	0.67	0.56	ใช้ได้
	3. นักเรียนสามารถ เปรียบเทียบความ เหมือนหรือแตกต่าง ของคู่อันดับที่อยู่บนแต่ ละจุดภาคของระบบ พิกัดฉากได้	11	0.55	0.52	ใช้ได้
		12	0.55	0.13	ใช้ไม่ได้
		13*	0.67	0.56	ใช้ได้
		14*	0.67	0.48	ใช้ได้
กราฟของ ความสัมพันธ์ บนระบบ พิกัดฉาก	1. นักเรียนสามารถ อธิบายความสัมพันธ์ ของข้อมูล 2 ชุด จาก ตารางที่กำหนดให้ได้	15*	0.58	0.49	ใช้ได้
		16	0.48	0.26	ใช้ได้

ตารางที่ 30 (ต่อ)

สาระการ เรียนรู้	จุดประสงค์การเรียนรู้	ข้อที่	ค่าความยาก ง่าย (p)	ค่าอำนาจ จำแนก (r)	ผลการ พิจารณา
	2. นักเรียนสามารถ เขียนคู่อันดับและกราฟ แสดงความสัมพันธ์บน ระบบพิกัดฉากได้	17	0.42	0.16	ใช้ไม่ได้
		18*	0.55	0.59	ใช้ได้
ลักษณะของ สมการเชิง เส้นสองตัว แปร	1. นักเรียนสามารถ อธิบายเกี่ยวกับลักษณะ ของสมการเชิงเส้นสอง ตัวแปรได้	19	0.42	0.08	ใช้ไม่ได้
		20*	0.52	0.47	ใช้ได้
	2. นักเรียนสามารถ	21	0.42	0.24	ใช้ได้
	เขียนสมการเชิงเส้น	22*	0.48	0.42	ใช้ได้
	สองตัวแปรได้	23*	0.58	0.64	ใช้ได้
		24	0.42	0.24	ใช้ได้
รูปทั่วไปของ สมการเชิง เส้นสองตัว แปร	1. นักเรียนสามารถ อธิบายเกี่ยวกับรูปทั่วไป ของสมการเชิงเส้นสอง ตัวแปรได้	25	0.42	0.24	ใช้ได้
		26*	0.64	0.67	ใช้ได้
	2. นักเรียนสามารถ เขียนรูปทั่วไปของ สมการเชิงเส้นสองตัว แปรได้	27	0.48	0.49	ใช้ได้
		28*	0.55	0.36	ใช้ได้
คำตอบของ สมการเชิง เส้นสองตัว แปร	1. นักเรียนสามารถ อธิบายเกี่ยวกับลักษณะ ของคำตอบของ สมการเชิงเส้นสองตัว แปรได้	29	0.45	0.13	ใช้ไม่ได้
		30*	0.61	0.46	ใช้ได้
	2. นักเรียนสามารถ	31*	0.55	0.57	ใช้ได้

ตารางที่ 30 (ต่อ)

สาระการ เรียนรู้	จุดประสงค์การเรียนรู้	ข้อที่	ค่าความยาก ง่าย (p)	ค่าอำนาจ จำแนก (r)	ผลการ พิจารณา
	วิเคราะห์เพื่อหาคำตอบ ของสมการเชิงเส้นสอง ตัวแปรได้	32	0.52	0.31	ใช้ได้
		33*	0.45	0.52	ใช้ได้
		34	0.52	0.47	ใช้ได้
		35*	0.52	0.31	ใช้ได้
		36	0.42	0.16	ใช้ไม่ได้
การสร้าง กราฟของ สมการเชิง เส้นสองตัว แปร	1. นักเรียนสามารถ อธิบายเกี่ยวกับการ สร้างกราฟของสมการ เชิงเส้นสองตัวแปรได้	37*	0.52	0.62	ใช้ได้
		38	0.36	0.14	ใช้ไม่ได้
	2. นักเรียนสามารถ สร้างกราฟของสมการ เชิงเส้นสองตัวแปรได้	39*	0.55	0.52	ใช้ได้
		40	0.33	0.17	ใช้ไม่ได้

หมายเหตุ : เครื่องหมาย (*) คือ ข้อสอบที่ได้รับคัดเลือกไปใช้เป็นแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง สมการเชิงเส้นสองตัวแปร จำนวน 20 ข้อ

ผู้วิจัยทำการคัดเลือกแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ จำนวน 20 ข้อ จากทั้งหมด 40 ข้อ ซึ่งมีค่าความยากง่าย (p) ตั้งแต่ 0.45-0.67 และค่าอำนาจจำแนก (r) ตั้งแต่ 0.31-0.67 จากนั้นนำข้อสอบที่คัดเลือกมาหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ

ตารางที่ 31 ค่า $\sum X_i$, ค่า $\sum X_i^2$ และค่า $\sum (X_i - C)^2$ ทั้งฉบับของแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง สมการเชิงเส้นสองตัวแปรของชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

คนที่	คะแนน (X_i) (20 คะแนน)	X_i^2	$X_i - C$	$(X_i - C)^2$
1	15	225	1	1
2	13	169	-1	1
3	18	324	4	16
4	14	196	0	0
5	13	169	-1	1
6	17	289	3	9
7	17	289	3	9
8	13	169	-1	1
9	2	4	-12	144
10	18	324	4	16
11	15	225	1	1
12	18	324	4	16
13	18	324	4	16
14	18	324	4	16
15	18	324	4	16
16	5	25	-9	81
17	19	361	5	25
18	17	289	3	9
19	12	144	-2	4
20	15	225	1	1
21	14	196	0	0
22	20	400	6	36
23	18	324	4	16
24	18	324	4	16
25	17	289	3	9

ตารางที่ 31 (ต่อ)

คนที่	คะแนน (X_i) (20 คะแนน)	X_i^2	$X_i - C$	$(X_i - C)^2$
26	15	225	1	1
27	13	169	-1	1
28	16	256	2	4
29	10	100	-4	16
30	20	400	6	36
31	17	289	3	9
32	16	256	2	4
33	10	100	-4	16
	$\sum X_i = 499$	$\sum X_i^2 = 8,051$		$\sum (X_i - C)^2 = 547$

การหาค่าความเชื่อมั่น (Reliability) ของแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง สมการเชิงเส้นสองตัวแปรของชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

จากตารางภาคผนวก จะได้ $k = 20$, $C = 14$, $\sum X_i = 499$, $\sum X_i^2 = 8,051$
และ $\sum (X_i - C)^2 = 547$

$$\begin{aligned}
 \text{จากสูตร} \quad r_{cc} &= 1 - \frac{k \sum X_i - \sum X_i^2}{(k-1) \sum (X_i - C)^2} \\
 &= 1 - \frac{(20)(499) - (8,051)}{(19)(547)} \\
 &= 1 - \frac{9,980 - 8,051}{10,393} \\
 &= 1 - \frac{1,929}{10,393} \\
 &= 1 - 0.19 \\
 &= 0.81
 \end{aligned}$$

นั่นคือ ความเชื่อมั่นของแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เท่ากับ 0.81

ตารางที่ 32 การหาค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) รายข้อของแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เป็นแบบอัตนัย

สาระการเรียนรู้	จุดประสงค์การเรียนรู้	ข้อที่	ค่าความยากง่าย (p)	ค่าอำนาจจำแนก (r)	ผลการพิจารณา
ความหมายของคู่อันดับ	นักเรียนสามารถให้เหตุผลเกี่ยวกับ	1	0.19	0.30	ใช้ไม่ได้
	ความหมายของคู่อันดับได้	2*	0.74	0.52	ใช้ได้
คู่อันดับบนระบบพิกัดฉาก	นักเรียนสามารถให้เหตุผลเกี่ยวกับ	3*	0.63	0.44	ใช้ได้
	คู่อันดับบนระบบพิกัดฉากได้	4	0.43	0.70	ใช้ได้
กราฟของความสัมพันธ์บนระบบพิกัดฉาก	นักเรียนสามารถให้เหตุผลเกี่ยวกับ	5*	0.46	0.56	ใช้ได้
	กราฟแสดงความสัมพันธ์บนระบบพิกัดฉากได้	6	0.13	0.11	ใช้ไม่ได้
ลักษณะของสมการเชิงเส้นสองตัวแปร	นักเรียนสามารถให้เหตุผลเกี่ยวกับ	7*	0.35	0.56	ใช้ได้
	ลักษณะของสมการเชิงเส้นสองตัวแปรได้	8	0.26	0.30	ใช้ได้
รูปทั่วไปของสมการเชิงเส้นสองตัวแปร	นักเรียนสามารถให้เหตุผลเกี่ยวกับ	9	0.31	0.17	ใช้ไม่ได้
	รูปทั่วไปของสมการเชิงเส้นสองตัวแปรได้	10*	0.33	0.44	ใช้ได้

ตารางที่ 32 (ต่อ)

สาระการเรียนรู้	จุดประสงค์การเรียนรู้	ข้อที่	ค่าความยากง่าย (p)	ค่าอำนาจจำแนก (r)	ผลการพิจารณา
คำตอบของสมการเชิงเส้นสองตัวแปร	นักเรียนสามารถให้เหตุผลเกี่ยวกับ	11*	0.52	0.52	ใช้ได้
	คำตอบของสมการเชิงเส้นสองตัวแปรได้	12	0.41	0.74	ใช้ได้
การสร้างกราฟของสมการเชิงเส้นสองตัวแปร	นักเรียนสามารถให้เหตุผลเกี่ยวกับ	13	0.11	0.11	ใช้ไม่ได้
	การสร้างกราฟของสมการเชิงเส้นสองตัวแปรได้	14*	0.33	0.67	ใช้ได้

หมายเหตุ : เครื่องหมาย (*) คือ ข้อสอบที่ได้รับคัดเลือกไปใช้เป็นแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง สมการเชิงเส้นสองตัวแปร จำนวน 20 ข้อ

จากตารางที่ 32 ผู้วิจัยทำการคัดเลือกแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ จำนวน 7 ข้อ จากทั้งหมด 14 ข้อ ซึ่งมีค่าความยากง่าย (p) ตั้งแต่ 0.33-0.74 และค่าอำนาจจำแนก (r) ตั้งแต่ 0.44-0.67

จากนั้นนำข้อสอบที่คัดเลือกมาหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบได้ดังนี้

$$\begin{aligned}
 \alpha &= \frac{k}{k-1} \left[1 - \frac{\sum_{i=1}^k s_i^2}{s_t^2} \right] \\
 &= \frac{7}{7-1} \left[1 - \frac{\sum_{i=1}^k s_i^2}{s_t^2} \right] \\
 &= \frac{7}{6} \left[1 - \frac{6.57}{20.99} \right] \\
 &= (1.17)(1-0.31) \\
 &= 0.80
 \end{aligned}$$

นั่นคือ ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์
เท่ากับ 0.80





คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและคะแนนความสามารถในการให้เหตุผลทาง
คณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังได้รับการจัดการเรียนรู้
ตามแนวคิดทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับคำถามระดับสูง

ตารางที่ 33 คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังได้รับการจัด
การเรียนรู้ตามแนวคิดทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับคำถามระดับสูง

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

ตารางที่ 33 (ต่อ)

คนที่	คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน (คะแนนเต็ม 20 คะแนน)
25	17
26	15
27	17
28	15
29	15
30	17
31	16
32	19
33	17
34	17
35	15
36	17
37	16
คะแนนรวม	591
คะแนนเฉลี่ย	15.97 (คิดเป็นร้อยละ 79.85 ของคะแนนเต็ม)

จากตารางที่ 33 พบว่า ค่าเฉลี่ยของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับคำถามระดับสูง เท่ากับ 15.97 และคิดเป็นร้อยละ 79.85 แสดงว่ามีค่าสูงกว่าเกณฑ์ ร้อยละ 70

ตารางที่ 34 คะแนนความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับคำถามระดับสูง

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

ตารางที่ 34 (ต่อ)

คนที่	คะแนนความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน (คะแนนเต็ม 21 คะแนน)
26	13
27	19
28	16
29	13
30	17
31	15
32	19
33	18
34	18
35	16
36	15
37	17
คะแนนรวม	581
คะแนนเฉลี่ย	15.70 (คิดเป็นร้อยละ 74.76 ของคะแนนเต็ม)

จากตารางที่ 34 พบว่า ค่าเฉลี่ยของความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับคำถามระดับสูง เท่ากับ 15.70 และคิดเป็นร้อยละ 74.76 แสดงว่ามีค่าสูงกว่าเกณฑ์ ร้อยละ 70

ประวัติย่อของผู้วิจัย

ชื่อ-สกุล	นางสาวนภา ศิริบุบผา
วัน เดือน ปี เกิด	13 พฤศจิกายน 2533
สถานที่เกิด	จังหวัดฉะเชิงเทรา
สถานที่อยู่ปัจจุบัน	บ้านเลขที่ 161 หมู่ 2 ตำบลหนองยาว อำเภอพนมสารคาม จังหวัดฉะเชิงเทรา 24120
ตำแหน่งและประวัติการทำงาน	พ.ศ. 2560 - ปัจจุบัน ข้าราชการครู กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โรงเรียนแสนสุข จังหวัดชลบุรี
ประวัติการศึกษา	พ.ศ. 2556 วิทยาศาสตร์บัณฑิต (คณิตศาสตร์) มหาวิทยาลัยบูรพา พ.ศ. 2559 ประกาศนียบัตรบัณฑิต (วิชาชีพครู) มหาวิทยาลัยราชภัฏธนบุรี พ.ศ. 2568 การศึกษามหาบัณฑิต (หลักสูตรและการสอน) มหาวิทยาลัยบูรพา