

ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบค้นพบร่วมกับคำถามระดับสูงที่มีต่อความสามารถ
ในการให้เหตุผลและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

จिरภา ปั่นทอง

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรการศึกษามหาบัณฑิต
สาขาวิชาการสอนคณิตศาสตร์
คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา
มิถุนายน 2563
ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยบูรพา

คณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์และคณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ได้พิจารณา
วิทยานิพนธ์ของ จิราภา ปั่นทอง ฉบับนี้แล้ว เห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนคณิตศาสตร์ ของมหาวิทยาลัยบูรพาได้

คณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์

..... อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก
(ดร.พาวา พงษ์พันธุ์)

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

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

..... ประธาน
(รองศาสตราจารย์ ดร.มารุต พัฒนาผล)

..... กรรมการ
(ดร.พาวา พงษ์พันธุ์)

..... กรรมการ
(ดร.อาพันธ์ชนิด เจนจิต)

..... กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วรากร ทรัพย์วิระปกรณ์)

คณะศึกษาศาสตร์อนุมัติให้รับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนคณิตศาสตร์ ของมหาวิทยาลัยบูรพา

..... คณบดีคณะศึกษาศาสตร์
(รองศาสตราจารย์ ดร.สุอายุ ชีระวิชิตระกุล)

วันที่...^๑.....เดือน.....การกฎ๑๖.....พ.ศ. 2563

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลงได้ด้วยความกรุณาจาก ดร.พาวา พงษ์พันธ์ุ อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก ดร.อาพันธ์ชนิด เจนจิต อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม ที่กรุณาให้คำปรึกษา แนะนำแนวทางที่ถูกต้อง ตลอดจนแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ ด้วยความละเอียดถี่ถ้วนและเอาใจใส่ ด้วยดีเสมอมา ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งเป็นอย่างยิ่ง จึงขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้

ขอกราบขอบพระคุณคณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ รองศาสตราจารย์ ดร.มารุต พัฒนา ประธานสอบวิทยานิพนธ์ และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วรากร ทรัพย์วิระปกรณ์ กรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ที่ให้ความเมตตากรุณาในการให้คำแนะนำและคำชี้แนะทำให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ มีความสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น

ขอขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ดวงกมล ผลเต็ม ดร.พรรณทิพา ตันตินัย อาจารย์สมพงศ์ วิจิตรวงศ์ อาจารย์ปรีชา ไชยเพชร และอาจารย์วิไลวรรณ สมชื่อ ที่ให้ความอนุเคราะห์ในการตรวจสอบรวมทั้งให้คำแนะนำแก้ไขเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยให้มีคุณภาพ นอกจากนี้ ยังได้รับความอนุเคราะห์จากท่านผู้อำนวยการ โรงเรียน โพธิ์สัมพันธ์พิทยาคาร ตลอดจนคณะครูกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ และนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2561 ที่ให้ความร่วมมือเป็นอย่างดีในการเก็บรวบรวมข้อมูลที่ใช้ในการวิจัย ทำให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จได้ด้วยดี

ขอกราบขอบพระคุณ คุณพ่อจินดา คุณแม่กนกกาญจน์ ปิ่นทอง คุณลุง คุณป้าทุกท่าน และครอบครัวทุกคนที่ให้กำลังใจ และสนับสนุนผู้วิจัยเสมอมา

คุณค่าและประโยชน์ของวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ผู้วิจัยขอมอบเป็นกตัญญูแก่แด่บุพการี นูรพจารย์ และผู้มีพระคุณทุกท่านทั้งในอดีตและปัจจุบัน ที่ทำให้ข้าพเจ้าเป็นผู้มีการศึกษา และประสบความสำเร็จมาจนตราบเท่าทุกวันนี้

จิราภา ปิ่นทอง

58910162: สาขาวิชา: การสอนคณิตศาสตร์; กศ.ม. (การสอนคณิตศาสตร์)

คำสำคัญ: การเรียนรู้แบบค้นพบ / คำถามระดับสูง/ ความสามารถในการให้เหตุผล/

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์

จรรยา ปั่นทอง: ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบค้นพบร่วมกับคำถามระดับสูงที่มีต่อความสามารถในการให้เหตุผลและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 (THE EFFECTS OF DISCOVERY LEARNING MANAGEMENT WITH HIGHER - ORDERED QUESTIONS ON MATHEMATICAL REASONING ABILITY AND LEARNING ACHIEVEMENT OF MATHAYOMSUKSA 2 STUDENTS) คณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์: พาวา พงษ์พันธุ์, กศ.ด., อาพันธ์ชนิด เจนจิต, กศ.ด. 202 หน้า, ปี พ.ศ. 2563.

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบค้นพบร่วมกับคำถามระดับสูงกับเกณฑ์ร้อยละ 70 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2/4 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2561 โรงเรียนโพธิสัมพันธ์พิทยาคาร อำเภอบางละมุง จังหวัดชลบุรี จำนวน 45 คน ซึ่งได้จากการสุ่มแบบกลุ่ม เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบค้นพบร่วมกับคำถามระดับสูง จำนวน 6 แผน แบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง เส้นขนาน มีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ .87 แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง เส้นขนาน มีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ .91 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ค่าเฉลี่ยเลขคณิต (\bar{X}) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) และการทดสอบที แบบกลุ่มตัวอย่างเดียว ซึ่งผลการวิจัยสรุปได้ ดังนี้

1. ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบค้นพบร่วมกับคำถามระดับสูงสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05

2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบค้นพบร่วมกับคำถามระดับสูงสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

58910162: MAJOR: MATHEMATICS TEACHING; M.Ed.

(MATHEMATICS TEACHING)

KEYWORDS: DISCOVERY LEARNING/ HIGHER - ORDERED QUESTIONS/
MATHEMATICAL REASONING ABILITY/ MATHEMATICS LEARNING
ACHIEVEMENT

JIRAPA PONTHOHG: THE EFFECTS OF DISCOVERY LEARNING
MANAGEMENT WITH HIGHER - ORDERED QUESTIONS ON MATHEMATICAL
REASONING ABILITY AND LEARNING ACHIEVEMENT OF MATHAYOMSUKSA 2
STUDENTS. ADVISORY COMMITTEE: PAWA PONGPAN, Ed.D., APUNCHANIT JENJIT,
Ed.D. 202 P. 2020.

The purposes of this research were to compare the students Mathematical reasoning ability and mathematics learning achievement of Mathayomsuka 2 students after using Discovery learning management with higher-ordered questions with 70 percent achievement criterion. The subjects of this study were 45 students in Mathayomsuka 2/4 in the second semester of the 2018 academic year at Phothisamphanphitthayakhan school. They were randomly selected by using cluster random sampling. The instruments were; 6 lesson plans, mathematical reasoning ability test with reliability of .87 and mathematics learning achievement test with reliability of .91. The data were analyzed by mean, standard deviation and t-test for one sample. The findings were as follows:

1. The Mathematical reasoning ability of the sample group after obtaining discovery learning management with higher-ordered questions was higher than the 70 percent criterion at .05 level of statistical significance.

2. The Mathematics leaning achievement of the sample group after obtaining discovery learning management with higher-ordered questions was higher than the 70 percent criterion at .05 level of statistical significance.

สารบัญ

| | หน้า |
|--|------|
| บทคัดย่อภาษาไทย..... | ง |
| บทคัดย่อภาษาอังกฤษ..... | จ |
| สารบัญ..... | ฉ |
| สารบัญตาราง..... | ช |
| สารบัญภาพ..... | ญ |
| บทที่ | |
| 1 บทนำ..... | 1 |
| ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา..... | 1 |
| วัตถุประสงค์ของการวิจัย..... | 6 |
| สมมติฐานการวิจัย..... | 6 |
| ประโยชน์ที่ได้รับจากการวิจัย..... | 6 |
| กรอบแนวคิดในการวิจัย..... | 7 |
| ขอบเขตของการวิจัย..... | 8 |
| นิยามศัพท์เฉพาะ..... | 9 |
| 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง..... | 12 |
| หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 | |
| กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์..... | 13 |
| หลักสูตรสถานศึกษาของ โรงเรียน โปธิสัมพันธ์พิทยาคาร | |
| กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์..... | 20 |
| การจัดการเรียนรู้แบบค้นพบ..... | 25 |
| คำถามระดับสูง..... | 37 |
| การจัดการเรียนรู้แบบค้นพบร่วมกับคำถามระดับสูง..... | 44 |
| ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์..... | 47 |
| ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์..... | 57 |
| งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง..... | 66 |
| 3 วิธีดำเนินการวิจัย..... | 70 |

สารบัญ (ต่อ)

| บทที่ | หน้า |
|--|------|
| ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง..... | 70 |
| เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย..... | 70 |
| การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย..... | 71 |
| การกำหนดแบบแผนการทดลอง..... | 94 |
| การเก็บรวบรวมข้อมูล..... | 94 |
| การวิเคราะห์ข้อมูล..... | 95 |
| สถิติที่ใช้ในการวิจัย..... | 95 |
| 4 ผลการวิจัย..... | 100 |
| สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล..... | 100 |
| ผลการวิเคราะห์ข้อมูล..... | 100 |
| 5 สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ..... | 111 |
| สรุปผลการวิจัย..... | 111 |
| อภิปรายผลการวิจัย..... | 112 |
| ข้อเสนอแนะ..... | 117 |
| บรรณานุกรม..... | 118 |
| ภาคผนวก..... | 126 |
| ภาคผนวก ก..... | 127 |
| ภาคผนวก ข..... | 136 |
| ภาคผนวก ค..... | 173 |
| ภาคผนวก ง..... | 200 |
| ประวัติย่อของผู้วิจัย..... | 202 |

สารบัญตาราง

| ตารางที่ | หน้า |
|----------|---|
| 1 - 1 | เนื้อหาย่อใน เรื่องเส้นขนาน..... 8 |
| 2 - 1 | สาระการเรียนรู้และมาตรฐานการเรียนรู้คณิตศาสตร์..... 14 |
| 2 - 2 | มาตรฐาน/ตัวชี้วัด และสาระการเรียนรู้แกนกลางของกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2..... 16 |
| 2 - 3 | ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง เรื่องเส้นขนาน..... 19 |
| 2 - 4 | หน่วยการเรียนรู้ ตัวชี้วัด และสาระการเรียนรู้ จำนวนชั่วโมง..... 22 |
| 2 - 5 | หน่วยการเรียนรู้ ตัวชี้วัด และสาระการเรียนรู้ที่ใช้ในงานวิจัย..... 25 |
| 2 - 6 | ตารางแสดงการวิเคราะห์ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบค้นพบ..... 34 |
| 2 - 7 | เกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของกรมวิชาการ..... 55 |
| 2 - 8 | เกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของเขตพื้นที่ อังกะนกะภัทรขจร..... 55 |
| 2 - 9 | เกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของ สสวท. 56 |
| 2 - 10 | เกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของ ศศิธร แม่นสงวน..... 56 |
| 2 - 11 | เกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของผู้วิจัย..... 57 |
| 3 - 1 | วิเคราะห์แผนการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง เส้นขนาน..... 72 |
| 3 - 2 | ตารางวิเคราะห์จุดประสงค์การเรียนรู้ และจำนวนข้อสอบของแบบทดสอบวัดความสามารถ ในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง เส้นขนาน..... 82 |
| 3 - 3 | เกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของผู้วิจัย..... 85 |
| 3 - 4 | วิเคราะห์ผลการเรียนรู้ สาระการเรียนรู้ จุดประสงค์การเรียนรู้ และพฤติกรรมที่ต้องการวัดของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์..... 89 |
| 4 - 1 | ผลการเปรียบเทียบความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบค้นพบร่วมกับการใช้คำถามระดับสูงกับเกณฑ์ร้อยละ70..... 101 |
| 4 - 2 | ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบค้นพบร่วมกับการใช้คำถามระดับสูงกับเกณฑ์ร้อยละ70..... 109 |

สารบัญตาราง (ต่อ)

| ตารางที่ | หน้า |
|--|------|
| ค - 1 ผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง บทนิยามของเส้นขนาน..... | 174 |
| ค - 2 ผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง ระยะห่างระหว่างเส้นขนาน..... | 176 |
| ค - 3 ผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง เส้นขนานและมุมภายในที่อยู่บนข้างเดียวกันของเส้นตัด..... | 178 |
| ค - 4 ผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 4 เรื่อง เส้นขนานและมุมแย้ง..... | 180 |
| ค - 5 ผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 5 เรื่อง เส้นขนานและมุมภายนอกกับมุมภายใน..... | 182 |
| ค - 6 ผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 6 เรื่อง มุมภายนอกและมุมภายในของรูปสามเหลี่ยม..... | 184 |
| ค - 7 ผลการประเมินความเหมาะสมของของแผนการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ที่ใช้การจัดการ เรียนรู้แบบค้นพบร่วมกับคำถามระดับสูง ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2..... | 186 |
| ค - 8 ผลการประเมินความสอดคล้องของแบบทดสอบวัดความสามารถ ในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์..... | 187 |
| ค - 9 ผลการประเมินความสอดคล้องของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน คณิตศาสตร์..... | 188 |
| ค - 10 ค่าความยาก (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัด ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์..... | 190 |
| ค - 11 ค่าความยาก (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียนคณิตศาสตร์..... | 192 |
| ค - 12 ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางคณิตศาสตร์..... | 194 |
| ค - 13 คะแนนความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน หลังได้รับจัดการเรียนรู้แบบค้นพบร่วมกับคำถามระดับสูง..... | 196 |
| ค - 14 คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังได้รับจัดการเรียนรู้ แบบค้นพบร่วมกับคำถามระดับสูง..... | 198 |

สารบัญภาพ

| ภาพที่ | หน้า |
|--|------|
| 1 กรอบแนวคิดในการวิจัย..... | 7 |
| 2 การจัดการเรียนรู้แบบค้นพบร่วมกับคำถามระดับสูง..... | 46 |
| 3 ตัวอย่างคำตอบที่ได้คะแนนความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ 3 คะแนน | 102 |
| 4 ตัวอย่างคำตอบที่ได้คะแนนความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ 2 คะแนน | 102 |
| 5 ตัวอย่างคำตอบที่ได้คะแนนความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ 1 คะแนน กรณีที่ 1..... | 103 |
| 6 ตัวอย่างคำตอบที่ได้คะแนนความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ 1 คะแนน กรณีที่ 2..... | 104 |
| 7 ตัวอย่างคำตอบที่ได้คะแนนความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ 1 คะแนน กรณีที่ 3..... | 104 |
| 8 ตัวอย่างคำตอบที่ได้คะแนนความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ 0 คะแนน กรณีที่ 1..... | 105 |
| 9 ตัวอย่างคำตอบที่ได้คะแนนความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ 0 คะแนน กรณีที่ 2..... | 106 |
| 10 ผลการวิเคราะห์ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์โดยวิเคราะห์ด้วยสถิติ t - test for one sample..... | 201 |
| 11 ผลการวิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง เส้นขนาน โดยวิเคราะห์ด้วยสถิติ t - test for one sample..... | 201 |

บทที่ 1

บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

คณิตศาสตร์เป็นวิชาที่ว่าด้วยกระบวนการคิด การให้เหตุผลและการแก้ปัญหา จึงเป็นวิชาที่เสริมสร้างให้นักเรียนเป็นคนมีเหตุผล มีการคิดอย่างมีวิจารณญาณและเป็นระบบ ตลอดจนมีทักษะการแก้ปัญหา ทำให้สามารถวิเคราะห์ปัญหาและสถานการณ์ได้อย่างถี่ถ้วนรอบคอบ สามารถคาดการณ์ วางแผน ตัดสินใจและแก้ปัญหาได้อย่างเหมาะสม อีกทั้งคณิตศาสตร์เป็นเครื่องมือในการศึกษาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ตลอดจนศาสตร์อื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง คณิตศาสตร์จึงมีประโยชน์ต่อการดำรงชีวิตและช่วยพัฒนาคุณภาพชีวิตให้ดีขึ้น และสามารถอยู่ร่วมกับผู้อื่นได้อย่างมีความสุข (สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา, 2551, หน้า 1)

จากความสำคัญของคณิตศาสตร์จะเห็นได้ว่า หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กำหนดให้วิชาคณิตศาสตร์เป็น 1 ใน 8 กลุ่มสาระการเรียนรู้ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2552 ก, หน้า 8) โดยที่วิชาคณิตศาสตร์ แบ่งเป็น 6 สาระการเรียนรู้ ได้แก่ สาระที่ 1 จำนวน และการดำเนินการ สาระที่ 2 การวัด สาระที่ 3 เรขาคณิต สาระที่ 4 พีชคณิต สาระที่ 5 การวิเคราะห์ ข้อมูลและความน่าจะเป็น และสาระที่ 6 ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ (สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา, 2551, หน้า 2 - 3) ซึ่งสาระที่ 1 ถึง สาระที่ 5 เป็นความรู้ทางคณิตศาสตร์ และสาระที่ 6 ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ แบ่งออกเป็น 5 ทักษะ ได้แก่ 1) ทักษะการแก้ปัญหา 2) ทักษะการให้เหตุผล 3) ทักษะการสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ และการนำเสนอ 4) ทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ 5) ทักษะการคิดริเริ่มสร้างสรรค์ (สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา, 2551, หน้า 3)

จากความสำคัญของคณิตศาสตร์จะเห็นได้ว่า การให้เหตุผลเป็นทักษะหนึ่งที่สำคัญ เนื่องจากการให้เหตุผลเป็นทักษะและกระบวนการที่ส่งเสริมให้นักเรียนรู้จักคิดอย่างมีเหตุผล คิดอย่างเป็นระบบ สามารถวิเคราะห์ปัญหาและสถานการณ์ได้อย่างถี่ถ้วน รอบคอบ สามารถคาดการณ์ วางแผนตัดสินใจและแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้องและเหมาะสม การคิดอย่างมีเหตุผลเป็นเครื่องมือสำคัญที่นักเรียนสามารถนำติดตัวไปใช้ในการพัฒนาตนเองในการเรียนรู้สิ่งใหม่ ๆ ในการทำงานและการดำรงชีวิต ดังนั้นการคิดอย่างมีเหตุผลจึงเป็นหัวใจสำคัญของการสอนคณิตศาสตร์ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี [สสวท.], 2555 ก, หน้า 39) และจากคำกล่าวที่ว่า คณิตศาสตร์ คือ การให้เหตุผล แสดงให้เห็นว่าการให้เหตุผลมีความสำคัญ

ทั้งในการเป็นเครื่องมือสำหรับการเรียนรู้และการดำรงชีวิตของมนุษย์ (The National Council of Teachers of Mathematics [NCTM] อ้างถึงใน อัมพร ม้าคนอง, 2553, หน้า 48) ดังนั้นจะเห็นได้ว่าการให้เหตุผลเป็นทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่สำคัญอย่างหนึ่ง

ในปัจจุบันพบว่า ยังมีนักเรียนจำนวนไม่น้อยยังด้อยความสามารถเกี่ยวกับการแสดงหรืออ้างอิงเหตุผล ทำให้นักเรียนไม่สามารถนำความรู้ทางคณิตศาสตร์ไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันและในการศึกษาต่ออย่างมีประสิทธิภาพ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2555 ก, หน้า 1) การที่ผู้เรียนได้คำตอบถูกต้องแต่ให้เหตุผลผิดเป็นอันตรายอย่างยิ่งต่อการเรียนคณิตศาสตร์ เนื่องจากเมื่อนักเรียนได้คำตอบถูกต้องแล้ว ผู้สอนอาจไม่ได้ให้โอกาสให้นักเรียนแสดงเหตุผล ซึ่งทำให้ทั้งผู้สอนและนักเรียนไม่ทราบว่าที่ผิคนั้นผิดเพราะเหตุใด ดังนั้นสิ่งที่ดีกว่าการได้คำตอบที่ถูกต้องแต่เหตุผลผิด คือ การได้คำตอบที่ผิด แต่สามารถค้นพบอย่างเป็นเหตุเป็นผลว่าอะไรผิดและผิดเพราะเหตุใด (อัมพร ม้าคนอง, 2546, หน้า 4 - 5) โดยพิจารณาได้จากการประเมินคุณภาพการศึกษาที่ผ่านมา เช่น การศึกษาแนวโน้มการจัดการศึกษาคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ของนักเรียนไทย เทียบกับนานาชาติ (Trends in International Association and Science Study: TIMSS) มีกลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ซึ่งการประเมินวิชาคณิตศาสตร์ที่ได้ทำการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ทั้งในด้านเนื้อหา (Content domain) และด้านพุทธิพิสัย (Cognitive domain) ได้แก่ ความรู้ความเข้าใจ การประยุกต์ใช้ความรู้/ การบูรณาการความรู้ และการให้เหตุผล พบว่า ประเทศไทยมีคะแนนเฉลี่ยวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เท่ากับ 431 คะแนน ต่ำกว่าคะแนนเฉลี่ยนานาชาติ และการประเมินทางด้านพุทธิพิสัยด้านความรู้ความเข้าใจนักเรียนมีคะแนน 425 คะแนน ด้านการประยุกต์ใช้ความรู้ 434 คะแนน ด้านการให้เหตุผล 436 คะแนน (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี [สสวท.], 2560, หน้า 25) จากผลการประเมินของโครงการประเมินผลนักเรียนร่วมกับนานาชาติ (Programme for International Student Assessment หรือ PISA) มีกลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนอายุ 15 ปี ในปี 2012 พบว่า ในการประเมินผลด้านการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ (Mathematical literacy) นักเรียนไทยได้คะแนนเฉลี่ย 427 คะแนน ซึ่งต่ำกว่าคะแนนเฉลี่ยมาตรฐาน OECD (494 คะแนน) และผลการประเมินของโครงการประเมินผลนักเรียนร่วมกับนานาชาติ (Programme for International Student Assessment หรือ PISA) ในปี 2015 ซึ่งมีคะแนนมาตรฐานที่ 490 คะแนน แต่ผลการประเมิน PISA ของไทยมีคะแนนเฉลี่ยเพียง 415 คะแนน เมื่อเทียบกับปี 2012 จะเห็นว่าการประเมินการเรียนรู้คณิตศาสตร์ของนักเรียนไทยมีคะแนนเฉลี่ยลดลง (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2555 ก, หน้า 7) จากผลการทดสอบทางการศึกษาระดับขั้นพื้นฐาน (O - NET) ในระดับประเทศของกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ซึ่งเป็นการทดสอบ

เพื่อประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของผู้เรียน เพื่อใช้ในการปรับปรุงคุณภาพ การเรียนการสอนของโรงเรียน (สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ [สทศ.], 2558) พบว่า นักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีคะแนนเฉลี่ยในปีการศึกษา 2556, 2557, 2558 และ 2559 เท่ากับ 24.45, 26.65, 29.59 และ 29.31 ตามลำดับ จากคะแนนเต็ม 100 คะแนน (สำนักงานรับรองมาตรฐาน และประเมินคุณภาพการศึกษา [สมศ.], 2557; สทศ., 2558) ซึ่งถึงแม้คะแนนเฉลี่ยในแต่ละปี จะเพิ่มขึ้นใกล้เคียงกัน แต่ยังคงไม่ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 50 (กระทรวงศึกษาธิการ, 2557 ข, หน้า 22) เมื่อพิจารณาผลการทดสอบในระดับสถานศึกษาของโรงเรียน โทธิสัมพันธพิทยาคาร จังหวัดชลบุรี พบว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีคะแนนเฉลี่ยจากการทดสอบทางการศึกษาระดับขั้นพื้นฐาน (O - NET) ในปีการศึกษา 2556, 2557, 2558, 2559 เท่ากับ 34.58, 43.38, 45.61 และ 47.12 คะแนน ตามลำดับ (โรงเรียน โทธิสัมพันธพิทยาคาร, 2560) แม้คะแนนเฉลี่ยในแต่ละปีจะสูงกว่าคะแนน เฉลี่ยระดับประเทศ แต่ยังคงไม่ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 50 เมื่อพิจารณาตามมาตรฐานการเรียนรู้ ในปี 2559 พบว่า มาตรฐาน ค. 3.2 ใช้การนึกภาพ (Visualization) ใช้เหตุผลเกี่ยวกับปริภูมิ (Spatial reasoning) และใช้แบบจำลองทางเรขาคณิต (Geometric model) ในการแก้ปัญหา นักเรียนมีคะแนน เฉลี่ยร้อยละ 36.41 ยังไม่ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 50 (ฝ่ายวิชาการ โรงเรียน โทธิสัมพันธพิทยาคาร, 2560) และจากการสัมภาษณ์ครูผู้สอนรายวิชาคณิตศาสตร์ในชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียน โทธิสัมพันธพิทยาคาร พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่คิดว่าเรื่องเรขาคณิตเป็นเรื่องยาก เนื่องจาก มีทฤษฎีมากมาย โดยเฉพาะในเรื่อง เส้นขนาน พบว่านักเรียนส่วนใหญ่สามารถตอบว่าเส้นตรง คู่ขนานกัน สามารถหาขนาดของมุมได้ แต่ไม่สามารถให้เหตุผลได้ว่าทำไมถึงเป็นเช่นนั้น ไม่สามารถแยกแยะ โจทย์ได้ว่าข้อความใดเป็นเหตุหรือข้อความใดเป็นผล หรือสิ่งที่ต้องพิสูจน์ ก็ไม่สามารถให้เหตุผลในการพิสูจน์ สรุปผล หรือข้ออ้างอิงจากการดูรูป (วิไลวรรณ สมชื่อ, อมรรัตน์ ฤทธิไทยสงค์ และธารใจ กุมภาพันธุ์, 2562)

จากการศึกษาผลประเมินในระดับนานาชาติ ระดับชาติ ระดับสถานศึกษา และ จากการสัมภาษณ์ครูผู้สอนข้างต้น สะท้อนให้เห็นถึงนักเรียนยังขาดความรู้ความเข้าใจ ทางคณิตศาสตร์ทั้งในเรื่องเส้นขนาน และความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ซึ่งสาเหตุ อาจมาจากการเรียนการสอนคณิตศาสตร์มักเริ่มที่ครูสอนทฤษฎีบท กฎ สูตร นิยาม แล้วให้ตัวอย่าง ที่ครูทำให้อู้อู้อตัวอย่างที่ครูสอนและนักเรียนช่วยกันทำ ตัวอย่างที่นักเรียนทำเอง ตามด้วยการสรุป บทเรียน การให้นักเรียนทำแบบฝึกหัด และจบลงที่การให้การบ้าน ซึ่งการทำขั้นตอนเหล่านี้ ใช้เวลาไม่น้อย ทำให้จัดกิจกรรมเพื่อพัฒนาทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์เพิ่มอีก คงเป็นไปได้ยาก (อัมพร ม้าคนอง, 2553, หน้า 197) สอดคล้องกับการจัดการเรียนการสอน คณิตศาสตร์ของผู้สอนที่ยังคงสอนเพื่อให้ความรู้แก่นักเรียน นักเรียนเรียนจากผู้สอน ทำโจทย์

ตามตัวอย่าง และหาคำตอบที่ถูกเพียงคำตอบเดียว (สสวท., 2558, หน้า 45) ดังนั้น การจัด การเรียนการสอนคณิตศาสตร์จึงควรต้องมีการพัฒนาปรับปรุงเนื่องจากครูส่วนใหญ่ยังชินกับการสอนแบบเดิมหรือการบรรยายและบอกเล่า ซึ่งเป็นการจำกัดความคิดของนักเรียน (ฉวีวรรณ เสวตมาลย์, 2545, หน้า 46) และศักดิ์ศรี ปาณะกุล, นิรมล ศตวุฒิ และระวีวรรณ ศรีศรีรามควัน (2556, หน้า 53) ที่ได้กล่าวไว้ว่า วิธีการสอนของครูส่วนใหญ่ สอนแบบบรรยายโดยครูเป็นผู้บอกให้นักเรียนท่องจำ จากอดีตที่ผ่านมา การเรียนการสอนคณิตศาสตร์ในชั้นเรียนมุ่งหวังให้นักเรียน ได้รับความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่เน้นเนื้อหาและการทำงานตามขั้นตอนหรือกระบวนการที่ผู้สอน ยกตัวอย่าง ซึ่งการที่นักเรียนไม่สามารถนำความรู้คณิตศาสตร์ไปใช้ได้ นั้น ส่วนหนึ่งเป็นผลมาจาก ผู้สอนไม่ได้ฝึกให้นักเรียนมีประสบการณ์ในการนำคณิตศาสตร์ไปใช้ให้มากพอ จึงจำเป็นอย่างยิ่งที่ ผู้สอนต้องจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการนำไปใช้หรือทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ อย่างต่อเนื่องและมากพอ

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบค้นพบ เป็นการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่เน้นให้ ผู้เรียนเป็นผู้ค้นคว้า แสวงหาคำตอบ ข้อสรุป แนวคิด ด้วยตนเอง โดยการสังเกต การสืบค้น และ ฝึกทักษะการเรียนรู้ที่สำคัญด้วยตนเอง (สุรางค์ ไคว์ตระกูล, 2554, หน้า 320 - 323) การจัดกิจกรรม การเรียนรู้แบบค้นพบ จะช่วยเพิ่มพูนสติปัญญาของนักเรียน เพราะนักเรียนจะต้องหาทางแก้ปัญหา และค้นพบสิ่งที่ต้องการจะเรียนรู้ด้วยตนเอง ทำให้เกิดการเรียนรู้ที่มีความหมายและสอนให้นักเรียน คิดเป็น ช่วยในเรื่องความจำได้ดีกว่าการเรียนแบบอื่น ๆ ช่วยในการเชื่อมโยงความรู้ หรือนำความรู้ ไปประยุกต์หรือใช้ใหม่ได้ดี การที่ผู้สอนใช้วิธีการเรียนรู้แบบค้นพบโดยใช้ตัวอย่างจนนักเรียน ค้นพบความสัมพันธ์จะสามารถส่งเสริมให้นักเรียนรู้จักการคาดเดาบนพื้นฐานของเหตุผล เพื่อหาคำตอบอย่างมีระบบ โดยใช้คำถามและตัวอย่างที่เหมาะสมช่วยให้นักเรียนเห็น ความเชื่อมโยงระหว่างแนวคิดกับคำถาม เพื่อให้ นักเรียนสามารถคาดการณ์ และเดาคำตอบได้ง่าย (ชนาธิป พรกุล, 2554) การเรียนรู้แบบค้นพบเน้นให้นักเรียนค้นพบคำตอบหรือความรู้ด้วยตนเอง เช่น การแนะนำให้นักเรียนพบหลักการทางคณิตศาสตร์ด้วยตนเองโดยอุปนัย ช่วยให้นักเรียนคิด อย่างมีเหตุผล จดจำสิ่งที่ค้นพบได้นานและเข้าใจอย่างแจ่มแจ้ง นักเรียนมีความมั่นใจเพราะ ได้เรียนรู้สิ่งใหม่อย่างเข้าใจช่วยในการพัฒนาด้านความคิดปลูกฝังนิสัยรักการค้นคว้าเพื่อหาคำตอบ ทักษะที่เรียนจากการค้นพบ จะถ่ายทอดไปยังการเรียนเรื่องใหม่ได้โดยง่าย ดังนั้น การจัดกิจกรรม การเรียนรู้แบบค้นพบน่าจะเป็นการจัดกิจกรรมที่ส่งเสริมความสามารถในการให้เหตุผล และ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์แก่ผู้เรียนได้ นอกจากนี้ยังมีงานวิจัยของ กรรณิการ์ จักรกรวด (2556) ได้ศึกษา ผลสัมฤทธิ์การเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่องการแก้โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับสมการเชิงเส้น ตัวแปรเดียว ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่เรียนโดยใช้การสอนแบบค้นพบโดยการแนะนำ

พบว่า หลังการเรียนการสอนแบบค้นพบโดยการแนะแนว นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์สูงกว่าก่อนการจัดการเรียนรู้ ยังสอดคล้องกับงานวิจัยของ เบญจพร สว่างศรี (2549) ได้ศึกษา ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแคลคูลัส เรื่องอนุพันธ์และการประยุกต์ ของนักเรียนระดับปริญญาตรี ที่สอน โดยใช้เทคนิคการสอนแบบค้นพบ พบว่า นักศึกษาที่ได้รับ การสอน โดยใช้เทคนิคการสอนแบบค้นพบ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมี นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

นอกจากนี้การใช้คำถามในการจัดกิจกรรมการสอนคณิตศาสตร์ของผู้สอนยังเป็น สิ่งจำเป็นและสำคัญอย่างยิ่งที่ช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนเรียนรู้เนื้อหาคณิตศาสตร์ เนื่องจากคำถาม จะช่วยกระตุ้นความคิดของผู้เรียนให้เกิดการคิด วิเคราะห์ หาเหตุผล เปรียบเทียบข้อเท็จจริง สิ่งต่าง ๆ (สิริพร ทิพย์คง, 2543, หน้า 15) การที่นักเรียนจะพัฒนาความคิดทางคณิตศาสตร์ได้คั้น นั้น แนวทางหนึ่งที่ครูควรนำมาพิจารณาเพื่อส่งเสริม พัฒนาการคิดทางคณิตศาสตร์ คือ การใช้คำถาม ที่กระตุ้นให้นักเรียนคิด ซึ่งคำถามของครูควรเป็นคำถามที่มีคุณภาพในการกระตุ้นให้ผู้เรียน ใช้ความสามารถด้านการคิดในระดับที่สูงกว่าความจำมาคิดแก้ปัญหาและหาคำตอบ (Brandt, 1983, pp. 3 - 12) นั่นคือคำถามระดับสูง ซึ่ง โรสแมรี่ (Rosemary, 1970, p. 619) กล่าวถึง ความสำคัญ ของการใช้คำถามระดับสูงในการเรียนการสอนคณิตศาสตร์สรุปได้ว่า คำถามระดับสูงเป็นคำถาม กระตุ้นให้นักเรียนเกิดกระบวนการคิด การเรียนรู้ ส่งเสริมให้นักเรียนได้พบสิ่งใหม่ ๆ หลังจาก การพิจารณาสิ่งที่เคยรู้หรือได้เรียนมาแล้ว ซึ่งเป็นสิ่งที่ครูคณิตศาสตร์ควรปฏิบัติโดยเฉพาะ ในยุคปัจจุบันที่เทคโนโลยีเจริญก้าวหน้าไปอย่างรวดเร็ว นั่นคือครูควรมีหน้าที่จะต้องทำให้นักเรียน เกิดการเรียนรู้มากกว่าระดับความรู้ความจำสอดคล้องกับ อัมพร ม้าคนอง (2553, หน้า 80) กล่าวว่า คำถามระดับสูงเป็นคำถามที่ต้องการให้นักเรียนใช้การคิดในระดับสูง เช่น ให้เปรียบเทียบ ค้นหา แบบรูป หาข้อสรุปที่เป็นเหตุเป็นผล เป็นคำถามที่ต้องการให้นักเรียนได้ค้นพบสิ่งใหม่หลังการใช้ ความรู้ที่มีอยู่ประกอบการคิดอย่างรอบคอบ โดยที่คำถามระดับสูงจะช่วยพัฒนานักเรียนในด้านของ ทักษะความคิดและการให้เหตุผล อีกทั้งให้นักเรียนตอบคำถามโดยต้องใช้การประยุกต์ การประเมิน หรือใช้ความคิดในระดับสูง นอกจากนี้ Kathleen (2001, p. 5) ได้สังเคราะห์งานวิจัยเกี่ยวข้องกับ การใช้คำถาม พบว่า การที่ครูถามคำถามระดับสูงจะทำให้ได้คำตอบที่มาจากการใช้ความคิด ในระดับที่สูงด้วยจึงอาจกล่าวได้ว่า การใช้คำถามระดับสูงในการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์ เป็นองค์ประกอบสำคัญและมีความจำเป็นในการกระตุ้นให้นักเรียนได้ใช้ความคิดทางคณิตศาสตร์ และได้รับการพัฒนาความคิดทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน และส่งเสริมให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ คณิตศาสตร์ได้ดียิ่งขึ้น

จะเห็นว่าการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบค้นพบดังที่กล่าวมาข้างต้นเป็นกิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้นักเรียนเป็นผู้ค้นคว้าหาความรู้ด้วยตนเอง จนนักเรียนสามารถสร้างความรู้ใหม่ ๆ ด้วยตนเอง และใช้คำถามระดับสูงเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนได้พัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ดังนั้นผู้วิจัยจึงได้ทำการศึกษาผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบค้นพบร่วมกับคำถามระดับสูงที่มีต่อความสามารถในการให้เหตุผลและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เพื่อเป็นแนวทางในการปรับปรุงและเป็นประโยชน์ต่อการเรียนการสอนคณิตศาสตร์

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง เส้นขนาน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หลังจากรับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบค้นพบร่วมกับคำถามระดับสูงกับเกณฑ์ที่ร้อยละ 70
2. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง เส้นขนาน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หลังจากรับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบค้นพบร่วมกับคำถามระดับสูงกับเกณฑ์ที่ร้อยละ 70

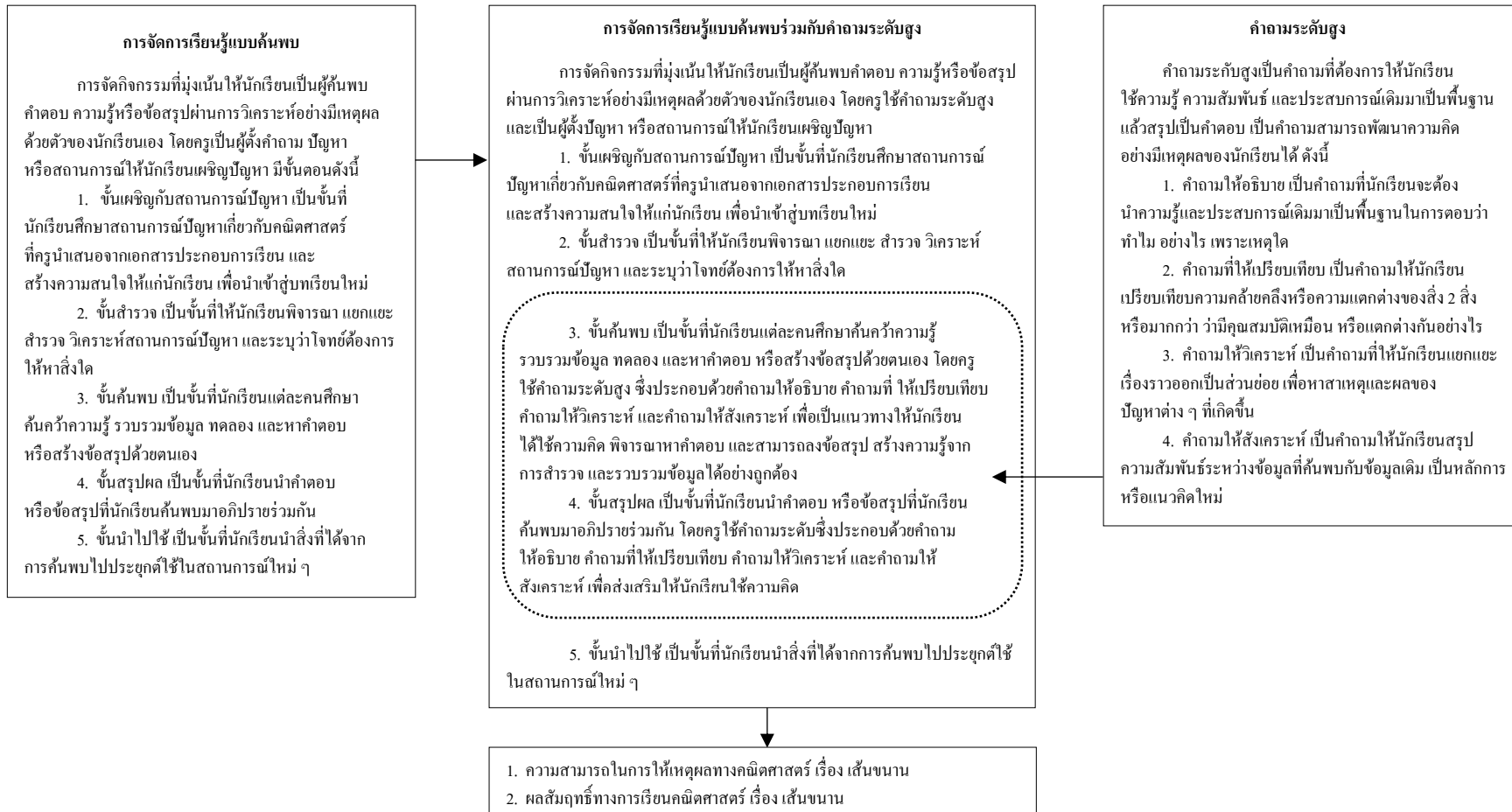
สมมติฐานการวิจัย

1. นักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบค้นพบร่วมกับคำถามระดับสูง เรื่อง เส้นขนาน มีความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70
2. นักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบค้นพบร่วมกับคำถามระดับสูง เรื่อง เส้นขนาน มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70

ประโยชน์ที่ได้รับจากการวิจัย

1. นักเรียนได้รับการพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง เส้นขนาน
2. ครูหรือผู้สอนทางคณิตศาสตร์ได้แนวทางในการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบค้นพบร่วมกับคำถามระดับสูง

กรอบแนวคิดในการวิจัย



ภาพที่ 1 กรอบแนวคิดในการวิจัย

ขอบเขตของการวิจัย

ประชากรที่ใช้ในการวิจัย

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยนี้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2561 โรงเรียนโพธิสัมพันธ์พิทยาคาร จังหวัดชลบุรี จำนวน 10 ห้อง จำนวน 420 คน

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยนี้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2/4 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2561 โรงเรียนโพธิสัมพันธ์พิทยาคาร อำเภอบางละมุง จังหวัดชลบุรี จำนวน 45 คน โดยผู้วิจัยใช้เทคนิคการเลือกกลุ่มตัวอย่างโดยการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster random sampling) เนื่องจากทางโรงเรียนจัดห้องเรียนแบบลดความสามารถ ผู้วิจัยจึงทำการจับฉลาก 1 ห้อง จากทั้งหมด 10 ห้อง ซึ่งได้กลุ่มตัวอย่างที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบค้นพบร่วมกับคำถามระดับสูง

ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย

ผู้วิจัยได้ดำเนินการสอนด้วยตนเองในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2561 จำนวน 12 คาบ (คาบละ 50 นาที) แบ่งเป็นดำเนินการสอน 10 คาบ ทดสอบความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์หลังเรียน 1 คาบ และทดสอบผลสัมฤทธิ์ในการเรียนคณิตศาสตร์หลังเรียน 1 คาบ

เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย

เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย เป็นส่วนหนึ่งของหลักสูตรสถานศึกษาโรงเรียนโพธิสัมพันธ์พิทยาคาร อำเภอเมือง จังหวัดชลบุรี ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น รายวิชาคณิตศาสตร์ พื้นฐาน ค 22102 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่อง เส้นขนาน จำนวน 10 คาบ ดังตารางที่ 1 - 1

ตารางที่ 1 - 1 เนื้อหาย่อยใน เรื่องเส้นขนาน

| เรื่อง | จำนวน (คาบ) |
|---------------------------------|-------------|
| เส้นขนานและมุมภายใน | 4 |
| เส้นขนานและมุมแย้ง | 2 |
| เส้นขนานและมุมภายนอกกับมุมภายใน | 2 |
| รูปสามเหลี่ยมและเส้นขนาน | 2 |
| รวม | 10 |

ตัวแปรที่ศึกษา

1. ตัวแปรต้น

1.1 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบค้นพบร่วมกับคำถามระดับสูง

2. ตัวแปรตาม

2.1 ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง เส้นขนาน

2.2 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง เส้นขนาน

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบค้นพบ หมายถึง การจัดกิจกรรมที่มุ่งเน้นให้นักเรียนเป็นผู้ค้นพบคำตอบ ความรู้หรือข้อสรุปผ่านการวิเคราะห์อย่างมีเหตุผลด้วยตัวของตนเอง โดยครูเป็นผู้ตั้งคำถาม ปัญหา หรือสถานการณ์ให้นักเรียนเผชิญปัญหา มีขั้นตอนดังนี้

1.1 ขั้นเผชิญกับสถานการณ์ปัญหา เป็นขั้นที่นักเรียนศึกษาสถานการณ์ปัญหาเกี่ยวกับคณิตศาสตร์ที่ครูนำเสนอจากเอกสารประกอบการเรียนและสร้างความสนใจให้แก่เพื่อนำเข้าสู่บทเรียนใหม่

1.2 ขั้นสำรวจ เป็นขั้นที่ให้นักเรียนพิจารณา แยกแยะ สำรวจ วิเคราะห์สถานการณ์ปัญหา และระบุว่าโจทย์ต้องการให้หาสิ่งใด

1.3 ขั้นค้นพบ เป็นขั้นที่นักเรียนแต่ละคนศึกษาค้นคว้าความรู้ รวบรวมข้อมูล ทดลอง และหาคำตอบหรือสร้างข้อสรุปด้วยตนเอง

1.4 ขั้นสรุปผล เป็นขั้นที่นักเรียนนำคำตอบ หรือข้อสรุปที่นักเรียนค้นพบมาอภิปรายร่วมกัน

1.5 ขั้นนำไปใช้ เป็นขั้นที่นักเรียนนำสิ่งที่ได้จากการค้นพบไปประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ใหม่ ๆ

2. คำถามระดับสูง หมายถึง เป็นคำถามที่ต้องการให้นักเรียนใช้ความรู้ ความสัมพันธ์ และประสบการณ์เดิมมาเป็นพื้นฐานแล้วสรุปเป็นคำตอบ เป็นคำถามสามารถพัฒนาความคิดอย่างมีเหตุผลของนักเรียนได้ ดังนี้

2.1 คำถามให้อธิบาย เป็นคำถามที่นักเรียนจะต้องนำความรู้และประสบการณ์เดิมมาเป็นพื้นฐานในการตอบว่า ทำไม อย่างไร เพราะเหตุใด

2.2 คำถามที่ให้เปรียบเทียบ เป็นคำถามให้นักเรียนเปรียบเทียบความคล้ายคลึงหรือความแตกต่างของสิ่ง 2 สิ่งหรือมากกว่า ว่ามีคุณสมบัติเหมือนหรือแตกต่างกันอย่างไร

2.3 คำถามให้วิเคราะห์ เป็นคำถามที่ให้นักเรียนแยกแยะเรื่องราวออกเป็นส่วนย่อย เพื่อหาสาเหตุและผลของปัญหาต่าง ๆ ที่เกิดขึ้น

2.4 คำถามให้สังเคราะห์ เป็นคำถามที่ให้นักเรียนสรุปความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลที่ค้นพบ กับข้อมูลเดิม เป็นหลักการหรือแนวคิดใหม่

3. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบค้นพบร่วมกับคำถามระดับสูง หมายถึง การจัดกิจกรรมที่มุ่งเน้นให้นักเรียนเป็นผู้ค้นพบคำตอบ ความรู้หรือข้อสรุปผ่านการวิเคราะห์อย่างมีเหตุผล ด้วยตัวของตนเอง โดยครูใช้คำถามระดับสูงและเป็นผู้ตั้งปัญหา หรือสถานการณ์ให้นักเรียนเผชิญปัญหา มีขั้นตอนดังนี้

3.1 ขั้นเผชิญกับสถานการณ์ปัญหา เป็นขั้นที่นักเรียนศึกษาสถานการณ์ปัญหา เกี่ยวกับคณิตศาสตร์ที่ครูนำเสนอจากเอกสารประกอบการเรียนและสร้างความสนใจให้แก่นักเรียน เพื่อนำเข้าสู่บทเรียนใหม่

3.2 ขั้นสำรวจ เป็นขั้นที่ให้นักเรียนพิจารณา แยกแยะ สำรวจ วิเคราะห์สถานการณ์ปัญหา และระบุว่าโจทย์ต้องการให้หาสิ่งใด

3.3 ขั้นค้นพบ เป็นขั้นที่นักเรียนแต่ละคนศึกษาค้นคว้าความรู้ รวบรวมข้อมูล ทดลอง และหาคำตอบหรือสร้างข้อสรุปด้วยตนเอง โดยครูใช้คำถามระดับสูงดังนี้ คำถามให้อธิบาย คำถามที่ให้เปรียบเทียบ คำถามให้วิเคราะห์ และคำถามให้สังเคราะห์ เพื่อเป็นแนวทางให้นักเรียนได้ใช้ความคิด พิจารณาคำตอบ และสามารถลงข้อสรุป สร้างความรู้จากการสำรวจและรวบรวมข้อมูลได้อย่างถูกต้อง

3.4 ขั้นสรุปผล เป็นขั้นที่นักเรียนนำคำตอบ หรือข้อสรุปที่นักเรียนค้นพบมาอภิปรายร่วมกัน โดยครูใช้คำถามระดับสูงดังนี้ คำถามให้อธิบาย คำถามที่ให้เปรียบเทียบ คำถามให้วิเคราะห์ และคำถามให้สังเคราะห์ เพื่อส่งเสริมให้นักเรียนใช้ความคิด

3.5 ขั้นนำไปใช้ เป็นขั้นที่นักเรียนนำสิ่งที่ได้จากการค้นพบไปประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ใหม่ ๆ

4. ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์อธิบายหรือแสดงแนวคิด ข้อสรุป ประกอบคำตอบได้อย่างสมเหตุสมผล โดยวัดจากแบบทดสอบความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ซึ่งเป็นแบบอัตนัย จำนวน 9 ข้อ

5. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถหรือความสำเร็จทางความรู้ด้านเนื้อหาคณิตศาสตร์และพฤติกรรมการเรียนรู้ของผู้เรียน อันเป็นผลมาจากการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ ซึ่งการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ทำได้โดยการวัดระดับ

พฤติกรรมทั้ง 4 ระดับ ได้แก่ 1) ด้านความรู้ความจำ 2) ความเข้าใจ 3) การนำไปใช้ 4) การวิเคราะห์ โดยวัดจากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ซึ่งเป็นแบบปรนัย จำนวน 20 ข้อ

6. เกณฑ์ร้อยละ 70 หมายถึง คะแนนเฉลี่ยขั้นต่ำที่จะยอมรับว่านักเรียนมีความสามารถในการให้เหตุผลและผลสัมฤทธิ์ทางคณิตศาสตร์ วิเคราะห์ได้จากคะแนนสอบหลังเรียน แล้วนำคะแนนเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละเทียบกับเกณฑ์ โดยที่ผู้วิจัยใช้เกณฑ์ร้อยละ 70 ขึ้นไป ของคะแนนรวมซึ่งอยู่ในระดับดี (กระทรวงศึกษาธิการ, 2557, หน้า 22)

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยเรื่อง ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบค้นพบร่วมกับคำถามระดับสูง ที่มีต่อความสามารถในการให้เหตุผลและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องดังมีรายละเอียด ดังนี้

1. หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์
2. หลักสูตรสถานศึกษาของโรงเรียน โปธิสัมพันธ์พิทยาคาร กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์
3. การจัดการเรียนรู้แบบค้นพบ
 - 3.1 ความหมายของการจัดการเรียนรู้แบบค้นพบ
 - 3.2 หลักการจัดการเรียนรู้แบบค้นพบ
 - 3.3 จุดประสงค์การจัดการเรียนรู้แบบค้นพบ
 - 3.4 ลักษณะการจัดการเรียนรู้แบบค้นพบ
 - 3.5 ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบค้นพบ
 - 3.6 บทบาทของครูกับการจัดการเรียนรู้แบบค้นพบ
4. คำถามระดับสูง
 - 4.1 ความหมายของคำถามระดับสูง
 - 4.2 ความสำคัญของคำถามระดับสูง
 - 4.3 ประเภทของคำถามระดับสูง
5. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบค้นพบร่วมกับคำถามระดับสูง
 - 5.1 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบค้นพบ
 - 5.2 คำถามระดับสูง
 - 5.3 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบค้นพบร่วมกับคำถามระดับสูง
6. ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์
 - 6.1 ความหมายของการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์
 - 6.2 ความหมายของความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์
 - 6.3 ความสำคัญของการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์
 - 6.4 แนวทางการพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

- 6.5 การประเมินความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์
 - 6.5.1 เกณฑ์การให้คะแนนแบบรูปรีค
 - 6.5.2 เกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์
- 7. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
 - 7.1 ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์
 - 7.2 ความหมายของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
 - 7.3 ประเภทของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
 - 7.4 การสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์
- 8. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
 - 8.1 งานวิจัยต่างประเทศ
 - 8.2 งานวิจัยในประเทศ

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์

กระทรวงศึกษาธิการ (2552, หน้า 56 - 91) ให้รายละเอียดเกี่ยวกับหลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ไว้ดังนี้

ทำไมต้องเรียนคณิตศาสตร์

คณิตศาสตร์มีบทบาทสำคัญยิ่งต่อการพัฒนาความคิดมนุษย์ทำให้มนุษย์มีความคิดสร้างสรรค์คิดอย่างมีเหตุผล เป็นระบบ มีแบบแผน สามารถวิเคราะห์ปัญหาหรือสถานการณ์ได้อย่างถี่ถ้วนรอบคอบ ช่วยให้คาดการณ์วางแผน ตัดสินใจ แก้ปัญหา และนำไปใช้ในชีวิตประจำวันได้อย่างถูกต้องเหมาะสม นอกจากนี้คณิตศาสตร์ยังเป็นเครื่องมือในการศึกษาทางด้านวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและศาสตร์อื่น ๆ คณิตศาสตร์จึงมีประโยชน์ต่อการดำเนินชีวิต ช่วยพัฒนาคุณภาพชีวิตให้ดีขึ้น และสามารถอยู่ร่วมกับผู้อื่นได้อย่างมีความสุข

เรียนรู้อะไรในคณิตศาสตร์

กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์เปิดโอกาสให้เยาวชนทุกคนได้เรียนรู้คณิตศาสตร์อย่างต่อเนื่อง ตามศักยภาพ โดยกำหนดสาระหลักที่จำเป็นสำหรับผู้เรียนทุกคนดังนี้

จำนวนและการดำเนินการ: ความคิดรวบยอดและความรู้ลึกเชิงจำนวน ระบบจำนวนจริง สมบัติเกี่ยวกับจำนวนจริง การดำเนินการของจำนวน อัตราส่วน ร้อยละ การแก้ปัญหเกี่ยวกับจำนวน และการใช้จำนวนในชีวิตจริง

การวัด: ความยาว ระยะทาง น้ำหนัก พื้นที่ ปริมาตรและความจุ เงินและเวลา หน่วยวัด ระบบต่าง ๆ การคาดคะเนเกี่ยวกับการวัด อัตราส่วนตรีโกณมิติ การแก้ปัญหาเกี่ยวกับการวัด และการนำความรู้เกี่ยวกับการวัดไปใช้ในสถานการณ์ต่าง ๆ

เรขาคณิต: รูปเรขาคณิตและสมบัติของรูปเรขาคณิตหนึ่งมิติ สองมิติและสามมิติ การนิกภาพ แบบจำลองทางเรขาคณิต ทฤษฎีบททางเรขาคณิต การแปลงทางเรขาคณิต (Geometric transformation) ในเรื่องการเลื่อนขนาน (Translation) การสะท้อน (Reflection) และการหมุน (Rotation)

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

การวิเคราะห์ข้อมูลและความน่าจะเป็น: การกำหนดประเด็น การเขียนข้อคำถาม การกำหนดวิธีการศึกษา การเก็บรวบรวมข้อมูล การจัดระบบข้อมูล การนำเสนอข้อมูล ค่ากลาง และการกระจายของข้อมูล การวิเคราะห์และการแปลความข้อมูล การสำรวจความคิดเห็น ความน่าจะเป็น การใช้ความรู้เกี่ยวกับสถิติและความน่าจะเป็นในการอธิบายเหตุการณ์ต่าง ๆ และช่วยในการตัดสินใจในการดำเนินชีวิตประจำวัน

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

สาระและมาตรฐานการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ของกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551, หน้า 1 - 6) ได้กำหนดมาตรฐานการเรียนรู้ และสาระการเรียนรู้ ดังตารางที่ 2 - 1 ดังนี้

ตารางที่ 2 - 1 สาระการเรียนรู้และมาตรฐานการเรียนรู้คณิตศาสตร์

| สาระการเรียนรู้ | มาตรฐานการเรียนรู้ |
|--------------------------------|---|
| สาระที่ 1 จำนวนและการดำเนินการ | |
| มาตรฐาน ค 1.1 | <ul style="list-style-type: none"> เข้าใจถึงความหลากหลายของการแสดงจำนวนและการใช้จำนวนในชีวิตจริง |

ตารางที่ 2 - 1 (ต่อ)

| สาระการเรียนรู้ | มาตรฐานการเรียนรู้ |
|---|---|
| มาตรฐาน ค 1.2 | <ul style="list-style-type: none"> ● เข้าใจถึงผลที่เกิดขึ้นจากการดำเนินการของจำนวนและความสัมพันธ์ระหว่างการดำเนินการต่าง ๆ และสามารถใช้ในการดำเนินการในการแก้ปัญหา |
| มาตรฐาน ค 1.3 | <ul style="list-style-type: none"> ● ใช้การประมาณค่าในการคำนวณและแก้ปัญหา |
| มาตรฐาน ค 1.4 | <ul style="list-style-type: none"> ● เข้าใจระบบจำนวนและนำเสนอบัติเกี่ยวกับจำนวนไปใช้ |
| สาระที่ 2 การวัด | |
| มาตรฐาน ค 2.1 | <ul style="list-style-type: none"> ● เข้าใจพื้นฐานเกี่ยวกับการวัด วัดและคาดคะเนขนาดของสิ่งที่ต้องการวัด |
| มาตรฐาน ค 2.2 | <ul style="list-style-type: none"> ● แก้ปัญหาเกี่ยวกับการวัด |
| สาระที่ 3 เรขาคณิต | |
| มาตรฐาน ค 3.1 | <ul style="list-style-type: none"> ● อธิบายและวิเคราะห์รูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติ |
| มาตรฐาน ค 3.2 | <ul style="list-style-type: none"> ● ใช้การนิกภาพ (Visualization) ใช้เหตุผลเกี่ยวกับปริภูมิ (Spatial reasoning) และใช้แบบจำลองทางเรขาคณิต (Geometric model) ในการแก้ปัญหา |
| สาระที่ 4 พีชคณิต | |
| มาตรฐาน ค 4.1 | <ul style="list-style-type: none"> ● เข้าใจและวิเคราะห์แบบรูป (Pattern) ความสัมพันธ์ และฟังก์ชัน |
| มาตรฐาน ค 4.2 | <ul style="list-style-type: none"> ● ใช้นิพจน์ สมการ อสมการ กราฟ และตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ (Mathematical model) อื่น ๆ แทนสถานการณ์ต่าง ๆ ตลอดจนแปลความหมาย และนำไปใช้แก้ปัญหา |
| สาระที่ 5 การวิเคราะห์ข้อมูลและความน่าจะเป็น | |
| มาตรฐาน ค 5.1 | <ul style="list-style-type: none"> ● เข้าใจและใช้วิธีการทางสถิติในการวิเคราะห์ข้อมูล |
| มาตรฐาน ค 5.2 | <ul style="list-style-type: none"> ● ใช้วิธีการทางสถิติและความรู้เกี่ยวกับความน่าจะเป็นในการคาดการณ์ได้อย่างสมเหตุสมผล |
| มาตรฐาน ค 5.3 | <ul style="list-style-type: none"> ● ใช้ความรู้เกี่ยวกับสถิติและความน่าจะเป็นช่วยในการตัดสินใจและแก้ปัญหา |

ตารางที่ 2 - 1 (ต่อ)

| สาระการเรียนรู้ | มาตรฐานการเรียนรู้ |
|---|---|
| สาระที่ 6 ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ | |
| มาตรฐาน ค 6.1 | <ul style="list-style-type: none"> มีความสามารถในการแก้ปัญหา การให้เหตุผล การสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์และการนำเสนอ การเชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์และเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ และมีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ |

ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง

จากมาตรฐานการเรียนรู้ที่กล่าวมาข้างต้นสามารถสรุปตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางที่เกี่ยวข้องของชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ดังตารางที่ 2 - 2

ตารางที่ 2 - 2 มาตรฐาน ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางของกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

| มาตรฐาน | ตัวชี้วัด | สาระการเรียนรู้แกนกลาง |
|---------|---|---|
| ค 1.1 | <ol style="list-style-type: none"> เขียนเศษส่วนในรูปทศนิยมและเขียนทศนิยมซ้ำในรูปเศษส่วน จำแนกจำนวนจริงที่กำหนดให้ และยกตัวอย่างจำนวนตรรกยะและจำนวนอตรรกยะ อธิบายและระบุนรากที่สองและรากที่สามของจำนวนจริง ใช้ความรู้เกี่ยวกับอัตราส่วน สัดส่วน และร้อยละในการแก้ปัญหา | <ul style="list-style-type: none"> เศษส่วนและทศนิยมซ้ำ จำนวนตรรกยะและจำนวนอตรรกยะ รากที่สองและรากที่สามของจำนวนจริง อัตราส่วน สัดส่วน ร้อยละและการนำไปใช้ |

ตารางที่ 2 - 2 (ต่อ)

| มาตรฐาน | ตัวชี้วัด | สาระการเรียนรู้แกนกลาง |
|---------|--|--|
| ค 1.2 | 1. การหารากที่สองและรากที่สามของจำนวนเต็ม โดยการแยกตัวประกอบและนำไปใช้ ในการแก้ปัญหาพร้อมทั้งตระหนักถึง ความสมเหตุสมผลของคำตอบ | <ul style="list-style-type: none"> การหารากที่สองและ รากที่สามของจำนวน เต็มโดยการแยกตัว ประกอบ และนำไปใช้ |
| ค 1.2 | 2. อธิบายผลที่เกิดขึ้นจากการหารากที่สอง และ รากที่สามของจำนวนเต็ม เศษส่วน และทศนิยม บอกความสัมพันธ์ของการยกกำลังกับการหาราก ของจำนวนจริง | <ul style="list-style-type: none"> รากที่สองและรากที่สาม ของจำนวนจริง |
| ค 1.3 | 1. หาค่าประมาณของรากที่สอง และรากที่สาม ของจำนวนจริง และนำไปใช้ในการแก้ปัญหา พร้อมทั้งตระหนักถึงความสมเหตุสมผล ของคำตอบ | <ul style="list-style-type: none"> รากที่สองและรากที่สาม ของจำนวนจริง และ การนำไปใช้ |
| ค 1.4 | 1. บอกความเกี่ยวข้องของจำนวนจริง จำนวนตรรกยะ และจำนวนอตรรกยะ | <ul style="list-style-type: none"> จำนวนตรรกยะ และ จำนวนอตรรกยะ |
| ค 2.1 | 1. เปรียบเทียบหน่วยความยาว หน่วยพื้นที่ในระบบ เดียวกัน และต่างระบบ และเลือกใช้หน่วยกาวัด ได้อย่างเหมาะสม | <ul style="list-style-type: none"> การวัดความยาว พื้นที่ และการนำไปใช้ การเลือกใช้หน่วย การวัดเกี่ยวกับ ความยาว และพื้นที่ |
| | 2. คาดคะเนเวลา ระยะทาง พื้นที่ ปริมาตร และ น้ำหนักได้อย่างใกล้เคียง และอธิบายวิธีการ ที่จะใช้ในการคาดคะเน | <ul style="list-style-type: none"> การคาดคะเนเวลา ระยะทาง พื้นที่ปริมาตร และน้ำหนัก และ การนำไปใช้ |
| | 3. ใช้การคาดคะเนเกี่ยวกับการวัดในสถานการณ์ ต่าง ๆ ได้อย่างเหมาะสม | |
| ค 2.2 | 1. ใช้ความรู้เกี่ยวกับความยาวและพื้นที่แก้ปัญหา ในสถานการณ์ต่าง ๆ | <ul style="list-style-type: none"> การใช้ความรู้เกี่ยวกับ ความยาว และพื้นที่ ในการแก้ปัญหา |

ตารางที่ 2 - 2 (ต่อ)

| มาตรฐาน | ตัวชี้วัด | สาระการเรียนรู้แกนกลาง |
|---------|---|---|
| ค 3.2 | 1. ใช้สมบัติเกี่ยวกับความเท่ากันทุกประการของรูปสามเหลี่ยมและสมบัติของเส้นขนานในการให้เหตุผลและแก้ปัญหา | <ul style="list-style-type: none"> ● ด้านและมุมคู่ที่มีขนาดเท่ากันของรูปสามเหลี่ยมสองรูปที่เท่ากันทุกประการ ● รูปสามเหลี่ยมสองรูปที่มีความสัมพันธ์กันแบบ ด้าน - มุม - ด้าน มุม - ด้าน - มุม ด้าน - ด้าน - ด้าน และ มุม - มุม - ด้าน ● สมบัติของเส้นขนาน ● การใช้สมบัติเกี่ยวกับความเท่ากันทุกประการของรูปสามเหลี่ยม และสมบัติของเส้นขนานในการให้เหตุผล และการแก้ปัญหา |
| ค 6.1 | 1. ใช้วิธีการที่หลากหลายแก้ปัญหา 2. ใช้ความรู้ ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์และเทคโนโลยีในการแก้ปัญหาในสถานการณ์ต่าง ๆ ได้อย่างเหมาะสม 3. ให้เหตุผลประกอบการตัดสินใจ และสรุปผลได้อย่างเหมาะสม 4. ใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ในการสื่อสาร การสื่อความหมาย และการนำเสนอได้อย่างถูกต้อง และชัดเจน | |

ตารางที่ 2 - 2 (ต่อ)

| มาตรฐาน | ตัวชี้วัด | สาระการเรียนรู้แกนกลาง |
|---------|--|------------------------|
| ค 6.1 | 5. เชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ ในคณิตศาสตร์และนำความรู้หลักการ กระบวนการทางคณิตศาสตร์ไปเชื่อมโยงกับศาสตร์อื่น ๆ 6. มีความคิดสร้างสรรค์ | |

จากที่กล่าวมาข้างต้นสรุปได้ว่า หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ได้กำหนดสาระและมาตรฐานการเรียนรู้ในกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ไว้ทั้งหมด 6 สาระ และ 14 มาตรฐาน ซึ่งเนื้อหา เรื่อง เส้นขนาน ที่ผู้วิจัยนำมาใช้ในงานวิจัยครั้งนี้เป็นส่วนหนึ่งในสาระที่ 3 เรขาคณิต: มาตรฐาน ค 3.2 ใช้การนิยามภาพ (Visualization) ใช้เหตุผลเกี่ยวกับปริภูมิ (Spatial reasoning) และใช้แบบจำลองทางเรขาคณิต (Geometric model) ในการแก้ปัญหา และสาระที่ 6 ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ มาตรฐาน ค 6.1 ความสามารถในการแก้ปัญหา การให้เหตุผล การสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์และการนำเสนอ การเชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์และเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ และมีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ ซึ่งมีตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัย ดังตารางที่ 2 - 3

ตารางที่ 2 - 3 ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง เรื่อง เส้นขนาน

| มาตรฐาน | ตัวชี้วัด | สาระการเรียนรู้แกนกลาง |
|---------|--|---|
| ค 3.2 | 2. ใช้สมบัติเกี่ยวกับความเท่ากันทุกประการของรูปสามเหลี่ยมและสมบัติของเส้นขนานในการให้เหตุผลและแก้ปัญหา | <ul style="list-style-type: none"> ● ด้านและมุมคู่ที่มีขนาดเท่ากันของรูปสามเหลี่ยมสองรูปที่เท่ากันทุกประการ ● รูปสามเหลี่ยมสองรูปที่มีความสัมพันธ์กันแบบ ด้าน - มุม - ด้าน มุม - ด้าน - มุม ด้าน - ด้าน - ด้าน และ มุม - มุม - ด้าน |

ตารางที่ 2 - 3 (ต่อ)

| มาตรฐาน | ตัวชี้วัด | สาระการเรียนรู้แกนกลาง |
|---------|--|---|
| ก 3.2 | 3. ใช้สมบัติเกี่ยวกับความเท่ากันทุกประการของรูปสามเหลี่ยมและสมบัติของเส้นขนานในการให้เหตุผลและแก้ปัญหา | <ul style="list-style-type: none"> • สมบัติของเส้นขนาน • การใช้สมบัติเกี่ยวกับความเท่ากันทุกประการของรูปสามเหลี่ยม และสมบัติของเส้นขนานในการให้เหตุผลและการแก้ปัญหา |
| ก 6.1 | ให้เหตุผลประกอบการตัดสินใจ และสรุปผลได้อย่างเหมาะสม | |

หลักสูตรสถานศึกษาของโรงเรียนโพธิสัมพันธ์พิทยาคาร กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์

โครงสร้างรายวิชา ค 22102 คณิตศาสตร์พื้นฐาน 4 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์
ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 2

คำอธิบายรายวิชา ค 22102 (คณิตศาสตร์พื้นฐาน 4)

โรงเรียนโพธิสัมพันธ์พิทยาคาร ได้กำหนดคำอธิบายรายวิชา ค 22102 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 2 เวลา 60 ชั่วโมง จำนวน 1.5 หน่วยกิต มีรายละเอียดดังนี้

เพื่อพัฒนาศักยภาพของผู้เรียน ให้มีความรู้ความเข้าใจ และสามารถนำความรู้
ไปประยุกต์ได้ในเนื้อหาเกี่ยวกับ ทฤษฎีบทพีทาโกรัส ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับจำนวนจริง
การประยุกต์ของสมการเชิงตัวแปรเดียว และเส้นขนาน ดังนี้

ทฤษฎีบทพีทาโกรัส ความสัมพันธ์ตามทฤษฎีบทพีทาโกรัส ทฤษฎีบทพีทาโกรัส
และบทกลับ

ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับจำนวนจริง ความรู้ และความเกี่ยวข้องระหว่างจำนวนเต็ม
จำนวนตรรกยะและจำนวน อตรรกยะ รากที่สองและรากที่สามของจำนวนจริง การหาราก
ของจำนวนเต็ม และจำนวนตรรกยะ เศษส่วนในรูปทศนิยมซ้ำ ทศนิยมซ้ำในรูปเศษส่วน
ความสมเหตุสมผลของคำตอบ

การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว การแก้สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว โดยใช้สมบัติการเท่ากัน การแก้โจทย์สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว

เส้นขนาน สมบัติของเส้นขนานและเงื่อนไขที่ทำให้เส้นตรงสองเส้นขนานกัน รูปสามเหลี่ยมสองรูปที่เท่ากันทุกประการ โดยความสัมพันธ์แบบ มุม - มุม - ด้าน การนำสมบัติเกี่ยวกับเส้นขนานและความเท่ากันของรูปสามเหลี่ยมไปใช้ในการให้เหตุผลและแก้ปัญหา

กิจกรรมเสริมสร้างทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ การใช้ความรู้และทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์แก้ปัญหาในสถานการณ์ต่าง ๆ การใช้ภาษาหรือสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ ในการสื่อสาร สื่อความหมาย และนำเสนอ การเชื่อมโยงความรู้เนื้อหาทางคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ อย่างสร้างสรรค์ และตระหนักถึงความสมเหตุสมผลของคำตอบที่ได้ โดยจัดประสบการณ์หรือสถานการณ์ที่ใกล้ตัวผู้เรียน ได้ศึกษาค้นคว้า ปฏิบัติจริง ทดลอง สรุป รายงาน เพื่อพัฒนาทักษะ/ กระบวนการในการคิดคำนวณ การแก้ปัญหา การให้เหตุผล การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ สามารถเชื่อมโยงประสบการณ์ด้านความรู้ต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์ และเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ และนำประสบการณ์ด้านความรู้ ความคิด ทักษะ/ กระบวนการที่ได้ไปใช้ในการเรียนรู้สิ่งต่าง ๆ และในชีวิตประจำวันอย่างสร้างสรรค์ รวมทั้งเห็นคุณค่าและมีเจตคติที่ดีต่อคณิตศาสตร์ สามารถทำงานอย่างเป็นระบบ ระเบียบ รอบคอบ มีความรับผิดชอบ มีวิจารณญาณและเชื่อมั่นในตนเอง

โครงสร้างรายวิชา ค 22102 (คณิตศาสตร์พื้นฐาน 4)

ผู้วิจัยได้ศึกษามาตรฐานการเรียนรู้/ ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 2 รายวิชา ค 22102 (คณิตศาสตร์พื้นฐาน 4) โรงเรียนโพธิสัมพันธ์พิทยาคาร จังหวัดชลบุรี มีรายละเอียด ดังตารางที่ 2 - 4

ตารางที่ 2 - 4 หน่วยการเรียนรู้ ตัวชี้วัด และสาระการเรียนรู้ จำนวนชั่วโมง

| หน่วย การเรียนรู้ที่ | ชื่อหน่วยการเรียนรู้ | ตัวชี้วัด | สาระการเรียนรู้ | เวลา (ชั่วโมง) |
|-------------------------|--|--|--|-------------------|
| 1 | ทฤษฎีบทพีทาโกรัส | ค 3.2 ม 2/2 ใช้ทฤษฎีบทพีทา โกรัสและบทกลับ ในการให้เหตุผล และแก้ปัญหา | 1. สมบัติของรูปสามเหลี่ยม มุมฉาก 2. ความสัมพันธ์ตามทฤษฎี บทพีทาโกรัส 3. ทฤษฎีบทพีทาโกรัส และบทกลับ 4. การนำไปใช้ | 15 |
| 2 | ความรู้เบื้องต้น เกี่ยวกับจำนวนจริง | ค 1.1 ม 2/1 เขียนเศษส่วนในรูป ทศนิยมและเขียนทศนิยมซ้ำ ในรูปเศษส่วน ค 1.1 ม 2/2 จำแนกจำนวนจริง ที่กำหนดให้ และยกตัวอย่าง จำนวนตรรกยะและจำนวน อตรรกยะ ค 1.1 ม 2/3 อธิบายและระบุราก ที่สอง และรากที่สาม ของจำนวนจริง ค 1.2 ม 2/2 ใช้ความรู้เกี่ยวกับ อัตราส่วน สัดส่วน และ ร้อยละในการแก้ โจทย์ปัญหา | 1. เศษส่วนและทศนิยม 2. จำนวนตรรกยะ และจำนวนอตรรกยะ 3. รากที่สองและรากที่สาม ของจำนวนจริง 4. รากที่สองและรากที่สาม ของจำนวนเต็ม โดยการแยกตัวประกอบ และนำไปใช้ 5. ความสัมพันธ์ของ การยกกำลังกับ การหาของจำนวนจริง | 14 |

ตารางที่ 2 - 4 (ต่อ)

| หน่วย การเรียนรู้ที่ | ชื่อหน่วยการเรียนรู้ | ตัวชี้วัด | สาระการเรียนรู้ | เวลา (ชั่วโมง) |
|-------------------------|--|--|---|-------------------|
| 3 | การประยุกต์ของ สมการเชิงเส้น ตัวแปรเดียว | ค 4.2 ม 2/1 แก้โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับ สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว พร้อมทั้งตระหนักถึง ความสมเหตุสมผลของ คำตอบ | 1. ประโยคภาษา และ ประโยคสัญลักษณ์ 2. คำตอบของสมการ 3. การแก้สมการ เชิงเส้นตัวแปรเดียว 4. โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับ สมการเชิงเส้น ตัวแปรเดียว | 17 |
| 4 | เส้นขนาน | ค 3.2 ม 2/1 ใช้สมบัติเกี่ยวกับ ความเท่ากันทุกประการของ รูปสามเหลี่ยมและสมบัติ ของเส้นขนานในการให้ เหตุผลและแก้ปัญหา | 1. เส้นขนานและมุมภายใน 2. เส้นขนานและมุมแย้ง 3. เส้นขนาน และ มุมภายนอกกับมุมภายใน 4. รูปสามเหลี่ยม และ เส้นขนาน | 14 |
| 5 | กิจกรรมเสริม สร้างทักษะ กระบวนการ ทางคณิตศาสตร์ | ค 6.1 ม 2/1 ใช้วิธีการที่หลากหลาย แก้ปัญหา ค 6.1 ม 2/2 ใช้ความรู้ ทักษะ และกระบวนการทาง คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยี ในการแก้ปัญหา ในสถานการณ์ต่าง ๆ ได้อย่างเหมาะสม ค 6.1 ม 2/3 ให้เหตุผลประกอบ การตัดสินใจ และสรุปผล ได้อย่างเหมาะสม | การใช้ความรู้ และ ทักษะกระบวนการ ทางคณิตศาสตร์แก้ปัญหา ในสถานการณ์ต่าง ๆ การใช้ ภาษาหรือสัญลักษณ์ทาง คณิตศาสตร์ในการสื่อ ความหมายและนำเสนอ การเชื่อมโยงความรู้เนื้อหา ทางคณิตศาสตร์กับศาสตร์ อื่น ๆ อย่างสร้างสรรค์ และตระหนักถึง ความสมเหตุสมผล ของคำตอบ | - |

ตารางที่ 2 - 4 (ต่อ)

| หน่วย การเรียนรู้ที่ | ชื่อหน่วยการเรียนรู้ | ตัวชี้วัด | สาระการเรียนรู้ | เวลา (ชั่วโมง) |
|-------------------------|----------------------|--|-----------------|-------------------|
| | | ก 6.1 ม 2/4 ใช้ภาษาและสัญลักษณ์ ทางคณิตศาสตร์ในการ สื่อสาร การสื่อความหมาย และการนำเสนอได้ อย่างถูกต้อง และชัดเจน | | |
| | | ก 6.1 ม 2/5 เชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ ในคณิตศาสตร์ และนำความรู้ หลักการ กระบวนการ ทางคณิตศาสตร์ไปเชื่อมโยง กับศาสตร์อื่น ๆ | | |
| | | ก 6.1 ม 2/6 มีความคิดริเริ่ม สร้างสรรค์ | | |

จากการศึกษาโครงสร้างรายวิชา ค 22102 คณิตศาสตร์พื้นฐาน 4 โรงเรียน
โพธิ์สัมพันธ์พิทยาคาร ซึ่งประกอบด้วย หน่วยการเรียนรู้ ตัวชี้วัด สาระการเรียนรู้ และ
จำนวนชั่วโมง แสดงดังตารางข้างต้น ผู้วิจัยได้เลือกใช้นิยามสาระคณิตศาสตร์หน่วยการเรียนรู้
เรื่อง เส้นขนาน โดยมีตัวชี้วัด และสาระการเรียนรู้ ดังตารางที่ 2 - 5

ตารางที่ 2 - 5 หน่วยการเรียนรู้ ตัวชี้วัด และสาระการเรียนรู้ที่ใช้ในการวิจัย

| หน่วยการเรียนรู้ | ตัวชี้วัด | สาระการเรียนรู้ | จำนวน ชั่วโมง |
|--|--|---|---------------|
| เส้นขนาน | ค 3.2 ม 2/1 ใช้สมบัติเกี่ยวกับ ความเท่ากันทุกประการของ รูปสามเหลี่ยมและสมบัติของ เส้นขนานในการให้เหตุผล และแก้ปัญหา | 1. เส้นขนานและมุมภายใน 2. เส้นขนานและมุมแย้ง 3. เส้นขนานและมุมภายนอก กับมุมภายใน 4. รูปสามเหลี่ยมและเส้นขนาน | 14 |
| กิจกรรม เสริมสร้างทักษะ กระบวนการ ทางคณิตศาสตร์ | ค 6.1 ม 2/3 ให้เหตุผลประกอบ การตัดสินใจ และสรุปผล ได้ อย่างเหมาะสม | การใช้ความรู้และทักษะ กระบวนการทางคณิตศาสตร์ แก้ปัญหาในสถานการณ์ต่าง ๆ การใช้ภาษาหรือสัญลักษณ์ ทางคณิตศาสตร์ในการสื่อ ความหมายและนำเสนอ การเชื่อมโยงความรู้เนื้อหา ทางคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ อย่างสร้างสรรค์ และตระหนัก ถึงความสมเหตุสมผลของ คำตอบ | - |

การจัดการเรียนรู้แบบค้นพบ

การจัดการเรียนรู้แบบค้นพบ เป็นการจัดการสอนที่เกี่ยวข้องกับทฤษฎีการเรียนรู้ของนักจิตวิทยาคนสำคัญในกลุ่มพุทธินิยม (Cognitivism) เช่น บรูเนอร์ (Bruner) และออสเชเบล (Ausubel) นักจิตวิทยาคนกลุ่มนี้เชื่อว่าความรู้มิใช่ผลผลิตแต่เป็นกระบวนการคิดและคิดอย่างมีเหตุผล ไม่ใช่การท่องจำ ดังนั้นการสอนของครู จึงควรเน้นกระบวนการที่ทำให้คิด (อ้างถึงใน สุรางค์ โคว์ตระกูล, 2541, หน้า 121) ซึ่งจะทำให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการแสวงหาความรู้ และเกิดการค้นพบความรู้ได้ในที่สุด

1. ความหมายของการจัดการเรียนรู้แบบค้นพบ

นักการศึกษาได้ให้ความหมายการจัดการเรียนรู้แบบค้นพบดังนี้

Bruner (1960, p. 138) ได้ให้ความหมายของการจัดการเรียนรู้แบบค้นพบว่าเป็นกระบวนการหรือวิธีการแก้ปัญหาที่มากกว่าจะเป็นผลหรือเป็นหัวข้อความรู้เฉพาะอย่างใดอย่างหนึ่งตามแนวคิดของเขา กระบวนการค้นพบคือความสามารถในการหาข้อสรุปจากแบบฝึกหัดการแก้ปัญหา การฝึกการตั้งคำถามและการทดสอบสมมติฐาน การเรียนรู้โดยวิธีการค้นพบจึงเป็นการเรียนเพื่อการค้นพบ (Learning to discovery) และการสอนด้วยวิธีค้นพบเป็นการสอนซึ่งให้เด็กได้พบกับปัญหาหรือสถานการณ์ที่เด็กคุ้นเคย และให้เด็กได้ค้นพบวิธีการหรือแก้ปัญหานั้น

Lowry (1965, p. 27) ได้ให้ความหมายของการจัดการเรียนรู้แบบค้นพบว่าเป็นวิธีการสอนที่ต้องการให้นักเรียนได้ผ่านการวิเคราะห์อย่างมีเหตุผลด้วยตัวของนักเรียนเอง

บุญชม ศรีสะอาด (2545, หน้า 65) ได้ให้ความหมายของการจัดการเรียนรู้แบบค้นพบว่าเป็นวิธีการจัดการเรียนรู้ที่นักเรียนค้นพบคำตอบ หรือความรู้ด้วยตนเอง คำว่าค้นพบความรู้ไม่ได้หมายถึงว่านักเรียนค้นพบความรู้หรือคำตอบนั้นเป็นคนแรก สิ่งที่ค้นพบนั้นมีผู้ค้นพบมาก่อนแล้ว และนักเรียนก็ค้นพบความรู้หรือคำตอบนั้นด้วยตนเอง ไม่ใช่ทราบจากการบอกเล่าของคนอื่น หรือจากการอ่านคำตอบที่ผู้เขียนไว้ ในการใช้วิธีการเรียนรู้แบบนี้ครูสร้างสถานการณ์ในรูปที่นักเรียนเผชิญกับปัญหา ในการแก้ปัญหานั้นนักเรียนใช้ข้อมูลและปฏิบัติในลักษณะตรงกับธรรมชาติของวิชาและปัญหานั้น

สุวิทย์ มูลคำ (2549, หน้า 29) ได้ให้ความหมายของการจัดการเรียนรู้แบบค้นพบว่าเป็นกระบวนการการเรียนรู้ที่เน้นให้นักเรียนค้นหาคำตอบ หรือความรู้ด้วยตนเอง โดยครูเป็นผู้สร้างสถานการณ์ในลักษณะที่นักเรียนเผชิญกับปัญหา ซึ่งในการแก้ปัญหานั้นนักเรียนได้ใช้กระบวนการที่ตรงกับธรรมชาติของวิชาหรือปัญหานั้น ๆ

ทิศนา ขัมมณี (2550, หน้า 145) ได้ให้ความหมายของการจัดการเรียนรู้แบบค้นพบว่าเป็นการจัดสภาพการณ์ของการเรียนการสอนที่ผู้สอนเปิดโอกาสให้นักเรียนดำเนินการศึกษาค้นหาความรู้ด้วยตนเอง นักเรียนสามารถเลือกหัวข้อ เนื้อหา วิธีการ และสื่อการเรียนการสอนได้ตามความสนใจ โดยมีครูช่วยส่งเสริมให้นักเรียนเรียนรู้ด้วยตนเอง และช่วยให้คำปรึกษาแนะนำตามความสมัครใจให้นักเรียนเกิดความใฝ่รู้ ช่วยพัฒนาทักษะในการเรียนรู้พัฒนาตนเองและช่วยให้คำปรึกษาแนะนำตามความเหมาะสมเกี่ยวกับการหาความรู้ วิธีการศึกษาค้นคว้าหาความรู้ การวิเคราะห์และสรุปข้อความรู้

วารภรณ์ สีนถาวร (2552, หน้า 88) ได้ให้ความหมายของการจัดการเรียนรู้แบบค้นพบว่าเป็นการเรียนรู้แนวคิดหลักด้วยตัวนักเรียนเอง โดยส่วนใหญ่ใช้การค้นพบในสถานการณ์ที่ต้องแก้ปัญหา นักเรียนใช้ประสบการณ์เดิมบวกกับความรู้ใหม่ที่ได้จากการค้นพบเพื่อสร้างองค์ความรู้ได้ด้วยตนเอง

จากความหมายของการจัดการเรียนรู้แบบค้นพบดังกล่าวข้างต้น สรุปได้ว่าเป็นการจัดกิจกรรมที่มุ่งเน้นให้นักเรียนเป็นผู้ค้นพบคำตอบ ความรู้หรือข้อสรุปผ่านการวิเคราะห์อย่างมีเหตุผลด้วยตัวของนักเรียนเอง โดยครูเป็นผู้ตั้งคำถาม ปัญหา หรือสถานการณ์ให้นักเรียนเผชิญปัญหา

2. หลักการจัดการเรียนรู้แบบค้นพบ

นักการศึกษาได้กล่าวถึงหลักการจัดการเรียนรู้แบบค้นพบ ดังนี้

Lardizabal (1969, p. 153) กล่าวถึง หลักการจัดการเรียนรู้แบบค้นพบดังนี้

1. กระบวนการจัดการเรียนรู้แบบค้นพบ เริ่มจากการนำความรู้เดิมที่มีอยู่แล้วมาวิเคราะห์เพื่อนำไปสู่ความรู้ใหม่ ๆ ที่เป็นรูปธรรม
2. จัดห้องเรียนให้เป็นลักษณะของห้องทดลอง
3. นักเรียนเรียนรู้จากการสังเกตและสร้างประสบการณ์
4. นักเรียนค้นพบความสัมพันธ์ เชื่อมโยงความรู้เดิมกับความรู้ใหม่ จนสามารถสรุปแนวคิดหรือหลักเกณฑ์ต่าง ๆ ได้ด้วยตนเอง

5. การเรียนแบบค้นพบสามารถจัดเป็นแบบรายบุคคล หรือแบบเป็นกลุ่มก็ได้

6. วิธีการเรียนรู้แบบค้นพบของนักเรียนคล้ายกับวิธีการทางวิทยาศาสตร์

สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ (2545, หน้า 117) ระบุหลักการจัดการเรียนรู้แบบค้นพบ ดังนี้

1. ผู้เรียนต้องมีแรงจูงใจ (Self - motivation) และมีความอยากรู้ อยากเห็น อยากค้นพบสิ่งที่อยู่รอบตนเอง
2. โครงสร้างของบทเรียน (Structure) ต้องจัดบทเรียนให้เหมาะสมกับวัยผู้เรียน
3. การจัดลำดับความยาก (Sequence) โดยให้คำนึงถึงพัฒนาการทางสติปัญญาของผู้เรียน
4. แรงเสริมด้วยตนเอง (Self - reinforcement) ครูควรให้ผลย้อนกลับแก่ผู้เรียน เพื่อให้ทราบว่าทำผิดหรือทำถูก เป็นการสร้างแรงเสริมด้วยตนเอง

ทิสนา เขมมณี (2550, หน้า 145) กล่าวถึง หลักการจัดการเรียนรู้แบบค้นพบว่า นักเรียนทุกคนมีความสนใจใฝ่รู้อยู่เป็นธรรมชาติ หากได้รับการส่งเสริมให้รับผิดชอบ การเรียนรู้

ของตน และได้รับการฝึกฝนทักษะที่จำเป็นต่อการศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง นักเรียนสามารถเรียนรู้ในสิ่งที่ตนเองสนใจได้ตลอดชีวิต

สุรางค์ ไคว่ตระกูล (2554, หน้า 322) กล่าวถึง หลักการจัดการเรียนรู้แบบค้นพบดังนี้

1. การจัดการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพจะเกิดขึ้น ได้เมื่อครูมีปฏิสัมพันธ์ที่ดีกับนักเรียน ครูมีหน้าที่สำคัญที่จะจัดสิ่งแวดล้อมในห้องเรียน เพื่อให้ให้นักเรียนมีโอกาสที่จะสำรวจค้นพบ และควรหาโอกาสสนับสนุนให้นักเรียนมีความมั่นใจในตนเอง ความสัมพันธ์ระหว่างครู และนักเรียนมีอิทธิพลต่อแรงจูงใจที่จะเรียนของนักเรียน

2. การจัดโครงสร้างของบทเรียน (Structure) จะต้องจัดบทเรียนให้เหมาะสมกับวัยนักเรียน และธรรมชาติของบทเรียนแต่ละหน่วย ครูควรแนะแนวทางให้นักเรียนเห็นหรือค้นพบ ความสัมพันธ์ของสิ่งที่นักเรียนต้องการจะเรียนรู้ซึ่งเป็นสิ่งสำคัญ

3. การจัดลำดับความยากง่าย (Sequence) ของบทเรียนอย่างมีประสิทธิภาพ โดยมีการคำนึงถึงพัฒนาการทางสติปัญญาของผู้เรียน ซึ่งมีลำดับขั้นขึ้นกับสิ่งแวดล้อม วัฒนธรรม ของนักเรียนแต่ละคน ทั้งนี้อาจจะทำให้ช้าหรือเร็วได้ ซึ่งลำดับขั้นของวิธีการที่ใช้เพื่อเกิดการเรียนรู้ มี 3 วิธีการ คือ

3.1 การเรียนรู้ด้วยการกระทำ (Enactive mode of learning) เป็นการเรียนรู้ที่นักเรียนได้รับประสบการณ์โดยตรงจากการจับต้อง สำรวจสิ่งแวดล้อม วิธีการนี้มักจะเป็นวิธีที่เด็กเล็ก ใช้สำหรับผู้ใหญ่จะใช้วิธีการเรียนรู้แบบนี้ในการเรียนทักษะ โดยการสังเกตต้นแบบ หรือ ใช้การเลียนแบบ

3.2 การเรียนรู้โดยการใช้รูปภาพหรือวาดภาพในใจ (Iconic mode of learning) ซึ่งสำหรับเด็กโตหรือผู้ใหญ่อาจใช้โทรทัศน์ สไลด์ หรือภาพยนตร์

3.3 การเรียนรู้โดยใช้สัญลักษณ์ (Symbolic mode of learning) เป็นการเรียนรู้ โดยการใช้ภาษาเป็นสื่อ จากการฟัง การอ่าน และการเขียน

4. แรงเสริมด้วยตนเอง (Self - reinforcement) บรูเนอร์ถือว่าแรงเสริมด้วยตนเอง มีความหมายต่อผู้เรียนมากกว่าแรงเสริมภายนอก (Extrinsic reinforcement) ครูควรให้ข้อมูล ย้อนกลับแก่นักเรียนว่าทำถูกหรือผิด แต่ไม่ควรเน้นแต่การทำถูก ถือว่าการทำผิดก็เป็นส่วนหนึ่ง ของการเรียนรู้ ควรจะสอนให้นักเรียนตั้งความคาดหวังที่เป็นจริงได้ และเหมาะสมกับความสามารถ ของตน

จากหลักการจัดการเรียนรู้แบบค้นพบดังกล่าวข้างต้น สรุปได้ว่า หลักการจัดการเรียนรู้ แบบค้นพบ มุ่งเน้นให้นักเรียนเป็นผู้ค้นพบคำตอบ ความรู้หรือข้อสรุปผ่านการวิเคราะห์ห้อย่าง มีเหตุผลด้วยตัวของนักเรียนเอง

3. จุดประสงค์การจัดการเรียนรู้แบบค้นพบ

นักการศึกษาได้กำหนดจุดประสงค์การจัดการเรียนรู้แบบค้นพบ ดังนี้

พจนานุกรม (2550, หน้า 8) กล่าวถึง จุดประสงค์ของการจัดการเรียนรู้แบบค้นพบ

ดังนี้

1. เพื่อให้ให้นักเรียนได้เรียนรู้กระบวนการในการค้นพบ และเกิดความคิดสร้างสรรค์
2. เพื่อให้ให้นักเรียนรู้จักการสังเกต เปรียบเทียบ และพิจารณาหาข้อสรุปได้ด้วยตนเอง
3. เพื่อให้ให้นักเรียนรู้จักทำงานร่วมกัน และสามารถหาข้อสรุปได้

ชินิสรา สารคำ (2552, หน้า 2) กล่าวถึง จุดประสงค์ของการจัดการเรียนรู้แบบค้นพบ

ดังนี้

1. เพื่อให้ให้นักเรียนได้เรียนรู้กระบวนการในการค้นพบ ตลอดจนกิจกรรมบางประการในการเรียนซึ่งนักเรียนสามารถคิดออกมาด้วยตนเอง
2. เพื่อให้ให้นักเรียนได้ฝึกกลวิธีในการแก้ปัญหา วิเคราะห์ปัญหา ตลอดจนรู้จักค้นคว้าหาความรู้ด้วยตนเอง
3. เพื่อช่วยให้นักเรียนได้เพิ่มความสามารถในการวิเคราะห์ สังเคราะห์ และประเมินข้อเท็จจริง
4. เพื่อช่วยให้นักเรียนเกิดความสนใจ และพอใจในความสามารถของตนที่ค้นพบ
5. เพื่อช่วยกระตุ้นให้นักเรียนอย่างมีประสิทธิภาพ เพื่อพัฒนาเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียน

สุรางค์ ไคว์ตระกูล (2554, หน้า 320) กล่าวถึง จุดประสงค์ของการจัดการเรียนรู้แบบค้นพบ ดังนี้

1. ส่งเสริมให้นักเรียนค้นพบคุณค่าของความสามารถของตนเอง ที่จะทดลองแก้ปัญหา ด้วยการตั้งสมมติฐานหาคำตอบที่จะแก้ปัญหาได้ แม้ว่าการทดลองครั้งแรกจะดูเหมือนกับว่าจะไม่ถูกก็ตาม
 2. ส่งเสริมให้นักเรียนมั่นใจในตนเอง ในความสามารถของตนเองที่จะแก้ปัญหาวิธีการที่จะช่วยก็คือ ช่วยให้นักเรียนเข้าใจวิธีการแก้ปัญหาที่ถูกต้อง ช่วยให้วิธีการแก้ปัญหของนักคณิตศาสตร์หรือวิธีที่นักประวัติศาสตร์ได้ค้นหาคำความจริงได้
 3. ส่งเสริมให้นักเรียนเป็นผู้ที่ตั้งปัญหาหรือสามารถมองเห็นปัญหา เป็นผู้ที่สามารถแก้ปัญหา และสามารถดูแล ควบคุมและประเมินวิธีการใช้แก้ปัญหาผิดถูก ใช้ได้ หรือใช้ไม่ได้
- อย่างไร

4. ส่งเสริมให้นักเรียนรู้จักใช้ความคิดอย่างมีประสิทธิภาพ และใช้เวลาประหยัด โดยครูควรจะช่วยให้นักเรียนรู้จักค้นคิดความหมายที่แท้จริง และสิ่งที่ตนเผชิญอยู่ไม่ว่าด้วยการอ่านหรือการฟัง ไม่ยอมรับอะไรง่าย ๆ หรือผิวเผิน

5. ส่งเสริมให้นักเรียนพัฒนาการใช้สติปัญญาอย่างตรงไปตรงมา นักเรียนควรจะไม่แสดงความคิดเห็นในเรื่องที่ตนเห็นว่าถูก หรือผิด ไม่ไช่ยอมรับความคิดเห็นของผู้อื่น เพราะความอยากเอาใจหรือความอยากที่จะมีเพื่อนและมีความรักมาก ๆ

จากจุดประสงค์การจัดการเรียนรู้แบบค้นพบดังกล่าวข้างต้นสรุปได้ว่า การจัดการเรียนรู้แบบค้นพบมีจุดประสงค์ เพื่อฝึกนักเรียนได้เรียนรู้กระบวนการการค้นพบ รู้จักการสังเกต เปรียบเทียบ และ ฝึกนักเรียนให้มั่นใจในความสามารถของตนเองกล้าแสดงความคิดเห็น ตลอดจนพิจารณาข้อสรุปได้ด้วยตนเอง

4. ลักษณะการจัดการเรียนรู้แบบค้นพบ

นักการศึกษาได้ให้รายละเอียดของลักษณะการจัดการเรียนรู้แบบค้นพบ ดังนี้ Arthur (1993, p. 217) กล่าวถึง ลักษณะการจัดการเรียนรู้แบบค้นพบออกเป็น 5 ลักษณะ ดังนี้

1. การค้นพบด้วยความบังเอิญ (Fortuitous discovery) การค้นพบชนิดนี้เริ่มต้นโดยเด็กหรือผู้ใหญ่ ครูไม่ชี้แนะเลยไม่ว่ากรณีใด ๆ เกิดขึ้นเมื่อนักเรียนค้นพบโดยบังเอิญว่าภายในโรงเรียนมีบางอย่างซึ่งได้พบและทำให้เกิดคำถาม อาจเกิดขึ้นในรายวิชาที่มีการจัดการเรียนรู้ในโรงเรียน การค้นพบชนิดนี้บางที่เป็นชนิดที่ทำให้แรงจูงใจสูงที่สุด

2. การค้นพบด้วยปัจจัยที่ถูกจัดเตรียมให้ (Free and exploratory discovery) การค้นพบชนิดนี้ ครูเตรียมอุปกรณ์และกำหนดสถานการณ์ให้ไม่มีการซักถาม แต่ใช้อุปกรณ์กำหนดแทนที่กำหนดแทน

3. การค้นพบโดยการแนะแนวทาง (Guided discovery) การค้นพบชนิดนี้ ครูเตรียมคำถามเริ่มต้น บางครั้งอาจต้องมีอุปกรณ์ด้วย คำถามเป็นไปในทำนอง “ท่านทำอะไรด้วยสิ่งนี้ได้บ้าง” หรือ “ท่านพบอะไรบ้างเกี่ยวกับสิ่งนี้” สิ่งเหล่านี้เป็นสถานการณ์ที่เปิดมากจริง ๆ หรืออาจแนะนำมากกว่านี้ เช่น “อะไรจะเกิดขึ้นถ้า...”

4. การค้นพบโดยการแนะนำ (Directed discovery) กรณีนี้ครูชี้แนะแนวทางการค้นพบ โดยตลอดด้วยการใช้คำถาม ครูถามคำถามเมื่อนักเรียนต้องการ ครูอาจเดินจากกลุ่มหนึ่งไปอีกกลุ่มหนึ่งเพื่อถามนักเรียนหากจำเป็น

5. การค้นพบโดยใช้โปรแกรม (Programmed discovery) มีลักษณะคล้ายการเรียนแบบโปรแกรมประกอบด้วยบัตรงาน ซึ่งมักขึ้นต้นด้วย “ท่านจะต้อง...ทำอย่างนั้นทำอย่างนี้...” ตั้งแต่ต้นจนจบ

Carin (1993, p. 205) กล่าวถึง ลักษณะการจัดการเรียนรู้แบบค้นพบออกเป็น 2 ลักษณะ ดังนี้

1. การค้นพบจากการแนะแนวทาง (Guided discovery) เป็นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ครูพยายามดึงความรู้ที่มีอยู่ในตัวนักเรียนออกมาใช้ โดยอาศัยคำถามหรือการอธิบายที่ได้เตรียมไว้เป็นอย่างนี้ เพื่อนำเด็กไปสู่การค้นพบ การวิเคราะห์ ความคิดรวบยอดหรือหลักเกณฑ์ต่าง ๆ

2. การค้นพบอย่างแท้จริง (Pure discovery or unguided discovery) เป็นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ซึ่งครูคาดหวัง นักเรียนควรเข้าใจถึงความคิดรวบยอด การคิดวิเคราะห์ หรือหลักการต่าง ๆ ด้วยตนเอง โดยอาศัยการแนะนำบ้างเพียงเล็กน้อยหรือไม่ต้องแนะนำเลย ยกเว้นเกี่ยวกับคำศัพท์หรือข้ออ้างอิง

สุวิทย์ มูลคำ (2549, หน้า 30) กล่าวถึง ลักษณะการจัดการเรียนรู้แบบค้นพบ เป็น 2 ลักษณะ คือ

1. การค้นพบที่มีแนวทาง (Guide discovery method) เป็นวิธีการที่ครูนำนักเรียนเข้าสู่บทเนื้อหาโดยการใช้คำถามที่สร้างขึ้นอย่างเหมาะสม และอธิบายเพื่อให้ นักเรียน ได้ค้นพบความคิดรวบยอดหรือหลักการ

2. การค้นพบด้วยตนเอง (Pure discovery method) เป็นวิธีการที่คาดหวังว่านักเรียนมีความคิดไปสู่ความคิดรวบยอด และหลักการได้ด้วยตนเอง โดยไม่ต้องรับคำแนะนำจากครู กระบวนการเรียนรู้โดยให้นักเรียนค้นพบความรู้ด้วยตนเอง มีลักษณะให้นักเรียนลงมือคิดลงมือกระทำด้วยตนเองหลายเรื่องหลายด้าน สรุปความคิดรวบยอดที่หลากหลาย เป็นหลักการที่นักเรียนสร้างขึ้นได้เองและนำไปใช้ในโอกาสต่าง ๆ

จากลักษณะของการจัดการเรียนรู้แบบค้นพบสรุปได้ว่า ลักษณะของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบค้นพบ แบ่งได้หลากหลายลักษณะขึ้นอยู่กับผู้แบ่ง ซึ่งส่วนใหญ่สามารถแบ่งเป็น 2 ลักษณะ คือ 1) การค้นพบแบบแท้จริง คือการค้นพบด้วยตนเอง 2) การค้นพบโดยการชี้แนะ คือการค้นพบโดยการชี้แนะหรือการจัดกิจกรรมโดยครูใช้คำถามที่สร้างขึ้น ในงานวิจัยนี้ผู้วิจัยเลือกใช้การค้นพบโดยการชี้แนะเพื่อให้นักเรียนเป็นผู้ค้นพบข้อสรุป ความคิดรวบยอด การคิดวิเคราะห์ หรือหลักการต่าง ๆ

5. ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบค้นพบ

มีนักการศึกษาได้กำหนดขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบค้นพบ ดังนี้

Bruner (1960, p. 117) กล่าวถึง ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบค้นพบ ดังนี้

1. ให้นักเรียนเผชิญปัญหา ทำความเข้าใจปัญหา และมีความต้องการจะแก้ไข
2. ระบุปัญหาที่เผชิญให้ชัดเจน
3. กิดตั้งสมมติฐานคาดคะเนคำตอบของปัญหา
4. เก็บรวบรวมข้อมูล เพื่อใช้พิสูจน์สมมติฐานที่กำหนด
5. สรุปผลการค้นพบ

Lardizabal et al. (1970, p. 17) กล่าวถึง ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบค้นพบ ดังนี้

1. พิจารณาแยกแยะและสำรวจปัญหาเพื่อทำความเข้าใจปัญหา
2. ตั้งสมมติฐานที่จะใช้แก้ปัญหา
3. ทดลองและรวบรวมข้อมูลที่ใช้แก้ปัญหา
4. เลือกวิธีการแก้ปัญหาที่ทดลองแล้ว โดยทดสอบกับสมมติฐานที่ตั้งไว้
5. ตัดวิธีแก้ปัญหาที่ไม่อาจพิสูจน์ให้เห็นจริงได้ออกไป แล้วสรุปผลความเป็นจริง

วัฒนาพร ระจับทุกซ์ (2542, หน้า 17 - 18) กล่าวถึง ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบค้นพบ

ดังนี้

1. กำหนดประเด็นหรือข้อมูลที่จะให้นักเรียนศึกษา และข้อสรุปที่ให้นักเรียนสร้างขึ้น
2. จัดสื่อและกิจกรรมที่ช่วยให้นักเรียนได้ใช้ในการสรุปข้อความรู้
3. ให้นักเรียนเขียนข้อสรุปของเนื้อหา
4. ให้นักเรียนระบุลำดับของรูปแบบเหตุการณ์ที่ประกอบเป็นเนื้อหา
5. ให้นักเรียนวิเคราะห์ส่วนต่าง ๆ ของรูปแบบเหตุการณ์ และสรุปเป็นประโยค

ที่สมบูรณ์หนึ่งประโยค

6. ให้นักเรียนพิสูจน์ว่าการสรุปนั้นถูกต้อง

พจนา ทรัพย์สมาน (2550, หน้า 25 - 35) กล่าวถึง ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบค้นพบ

ดังนี้

1. ขึ้นจุดประกายความสนใจ เป็นกิจกรรมสร้างความรู้สึกรักอยากเรียน

ทำให้นักเรียนเห็นคุณค่าความสำคัญและประโยชน์ของสิ่งที่เรียน

2. ขึ้นวางแผนการเรียนรู้ เป็นขั้นตอนที่นักเรียนได้วางแผนการเรียนรู้ของตนเอง

โดยร่วมกันกำหนดขอบเขต แนวทาง วิธีการเรียนรู้ ประเด็นเนื้อหาย่อย แนวทางการบันทึก และสรุปผลการเรียนรู้พร้อมทั้งจัดทำเครื่องมือที่ใช้ในการเรียนรู้

3. ขั้นลงมือเรียนรู้ตามแผน เป็นขั้นตอนที่นักเรียนได้ลงมือศึกษาค้นคว้า ศึกษารวบรวม ข้อมูล ศึกษาปัญหา ศึกษาทดลอง ตามแผนที่วางไว้ เพื่อแสวงหาและค้นพบความรู้ ข้อคิดแนวทาง ปฏิบัติด้วยตนเอง

4. ขั้นนำเสนอข้อมูลสรุปความรู้ คือกิจกรรมที่นักเรียนได้นำข้อมูลข้อค้นพบที่ได้จากการเรียนรู้ มาร่วมกันวิเคราะห์ห่อภิปราย เปรียบเทียบเชื่อมโยงความสัมพันธ์ ประเมินค่า สรุปความคิดรวบยอด คุณค่าความสำคัญ แนวคิดแนวทางปฏิบัติในชีวิตประจำวัน และสรุปขั้นตอน กระบวนการเรียนรู้ของตนเอง

5. ขั้นจัดทำชิ้นงาน การที่นักเรียนนำความรู้ ข้อค้นพบ ข้อสรุปที่ได้จากการเรียนรู้ มานำเสนอในรูปแบบต่าง ๆ ตามความสนใจ

สุนีย์ เหมาะะประสิทธิ์ (2557, หน้า 203 - 204) กล่าวถึง ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ แบบค้นพบ ดังนี้

1. ขั้นสำรวจ (Exploration) เป็นขั้นที่มุ่งให้นักเรียนได้รู้ข้อความรู้ที่เป็นมโนทัศน์ หลักการ และทฤษฎี โดยครูใช้เทคนิคการตั้งคำถามประกอบการบรรยายและอภิปราย หรือให้นักเรียนศึกษาเอกสารประกอบการเรียนและปฏิบัติกิจกรรม

2. ขั้นสืบเสาะหาข้อมูล (Inquiry and acquisition) เป็นขั้นที่มุ่งให้นักเรียนแสวงหา ความรู้ด้วยกระบวนการกลุ่มเพื่อระดมสมอง ร่วมคิดและร่วมปฏิบัติเพื่อกระจำหรือเกิดความเข้าใจ ที่คงทนในข้อมูลนั้น ๆ

3. ขั้นค้นพบและประยุกต์ใช้ (Discovery and application) เป็นขั้นที่มุ่งให้นักเรียน ได้นำข้อความรู้ที่เข้าใจแล้ว ไปประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ใหม่หรือไปใช้ในการแก้ปัญหา ขั้นนี้ มุ่งพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ ความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสมเหตุสมผล และความสามารถ ในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์

ผู้วิจัยได้แสดงการสังเคราะห์ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบค้นพบของ Bruner (1960); Lardizabal et al. (1970); วัฒนาพร ระงับทุกข์ (2542); พจนา ทรัพย์สमान (2550) และสุนีย์ เหมาะะประสิทธิ์ (2557) เป็น 5 ขั้นตอน ดังตารางที่ 2 - 6

ตารางที่ 2 - 6 ตารางแสดงการวิเคราะห์ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบค้นพบ

| ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบค้นพบ | | | | การจัดการเรียนรู้แบบค้นพบ ของผู้วิจัย |
|--|--|--|--|---|
| Bruner (1960) | Lardizabal et al. (1970) | พจนานา ทรัพย์สมาน (2550) | สุนีย์ เหมาะะประสิทธิ์ (2557) | |
| 1. ให้นักเรียนเผชิญปัญหา ทำความเข้าใจปัญหา และมีความต้องการ จะแก้ไข | | 1. ขั้นจุดประกายความสนใจ เป็นกิจกรรมสร้างความรู้สึก อยากรู้อยากเรียน | 1. ขั้นสำรวจ เป็นขั้นที่มุ่งให้ นักเรียนได้รู้ข้อความรู้ หรือให้นักเรียนศึกษา เอกสารประกอบการเรียน และปฏิบัติกิจกรรม | 1. ขั้นเผชิญกับสถานการณ์ปัญหา เป็นขั้นที่นักเรียนศึกษาดูสถานการณ์ ปัญหาเกี่ยวกับคณิตศาสตร์ที่ครู นำเสนอจากเอกสารประกอบการเรียน และการเรียนและสร้างความสนใจ ให้แก่ นักเรียน เพื่อนำเข้าสู่ บทเรียนใหม่ |
| 2. ระบุปัญหาที่เผชิญ ให้ชัดเจน | 1. พิจารณาแยกแยะ และ สำรวจปัญหาเพื่อทำ ความเข้าใจปัญหา | 2. ขั้นวางแผนการเรียนรู้ เป็นขั้นตอนที่นักเรียน ได้วางแผนการเรียนรู้ ของตนเอง | | 2. ขั้นสำรวจ เป็นขั้นที่ให้นักเรียน พิจารณา แยกแยะ สำรวจ วิเคราะห์ สถานการณ์ปัญหา และระบุว่า โจทย์ต้องการให้หาสิ่งใด |
| 3. คิดตั้งสมมติฐานคาดคะเน คำตอบของปัญหา | 2. ตั้งสมมติฐานที่จะใช้ แก้ปัญหา | | | |

ตารางที่ 2 - 6 (ต่อ)

| ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบค้นพบ | | | | |
|---|--|---|--|---|
| Bruner (1960) | Lardizabal et al. (1970) | พจนานา ทรัพย์สมาน (2550) | สุนีย์ เหมาะะประสิทธิ์ (2557) | การจัดการเรียนรู้แบบค้นพบ ของผู้วิจัย |
| 4. เก็บรวบรวมข้อมูล เพื่อใช้ พิสูจน์สมมติฐานที่กำหนด | 3. ทดลองและรวบรวมข้อมูล ที่ใช้แก้ปัญหา 4. เลือกวิธีการแก้ปัญหา ที่ทดลองแล้ว โดยทดสอบ กับสมมติฐานที่ตั้งไว้ | 2. ขั้นลงมือเรียนรู้ตามแผน เป็นขั้นตอนที่นักเรียน ได้ลงมือศึกษาค้นคว้า ศึกษา รวบรวมข้อมูล ศึกษาปัญหา ศึกษาทดลอง ตามแผน ที่วางไว้ เพื่อแสวงหา และค้นพบความรู้ | 2. ขั้นสืบเสาะหาข้อมูล เป็นขั้นที่มุ่งให้นักเรียน แสวงหาความรู้ ด้วยกระบวนการกลุ่ม | 3. ขั้นค้นพบ เป็นขั้นที่นักเรียน แต่ละคนศึกษาค้นคว้าความรู้ รวบรวมข้อมูล ทดลอง และ หาคำตอบหรือสร้างข้อสรุป ด้วยตนเอง |
| 5. สรุปผลการค้นพบ | 5. ตัดวิธีแก้ปัญหา แล้วสรุป ผลความเป็นจริง | 4. ขั้นนำเสนอข้อมูล สรุปความรู้ คือ กิจกรรมที่นักเรียนได้นำ ข้อมูลข้อค้นพบที่ได้จาก การเรียนรู้ มาร่วมกันวิเคราะห์ อภิปราย 5. ขั้นจัดทำชิ้นงาน การที่ นักเรียนนำความรู้ ข้อค้นพบ ข้อสรุปที่ได้จากการเรียนรู้ มานำเสนอในรูปแบบต่าง ๆ | 3. ขั้นค้นพบและประยุกต์ใช้ เป็นขั้นที่มุ่งให้นักเรียน ได้นำข้อความรู้ที่เข้าใจ แล้วไปประยุกต์ใช้ ในสถานการณ์ใหม่ | 4. ขั้นสรุปผล เป็นขั้นที่นักเรียน นำคำตอบ หรือข้อสรุปที่นักเรียน ค้นพบมาอภิปรายร่วมกัน 5. ขั้นนำไปใช้ เป็นขั้นที่นักเรียน นำสิ่งที่ได้จากการค้นพบ ไปประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ใหม่ ๆ |

จัดการเรียนรู้แบบค้นพบที่ผู้วิจัยสังเคราะห์ขึ้น ประกอบด้วย 5 ขั้นตอน ดังนี้

1. ขั้นเผชิญกับสถานการณ์ปัญหา เป็นขั้นที่นักเรียนศึกษาสถานการณ์ปัญหาเกี่ยวกับคณิตศาสตร์ที่ครูนำเสนอจากเอกสารประกอบการเรียนและสร้างความสนใจให้แก่นักเรียน เพื่อนำเข้าสู่บทเรียนใหม่
2. ขั้นสำรวจ เป็นขั้นที่ให้นักเรียนพิจารณา แยกแยะ สำรวจ วิเคราะห์สถานการณ์ปัญหา และระบุว่าโจทย์ต้องการให้หาสิ่งใด
3. ขั้นค้นพบ เป็นขั้นที่นักเรียนแต่ละคนศึกษาค้นคว้าความรู้ รวบรวมข้อมูล ทดลอง และหาคำตอบหรือสร้างข้อสรุปด้วยตนเอง
4. ขั้นสรุปผล เป็นขั้นที่นักเรียนนำคำตอบ หรือข้อสรุปที่นักเรียนค้นพบ มาอภิปรายร่วมกัน
5. ขั้นนำไปใช้ เป็นขั้นที่นักเรียนนำสิ่งที่ได้จากการค้นพบ ไปประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ใหม่ ๆ

6. บทบาทครูของการจัดการเรียนรู้แบบค้นพบ

มีนักการศึกษาได้กล่าวถึงบทบาทของครูในการจัดการเรียนรู้แบบค้นพบ ดังนี้

Bruner (1960, p. 179) กล่าวถึง บทบาทของครูในการจัดการเรียนรู้แบบค้นพบ ดังนี้

1. เตรียมคำถามไว้มาก ๆ สำหรับป้อนให้นักเรียน เพื่อจะนำนักเรียนไปสู่การค้นพบ
 2. หาวิธีกระตุ้น และช่วยให้นักเรียนคิดหาเหตุผล
 3. ส่งเสริมและให้โอกาสนักเรียนค้นหาคำตอบ และห้ามอธิบายถึงวิธีการหาคำตอบ
 4. ส่งเสริมให้นักเรียนคิดอย่างเสรี และให้โอกาสนักเรียนแสดงวิธีการของเขา
- ให้แก่เพื่อน ๆ ฟัง
5. แนะนำให้นักเรียนคิด และช่วยระดมความคิดใหม่กับความรู้เดิมของนักเรียน เข้าด้วยกัน

6. ช่วยเด็กขีดเคล้าข้อสรุป และกฎเกณฑ์ให้รัดกุมขึ้น

7. คอยดูแล และคอยเร่งเร้าให้นักเรียนเดินไปสู่แนวทางเดิม

โสภณ บำรุงสงฆ์ และสมหวัง ไตรตันวงศ์ (2539, หน้า 26) กล่าวถึง บทบาทของครูในการจัดการเรียนรู้แบบค้นพบ ดังนี้

1. เตรียมคำถาม ปัญหาไว้มาก ๆ สำหรับป้อนให้กับนักเรียน เพื่อที่นำนักเรียนไปสู่การค้นพบ
2. หาวิธีกระตุ้นและช่วยให้นักเรียนคิดเหตุผล
3. ส่งเสริมและให้โอกาสนักเรียนค้นหาคำตอบ และห้ามอธิบายถึงวิธีการหาคำตอบ

4. ส่งเสริมให้นักเรียนช่วยกันวิพากษ์ วิจารณ์คำตอบของกันและกัน เพื่อจะเป็นทางไปสู่คำตอบที่ต้องการ

5. ส่งเสริมให้นักเรียนคิดอย่างเสรี และให้โอกาสเด็กแสดงวิธีการคิดของเขาให้แก่เพื่อน ๆ ฟัง

6. ครูทำหน้าที่เป็นผู้ชี้แนะให้นักเรียนคิดและช่วยระดมความคิดใหม่กับความคิดเดิมของนักเรียนเข้าด้วยกัน

7. ช่วยนักเรียนจัดเวลาข้อสรุปและกฎเกณฑ์ให้รัดกุมยิ่งขึ้น

8. ทำหน้าที่คอยดูแล และคอยเร่งเร้าให้นักเรียนเดินไปสู่แนวทางเดิม

พรรณทิพย์ ม้ามณี (2540, หน้า 25) กล่าวถึง บทบาทของครูในการจัดการเรียนรู้แบบค้นพบ ดังนี้

1. ครูควรพุดให้นักเรียนคิดเอง
2. ครูคอยส่งเสริมให้นักเรียนตอบตลอดเวลา
3. ครูนำเอาคำตอบมาประยุกต์ทั้งถูกและผิดเสมอ
4. ครูควรปฏิบัติกับเด็กเหมือนคู่คิดคนหนึ่ง
5. ส่งเสริมการปฏิบัติต่อกันระหว่างนักเรียน

จากบทบาทครูของการจัดการเรียนรู้แบบค้นพบดังกล่าวข้างต้น สรุปได้ดังนี้

1. ใช้คำถามกระตุ้นให้นักเรียนคิดและพัฒนากระบวนการคิดรวบยอด
2. ให้นักเรียนแต่ละคนได้แสดงความคิดเห็น โดยการอธิบายวิธีหาคำตอบ
3. ครูต้องมีความรู้กว้างขวางพอที่จะสรุปความคิดเห็นของนักเรียนหลายคนหลอม

รวมให้เป็นหนึ่งเดียวที่ถูกต้อง โดยนักเรียนทุกคนมีส่วนร่วมในการสรุป

4. ครูต้องเตรียมชุดคำถามเพื่อเป็นแนวทางในการหาข้อสรุป
5. ให้โอกาสและเวลาแก่นักเรียนในการคิดอย่างเสรี
6. ครูเป็นผู้คอยอำนวยความสะดวกในการคิดของนักเรียน

คำถามระดับสูง

การใช้คำถามระดับสูงเป็นเทคนิคการสอนรูปแบบหนึ่งซึ่งมีนักการศึกษาต่างประเทศและนักการศึกษาไทยได้ศึกษาไว้ดังนี้

1. ความหมายของคำถามระดับสูง

มีนักการศึกษาได้ให้ความหมายของคำถามระดับสูง ดังนี้

George and Wrag (1993, p. 6) ให้ความหมายของคำถามระดับสูงว่าเป็นคำถามที่ต้องการคำตอบมากกว่าการให้นักเรียนบอกข้อความจริง/ ความหมาย ความจำ หรือให้ยกตัวอย่าง แต่ต้องอาศัยการคิดวิเคราะห์ สรุปอ้างอิง

สุวิทย์ มูลคำ และอรทัย มูลคำ (2545, หน้า 79) ให้ความหมายของคำถามระดับสูงว่าเป็นคำถามที่ต้องการคำตอบระดับการแปล การนำไปใช้ การวิเคราะห์ สังเคราะห์ และประเมินค่า หรือเรียกได้ว่าเป็นคำถามที่ต้องการวัดความคิด ช่วยพัฒนานักเรียนในด้านของทักษะความคิด และการให้เหตุผล

สายัณห์ ผาน้อย (2549, หน้า 110) ให้ความหมายของคำถามระดับสูงไว้ว่า เป็นคำถามที่ต้องการคำตอบที่ต้องใช้สติปัญญาสูงขึ้น คือ คำถามในระดับความเข้าใจ การนำไปใช้ การสังเคราะห์ และการประเมินค่า หรือเรียกว่าคำถามที่ต้องการสอบความคิด (Thought question) การตอบคำถามระดับนี้ผู้ตอบต้องใช้ความคิด ความสัมพันธ์และการแปลผล โดยอาศัยพื้นฐานความจำมาสัมพันธ์กัน

ชัยวัฒน์ สุทธิรัตน์ (2553, หน้า 58) ให้ความหมายของคำถามระดับสูงว่า เป็นคำถามที่ส่งเสริมให้ผู้ตอบใช้ความคิด นำความรู้และประสบการณ์เดิมมาเป็นพื้นฐานแล้วสรุปหาคำตอบ เป็นการส่งเสริมให้เด็กมีความคิดสร้างสรรค์ และเกิดทักษะในการคิดอย่างมีระบบ นอกจากนั้นยังเป็นคำถามที่เปิดโอกาสให้ผู้ตอบแสดงความคิดเห็นตลอดจนกระตุ้นให้ได้ลองแก้ปัญหาด้วยตนเอง

อัมพร ม้าคนอง (2553, หน้า 80 - 82) ให้ความหมายของคำถามระดับสูงว่าเป็นคำถามที่ต้องการให้นักเรียนใช้ความคิดในระดับสูง เช่น ให้เปรียบเทียบ ค้นหาแบบรูป หาคำสรุปที่เป็นเหตุเป็นผล เป็นคำถามที่ต้องการให้นักเรียนได้ค้นพบสิ่งใหม่หลังการใช้ความรู้ที่มีอยู่ประกอบการคิดอย่างรอบคอบ

จากความหมายของคำถามระดับสูงที่กล่าวมาข้างต้นสรุปได้ว่า เป็นคำถามที่ต้องการให้นักเรียนใช้ความรู้ ความสัมพันธ์ และประสบการณ์เดิมมาเป็นพื้นฐานแล้วสรุปเป็นคำตอบ เป็นคำถามสามารถพัฒนาความคิดอย่างมีเหตุผลของนักเรียนได้

2. ความสำคัญของคำถามระดับสูง

มีนักการศึกษาได้ให้ความสำคัญของคำถามระดับสูง ดังนี้

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

ในยุคปัจจุบันที่เทคโนโลยีเจริญก้าวหน้าไปอย่างรวดเร็ว ครูจะต้องทำให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้มากกว่าระดับความรู้ความจำ

Thomas and Josepha (1998, p. 504) กล่าวถึง ความสำคัญของการใช้คำถามระดับสูงในการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์ เป็นการกระตุ้นให้นักเรียนสามารถแก้ปัญหาต่าง ๆ ได้ด้วยตัวของนักเรียน ไม่ใช่ให้นักเรียนจำวิธีการคิดแล้วนำไปใช้แก้ปัญหาแบบเมื่อก่อน ครูควรสอนให้นักเรียนนึกถึงสภาพจริงจากนั้นใช้คำถามระดับสูงนั้นเป็นเรื่องที่ยาก ต้องใช้ความอดทน ความพยายามอย่างมาก และต้องทำอย่างเป็นขั้นตอนจึงจะทำให้เกิดผลดีแก่นักเรียนได้อย่างแท้จริง เพราะขณะที่นักเรียนตอบคำถามโดยการอธิบายความคิดนั้นจะทำให้ให้นักเรียนได้เรียนรู้ทำความเข้าใจเนื้อหาคณิตศาสตร์ไปพร้อม ๆ กันด้วย นอกจากนี้การใช้คำถามระดับสูงจะเป็นสิ่งที่แสดงให้ตัวนักเรียนเองทราบว่าตนเองเข้าใจ หรือไม่เข้าใจในประเด็นใดบ้าง

พิมพ์พันธ์ เศษะคุปต์ (2544, หน้า 93) ให้ความสำคัญของคำถามระดับสูงว่า คำถามระดับสูงช่วยพัฒนาให้นักเรียนได้คิดในระดับที่ยากขึ้น เพื่อพัฒนาสู่การเป็นผู้มีความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ เพื่อที่จะสามารถตัดสินใจ จะทำ จะเชื่อ หรือแก้ปัญหาได้อย่างมีหลักการและถูกทาง

สุราวดี เฟ็งศรี โศตร (2549, หน้า 60) ให้ความสำคัญของคำถามระดับสูงว่า คำถามระดับสูงเป็นคำถามที่ส่งเสริมให้เด็กคิด โดยนำความรู้และประสบการณ์เดิมหรือจากความจำที่ได้จากคำถามระดับต่ำมาเป็นฐานในการสรุปหาคำตอบ

อัมพร ม้าคนอง (2553, หน้า 80 - 82) กล่าวว่า คำถามระดับสูงเป็นคำถามที่ผู้สอนคณิตศาสตร์ควรพยายามใช้ในห้องเรียน ซึ่งคำถามประเภทนี้จะส่งเสริมการคิดระดับสูงให้กับนักเรียน เนื่องจากนักเรียนต้องใช้การคิดวิเคราะห์ สังเคราะห์ และคิดอย่างมีวิจารณญาณในการหาคำตอบ การใช้คำถามระดับสูงอย่างต่อเนื่องจนนักเรียนคุ้นเคย จะช่วยพัฒนาความคิดทางคณิตศาสตร์ให้นักเรียนอย่างแท้จริง

จากความสำคัญของการใช้คำถามระดับสูงที่กล่าวมา สรุปได้ว่า คำถามระดับสูงจะช่วยส่งเสริมการคิดอย่างลึกซึ้ง และละเอียดรอบคอบ ส่งเสริมให้มีการอภิปราย ส่งเสริมการคิดระดับสูง และสร้างความมีเหตุผลให้แก่ นักเรียน ซึ่งหากใช้คำถามระดับสูงอย่างต่อเนื่องจนนักเรียนคุ้นเคย จะช่วยพัฒนาความคิดทางคณิตศาสตร์ให้นักเรียนอย่างแท้จริง

3. ประเภทของคำถามระดับสูง

มีนักการศึกษาได้ให้ประเภทของคำถามระดับสูง ดังนี้

Rosemary (1973, pp. 619 - 626) แบ่งประเภทของคำถามระดับสูงในการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ 11 ประเภท ดังนี้

1. คำถามที่ให้นักเรียนเปลี่ยนนิยาม/หลักการทางคณิตศาสตร์ที่มีลักษณะเป็นนามธรรม โดยการยกตัวอย่าง
 2. คำถามที่ให้นักเรียนแสดงวิธีการใหม่ ๆ ในการแก้ปัญหา
 3. คำถามที่ให้นักเรียนดัดแปลงคำถาม สถานการณ์ หรือแนวคิดต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์ของผู้อื่น โดยใช้คำพูดของตนเอง แต่ยังคงความหมายเดิม
 4. คำถามที่ให้นักเรียนแปลความหมายจากข้อมูลทั่วไปให้อยู่ในรูปประโยคสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์หรือในทางกลับกัน
 5. คำถามที่ให้นักเรียนเปรียบเทียบ โดยบอกความเหมือน ความแตกต่าง หรือบอกความสัมพันธ์
 6. คำถามที่นักเรียนแก้ปัญหาที่ไม่เคยพบมาก่อน
 7. คำถามที่ให้นักเรียนแสดงการพิสูจน์กฎหรือข้อความทางคณิตศาสตร์
 8. คำถามที่ให้นักเรียนพิจารณา/ ตรวจสอบว่า ประโยคที่กำหนดให้ถูกต้องหรือไม่ โดยอาศัยหลักการให้เหตุผล
 9. คำถามที่ให้นักเรียนค้นหาแบบรูปดำเนินการตามแบบรูป หรือคำถามที่ให้นักเรียนแก้ปัญหาด้วยการค้นหาแบบรูป
 10. คำถามที่ให้นักเรียนค้นพบวิธีการหรือข้อมูลที่นำไปสู่การแก้ปัญหา
 11. คำถามที่ให้นักเรียนคิดแบบกว้าง
- Gorge and Hans (1970, pp. 395 - 400) แบ่งประเภทของคำถามสืบสอบระดับสูงว่าเป็นคำถามที่ต้องการให้นักเรียนปฏิบัติสิ่งต่อไปนี้
1. แสดงการปฏิบัติเชิงนามธรรม ซึ่งใช้มากในวิชาคณิตศาสตร์ เช่น การแทนที่หรือการทำให้อยู่ในรูปอย่างง่าย
 2. การประเมินค่า โดยมีเหตุผลเพียงพอ
 3. บอกความเหมือนหรือความแตกต่างของสิ่ง 2 สิ่งหรือมากกว่า โดยใช้เกณฑ์ที่ผู้ตอบสร้างขึ้นเอง
 4. บอกลำดับเหตุการณ์ที่เป็นผลมาจากเหตุการณ์ที่กำหนดให้
 5. บอกหลักฐานหรือเหตุผลของเหตุการณ์ที่เกิดขึ้น
- ปานทอง กุลนาถศิริ (2546, หน้า 4 - 8) แบ่งประเภทของคำถามระดับสูงในการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ 13 ประเภท
1. การเปรียบเทียบ (Comparing)
 - 1.1 เหมือนหรือต่างกันอย่างไร

2. การจำแนก (Classifying)
 - 2.1 กลุ่มไหนที่เราจะใส่สิ่งของได้
 - 2.2 กฎอะไรที่ทำให้สามเป็นสมาชิกของเซตนี้
3. การวิเคราะห์โครงสร้าง (Structural analysis)
 - 3.1 อะไรคือความคิดหลัก
 - 3.2 ข้อมูลสนับสนุนแต่ละส่วนเกี่ยวข้องกับกันอย่างไร
4. การเสริมสร้างการอุปนัย (Support induction)
 - 4.1 นักเรียนสามารถสรุปได้อย่างไร
 - 4.2 อะไรทำให้นักเรียนสรุปได้อย่างนั้น
5. การเสริมสร้างการนิรนัย (Support deduction)
 - 5.1 อะไรต้องเป็นจริงจึงจะทำให้หลักการดังกล่าวเป็นจริง
 - 5.2 จะต้องพิสูจน์อะไร จึงจะทำให้หลักการดังกล่าวเป็นจริง
6. การวิเคราะห์ข้อผิดพลาด (Error analysis)
 - 6.1 เกิดข้อผิดพลาดอะไรตรงนี้
 - 6.2 ผิดพลาดได้อย่างไร เราจะแก้ไขได้อย่างไร
7. การสร้างแรงสนับสนุน (Constructing support)
 - 7.1 อะไรจะนำมาใช้สนับสนุนข้อโต้แย้ง
 - 7.2 อะไรเป็นข้อจำกัดของข้อโต้แย้ง
8. การขยายความคิด (Extending)
 - 8.1 แบบรูปทั่วไปของข้อมูลตรงนี้คืออะไร
 - 8.2 เราสามารถจำแนกข้อมูลตรงนี้ไปใช้ได้อย่างไร
9. การตัดสินใจ (Making decision)
 - 9.1 ข้อสรุปใดดีที่สุด
 - 9.2 ข้อความใดให้ความหมายน้อยที่สุด
10. การสืบเสาะ (Investigation)
 - 10.1 เกิดสิ่งนี้ได้อย่างไร
 - 10.2 สิ่งนี้จะเป็นอย่างไรถ้า...
11. การวิเคราะห์ระบบ (System analysis)
 - 11.1 จะดำเนินการหาคำตอบได้อย่างไร

12. การแก้ปัญหา (Problem solving)

12.1 จะแก้ปัญหานี้ได้อย่างไร

12.2 คำตอบที่ได้สมเหตุสมผลหรือไม่ เพราะเหตุใด

13. การประดิษฐ์ ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ (Invention)

13.1 เราจะปรับปรุงให้ดีขึ้นได้อย่างไร

13.2 มีสิ่งใหม่ที่เราจะทำได้อีกหรือไม่

สุรวาดิ เฟ็งศรี โคตร (2549, หน้า 60 - 61) แบ่งประเภทของคำถามระดับสูง

ในการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ 6 ประเภท

1. คำถามให้อธิบาย เป็นคำถามที่มักมีคำว่า ทำไม อย่างไร และเพราะเหตุใด ประกอบอยู่ด้วย
2. คำถามให้เปรียบเทียบ เป็นคำถามให้เด็กคิดเปรียบเทียบสิ่งของสองสิ่งว่ามีคุณสมบัติเหมือนหรือต่างกันอย่างไร
3. คำถามให้ยกตัวอย่าง เป็นคำถามที่เด็กสามารถใช้ความรู้และประสบการณ์เดิม คิดหาคำตอบและมีคำตอบหลายอย่าง
4. คำถามให้วิเคราะห์ เป็นคำถามที่让孩子ได้คิด ค้นหาความจริงที่ประกอบขึ้น เป็นเรื่องราวหรือเหตุการณ์ หรือให้แยกแยะเรื่องราวออกเป็นส่วนย่อย เพื่อหาสาเหตุและผลของปัญหาต่าง ๆ ที่เกิดขึ้น
5. คำถามให้สังเคราะห์ เป็นคำถามที่让孩子ได้คิด เพื่อสรุปความสัมพันธ์ ระหว่าง ส่วนย่อยมาเป็นความคิดใหม่และพัฒนาสิ่งที่มีอยู่แล้วให้ดีขึ้น ใช้ประโยชน์ได้มากขึ้น
6. คำถามให้ประเมินค่า เป็นคำถามที่让孩子พิจารณาคุณค่าของสิ่งต่าง ๆ และตัดสินใจ อย่างมีเหตุผล รู้จักประเมินผลโดยใช้เนื้อหา เรื่องราว รวมทั้งกฎเกณฑ์ที่เป็นจริงแล้วนำมาสนับสนุน ความคิดของตน

ชัยวัฒน์ สุทธิรัตน์ (2553, หน้า 58) ได้แบ่งคำถามระดับสูงออกเป็น 7 ประเภท ดังนี้

1. คำถามให้อธิบาย เป็นคำถามที่ผู้ตอบจะต้องนำความรู้และประสบการณ์เดิม มาเป็นพื้นฐานสรุปหาคำตอบ
2. คำถามให้เปรียบเทียบ เป็นคำถามที่มีจุดมุ่งหมายให้เด็กใช้ความคิดเปรียบเทียบ ของสองสิ่งว่ามีคุณสมบัติหรือลักษณะคล้ายคลึงกันหรือต่างกันอย่างไร
3. คำถามให้จำแนกประเภท เป็นคำถามเพื่อส่งเสริมให้เด็กรู้จักจัดกลุ่ม จัดหมวดหมู่ โดยใช้เกณฑ์ของตนเองหรือของผู้อื่น หรือบอกเกณฑ์ที่ใช้ในการจัดกลุ่มที่ผู้อื่นทำไว้

4. คำถามให้ยกตัวอย่าง เป็นคำถามที่ต้องการให้ผู้ตอบบอกชื่อ หรือยกตัวอย่างของ สิ่งที่กำหนดให้ โดยอาศัยทักษะการสังเกต และมีความรู้ความจำเรื่องต่าง ๆ เป็นพื้นฐานในการหา คำตอบ

5. คำถามให้วิเคราะห์ เป็นคำถามที่ให้คิดหาความจริงหรือแยกแยะเรื่องราวเพื่อหา สาเหตุและผลต่าง ๆ ของปัญหาที่เกิดขึ้น หรือให้นักเรียนได้คิดค้นหาความจริงต่าง ๆ ที่ประกอบขึ้นมาเป็นเรื่องราวหรือเหตุการณ์

6. คำถามให้สังเคราะห์ เป็นการสรุปรวมสิ่งต่าง ๆ ตั้งแต่สองสิ่งขึ้นไปให้เกิดเป็น ของใหม่ขึ้นมา เป็นแนวคิดใหม่ หรือพัฒนาของเก่าให้ดีขึ้น ใช้ประโยชน์ได้มากขึ้น คำถามให้ สังเคราะห์ เป็นคำถามที่มีจุดมุ่งหมายให้เด็กใช้กระบวนการคิด เพื่อสรุปความสัมพันธ์ระหว่าง ข้อมูลย่อยขึ้นเป็นหลักการ

7. คำถามให้ประเมินค่า เป็นคำถามที่มีจุดมุ่งหมายให้ได้พิจารณาคุณค่าของสิ่งของ ก่อนตัดสินใจอย่างมีเหตุผล รู้จักประเมินค่าของสิ่งต่าง ๆ โดยใช้หลักเกณฑ์ที่เป็นจริง และ เป็นที่ยอมรับของสังคมแล้วมาสนับสนุนความคิดเห็นของตนก่อนตัดสินใจ

อัมพร ม้าคนอง (2553, หน้า 80-82) ได้แบ่งลักษณะของคำถามระดับสูงไว้ 12 ประเภท ดังนี้

1. คำถามที่ถามให้นักเรียนแปลความหมาย และยกตัวอย่างของสิ่งที่เป็นนามธรรม เป็นต้นว่า นิยามหรือกฎทั่วไป

2. คำถามที่ถามให้นักเรียนใช้วิธีการหรือกลวิธีแก้ปัญหาใหม่ ๆ ที่เพิ่งเรียนรู้ หรือ ให้ตัดสินใจว่าสิ่งที่กำหนดให้เป็นไปตามเงื่อนไขของนิยามหรือมโนทัศน์เฉพาะใด ๆ หรือไม่

3. คำถามที่ต้องการให้นักเรียนปรับรูปแบบความ ประโยค หรือแนวคิดโดยคงสาระ หรือโครงสร้างที่จำเป็นของคำถามไว้

4. คำถามที่ต้องการให้นักเรียนแปลความสัมพันธ์ที่อยู่ในรูปประโยคสัญลักษณ์ ให้อยู่ในรูปภาษาเขียนหรือภาษาพูด

5. คำถามที่ต้องการให้นักเรียนใช้ความสามารถในการใช้สัญลักษณ์แทนการมองสิ่งของ ทางกายภาพหรือปรากฏการณ์ และการสังเกตข้อมูลหรือมโนทัศน์ทางเรขาคณิต

6. คำถามที่ต้องการให้นักเรียนเปรียบเทียบความคล้ายคลึงหรือความแตกต่าง

7. คำถามที่นักเรียนเข้าใจปัญหา แต่ไม่ทราบวิธีการแก้ปัญหา

8. คำถามที่ต้องการให้นักเรียนแสดงการพิสูจน์หรือแสดงข้อความขัดแย้ง

ทั้งที่เป็นทางการและไม่เป็นทางการ

9. คำถามที่ถามเพื่อให้นักเรียนตรวจสอบความถูกต้องของการนำหลักตรรกศาสตร์ไปใช้

10. คำถามที่ถามเพื่อให้นักเรียนหาแบบรูป ทำตามแบบรูป หรือแก้ปัญหาผ่านการค้นพบแบบรูป

11. คำถามที่ถามให้นักเรียนสร้างกลวิธีหรือข้อมูลสำหรับแก้ปัญหา

12. คำถามที่ถามให้นักเรียนคิดได้อย่างหลากหลาย ไม่จำกัดขอบเขต

จากที่กล่าวมาข้างต้นจะเห็นได้ว่า คำถามระดับสูงแบ่งออกเป็นหลายประเภท

ซึ่งขึ้นอยู่กับ การแบ่งของนักการศึกษาของแต่ละท่าน แต่งานวิจัยครั้งนี้จะนำคำถามระดับสูงมาใช้ เพื่อพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ โดยเลือกใช้ 4 ประเภท ดังนี้

1. คำถามให้อธิบาย เป็นคำถามที่นักเรียนจะต้องนำความรู้และประสบการณ์เดิม มาเป็นพื้นฐานในการตอบว่า ทำไม อย่างไร เพราะเหตุใด

2. คำถามที่ให้เปรียบเทียบ เป็นคำถามให้นักเรียนเปรียบเทียบความคล้ายคลึง หรือความแตกต่างของสิ่ง 2 สิ่งหรือมากกว่า ว่ามีคุณสมบัติเหมือนหรือแตกต่างกันอย่างไร

3. คำถามให้วิเคราะห์ เป็นคำถามที่ให้นักเรียนแยกแยะเรื่องราวออกเป็นส่วนย่อย เพื่อหาสาเหตุและผลของปัญหาต่าง ๆ ที่เกิดขึ้น

4. คำถามให้สังเคราะห์ เป็นคำถามให้นักเรียนสรุปความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลที่ค้นพบกับข้อมูลเดิม เป็นหลักการหรือแนวคิดใหม่

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบค้นพบร่วมกับคำถามระดับสูง

1. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบค้นพบ

จากการศึกษาขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบค้นพบในหัวข้อที่ 3.5 ทำให้ผู้วิจัยได้ขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบค้นพบ 5 ขั้นตอน ดังนี้

1.1 ขั้นเผชิญกับสถานการณ์ปัญหา เป็นขั้นที่นักเรียนศึกษาสถานการณ์ปัญหาเกี่ยวกับคณิตศาสตร์ที่ครูนำเสนอจากเอกสารประกอบการเรียนและสร้างความสนใจให้แก่นักเรียน เพื่อนำเข้าสู่บทเรียนใหม่

1.2 ขั้นสำรวจ เป็นขั้นที่ให้นักเรียนพิจารณา แยกแยะ สำรวจ วิเคราะห์สถานการณ์ปัญหา และระบุว่าโจทย์ต้องการให้หาสิ่งใด

1.3 ขั้นค้นพบ เป็นขั้นที่นักเรียนแต่ละคนศึกษาค้นคว้าความรู้ รวบรวมข้อมูล ทดลอง และหาคำตอบหรือสร้างข้อสรุปด้วยตนเอง

1.4 ชั้นสรุปผล เป็นขั้นที่นักเรียนนำคำตอบ หรือข้อสรุปที่นักเรียนค้นพบมาอภิปรายร่วมกัน

1.5 ชั้นนำไปใช้ เป็นขั้นที่นักเรียนนำสิ่งที่ได้จากการค้นพบไปประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ใหม่ ๆ

2. คำถามระดับสูง

จากการศึกษาประเภทของคำถามระดับสูงในหัวข้อที่ 4.3 ทำให้ผู้วิจัยได้ประเภทของคำถามระดับสูง 4 ประเภท ที่สามารถนำไปใช้กับการจัดการเรียนรู้แบบค้นพบ ดังนี้ คำถามระดับสูงเป็นคำถามที่ต้องการให้นักเรียนใช้ความรู้ ความสัมพันธ์ และประสบการณ์เดิมมาเป็นพื้นฐานแล้วสรุปเป็นคำตอบ เป็นคำถามสามารถพัฒนาความคิดอย่างมีเหตุผลของนักเรียนได้ ดังนี้

2.1 คำถามให้อธิบาย เป็นคำถามที่นักเรียนจะต้องนำความรู้และประสบการณ์เดิมมาเป็นพื้นฐานในการตอบว่า ทำไม อย่างไร เพราะเหตุใด

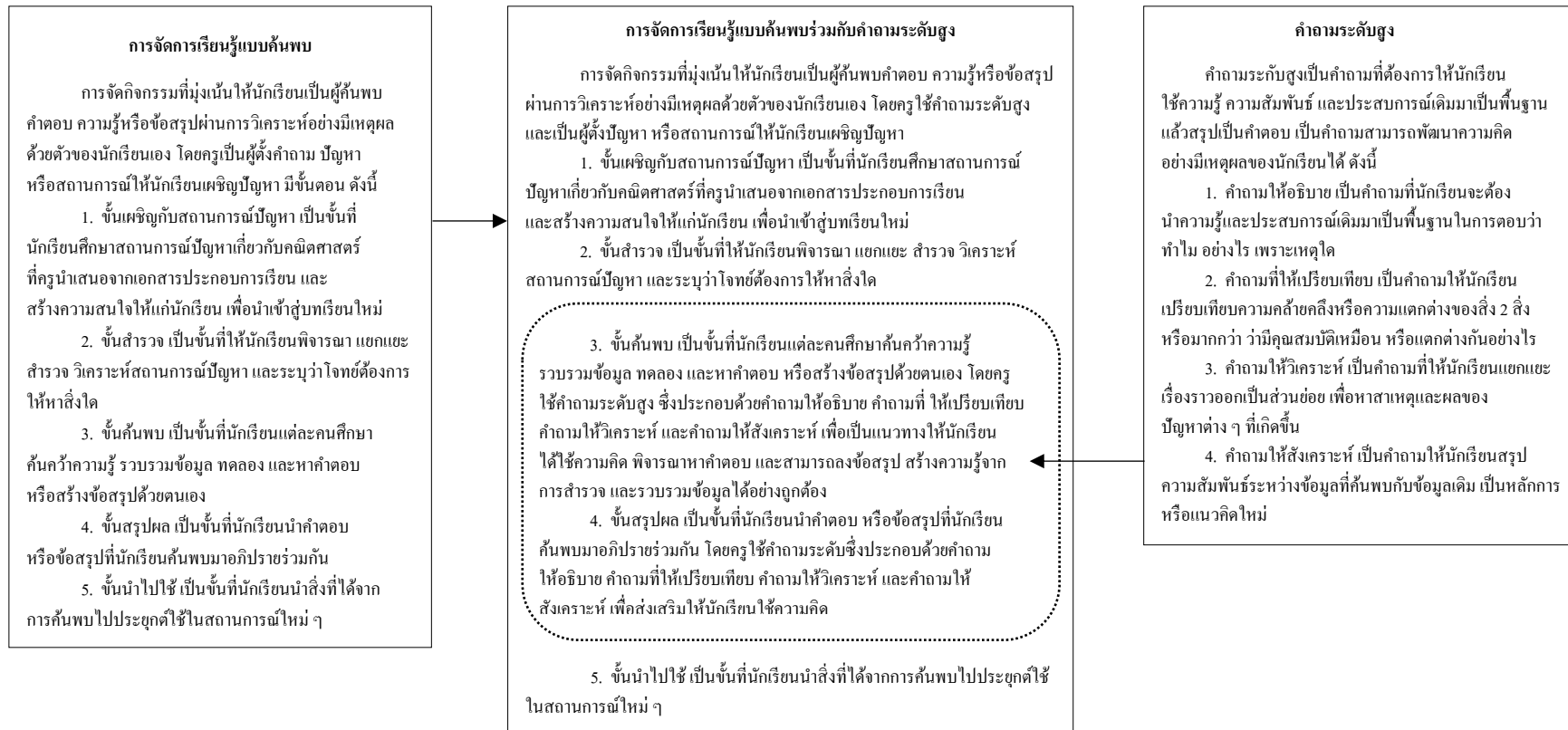
2.2 คำถามที่ให้เปรียบเทียบ เป็นคำถามให้นักเรียนเปรียบเทียบความคล้ายคลึงหรือความแตกต่างของสิ่ง 2 สิ่งหรือมากกว่า ว่ามีคุณสมบัติเหมือนหรือแตกต่างกันอย่างไร

2.3 คำถามให้วิเคราะห์ เป็นคำถามที่ให้นักเรียนแยกแยะเรื่องราวออกเป็นส่วนย่อยเพื่อหาสาเหตุและผลของปัญหาต่าง ๆ ที่เกิดขึ้น

2.4 คำถามให้สังเคราะห์ เป็นคำถามให้นักเรียนสรุปความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลที่ค้นพบกับข้อมูลเดิม เป็นหลักการหรือแนวคิดใหม่

3. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบค้นพบร่วมกับคำถามระดับสูง

ผู้วิจัยได้นำการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบค้นพบ นำแนวคิดของ Bruner (1960); Lardizabal et al. (1970); พจนา ทรัพย์สมาน (2550) และสุนีย์ เหมาะประสิทธิ์ (2557) มาสังเคราะห์เป็นขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบค้นพบร่วมกับคำถามระดับสูงที่สอดคล้องกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบค้นพบ เนื้อหา และนักศึกษามาพัฒนาการให้เหตุผล โดยผู้วิจัยใช้คำถามระดับสูง ซึ่งประกอบด้วย คำถามให้อธิบาย คำถามให้เปรียบเทียบ คำถามให้วิเคราะห์ และคำถามให้สังเคราะห์ในขั้นที่ 3 ขั้นค้นพบ และขั้นที่ 4 ชั้นสรุปผล ดังภาพที่ 2



ภาพที่ 2 การจัดการเรียนรู้แบบค้นพบร่วมกับคำถามระดับสูง

ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

1. ความหมายของการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

มีนักการศึกษาและสถาบันทางการศึกษาได้ให้ความหมายของการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ไว้ดังนี้

O' Daffer (1990, p. 378) กล่าวถึง ความหมายของการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ว่าเป็นส่วนหนึ่งของการคิดทางคณิตศาสตร์ ซึ่งเกี่ยวข้องกับการสร้างหลักการ การวิเคราะห์ และการหาข้อสรุปที่ถูกต้องสมเหตุสมผลเกี่ยวกับแนวคิดหรือการหาความสัมพันธ์กันของแนวคิด

สมเดช บุญประจักษ์ (2540, หน้า 37) กล่าวถึง ความหมายของการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ว่า เป็นการแสดงแนวคิดเกี่ยวกับการสร้างหลักการ หาความสัมพันธ์ของแนวคิด และการสรุปที่สมเหตุสมผลตามแนวคิดนั้น ๆ ซึ่งประกอบด้วย

1. ความสามารถในการวิเคราะห์ และระบุถึงความสัมพันธ์ของข้อมูล
2. ความสามารถในการหาข้อสรุป
3. ความสามารถในการแสดงข้อสรุปและยืนยันข้อสรุปของแนวคิดอย่างสมเหตุสมผล

เวชฤทธิ์ อังกะนภัทรขจร (2555, หน้า 114) กล่าวถึง ความหมายของการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ว่า เป็นความสามารถในการอธิบาย การหาความสัมพันธ์ การวิเคราะห์และแสดงข้อสรุปของข้อมูลอย่างสมเหตุสมผล และความสามารถในการพิจารณาข้อสรุปที่สมเหตุสมผล

สสวท. (2555 ก, หน้า 39 - 40) กล่าวถึง ความหมายของการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ว่าเป็นกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่ต้องอาศัยการคิดวิเคราะห์และ/หรือความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ ในการรวบรวมข้อเท็จจริง/ ข้อความ/ สถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ต่าง ๆ แจกแจงความสัมพันธ์ หรือการเชื่อมโยง เพื่อทำให้เกิดข้อเท็จจริงหรือสถานการณ์ใหม่

จากการศึกษาความหมายของการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์จากนักการศึกษาและสถาบันทางการศึกษา ข้างต้นสรุปได้ว่า การให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ คือ การอธิบายแนวคิด หรือการสรุปที่สมเหตุสมผลเกี่ยวกับแนวคิดหรือการหาความสัมพันธ์กันของแนวคิด

2. ความหมายของความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

มีนักการศึกษาและสถาบันทางการศึกษาได้ให้ความหมายของความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ไว้ดังนี้

กรมวิชาการ (2550 ข, หน้า 9) ระบุว่า ความหมายของความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ว่า เป็นความสามารถของนักเรียนในการให้เหตุผลประกอบการตัดสินใจ และสรุปผลได้อย่างสมเหตุสมผล

อัมพร ม้าคอง (2553, หน้า 49) กล่าวถึง ความหมายของความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์มีหลากหลายที่สำคัญมีดังนี้

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

สสวท. (2555 ข, หน้า 79) ระบุว่า ความหมายของความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ว่าเป็นความสามารถที่ต้องใช้การคิดวิเคราะห์และใช้เหตุผลในการหาข้อสรุปที่สมเหตุสมผลของสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์จากข้อมูลที่กำหนด โดยเหตุผลที่ใช้อาจแสดงถึงแนวคิดเกี่ยวกับความรู้ที่เป็นข้อเท็จจริง หลักการข้อคาดการณ์ หรือข้อสนับสนุนของข้อสรุปที่ได้ในสถานการณ์นั้น ๆ

ศศิธร แม้นสงวน (2556, หน้า 176) ระบุว่า ความหมายของความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ว่า เป็นกระบวนการคิดทางคณิตศาสตร์ที่ต้องอาศัยการคิดวิเคราะห์และความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ในการรวบรวมข้อเท็จจริง ข้อความ แนวคิดและสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ต่าง ๆ แจกแจงความสัมพันธ์หรือความเชื่อมโยงเพื่อทำให้เกิดข้อเท็จจริงหรือสถานการณ์ใหม่

จากการศึกษาความหมายของความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์จากนักการศึกษาและสถาบันทางการศึกษาข้างต้นสรุปได้ว่า คือ ความสามารถในการใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์อธิบายหรือแสดงแนวคิด ข้อสรุป ประกอบคำตอบได้อย่างสมเหตุสมผล

3. ความสำคัญของการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

นักการศึกษาและสถาบันทางการศึกษาได้กล่าวถึงความสำคัญของการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ดังต่อไปนี้

Stiggins (1997, p. 6) กล่าวถึง ความสำคัญของการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ว่าเป็นสิ่งสำคัญเพราะการทำความเข้าใจปัญหาโดยใช้เหตุผลช่วยให้นักเรียนเป็นนักคิดที่ดี ในบางโอกาสเราต้องให้การให้เหตุผลในลักษณะการวิเคราะห์เพื่อจะดูว่าส่วนปลีกย่อยต่าง ๆ

เข้ากับภาพโดยรวมของสิ่งนั้นหรือไม่ หรือในบางโอกาส เราต้องใช้การให้เหตุผลเปรียบเทียบ เพื่อให้เข้าใจความเหมือนกับความแตกต่าง

Artzt and Shirea (1999, pp. 115 - 126) กล่าวถึง ความสำคัญของการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ว่า การให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์เป็นส่วนที่ทำให้การแก้ปัญหาสมบูรณ์ นักเรียนจะไม่สามารถเข้าใจปัญหา วิเคราะห์ปัญหาหรือวางแผนในการแก้ปัญหาได้หากปราศจากการให้เหตุผล กล่าวได้ว่า การให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์จะมีความสำคัญควบคู่ไปกับการแก้ปัญหา

Russell (1999, p. 1) กล่าวถึง ความสำคัญของการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ว่า เป็นหัวใจสำคัญของการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เนื่องจากวิชาคณิตศาสตร์เป็นวิชาที่มีลักษณะเป็นนามธรรม ซึ่งการให้เหตุผลเป็นเครื่องมือที่เข้าใจนามธรรมนั้น โดยการให้เหตุผลเป็นสิ่งที่ใช้คิดเกี่ยวกับสมบัติต่าง ๆ ในทางคณิตศาสตร์ และพัฒนาให้อยู่ในลักษณะของการอ้างอิง เพื่อให้สามารถใช้อธิบายสิ่งที่เรารู้มาอ้างอิงไปยังสิ่งใหม่

NCTM (2000, pp. 56 - 59) กล่าวถึง ความสำคัญของการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ว่า การให้เหตุผลและการพิสูจน์เป็นมาตรฐานหนึ่งในการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ และกล่าวว่า การให้เหตุผลและการพิสูจน์ทางคณิตศาสตร์นั้นจะเป็นแนวทางในการพัฒนาให้เกิดการแสดงออกถึงความเข้าใจอันลึกซึ้งเกี่ยวกับปรากฏการณ์ต่าง ๆ ได้อย่างกว้างขวาง ซึ่งได้กำหนดมาตรฐานของการให้เหตุผลและการพิสูจน์สำหรับนักเรียนในระดับอนุบาล - ระดับ 12 ดังนี้

1. ตระหนักว่าการให้เหตุผลและการพิสูจน์เป็นพื้นฐานของวิชาคณิตศาสตร์
2. สร้างและสำรวจข้อคาดเดาเชิงคณิตศาสตร์
3. พัฒนาและประเมินการอ้างเหตุผลและการพิสูจน์คณิตศาสตร์ได้
4. เลือกใช้เหตุผลและการพิสูจน์แบบต่าง ๆ อย่างหลากหลาย

สสวท. (2555 ก, หน้า 39) กล่าวถึง ความสำคัญของการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ว่าเป็นทักษะกระบวนการที่ส่งเสริมให้นักเรียนรู้จักคิดอย่างมีเหตุผล คิดอย่างเป็นระบบ สามารถวิเคราะห์ปัญหาและสถานการณ์ได้อย่างถี่ถ้วนรอบคอบ สามารถคาดการณ์ วางแผน ตัดสินใจ และแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้องและเหมาะสม การคิดอย่างมีเหตุผลเป็นเครื่องมือสำคัญที่นักเรียนสามารถนำติดตัวไปใช้ในการพัฒนาตนเองในการเรียนรู้สิ่งใหม่ ๆ ในการทำงานในการดำรงชีวิต ดังนั้นการคิดอย่างมีเหตุผลจึงเป็นหัวใจสำคัญของการสอนคณิตศาสตร์

จากการศึกษาความสำคัญของการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์จากนักการศึกษา และสถาบันทางการศึกษาข้างต้นสรุปได้ว่า การให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์เป็นทักษะที่ส่งเสริมให้นักเรียนรู้จักคิดอย่างมีเหตุผล มีการวางแผนตัดสินใจได้อย่างถูกต้องและเหมาะสม อีกทั้งการให้เหตุผลสามารถทำให้เราแก้ปัญหาและคิดอย่างเป็นระบบ

4. แนวทางการพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

มีนักการศึกษาและสถาบันทางการศึกษาได้เสนอแนวทางการพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ได้ดังนี้

Brandt (1984, p. 3 อ้างถึงใน เวชฤทธิ์ อังคนะภัทรขจร, 2555, หน้า 118 - 119) กล่าวถึงแนวทางการพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ไว้ 3 แนวทาง ดังนี้

1. การสอนเพื่อให้เกิด (Teaching for thinking) เป็นการสอนที่เนื้อหาวิชาเพื่อเพิ่มความสามารถในด้านการคิดของนักเรียน

2. การสอนการคิด (Teaching of thinking) เป็นการสอนเน้นไปที่ทักษะการคิด หรือเป็นการสอนทักษะการคิด ซึ่งแนวทางในการสอนจะมีลักษณะที่แตกต่างกัน ตามความเชื่อพื้นฐานของผู้สอน

3. การสอนเกี่ยวกับการคิด (Teaching about thinking) เป็นการสอนที่ใช้การคิดเป็นเนื้อหาสาระของการสอน โดยมุ่งเน้นให้นักเรียนได้เรียนรู้ถึงสิ่งที่เป็นความคิดของตนเอง โดยรู้ว่าตนกำลังคิดอะไร และในขณะที่กำลังคิดอยู่นั้นตนเองรู้อะไรและไม่รู้อะไร ซึ่งสิ่งดังกล่าวนี้จะช่วยให้นักเรียนได้เข้าใจถึงกระบวนการคิดของตนเองอันก่อให้เกิดทักษะที่เรียกว่าการสังเคราะห์ความคิดของตนเอง

Rowan and Morrow (1993, pp. 16 - 18) กล่าวถึง แนวทางการพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ว่า บรรยากาศในชั้นเรียนเป็นสิ่งสำคัญมาก ครูต้องจัดบรรยากาศให้นักเรียนเห็นว่า การให้เหตุผลเป็นสิ่งที่สำคัญมากกว่าการได้มาซึ่งคำตอบที่ถูกต้องและบรรยากาศในชั้นเรียนต้องไม่ทำให้นักเรียนรู้สึกหวาดกลัว แต่เป็นบรรยากาศที่สนับสนุนส่งเสริมให้นักเรียนได้พูดอธิบายและแสดงเหตุผลของแนวคิดได้กระทำและสรุปพร้อมทั้งแสดงการยืนยันข้อสรุปของแนวคิดนั้น ๆ

สสวท. (2555 ข, หน้า 15 - 19) กล่าวถึง แนวทางการพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ว่า มีแนวทางที่สำคัญ ดังนี้

1. ควรจัดประสบการณ์ให้สม่ำเสมอทุกระดับชั้น
2. การให้เหตุผลสามารถพัฒนาได้โดยสอดแทรกทุกหน่วยการเรียนรู้ตามความเหมาะสม
3. ระดับการให้เหตุผลควรให้สอดคล้องกับวัยและระดับชั้นของนักเรียน
4. การให้เหตุผลควรจัดให้มีประโยชน์อย่างสม่ำเสมอตั้งแต่ก่อนวัยอนุบาลจนระดับมหาวิทยาลัยซึ่งควรปลูกฝังให้เกิดเป็นนิสัย

5. ควรให้นักเรียนได้ตระหนักว่าคณิตศาสตร์เป็นวิชาที่มีเหตุผล

6. ควรจัดบรรยากาศในห้องเรียนให้ส่งเสริมการฝึกการให้เหตุผล

อัมพร ม้าคอง (2553, หน้า 50) กล่าวถึงแนวทางการพัฒนาความสามารถ

ในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ว่า นักเรียนจะพัฒนาขึ้นได้ครูควรให้นักเรียนได้ปฏิบัติด้วยตนเอง ทั้งในบริบททางคณิตศาสตร์หรือบริบทอื่น ๆ รวมทั้งพยายามใช้คำถามเพื่อให้นักเรียนแสดง เหตุผลได้อย่างต่อเนื่อง เช่น “ทำไม” “เพราะอะไร” “ถ้าเงื่อนไขบางอย่างเปลี่ยนไป จะเกิดอะไรขึ้น รู้ได้อย่างไร” โดยครูควรให้ความสำคัญกับทุกเหตุผล ไม่เฉพาะเหตุผลที่ถูกต้องหรือสมเหตุผล เท่านั้น ซึ่งการให้นักเรียนอธิบาย ชี้แจงเหตุผลจะช่วยให้ นักเรียนได้ข้อสรุปหรือตัดสินใจถูกต้อง ของสิ่งต่าง ๆ ด้วยตนเองมากกว่าที่จะเชื่อตามที่ครูบอกหรือตามที่หนังสือเขียนไว้ความสามารถ ในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ว่า ปัจจัยที่สำคัญสำหรับการจัดการเรียนรู้เพื่อให้นักเรียนเกิด การพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผล คือ ผู้สอน โดยผู้สอนควรจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เพื่อพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลของผู้เรียน ดังนี้

1. ผู้สอนควรสร้างบรรยากาศให้นักเรียนเกิดความคิดว่าคณิตศาสตร์เป็นวิชาที่ผู้เรียน สามารถเข้าใจได้ และต้องเรียนด้วยความเข้าใจเนื่องจากผู้เรียนมักมีความคิดวาคณิตศาสตร์เป็น วิชาที่ยาก วิธีการเรียนต้องใช้การจดจำ จำขั้นตอนวิธีการ จำสูตรเพื่อหาคำตอบ ความคิดเช่นนี้ ทำให้ผู้เรียนเบื่อวิชาคณิตศาสตร์ และสกัดกั้นการเรียนคณิตศาสตร์อย่างมีความสุข

2. ผู้สอนควรเปิด โอกาสให้ผู้เรียนได้แสดงเหตุผล ซึ่งเป็นสิ่งสำคัญมากกว่า การได้คำตอบที่ถูกต้อง บรรยากาศในชั้นเรียนควรสนับสนุน ส่งเสริมให้ผู้เรียนได้พูดอธิบาย และแสดงเหตุผลแนวคิดอย่างอิสระ โดยการแสดงเหตุผลอาจทำด้วยวาจา ด้วยการเขียน โดยใช้ภาษาง่าย ๆ หรือใช้อุปกรณ์แสดงให้เห็นจริง

3. ผู้สอนควรถามบ่อย ๆ และใช้คำถามอย่างต่อเนื่อง คำถามที่ใช้ควรเป็นคำถาม ที่กระตุ้นให้ผู้เรียนคิดแสดงเหตุผล เช่น ใช้คำถามกระตุ้นด้วยคำว่า “ทำไม” “อย่างไร” “ เพราะเหตุใด” เป็นต้น พร้อมทั้งให้ข้อคิดเพิ่มเติมอีก เช่น “ถ้า...แล้วผู้เรียนคิดว่า...จะเป็นอย่างไร” ผู้เรียนที่ให้เหตุผลได้ไม่สมบูรณ์ ผู้สอนจะต้องไม่ตัดสินด้วยคำว่า ไม่ถูกต้อง แต่อาจใช้คำพูด เสริมแรงและให้กำลังใจว่า คำตอบที่ผู้เรียนตอบมามีบางส่วนที่ถูกต้อง ผู้เรียนคนใดจะให้คำอธิบาย หรือให้เหตุผลเพิ่มเติมของเพื่อนได้อีกบ้าง เพื่อให้ผู้เรียนมีการเรียนรู้ร่วมกันมากขึ้น รวมทั้ง โจทย์ปัญหาหรือสถานการณ์ที่กำหนดให้ควรเป็นปัญหาปลายเปิด (Open - ended problem) ที่ผู้เรียนสามารถแสดงความคิดเห็น หรือเหตุผลที่แตกต่างกันได้

4. ผู้สอนควรจัดกิจกรรมให้ผู้เรียนได้มีส่วนร่วมและแสดงพฤติกรรมในการสืบค้น การคาดการณ์ ค้นพบวิธีพิสูจน์ สังเกตแบบรูป ซึ่งแจ้งเหตุผลของแนวคิด โดยอธิบายรูปแบบด้วยภาพ หรือแบบจำลอง และตอบคำถามต่าง ๆ เช่น “ทำไม” “อะไรจะเกิดขึ้นถ้า...” “จงให้ตัวอย่างของ” “สามารถใช้วิธีการอื่นได้หรือไม่ ถ้าการดำเนินการเดิมไม่บรรลุผล” ซึ่งล้วนเป็นคำถามที่ก่อให้เกิด การคิด การสร้างคาดเดา ทดสอบ และปรับแต่งโดยอาศัยเหตุผล การกำหนดแบบจำลอง (Modeling) และการอธิบาย ซึ่งเป็นลักษณะของการใช้เหตุผลเกี่ยวกับสถานการณ์

5. ผู้สอนควรให้ความสำคัญในการฟังความคิดเห็นของผู้เรียน และให้ผู้เรียนได้เกิดการรับฟังและทำความเข้าใจเหตุผลของผู้อื่น เพื่อให้ผู้เรียนได้มีโอกาสอภิปรายและเปรียบเทียบ คำตอบที่ต่างกันของปัญหาและได้อธิบายเกี่ยวกับปัญหาเหล่านั้น และผู้สอนต้องสามารถปรับ แนวการอภิปรายให้เข้ากับวิธีคิดของผู้เรียน ช่วยสรุปและชี้แจงให้นักเรียนเข้าใจว่า เหตุผลของผู้เรียนถูกต้องตามหลักเกณฑ์หรือไม่ ขาดตกบกพร่องอย่างไร รวมทั้งผู้สอนต้องมีความอดทน ให้เวลา ให้โอกาสแก่ผู้เรียน

6. ผู้สอนควรส่งเสริมให้ผู้เรียนได้คิดอย่างมีเหตุผล ความสามารถในการให้เหตุผลนี้ เป็นสิ่งที่ฝึกได้ และเป็นสิ่งที่จำเป็นที่โรงเรียนต้องจัดทำ โดยสอนควบคู่กับเนื้อหาปกติ ในสถานการณ์ต่าง ๆ ที่เหมาะสม

7. ผู้สอนจะต้องทำให้ผู้เรียนรู้ว่าผู้สอนให้ความสำคัญต่อความเข้าใจและการให้เหตุผล โดยผู้สอนจะต้องประเมินสิ่งเหล่านี้อย่างสม่ำเสมอ ที่สำคัญเมื่อผู้เรียนสามารถให้เหตุผลที่ดี ผู้สอนควรให้การเสริมแรงทันที อีกทั้งในข้อสอบควรมีส่วนที่ให้ผู้เรียนได้แสดงผล

ศศิธร แม้นสงวน (2556, หน้า 176 - 179) กล่าวถึง แนวทางการพัฒนาความสามารถ ในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ว่า การให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ควรเริ่มส่งเสริมให้นักเรียน ได้เกิดการคิด การวิเคราะห์และการสรุปแนวคิดอย่างสมเหตุสมผลภายใต้บรรยากาศที่สนับสนุน ให้มีการอภิปราย แลกเปลี่ยนความคิดและแก้ปัญหาพร้อมกัน โดยใช้กิจกรรมที่เน้นให้เกิดการฝึกคิด และการให้เหตุผลควบคู่กันไปตามสถานการณ์ที่กำหนดให้

จากการศึกษาแนวทางการพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์จาก นักการศึกษาและสถาบันทางการศึกษาข้างต้นสรุปได้ว่า ความสามารถในการให้เหตุผลของ นักเรียนสามารถพัฒนาขึ้นได้จากบทบาทหน้าที่ของครู ครูควรจัดกิจกรรมให้ผู้เรียนได้มีส่วนร่วม และเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้แสดงผล ครูควรให้ความสำคัญในการฟังความคิดเห็นของผู้เรียน และให้ผู้เรียนได้เกิดการรับฟังและทำความเข้าใจเหตุผลของผู้อื่น รวมทั้งสร้างบรรยากาศ ในห้องเรียนให้เอื้อต่อการให้เหตุผลของนักเรียน

5. การประเมินความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

มีนักการศึกษาและสถาบันทางการศึกษาได้เสนอแนวทางการประเมินความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ไว้ดังนี้

Krulik and Rudnick (1996, pp. 8 - 9) เสนอถึง การประเมินความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ไว้ดังนี้

1. การสังเกต โดยครูควรเดินรอบ ๆ ห้องเพื่อสังเกตความสามารถในการให้เหตุผลขณะที่นักเรียนกำลังแก้ปัญหาอยู่กับกลุ่มเพื่อนในห้องเรียน

2. การทดสอบ ไม่ควรใช้ข้อสอบแบบเลือกตอบแต่ควรเป็นข้อสอบที่ให้นักเรียนได้แสดงเหตุผล เพื่อดูการตัดสินใจของนักเรียน ซึ่งควรเป็นคำถามปลายเปิด

พรรณทิพา พรหมรักษ์ (2552, หน้า 59) เสนอถึง ในการประเมินผลทักษะ/ กระบวนการทางคณิตศาสตร์ในด้านการให้เหตุผล สามารถประเมินนักเรียนด้วยวิธีการอย่างหลากหลายวิธี เช่น การสังเกตจากการพูดคุย การเขียน และการประเมินจากการกระทำทางคณิตศาสตร์ (Doing mathematics) โดยปกติแล้วนักเรียนจะสามารถสร้างข้อคาดการณ์จากตัวอย่างต่าง ๆ ที่นักเรียนได้เห็นหรือลงมือทำและพัฒนาข้อโต้แย้งซึ่งขึ้นอยู่กับข้อมูลที่นักเรียนมีความรู้ว่าเป็นข้อเท็จจริงหรือไม่

สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา (2551, หน้า 60) เสนอถึง การประเมินความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ว่า เป็นทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่บรรจุไว้ในหลักสูตร โดยครูสามารถประเมินได้จากกิจกรรมที่นักเรียนทำจากแบบฝึกหัดจากการเขียนอนุทินหรือข้อสอบ ที่เป็นคำถามปลายเปิดที่ให้โอกาสนักเรียนแสดงความสามารถ

จากการศึกษาแนวทางการประเมินความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์จากนักการศึกษาและสถาบันทางการศึกษาข้างต้นสรุปได้ว่า เป็นทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่บรรจุไว้ในหลักสูตร ในการวิจัยนี้ผู้วิจัยเลือกแนวทางการประเมินความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ โดยใช้แบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ซึ่งเป็นแบบทดสอบแบบอัตนัย เพื่อดูการตัดสินใจของนักเรียน

5.1 เกณฑ์การให้คะแนนแบบรูบริค

มีนักการศึกษาและสถาบันทางการศึกษาได้ระบุเกณฑ์การให้คะแนนแบบรูบริค ดังนี้ อัมพร ม้าคนอง (2553, หน้า 194 - 195) ได้กล่าวถึง เกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์แบบรูบริคไว้ 2 รูปแบบ ดังนี้

1. แบบเกณฑ์รวม (Holistic scoring) เป็นเกณฑ์การให้คะแนนงานหรือการแก้ปัญหา โดยพิจารณาภาพรวมของคุณภาพของผลงานที่ได้ ซึ่งอาจมองหลายมิติหรือหลายด้านรวมกัน มีการจำแนกระดับคะแนนให้เห็นความแตกต่างของคุณภาพงาน

2. แบบเกณฑ์ย่อยหรือเกณฑ์เฉพาะ (Analytic scoring) เป็นเกณฑ์การให้คะแนนเฉพาะชั้น เฉพาะงานย่อย หรือเฉพาะด้าน โดยกำหนดระดับคะแนนความแตกต่างของคุณภาพงานในชิ้นงานย่อย หรือด้านที่พิจารณา

เวชฤทธิ์ อังกนะภทรขจร (2555, หน้า 184 - 186) ได้กล่าวถึง เกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์แบบรูบริกไว้ 2 รูปแบบ ดังนี้

1. การให้คะแนนแบบภาพรวม (Holistic scoring) เป็นการให้คะแนนที่ประเมินความรู้และผลงานของนักเรียนโดยกำหนดระดับคะแนนพร้อมบรรยายละเอียดของผลงานหรือพฤติกรรมของนักเรียนเป็นภาพรวม โดยไม่มีการแยกเป็นด้าน ๆ การให้คะแนนลักษณะนี้มักใช้ในการตัดสินหรือสรุปผลการเรียนของนักเรียน

2. การให้คะแนนแบบแยกองค์ประกอบ (Analytic scoring) เป็นการให้คะแนนตามองค์ประกอบของสิ่งที่ต้องการประเมิน เช่นเมื่อประเมินความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ เรื่องการวิเคราะห์ข้อมูล อาจแยกพิจารณาเป็นด้านการเก็บข้อมูล ด้านการนำเสนอข้อมูล และด้านการอ่านเปรียบเทียบและวิเคราะห์แนวโน้มของข้อมูล การให้คะแนนลักษณะนี้มักใช้ในการประเมินการเรียนรู้ที่มีจุดประสงค์เพื่อวินิจฉัยจุดเด่นหรือจุดด้อยของนักเรียนในแต่ละด้าน

สสวท. (2555 ค, หน้า 168) กล่าวว่า การให้คะแนนแบบรูบริกเป็นเครื่องมือช่วยให้ครูพิจารณาและตัดสินใจระดับความสามารถของนักเรียนด้านความรู้ แนวคิดทางคณิตศาสตร์ ทักษะ/ กระบวนการทางคณิตศาสตร์ และการประยุกต์ใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์ เพื่อนำผลที่ได้มาใช้ในการปรับปรุงการเรียนการสอนให้มีประสิทธิภาพดียิ่งขึ้น ตลอดจนการให้คะแนนแบบรูบริกยังเป็นเครื่องมือช่วยให้นักเรียนประเมินผลระดับความสามารถด้านคณิตศาสตร์ของตนเองแล้วนำผลที่ได้มาปรับปรุงและพัฒนาความสามารถด้านคณิตศาสตร์ของตนเองให้ดียิ่งขึ้นด้วย

จากการศึกษาเกณฑ์การให้คะแนนแบบรูบริกข้างต้นสามารถสรุปได้ว่า เกณฑ์การให้คะแนนแบบรูบริกเป็นเกณฑ์ที่ใช้ในการประเมินการเรียนรู้ของผู้เรียนจำแนกออกเป็น 2 ประเภท คือ เกณฑ์การให้คะแนนแบบองค์รวม และเกณฑ์การให้คะแนนแบบแยกส่วน ซึ่งในงานวิจัยนี้ผู้วิจัยได้เลือกเกณฑ์การให้คะแนนแบบองค์รวมประกอบสำหรับการประเมินความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของผู้เรียน เนื่องจากผู้เรียนใช้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ในการอธิบายข้อสรุปหรือข้อค้นพบ

5.2 เกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

มีนักการศึกษาและสถาบันทางการศึกษาได้ระบุเกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์แบบองค์รวมไว้ ดังนี้

กรมวิชาการ (2550 ข, หน้า 123) ระบุเกณฑ์การให้คะแนนความสามารถ
ในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ได้ ดังตารางที่ 2 - 7

ตารางที่ 2 - 7 เกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของกรมวิชาการ

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

เวชฤทธิ์ อังกะภักทรขจร (2554, หน้า 116) กล่าวถึง เกณฑ์การให้คะแนนความสามารถ
ในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ได้ ดังตารางที่ 2 - 8

ตารางที่ 2 - 8 เกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของ
เวชฤทธิ์ อังกะภักทรขจร

| คะแนน/ ความหมาย | ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ที่ปรากฏให้เห็น |
|-----------------|--|
| 4/ ดีมาก | ตอบคำถามถูกต้องทั้งหมด และแสดงเหตุผลประกอบคำตอบ ได้สมบูรณ์ มีการอธิบายอย่างสมเหตุสมผล และชัดเจน |
| 3/ ดี | ตอบคำถามถูกต้องทั้งหมด และแสดงเหตุผลประกอบการตัดสินใจ ได้เกือบสมบูรณ์ |
| 2/ พอใช้ | ตอบคำถามถูกต้องบางส่วน และพยายามแสดงเหตุผลประกอบคำตอบ แต่ไม่ถูกต้อง |
| 1/ ต้องปรับปรุง | ตอบคำถามถูกต้องบางส่วน มีการให้เหตุผลตามความคิดของบุคคล |
| 0/ ไม่พยายาม | ไม่มีการตอบคำถาม และไม่มีการแสดงเหตุผลใด ๆ |

สสวท. (2555 ข, หน้า 177) กล่าวถึง เกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการให้
เหตุผลทางคณิตศาสตร์ได้ ดังตารางที่ 2 - 9

ตารางที่ 2 - 9 เกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของ สสวท.

| คะแนน/ ความหมาย | ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ที่ปรากฏให้เห็น |
|-----------------|--|
| 3/ ดี | มีการอ้างอิงที่ถูกต้องและเสนอแนวคิดประกอบการตัดสินใจอย่างสมเหตุสมผล |
| 2/ พอใช้ | มีการอ้างอิงที่ถูกต้องบางส่วนและเสนอแนวคิดประกอบการตัดสินใจแต่ไม่สมเหตุสมผลบางกรณี |
| 1/ ต้องปรับปรุง | มีการแสดงแนวคิดที่ไม่สมเหตุสมผลในการตัดสินใจและไม่ระบุการอ้างอิง |

ศศิธร แม้นสงวน (2556, หน้า 270) กล่าวถึง เกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ได้ ดังตารางที่ 2 - 10

ตารางที่ 2 - 10 เกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของ ศศิธร แม้นสงวน

| คะแนน/ ความหมาย | ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ที่ปรากฏให้เห็น |
|-----------------|--|
| 4/ ดีมาก | มีการอ้างอิง เสนอแนวคิดประกอบการตัดสินใจอย่างสมเหตุสมผล |
| 3/ ดี | มีการอ้างอิงที่ถูกต้องบางส่วน และเสนอแนวคิดประกอบการตัดสินใจ |
| 2/ พอใช้ | เสนอแนวคิดสมเหตุสมผลในการประกอบการตัดสินใจ |
| 1/ ต้องปรับปรุง | มีความพยายามเสนอแนวคิดประกอบการตัดสินใจ |
| 0/ ไม่พยายาม | ไม่มีแนวคิดประกอบการตัดสินใจ |

จากการศึกษาเกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ข้างต้นสรุปได้ว่า เป็นเกณฑ์การให้คะแนนแบบภาพรวมที่พิจารณาจากความสามารถในการให้เหตุผลที่ปรากฏให้เห็น ซึ่งผู้วิจัยได้สร้างเกณฑ์การประเมินความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ดังตารางที่ 2 - 11

ตารางที่ 2 - 11 เกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของผู้วิจัย

| คะแนน/ ความหมาย | ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ที่ปรากฏให้เห็น |
|-----------------|--|
| 3/ ดีมาก | - คำตอบถูกต้องและใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์อธิบายหรือแสดงแนวคิด ข้อสรุป ประกอบคำตอบได้อย่างสมเหตุสมผล ถูกต้องทั้งหมด |
| 2/ ดี | - คำตอบถูกต้องและใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์อธิบายหรือแสดงแนวคิด ข้อสรุป ประกอบคำตอบได้อย่างสมเหตุสมผล เกือบทั้งหมด |
| 1/ พอใช้ | - คำตอบถูกต้องแต่มีการใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์อธิบายหรือแสดงแนวคิด ข้อสรุป ประกอบคำตอบไม่สมเหตุสมผล หรือ - คำตอบถูกต้องแต่ไม่มีการใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์อธิบายหรือแสดงแนวคิด ข้อสรุป หรือ - คำตอบผิดและใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์อธิบายหรือแสดงแนวคิด ข้อสรุป ประกอบคำตอบได้อย่างสมเหตุสมผล |
| 0/ ปรับปรุง | - คำตอบผิดและไม่มีการใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์อธิบายหรือแสดงแนวคิด ข้อสรุป ประกอบคำตอบ - ไม่มีการเขียนใด ๆ |

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์

1. ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์

ผู้วิจัยได้ศึกษาความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์และระดับพฤติกรรมที่ใช้ในการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์

Wilson (1970, pp. 648 - 649) กล่าวว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์เป็นผลทางสติปัญญาของผู้เรียนที่บ่งบอกถึงความรู้ในด้านเนื้อหาสาระคณิตศาสตร์และระดับพฤติกรรมที่ได้จากการเรียนรู้ ซึ่งการวัดผลสัมฤทธิ์ทางคณิตศาสตร์ในแต่ละเนื้อหาทำได้โดยวัดจากระดับพฤติกรรม 4 ระดับ ได้แก่

1. ด้านความรู้ความจำด้านการคิดคำนวณ (Computation) เป็นระดับที่วัดความสามารถในการระลึกและการบอกเกี่ยวกับข้อเท็จจริง นิยามศัพท์ หรือแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ที่ผู้เรียนเรียนมาแล้ว โดยไม่ได้ให้ความสำคัญกับวิธีการที่ผู้เรียนเลือกใช้ สามารถจำแนกออกเป็น 3 ประเภท ได้แก่
 - 1.1 ความรู้เกี่ยวกับข้อเท็จจริง ต้องการให้ผู้เรียนได้ตระหนักหรือทำตามรูปแบบความรู้พื้นฐานเหมือนกับที่เรียนมาแล้ว
 - 1.2 ความรู้เกี่ยวกับศัพท์เฉพาะ โดยต้องการให้ผู้เรียนระลึกถึงชื่อหรือความหมายของคำศัพท์ที่เคยเรียนมา
 - 1.3 ความรู้เกี่ยวกับการดำเนินการตามขั้นตอนที่เรียนมา เป็นความสามารถในการเลียนแบบ หรือกระทำตามหลักการดำเนินการตามที่เคยเรียนมา
2. ความเข้าใจ (Comprehension) เป็นระดับที่ต้องการให้นักเรียนระลึก และอธิบายเกี่ยวกับมโนทัศน์ ความสัมพันธ์ รูปทั่วไป หรือแปลงองค์ประกอบของปัญหาจากวิธีการเดียวไปสู่วิธีการอื่น ๆ ตามความเข้าใจของตนเองเพื่อช่วยในการหาคำตอบ สามารถจำแนกได้ 6 ประเภท ได้แก่
 - 2.1 ความเข้าใจเกี่ยวกับมโนทัศน์หรือความคิดรวบยอด โดยต้องการให้ผู้เรียนใช้มโนทัศน์ในการหาคำตอบ หรือยกตัวอย่างของมโนทัศน์นั้น ๆ
 - 2.2 ความเข้าใจเกี่ยวกับหลักการ กฎ และรูปทั่วไป โดยต้องการให้ผู้เรียนใช้หลักการ กฎ และรูปทั่วไปในการหาคำตอบ หรือยกตัวอย่างของหลักการ กฎ และรูปทั่วไป
 - 2.3 ความเข้าใจเกี่ยวกับโครงสร้างทางคณิตศาสตร์ โดยต้องการให้ผู้เรียนใช้โครงสร้างทางคณิตศาสตร์ในการหาคำตอบ
 - 2.4 ความสามารถในการแปลงปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยต้องการให้ผู้เรียนแปลงจากคำพูดเป็นภาพแทนความหมายหรือสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ หรือแปลงจากภาพแทนความหมายและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์เป็นการพูดอธิบาย
 - 2.5 ความสามารถในการดำเนินการโดยใช้เหตุผล เป็นความสามารถในการอ่านหรือการฟังข้อเท็จจริงทางคณิตศาสตร์ แล้วดำเนินการพร้อมอธิบายอย่างสมเหตุสมผล
 - 2.6 ความสามารถในการอ่านและตีความเกี่ยวกับปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยต้องการให้ผู้เรียนอ่านและทำความเข้าใจเกี่ยวกับสิ่งที่โจทย์กำหนดให้และสิ่งที่โจทย์ต้องการ
3. การนำไปใช้ (Application) เป็นระดับที่ต้องการให้นักเรียนระลึกและประยุกต์ใช้มโนทัศน์และความรู้ที่เกี่ยวข้อง หรือเลือกใช้การดำเนินการที่เหมาะสมตามที่เคยฝึกฝนมาแล้ว แบ่งได้ 4 ประเภท ได้แก่

3.1 ความสามารถในการแก้ปัญหาที่คุ้นเคย โดยต้องการให้ผู้เรียนเลือกใช้ขั้นตอนวิธีการทางคณิตศาสตร์ให้เหมาะสมกับปัญหา

3.2 ความสามารถในการเปรียบเทียบ โดยต้องการให้ผู้เรียนระลึกถึงมโนทัศน์ กฎ โครงสร้างการทางคณิตศาสตร์ หรือคำศัพท์ ต้องการให้ผู้เรียนค้นพบความสัมพันธ์ และ ทำการเปรียบเทียบเพื่อตัดสินใจเกี่ยวกับข้อมูล 2 ชุด

3.3 ความสามารถในการวิเคราะห์ข้อมูล โดยต้องการให้ผู้เรียนอ่าน ตีความ แยกแยะ ส่วนประกอบของปัญหา ข้อมูลที่จำเป็นและไม่จำเป็น สร้างความสัมพันธ์ระหว่างปัญหาย่อย ๆ ที่เคยแก้มาแล้ว

3.4 ความสามารถในการมองเห็นแบบรูป โครงสร้างที่เหมือนกัน และความสมมาตรกัน โดยต้องการให้ผู้เรียนได้ระลึกถึงข้อมูลที่เกี่ยวข้อง เพื่อทำการแปลง และ ปรับปัญหาย่อย ๆ ให้เป็นลำดับขั้นตอน แบบรูป โครงสร้างที่เหมือนกัน หรือปรับข้อมูล ให้สมมาตรกัน

4. การวิเคราะห์ (Analysis) เป็นระดับพฤติกรรมที่มีความซับซ้อน ต้องการให้ผู้เรียน ตรวจสอบความสัมพันธ์ ค้นหาแบบรูป และแก้ปัญหาในสิ่งที่ไม่เคยฝึกฝนหรือไม่คุ้นเคยมาก่อน โดยใช้มโนทัศน์และการดำเนินการที่เคยเรียนมาใช้ประกอบการแก้ปัญหา ซึ่งสามารถแบ่งเป็น 5 ประเภท ดังนี้

4.1 ความสามารถในการแก้ปัญหาที่ไม่คุ้นเคย โดยต้องการให้ผู้เรียนปรับเปลี่ยน ขั้นตอน วิธีการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ก่อนหน้าในการแก้ปัญหาใหม่ที่ไม่ได้คุ้นเคย

4.2 ความสามารถในการค้นพบความสัมพันธ์ โดยต้องการให้ผู้เรียนค้นหา ความสัมพันธ์ หรือปรับเปลี่ยนโครงสร้างของปัญหาให้อยู่ในรูปแบบใหม่

4.3 ความสามารถในการแสดงวิธีการพิสูจน์ โดยต้องการให้ผู้เรียนได้พิสูจน์ข้อความ โดยใช้ภาษาสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ หรือขั้นตอนการพิสูจน์

4.4 ความสามารถในการวิจารณ์การพิสูจน์ เป็นความสามารถในการนำความรู้ ทางคณิตศาสตร์และประสบการณ์การพิสูจน์มาใช้ในการวิเคราะห์ วิจารณ์ความสมเหตุสมผล ของการพิสูจน์

4.5 ความสามารถในการสร้างและตรวจสอบความสมเหตุสมผลของกรณีทั่วไป เป็นความสามารถในการค้นพบความสัมพันธ์และแสดงวิธีการพิสูจน์สิ่งที่ค้นพบในรูปแบบทั่วไป

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

ส่วน สายยศ (2541, หน้า 18) กล่าวว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เป็นการวัดความสามารถทางการเรียนหลังจากได้เรียนเนื้อหาของวิชาใดวิชาหนึ่งแล้วนักเรียนมีความรู้ความสามารถมากขึ้นเพียงใด

จากการศึกษาความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์จากนักการศึกษาและสถาบันทางการศึกษาข้างต้นสรุปได้ว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์เป็นความสามารถหรือความสำเร็จ ทางความรู้ด้านเนื้อหาคณิตศาสตร์และพฤติกรรมการเรียนรู้ของผู้เรียน อันเป็นผลมาจากการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ ซึ่งการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ทำได้โดยการวัดระดับพฤติกรรมทั้ง 4 ระดับ ได้แก่ 1) ด้านความรู้ความจำ เป็นความสามารถในการระลึกและการบอกข้อเท็จจริงเกี่ยวกับ นิยามศัพท์ หรือแก้ปัญหาตามที่ผู้เรียนเรียนมาแล้ว 2) ความเข้าใจ เป็นระดับที่ให้นักเรียนระลึกและอธิบายเกี่ยวกับ ความสัมพันธ์ รูปทั่วไป จากวิธีการเดียวไปสู่วิธีการอื่น ๆ 3) การนำไปใช้ เป็นระดับที่นักเรียนระลึกและประยุกต์ใช้ความรู้ที่เกี่ยวข้อง หรือเลือกใช้การดำเนินการที่เหมาะสมตามที่เคยฝึกฝนมาแล้ว และ 4) การวิเคราะห์ เป็นระดับที่มีความซับซ้อน ต้องการให้ผู้เรียนตรวจสอบความสัมพันธ์ ค้นหาแบบรูป และแก้ปัญหาในสิ่งที่ไม่เคยฝึกฝนหรือไม่คุ้นเคยมาก่อน โดยใช้การดำเนินการที่เคยเรียนมาใช้ประกอบการแก้ปัญหา

2. ความหมายของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

มีนักการศึกษาหลายท่านได้ให้ความหมายของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ไว้ดังนี้ ส่วน สายยศ (2543, หน้า 20) ได้ให้ความหมายของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ (Achievement test) ว่าเป็นแบบทดสอบที่มุ่งวัดเนื้อหาวิชาที่เรียนผ่านมาแล้วว่านักเรียนมีความรู้ความสามารถเพียงใด ดังเช่น การสอบวัดผลการเรียนการสอนในชั้นเรียนปัจจุบัน

บรรพต สุวรรณประเสริฐ (2544, หน้า 124) กล่าวว่า แบบทดสอบเพื่อวัดผลสัมฤทธิ์เป็นแบบทดสอบที่ใช้วัดความก้าวหน้าของผู้เรียนในส่วนที่เป็นมโนคติทั้งหลายในเนื้อหาแบบทดสอบเพื่อวัดผลสัมฤทธิ์จะเป็นแบบทดสอบที่แสดงให้เห็นความสามารถของผู้เรียนแบบทดสอบชนิดนี้จะรวมข้อทดสอบที่เป็นแบบวินิจฉัยบางข้อ และมีข้อทดสอบที่มีระดับเหนือกว่าขั้นวิเคราะห์ นอกจากนั้นข้อสอบในแบบทดสอบชนิดนี้จะรวมถึงการแก้หาค่าของปัญหาที่ต้องใช้ความคิดขั้นวิพากษ์วิจารณ์ ความรู้ขั้นการนำไปใช้ในเรื่องการให้เหตุผลแบบอุปมานและแบบอนุมาน

สิริพร ทิพย์คง (2545, หน้า 193) ให้ความหมายของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ว่า หมายถึงชุดคำถามที่มุ่งวัดพฤติกรรมการเรียนของนักเรียนว่านักเรียนมีความรู้ ทักษะ และสมรรถภาพทางสมองด้านต่าง ๆ ในเรื่องที่เรียนรู้ไปแล้วมากขึ้นเพียงใด

พิชิต ฤทธิ์จรูญ (2548, หน้า 96) ได้สรุป ความหมายของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนว่า เป็นแบบทดสอบที่ใช้วัดความรู้ ทักษะ และความสามารถทางวิชาการที่ผู้เรียนได้เรียนรู้มาแล้วว่าบรรลุผลสำเร็จตามจุดประสงค์ที่กำหนดไว้เพียงใด

สมนึก ภัททิยธนี (2549, หน้า 73) กล่าวว่า แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง แบบทดสอบที่วัดสมรรถภาพสมองด้านต่าง ๆ ที่นักเรียนได้รับการเรียนรู้ผ่านมาแล้ว

ราชบัณฑิตยสถาน (2555, หน้า 9 - 10) ได้นิยามความหมายของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ว่า เป็นกระบวนการที่เป็นระบบในการวัดผลการเรียนรู้ของผู้เรียน เช่น แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางคณิตศาสตร์ แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางภาษาไทย แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางภาษาอังกฤษ แบบทดสอบปลายภาค ทั้งที่เป็นข้อเขียนและภาคปฏิบัติ

ศศิธร แม้นสงวน (2556, หน้า 260) ได้กล่าวถึงแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนว่าเป็นเครื่องมือสำหรับผู้สอนที่จะใช้ในการตรวจสอบผลการเรียนรู้ของผู้เรียนรวมถึงพฤติกรรมต่าง ๆ จากการเรียนหรือการจัดการเรียนรู้ของผู้สอนเพื่อประเมินว่าผู้เรียนมีความรู้ความสามารถ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในระดับใด บรรลุตามวัตถุประสงค์การเรียนรู้มากน้อยเพียงใด เป็นไปตามมาตรฐาน ตัวชี้วัดอย่างไรบ้าง ซึ่งแบบทดสอบจะต้องมีคุณภาพ ผ่านการสร้างอย่างถูกต้อง มีประสิทธิภาพ มีความถูกต้องเที่ยงตรง เชื่อถือได้ มีกระบวนการหลักการสร้างแบบทดสอบตามหลักวิชาการ

จากคำกล่าวข้างต้นสามารถสรุปได้ว่า แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง แบบทดสอบที่ใช้ในการทดสอบสมรรถนะของผู้เรียน มุ่งวัดเนื้อหาสาระที่ผู้เรียนเคยเรียนมาแล้วว่าผู้เรียนมีความรู้ความสามารถเพียงใด

3. ประเภทของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

นักการศึกษาและนักวิชาการได้กล่าวถึงประเภทของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไว้ ดังนี้

บุญชม ศรีสะอาด (2545, หน้า 26 - 29) ได้กล่าวถึง ประเภทของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนว่า มี 3 ประเภท คือ

1. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์อิงเกณฑ์ หมายถึงแบบทดสอบที่สร้างขึ้นตามจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม มีคะแนนจุดตัดหรือคะแนนเกณฑ์สำหรับใช้ตัดสินว่า ผู้สอนมีความรู้ตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้หรือไม่ ซึ่งการวัดตรงตามจุดประสงค์เป็นหัวใจของข้อสอบในแบบทดสอบประเภทนี้
2. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์อิงโดเมน หมายถึงแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่เป็นประโยชน์ต่อการเรียนการสอนตามแนวทางการเรียนเพื่อรอบรู้ ในการเขียนข้อสอบต้องกำหนดพฤติกรรมใหญ่และพฤติกรรมย่อย และเขียนข้อสอบตามกำหนดลักษณะเฉพาะของข้อสอบ

ซึ่งช่วยให้เห็นความสัมพันธ์ระหว่างพฤติกรรมหลักกับพฤติกรรมย่อยไม่ละเลยพฤติกรรมที่สำคัญ
สร้างข้อสอบให้ตรงจุดประสงค์ของการวัดและช่วยให้สามารถสร้างข้อสอบหลายข้อที่วัด
ในพฤติกรรมเดียวกันเหมาะสำหรับการสร้างแบบทดสอบคู่ขนาน

3. แบบทดสอบวินิจฉัย หมายถึงแบบทดสอบที่สร้างขึ้นเพื่อชี้ให้เห็นถึงจุดบกพร่อง
จุดที่เป็นปัญหาหรืออุปสรรคในการเรียนเรื่องหนึ่ง ๆ ของนักเรียนแต่ละคน ทั้งนี้เพื่อจะได้
หาแนวทางแก้ไขได้ตรงจุดยิ่งขึ้น อันจะทำให้สามารถช่วยเหลือนักเรียนที่มีปัญหาหรืออุปสรรค
ในการเรียนบรรลุจุดประสงค์ในการเรียนหรือเกิดการเรียนรู้ได้เหมือนคนอื่น ๆ

ล้วน สายยศ (2543, หน้า 171 - 172) ได้แบ่ง ประเภทของแบบทดสอบ
วัดผลสัมฤทธิ์ออกเป็น 2 ประเภท

1. แบบทดสอบของครู หมายถึง ชุดข้อคำถามที่ครูเป็นผู้สร้างขึ้นซึ่งจะเป็นข้อคำถาม
ที่ถามเกี่ยวกับความรู้ที่นักเรียนเรียนในห้องว่านักเรียนได้มีความรู้มากแค่ไหน บกพร่องตรงไหน
จะได้สอนซ่อมเสริม หรือวัดดูความพร้อมที่จะขึ้นบทเรียนใหม่ ๆ ตามที่ครูปรารถนา

2. แบบทดสอบมาตรฐาน หมายถึง แบบทดสอบที่สร้างขึ้นจากผู้เชี่ยวชาญในแต่ละสาขา
หรือครูผู้สอนวิชานั้น แต่ต้องผ่านการทดลองหาคุณภาพหลายครั้ง จนกระทั่งมีคุณภาพพอ
จึงสร้างเกณฑ์ปกติของแบบทดสอบนั้น ข้อสอบมาตรฐาน นอกจากคุณภาพสูงแล้ว ยังมีมาตรฐาน
ในด้านการสอบอีกด้วย คือว่า ไม่มีโรงเรียนใดหรือหน่วยราชการใดนำไปใช้ดำเนินการสอบจะเป็น
แบบเดียวกันและสามารถแปลผลคะแนนได้อีกด้วย

พิชิต ฤทธิ์จรูญ (2548, หน้า 96) ได้แบ่ง ประเภทของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนออกเป็น
2 ประเภท คือ

1. แบบสอบที่ครูสร้างขึ้นเอง หมายถึง แบบทดสอบที่มุ่งวัดผลสัมฤทธิ์ของผู้เรียน
เฉพาะกลุ่มที่ครูสอน เป็นแบบทดสอบที่ครูสร้างขึ้นใช้กัน โดยทั่วไปในสถานศึกษามีลักษณะ
เป็นแบบทดสอบข้อเขียนซึ่งแบ่งเป็น 2 ชนิด

1.1 แบบทดสอบอัตนัย เป็นแบบทดสอบที่กำหนดคำถามหรือปัญหาให้แล้ว
ให้ผู้ตอบเขียน โดยการแสดงความรู้ ความคิด เจตคติ ได้อย่างเต็มที่

1.2 แบบทดสอบปรนัย เป็นแบบทดสอบที่กำหนดให้ผู้สอบเขียนตอบสั้น ๆ
หรือมีคำตอบให้เลือกตอบแบบจำกัดคำตอบผู้ตอบไม่มีโอกาสแสดงความรู้ ความคิด
ได้อย่างกว้างขวางเหมือนแบบทดสอบอัตนัย แบบทดสอบชนิดนี้มี 4 แบบ คือ แบบทดสอบ
ถูก - ผิด แบบทดสอบเติมคำ แบบทดสอบจับคู่ และแบบทดสอบเลือกตอบ

2. แบบทดสอบมาตรฐาน หมายถึง แบบทดสอบที่มุ่งวัดผลสัมฤทธิ์ของผู้เรียน
โดยทั่ว ๆ ไป ซึ่งสร้างโดยผู้เชี่ยวชาญ มีการวิเคราะห์และปรับปรุงอย่างดีจนมีคุณภาพมีมาตรฐาน
กล่าวคือ มีมาตรฐานในการดำเนินการสอบ วิธีการให้คะแนนและการแปลความหมายของคะแนน

จากคำกล่าวข้างต้นสามารถสรุปได้ว่า ประเภทของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ แบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ 1) แบบทดสอบของครู ซึ่งแบ่งเป็น 2 ชนิด คือ 1.1) แบบทดสอบอัตนัย และ 1.2) แบบทดสอบปรนัย และ 2) แบบทดสอบมาตรฐาน คือ แบบทดสอบที่สร้างโดยผู้เชี่ยวชาญ มีการวิเคราะห์และปรับปรุงอย่างจริงจังมีคุณภาพมีมาตรฐาน ในงานวิจัยนี้ผู้วิจัยใช้แบบทดสอบปรนัยที่ผู้วิจัยเป็นผู้สร้างขึ้น

4. การสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์

มีนักการศึกษาและหน่วยงานทางการศึกษา ได้เสนอ การสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ดังนี้

พิชิต ฤทธิ์จรูญ (2548, หน้า 97 - 99) ได้เสนอ การสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน สรุปได้ดังนี้

1. วิเคราะห์หลักสูตรและสร้างตารางวิเคราะห์หลักสูตร เพื่อวิเคราะห์เนื้อหาสาระ และพฤติกรรมต้องการวัด
 2. กำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้ ซึ่งเป็นพฤติกรรมที่เป็นผลการเรียนรู้ที่ผู้สอนมุ่งหวังให้ เกิดกับผู้เรียน โดยผู้สอนจะต้องกำหนดไว้ล่วงหน้าเพื่อเป็นแนวทางในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ และสร้างข้อสอบวัดผลสัมฤทธิ์
 3. กำหนดชนิดของข้อสอบและศึกษาวิธีการสร้าง โดยเลือกให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของการเรียนรู้และเหมาะสมกับวัยของผู้เรียนแล้วศึกษาวิธีการสร้างข้อสอบชนิดนั้น ให้มีความรู้ความเข้าใจในหลักและวิธีการสร้างข้อสอบ
 4. สร้างข้อสอบตามรายละเอียดที่กำหนดไว้ในตารางวิเคราะห์หลักสูตร และให้สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้
 5. ตรวจสอบข้อสอบ เพื่อให้ข้อสอบมีความถูกต้องตามหลักวิชา มีความสมบูรณ์ครบถ้วนตามรายละเอียดที่กำหนดไว้ในตารางวิเคราะห์หลักสูตร
 6. จัดพิมพ์แบบทดสอบฉบับทดลอง พร้อมคำชี้แจง
 7. ทดลองใช้ข้อสอบกับกลุ่มที่มีลักษณะคล้ายคลึงกับกลุ่มที่ต้องการสอนจริง แล้วนำผลการทดสอบมาวิเคราะห์และปรับปรุงข้อสอบให้มีคุณภาพ
 8. จัดทำแบบทดสอบฉบับจริงเพื่อนำไปใช้กับกลุ่มเป้าหมาย
- เวชฤทธิ์ อังกะภักทรขจร (2555, หน้า 154) ได้เสนอ การสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน สรุปได้ดังนี้

1. ศึกษาหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 หรือหลักสูตรสถานศึกษา แล้ววิเคราะห์มาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัด สาระการเรียนรู้ และเนื้อหาคณิตศาสตร์ ที่ต้องการวัด

2. จากข้อมูลในขั้นที่ 1 วิเคราะห์จุดประสงค์การเรียนรู้ที่ต้องการให้เกิดแก่ผู้เรียนในแต่ละเนื้อหา

3. วิเคราะห์ระดับพฤติกรรมที่ต้องการวัด ซึ่งพฤติกรรมที่วัดในคณิตศาสตร์เป็นพฤติกรรมระดับความรู้/ความจำ ความเข้าใจ การนำไปใช้ และการวิเคราะห์ จากนั้นสร้างตารางวิเคราะห์ข้อสอบจำแนกตามพฤติกรรมที่ต้องการวัดในแต่ละเนื้อหา

4. จากข้อมูลในขั้นที่ 2 และ 3 นำมาวิเคราะห์พฤติกรรมที่ต้องการวัดในแต่ละจุดประสงค์การเรียนรู้

5. กำหนดลักษณะของข้อสอบตามพฤติกรรมที่ต้องการวัดและจุดประสงค์การเรียนรู้ที่สร้างขึ้นในขั้นที่ 4

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) (2555 ก, หน้า 30 - 32) ได้เสนอการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน สรุปได้ดังนี้

1. ศึกษาจุดหมายของการวัดผลประเมินผล สารการเรียนรู้ มาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัด และเนื้อหาที่ต้องการ

2. วิเคราะห์เนื้อหาและระดับพฤติกรรมที่ต้องการวัด

3. กำหนดรูปแบบของข้อสอบที่จะใช้ในแบบทดสอบให้สอดคล้องกับเนื้อหาและระดับพฤติกรรมที่ต้องการวัด ซึ่งควรใช้รูปแบบที่หลากหลายเพื่อพัฒนาให้ผู้เรียนได้มีโอกาสแสดงความรู้ความสามารถอย่างเต็มศักยภาพ

4. กำหนดจำนวนข้อสอบ การกระจายเนื้อหาที่ต้องการทดสอบและเวลาที่ใช้สอบ

5. สร้างข้อสอบที่กำหนด โดยคำนึงถึงเทคนิคการสร้างข้อสอบและความสอดคล้องกับจุดประสงค์กับจุดมุ่งหมายของการวัดผลประเมินผล

6. ตรวจสอบความถูกต้องของเนื้อหา ความเที่ยงตรง และความเป็นปรนัยของข้อสอบ นอกจากนี้สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ได้แนะนำแนวทางในการสร้างข้อสอบเลือกตอบไว้ดังนี้

1. การสร้างคำถาม: คำถามที่ดีควรมีลักษณะ ดังนี้

1.1 สั้น ได้ใจความชัดเจน และใช้ภาษาที่เข้าใจง่าย

1.2 ใช้เป็นประโยคบอกเล่า ในกรณีที่มีการใช้คำปฏิเสธ เช่น ไม่หรือห้าม

ต้องเน้นด้วยตัวหนา หรือขีดเส้นใต้คำที่แสดงการปฏิเสธ

1.3 คำถามแต่ละข้อจะต้องเป็นอิสระต่อกัน การตอบคำถามของข้อหนึ่งจะต้องไม่ชี้นำ หรือขึ้นอยู่กับอีกข้อหนึ่ง

1.4 หลีกเลี่ยงการใช้ภาษาที่ชี้นำหรือสื่อความไปถึงคำตอบถูกหรือคำตอบผิด

1.5 แต่ละคำถามต้องมีคำตอบที่ถูกเพียงคำตอบเดียว (ยกเว้น ข้อสอบเพื่อการวิเคราะห์ที่มีคำตอบถูกหลายคำตอบได้ แต่การแปลผลจะต้องคำนึงถึงความหมายของแต่ละคำตอบ)

2. การสร้างตัวเลือก: โดยทั่วไปตัวเลือกของข้อสอบเลือกตอบ มีจำนวน 3 - 5 ตัวเลือก การกำหนดจำนวนตัวเลือกในแต่ละข้อสอบต้องคำนึงถึงระดับและความสามารถของผู้เรียน ตัวเลือกที่ดีควรมีลักษณะดังต่อไปนี้

2.1 แต่ละตัวเลือกควรเป็นเรื่องหรือประเด็นเดียวกันและมีความยาวใกล้เคียงกัน

2.2 ใช้คำที่สั้น ได้ใจความชัดเจน และหลีกเลี่ยงการใช้คำศัพท์หรือข้อความที่เข้าใจได้ยาก

2.3 ไม่ควรใช้ตัวเลือก “ถูกทุกข้อ” “ผิดทุกข้อ” หรือ “ไม่มีข้อใดถูก” (เพราะเป็นการสื่อความหมายถึงความไม่แน่ใจในคำถามหรือการเลือกตอบด้วยความมั่นใจ)

2.4 ไม่ควรสร้างตัวเลือกโดยใช้ระดับของความถูกต้องเป็นประเด็นให้คิด เช่น ถูกครึ่ง - ผิดครึ่ง หรือถูกต้องเป็นบางส่วน เพราะอาจทำให้เกิดความสับสนในการตัดสินใจเลือกคำตอบ

จากการศึกษาข้างต้นสามารถสรุปการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ผู้วิจัยนำมาใช้ในงานฉบับนี้ ดังนี้

1. ศึกษาจุดมุ่งหมายของการวัดผลประเมินผล สาระการเรียนรู้ มาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัด และเนื้อหาที่ต้องการ

2. กำหนดรูปแบบของข้อสอบที่จะใช้ เป็นสอบปรนัย ชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก และศึกษาหลักการสร้างข้อสอบ จากเอกสาร ตำรา และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

3. กำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้ของการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน คณิตศาสตร์

4. สร้างตารางวิเคราะห์แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ซึ่งประกอบไปด้วย สาระการเรียนรู้ จุดประสงค์การเรียนรู้ และจำนวนข้อสอบ จำแนกตามระดับพฤติกรรม

5. สร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ตามตารางการวิเคราะห์ข้อสอบที่จำแนกตามระดับพฤติกรรม

6. ตรวจสอบความถูกต้องของเนื้อหา ความเที่ยงตรง และความเป็นปรนัยของข้อสอบ

7. นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ไปทดลองใช้กับนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง

8. นำผลคะแนนที่ได้จากการตรวจแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียน มาวิเคราะห์หาคุณภาพของแบบทดสอบ

9. แก้ไขปรับปรุงจนได้ข้อสอบที่มีคุณภาพและจัดทำแบบทดสอบฉบับสมบูรณ์ แล้วนำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ที่ได้ไปใช้กับกลุ่มตัวอย่าง

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยต่างประเทศ

จากการค้นคว้าและศึกษางานวิจัยต่างประเทศที่เกี่ยวข้องกับ

Robertson (1970) ได้ศึกษา ผลการสอนหลักเกณฑ์และความสัมพันธ์ทางคณิตศาสตร์จากการสอน 2 แบบ คือ แบบค้นพบโดยการแนะแนวทาง และการแสดงเหตุผล กับนักเรียนเกรด 4 จำนวน 374 คน ครู 13 คน จากโรงเรียน 4 โรงเรียน ในพิทสเบิร์ก รัฐเพนซิลวาเนีย ผลการศึกษาพบว่า กลุ่มที่สอนแบบค้นพบโดยการแนะแนวมีความสามารถในการให้เหตุผลดีกว่ากลุ่มที่สอนแบบบรรยายอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

Keese (1972) ได้ศึกษา ความสามารถด้านความคิดสร้างสรรค์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ โดยใช้วิธีสอนแบบค้นพบและแบบบรรยาย กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนเกรด 8 จำนวน 2 กลุ่ม กลุ่มละ 31 คน แบ่งเป็นกลุ่มทดลองสอนโดยวิธีค้นพบ และกลุ่มควบคุมสอนโดยวิธีบรรยายการทดลอง ผลปรากฏว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่ได้รับวิธีสอนแบบค้นพบมีผลดีกว่าผลสัมฤทธิ์ของนักเรียนที่ได้จากวิธีการสอนแบบบรรยายอย่างมีนัยสำคัญ

Chee (1976) ได้ศึกษา ผลของคำถามระดับสูงที่มีต่อระดับการตอบคำถาม และความความสามารถในการให้เหตุผลของนักเรียน โดยใช้คำถาม ระดับสูง ซึ่งประกอบด้วย คำถามการนำไปใช้วิเคราะห์ สังเคราะห์ และประเมินค่า พบว่า คำถามระดับสูงมีผลต่อความสามารถในการคิดให้เหตุผลของนักเรียน แต่ไม่พบว่าคำถามระดับสูงมีผลต่อการตอบสนองของนักเรียน

Hiatt (1980) ได้ศึกษา ผลของการสอนคณิตศาสตร์เรื่อง อัตราส่วนตรีโกณมิติ โดยใช้บทเรียนแบบค้นพบ โดยเปรียบเทียบกับการสอนปกติ ผลของการวิจัยปรากฏว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนทั้งสองกลุ่ม แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

Fensham (1995) ได้ศึกษา การเปรียบเทียบความสามารถด้านความคิดสร้างสรรค์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน โดยใช้วิธีการสอนแบบค้นพบ ผลการศึกษาปรากฏว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่ได้รับวิธีสอนแบบค้นพบมีผลดีกว่าผลสัมฤทธิ์ของนักเรียนที่ได้จากวิธีการสอนแบบบรรยายอย่างมีนัยสำคัญ

Wimer, Ridenour, Thomas and Place (2001, pp. 90 - 91) ได้ศึกษา การตอบสนองต่อการใช้คำถามระดับสูงของนักเรียนชายและนักเรียนหญิงในการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ระดับประถมศึกษา โดยกลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนที่ศึกษาอยู่ในโรงเรียนรัฐบาลและโรงเรียนเอกชนจำนวน 249 คน โดยสังเกตจากการใช้คำถามระดับสูงและคำถามระดับต่ำของครูผู้สอนในแต่ละโรงเรียน ผลการศึกษาปรากฏว่า ผู้เรียนส่วนใหญ่ทั้งนักเรียนชายและนักเรียนหญิงตอบสนองต่อการใช้คำถามระดับต่ำมากกว่าการใช้คำถามระดับสูงของครู และนักเรียนหญิงส่วนใหญ่ไม่รับถามคำถามมากกว่านักเรียนชาย

Shahrill and Mundia (2014, pp. 26 - 28) ได้ศึกษา การใช้คำถามระดับต่ำและคำถามระดับสูงในการจัดการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์ของผู้สอน ซึ่งผู้สอนทำการสังเกต และวิเคราะห์จากการบันทึกวิดีโอ โดยกลุ่มตัวอย่าง คือ ผู้สอนรายวิชาคณิตศาสตร์แก่นักเรียนที่กำลังศึกษาในระดับเกรด 8 ในประเทศสหรัฐอเมริกาและออสเตรเลีย ซึ่งผู้สอนเป็นเพศชาย 2 คน และเพศหญิง 4 คน รวม 6 คน ผลการศึกษาปรากฏว่า คำถามที่ผู้สอนนำมาใช้จัดการเรียนการสอนส่วนใหญ่ คือ คำถามระดับต่ำ ซึ่งคิดเป็นร้อยละ 75.8 ในขณะที่ร้อยละของการใช้คำถามระดับสูง มีค่าเท่ากับ 24.2 นอกจากนี้ผู้สอนได้ใช้คำถามกับนักเรียนชายมากกว่านักเรียนหญิง เนื่องจากนักเรียนชายมีการตอบสนองต่อคำถามได้ดีกว่านักเรียนหญิง และผู้สอนทุกคนให้คำชมแก่ผู้เรียนเมื่อผู้เรียนตอบคำถาม เพื่อสร้างแรงจูงใจในการเรียนของผู้เรียน

งานวิจัยในประเทศ

จากการค้นคว้าและศึกษางานวิจัยภายในประเทศที่เกี่ยวข้อง

ชัยยุทธ บุญธรรม (2549) ได้ศึกษา การพัฒนาชุดการเรียนคณิตศาสตร์ที่เน้นทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยการสอนแบบค้นพบ เรื่องสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ภายหลังได้รับการสอนด้วยชุดการเรียนคณิตศาสตร์ที่เน้นทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยการสอนแบบค้นพบ เรื่องสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว สูงกว่าก่อนได้รับการสอนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และ พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ภายหลังได้รับการสอนด้วยชุดการเรียนคณิตศาสตร์ที่เน้นทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยการสอนแบบค้นพบ เรื่องสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 65 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

เบญจพร สว่างศรี (2549) ได้ศึกษา ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาแคลคูลัส เรื่อง อนุพันธ์ และการประยุกต์ของนักศึกษาปริญญาตรี ที่สอน โดยใช้เทคนิคการสอนแบบค้นพบ พบว่า นักศึกษาที่ได้รับการสอนโดยใช้เทคนิคการสอนแบบค้นพบ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ธิดา สุขสถิต (2552) ได้ศึกษา การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วนและสัดส่วนของนักเรียนระดับชั้นประกาศนียบัตรวิชาชีพปีที่ 1 ที่ได้รับการสอน ด้วยวิธีสอนแบบค้นพบกับวิธีสอนแบบปกติ พบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนเรื่องอัตราส่วน และสัดส่วนด้วยวิธีการสอนแบบค้นพบ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์สูงการนักเรียน ที่ได้รับการสอนด้วยวิธีปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

กรรณิการ์ จักรกรร (2556) ได้ศึกษา ผลสัมฤทธิ์การเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง การแก้ โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่เรียนโดยใช้ การสอนแบบค้นพบโดยการแนะแนว พบว่า หลังการเรียนการสอนแบบค้นพบโดยการแนะแนว นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์สูงกว่าก่อนการเรียนการสอน แบบค้นพบ

คณิตตา ไวยขุนทด (2557) ได้ศึกษา การศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความคงทนในการเรียนรู้ของนักเรียน โดยการสอนแบบค้นพบด้วยวิธีแนะแนวทางการ สอนปกติ เรื่องความน่าจะเป็น สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 พบว่า นักเรียนกลุ่มทดลอง ที่ได้รับการสอนแบบค้นพบด้วยวิธีแนะแนวมีค่าเฉลี่ยของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่า กลุ่มควบคุมที่ได้รับการสอนแบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ .05

สิวพร ศรีจรรย์ (2559) ได้ศึกษา ผลการจัดการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรสืบเสาะหา ความรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับคำถามระดับสูง ที่มีผลต่อการคิดอย่างมีเหตุผล และผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียนวิชาชีววิทยา เรื่อง ระบบการย่อยอาหาร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 พบว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาชั้นปีที่ 4 หลังจากได้รับการจัดการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรสืบเสาะหา ความรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับคำถามระดับสูงที่มีต่อความสามารถในการให้เหตุผลสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ธนวรรณ นัยเนตร (2560) ได้ศึกษา ผลของการจัดการเรียนรู้เชิงรุกร่วมกับคำถาม ระดับสูงที่มีต่อความสามารถในการให้เหตุผลและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชัน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 พบว่า นักเรียนนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาชั้นปีที่ 4 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้เชิงรุกร่วมกับคำถามระดับสูงที่มีต่อความสามารถในการให้เหตุผล และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ .05

จิรัชญา นวนกระโทก (2560) ได้ศึกษา ผลของการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ร่วมกับคำถามระดับสูงที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และความสามารถในการคิด แก้ปัญหา เรื่อง อาหารกับการดำรงชีวิต ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 พบว่า ผลสัมฤทธิ์

ทางการเรียนของนักเรียนหลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับคำถามระดับสูง สูงกว่าก่อนเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องทั้งในประเทศและต่างประเทศ พบว่า การจัดกิจกรรม การเรียนรู้แบบค้นพบและคำถามระดับสูงช่วยพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผล ทางคณิตศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ได้

บทที่ 3

วิธีการดำเนินการวิจัย

การทำวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ในการวิจัยเพื่อศึกษา ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบค้นพบร่วมกับคำถามระดับสูงที่มีต่อความสามารถในการให้เหตุผลและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ผู้วิจัยได้ดำเนินการศึกษาค้นคว้าเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ดังนี้

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง
2. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
3. การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
4. การกำหนดแบบแผนการทดลอง
5. การเก็บรวบรวมข้อมูล
6. การวิเคราะห์ข้อมูล
7. สถิติที่ใช้ในการวิจัย

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2561 โรงเรียนโพธิสัมพันธ์พิทยาคาร จังหวัดชลบุรี จำนวน 10 ห้อง รวม 420 คน ซึ่งเป็นนักเรียนห้องเรียนปกติ ที่มีการจัดห้องเรียนแบบความสามารถและไม่ใช้ห้องเรียนพิเศษวิทยาศาสตร์

กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2/4 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2561 โรงเรียนโพธิสัมพันธ์พิทยาคาร จังหวัดชลบุรี จำนวน 45 คน โดยผู้วิจัยใช้เทคนิคการเลือกกลุ่มตัวอย่างโดยการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster random sampling) เนื่องจากทางโรงเรียนจัดห้องเรียนแบบความสามารถ

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ เครื่องมือที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ประกอบด้วย

1. แผนการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่ใช้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบค้นพบร่วมกับคำถามระดับสูงที่มีต่อความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 6 แผน จำนวน 10 คาบ คาบละ 50 นาที

2. แบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ซึ่งเป็นแบบทดสอบอัตนัย จำนวน 9 ข้อ

3. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ซึ่งเป็นแบบปรนัยชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 20 ข้อ

การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบค้นพบร่วมกับคำถามระดับสูง ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 6 แผน จำนวน 10 คาบ รายวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน เรื่อง เส้นขนาน มีขั้นตอนการดำเนินการ ดังนี้

1.1 ศึกษาแนวคิด ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบค้นพบและการใช้คำถามระดับสูง จากหนังสือ ตำรา เอกสารและงานวิจัยต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง เพื่อใช้เป็นพื้นฐานความรู้ในการจัดการเรียนการสอน

1.2 ศึกษาหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 หลักสูตรของกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์และศึกษาหลักสูตรสถานศึกษา โรงเรียนโพธิสัมพันธ์พิทยาคาร จังหวัดชลบุรี ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น เรื่องเส้นขนาน เพื่อวิเคราะห์เกี่ยวกับคำอธิบายรายวิชา โครงสร้างรายวิชา มาตรฐาน/ ตัวชี้วัด และสาระสำคัญ รวมถึงศึกษาคู่มือครูรายวิชาพื้นฐาน กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ สำหรับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

1.3 ศึกษาเนื้อหาสาระคณิตศาสตร์พื้นฐาน เรื่องเส้นขนาน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จากหนังสือเรียนรายวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน เล่ม 2 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ซึ่งจัดทำโดยสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 และตำราอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง

1.4 เขียนแผนการจัดการเรียนรู้แบบค้นพบร่วมกับคำถามระดับสูง ที่ครอบคลุมเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง เส้นขนาน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 10 คาบ (คาบละ 50 นาที) ซึ่งประกอบด้วย แผนการจัดการเรียนรู้ สาระการเรียนรู้ กิจกรรมการเรียนรู้ สื่อ อุปกรณ์ และแหล่งเรียนรู้ การวัดและการประเมินผลการเรียนรู้ และบันทึกหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง เส้นขนาน ดังตารางที่ 3 - 1

ตารางที่ 3 - 1 วิเคราะห์แผนการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง เส้นขนาน

| ตัวชี้วัด | แผนที่/ ชื่อแผน | สาระ การเรียนรู้ | จุดประสงค์การเรียนรู้ | จำนวน คาบ |
|--|------------------------------------|---------------------------------|---|--------------|
| ค 3.2 ม.2/1 ใช้สมบัติเกี่ยวกับ ความเท่ากัน ทุกประการของ รูปสามเหลี่ยม และ สมบัติเส้นขนาน ในการให้เหตุผล และแก้ปัญหา | 1. บทนิยามของ เส้นขนาน | บทนิยามของ เส้นขนาน | 1. นักเรียนสามารถ หาเส้นตรงคู่ที่ ขนานกันได้ 2. นักเรียนสามารถ บอกได้ว่ารูปที่ กำหนดให้เป็น เส้นขนานหรือไม่ พร้อมทั้งให้เหตุผล ประกอบอย่าง สมเหตุสมผล | 1 |
| ค 6.1 ม.1 - 3/3 ให้เหตุผล ประกอบการ ตัดสินใจ และ สรุปผลได้ อย่างเหมาะสม | 2. ระยะห่าง ระหว่าง เส้นขนาน | ระยะห่าง ระหว่าง เส้นขนาน | 1. นักเรียนสามารถ หาเส้นตรงคู่ที่ ขนานกัน เมื่อกำหนด ให้เส้นตรงสองเส้น ขนานกันก็ต่อเมื่อ ระยะห่างระหว่าง เส้นตรงคู่กันเท่ากัน เสมอ 2. นักเรียนสามารถ นำความรู้เรื่อง ระยะห่างระหว่าง เส้นขนานไปใช้ ในการให้เหตุผลว่า เส้นตรงสองเส้นนั้น ขนานกัน | 1 |

ตารางที่ 3 - 1 (ต่อ)

| ตัวชี้วัด | แผนที่/ ชื่อแผน | สาระ การเรียนรู้ | จุดประสงค์การเรียนรู้ | จำนวน คาบ |
|--|---|--|---|--------------|
| ค 3.2 ม.2/1 ใช้สมบัติเกี่ยวกับ ความเท่ากัน ทุกประการของ รูปสามเหลี่ยม และ สมบัติเส้นขนาน ในการให้เหตุผล และแก้ปัญหา | 3. มุมภายใน ที่อยู่บน ข้างเดียวกัน ของเส้นตัด | มุมภายใน ที่อยู่บน ข้างเดียวกัน ของเส้นตัด | 1. นักเรียนสามารถหา มุมคู่ที่เป็นมุมภายใน ที่อยู่บนข้างเดียวกัน ของเส้นตัด เมื่อ กำหนดเส้นตรง เส้นหนึ่งตัดเส้นตรง คู่หนึ่งได้ 2. นักเรียนสามารถ บอกได้ว่ามุมคู่ใด เป็นมุมภายในที่อยู่ บนข้างเดียวกันของ เส้นตัดพร้อมทั้ง ให้เหตุผลประกอบ อย่างสมเหตุสมผล | 1 |
| ค 6.1 ม.1 - 3/3 ให้เหตุผลประกอบ การตัดสินใจ และ สรุปผลได้ อย่างเหมาะสม | เส้นขนาน และ มุมภายในที่อยู่บน ข้างเดียวกันของ เส้นตัด | เส้นขนาน และมุมภายใน ที่อยู่บน ข้างเดียวกัน ของเส้นตัด | 1. นักเรียนสามารถหา เส้นตรงคู่ที่ขนานกัน เมื่อกำหนดให้ เส้นตรงเส้นหนึ่ง ตัดเส้นตรงคู่หนึ่ง เส้นตรงคู่ขนาน กันก็ต่อเมื่อขนาดของ มุมภายในที่อยู่บน ข้างเดียวกันของ เส้นตัดรวมกันเท่ากับ 180 องศา | 1 |

ตารางที่ 3 - 1 (ต่อ)

| ตัวชี้วัด | แผนที่/ ชื่อแผน | สาระ การเรียนรู้ | จุดประสงค์การเรียนรู้ | จำนวน คาบ |
|--|-------------------------|------------------------|---|--------------|
| | | | 2. นักเรียนสามารถนำ ทฤษฎีบทเกี่ยวกับ เส้นขนาน และ มุมภายในไปใช้ ในการให้เหตุผลว่า เส้นตรงสองเส้น ขนานกันหรือไม่ | |
| ค 3.2 ม.2/1 ใช้สมบัติเกี่ยวกับ ความเท่ากัน ทุกประการของ รูปสามเหลี่ยม และ สมบัติเส้นขนาน ในการให้เหตุผล และแก้ปัญหา | 4. มุมแย้ง | มุมแย้ง | 1. นักเรียนหามุมคู่ ที่เป็นมุมแย้ง เมื่อกำหนดให้ เส้นตรงเส้นหนึ่ง ตัดเส้นตรงคู่หนึ่ง 2. นักเรียนสามารถ หามุมคู่ใดเป็นมุมแย้ง พร้อมทั้งให้เหตุผล ประกอบอย่าง สมเหตุสมผล | 1 |
| ค 6.1 ม.1 - 3/3 ให้เหตุผลประกอบ การตัดสินใจ และ สรุปผลได้ อย่างเหมาะสม | เส้นขนาน และ มุมแย้ง | เส้นขนาน และมุมแย้ง | 1. นักเรียนสามารถหา มุมแย้งเมื่อเส้นตรง เส้นหนึ่งตัดเส้นตรง คู่หนึ่ง เส้นตรงคู่นั้น ขนานกันก็ต่อเมื่อ มุมแย้งมีขนาดเท่ากัน | 1 |

ตารางที่ 3 - 1 (ต่อ)

| ตัวชี้วัด | แผนที่/ ชื่อแผน | สาระ การเรียนรู้ | จุดประสงค์การเรียนรู้ | จำนวน คาบ |
|--|-----------------------------|--------------------------|---|--------------|
| | | | 2. นักเรียนสามารถนำ ทฤษฎีบทเกี่ยวกับ เส้นขนาดและมุมแย้ง ไปใช้ในการให้ เหตุผลว่า เส้นตรง สองเส้นขนานกัน หรือไม่ | |
| ค 3.2 ม.2/1 ใช้สมบัติเกี่ยวกับ ความเท่ากัน ทุกประการของ รูปสามเหลี่ยม และ สมบัติเส้นขนาน ในการให้เหตุผล และแก้ปัญหา | 5. มุมภายนอก และมุมภายใน | มุมภายนอก และมุมภายใน | 1. นักเรียนสามารถหา มุมคู่ที่เป็นมุม ภายนอก และ มุมภายในที่อยู่ ตรงข้ามบน ข้างเดียวกันของ เส้นตัด เมื่อกำหนดให้ เส้นตรงเส้นหนึ่ง ตัดเส้นตรงคู่หนึ่ง | 1 |
| ค 6.1 ม.1 - 3/3 ให้เหตุผลประกอบ การตัดสินใจ และ สรุปผลได้อย่าง เหมาะสม | | | 2. นักเรียนสามารถ หามุมคู่ที่เป็น มุมภายนอก และ มุมภายใน พร้อมทั้ง ให้เหตุผลประกอบ อย่างสมเหตุสมผล | |

ตารางที่ 3 - 1 (ต่อ)

| ตัวชี้วัด | แผนที่/ ชื่อแผน | สาระ การเรียนรู้ | จุดประสงค์การเรียนรู้ | จำนวน คาบ |
|--|--|--|--|--------------|
| | เส้นขนาน และ มุมภายนอกกับ มุมภายใน | เส้นขนาน และ มุมภายนอก กับมุมภายใน | 1. นักเรียนสามารถหา เส้นตรงที่ขนานได้ เมื่อกำหนดให้ เส้นตรงเส้นหนึ่ง ตัดเส้นตรงคู่หนึ่ง เส้นตรงคู่ขนานกัน ก็ต่อเมื่อ มุมภายนอก และมุมภายในที่อยู่ ตรงข้ามบน ข้างเดียวกันของ เส้นตัดมีขนาดเท่ากัน 2. นักเรียนสามารถทำ ทฤษฎีบทเกี่ยวกับ เส้นขนาน และ มุมภายนอกกับ มุมภายในไปใช้ ในการให้เหตุผลว่า เส้นตรงสองเส้น ขนานกัน | 1 |
| ค 3.2 ม.2/1 ใช้สมบัติเกี่ยวกับ ความเท่ากัน ทุกประการของ รูปสามเหลี่ยม และ สมบัติเส้นขนาน ในการให้เหตุผล และแก้ปัญหา | 6. มุมภายใน ของรูป สามเหลี่ยม | มุมภายในของ รูปสามเหลี่ยม | 1. นักเรียนสามารถหา ขนาดของมุมที่ กำหนดให้ได้ โดยใช้ ขนาดของมุมภายใน ทั้งสามมุมของ รูปสามเหลี่ยมรวมกัน เท่ากับ 180 องศา | 1 |

ตารางที่ 3 - 1 (ต่อ)

| ตัวชี้วัด | แผนที่/ ชื่อแผน | สาระ การเรียนรู้ | จุดประสงค์การเรียนรู้ | จำนวน คาบ |
|--|---|--|---|--------------|
| ค 6.1 ม.1 - 3/3 ให้เหตุผล ประกอบการ ตัดสินใจ และ สรุปผลได้อย่าง เหมาะสม | | | 2. นักเรียนสามารถ ให้เหตุผลเกี่ยวกับ การหาขนาดของมุม โดยใช้ความรู้ เรื่อง มุมภายในของ รูปสามเหลี่ยม | |
| | มุมภายนอก และ มุมภายในของ รูปสามเหลี่ยม | มุมภายนอก และมุมภายใน ของรูป สามเหลี่ยม | 1. นักเรียนสามารถหา ขนาดมุมที่กำหนด ให้ได้ โดยถ้าต่อ ด้านในด้านหนึ่งของ รูปสามเหลี่ยมออกไป มุมภายนอกที่เกิดขึ้น จะมีขนาดเท่ากับ ผลบวกของขนาดของ มุมภายในที่ไม่ใช่ มุมประชิดของ มุมภายนอกนั้น 2. นักเรียนสามารถให้ เหตุผลเกี่ยวกับการหา ขนาดของมุมโดยใช้ ความรู้เรื่องขนาดของ มุมภายนอก และ มุมภายในของ รูปสามเหลี่ยม | 1 |
| | | รวม | | 10 |

1.5 นำแผนการจัดการเรียนรู้แบบค้นพบร่วมกับคำถามระดับสูงที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น
เสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์เพื่อตรวจสอบความถูกต้องของเนื้อหา ภาษา ความสอดคล้อง
และเหมาะสมของจุดประสงค์การเรียนรู้ สาระการเรียนรู้ กิจกรรมการเรียนรู้ การวัดและประเมินผล
การเรียนรู้ในแต่ละแผนการจัดการจัดการการเรียนรู้และนำข้อเสนอแนะที่ได้ไปปรับปรุงแก้ไข
โดยผู้วิจัยได้ทำการปรับปรุงภาษาที่ใช้ในแผนการจัดการจัดการการเรียนรู้ ดังนี้

1.5.1 มาตรฐานการเรียนรู้

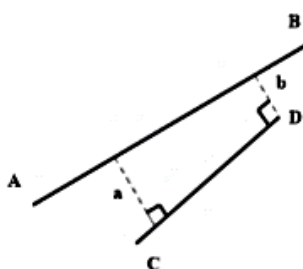
1.5.2 ตัวชี้วัด

1.5.3 สาระสำคัญ/ ความคิดรวบยอด

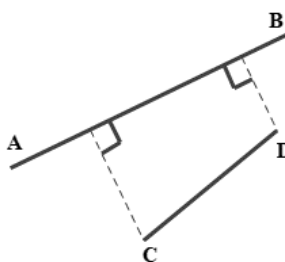
1.5.4 สาระการเรียนรู้

1.5.5 ในหัวข้อกิจกรรมการเรียนรู้ ของแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง ระยะห่าง
ระหว่างเส้นขนาน ดังนี้

1.5.5.1 ขึ้นเผชิญกับสถานการณ์ปัญหา จากรูป



ปรับเป็น



1.5.5.2 นค้นพบ จาก “เส้นตรงสองเส้นที่กำหนดให้ในกลุ่มที่ 1 ค่าของ a
และ b มีค่าเท่ากัน และตั้งฉากกับเส้นตรงสองเส้นที่ขนานกัน” เป็น “เส้นตรงสองเส้นที่กำหนดให้
ในกลุ่มที่ 1 ค่าของ a และ b มีความยาวเท่ากัน และตั้งฉากกับเส้นตรงสองเส้นที่ขนานกัน”

1.5.5.3 ขึ้นค้นพบ จาก “เส้นตรงสองเส้นที่กำหนดให้ในกลุ่มที่ 2 ค่าของ a
และ b ไม่เท่ากัน และไม่ตั้งฉากกับเส้นตรงสองเส้นที่ไม่ขนานกัน” เป็น “เส้นตรงสองเส้นที่
กำหนดให้ในกลุ่มที่ 2 ค่าของ a และ b ไม่เท่ากัน เส้นตรงสองเส้นไม่ขนานกัน”

1.5.6 สื่อ อุปกรณ์และแหล่งเรียนรู้

1.5.7 การวัดและการประเมินผล

1.5.8 บันทึกหลังการสอน

1.6 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่สร้างเสร็จแล้วเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์พิจารณาให้ข้อเสนอแนะ ผู้วิจัยนำมาปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

1.7 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ได้รับการปรับปรุงแก้ไขแล้วไปเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 คน เพื่อตรวจสอบความสอดคล้องของเนื้อหา ความถูกต้องของภาษาที่ใช้ และความเหมาะสมของแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยใช้แบบประเมินมาตราส่วนประมาณค่า (Rating scale) 5 ระดับ ตามวิธีการของ Likert (บุญชม ศรีสะอาด, 2545, หน้า 73) แล้วนำมาค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และนำค่ามาแปลความหมายโดยเปรียบเทียบกับเกณฑ์ในการแปลความหมาย 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

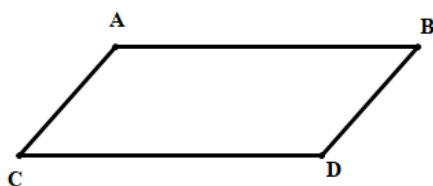
ค่าเฉลี่ยระหว่าง 0 - 1.50 หมายถึง มีความเหมาะสมน้อยที่สุด

โดยยึดหลักการตัดสินจากคะแนนเฉลี่ย 3.51 ขึ้นไปจากนั้นปรับปรุงแก้ไขแผนการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ให้เหมาะสมตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ

ซึ่งผลจากการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 ท่าน พบว่า แผนการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้มีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับเหมาะสมมากที่สุด โดยเฉลี่ยเท่ากับ 4.57 (รายละเอียดดังภาคผนวก ค) และผู้วิจัยได้ปรับปรุงในส่วน of รายละเอียดที่ผู้เชี่ยวชาญได้ให้ข้อเสนอแนะ ได้แก่ การใช้ภาษาให้มีความชัดเจนมากยิ่งขึ้น เช่น

- จากข้อความ จงเขียนส่วนของเส้นตรง ที่ขนานกัน โดยใช้สัญลักษณ์

และบอกเหตุผล



.....

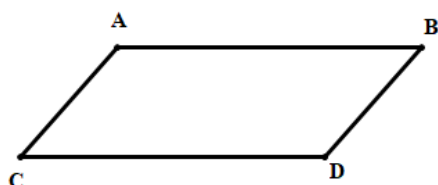
.....

.....

.....

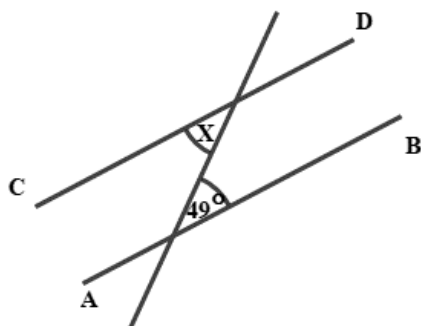
.....

ปรับเป็น จงเขียนส่วนของเส้นตรง ที่ขนานกัน โดยใช้สัญลักษณ์ และให้เหตุผล เพื่อแสดงว่าส่วนของเส้นตรงคู่ขนานกัน



.....

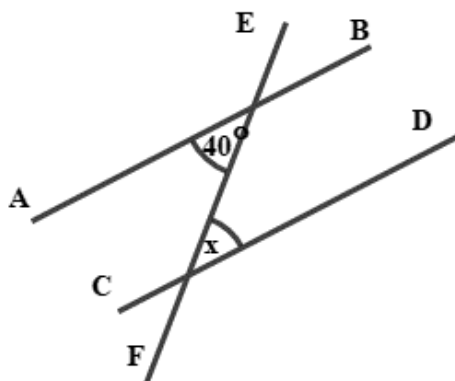
จากรูปกำหนดให้ \overline{AB} ขนาน \overline{CD} จงหาค่า X พร้อมบอกเหตุผล



จากรูป X และ 49° เป็นมุมแย้ง
 ดังนั้น จะได้ $X = 49^\circ$

ปรับเป็น

- กำหนดให้ \overline{AB} ขนาน \overline{CD} มี \overline{EF} เป็นเส้นตัด จงหาค่า X พร้อมแสดงเหตุผล



จากรูป X และ 49° เป็นมุมแย้ง
 ดังนั้น จะได้ $X = 49^\circ$

1.8 นำแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้ผู้เชี่ยวชาญประเมินความสอดคล้อง มาปรับปรุงตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ ไปทดลองใช้ (Try out) กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา ปีที่ 2/6 โรงเรียนโพธิสัมพันธ์พิทยาคม ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2561 จำนวน 45 คน เพื่อหาข้อบกพร่องของแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ซึ่งหลังจากการทดลอง พบว่า แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ มีความเหมาะสมในด้านเนื้อหาและเวลาที่ใช้ในการจัด กิจกรรม แต่ต้องปรับปรุงเอกสารแนะแนวทาง โดยเพิ่มตัวอย่างให้มากขึ้น เพื่อให้ นักเรียน สามารถหาความสัมพันธ์ และเติมคำตอบต่าง ๆ ในเอกสารแนะแนวทางได้ถูกต้อง

1.9 นำแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่ปรับปรุงแล้วไปใช้กับ กลุ่มตัวอย่าง

2. แบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

ผู้วิจัยดำเนินการสร้างและหาคุณภาพของแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผล ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง เส้นขนาน ซึ่งเป็นแบบอัตนัย ตามขั้นตอนดังนี้

2.1 ศึกษาเอกสาร ตำรา และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความสามารถในการให้เหตุผล ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน เทคนิควิธีการสร้างแบบทดสอบอัตนัย การวัดและการประเมินความ สามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เพื่อเป็นแนวทางในการสร้างแบบทดสอบ

2.2 วิเคราะห์สาระการเรียนรู้ และจุดประสงค์การเรียนรู้ เพื่อใช้ในการสร้าง แบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

2.3 สร้างตารางวิเคราะห์จุดประสงค์การเรียนรู้ และจำนวนข้อสอบ เพื่อใช้ ในการสร้างแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ โดยมีรายละเอียด ดังตารางที่ 3 - 2

2.4 สร้างแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง เส้นขนาน ซึ่งเป็นแบบทดสอบอัตนัย 18 ข้อ เพื่อนำไปใช้จริง 9 ข้อ โดยให้ครอบคลุมจุดประสงค์ การเรียนรู้

2.5 กำหนดเกณฑ์การให้คะแนนแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผล ทางคณิตศาสตร์ เป็นแบบภาพรวม ซึ่งมีรายละเอียด ดังตารางที่ 3 - 3

ตารางที่ 3 - 2 ตารางวิเคราะห์จุดประสงค์การเรียนรู้ และจำนวนข้อสอบของแบบทดสอบ
วัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง เส้นขนาน

| ตัวชี้วัด | สาระ การเรียนรู้ | จุดประสงค์การเรียนรู้ | จำนวน ข้อสอบ ที่ออกทั้งหมด | จำนวนข้อสอบ ที่ต้องการจริง |
|--|---|---|----------------------------------|-------------------------------|
| ค 3.2 ม.2/1 ใช้สมบัติ เกี่ยวกับ ความเท่ากัน ทุกประการของ รูปสามเหลี่ยม และสมบัติเส้น ขนานในการให้ เหตุผล และ แก้ปัญหา | 1. บทนิยาม ของ เส้นขนาน | 1. นักเรียนสามารถหา รูปที่กำหนดให้เป็น เส้นขนาน หรือ ไม่พร้อมทั้งให้เหตุผล ประกอบอย่าง สมเหตุสมผล | 2 | 1 |
| | 2. ระยะห่าง ระหว่าง เส้นขนาน | 2. นักเรียนสามารถ นำความรู้เรื่อง ระยะห่างระหว่าง เส้นขนานไปใช้ ในการให้เหตุผลว่า เส้นตรงสองเส้นนั้น ขนานกัน | 2 | 1 |
| ค 6.1 ม.1 - 3/3 ให้เหตุผล ประกอบการ ตัดสินใจ และ สรุปผลได้ อย่างเหมาะสม | 3. เส้นขนาน และมุม ภายใน ที่อยู่บน ข้างเดียวกัน ของเส้นตัด | 3. นักเรียนสามารถ นำทฤษฎีบทเกี่ยวกับ เส้นขนาน และ มุมภายในไปใช้ ในการให้เหตุผลว่า เส้นตรงสองเส้นขนาน กันหรือไม่ | 2 | 1 |

ตารางที่ 3 - 2 (ต่อ)

| ตัวชี้วัด | สาระ การเรียนรู้ | จุดประสงค์การเรียนรู้ | จำนวน ข้อสอบ ที่ออกทั้งหมด | จำนวนข้อสอบ ที่ต้องการจริง |
|--|---------------------------------|---|----------------------------------|-------------------------------|
| ค 3.2 ม.2/1 ใช้สมบัติ เกี่ยวกับ ความเท่ากัน ทุกประการของ รูปสามเหลี่ยม และสมบัติ เส้นขนาน ในการให้ เหตุผล และ แก้ปัญหา | 4. มุมแย้ง | 4. นักเรียนสามารถหา มุมคู่ที่เป็นมุมแย้ง พร้อมทั้งให้เหตุผล ประกอบอย่าง สมเหตุสมผล | 2 | 1 |
| | 5. เส้นขนาน และมุมแย้ง | 5. นักเรียนสามารถ นำทฤษฎีบทเกี่ยวกับ เส้นขนานและมุมแย้ง ไปใช้ในการให้เหตุผล ว่าเส้นตรงสองเส้น ขนานกันหรือไม่ | 2 | 1 |
| ค 6.1 ม.1 - 3/3 ให้เหตุผล ประกอบ การตัดสินใจ และสรุปผลได้ อย่างเหมาะสม | 6. มุมภายนอก กับมุม ภายใน | 6. นักเรียนสามารถนำ ทฤษฎีบทเกี่ยวกับ เส้นขนานและ มุมภายนอกกับ มุมภายในไปใช้ ในการให้เหตุผลว่า เส้นตรงสองเส้น ขนานกัน | 2 | 1 |

ตารางที่ 3 - 2 (ต่อ)

| ตัวชี้วัด | สาระ การเรียนรู้ | จุดประสงค์การเรียนรู้ | จำนวน ข้อสอบ ที่ออกทั้งหมด | จำนวนข้อสอบ ที่ต้องการจริง |
|--|---|--|----------------------------------|-------------------------------|
| | 7. เส้นขนาน และมุม ภายนอก กับมุม ภายใน | 7. นักเรียนสามารถนำ ทฤษฎีบทเกี่ยวกับ เส้นขนาน และ มุมภายนอกกับ มุมภายใน ไปใช้ ในการให้เหตุผลว่า เส้นตรงสองเส้นขนาน กันหรือไม่ | 2 | 1 |
| ค 3.2 ม.2/1 ใช้สมบัติ เกี่ยวกับ ความเท่ากัน ทุกประการของ รูปสามเหลี่ยม และสมบัติ เส้นขนาน ในการให้ เหตุผล และ แก้ปัญหา | 8. มุมภายใน ของรูป สามเหลี่ยม | 8. นักเรียนสามารถ ให้เหตุผลเกี่ยวกับการ หาขนาดของมุมโดยใช้ ความรู้เรื่องมุมภายใน ของรูปสามเหลี่ยม | 2 | 1 |
| | 9. มุมภายนอก และมุมภายใน ของรูป สามเหลี่ยม | 9. นักเรียนสามารถให้ เหตุผลเกี่ยวกับการหา ขนาดของมุมโดยใช้ ความรู้เรื่องขนาดของ มุมภายนอก และ มุมภายในของรูป สามเหลี่ยม | 2 | 1 |

ตารางที่ 3 - 2 (ต่อ)

| ตัวชี้วัด | สาระ การเรียนรู้ | จุดประสงค์การเรียนรู้ | จำนวน ข้อสอบ ที่ออกทั้งหมด | จำนวนข้อสอบ ที่ต้องการจริง |
|-----------------|---------------------|-----------------------|----------------------------------|-------------------------------|
| ค 6.1 ม.1 – 3/3 | | | | |
| ให้เหตุผล | | | | |
| ประกอบการ | | | | |
| ตัดสินใจ และ | | | | |
| สรุปผลได้ | | | | |
| อย่างเหมาะสม | | | | |
| | รวม | | 18 | 9 |

ตารางที่ 3 - 3 เกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของผู้วิจัย

| คะแนน/ ความหมาย | ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ที่ปรากฏให้เห็น |
|-----------------|--|
| 3/ ดีมาก | - คำตอบถูกต้องและใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์อธิบายหรือแสดงแนวคิด ข้อสรุป ประกอบคำตอบได้อย่างสมเหตุสมผล ถูกต้องทั้งหมด |
| 2/ ดี | - คำตอบถูกต้องและใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์อธิบายหรือแสดงแนวคิด ข้อสรุป ประกอบคำตอบได้อย่างสมเหตุสมผล เกือบทั้งหมด - คำตอบถูกต้องแต่มีการใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์อธิบายหรือแสดงแนวคิด ข้อสรุป ประกอบคำตอบไม่สมเหตุสมผล หรือ |
| 1/ พอใช้ | - คำตอบถูกต้องแต่ไม่มีการใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์อธิบายหรือแสดงแนวคิด ข้อสรุป หรือ - คำตอบผิดและใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์อธิบายหรือแสดงแนวคิด ข้อสรุป ประกอบคำตอบได้อย่างสมเหตุสมผล |
| 0/ ปรับปรุง | - คำตอบผิดและไม่มีการใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์อธิบายหรือแสดงแนวคิด ข้อสรุป ประกอบคำตอบ - ไม่มีการเขียนใด ๆ |

2.6 นำแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์และเกณฑ์การให้คะแนนที่สร้างขึ้น นำเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ เพื่อตรวจสอบความถูกต้องของข้อคำถามและเฉลย ความเหมาะสมของภาษา และความครอบคลุมจุดประสงค์การเรียนรู้ที่กำหนดไว้ และนำข้อเสนอแนะที่ได้มาปรับปรุงแก้ไข

2.7 นำแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลคณิตศาสตร์และเกณฑ์การให้คะแนนที่ได้ปรับปรุงแก้ไขแล้ว นำเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน เพื่อตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา (Content validity) ความสอดคล้องของข้อคำถามกับจุดประสงค์การเรียนรู้ ความชัดเจนของภาษาของแบบทดสอบ โดยการหาดัชนีความสอดคล้อง IOC (Index of objective congruence) โดยดัชนีความสอดคล้องที่ยอมรับได้ มีค่าตั้งแต่ .50 ขึ้นไป ซึ่งใช้เกณฑ์การให้คะแนนดังนี้ (เวชฤทธิ์ อังกะภักทรขจร, 2555, หน้า 82)

คะแนน + 1 สำหรับข้อสอบที่สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้

คะแนน 0 สำหรับข้อสอบที่ไม่แน่ใจว่าสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้

คะแนน - 1 สำหรับข้อสอบที่ไม่สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้

โดยผลการประเมินแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลคณิตศาสตร์ เรื่อง เส้นขนาน จากผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน พบว่าแบบทดสอบทั้ง 18 ข้อ มีค่า IOC ตั้งแต่ .20 - 1.00 (รายละเอียดดังภาคผนวก ก) โดยผู้เชี่ยวชาญได้ให้ข้อเสนอแนะและปรับปรุงแก้ไข ดังนี้

2.7.1 ปรับปรุงโจทย์ในแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง เส้นขนาน ให้มีความถูกต้องมากยิ่งขึ้น ดังนี้

2.7.1.1 จาก “จากรูป จงอธิบายว่า $\overline{AB} \parallel \overline{CD}$ หรือไม่” เป็น “จากรูป จงอธิบายว่า $\overline{AB} \parallel \overline{CD}$ หรือไม่ เมื่อ $a = b$ ”

2.7.2 ปรับปรุงโจทย์ในข้อที่ 8 ของแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง เส้นขนาน ให้มีความถูกต้องมากยิ่งขึ้น ดังนี้

2.7.2.1 จาก “จากรูปกำหนดให้ $\overline{AB} \parallel \overline{CD}$ แล้วมุมคู่ใดบ้างมีขนาดเท่ากัน จงอธิบาย” เป็น “จากรูปกำหนดให้ $\overline{AB} \parallel \overline{CD}$ และมี \overline{EF} เป็นเส้นตัด แล้วมุมคู่ใดบ้างมีขนาดเท่ากัน จงอธิบาย”

2.8 นำแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง เส้นขนานที่ผ่านการตรวจสอบจากผู้เชี่ยวชาญไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2/6

โรงเรียนโพธิสัมพันธ์พิทยาคม จำนวน 45 คน ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง (กลุ่มเดียวกับที่ทดลอง แผนการจัดการเรียนรู้) ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2561 เพื่อหาคุณภาพของแบบทดสอบ

2.9 นำผลการสอบมาวิเคราะห์เป็นรายข้อเพื่อหาค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) แล้วคัดเลือกแบบทดสอบเฉพาะที่มีค่าความยากง่าย (p) ตั้งแต่ .20 - .80 และค่าอำนาจจำแนก (r) ตั้งแต่ .20 ขึ้นไป โดยให้ครอบคลุมทุกจุดประสงค์การเรียนรู้โดยคัดเลือกไว้ 9 ข้อ ซึ่งข้อสอบทั้ง 9 ข้อ ที่ผู้วิจัยได้คัดเลือก มีค่าความยากง่าย (p) ตั้งแต่ .58 - .71 และค่าอำนาจจำแนก (r) ตั้งแต่ .42 - .79

2.10 นำแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ที่คัดเลือกไว้จำนวน 9 ข้อ มาหาค่าความเชื่อมั่น (Reliability) ของแบบทดสอบ ได้ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบเท่ากับ .83

2.11 นำแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ที่ได้ไปใช้กับกลุ่มตัวอย่าง

3. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง เส้นขนาน

ผู้วิจัยดำเนินการสร้างและหาคุณภาพของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง เส้นขนาน ซึ่งเป็นแบบทดสอบปรนัย ชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือกตามขั้นตอน ดังนี้

3.1 ศึกษาหลักการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและการวิเคราะห์ข้อสอบปรนัย ชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จากเอกสาร ตำรา และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

3.2 กำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้ของการสร้างแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง เส้นขนาน

3.3 สร้างตารางวิเคราะห์แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์เรื่องเส้นขนาน ซึ่งประกอบด้วยสาระการเรียนรู้ จุดประสงค์การเรียนรู้ และจำนวนข้อสอบจำแนกตามระดับพฤติกรรม โดยผู้วิจัยได้นำระดับพฤติกรรม 4 ระดับ ตามแนวคิดของวิลสัน มาเป็นแนวทางในการวิเคราะห์ ซึ่งมีรายละเอียดดังตารางที่ 3 - 4

3.4 สร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่องเส้นขนาน ซึ่งเป็นแบบปรนัย ชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 40 ข้อ ตามการวิเคราะห์ข้อสอบที่จำแนกตามพฤติกรรม โดยมีเกณฑ์การให้คะแนนดังนี้

ให้ 1 คะแนน กรณีตอบถูก

ให้ 0 คะแนน กรณีตอบผิด หรือตอบเกิน 1 คำตอบ หรือไม่ตอบ

3.5 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ที่สร้างขึ้น นำเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ เพื่อตรวจสอบความถูกต้องของข้อคำถามและเฉลย ความเหมาะสม

ของภาษา เวลาที่ใช้ในการทำแบบทดสอบ ความครอบคลุมจุดประสงค์การเรียนรู้ที่กำหนดไว้ และนำข้อเสนอที่ได้มาปรับปรุง โดยผู้วิจัยได้แก้ไขภาษาที่ใช้ในการทดสอบ ดังนี้

3.5.1 ข้อ 4. จาก “ข้อใดไม่เป็นตัวอย่างของเส้นขนานที่ใช้ในชีวิตประจำวัน” เป็น “ข้อใดไม่เส้นขนานเป็นส่วนประกอบ”

3.5.2 ข้อ 7. จาก “กำหนดให้ $\overline{AB} \parallel \overline{CD}$ และขนาดต่าง ๆ ดังรูป จงหามุมภายในที่อยู่บนข้างเดียวกันของเส้นตัด คือ มุมในข้อใด” เป็น “กำหนดให้ $\overline{AB} \parallel \overline{CD}$ มี \overline{EF} เป็นเส้นตัด ดังรูป จงหามุมภายในที่อยู่บนข้างเดียวกันของเส้นตัด คือมุมในข้อใด”

3.6 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ที่ปรับปรุงแก้ไข แล้วนำเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน เพื่อตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา (Content validity) ความสอดคล้องของคำถามกับจุดประสงค์การเรียนรู้ ความชัดเจนของภาษาของแบบทดสอบ โดยการหาค่าดัชนีความสอดคล้อง IOC (Index of objective congruence) โดยดัชนีความสอดคล้องที่ยอมรับได้มีค่า .50 ขึ้นไป ซึ่งการให้คะแนนดังนี้ (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ, 2543, หน้า 248 - 250)

คะแนน + 1 เมื่อแน่ใจว่าข้อสอบข้อนั้นวัดได้ตรงตามจุดประสงค์การเรียนรู้
 คะแนน 0 เมื่อไม่แน่ใจว่าข้อสอบข้อนั้นวัดได้ตรงตามจุดประสงค์การเรียนรู้
 คะแนน - 1 เมื่อแน่ใจว่าข้อสอบข้อนั้นวัดได้ไม่ตรงตามจุดประสงค์การเรียนรู้

โดยผลการประเมินแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง เส้นขนาน จากผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน พบว่า แบบทดสอบทั้ง 40 ข้อ มีค่า IOC ตั้งแต่ .40 - 1.00 (รายละเอียดดังภาคผนวก ก - 8)

ตารางที่ 3 - 4 วิเคราะห์ผลการเรียนรู้ สาระการเรียนรู้ จุดประสงค์การเรียนรู้ และพฤติกรรมที่ต้องการวัดของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์

| ตัวชี้วัด | สาระการเรียนรู้ | จุดประสงค์การเรียนรู้ | ระดับพฤติกรรม | | | | |
|---|--|---|----------------|--------|------------|--------------|------|
| | | | ความรู้ - จ्ञา | เข้าใจ | การนำไปใช้ | การวิเคราะห์ | รวม |
| ก 3.2 ม.2/1 ใช้สมบัติเกี่ยวกับ ความเท่ากันทุกประการ ของรูปสามเหลี่ยม และสมบัติเส้นขนาน ในการให้เหตุผล และแก้ปัญหา | บทนิยามของเส้นขนาน | 1. นักเรียนสามารถหาเส้นตรงคู่ที่ขนานกันได้ | 2(1) | 2(1) | | | 4(2) |
| | ระยะห่างระหว่าง เส้นขนาน | 2. นักเรียนสามารถหาเส้นตรงคู่ที่ขนานกัน เมื่อกำหนดคให้เส้นตรงสองเส้นขนานกันก็ต่อเมื่อ ระยะห่างระหว่างเส้นตรงคู่กันเท่ากันเสมอ | 2(1) | | | | 2(1) |
| | มุมภายในที่อยู่บนข้าง เดียวกันของเส้นตัด | 3. นักเรียนสามารถหามุมคู่ที่เป็นมุมภายในที่อยู่บน ข้างเดียวกันของเส้นตัด เมื่อกำหนดเส้นตรงเส้นหนึ่ง ตัดเส้นตรงคู่หนึ่งได้ | | 2(1) | | | 2(1) |
| | เส้นขนานและมุมภายใน ที่อยู่บนข้างเดียวกัน ของเส้นตัด | 4. นักเรียนสามารถหาเส้นตรงคู่ที่ขนานกัน เมื่อกำหนดให้ เส้นตรงเส้นหนึ่งตัดเส้นตรงคู่หนึ่ง เส้นตรงคู่ นั้น ขนานกันก็ต่อเมื่อขนาดของมุมภายในที่อยู่บน ข้างเดียวกันของเส้นตัดรวมกัน เท่ากับ 180 องศา | | 2(1) | 2(1) | 2(1) | 6(3) |

ตารางที่ 3 - 4 (ต่อ)

| ตัวชี้วัด | สาระการเรียนรู้ | จุดประสงค์การเรียนรู้ | ระดับพฤติกรรม | | | | |
|---|----------------------|---|---------------|--------|---------|--------------|------|
| | | | ความรู้ - จำ | เข้าใจ | นำไปใช้ | การวิเคราะห์ | รวม |
| ค 3.2 ม.2/1 ใช้สมบัติเกี่ยวกับ ความเท่ากันทุกประการ ของรูปสามเหลี่ยม และสมบัติเส้นขนาน ในการให้เหตุผล และแก้ปัญหา | มุมแย้ง | 5. นักเรียนหามุมคู่ที่เป็นมุมแย้ง เมื่อกำหนดให้ เส้นตรงเส้นหนึ่งตัดเส้นตรงคู่หนึ่ง | 2(1) | | | | 2(1) |
| | เส้นขนานและมุมแย้ง | 6. นักเรียนสามารถหามุมแย้ง เมื่อเส้นตรงเส้นหนึ่ง ตัดเส้นตรงคู่หนึ่ง เส้นตรงคู่นั้นขนานกันก็ต่อเมื่อ มุมแย้งมีขนาดเท่ากัน | | | 2(1) | 2(1) | 4(2) |
| | มุมภายนอกและมุมภายใน | 7. นักเรียนสามารถหามุมที่เป็นมุมภายนอกและมุมภายใน ที่อยู่ตรงข้ามบนข้างเดียวกันของเส้นตัด เมื่อกำหนดให้ เส้นตรงเส้นหนึ่งตัดเส้นตรงคู่หนึ่ง | 2(1) | 2(1) | 2(1) | | 6(3) |
| ค 6.1 ม.1 - 3/3 ให้เหตุผลประกอบ การตัดสินใจและสรุปผล ได้อย่างเหมาะสม | | | | | | | |

ตารางที่ 3 - 4 (ต่อ)

| ตัวชี้วัด | สาระการเรียนรู้ | จุดประสงค์การเรียนรู้ | ระดับพฤติกรรม | | | | |
|---|--|---|----------------|--------|------------|--------------|------|
| | | | ความรู้ - จ्ञา | เข้าใจ | การนำไปใช้ | การวิเคราะห์ | รวม |
| ค 3.2 ม.2/1 ใช้สมบัติเกี่ยวกับ ความเท่ากัน ทุกประการของ รูปสามเหลี่ยม และสมบัติเส้นขนาน ในการให้เหตุผล และแก้ปัญหา | เส้นขนาน และ มุมภายนอกกับ มุมภายใน | 8. นักเรียนสามารถหาเส้นตรงที่กำหนดให้ขนานกัน เมื่อกำหนดให้เส้นตรงเส้นหนึ่งตัดเส้นตรงคู่หนึ่ง เส้นตรงคู่นั้นขนานกันก็ต่อเมื่อ มุมภายนอก และ มุมภายในที่อยู่ตรงข้ามบนข้างเดียวกันของเส้นตัด มีขนาดเท่ากัน | 2(1) | | 2(1) | | 4(2) |
| | มุมภายในของ รูปสามเหลี่ยม | 9. นักเรียนสามารถหาขนาดของมุมที่กำหนดให้ได้ โดยใช้ขนาดของมุมภายในทั้งสามมุมของรูป สามารถเหลี่ยมรวมกันเท่ากับ 180 องศา | | | 2(1) | 4(2) | 6(3) |

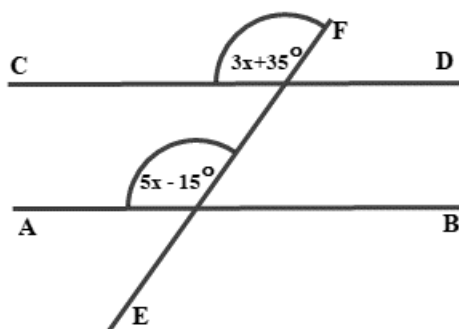
ตารางที่ 3 - 4 (ต่อ)

| ตัวชี้วัด | สาระการเรียนรู้ | จุดประสงค์การเรียนรู้ | ระดับพฤติกรรม | | | | |
|---|---|---|----------------|--------|------------|--------------|--------|
| | | | ความรู้ - จ्ञา | เข้าใจ | การนำไปใช้ | การวิเคราะห์ | รวม |
| ก 6.1 ม.1 - 3/3 ให้เหตุผล ประกอบการ ตัดสินใจและสรุปผลได้ อย่างเหมาะสม | มูมภายนอก และ มูมภายในของรูป สามเหลี่ยม | 10. นักเรียนสามารถหาขนาดมูมที่กำหนดให้ได้ โดยถ้าคัด้านในด้านหนึ่งของรูปสามเหลี่ยมออกไป มูมภายนอกที่เกิดขึ้นจะมีขนาดเท่ากับผลบวกของ ขนาดของมูมภายในที่ไม่ใช่มูมประชิดของ มูมภายนอกนั้น | | | 2(1) | 2(1) | 4(2) |
| | | รวม | 10(5) | 8(4) | 12(6) | 10(5) | 40(20) |

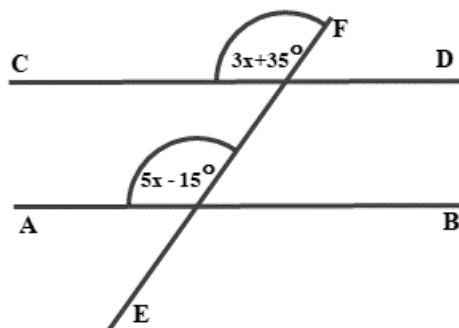
3.7 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง เส้นขนาน มาปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ ดังนี้

3.7.1 ปรับภาษาในโจทย์ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง เส้นขนาน ให้เหมาะสมมากยิ่งขึ้น เช่น

จากกำหนดให้ $\overline{AB} \parallel \overline{CD}$ และมุมต่าง ๆ ดังรูป x มีค่าเท่ากับกี่องศา



เป็นกำหนดให้ $\overline{AB} \parallel \overline{CD}$ มี \overline{EF} เป็นเส้นตัด และมุมขนาดต่าง ๆ ดังรูป ค่าของ x เท่ากับกี่องศา



จาก ข้อใดไม่มีส่วนประกอบเป็นเส้นขนาน เป็นข้อใดไม่มีเส้นขนานเป็นส่วนประกอบ

3.8 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง เส้นขนาน ที่ผ่านการตรวจสอบจากผู้เชี่ยวชาญไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2/6 โรงเรียน โพธิ์สัมพันธ์พิทยาคม ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2561 จำนวน 45 คน เพื่อหาคุณภาพของแบบทดสอบ

3.9 นำผลคะแนนที่ได้จากการตรวจแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียน ตามเกณฑ์การให้คะแนนที่กำหนด มาวิเคราะห์หาคุณภาพของแบบทดสอบเป็นรายข้อเพื่อหาค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) แล้วคัดเลือกแบบทดสอบเฉพาะที่มีค่าความยากง่าย (p) ตั้งแต่ .20 - .80 และค่าอำนาจจำแนก (r)

ตั้งแต่ .20 ขึ้นไป โดยคัดเลือกให้ครอบคลุมเนื้อหาและจุดประสงค์การเรียนรู้ จำนวน 20 ข้อ ซึ่งข้อสอบ 10 ข้อ ที่ผู้วิจัยได้ทำการคัดเลือกนั้น มีค่าความยาก (p) ตั้งแต่ .43 - .80 และมีค่าอำนาจจำแนก (r) ตั้งแต่ .20 - .87

3.10 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ที่ผ่านการคัดเลือก จำนวน 10 ข้อ มาหาค่าความเชื่อมั่น (Reliability) ของแบบทดสอบ ได้ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบเท่ากับ .92

3.11 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง เส้นขนาน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ปรับปรุงแล้ว ไปทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่าง

การกำหนดแบบแผนการทดลอง

งานวิจัยนี้เป็นการวิจัยเชิงกึ่งทดลอง (Quasi - experimental design) ซึ่งมีกลุ่มการทดลองเพียงกลุ่มเดียว และวัดผลเฉพาะการทดสอบ (One - group posttest only design) มีแบบแผนการวิจัยดังนี้ (พิชิต ฤทธิ์จรูญ, 2551, หน้า 137)

| กลุ่ม | ทดลอง | การทดสอบหลังเรียน |
|-------|-------|-------------------|
| E | X | O |

เมื่อ E แทน กลุ่มทดลอง

X แทน การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบค้นพบร่วมกับคำถามระดับสูง

O แทน การวัดผลที่ได้จากการทำแบบทดสอบหลังจากได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบค้นพบร่วมกับคำถามระดับสูง

การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลด้วยตนเองที่โรงเรียน โปธิสัมพันธ์พิทยาคาร จังหวัดชลบุรี ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2561 โดยมีขั้นตอนดังนี้

1. ผู้วิจัยดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้กับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ซึ่งเป็นกลุ่มตัวอย่าง ตามแผนการจัดการเรียนรู้แบบค้นพบร่วมกับคำถามระดับสูง เรื่อง เส้นขนาน โดยใช้เวลา 12 คาบ (คาบละ 50 นาที)

2. เมื่อสิ้นสุดการเรียนการสอน ให้นักเรียนทำแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่องเส้นขนาน ซึ่งเป็นแบบอัตนัย จำนวน 9 ข้อใช้เวลา 1 คาบ

และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง เส้นขนาน ซึ่งเป็นแบบทดสอบปรนัย ชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 20 ข้อใช้เวลา 1 คาบ

3. ตรวจสอบคะแนนความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ตามเกณฑ์ที่กำหนด จากนั้นนำคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์โดยใช้วิธีการทางสถิติ เพื่อประเมินผลที่ได้จากการทดลอง

การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณ

1. เปรียบเทียบความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบค้นพบร่วมกับคำถามระดับสูงกับเกณฑ์ร้อยละ 70 โดยใช้สถิติ t - test for one sample

2. เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบค้นพบร่วมกับคำถามระดับสูงกับเกณฑ์ร้อยละ 70 โดยใช้สถิติ t - test for one sample

การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพ

ผู้วิจัยนำข้อมูลที่ได้จากการวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง เรื่องเส้นขนาน มาจำแนกความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ออกเป็น 4 ด้าน ตามเกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการให้เหตุผลที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น แล้วนำเสนอให้อยู่ในรูปความเรียง

สถิติที่ใช้ในการวิจัย

1. สถิติพื้นฐาน

ในการทดลองครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ใช้สถิติการวิเคราะห์ข้อมูล ดังต่อไปนี้

1.1 ค่าเฉลี่ยเลขคณิต (Mean) โดยคำนวณจากสูตร (พิชิต ฤทธิ์จรูญ, 2551, หน้า 267)

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

เมื่อ \bar{X} แทน ค่าเฉลี่ยเลขคณิตของกลุ่มตัวอย่าง

$\sum x$ แทน ผลรวมทั้งหมดของข้อมูล

n แทน จำนวนข้อมูลทั้งหมดของกลุ่มตัวอย่าง

1.2 ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard deviation) โดยคำนวณจากสูตร (พิชิต ฤทธิจักรูญ, 2551, หน้า 276)

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

เมื่อ S แทน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของกลุ่มตัวอย่าง

x แทน ข้อมูล หรือคะแนนแต่ละตัว

n แทน จำนวนข้อมูล หรือขนาดตัวอย่าง

2. สถิติที่ใช้ในการหาคุณภาพเครื่องมือ

2.1 หาค่าความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์ของแบบทดสอบความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ โดยคำนวณจากสูตร (เวชฤทธิ์ อังกนะภัทรขจร, 2555, หน้า 160) ดังนี้

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

เมื่อ IOC แทน ดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์

$\sum R$ แทน ผลรวมคะแนนความสอดคล้องตามการพิจารณาของผู้เชี่ยวชาญ

N แทน จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

2.2 หาค่าความยากง่าย (p) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ จากสูตรของจอห์นสัน (Johnson) โดยแบ่งนักเรียนเป็นกลุ่มสูงและกลุ่มต่ำ โดยใช้เทคนิค 33 เปอร์เซนต์ ของจำนวนนักเรียนทั้งหมด (เวชฤทธิ์ อังกนะภัทรขจร, 2555, หน้า 162) ดังนี้

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

เมื่อ p แทน ค่าความยากง่ายของข้อสอบแต่ละข้อ

R_h แทน จำนวนผู้เรียนที่ตอบถูกในกลุ่มสูง

R_l แทน จำนวนผู้เรียนที่ตอบถูกในกลุ่มต่ำ

n_h แทน จำนวนผู้เรียนในกลุ่มสูง

n_l แทน จำนวนผู้เรียนในกลุ่มต่ำ

2.3 ค่าดัชนีอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน คณิตศาสตร์จากสูตรของจอห์นสัน (Johnson) โดยแบ่งกลุ่มนักเรียนเป็นกลุ่มสูงกลุ่มต่ำ โดยใช้เทคนิค 33 เปอร์เซนต์ของจำนวนนักเรียนทั้งหมด (เวชฤทธิ์ อังคนะภัทรขจร, 2555, หน้า 165)

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

เมื่อ r แทน ค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบแต่ละข้อ

R_h แทน จำนวนผู้เรียนที่ตอบถูกในกลุ่มสูง

R_l แทน จำนวนผู้เรียนที่ตอบถูกในกลุ่มต่ำ

n แทน จำนวนผู้เรียนในกลุ่มสูงหรือกลุ่มต่ำ

2.4 ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ แบบปรนัย โดยคำนวณจากสูตร KR - 20 ของคูเดอร์ - ริชาร์ดสัน (Kuder - Richardsoon method) (เวชฤทธิ์ อังคนะภัทรขจร, 2555, หน้า 161)

$$r_{tt} = \frac{k}{k-1} \left[1 - \frac{\sum pq}{s_t^2} \right]$$

เมื่อ r_{tt} แทน ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ

k แทน จำนวนข้อของแบบทดสอบ

p แทน สัดส่วนของผู้ตอบถูก

q แทน สัดส่วนของผู้ตอบผิด

s_t^2 แทน ความแปรปรวนของคะแนนรวม

2.5 หาดัชนีค่าความยากง่าย (P) ของแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผล ทางคณิตศาสตร์จากสูตรของ วิทนี - ซาเบอร์ โดยแบ่งกลุ่มนักเรียนเป็นกลุ่มสูงกลุ่มต่ำ โดยใช้ เทคนิค 33 เปอร์เซนต์ของจำนวนนักเรียนทั้งหมด (เวชฤทธิ์ อังคนะภัทรขจร, 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 | ผลรวมคะแนนของผลคูณของคะแนนแต่ละคะแนน กับจำนวนผู้เรียนที่ได้คะแนนนั้น (f_x) ในกลุ่มสูง |
| S_l | แทน | ผลรวมคะแนนของผลคูณของคะแนนแต่ละคะแนน กับจำนวนผู้เรียนที่ได้คะแนนนั้น (f_x) ในกลุ่มต่ำ |
| n_t | แทน | จำนวนผู้เรียนในกลุ่มสูงและกลุ่มต่ำรวมกัน |
| x_{max} | แทน | คะแนนสูงสุด |
| x_{min} | แทน | คะแนนต่ำสุด |

2.6 ค่าดัชนีอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์จากสูตรของ วิทนีย์ - ซาเบอร์ แบ่งกลุ่มนักเรียนเป็นกลุ่มต่ำ 33 เปอร์เซนต์ของจำนวนนักเรียนทั้งหมด (เวชฤทธิ์ อังกนะภัทรขจร, 2555, หน้า 166) ดังนี้

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

| | | |
|-----------|-----|--|
| เมื่อ r | แทน | ค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบแต่ละข้อ |
| S_h | แทน | ผลรวมคะแนนของผลคูณของคะแนนแต่ละคะแนน กับจำนวนผู้เรียนที่ได้คะแนนนั้น (f_x) ในกลุ่มสูง |
| S_l | แทน | ผลรวมคะแนนของผลคูณของคะแนนแต่ละคะแนน กับจำนวนผู้เรียนที่ได้คะแนนนั้น (f_x) ในกลุ่มต่ำ |
| n | แทน | จำนวนผู้เรียนในกลุ่มสูงหรือกลุ่มต่ำ |
| x_{max} | แทน | คะแนนสูงสุด |
| x_{min} | แทน | คะแนนต่ำสุด |

2.7 หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์โดยใช้สูตรสัมประสิทธิ์แอลฟา (Alpha coefficient) ของครอนบาค (Crombach) (เวชฤทธิ์ อังกนะภัทรขจร, 2555, หน้า 83) ดังนี้

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

| | | |
|----------------|-----|-----------------------------|
| เมื่อ α | แทน | ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ |
| k | แทน | จำนวนข้อของแบบทดสอบ |

s_i^2 แทน ความแปรปรวนของข้อสอบในแต่ละข้อ

s_c^2 แทน ความแปรปรวนของคะแนนรวม

3. สถิติที่ใช้ทดสอบสมมติฐาน

งานวิจัยนี้ใช้วิธีทางสถิติแบบ t-test for one sample dependent เพื่อวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์โดยการจัดการเรียนรู้แบบค้นพบร่วมกับคำถามระดับสูง (สุรวาท ทองบุญ, 2553, หน้า 150) โดยกำหนดระดับนัยสำคัญที่ระดับ .05 ซึ่งมีสูตรคำนวณ ดังนี้

$$t = \frac{\bar{X} - \mu}{\frac{s}{\sqrt{n}}} ; df = n-1$$

เมื่อ t แทน ค่าสถิติที่ใช้พิจารณาใน t-Distribution

\bar{X} แทน ค่าเฉลี่ยของข้อมูลที่วัดได้จากกลุ่มตัวอย่าง

μ แทน ค่าเฉลี่ยของกลุ่มประชากรที่คาดว่าจะเป็น

สำหรับงานวิจัยฉบับนี้ผู้วิจัยกำหนดให้เท่ากับร้อยละ 70

ของคะแนนเต็มของแบบทดสอบ

s แทน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของข้อมูลที่วัดได้จากกลุ่มตัวอย่าง

n แทน จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง

บทที่ 4

ผลการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้มีจุดประสงค์เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบค้นพบร่วมกับคำถามระดับสูงกับเกณฑ์ ร้อยละ 70 ผู้วิจัยขอเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลเป็น 2 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 ผลการเปรียบเทียบความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน หลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบค้นพบร่วมกับคำถามระดับสูงกับเกณฑ์ร้อยละ 70

ตอนที่ 2 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบค้นพบร่วมกับคำถามระดับสูงกับเกณฑ์ร้อยละ 70

สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

เพื่อความเข้าใจตรงกัน ผู้วิจัยจึงกำหนดสัญลักษณ์ต่าง ๆ ในการวิเคราะห์ข้อมูล เพื่อนำเสนอผลการวิจัย ดังนี้

- n แทน จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง
- \bar{X} แทน คะแนนเฉลี่ย
- S แทน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนน
- μ_0 แทน เกณฑ์ร้อยละ 70
- t แทน การทดสอบที (t - test for one sample)
- p แทน ระดับนัยสำคัญทางสถิติ
- $*$ แทน มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ตอนที่ 1 ผลการเปรียบเทียบความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน หลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบค้นพบร่วมกับคำถามระดับสูงกับเกณฑ์ร้อยละ 70 ในการวิเคราะห์ตอนที่ 1 ผู้วิจัยนำคะแนนความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบค้นพบร่วมกับคำถามระดับสูงกับเกณฑ์ร้อยละ 70 ซึ่งได้ผลดังตารางที่ 4 - 1

ตารางที่ 4 - 1 ผลการเปรียบเทียบความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน
หลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบค้นพบร่วมกับคำถามระดับสูงกับเกณฑ์
ร้อยละ 70

| การทดสอบ | n | คะแนนเต็ม | μ_0 (ร้อยละ 70) | \bar{X} | S | t | p |
|---|-----|-----------|------------------------|-------------------|------|--------|-------|
| ความสามารถ ในการให้เหตุผล ทางคณิตศาสตร์ | 45 | 27 | 18.9 | 20.96 (77.69%) | 4.79 | 2.878* | 0.003 |

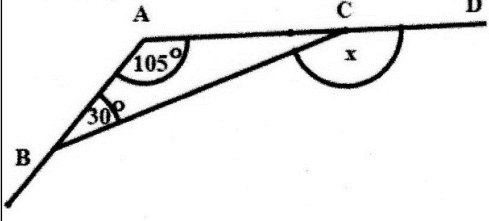
หมายเหตุ $p = .05$

จากตารางที่ 4 - 1 พบว่า ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน
หลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบค้นพบร่วมกับคำถามระดับสูง มีคะแนนเฉลี่ย 20.96
คะแนนส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 4.79 และเมื่อทดสอบสมมติฐาน พบว่า คะแนนเฉลี่ย
ของความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังได้รับการจัดกิจกรรม
การเรียนรู้แบบค้นพบร่วมกับการใช้คำถามระดับสูงสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญ
ทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 1

นอกจากนี้ ผู้วิจัยเมื่อพิจารณาความสามารถในการให้เหตุผลของนักเรียนจาก
แบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จากการทำ
แบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง เส้นขนาน ผู้วิจัยสามารถ
จำแนกนักเรียนออกเป็น 4 กลุ่ม ตามเกณฑ์การประเมินความสามารถในการให้เหตุผลทาง
คณิตศาสตร์ที่ผู้วิจัยได้สร้างขึ้น ดังนี้

นักเรียนกลุ่มที่ได้คะแนน 3 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 4.17 คะแนน คือ นักเรียน
ตอบคำถามถูกต้องและใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์อธิบายหรือแสดงแนวคิด ข้อสรุป
ประกอบคำตอบได้อย่างสมเหตุสมผล ถูกต้องทั้งหมด โดยมีตัวอย่างลักษณะการตอบคำถาม
แสดงดังภาพที่ 3

9. จากรูป จงหาว่า x เท่ากับกี่องศา พร้อมทั้งอธิบายเหตุผล



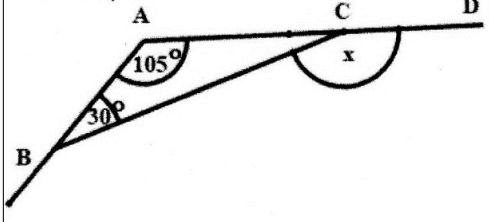
ตอบ $x = 135$ องศา เนื่องจากผลบวกของมุมภายในที่ไม่ใช่มุมประชิดของ x คือ $105 + 30 = x$
ดังนั้น $x = 135$ องศา

ภาพที่ 3 ตัวอย่างคำตอบที่ได้คะแนนความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ 3 คะแนน

จากภาพที่ 3 จะเห็นได้ว่านักเรียนตอบคำตอบถูกต้อง และอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างผลบวกของมุมภายในที่ไม่ใช่มุมประชิดได้อย่างถูกต้อง คือ “ถ้าต่อด้านใดด้านหนึ่งของรูปสามเหลี่ยมออกไปมุมภายนอกที่เกิดขึ้นจะมีขนาดเท่ากับมุมผลบวกของขนาดของมุมภายในที่ไม่ใช่มุมประชิดของมุมภายนอกนั้น นั่นคือ $x = 105 + 30$ ”

นักเรียนกลุ่มที่ได้คะแนน 2 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 4.17 คะแนน คือ นักเรียนตอบคำตอบถูกต้องและใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์อธิบายหรือแสดงแนวคิด ข้อสรุปประกอบคำตอบได้อย่างสมเหตุสมผล เกือบทั้งหมด โดยมีตัวอย่างลักษณะการตอบคำถามแสดงดังภาพที่ 4

9. จากรูป จงหาว่า x เท่ากับกี่องศา พร้อมทั้งอธิบายเหตุผล



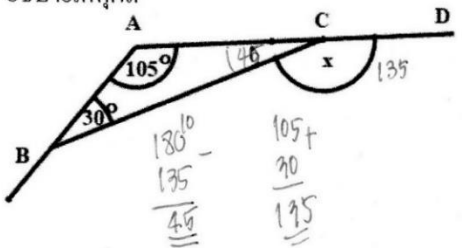
ตอบ $x = 135^\circ$
เพราะถ้านำมุมภายใน 2 มุมของ Δ มาบวกกันจะเท่ากับมุมภายนอกของมุมที่เหลือ

ภาพที่ 4 ตัวอย่างคำตอบที่ได้คะแนนความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ 2 คะแนน

จากภาพที่ 4 จะเห็นได้ว่านักเรียนตอบคำถามถูกต้อง แต่อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างผลบวกของมุมภายในที่ไม่ใช่มุมประชิดได้อย่างถูกต้อง เกือบทั้งหมด คือ “ $x = 135^\circ$ ถ้านำมุมภายใน 2 มุม ของรูปสามเหลี่ยมมาบวกกัน จะเท่ากับมุมภายนอกของมุมที่เหลือ” ซึ่งนักเรียนใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์อธิบายหรือแสดงแนวคิด ข้อสรุป ประกอบคำตอบได้อย่างสมเหตุสมผล เกือบทั้งหมด แต่ยังไม่ชัดเจน หากจะให้ชัดเจนกว่านี้ต้องระบุว่า “ถ้าต่อด้านใดด้านหนึ่งของรูปสามเหลี่ยมออกไปมุมภายนอกที่เกิดขึ้นจะมีขนาดเท่ากับมุมผลบวกของขนาดของมุมภายในที่ไม่ใช่มุมประชิดของมุมภายนอกนั้น นั่นคือ $x = 105 + 30$ ”

นักเรียนกลุ่มที่ได้คะแนน 1 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 50.00 คะแนน แบ่งเป็น 3 กรณี คือ กรณีที่ 1 นักเรียนตอบคำถามถูกต้องแต่มีการใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์อธิบายหรือแสดงแนวคิด ข้อสรุป ประกอบคำตอบไม่สมเหตุสมผล โดยมีตัวอย่างลักษณะการตอบคำถามแสดงดังภาพที่ 5

9. จากรูป จงหาว่า x เท่ากับกี่องศา พร้อมทั้งอธิบายเหตุผล



ตอบ $x = 135^\circ$

เพราะ: มุมสลับข้างของด้านที่ต่อมุมภายในจะเท่ากับ 180°

$$105 + 30 = 135$$

$$180 - 135 = 45$$

ภาพที่ 5 ตัวอย่างคำตอบที่ได้คะแนนความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ 1 คะแนน

จากภาพที่ 5 จะเห็นได้ว่านักเรียนตอบคำถามถูกต้อง แต่อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างผลบวกของมุมภายในที่ไม่ใช่มุมประชิดไม่สมเหตุสมผล คือ “ $x = 135^\circ$ ขนาดของมุมภายในรูปสามเหลี่ยมรวมกันได้ 180° ” ซึ่งนักเรียนใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์อธิบายหรือแสดงแนวคิด ข้อสรุป ประกอบคำตอบไม่สมเหตุสมผล หากจะให้สมเหตุสมผลกว่านี้ต้องระบุว่า “ถ้าต่อด้านใดด้านหนึ่งของรูปสามเหลี่ยมออกไปมุมภายนอกที่เกิดขึ้นจะมีขนาดเท่ากับมุมผลบวกของขนาดของมุมภายในที่ไม่ใช่มุมประชิดของมุมภายนอกนั้น นั่นคือ $x = 105 + 30$ ”

กรณีที่ 2 นักเรียนตอบคำถามถูกต้องแต่ไม่มีการใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์อธิบายหรือแสดงแนวคิด ข้อสรุป โดยมีตัวอย่างลักษณะการตอบคำถาม แสดงดังภาพที่ 6

9. จากรูป จงหาว่า x เท่ากับกี่องศา พร้อมทั้งอธิบายเหตุผล

ตอบ 135°

ภาพที่ 6 ตัวอย่างข้อสอบที่ได้คะแนนความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ 1 คะแนน

จากภาพที่ 6 จะเห็นได้ว่านักเรียนตอบคำตอบถูกต้อง แต่ไม่อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างผลบวกของมุมภายในที่ไม่ใช่มุมประชิดไม่สมเหตุสมผล คือ “ $x = 135^\circ$ ” ซึ่งนักเรียนไม่ได้ใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์อธิบายหรือแสดงแนวคิด ข้อสรุป ประกอบคำตอบ หากจะให้ถูกต้องระบุว่า “ถ้าต่อด้านใดด้านหนึ่งของรูปสามเหลี่ยมออกไปมุมภายนอกที่เกิดขึ้นจะมีขนาดเท่ากับมุมผลบวกของขนาดของมุมภายในที่ไม่ใช่มุมประชิดของมุมภายนอกนั้น นั่นคือ $x = 150 + 30$ ”

กรณีที่ 3 นักเรียนตอบคำตอบผิดและใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์อธิบายหรือแสดงแนวคิด ข้อสรุป ประกอบคำตอบได้อย่างสมเหตุสมผล โดยมีตัวอย่างลักษณะการตอบคำถามแสดงดังภาพที่ 7

9. จากรูป จงหาว่า x เท่ากับกี่องศา พร้อมทั้งอธิบายเหตุผล

ตอบ $x = 145^\circ$

เพราะ คู่มุมที่วางสามเหลี่ยม 180 องศา
เท่ากับ ผล 180°

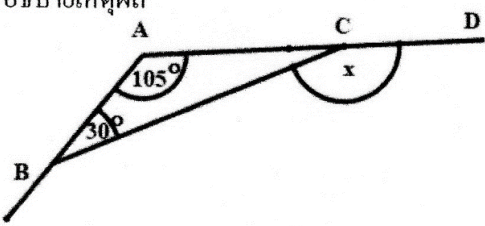
ภาพที่ 7 ตัวอย่างคำตอบที่ได้คะแนนความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ 1 คะแนน

จากภาพที่ 7 จะเห็นได้ว่านักเรียนตอบคำตอบผิด แต่อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างผลบวกของมุมภายในที่ไม่ใช่มุมประชิดสมเหตุสมผล คือ “ $x = 145^\circ$ ” ถ้าต่อด้านใดด้านหนึ่งของรูปสามเหลี่ยมออกไปมุมภายนอกที่เกิดขึ้นจะมีขนาดเท่ากับมุมผลบวกของขนาดของมุมภายใน

ที่ไม่ใช่มุมประชิดของมุมภายนอกนั้น” ซึ่งนักเรียนใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์อธิบายหรือแสดงแนวคิด ข้อสรุป ประกอบคำตอบได้อย่างสมเหตุสมผล หากจะให้ถูกต้องระบุว่า “ถ้าต่อด้านใดด้านหนึ่งของรูปสามเหลี่ยมออกไปมุมภายนอกที่เกิดขึ้นจะมีขนาดเท่ากับมุมผลบวกของขนาดของมุมภายในที่ไม่ใช่มุมประชิดของมุมภายนอกนั้น นั่นคือ $x = 105 + 30$ ”

นักเรียนกลุ่มที่ได้คะแนน 0 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 41.67 คะแนน แบ่งเป็น 2 กรณี คือ กรณีที่ 1 นักเรียนตอบคำตอบผิดและไม่มีการใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์อธิบายหรือแสดงแนวคิดข้อสรุป ประกอบคำตอบ โดยมีตัวอย่างลักษณะการตอบคำถาม แสดงดังภาพที่ 8

9. จากรูป จงหาว่า x เท่ากับกี่องศา พร้อมทั้งอธิบายเหตุผล



ตอบ $x = 180 - 145$
 $x = 35$
 $x = 180 - 35$
 $x = 145$
 x มีค่าเท่ากับ 145
 เพราะ $105 + 30 = 145$

ภาพที่ 8 ตัวอย่างคำตอบที่ได้คะแนนความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ 0 คะแนน

จากภาพที่ 8 จะเห็นได้ว่านักเรียนตอบคำตอบผิด และไม่มีการใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์อธิบายหรือแสดงแนวคิด ข้อสรุป ประกอบคำตอบ คือ “ $x = 180 - 145$ ”

$$x = 30$$

$$x = 180 - 35$$

$$x = 145$$

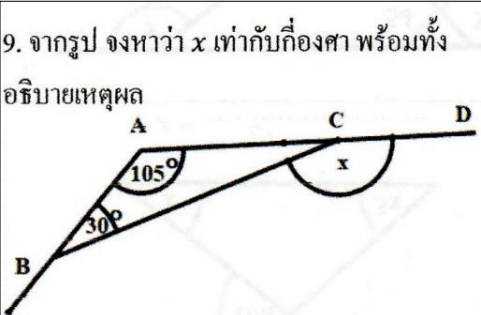
x มีค่าเท่ากับ 145 องศา

เพราะ $105 + 30 + 145$ ”

ซึ่งนักเรียนไม่มีการใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์อธิบายหรือแสดงแนวคิด ข้อสรุป ประกอบคำตอบ หากจะให้ถูกต้องระบุว่า “ถ้าต่อด้านใดด้านหนึ่งของรูปสามเหลี่ยมออกไปมุมภายนอกที่เกิดขึ้นจะมีขนาดเท่ากับมุมผลบวกของขนาดของมุมภายในที่ไม่ใช่มุมประชิดของมุมภายนอกนั้น นั่นคือ $x = 180 - 35$ ”

กรณีที่ 2 นักเรียนไม่มีการเขียนใด ๆ โดยมีตัวอย่างลักษณะการตอบคำถาม แสดงดังภาพที่ 9

9. จากรูป จงหาว่า x เท่ากับกี่องศา พร้อมทั้ง อธิบายเหตุผล



ตอบ

.....

.....

.....

.....

.....

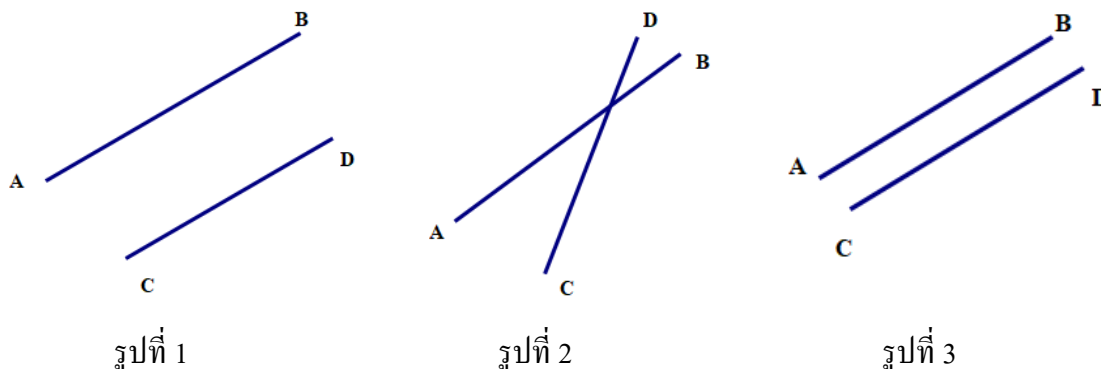
ภาพที่ 9 ตัวอย่างคำตอบที่ได้คะแนนความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ 0 คะแนน

จากภาพที่ 9 จะเห็นได้ว่านักเรียนไม่มีการตอบคำถาม และไม่มีการใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์อธิบายหรือแสดงแนวคิด ข้อสรุปใด ๆ

นอกจากนี้ผู้วิจัยได้วิเคราะห์ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบค้นพบร่วมกับคำถามระดับสูงจากแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 - 6 โดยผู้วิจัยได้แบ่งออกเป็น 2 ช่วง คือ ช่วงแรกวิเคราะห์จากแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 - 3 และช่วงที่สอง วิเคราะห์จากแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 - 6 พบว่า ช่วงแรก (แผนการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 1 - 3)

เป็นแผนการจัดการเรียนรู้เรื่อง บทนิยามของเส้นขนาน ระยะห่างระหว่างเส้นขนาน และมุมภายในที่อยู่ข้างเดียวกันของเส้นตัด มีผลการวิเคราะห์แบ่งตามขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบค้นพบร่วมกับคำถามระดับสูง ดังนี้

ขั้นที่ 1 ขึ้นเผชิญกับสถานการณ์ปัญหา เป็นขั้นที่นักเรียนศึกษาสถานการณ์ปัญหาเกี่ยวกับคณิตศาสตร์ที่ครูนำเสนอจากเอกสารประกอบการเรียนและสร้างความสนใจให้แก่นักเรียน เพื่อนำเข้าสู่บทเรียนใหม่ พบว่า นักเรียนมีความตั้งใจในการศึกษาสถานการณ์ปัญหาที่ครูนำมาเสนอและร่วมตอบคำถามเพื่อทบทวนความรู้เช่นครูวาดรูปบนกระดาน ดังนี้



และใช้คำถาม ดังนี้

- จากรูปที่กำหนดให้ เส้นตรงคู่ใดขนานกันบ้าง เพราะเหตุใด

ขั้นที่ 2 ขั้นสำรวจ เป็นขั้นที่ให้นักเรียนพิจารณา แยกแยะ สำรวจ วิเคราะห์สถานการณ์ ปัญหาและระบุว่า โจทย์ต้องการให้หาสิ่งใด พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่ไม่สามารถระบุข้อมูลที่โจทย์ กำหนดให้ และสิ่งที่โจทย์ต้องการให้หาได้เพียงบางส่วนเท่านั้น

ขั้นที่ 3 ขั้นค้นพบ เป็นขั้นที่นักเรียนแต่ละคนศึกษา ค้นคว้าความรู้ รวบรวมข้อมูล ทดลองและหาคำตอบหรือสร้างข้อสรุปด้วยตนเอง โดยครูใช้คำถามระดับสูงดังนี้ คำถามให้อธิบาย คำถามที่ให้เปรียบเทียบ คำถามให้วิเคราะห์ และคำถามให้สังเคราะห์ เพื่อเป็นแนวทางให้นักเรียน ได้ใช้แนวคิดพิจารณาคำตอบ และสามารถลงข้อสรุป สร้างความรู้จากการสำรวจและรวบรวม ข้อมูลได้อย่างถูกต้อง พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่ไม่สามารถวิเคราะห์คุณลักษณะและความสัมพันธ์ ของตัวอย่าง ไม่สามารถสร้างข้อสรุปรวมทั้งไม่สามารถอธิบายแนวคิดและเหตุผลสนับสนุน ข้อสรุปของตนเอง เช่น เส้นขนานและมุมภายในที่อยู่บนข้างเดียวกันของเส้นตัด ครูให้นักเรียน วัดขนาดของมุมแต่ละรูปที่กำหนดให้ แล้วให้นักเรียนสังเกต ศึกษา ค้นคว้าหาข้อสรุป ปรากฏว่า นักเรียนส่วนใหญ่ไม่สามารถหาข้อสรุปหรือข้อค้นพบได้อย่างสมบูรณ์ ซึ่งครูจะต้องใช้คำถาม ระดับสูงช่วยให้เห็นความสัมพันธ์ เพื่อให้นักเรียนเข้าใจ และสามารถค้นพบข้อสรุปได้

ขั้นที่ 4 ขั้นสรุปผล เป็นขั้นที่นักเรียนนำคำตอบ หรือข้อสรุปที่นักเรียนค้นพบมาอภิปราย ร่วมกัน โดยครูใช้คำถามระดับสูงดังนี้ คำถามให้อธิบาย คำถามให้เปรียบเทียบ คำถามให้วิเคราะห์ และคำถามให้สังเคราะห์ เพื่อส่งเสริมให้นักเรียนได้ใช้ความคิด พบว่า การนำเสนอแนวคิด สนับสนุนข้อสรุปหรือข้อค้นพบที่ได้ยังไม่ถูกต้องและไม่สมเหตุสมผล มีการนำเสนอประเด็น หรือข้อมูลที่ไม่เกี่ยวข้องมาใช้ในการอ้างเหตุผลไม่ชัดเจน ซึ่งครูจะต้องใช้คำถามระดับสูงช่วย ให้ นักเรียนเห็นความสัมพันธ์ สามารถอธิบายเป็นความเรียงที่ถูกต้อง

ขั้นที่ 5 ขึ้นนำไปใช้ เป็นขั้นที่นักเรียนนำสิ่งที่ได้จากการค้นพบไปประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ใหม่ ๆ พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่ยังนำข้อค้นพบไปใช้สนับสนุนเหตุผลของตนเอง ยังไม่ถูกต้องและไม่สมเหตุสมผล

ช่วงที่สอง (แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 - 4)

ขั้นที่ 1 ขึ้นเผชิญกับสถานการณ์ปัญหา เป็นขั้นที่นักเรียนศึกษาสถานการณ์ปัญหาเกี่ยวกับคณิตศาสตร์ที่ครูนำเสนอจากเอกสารประกอบการเรียนและสร้างความสนใจให้แก่เพื่อนำเข้าสู่บทเรียนใหม่ พบว่า นักเรียนมีความตั้งใจในการศึกษาสถานการณ์ปัญหาที่ครูนำเสนอและร่วมตอบคำถามเพื่อทบทวนความรู้ได้ถูกต้อง โดยที่ครูไม่ต้องกระตุ้นให้นักเรียนตอบออกมา

ขั้นที่ 2 ขึ้นสำรวจ เป็นขั้นที่ให้นักเรียนพิจารณา แยกแยะ สำรวจ วิเคราะห์สถานการณ์ปัญหา และระบุว่าโจทย์ต้องการให้หาสิ่งใด พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่เริ่มกระตือรือร้นมากขึ้น สนใจที่จะสังเกต และเปรียบเทียบตัวอย่าง จนสามารถระบุข้อมูลที่โจทย์กำหนดให้ และสิ่งที่โจทย์ต้องการให้หาได้ด้วยตนเอง

ขั้นที่ 3 ขึ้นค้นพบ เป็นขั้นที่นักเรียนแต่ละคนศึกษา ค้นคว้าความรู้ รวบรวมข้อมูล ทดลองและหาคำตอบหรือสร้างข้อสรุปด้วยตนเอง โดยครูใช้คำถามระดับสูงดังนี้ คำถามให้อธิบายคำถามที่ให้เปรียบเทียบ คำถามให้วิเคราะห์ และคำถามให้สังเคราะห์ เพื่อเป็นแนวทางให้นักเรียนได้ใช้แนวคิดพิจารณาคำตอบ และสามารถลงข้อสรุป สร้างความรู้จากการสำรวจและรวบรวมข้อมูลได้อย่างถูกต้อง พบว่า นักเรียนมีความกระตือรือร้นมากขึ้น สนใจที่จะสังเกต และเปรียบเทียบตัวอย่าง นักเรียนส่วนใหญ่สามารถวิเคราะห์คุณลักษณะและความสัมพันธ์ของตัวอย่างได้ สามารถสร้างข้อสรุปรวมทั้งสามารถอธิบายแนวคิดและเหตุผลสนับสนุนข้อสรุปของตนเองอย่างสมเหตุสมผลและถูกต้องเกือบสมบูรณ์ ซึ่งครูจะใช้คำถามระดับสูงช่วยให้นักเรียนสามารถค้นพบข้อสรุปถูกต้องสมบูรณ์

ขั้นที่ 4 สรุปผล เป็นขั้นที่นักเรียนนำคำตอบ หรือข้อสรุปที่นักเรียนค้นพบมาอภิปรายร่วมกัน โดยครูใช้คำถามระดับสูงดังนี้ คำถามให้อธิบาย คำถามให้เปรียบเทียบ คำถามให้วิเคราะห์ และคำถามให้สังเคราะห์ เพื่อส่งเสริมให้นักเรียนได้ใช้ความคิด พบว่า นักเรียนสามารถอธิบายในชั้นเรียนสนับสนุนข้อสรุปหรือข้อค้นพบของตนเอง และโต้แย้งข้อสรุปหรือข้อค้นพบของนักเรียนคนอื่นได้อย่างสมเหตุสมผลมากยิ่งขึ้น ซึ่งครูใช้คำถามระดับสูงช่วยให้นักเรียนเห็นความสัมพันธ์ สามารถอธิบายเป็นความเรียงที่ถูกต้อง

ขั้นที่ 5 ขึ้นนำไปใช้ เป็นขั้นที่นักเรียนนำสิ่งที่ได้จากการค้นพบไปประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ใหม่ ๆ พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่สามารถอธิบายแนวคิดที่ใช้สนับสนุนข้อสรุป

หรือข้อค้นพบได้ชัดเจน และนักเรียนสามารถนำข้อสรุปหรือข้อค้นพบที่ได้มาเป็นเหตุผลสนับสนุนแนวคิดของตนเองได้อย่างเหมาะสม

ในท้ายแผนการจัดการเรียนรู้ผู้วิจัยได้ให้นักเรียนทุกคนหาค่าตัวแปรจากรูป และแสดงการให้เหตุผลประกอบ เพื่อให้ให้นักเรียนแสดงการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ และใช้การประเมินความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน โดยตรวจให้คะแนนจากคะแนนเต็ม 20 คะแนน พบว่า

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยคะแนน 9.92 คิดเป็นร้อยละ 49.60

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยคะแนน 11.13 คิดเป็นร้อยละ 55.65

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยคะแนน 12.48 คิดเป็นร้อยละ 62.40

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยคะแนน 14.17 คิดเป็นร้อยละ 70.85

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5 นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยคะแนน 14.86 คิดเป็นร้อยละ 74.30

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6 นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยคะแนน 15.71 คิดเป็นร้อยละ 78.55

ตอนที่ 2 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบค้นพบร่วมกับคำถามระดับสูงกับเกณฑ์ร้อยละ 70

ในการวิเคราะห์ข้อมูลตอนที่ 2 ผู้วิจัยได้นำคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบค้นพบร่วมกับคำถามระดับสูงกับเกณฑ์ร้อยละ 70 ได้ตั้งตารางที่ 4 - 2

ตารางที่ 4 - 2 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบค้นพบร่วมกับคำถามระดับสูงกับเกณฑ์ร้อยละ 70

| การทดสอบ | <i>n</i> | คะแนนเต็ม | μ_0 (ร้อยละ 70) | \bar{X} | <i>S</i> | <i>t</i> | <i>p</i> | |
|-------------------------|----------|-----------|------------------------|-----------|----------|----------|----------|------|
| ผลสัมฤทธิ์ทางคณิตศาสตร์ | 45 | 20 | 14 | 16.57 | 82.55% | 1.79 | 9.402 | .000 |

หมายเหตุ $p = .05$

จากตารางที่ 4 - 2 พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบค้นพบร่วมกับคำถามระดับสูงมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 16.51 คะแนน

คิดเป็นร้อยละ 82.55 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 1.79 ซึ่งเมื่อทดสอบสมมติฐาน พบว่าคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนหลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบค้นพบร่วมกับคำถามระดับสูงสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 2 ที่ตั้งไว้

นอกจากนี้ ผู้วิจัยได้วิเคราะห์ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบค้นพบร่วมกับคำถามระดับสูงที่มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์จำแนกตามพฤติกรรมแบ่งเป็น 4 ระดับ คือ ความรู้ - จำ เข้าใจ การนำไปใช้ และการวิเคราะห์ เป็นร้อยละ พบว่า

ระดับพฤติกรรม ความรู้ - จำ นักเรียนมีคะแนนทั้งหมด 5 ข้อ คือ 211 คะแนน จากคะแนนเต็ม 225 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 98.78

ระดับพฤติกรรม เข้าใจ นักเรียนมีคะแนนรวมทั้งหมด 4 ข้อ คือ 149 คะแนน จากคะแนนเต็ม 180 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 82.77

ระดับพฤติกรรม การนำไปใช้ นักเรียนมีคะแนนรวมทั้งหมด 6 ข้อ คือ 212 คะแนน จากคะแนนเต็ม 270 คะแนนคิดเป็นร้อยละ 78.51

ระดับพฤติกรรม การวิเคราะห์ นักเรียนมีคะแนนรวมทั้งหมด 5 ข้อ คือ 171 คะแนน จากคะแนนเต็ม 225 คะแนนคิดเป็นร้อยละ 76.00

และมีค่าเฉลี่ยรวมทั้ง 4 พฤติกรรมรวมกัน นักเรียนมีคะแนน รวมทั้งหมด 20 ข้อ คือ 743 คะแนน จากคะแนนเต็ม 900 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 82.55

บทที่ 5

สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การวิจัยนี้มีจุดประสงค์ 1) เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง เส้นขนาน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หลังจากได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบค้นพบร่วมกับคำถามระดับสูงกับเกณฑ์ที่ร้อยละ 70 และ 2) เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง เส้นขนาน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หลังจากได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบค้นพบร่วมกับคำถามระดับสูงกับเกณฑ์ที่ร้อยละ 70 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2/4 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2561 โรงเรียน โพธิ์สัมพันธ์พิทยาคาร จังหวัดชลบุรี โดยผู้วิจัยใช้เทคนิคการเลือกกลุ่มตัวอย่างโดยการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster random sampling) เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ประกอบด้วย แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบค้นพบร่วมกับการใช้คำถามระดับสูง เรื่อง เส้นขนาน จำนวน 6 แผน มีความเหมาะสมเฉลี่ย เท่ากับ 4.57 แบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง เส้นขนาน ซึ่งเป็นแบบอัตนัย จำนวน 9 ข้อ มีค่าความยาก (P) ตั้งแต่ .58 - .71 และมีค่าอำนาจจำแนก (r) ตั้งแต่ .42 - .79 มีค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบเท่ากับ .83 และแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง เส้นขนาน ซึ่งเป็นแบบทดสอบปรนัย ชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 20 ข้อ มีค่าความยาก (P) ตั้งแต่ .43 - .80 และมีค่าอำนาจจำแนก (r) ตั้งแต่ .20 - .87 มีค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบเท่ากับ .92 วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติ t -test for one sample

สรุปผลการวิจัย

1. ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบค้นพบร่วมกับคำถามระดับสูงสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05
2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบค้นพบร่วมกับคำถามระดับสูงสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

อภิปรายผลการวิจัย

จากผลการวิจัยเรื่อง ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบค้นพบร่วมกับคำถามระดับสูง ที่มีต่อความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ผู้วิจัยขอเสนอการอภิปรายผลการวิจัย ดังนี้

1. ผลการเปรียบเทียบความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน หลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบค้นพบร่วมกับคำถามระดับสูงร้อยละ 70 พบว่า ความสามารถในการให้เหตุผลของนักเรียนหลังจากได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบค้นพบร่วมกับคำถามระดับสูง มีคะแนนเฉลี่ย 20.92 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 77.48 และเมื่อทดสอบ สมมติฐาน พบว่า คะแนนเฉลี่ยของความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน หลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบค้นพบร่วมกับคำถามระดับสูงสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งสอดคล้องกับสมมติฐานข้อที่ 1 ทั้งนี้อาจเป็นเพราะ ลักษณะของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบค้นพบร่วมกับคำถามระดับสูงเป็นกิจกรรมที่ส่งเสริม ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ นอกจากนี้ นักเรียนฝึกการแสดงเหตุผล โดยการเขียนอธิบายเหตุผลประกอบคำตอบในเอกสารแนบแนวทาง ใบกิจกรรม โดยมีครูคอยใช้ คำถามกระตุ้นให้นักเรียนได้คิดและใช้ภาษาในการอธิบายหรือแสดงเหตุผลประกอบแนวคิด ซึ่งทำให้นักเรียนตระหนักถึงความสำคัญของการให้เหตุผลและคิดอย่างมีเหตุผลมากขึ้น นอกจากนี้ การวิพากษ์วิจารณ์ในชั้นเรียนทำให้ผู้เรียนเห็นมุมมองความคิดที่แตกต่างและหลากหลายจาก เพื่อนนักเรียนคนอื่น ๆ ช่วยให้นักเรียนมีมุมมองที่กว้างขึ้น อันจะเป็นการปลูกฝังความสามารถ ในการให้เหตุผลของนักเรียนโดยไม่รู้ตัว สอดคล้องกับ อัมพร ม้าคนอง (2553, หน้า 50) ที่กล่าวว่า ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนจะพัฒนาขึ้นได้ ครูควรให้นักเรียน ปฏิบัติด้วยตนเองทั้งในบริบททางคณิตศาสตร์ (Mathematics context) และบริบทอื่น ๆ มากกว่า จะเป็นเพียงการสอนหรือบอกให้นักเรียนเห็นความสำคัญหรือให้เรียนรู้การให้เหตุผลเดี่ยว ๆ แยกจากสิ่งอื่น การที่นักเรียนได้อธิบายหรือชี้แจงเหตุผลจะช่วยให้นักเรียนได้ทบทวนการทำงาน เพื่อสะท้อนความคิดของตน และที่สำคัญคือนักเรียนได้ข้อสรุปหรือตัดสินใจถูกต้องของ สิ่งต่าง ๆ ด้วยตนเอง มากกว่าที่จะเชื่อตามที่ผู้สอนหรือตามที่หนังสือเขียนไว้ สอดคล้องกับ สุวิทย์ มูลคำ และอรทัย มูลคำ (2545, หน้า 73) ที่กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้แบบค้นพบ คือ กระบวนการเรียนที่เน้นการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาด้วยวิธีการฝึกให้ผู้เรียน รู้จักค้นคว้าหาความรู้ โดยผู้สอนตั้งคำถามกระตุ้นให้ผู้เรียนใช้กระบวนการทางความคิดหาเหตุผล จนค้นพบความรู้ด้วยตนเอง สรุปเป็นหลักการ กฎเกณฑ์ และสามารถนำไปประยุกต์ใช้ประโยชน์

ในการควบคุม ปรับปรุง เปลี่ยนแปลง หรือสร้างสรรค์สิ่งแวดล้อมในสภาพการณ์ต่าง ๆ ได้อย่างกว้างขวาง

เมื่อพิจารณาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบค้นพบร่วมกับคำถามระดับสูง จะพบว่า มีขั้นตอนที่ส่งเสริมความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ คือขั้นที่ 3 ขั้นค้นพบเป็นขั้นที่ครูใช้คำถามกระตุ้นให้นักเรียนอธิบาย เปรียบเทียบ วิเคราะห์และสังเคราะห์คุณลักษณะของตัวอย่าง ตัวอย่างคำถามที่ครูใช้กระตุ้นนักเรียน เช่น “ทำไม” “เพราะเหตุใด” “มีความสัมพันธ์กันอย่างไร” “สรุปแล้วคือ” เป็นต้น ซึ่งเป็นคำถามที่นักเรียนได้มีส่วนร่วมในการอธิบาย เปรียบเทียบ วิเคราะห์และสังเคราะห์ ขั้นที่ 4 ขั้นสรุปผล เป็นขั้นที่เปิดโอกาสให้นักเรียนได้แสดงแนวคิดโดยการนำเสนอข้อสรุปของตนเองด้วยการพูดอธิบายความรู้และเหตุผลที่ใช้สนับสนุนข้อสรุปของตนเอง ได้แย้งข้อสรุปของเพื่อนอย่างมีเหตุผล และฝึกการคิดสังเคราะห์เพื่อให้ได้ข้อสรุปอย่างสมเหตุสมผล ซึ่งการคิดสังเคราะห์เป็นรูปแบบหนึ่งของการคิดให้เหตุผล ซึ่งจะช่วยให้ นักเรียนเกิดความชัดเจนในการให้เหตุผลมากขึ้น ขั้นที่ 5 ขั้นนำไปใช้ เป็นขั้นที่นักเรียนนำข้อสรุป หรือข้อค้นพบจากขั้นที่ 4 ไปใช้ในการแก้ปัญหาหรือสถานการณ์ใหม่ ซึ่งนักเรียนต้องใช้ กระบวนการคิดอย่างมีเหตุผลเพื่อที่จะหาแนวทางการแก้ปัญหา โดยการนำข้อสรุปหรือข้อค้นพบ ที่ได้มาเป็นเหตุผลสนับสนุนแนวคิดของตน เพื่อให้คำตอบสมเหตุสมผลมากยิ่งขึ้น จะเห็นได้ว่า ขั้นนี้เป็นอีกขั้นตอนหนึ่งที่นักเรียนได้มีโอกาสแสดงผลของตนเอง ได้อย่างเต็มที่

การใช้คำถามระดับสูงร่วมกับการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้แบบค้นพบ เป็นการช่วย ส่งเสริมให้นักเรียนใช้ความคิดระดับสูงในการตอบคำถาม ซึ่งคำถามระดับสูงที่ใช้ในงานวิจัย ในครั้งนี้ มี 4 ประเภท คือ 1) คำถามให้อธิบาย เป็นคำถามที่นักเรียนจะต้องนำความรู้ และ ประสบการณ์เดิมมาเป็นพื้นฐานในการตอบว่า ทำไม อย่างไร เพราะเหตุใด 2) คำถามที่ให้ เปรียบเทียบ เป็นคำถามให้นักเรียนเปรียบเทียบความคล้ายคลึงหรือความแตกต่างของสิ่ง 2 สิ่ง หรือมากกว่า ว่ามีคุณสมบัติเหมือนหรือแตกต่างกันอย่างไร 3) คำถามให้วิเคราะห์ เป็นคำถาม ที่ให้นักเรียนแยกแยะเรื่องราวออกเป็นส่วนย่อย เพื่อหาสาเหตุและผลของปัญหาต่าง ๆ ที่เกิดขึ้น และ 4) คำถามให้สังเคราะห์ เป็นคำถามให้นักเรียนสรุปความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลที่ค้นพบ กับข้อมูลเดิม เป็นหลักการหรือแนวคิดใหม่ จะเห็นได้ว่าการใช้คำถามสามารถพัฒนาการคิดของ นักเรียนได้ ซึ่งสอดคล้องกับ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2555 ข, หน้า 133) ระบุว่า การใช้คำถามทำให้เกิดพลังในการเรียนรู้ช่วยให้นักเรียนพัฒนาการคิดระดับสูง ในการตอบคำถาม เช่นเดียวกับ ชัยวัฒน์ สุทธิรัตน์ (2553, หน้า 97) ที่กล่าวว่า คำถามมีความสำคัญมากในการพัฒนานักเรียน ทำให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียน กระตุ้นให้นักเรียน เกิดแรงมุมการคิดมากขึ้น และเมื่อมีการอภิปรายจะนำไปสู่ความเข้าใจและเกิดการเรียนรู้ตาม

จุดมุ่งหมายที่วางไว้ Allen and Ryan (1996) ที่กล่าวถึง คำถามระดับสูงว่า คำถามระดับสูง คือ คำถามที่ฝึกให้นักเรียนได้ใช้ความคิดโดยอาศัยของเท็จจริงหรือคำอธิบาย แล้วนำไปสรุปหาความสัมพันธ์ หาความหมาย เปรียบเทียบหรืออ้างอิงเหตุผลเพื่อหาคำตอบต่อไป

ภพ เลหาไพบูลย์ (2542) ที่กล่าวว่า ข้อดีของการใช้คำถามที่เหมาะสมจะช่วยให้นักเรียนพัฒนาความคิดอย่างมีเหตุมีผล รู้จักคิดด้วยตนเองทำให้เป็นคนช่างคิด ช่างถาม และ ศรีธัญญา ทาคำดา (2551) ที่กล่าวว่า การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยเน้นการใช้คำถามระดับสูงเป็นการส่งเสริมให้นักเรียนได้ฝึกการคิดวิเคราะห์อย่างมีเหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ เพราะคำถามระดับสูงมีศักยภาพในการกระตุ้นให้นักเรียนได้ใช้กระบวนการทางสติปัญญาในระดับสูง เพื่อค้นพบคำตอบ

นอกจากนี้ ในช่วงแรกของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบค้นพบร่วมกับคำถามระดับสูง ผู้วิจัยพบว่า นักเรียนส่วนใหญ่ไม่สามารถวิเคราะห์คุณลักษณะและความสัมพันธ์ของตัวอย่าง ไม่สามารถสร้างข้อสรุปรวมทั้งไม่สามารถอธิบายแนวคิดและเหตุผลสนับสนุนข้อสรุปของตนเอง ยกตัวอย่างเช่น แผนการจัดกิจกรรมที่ 3 เรื่อง “เส้นขนานและมุมภายในที่อยู่บนข้างเดียวกันของเส้นตัด” ครูให้นักเรียนวัดขนาดของมุมในแต่ละรูปที่กำหนดให้ แล้วให้นักเรียนสังเกต ศึกษา ค้นคว้าหาข้อสรุป ปรากฏว่า นักเรียนส่วนใหญ่ไม่สามารถหาข้อสรุปหรือค้นพบได้อย่างครบถ้วน สมบูรณ์ การนำเสนอแนวคิดสนับสนุนข้อสรุปหรือข้อค้นพบที่ได้ยังไม่ถูกต้องและไม่สมเหตุสมผล มีการนำเสนอประเด็นหรือข้อมูลที่ไม่เกี่ยวข้องมาใช้ในการให้เหตุผลหรือวิธีการที่ใช้ในการสร้างข้อสรุปเกิดจากการคาดเดาหรือใช้การอ้างอิงเหตุผลที่ไม่ชัดเจน นอกจากนี้ยังพบว่า นักเรียนสามารถหาคำตอบได้ถูกต้อง แต่เมื่อให้นักเรียนอธิบายแนวคิดหรือแสดงเหตุผลสนับสนุนคำตอบที่ได้ ปรากฏว่า นักเรียนอธิบายได้ไม่ชัดเจน โดยสังเกตได้จากการทำแบบฝึกหัดในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 นักเรียนสามารถบอกได้ว่ารูปที่กำหนดให้เป็นเส้นขนาน แต่ไม่สามารถอธิบายเหตุผลประกอบได้หรือบางคนอธิบายเหตุผลได้แต่ไม่ชัดเจน ดังนั้นในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เริ่มแรกผู้วิจัยจะต้องใช้คำถามเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนสามารถอธิบายแนวคิดของตนเองออกมาให้ได้ เช่น “เส้นตรงคู่ที่ขนานกันมีลักษณะอย่างไร” ซึ่งนักเรียนจะตอบคำถามโดยการอธิบายอ้างอิงจากข้อสรุปหรือข้อค้นพบที่ได้ เมื่อดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้จนถึงแผนที่ 4 พบว่า นักเรียนเริ่มมีความกระตือรือร้นมากขึ้น สนใจที่จะสังเกต และเปรียบเทียบตัวอย่าง โดยสังเกตได้จากการพูดอภิปรายในชั้นเรียน สามารถอธิบายแนวคิดที่ใช้สนับสนุนของสรุปหรือข้อค้นพบของตนเอง และโต้แย้งข้อสรุปหรือข้อค้นพบของนักเรียนคนอื่นได้อย่างสมเหตุสมผล เพื่อให้ได้ถึงข้อสรุปหรือข้อค้นพบที่ถูกต้อง และเมื่อจัดกิจกรรมการเรียนรู้จนถึงแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 5 - 6 พบว่า นักเรียนสามารถสร้างข้อสรุปหรือข้อค้นพบได้ถูกต้องและสมเหตุสมผลได้มากยิ่งขึ้น

สามารถอธิบายแนวคิดที่ใช้สนับสนุนข้อสรุปหรือข้อค้นพบได้อย่างชัดเจน และนักเรียนสามารถนำข้อสรุปหรือข้อค้นพบที่ได้มาเป็นเหตุผลสนับสนุนแนวคิดของตนเองได้อย่างเหมาะสม

จะเห็นได้ว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบค้นพบร่วมกับคำถามระดับสูงที่มีต่อความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ ศิวพร ศรีเจริญ (2559) ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบวัฏจักรสืบเสาะหาความรู้ 7 ชั้น (7E) ร่วมกะบคำถามระดับสูง ที่มีผลต่อการคิดอย่างมีเหตุผลและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา เรื่อง ระบบการย่อยอาหาร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 พบว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาชั้นปีที่ 4 หลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบวัฏจักรสืบเสาะหาความรู้ 7 ชั้น (7E) ร่วมกะบคำถามระดับสูงที่มีต่อความสามารถในการให้เหตุผลสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2. ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง เส้นขนาน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบค้นพบร่วมกับคำถามระดับสูงกับเกณฑ์ร้อยละ 70 พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบค้นพบร่วมกับคำถามระดับสูง มีคะแนนเฉลี่ย 16.51 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 82.55 และเมื่อทดสอบสมมติฐานพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนหลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบค้นพบร่วมกับคำถามระดับสูงสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งสอดคล้องกับสมมติฐานข้อที่ 2 ที่ตั้งไว้ ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบค้นพบร่วมกับคำถามระดับสูงเป็นรูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นนักเรียนเป็นสำคัญทำให้นักเรียนสร้างองค์ความรู้ได้ด้วยตนเอง เพราะในแต่ละขั้นการเรียนรู้ นักเรียนต้องมีส่วนร่วมในการลงมือปฏิบัติ สังเกตศึกษา เปรียบเทียบอย่างมีเหตุผล ซึ่งกระบวนการทั้งหมดเกิดจากความสนใจของนักเรียนเอง ทำให้บรรยากาศในการเรียนรู้ไม่ใช่การบีบบังคับจากครูผู้สอน ส่งผลให้นักเรียนได้ใช้กระบวนการคิดอย่างอิสระ และทำให้เข้าใจในเนื้อหาต่าง ๆ ได้ดียิ่งขึ้น สอดคล้องกับ ชีราพร ภูตระกูล (2547, หน้า 66) ที่กล่าวว่า วิธีการที่นักเรียนได้เรียนรู้จากการที่ค้นพบด้วยตนเอง เป็นวิธีการเรียนการสอนที่ได้ผลดีกว่า การอธิบาย การสาธิต การแสดงกฎหรือสูตร และวิธีอื่น ๆ จึงส่งผลให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนโดยใช้การสอนแบบค้นพบสูงกว่าหลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้การสอนแบบปกติ ทั้งนี้การใช้คำถามระดับสูงร่วมในขั้นค้นพบ เป็นตัวช่วยกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดการพัฒนาความคิด ทำให้นักเรียนมีแง่มุมความคิดใหม่ๆ ที่ใช้เป็นแนวทางในการลงข้อสรุป หรือข้อค้นพบที่สำคัญ ๆ ของเนื้อหานั้น ๆ ได้ดียิ่งขึ้น และการใช้คำถามระดับสูงยังช่วยส่งเสริมให้เกิดการอภิปรายทำให้นักเรียนได้เห็นแนวคิดที่หลากหลาย สอดคล้องกับ สำนักงานคณะกรรมการ

การศึกษาแห่งชาติ (2545, หน้า 117) ระบุว่า การเรียนรู้เกิดขึ้นได้ก็ต่อเมื่อ นักเรียนลงมือกระทำด้วยตนเอง โดยครูเป็นเพียงผู้คอยให้ความช่วยเหลือ และแนะนำในการปฏิบัติกิจกรรมในแต่ละขั้นตอน นักเรียนได้ฝึกและพัฒนาความสามารถต่าง ๆ เช่น การสังเกต การวิเคราะห์ การเปรียบเทียบ และสรุป ซึ่งเป็นทักษะที่สำคัญซึ่งแนวคิดเหล่านี้ช่วยให้นักเรียนมีความเข้าใจและขยายความรู้ได้ดียิ่งขึ้น การใช้คำถามระดับสูงในทุก ๆ แผนการจัดการเรียนรู้ยังทำให้นักเรียนได้ฝึกฝนกระบวนการคิดระดับสูง เพื่อหาคำตอบของคำถามอยู่เสมอไม่ว่าจะเป็น คำถาม การอธิบาย คำถามเปรียบเทียบ คำถามวิเคราะห์และคำถามสังเคราะห์ ซึ่งจะทำให้นักเรียนคุ้นเคยกับลักษณะของคำถามระดับสูง เพราะฉะนั้นนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบค้นพบร่วมกับคำถามระดับสูง นอกจากจะเข้าใจในเนื้อหาบทเรียนเป็นอย่างดี ซึ่งเกิดจากการเรียนรู้โดยตั้งอยู่บนพื้นฐานการอย่างรู้อยากเห็นของตนเองแล้วนั้น นักเรียนยังได้ฝึกฝนและคุ้นเคยกับการคิดเพื่อตอบคำถามระดับสูงอยู่เสมอ สอดคล้องกับงานวิจัยของ ชัยยุทธ บุญธรรม (2549) การพัฒนาชุดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่เน้นทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยการสอนแบบค้นพบ เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ภายหลังได้รับการสอนด้วยชุดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่เน้นทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยการสอนแบบค้นพบ เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว สูงกว่าก่อนได้รับการสอนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และ พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ภายหลังได้รับการสอนด้วยชุดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่เน้นทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยการสอนแบบค้นพบ เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 65 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 สอดคล้องกับงานวิจัยของ กรรณิการ์ จักรกรรณ (2556) ได้ศึกษา ผลสัมฤทธิ์การเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง การแก้โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่เรียนโดยใช้การสอนแบบค้นพบ โดยการแนะแนว พบว่า หลังการเรียนการสอนแบบค้นพบโดยการแนะแนว นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์สูงกว่าก่อนการเรียนการสอนแบบค้นพบ และสอดคล้องกับงานวิจัยของ คณิตตา ไวยขุนทด (2557) การศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคงทนในการเรียนรู้ของนักเรียน โดยการสอนแบบค้นพบด้วยวิธีแนะแนวทางการสอนปกติ เรื่อง ความน่าจะเป็น สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 พบว่า นักเรียนกลุ่มทดลองที่ได้รับการสอนแบบค้นพบด้วยวิธีแนะแนวมีค่าเฉลี่ยของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่ากลุ่มควบคุมที่ได้รับการสอนแบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะทั่วไป

1. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบค้นพบร่วมกับคำถามระดับสูงเป็นรูปแบบการจัดกิจกรรมที่เน้นให้ผู้เรียนเป็นผู้ค้นพบคำตอบ ความรู้หรือข้อสรุปผ่านการวิเคราะห์ห้อย่างมีเหตุผลด้วยตัวของนักเรียนเอง ดังนั้นผู้สอนจะต้องคำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคล สภาพความพร้อมของร่างกาย จิตใจ อารมณ์ สังคม สติปัญญา ตลอดจนพื้นฐานหรือประสบการณ์เดิมของนักเรียนแต่ละคน

2. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบค้นพบร่วมกับคำถามระดับสูงเป็นรูปแบบการจัดกิจกรรมที่เน้นให้ผู้เรียนเป็นผู้ค้นพบคำตอบ ความรู้หรือข้อสรุปผ่านการวิเคราะห์ห้อย่างมีเหตุผลด้วยตัวของนักเรียนเอง ซึ่งในขั้นการค้นพบ และขั้นสรุปผล นักเรียนจะต้องเขียนข้อสรุปที่นักเรียนได้ค้นพบ ดังนั้น ผู้สอนควรตรวจสอบข้อสรุป ผ่านการใช้คำถามระดับสูงเนื่องจากคำถามระดับสูงจะช่วยให้ให้นักเรียนได้คิด วิเคราะห์ และอธิบายถึงแนวคิดทางคณิตศาสตร์

3. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบค้นพบร่วมกับคำถามระดับสูงผู้สอนควรใช้คำถามระดับสูงเป็นการกระตุ้นนักเรียน หากพบว่าเมื่อใช้คำถามระดับสูงกับนักเรียนคนใดแล้วนักเรียนไม่สามารถตอบได้ ผู้สอนควรใช้คำถามนำก่อนค่อยใช้คำถามระดับสูงตาม

ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

1. ควรนำการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบค้นพบร่วมกับคำถามระดับสูงไปประยุกต์ใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อส่งผลให้นักเรียนมีความสามารถในด้านทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ด้านอื่น ๆ เช่น ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ หรือการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์

2. ควรมีการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบค้นพบร่วมกับเทคนิคหรือรูปแบบอื่น ๆ เช่น กลยุทธ์การพัฒนาความคิดทางคณิตศาสตร์ คำถามปลายเปิด เพื่อทำให้นักเรียนเกิดความเข้าใจด้านแนวความคิดทางคณิตศาสตร์อย่างมีประสิทธิภาพ

บรรณานุกรม

- กรมวิชาการ. (2550 ก). การวิจัยเพื่อการเรียนรู้ตามหลักสูตรสถานศึกษาขั้นพื้นฐาน.
กรุงเทพฯ: องค์การรับส่งสินค้าและพัสดุภัณฑ์.
- กรมวิชาการ. (2550 ข). เอกสารประกอบหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551
คู่มือการจัดการเรียนรู้กลุ่มคณิตศาสตร์. กรุงเทพฯ: องค์การรับส่งสินค้า
และพัสดุภัณฑ์.
- กรรณิการ์ จักรกรด. (2556). ศึกษาผลสัมฤทธิ์การเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง การแก้โจทย์ปัญหา
เกี่ยวกับสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2.
Viridian E - Journal, 5(1), 710 - 72.
- กระทรวงศึกษาธิการ. (2552). ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้
คณิตศาสตร์ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551.
กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.
- กระทรวงศึกษาธิการ. (2557). เอกสารประกอบหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน
พุทธศักราช 2551 แนวปฏิบัติการวัดและการประเมินผลการเรียนรู้. กรุงเทพฯ:
โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย
- คณิตดา ไวยขุนทด. (2557). การศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคงทน
ในการเรียนรู้ของนักเรียน โดยการสอนแบบค้นพบด้วยวิธีแนะแนวทาง
กับการสอนปกติ เรื่อง ความน่าจะเป็น สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5.
วิทยานิพนธ์วิทยาศาตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา, คณะวิทยาศาสตร์,
มหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี.
- จิรัชญา นวนกระโทก. (2560). ผลของการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับคำถาม
ระดับสูงที่มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และความสามารถในการ
ในการคิดแก้ปัญหา เรื่อง อาหารกับการดำรงชีวิต ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2.
ปริญญาามหาบัณฑิต, สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน, คณะศึกษาศาสตร์,
มหาวิทยาลัยบูรพา.
- ฉวีวรรณ เสวตมาลย์. (2545). การพัฒนาหลักสูตรคณิตศาสตร์. กรุงเทพฯ: สุริยิยาสาสน์.
- ชนาธิป พรกุล. (2554). การสอนกระบวนการคิด: ทฤษฎีและการนำไปใช้ (พิมพ์ครั้งที่ 2).
กรุงเทพฯ: วี.พี.รินทร์ (1991).
- ชนิสรา สารคำ. (2552). การจัดการเรียนรู้แบบค้นพบ. เข้าถึงได้จาก <http://gsa.cpru.ac.th>

- ชัยอุทท บัญชรธรรม. (2549). การพัฒนาชุดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่เน้นทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยการสอยแบบค้นพบ เรื่องสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. ปรินญานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต, สาขาวิชาการมัธยมศึกษา, บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- ชัยวัฒน์ สุทธิรัตน์. (2553). เทคนิคการใช้คำถาม พัฒนาการคิด. นนทบุรี: สหมิตรพรีนติ้งแอนด์พับลิชชิ่ง.
- ชานนท์ จันทรา. (2555). การประเมินในชั้นเรียนคณิตศาสตร์: จากแนวคิดสู่การปฏิบัติ. กรุงเทพฯ: อาร์ แอนด์ เอ็น ปรีน.
- ชีราพร ภูตะภู. (2547). ผลการใช้วิธีการสอนแบบค้นพบที่เน้นเทคนิคการสอนแบบร่วมมือที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์และความคงทนในการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5. วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน, บัณฑิตวิทยาลัย, สถาบันราชภัฏนครสวรรค์.
- ทิสนา แจมมณี. (2550). ศาสตร์การสอน (พิมพ์ครั้งที่ 5). กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ชนวรรณ นัยเนตร. (2560). ผลของการจัดกรเรียนรู้เชิงรุกร่วมกับคำถามระดับสูงที่มีต่อความสามารถในการให้เหตุผลและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่องฟังก์ชัน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต, สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน, คณะศึกษาศาสตร์, มหาวิทยาลัยบูรพา.
- ธารใจ กุมภพันธ์. (2562). ครูชำนาญการ โรงเรียนโพธิสัมพันธ์พิทยาคาร อำเภอเมือง จังหวัดชลบุรี. สัมภาษณ์.
- ธิดา สุขสถิตย์. (2552). เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วนและสัดส่วนของนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพปีที่ 1 ที่ได้รับการสอนด้วยวิธีการสอนแบบค้นพบกับวิธีการสอนแบบปกติ. งานนิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต, สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน, คณะศึกษาศาสตร์, มหาวิทยาลัยบูรพา.
- บรรพต สุวรรณประเสริฐ. (2544). การพัฒนาหลักสูตร โดยเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ (พิมพ์ครั้งที่ 2). เชียงใหม่: The Knowledge Center.
- บุญชม ศรีสะอาด. (2545). การพัฒนาการสอน. มหาสารคาม: มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ มหาสารคาม.
- เบญจพร สว่างศรี. (2549). รายงานวิจัย การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาแคลคูลัส เรื่องอนุพันธ์และการประยุกต์ของนักศึกษาปริญญาตรี ที่สอนโดยใช้เทคนิคการสอนแบบค้นพบ. พระนครศรีอยุธยา: คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ.

- ประดิษฐ์ เหล่าเนตร และคณะ. (2547). รายงานการวิจัยและพัฒนาโครงการการนำรูปแบบการสอนตามแนว Constructivism (การเรียนรู้จากกลุ่มและการค้นพบ) ไปสร้างและพัฒนากิจกรรมการเรียนการสอนของครูเครือข่ายที่สอนวิชาชีววิทยา โรงเรียนกรมสามัญศึกษา เขตการศึกษา 7. กรุงเทพฯ: สำนักงานรับรองมาตรฐาน และประเมินคุณภาพการศึกษา.
- ปานทอง กุลนาถศิริ. (2546). คำถามที่ช่วยพัฒนาทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์. วารสารคณิตศาสตร์, 6, 4 - 8.
- พจนา ทรัพย์สมาน. (2550). การจัดการเรียนรู้โดยให้ผู้เรียนแสวงหาและค้นพบความรู้ด้วยตนเอง. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- พรรณทิพย์ ม้ามณี. (2540). การสอนคณิตศาสตร์แนวใหม่ ระดับมัธยมศึกษา. กรุงเทพฯ: ภาควิชาคณิตศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
- พรรณทิพา พรหมรักษ์. (2552). การพัฒนากระบวนการเรียนการสอน โดยใช้กระบวนการวางนัยทั่วไปเพื่อส่งเสริมความสามารถในการให้เหตุผลทางพีชคณิตและการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนใช้มัธยมศึกษาปีที่ 3. ดุษฎีนิพนธ์ครุศาสตรดุษฎีบัณฑิต, สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน, คณะครุศาสตร์, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- พิชิต ฤทธิจรรย์. (2548). หลักการวัดและประเมินผลการศึกษา (พิมพ์ครั้งที่ 3). กรุงเทพฯ: เข้าส์ ออฟ เลอร์มีสท์.
- พิมพ์พันธ์ เฉชะคุปต์. (2544). การเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ: แนวคิด วิธี และเทคนิคการสอน 1. กรุงเทพฯ: เดอะมาสเตอร์กรุ๊ป แมเนจเม้นท์.
- ยุพิน พิพิธกุล. (2545). การเรียนการสอนคณิตศาสตร์ ยุคปฏิรูปการศึกษา. ม.ป.ท.
- ราชบัณฑิตยสถาน. (2555). พจนานุกรม ฉบับราชบัณฑิตยสถาน พ.ศ. 2542. กรุงเทพฯ: นามมีบุ๊กส์พับลิเคชันส์,
- ลพ เลหาไพบูลย์. (2542). แนวการสอนวิทยาศาสตร์ (พิมพ์ครั้งที่ 3). กรุงเทพฯ: ไทยวัฒนาพานิช.
- ล้วน สายยศ. (2541). เทคนิคการสร้างข้อสอบความถนัดทางการเรียน. กรุงเทพฯ: ชมรมเด็ก.
- ล้วน สายยศ. (2543). เทคนิคการวัดผลการเรียนรู้ (พิมพ์ครั้งที่ 2). กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น
- วราภรณ์ สินถาวร. (2552). การประยุกต์แนวคิดทฤษฎีการเรียนรู้แบบค้นพบเพื่อการออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (CAI). วารสารคณะครุศาสตร์, 6(11), 199 - 211.
- วัฒนาพร ระงับทุกข์. (2542). แผนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง (พิมพ์ครั้งที่ 2). กรุงเทพฯ: แอล ที เพอร์.

- วิไลวรรณ สมชื่อ. (2562, 3 กุมภาพันธ์). ครูชำนาญการ โรงเรียนโพธิ์สัมพันธ์พิทยาคาร อำเภอเมือง จังหวัดชลบุรี. สัมภาษณ์.
- เวชฤทธิ์ อังคนะภัทรขจร. (2554). *ทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์*. ชลบุรี: คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา. เอกสารการสอน.
- เวชฤทธิ์ อังคนะภัทรขจร. (2555). *ครบเครื่องเรื่องควรรู้สำหรับครูคณิตศาสตร์*. กรุงเทพฯ: จริยสุนิตวงศ์การพิมพ์.
- ศรีบุญญา ทาคำถา. (2551). *ความสามารถทางการคิดอย่างมีเหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนช่วงชั้นที่ 3 ที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ โดยเน้นการใช้คำถามระดับสูง*. วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาชีววิทยาศึกษา, คณะวิทยาศาสตร์, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- ศศิธร แม้นสงวน. (2556). ผลการเรียนรู้จากโครงการงานชุดวิชาการสื่อสารด้วยเทคโนโลยี สารสนเทศ. *วารสารราชพฤกษ์*, 5(1), 310 - 321.
- ศักดิ์ศรี ปาณะกุล, นิรมล ศตวุฒิ และระวีวรรณ ศรีครามครัน. (2556). *หลักสูตรและการจัดการเรียนรู้*. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยรามคำแหง.
- ศิวพร ศรีจัญญ์. (2559). *ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบวัฏจักรสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับการใช้คำถามระดับสูง ที่มีต่อการคิดอย่างมีเหตุผล และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยา เรื่อง ระบบย่อยอาหารของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4*. วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาชีววิทยาศึกษา, คณะวิทยาศาสตร์, มหาวิทยาลัยบูรพา.
- สถาบันทดสอบการศึกษาแห่งชาติ. (2558). *รายงานผลการทดสอบทางการศึกษาระดับชาตินี้ขั้นพื้นฐาน (O - NET) ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3*. เข้าถึงได้จาก http://www.evaluate.cri2.go.th/critwosys/files/reportONET59_full.pdf
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2555 ก). *ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ (พิมพ์ครั้งที่ 3)*. กรุงเทพฯ: 3 - คิว มีเดีย.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2555 ข). *ครูคณิตศาสตร์มืออาชีพ เส้นทางสู่ความสำเร็จ*. กรุงเทพฯ: 3 - คิว มีเดีย.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2555 ค). *การวัดผลประเมินผลคณิตศาสตร์*. กรุงเทพฯ: ซีเอ็ดยูเคชั่น.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2558). *ครูคณิตศาสตร์มืออาชีพ เส้นทางสู่ความสำเร็จ*. กรุงเทพฯ: 3 - คิว มีเดีย.

- สมเดช บุญประจักษ์. (2540). *การพัฒนาศักยภาพทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยใช้การเรียนรู้แบบร่วมมือ*. คุยฎินิพนธ์การศึกษาคุยฎิบัณฑิต, สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา, บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- สมนึก กัททิษณี. (2549). *การวัดผลการศึกษา*. กापสินธุ์: ประสานการพิมพ์.
- สายัณฑ์ ผาน้อย. (2549). *การสอนกระบวนการคิดโดยการตั้งคำถาม*. *วารสารวงการครู*, 108 - 110.
- สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ. (2545). *การปฏิรูปการเรียนรู้ตามแนวคิด 5 ทฤษฎี*. กรุงเทพฯ: สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ.
- สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา. (2551). *ตัวชี้วัดและสาระแกนกลางกลุ่ม กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.
- สิริพร ทิพย์คง. (2543). *เอกสารประกอบคำบรรยาย เรื่อง การพัฒนาหลักสูตรคณิตศาสตร์*. กรุงเทพฯ: คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- สิริพร ทิพย์คง. (2545). *หลักสูตรและการสอนคณิตศาสตร์*. กรุงเทพฯ: พัฒนาคุณภาพวิชาการ (พว.).
- สุนีย์ เหมาะประสิทธิ์. *การยกระดับคุณภาพการจัดการเรียนรู้ภายใต้กรอบมาตรฐานคุณวุฒิระดับอุดมศึกษาสำหรับนิสิตครูโดยการเรียนรู้แบบคั่นพบ*. *วารสารศรีนครินทรวิโรฒวิจัยและพัฒนา (สาขามนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์)*, 6, 199 - 211.
- สุรวาท ทองบุญ. (2553). *การวิจัยทางการศึกษา* (พิมพ์ครั้งที่ 6). มหาสารคาม: อภิชาตการพิมพ์.
- สุรางค์ ไคว์ตระกูล. (2541). *จิตวิทยาการศึกษา* (พิมพ์ครั้งที่ 4). กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- สุรางค์ ไคว์ตระกูล. (2554). *จิตวิทยาการศึกษา* (พิมพ์ครั้งที่ 4). กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- สุรวดี เฟิงศรี โคตร. (2549). *คำถามนั้นสำคัญไฉน*. *วารสารวิทยาจารย์*, 5, 58 - 61.
- สุวิทย์ มูลคำ. (2549). *กลยุทธ์การสอนคิดวิเคราะห์* (พิมพ์ครั้งที่ 2). กรุงเทพมหานคร: ภาพพิมพ์.
- สุวิทย์ มูลคำและอรทัย มูลคำ. (2545). *21 วิธีจัดการเรียนรู้: เพื่อพัฒนากระบวนการคิด*. กรุงเทพฯ: ภาพพิมพ์.
- โสภณ บำรุงสงฆ์ และสมหวัง ไตรตันวงศ์. (2539). *เทคนิคและวิธีการสอนคณิตศาสตร์แนวใหม่* (พิมพ์ครั้งที่ 3). กรุงเทพฯ: ไทยวัฒนาพานิช.

- อมรรัตน์ ฤทธิไทยสงค์. (2562, 3 กุมภาพันธ์). ครูชำนาญการ โรงเรียน โปธิสัมพันธ์พิทยาคาร อำเภอเมือง จังหวัดชลบุรี. สัมภาษณ์.
- อัมพร ม้าคนอง. (2546). *คณิตศาสตร์: การสอนและการเรียนรู้*. กรุงเทพฯ: ศูนย์ตำรา และเอกสารวิชาการ คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- อัมพร ม้าคนอง. (2552). รายงานการวิจัย เรื่อง การพัฒนามโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ โดยใช้โมเดลการได้มาซึ่งมโนทัศน์และคำถามระดับสูง. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- อัมพร ม้าคนอง. (2553). *ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์: การพัฒนาเพื่อพัฒนาการ* (พิมพ์ครั้งที่ 2). กรุงเทพฯ: ศูนย์ตำราและเอกสารวิชาการ คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- Allem, D., & Ryan, K. (1996). *Microteaching*. Colifornia: Addison - Crawly.
- Arthur, A. (1993). *Teaching science through discovery*. New York: Publishing Company.
- Artzt, A. F., & Shirel, Y. F. (1999). *Mathematics reasoning during small-group problem solving*. In Stiff, L. V. (Ed.), *Developing Mathematical Reasoning in Grades K - 12* (pp. 115 - 126).
- Bruner, J. (1960). *The process of education*. Cambridge, Massachusetle: Harvard University Pree,
- Carin, A. (1993). *Guided discovery activities for elementary school science*. New York: Publishing Company.
- Chee, H. C. (1976). *A tudent of the effects of high level cognitive question on the level response and optical thinking abillties in students of two social problem classes*. Dissertation Abstracts.
- Fensham, A. (1998). *Beginning to teach chemistry the content of science the discovery approach*. London, The Falmer Press.
- George, B., & Wragg, E. C. (1993). *Question*. London: Butler & Tanner.
- Good, C. V. (1973). *Dictionary of education*. New York: McGraw - Hill.
- Gorge, T. L., & Hans, O. A. (1970). Determining the level of inquiry in teacher's questions. *Dissertation Abstracts International*, 31(2), 395 - 400.
- Hiatt, C. J. C. (1980). *Achievermeny and attitude in trigongmetry: The effects of guided discovery lesson in high school trigonometry*. Dissertation Abstracts International.

- Jeffrey, W. W. (2001). Higher order teacher questioning of boys and girls in elementary mathematics classrooms. *The Journal of Educational Research*, 95(2), 84 - 92.
- Kathleen, C. (2001). *Classroom questioning*. Retrieved from <http://www.nwrel.org/Scpd/sirs/3/cu5.html>
- Keeses, E. E. (1972). Study of the creative thinking ability and student achievement in mathematics using discovery and expository methods of teaching. *Dissertation Abstract in Terantiomnal*, 33(4), 1589 - 1590.
- Kenneth D.; & Quinn, Chen. (1994). *Secondary Instructional Methods*. Madison, Wis.: WCB Brown & Benchmark.
- Krulik, S., & Rudnick, J. A. (1996). *Reasoning and problem solving: A handbook for elementary school teachers*. Massachusetts: Allyn and Bacon.
- Lardizabal. (1969). *Methods and principles of teaching*. Quezon City: Phoenix Press, Moore.
- O'Daffer, P. G., & Thornquist, B. A. (1990). Critical thinking, mathematical reasoning and proof. In *Wilson, P. S. (Ed.), Research ideas for the classroom: High School Mathematics* (p. 373). New York: MacMilan.
- Reston, Virginia: National Council of Teachers of Mathematics. (1999), Brandt, J. C. (1983). *Toward a theory of Sequencing: Study 3 - 7: An Investigation of the Relationships of Structural Variables, Instruction, and Difficulty in Verbal, Arithmetic Problem Solving*, p. 3 - 12.
- Robertson, H. C. (1970). *The buffects of the discovery and expository approach of presenting and teaching selected mathematical principle and relationships to fourth grade pupils*. Dissertation Abstracts Intrenational.
- Rosemary, S. S. P. (1970). 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.
- Russell, S. J. (1999). Mathematice reasoning in the elementary grades. In *Developing mathematical reasoning in K - 12*. Shiff, Lee V. pp. 1 - 12. 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
- Stiggins, R. (1997). *Student-centered classroom assessment* (2nd ed.). New Jersey: Prentice - Hall.
- The National Council of Teachers of Mathematics (NCTM). (2000). *Principles and standards for school mathematics*. Reston , USA: National Council of Teachers of Mathematics.
- Thomas, E. R., & Josepha, R. (1998). Using questions to help children build mathematical power. *Teaching Children Mathematics*, 4(9), 504 - 509.
- Wilson, J. W. (1970). Evaluation of Learning in Secondary School Mathematics. In *Handbook on formative and summative evaluation of student learning* (pp. 643 - 685). New York: McGraw - Hill.
- Wimer, J. W., Ridenour, C. S., & Thomas, K. (2001). Higher order teacher questioning of boys and girls in elementary mathematics classroom. *The Journal of Education Research*, 95(2), 84 - 92.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

- รายชื่อผู้เชี่ยวชาญ
- สำเนาหนังสือขอความอนุเคราะห์ในการตรวจสอบความเที่ยงตรงของเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
- สำเนาหนังสือขอความอนุเคราะห์ในการเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อหาคุณภาพของเครื่องมือการวิจัย
- สำเนาหนังสือขอความอนุเคราะห์ในการเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อการวิจัย

รายชื่อผู้เชี่ยวชาญ

รายชื่อผู้เชี่ยวชาญที่ช่วยตรวจสอบความเหมาะสมของแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้
 ความสอดคล้องของแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ และ
 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์

1. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ดวงกมล ผลเต็ม อาจารย์ประจำ ภาควิชาคณิตศาสตร์
คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา
2. ดร.พรรณทิพา ดันตินัย อาจารย์ประจำ ภาควิชาการจัดการเรียนรู้
คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา
3. อาจารย์สมพงษ์ วิจิตรวงศ์ ครู คศ.3 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์
โรงเรียนดัดดรุณี
4. อาจารย์ปรีชา ไชยเพชร ครู คศ.3 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์
โรงเรียนดัดดรุณี
5. อาจารย์วิไลวรรณ สมชื่อ ครู คศ.3 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์
โรงเรียนโพธิ์สัมพันธ์พิทยาคาร

(สำเนา)

ที่ ศธ ๖๒๑๘/ว. ๓๒๖๑

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

๑๕ ธันวาคม พ.ศ. ๒๕๖๑

เรื่อง ขอบความอนุเคราะห์ในการตรวจสอบความเที่ยงตรงของเครื่องมือเพื่อการวิจัย

เรียน ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ดวงกมล ผลเต็ม

สิ่งที่ส่งมาด้วย เค้าโครงย่อวิทยานิพนธ์ และเครื่องมือเพื่อการวิจัย จำนวน ๑ ชุด

ด้วย นางสาวจิราภา ปั่นทอง นิสิตระดับบัณฑิตศึกษา หลักสูตรการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนคณิตศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา ได้รับอนุมัติให้ทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบค้นพบร่วมกับคำถามระดับสูงที่มีต่อความสามารถในการให้เหตุผล และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๒” โดยอยู่ในความควบคุมดูแลของ ดร. พาวา พงษ์พันธุ์ ประธานกรรมการ ขณะนี้อยู่ในขั้นตอนการสร้างเครื่องมือเพื่อการวิจัย ในการนี้ คณะศึกษาศาสตร์ได้พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญในเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอความอนุเคราะห์จากท่านในการตรวจสอบความเที่ยงตรงของเครื่องมือเพื่อการวิจัยของนิสิต ในครั้งนี้

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา หวังเป็นอย่างยิ่งว่า คงจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดี และขอขอบคุณอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(ลงชื่อ)

เชษฐ ศิริสวัสดิ์

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เชษฐ ศิริสวัสดิ์)

รองคณบดีฝ่ายบัณฑิตศึกษา ปฏิบัติการแทน

คณบดีคณะศึกษาศาสตร์ ปฏิบัติการแทน

ผู้ปฏิบัติหน้าที่อธิการบดีมหาวิทยาลัยบูรพา

ภาควิชาการจัดการเรียนรู้

โทรศัพท์ ๐ - ๓๘๓๕ - ๓๔๘๖, ๐ - ๓๘๑๐ - ๒๐๖๕

โทรสาร ๐ - ๓๘๓๕ - ๓๔๘๕

ผู้วิจัย ๐๘ - ๐๐๒๒ - ๔

(สำเนา)

ที่ ศธ ๖๒๑๘/ว. ๓๒๖๑

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

๑๕ ธันวาคม พ.ศ. ๒๕๖๑

เรื่อง ขอบความอนุเคราะห์ในการตรวจสอบความเที่ยงตรงของเครื่องมือเพื่อการวิจัย

เรียน ดร.พรณทิพา ตันตินัย

สิ่งที่ส่งมาด้วย เค้าโครงย่อวิทยานิพนธ์ และเครื่องมือเพื่อการวิจัย จำนวน ๑ ชุด

ด้วย นางสาวจิราภา ปั่นทอง นิสิตระดับบัณฑิตศึกษา หลักสูตรการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนคณิตศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา ได้รับอนุมัติให้ทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบค้นพบร่วมกับคำถามระดับสูงที่มีต่อความสามารถในการให้เหตุผล และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๒” โดยอยู่ในความควบคุมดูแลของ ดร.พาวา พงษ์พันธุ์ ประธานกรรมการ ขณะนี้อยู่ในขั้นตอนการสร้างเครื่องมือเพื่อการวิจัย ในการนี้ คณะศึกษาศาสตร์ได้พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญในเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอความอนุเคราะห์จากท่านในการตรวจสอบความเที่ยงตรงของเครื่องมือเพื่อการวิจัยของนิสิตในครั้งนี้

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา หวังเป็นอย่างยิ่งว่า คงจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดี และขอขอบคุณอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(ลงชื่อ)

เชษฐ ศิริสวัสดิ์

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เชษฐ ศิริสวัสดิ์)

รองคณบดีฝ่ายบัณฑิตศึกษา ปฏิบัติการแทน

คณบดีคณะศึกษาศาสตร์ ปฏิบัติการแทน

ผู้ปฏิบัติหน้าที่อธิการบดีมหาวิทยาลัยบูรพา

ภาควิชาการจัดการเรียนรู้

โทรศัพท์ ๐ - ๓๘๓๕ - ๓๔๘๖, ๐ - ๓๘๑๐ - ๒๐๖๕

โทรสาร ๐ - ๓๘๓๕ - ๓๔๘๕

ผู้วิจัย ๐๘ - ๐๐๒๒ - ๔

(สำเนา)

ที่ ศธ ๖๒๑๘/ว. ๓๒๖๑

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

๑๕ ธันวาคม พ.ศ. ๒๕๖๑

เรื่อง ขอบความอนุเคราะห์ในการตรวจสอบความเที่ยงตรงของเครื่องมือเพื่อการวิจัย

เรียน อาจารย์สมพงษ์ วิจิตรวงศ์

สิ่งที่ส่งมาด้วย เค้าโครงย่อวิทยานิพนธ์ และเครื่องมือเพื่อการวิจัย จำนวน ๑ ชุด

ด้วย นางสาวจิราภา ปั่นทอง นิสิตระดับบัณฑิตศึกษา หลักสูตรการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนคณิตศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา ได้รับอนุมัติให้ทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบค้นพบร่วมกับคำถามระดับสูงที่มีต่อความสามารถในการให้เหตุผล และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๒” โดยอยู่ในความควบคุมดูแลของ ดร.พาวา พงษ์พันธุ์ ประธานกรรมการ ขณะนี้อยู่ในขั้นตอนการสร้างเครื่องมือเพื่อการวิจัย ในการนี้ คณะศึกษาศาสตร์ได้พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญในเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอความอนุเคราะห์จากท่านในการตรวจสอบความเที่ยงตรงของเครื่องมือเพื่อการวิจัยของนิสิตในครั้งนี้

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา หวังเป็นอย่างยิ่งว่า คงจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดี และขอขอบคุณอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(ลงชื่อ)

เชษฐ ศิริสวัสดิ์

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เชษฐ ศิริสวัสดิ์)

รองคณบดีฝ่ายบัณฑิตศึกษา ปฏิบัติการแทน

คณบดีคณะศึกษาศาสตร์ ปฏิบัติการแทน

ผู้ปฏิบัติหน้าที่อธิการบดีมหาวิทยาลัยบูรพา

ภาควิชาการจัดการเรียนรู้

โทรศัพท์ ๐ - ๓๘๓๕ - ๓๔๘๖, ๐ - ๓๘๑๐ - ๒๐๖๕

โทรสาร ๐ - ๓๘๓๕ - ๓๔๘๕

ผู้วิจัย ๐๘ - ๐๐๒๒ - ๔

(สำเนา)

ที่ ศธ ๖๒๑๘/ ว. ๓๒๖๑

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

๑๕ ธันวาคม พ.ศ. ๒๕๖๑

เรื่อง ขอบความอนุเคราะห์ในการตรวจสอบความเที่ยงตรงของเครื่องมือเพื่อการวิจัย

เรียน อาจารย์ปรีชา ไชยเพชร

สิ่งที่ส่งมาด้วย เค้าโครงย่อวิทยานิพนธ์ และเครื่องมือเพื่อการวิจัย จำนวน ๑ ชุด

ด้วย นางสาวจิราภา บั๊นทอง นิสิตระดับบัณฑิตศึกษา หลักสูตรการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนคณิตศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา ได้รับอนุมัติให้ทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบค้นพบร่วมกับคำถามระดับสูงที่มีต่อความสามารถในการให้เหตุผล และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๒” โดยอยู่ในความควบคุมดูแลของ ดร.พาวา พงษ์พันธุ์ ประธานกรรมการ ขณะนี้อยู่ในขั้นตอนการสร้างเครื่องมือเพื่อการวิจัย ในการนี้ คณะศึกษาศาสตร์ได้พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญในเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอความอนุเคราะห์จากท่านในการตรวจสอบความเที่ยงตรงของเครื่องมือเพื่อการวิจัยของนิสิตในครั้งนี้

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา หวังเป็นอย่างยิ่งว่า คงจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดี และขอขอบคุณอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(ลงชื่อ)

เชษฐ ศิริสวัสดิ์

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เชษฐ ศิริสวัสดิ์)

รองคณบดีฝ่ายบัณฑิตศึกษา ปฏิบัติการแทน

คณบดีคณะศึกษาศาสตร์ ปฏิบัติการแทน

ผู้ปฏิบัติหน้าที่อธิการบดีมหาวิทยาลัยบูรพา

ภาควิชาการจัดการเรียนรู้

โทรศัพท์ ๐ - ๓๘๓๕ - ๓๔๘๖, ๐ - ๓๘๑๐ - ๒๐๖๕

โทรสาร ๐ - ๓๘๓๕ - ๓๔๘๕

ผู้วิจัย ๐๘ - ๐๐๒๒ - ๔

(สำเนา)

ที่ ศธ ๖๒๑๘/ว. ๓๒๖๑

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

๑๕ ธันวาคม พ.ศ. ๒๕๖๑

เรื่อง ขอบความอนุเคราะห์ในการตรวจสอบความเที่ยงตรงของเครื่องมือเพื่อการวิจัย

เรียน อาจารย์วิไลวรรณ สมชื่อ

สิ่งที่ส่งมาด้วย เค้าโครงย่อวิทยานิพนธ์ และเครื่องมือเพื่อการวิจัย จำนวน ๑ ชุด

ด้วย นางสาวจิราภา ปั่นทอง นิสิตระดับบัณฑิตศึกษา หลักสูตรการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนคณิตศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา ได้รับอนุมัติให้ทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบค้นพบร่วมกับคำถามระดับสูงที่มีต่อความสามารถในการให้เหตุผล และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๒” โดยอยู่ในความควบคุมดูแลของ ดร.พาวา พงษ์พันธุ์ ประธานกรรมการ ขณะนี้อยู่ในขั้นตอนการสร้างเครื่องมือเพื่อการวิจัย ในการนี้ คณะศึกษาศาสตร์ได้พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญในเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอความอนุเคราะห์จากท่านในการตรวจสอบความเที่ยงตรงของเครื่องมือเพื่อการวิจัยของนิสิตในครั้งนี้

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา หวังเป็นอย่างยิ่งว่า คงจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดี และขอขอบคุณอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(ลงชื่อ)

เชษฐ ศิริสวัสดิ์

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เชษฐ ศิริสวัสดิ์)

รองคณบดีฝ่ายบัณฑิตศึกษา ปฏิบัติการแทน

คณบดีคณะศึกษาศาสตร์ ปฏิบัติการแทน

ผู้ปฏิบัติหน้าที่อธิการบดีมหาวิทยาลัยบูรพา

ภาควิชาการจัดการเรียนรู้

โทรศัพท์ ๐ - ๓๘๓๕ - ๓๔๘๖, ๐ - ๓๘๑๐ - ๒๐๖๕

โทรสาร ๐ - ๓๘๓๕ - ๓๔๘๕

ผู้วิจัย ๐๘ - ๐๐๒๒ - ๔

(สำเนา)

ที่ ศธ ๖๒๑๘/ว. ๓๒๖๑

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

๑๕ ธันวาคม พ.ศ. ๒๕๖๑

เรื่อง ขอบความอนุเคราะห์ในการเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อหาคุณภาพของเครื่องมือการวิจัย

เรียน ผู้อำนวยการโรงเรียนโพธิสัมพันธ์พิทยาคาร

สิ่งที่ส่งมาด้วย เครื่องมือเพื่อการวิจัย จำนวน ๑ ชุด

ด้วย นางสาวจิราภา บัณฑิต นิตยระดับบัณฑิตศึกษา หลักสูตรการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนคณิตศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา ได้รับอนุมัติให้ทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบค้นพบร่วมกับคำถามระดับสูงที่มีต่อความสามารถในการให้เหตุผลและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๒ โดยอยู่ในความควบคุมดูแลของ ดร.พาวา พงษ์พันธุ์ ประธานกรรมการ มีความประสงค์ขออำนวยความสะดวกในการเก็บรวบรวมข้อมูลจากนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๒/๔ โดยผู้วิจัยจะขออนุญาตเก็บรวบรวมข้อมูลด้วยตนเองระหว่างวันที่ ๕ กุมภาพันธ์ พ.ศ. ๒๕๖๒ ถึงวันที่ ๒๒ กุมภาพันธ์ พ.ศ. ๒๕๖๒ อนึ่งโครงการวิจัยนี้ได้ผ่านขั้นตอนการพิจารณาทางจริยธรรมการวิจัยของมหาวิทยาลัยบูรพา เรียบร้อยแล้ว

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา หวังเป็นอย่างยิ่งว่าคงจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดี และขอขอบคุณอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(ลงชื่อ)

เชษฐ ศิริสวัสดิ์

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เชษฐ ศิริสวัสดิ์)

รองคณบดีฝ่ายบัณฑิตศึกษา ปฏิบัติการแทน

คณบดีคณะศึกษาศาสตร์ ปฏิบัติการแทน

ผู้ปฏิบัติหน้าที่อธิการบดีมหาวิทยาลัยบูรพา

ภาควิชาการจัดการเรียนรู้

โทรศัพท์ ๐ - ๓๘๓๕ - ๓๔๘๖, ๐ - ๓๘๑๐ - ๒๐๖๕

โทรสาร ๐ - ๓๘๓๕ - ๓๔๘๕

ผู้วิจัย ๐๘ - ๐๐๒๒ - ๔

(สำเนา)

ที่ ศธ ๖๒๑๘/ว. ๓๒๖๑

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

๑๕ ธันวาคม พ.ศ. ๒๕๖๑

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์ในการเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อการวิจัย

เรียน ผู้อำนวยการโรงเรียนโพธิสัมพันธ์พิทยาคาร

สิ่งที่ส่งมาด้วย เครื่องมือเพื่อการวิจัย จำนวน ๑ ชุด

ด้วย นางสาวจิราภา ปั่นทอง นิสิตระดับบัณฑิตศึกษา หลักสูตรการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนคณิตศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา ได้รับอนุมัติให้ทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบค้นพบร่วมกับคำถามระดับสูงที่มีต่อความสามารถในการให้เหตุผลและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๒ โดยอยู่ในความควบคุมดูแลของ ดร.พาวา พงษ์พันธุ์ ประธานกรรมการ มีความประสงค์ขออำนวยความสะดวกในการเก็บรวบรวมข้อมูลจากนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๒/๔ โดยผู้วิจัยจะขออนุญาตเก็บรวบรวมข้อมูลด้วยตนเอง ระหว่างวันที่ ๕ กุมภาพันธ์ พ.ศ. ๒๕๖๒ ถึงวันที่ ๒๒ กุมภาพันธ์ พ.ศ. ๒๕๖๒ อนึ่งโครงการวิจัยนี้ได้ผ่านขั้นตอนการพิจารณาทางจริยธรรมการวิจัยของมหาวิทยาลัยบูรพาเรียบร้อยแล้ว

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา หวังเป็นอย่างยิ่งว่า คงจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดี และขอขอบคุณอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(ลงชื่อ)

เชษฐ ศิริสวัสดิ์

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เชษฐ ศิริสวัสดิ์)

รองคณบดีฝ่ายบัณฑิตศึกษา ปฏิบัติการแทน

คณบดีคณะศึกษาศาสตร์ ปฏิบัติการแทน

ผู้ปฏิบัติหน้าที่อธิการบดีมหาวิทยาลัยบูรพา

ภาควิชาการจัดการเรียนรู้

โทรศัพท์ ๐ - ๓๘๓๕ - ๓๔๘๖, ๐ - ๓๘๑๐ - ๒๐๖๕

โทรสาร ๐ - ๓๘๓๕ - ๓๔๘๕

ผู้วิจัย ๐๘ - ๐๐๒๒ - ๔

ภาคผนวก ข

- ตัวอย่างแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบค้นพบร่วมกับคำถามระดับสูงที่มีต่อความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2
- ตัวอย่างผลงานนักเรียน
- แบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง เส้นขนาน
- แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง เส้นขนาน

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6

| | |
|--|---|
| หน่วยการเรียนรู้ เส้นขนาน | เรื่อง มุมภายนอกและมุมภายในของรูปสามเหลี่ยม |
| รายวิชา ค 22102 รายวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน | กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ |
| ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 | เวลา 2 คาบ |

มาตรฐานการเรียนรู้

มาตรฐาน ค 3.2 ใช้การนีกภาพ (Visualization) ใช้เหตุผลเกี่ยวกับปริภูมิ (Spatial reasoning) และใช้แบบจำลองทางเรขาคณิต (Geometric model) ในการแก้ปัญหาและสารที่ 6 (ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์)

มาตรฐาน ค 6.1 ความสามารถในการแก้ปัญหา การให้เหตุผล การสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์และการนำเสนอ การเชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์และเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ และมีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์

ตัวชี้วัด

- ค 3.2 ม.2/1 ใช้สมบัติเกี่ยวกับความเท่ากันทุกประการของรูปสามเหลี่ยมและสมบัติเส้นขนาน ในการให้เหตุผลและแก้ปัญหา
- ค 6.1 ม.1 - 3/3 ให้เหตุผลประกอบการตัดสินใจและสรุปผลได้อย่างเหมาะสม

จุดประสงค์การเรียนรู้ (หลังจากที่เรียนจบคาบนี้แล้ว)

1. ด้านความรู้

- 1.1 นักเรียนสามารถหาขนาดของมุมที่กำหนดให้ได้ โดยใช้ขนาดของมุมภายใน ทั้งสามมุมรวมกันเท่ากับ 180 องศา
- 1.2 นักเรียนสามารถหาขนาดมุมที่กำหนดให้ได้ โดยถ้าต่อด้านใดด้านหนึ่งของรูปสามเหลี่ยมออกไปมุมภายนอกที่เกิดขึ้นจะมีขนาดเท่ากับผลบวกของขนาดของมุมภายใน ที่ไม่ใช่มุมประชิดของมุมภายนอกนั้น

2. ด้านทักษะ/กระบวนการ

- 2.1 นักเรียนสามารถให้เหตุผลเกี่ยวกับการหาขนาดของมุม โดยใช้ความรู้เรื่องมุมภายในของรูปสามเหลี่ยม

2.2 นักเรียนสามารถให้เหตุผลเกี่ยวกับการหาขนาดของมุมโดยใช้ความรู้เรื่องขนาดของมุมภายนอกและมุมภายในของรูปสามเหลี่ยม

3. คุณลักษณะอันพึงประสงค์

3.1 นักเรียนมีความรับผิดชอบ

สาระสำคัญ/ ความคิดรวบยอด

1. ขนาดของมุมภายในของรูปสามเหลี่ยม รวมกันได้ 180°
2. ถ้าต่อด้านใดด้านหนึ่งของรูปสามเหลี่ยมออกไปมุมภายนอกที่เกิดขึ้นจะมีขนาดเท่ากับผลบวกของขนาดของมุมภายในที่ไม่ใช่มุมประชิดของมุมภายนอกนั้น

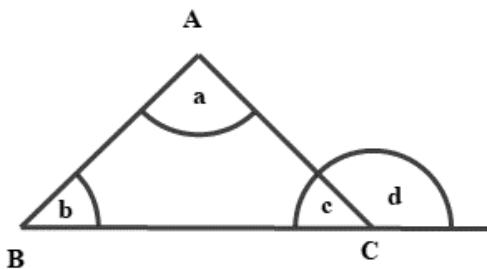
สาระการเรียนรู้

มุมภายนอกและมุมภายในของรูปสามเหลี่ยม

กิจกรรมการเรียนรู้

คาบที่ 1

1. ขึ้นเผชิญกับสถานการณ์ปัญหา นักเรียนศึกษาสถานการณ์ปัญหาเกี่ยวกับคณิตศาสตร์ที่ครูนำเสนอจากเอกสารประกอบการเรียนที่ 9 เรื่องมุมภายนอกและมุมภายในของรูปสามเหลี่ยม และครูวาดรูปบนกระดาน ดังนี้



และใช้คำถาม ดังนี้

- จากรูปที่กำหนดให้ $a + b + c$ รวมกันได้กี่องศา และ d มีขนาดเท่าใด ($a + b + c = 180^\circ$) จากผลบวก หาขนาดของมุมภายในรูปสามเหลี่ยม และ d มีขนาด เท่ากับ $180^\circ - c$ จากมุมขนาดมุมตรง)

2. ขั้นสำรวจ ครูให้ตัวอย่างมุมต่าง ๆ ภายในรูปสามเหลี่ยมและภายนอกรูปสามเหลี่ยมหนึ่งมุม ในเอกสารประกอบการเรียนรู้ที่ 9 เรื่อง มุมภายในและมุมภายนอกของรูปสามเหลี่ยม จากนั้นนักเรียนแต่ละคนศึกษาเอกสารประกอบการเรียนรู้ที่ 9 ตอนที่ 1 ที่ได้รับ แยกแยะองค์ประกอบรูปภาพ เริ่มวางแผนขั้นตอน และเตรียมอุปกรณ์ในการแก้ปัญหาตามที่โจทย์กำหนด

3. ขั้นค้นพบ นักเรียนแต่ละคนเริ่มศึกษาค้นคว้าความรู้ รวบรวมข้อมูล ทดลอง สังเกต และหาคำตอบหรือสร้างข้อสรุปตามที่วางแผนด้วยตนเอง ในเอกสารประกอบการเรียนรู้ที่ 9 ตอนที่ 1 เมื่อนักเรียนทำการศึกษา เสร็จเรียบร้อยแล้ว ต่อมาครูใช้คำถามดังนี้

3.1 รูปที่กำหนดมีลักษณะอย่างไร คำถามอธิบาย (เป็นรูปสามเหลี่ยมที่มีมุมภายในทั้งสามมุม และมีมุมภายนอกมาให้รูปละหนึ่งมุม)

3.2 มุมที่เกิดขึ้นภายในรูปสามเหลี่ยมมีลักษณะ ความสัมพันธ์ กันอย่างไร
คำถามให้วิเคราะห์ (มุมภายในรูปสามเหลี่ยม รวมกันได้ 180 องศา ทุกรูป)

3.3 นักเรียนลองเปรียบเทียบความสัมพันธ์ระหว่างมุมภายในรูปสามเหลี่ยมกับมุมภายนอกรูปสามเหลี่ยม คำถามเปรียบเทียบ (มุมภายนอกรูปสามเหลี่ยม มีขนาดเท่ากับมุมภายใน 2 มุมที่อยู่ตรงข้ามกันรวมกัน)

3.4 สรุปแล้วมุมภายในสามเหลี่ยมมีลักษณะอย่างไร และขนาดมุมภายนอกรูปสามเหลี่ยมมีลักษณะอย่างไร คำถามให้สังเคราะห์ (ขนาดมุมภายในรูปสามเหลี่ยมใด ๆ รวมกันได้ 180 องศา และมุมภายนอกรูปสามเหลี่ยมมีขนาดเท่ากับมุมภายในสองมุมรวมกันที่ไม่ใช่มุมประชิดมุมภายนอก)

เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนใช้แนวคิด พิจารณาคำตอบ และสามารถหาข้อสรุปจากการสำรวจ และรวบรวมข้อมูลได้อย่างถูกต้อง และนักเรียนทำการบันทึกผลลงในเอกสารประกอบการเรียนรู้ที่ 9 ตอนที่ 2 ข้อ 1 - 2

4. ขั้นสรุปผล เป็นขั้นที่นักเรียนนำคำตอบ หรือข้อสรุปที่นักเรียนค้นพบในขั้นที่ 3 มาอภิปราย และเปรียบเทียบคุณลักษณะร่วมกันในชั้นเรียน โดยครูสุ่มนักเรียนในห้อง ประมาณ 4 - 5 คน จากนั้นครูใช้คำถามดังนี้

4.1 นักเรียนได้ข้อสรุปของตนเองอย่างไรบ้าง ลองอธิบาย คำถามอธิบาย

4.2 นักเรียนในห้องคิดว่าข้อสรุปของเพื่อน เหมือนกัน หรือแตกต่างกัน
คำถามเปรียบเทียบ

4.3 นักเรียนที่คิดว่าข้อสรุปนั้นเหมือนกัน/ แตกต่างกันอย่างใด คำถามให้วิเคราะห์

4.4 สรุปแล้วนักเรียนคิดว่า มุมภายในสามเหลี่ยมมีลักษณะอย่างไร และเกี่ยวข้องกับมุมภายในของรูปสามเหลี่ยมอื่นอย่างไร คำถามให้สังเคราะห์

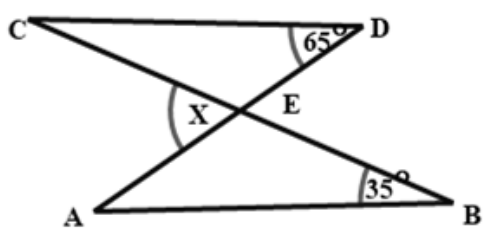
เมื่อนักเรียนได้ข้อสรุปที่ถูกต้องสมเหตุสมผลจากการอภิปรายร่วมกันแล้ว นักเรียนสามารถสรุปข้อค้นพบในเอกสารประกอบการเรียนรู้ที่ 9 ตอนที่ 2 ข้อ 3

5. ขี่นำไปใช้ ให้นักเรียนทุกคนทำแบบฝึกหัดที่ 9 เรื่องมุมภายในและมุมภายในของรูปสามเหลี่ยม โดยครูเป็นผู้คอยช่วยเหลือหากนักเรียนมีข้อสงสัย

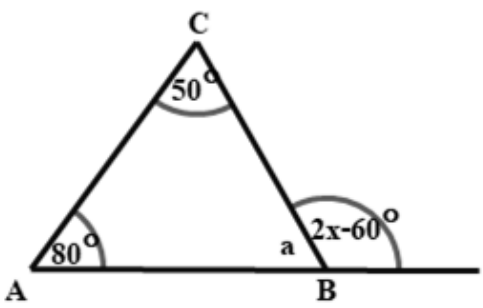
คาบที่ 2

ครูยกตัวอย่างรูปสามเหลี่ยม ในเรื่องมุมภายในและมุมภายในของรูปสามเหลี่ยมบนกระดาน

ตัวอย่างที่ 1 จงหาค่าตัวแปรจากรูปที่กำหนดให้ เมื่อกำหนดให้ $\overline{AB} \parallel \overline{CD}$

| | |
|---|---|
|  | <p>เนื่องจาก $\overline{AB} \parallel \overline{CD}$ และมี \overline{AD}, \overline{BC} เป็นเส้นตัด จะได้ $\angle D\hat{A}B = 65^\circ$ (มุมแย้ง)</p> <p>พิจารณา รูปสามเหลี่ยม ABE</p> <p>จะได้ $x = 65^\circ + 35^\circ$ (มุมภายนอกสามเหลี่ยม มีขนาดเท่ากับมุมภายในสองมุมรวมกันที่ไม่ใช่มุมประชิด)</p> <p>$= 100^\circ$ (สมบัติการเท่ากัน)</p> |
|---|---|

ตัวอย่างที่ 2 จงหาค่าตัวแปรจากรูปที่กำหนดให้

| | |
|---|---|
|  | $2x = 60^\circ = 50^\circ + 80^\circ$ <p>(มุมภายนอกสามเหลี่ยมมีขนาดเท่ากับมุมภายในสองมุมรวมกันที่ไม่ใช่มุมประชิด)</p> $2x = 190^\circ \text{ (สมบัติการเท่ากัน)}$ $x = 95^\circ \text{ (สมบัติการเท่ากัน)}$ $a = 180^\circ - 50^\circ - 80^\circ$ <p>(ขนาดของมุมภายในรูปสามเหลี่ยม)</p> $a = 50^\circ \text{ (สมบัติการเท่ากัน)}$ |
|---|---|

จากนั้นนักเรียนทุกคนทำแบบฝึกหัดที่ 10 เรื่อง เส้นขนานและมุมภายนอกกับมุมภายในของรูปสามเหลี่ยม โดยครูเป็นผู้คอยช่วยเหลือหากนักเรียนมีข้อสงสัย

สื่อ อุปกรณ์ และแหล่งการเรียนรู้

1. เอกสารประกอบการเรียนที่ 9 เรื่อง มุมภายนอกและมุมภายในของรูปสามเหลี่ยม
2. แบบฝึกหัดที่ 9 เรื่อง มุมภายนอกและมุมภายในของรูปสามเหลี่ยม
3. แบบฝึกหัดที่ 10 เรื่อง เส้นขนานและมุมภายนอกกับมุมภายในของรูปสามเหลี่ยม
4. เครื่องมือวัดมุม เช่น ไมโปรแทรกเตอร์ ครึ่งวงกลม

การวัดและประเมินผลการเรียนรู้

| สิ่งที่ต้องการวัด | วิธีวัดผล | เครื่องมือวัดผล | เกณฑ์การประเมินผล |
|---|--|---|---|
| ด้านความรู้ 1. นักเรียนสามารถหาขนาดของมุมที่กำหนดให้ได้ โดยใช้ขนาดของมุมภายในทั้งสามมุมของรูปสามเหลี่ยมรวมกันเท่ากับ 180 องศา 2. นักเรียนสามารถหาขนาดมุมที่กำหนดให้ได้ โดยถ้าต่อด้านในด้านหนึ่งของรูปสามเหลี่ยมออกไปมุมภายนอกที่เกิดขึ้นจะมีขนาดเท่ากับผลบวกของขนาดของมุมภายในที่ไม่ใช่มุมประชิดของมุมภายนอกนั้น | - การตรวจเอกสารประกอบการเรียนที่ 9 เรื่อง มุมภายนอกและมุมภายในของรูปสามเหลี่ยม | - เอกสารประกอบการเรียนที่ 9 เรื่อง มุมภายนอกและมุมภายในของรูปสามเหลี่ยม | - ความถูกต้องในการทำใบกิจกรรมร้อยละ 70 ขึ้นไป |
| ด้านทักษะ/ กระบวนการ 1. นักเรียนสามารถให้เหตุผลเกี่ยวกับการหาขนาดของมุมโดยใช้ความรู้เรื่องมุมภายในของรูปสามเหลี่ยม 2. นักเรียนสามารถให้เหตุผลเกี่ยวกับการหาขนาดของมุมโดยใช้ความรู้เรื่องขนาดของมุมภายนอกและมุมภายในของรูปสามเหลี่ยม | - การตรวจแบบฝึกหัดที่ 9 เรื่อง มุมภายนอกและมุมภายในของรูปสามเหลี่ยม - การตรวจแบบฝึกหัดที่ 10 เรื่อง เส้นขนานและมุมภายนอกกับมุมภายในของรูปสามเหลี่ยม | - แบบฝึกหัดที่ 9 เรื่อง มุมภายนอกและมุมภายในของรูปสามเหลี่ยม - การตรวจแบบฝึกหัดที่ 10 เรื่อง เส้นขนานและมุมภายนอกกับมุมภายในของรูปสามเหลี่ยม | - ความถูกต้องในการทำแบบฝึกหัดร้อยละ 70 ขึ้นไป |
| ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์ 1. ความรับผิดชอบ | - สังเกตพฤติกรรม | - แบบสังเกตด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์ | - นักเรียนผ่านเกณฑ์การประเมินในระดับดี |

บันทึกหลังการจัดการเรียนรู้

ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

นักเรียนให้ความร่วมมือในการศึกษาเอกสารประกอบการเรียนรู้ที่ 9 เรื่อง มุมภายใน และมุมภายนอกของรูปสามเหลี่ยม และทำแบบฝึกหัดด้วยความตั้งใจ ตอบคำถามที่ครูถามได้อย่างถูกต้อง ให้ความร่วมมือสืบค้นคำตอบ ความรู้หรือข้อสรุปผ่านการวิเคราะห์อย่างมีเหตุผลได้ด้วยตนเอง ในการอภิปรายหาข้อสรุปหน้าชั้นเรียน นักเรียนสามารถบอกได้ว่าขนาดของมุมภายในสามเหลี่ยมรวมกันได้ 180 องศา และหาขนาดของมุมที่กำหนดให้โดยถ้าต่อด้านใดด้านหนึ่งของรูปสามเหลี่ยมออกไปมุมภายนอกที่เกิดขึ้นจะมีขนาดเท่ากับผลบวกของขนาดของมุมภายในที่ไม่ใช่มุมประชิดได้

ปัญหา/ อุปสรรค

นักเรียนบางคนยังไม่สามารถหาข้อสรุปได้ด้วยตนเอง ทำให้นักเรียนไม่สามารถทำแบบฝึกหัดที่ 9 และไม่สามารถนำความรู้ไปใช้ให้เหตุผลในแบบฝึกหัดที่ 10 ได้

ข้อเสนอแนะ/ แนวทางแก้ไข

ครูใช้คำถามในการกระตุ้นความคิดนักเรียน เช่น ตั้งแต่มุมภายในรูปสามเหลี่ยมทุกรูปมีความสัมพันธ์กันอย่างไร มุมที่ต่อออกจากด้านสามเหลี่ยมเมื่อวัดแล้วมีขนาดสัมพันธ์อย่างไรกับรูปสามเหลี่ยม เพื่อให้ให้นักเรียนได้พิจารณาทบทวนข้อมูลที่โจทย์กำหนดให้อีกรอบ จากนั้นให้นักเรียนเรียบเรียงจากภาษาพูดให้เป็นภาษาเขียน และเขียนลงในใบกิจกรรมตนเอง

ลงชื่อ.....ผู้ใช้แผนการจัดการเรียนรู้

นางสาวจิราภา ปั่นทอง

แบบสังเกตด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์
คำชี้แจง ให้ทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องว่างที่เป็นจริงมากที่สุด

| ที่ | ชื่อ-นามสกุล | พฤติกรรม | | | รวม |
|-----|--------------|--|--|--|-----|
| | | ความรับผิดชอบในการทำเอกสารประกอบการเรียน | | | |
| 1. | | | | | |
| 2. | | | | | |
| 3. | | | | | |
| 4. | | | | | |

เกณฑ์การให้คะแนนด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์

3 หมายถึง นักเรียนมีความรับผิดชอบในการทำเอกสารประกอบการเรียน และแบบฝึกหัดสำเร็จทันเวลาทุกครั้ง และทำงานเป็นระเบียบเรียบร้อยทุกครั้ง

2 หมายถึง นักเรียนมีความรับผิดชอบในการทำเอกสารประกอบการเรียน และแบบฝึกหัดสำเร็จทันเวลาทุกครั้ง และทำงานเป็นระเบียบเรียบร้อยบางครั้ง

1 หมายถึง นักเรียนไม่มีความรับผิดชอบในการทำเอกสารประกอบการเรียน และแบบฝึกหัดสำเร็จทันเวลาทุกครั้ง และทำงานไม่เป็นระเบียบเรียบร้อยทุกครั้ง

การแปลผล

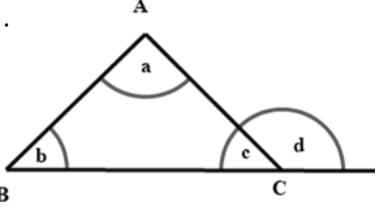
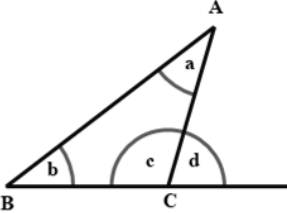
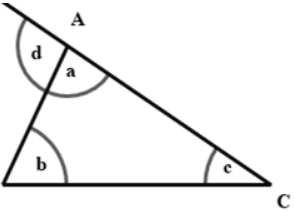
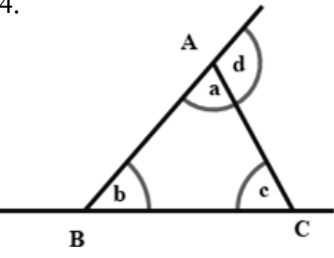
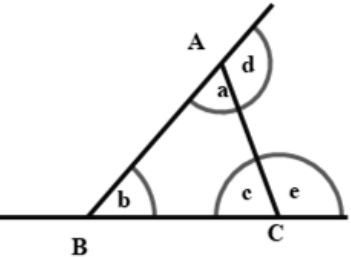
5 - 6 คะแนน อยู่ในระดับ ดี

3 - 4 คะแนน อยู่ในระดับ พอใช้

1 - 2 คะแนน อยู่ในระดับ ปรับปรุง

เอกสารประกอบการเรียนรู้ที่ 9 เรื่อง มุมภายในและมุมภายนอกของรูปสามเหลี่ยม

ตอนที่ 1 นักเรียนวัดขนาดของมุมในแต่ละรูปที่กำหนดให้ต่อไปนี้ พร้อมทั้งสังเกตความสัมพันธ์

| | ขนาดของมุมภายใน รูปสามเหลี่ยม | ขนาดของมุมภายนอก รูปสามเหลี่ยม |
|--|---|--|
| 1.  | a วัดได้.....องศา b วัดได้.....องศา c วัดได้.....องศา | d วัดได้.....องศา |
| 2.  | a วัดได้.....องศา b วัดได้.....องศา c วัดได้.....องศา | d วัดได้.....องศา |
| 3.  | a วัดได้.....องศา b วัดได้.....องศา c วัดได้.....องศา | d วัดได้.....องศา |
| 4.  | a วัดได้.....องศา b วัดได้.....องศา c วัดได้.....องศา | d วัดได้.....องศา |
| 5.  | a วัดได้.....องศา b วัดได้.....องศา c วัดได้.....องศา | d วัดได้.....องศา e วัดได้.....องศา |

ตอนที่ 2 จากการสังเกตกลุ่มตัวอย่างตอนที่ 1 จงตอบคำถามต่อไปนี้

1. จากการสังเกตตัวอย่างขนาดของมุมในแต่ละรูปมีลักษณะอย่างไร

| ขนาดของมุมภายในรูปสามเหลี่ยม | ขนาดของมุมภายนอกรูปสามเหลี่ยม |
|------------------------------|-------------------------------|
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |

2. ให้นักเรียนเขียนข้อสรุปที่ได้จากเอกสารประกอบการเรียนรู้

.....

.....

.....

.....

.....

3. ให้นักเรียนสรุปข้อค้นพบ

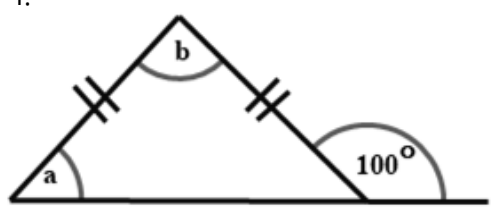
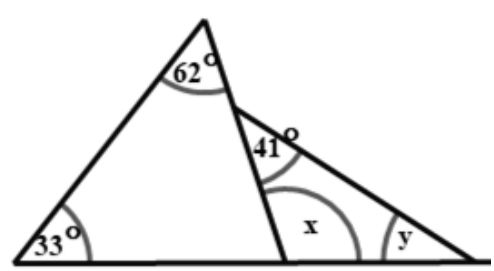
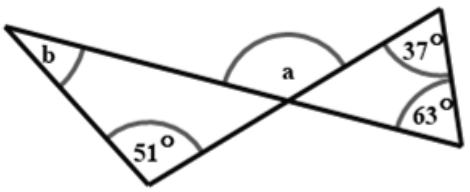
.....

.....

.....

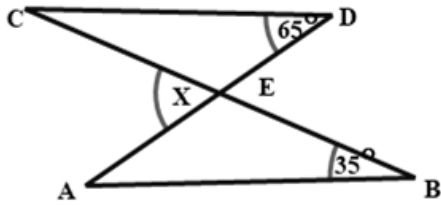
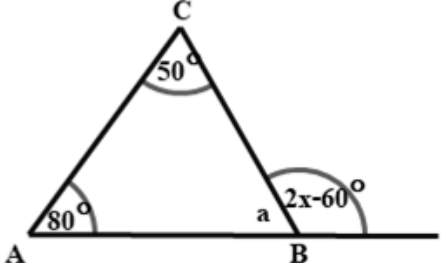
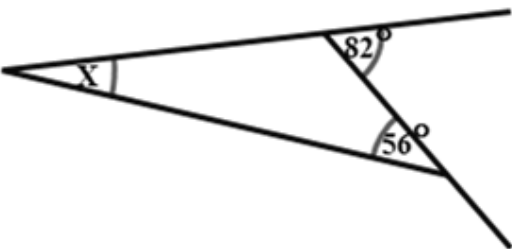
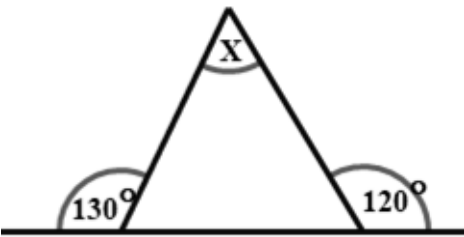
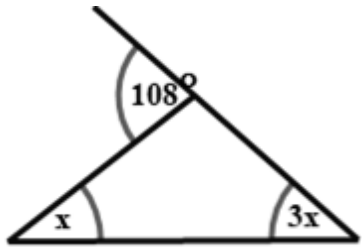
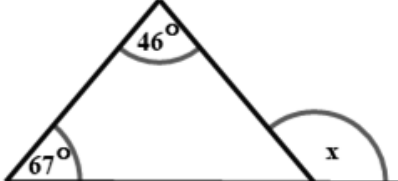
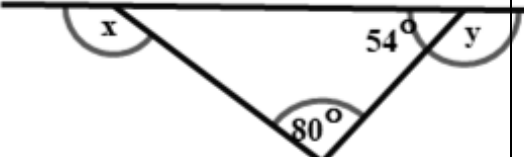
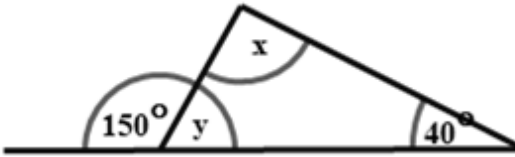
.....

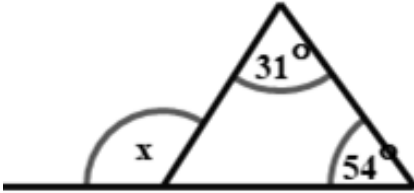
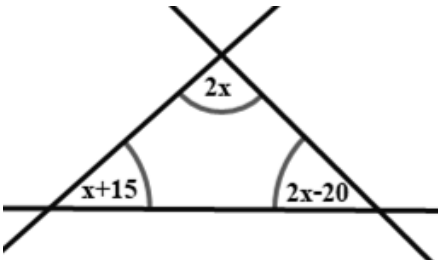
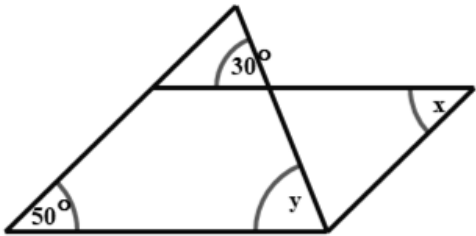
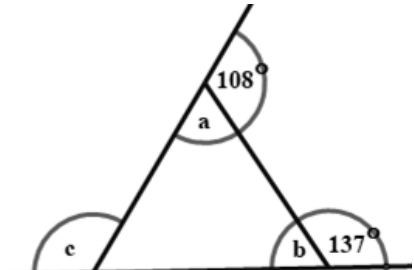
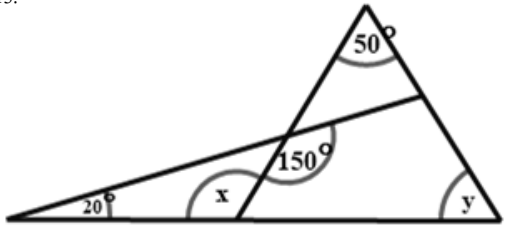
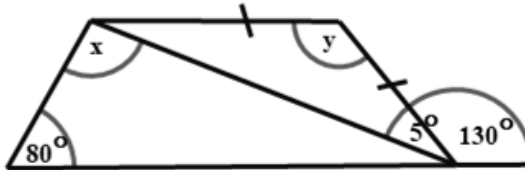
.....

| | |
|---|---|
| <p>4.</p>  | <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> |
| <p>5.</p>  | <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> |
| <p>6.</p>  | <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> |

แบบฝึกหัดที่ 10 เรื่อง เส้นขนานกับมุมภายในและมุมภายนอกของรูปสามเหลี่ยม

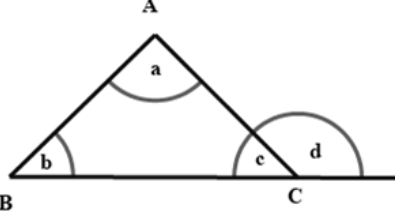
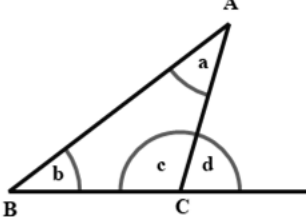
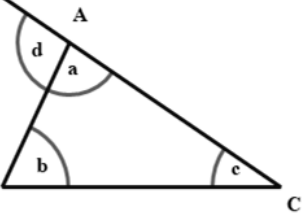
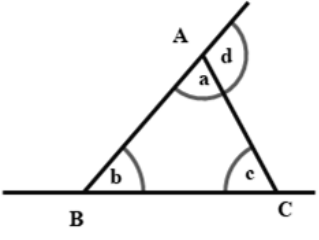
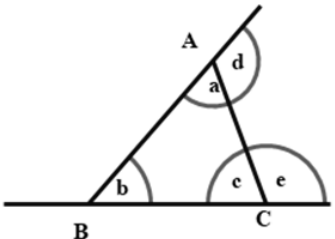
จงหาค่าตัวแปรจากรูปที่กำหนดให้

| | |
|--|---|
| <p>1.</p>  <p>$X = \dots\dots\dots$</p> | <p>2.</p>  <p>$x = \dots\dots\dots$ $a = \dots\dots\dots$</p> |
| <p>3.</p>  <p>$x = \dots\dots\dots$</p> | <p>4.</p>  <p>$x = \dots\dots\dots$</p> |
| <p>5.</p>  <p>$x = \dots\dots\dots$</p> | <p>6.</p>  <p>$x = \dots\dots\dots$</p> |
| <p>7.</p>  <p>$x = \dots\dots\dots$ $y = \dots\dots\dots$</p> | <p>8.</p>  <p>$x = \dots\dots\dots$ $y = \dots\dots\dots$</p> |

| | |
|---|---|
| <p>9.</p>  <p>$x = \dots\dots\dots$</p> | <p>10.</p>  <p>$x = \dots\dots\dots$</p> |
| <p>11.</p>  <p>$x = \dots\dots\dots$ $y = \dots\dots\dots$</p> | <p>12.</p>  <p>$a = \dots\dots\dots$ $b = \dots\dots\dots$ $c = \dots\dots\dots$</p> |
| <p>13.</p>  <p>$x = \dots\dots\dots$ $y = \dots\dots\dots$</p> | <p>14.</p>  <p>$x = \dots\dots\dots$ $y = \dots\dots\dots$</p> |

เฉลย เอกสารประกอบการเรียนรู้ที่ 9 เรื่อง มุมภายในและมุมภายนอกของรูปสามเหลี่ยม

ตอนที่ 1 นักเรียนวัดขนาดของมุมในแต่ละรูปที่กำหนดให้ต่อไปนี้ พร้อมทั้งสังเกตความสัมพันธ์

| รูปภาพ | ขนาดของมุมภายในรูปสามเหลี่ยม | ขนาดของมุมภายนอกรูปสามเหลี่ยม |
|---|--|--|
| <p>1.</p>  | <p>a วัดได้ 90 องศา b วัดได้ 45 องศา c วัดได้ 45 องศา</p> | <p>d วัดได้ 135 องศา</p> |
| <p>2.</p>  | <p>a วัดได้ 38 องศา b วัดได้ 37 องศา c วัดได้ 105 องศา</p> | <p>d วัดได้ 75 องศา</p> |
| <p>3.</p>  | <p>a วัดได้ 80 องศา b วัดได้ 65 องศา c วัดได้ 35 องศา</p> | <p>d วัดได้ 100 องศา</p> |
| <p>4.</p>  | <p>a วัดได้ 70 องศา b วัดได้ 50 องศา c วัดได้ 60 องศา</p> | <p>d วัดได้ 110 องศา</p> |
| <p>5.</p>  | <p>a วัดได้ 60 องศา b วัดได้ 48 องศา c วัดได้ 72 องศา</p> | <p>d วัดได้ 120 องศา e วัดได้ 108 องศา</p> |

ตอนที่ 2 จากการสังเกตกลุ่มตัวอย่างตอนที่ 1 จงตอบคำถามต่อไปนี้

1. จากการสังเกตตัวอย่างขนาดของมุมในแต่ละรูปมีลักษณะอย่างไร

| ขนาดของมุมภายในรูปสามเหลี่ยม | ขนาดของมุมภายนอกรูปสามเหลี่ยม |
|---|--|
| มุมภายในรูปสามเหลี่ยม รวมกันได้ 180 องศา ทุกรูป..... | มุมภายนอกรูปสามเหลี่ยม มีขนาด เท่ากับมุมภายใน 2 มุมที่อยู่ตรงข้ามกัน รวมกัน..... |
| | |
| | |

2. ให้นักเรียนเขียนข้อสรุปที่ได้จากเอกสารประกอบการเรียนรู้

..... มุมภายในรูปสามเหลี่ยมใด ๆ รวมกันได้ 180 องศา และมุมภายนอกสามเหลี่ยมมีขนาด
เท่ากับมุมภายในสองมุมรวมกันที่ไม่ใช่มุมประชิดมุมภายนอก.....

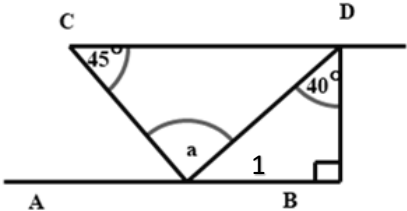
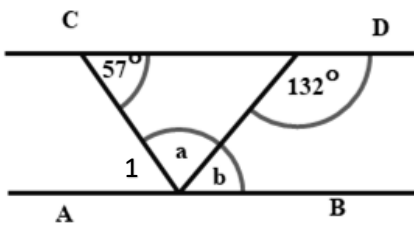
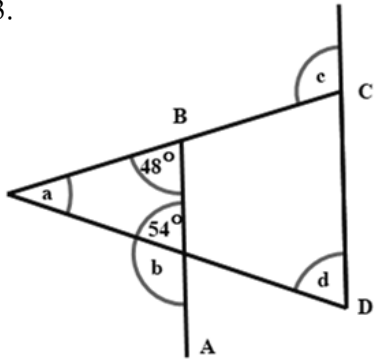
3. ให้นักเรียนสรุปข้อค้นพบ

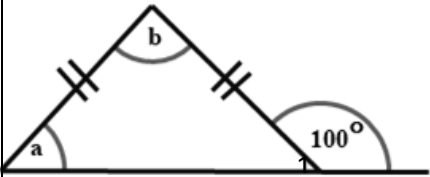
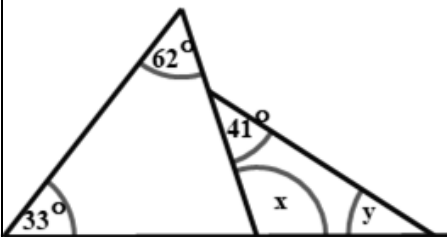
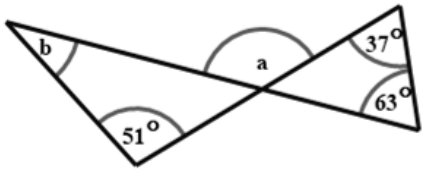
..... 1. มุมภายในรูปสามเหลี่ยมใด ๆ รวมกันได้ 180 องศา.....

..... 2. มุมภายนอกสามเหลี่ยมมีขนาดเท่ากับมุมภายในสองมุมรวมกันที่ไม่ใช่
มุมประชิดมุมภายนอก.....

เฉลย แบบฝึกหัดที่ 9 เรื่อง มุมภายในและมุมภายนอกของรูปสามเหลี่ยม

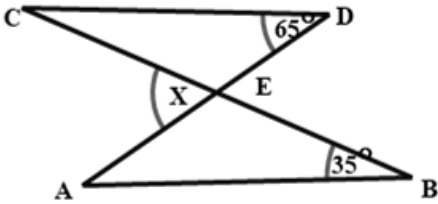
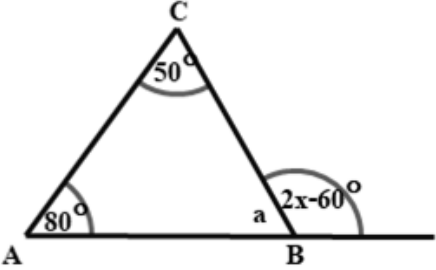
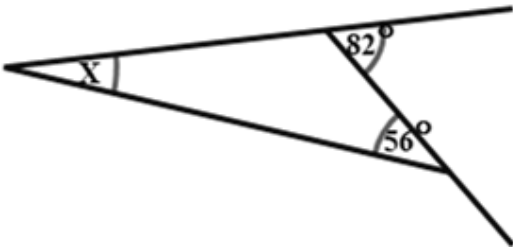
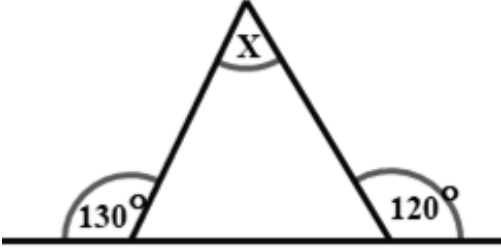
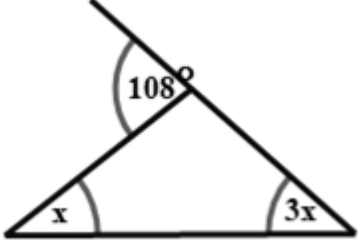
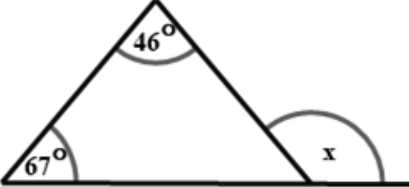
จงหาค่าตัวแปรจากรูปที่กำหนดให้ พร้อมระบุเหตุผล

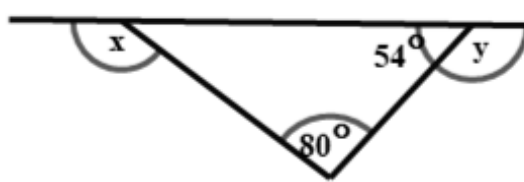
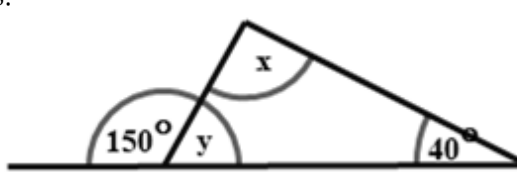
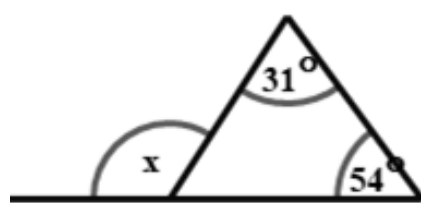
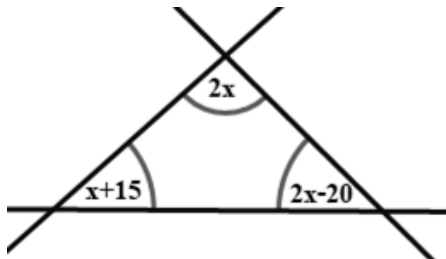
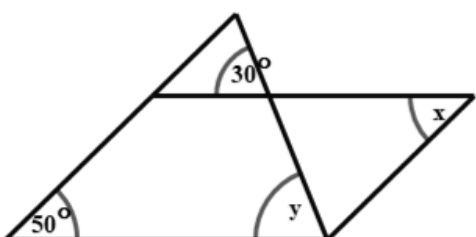
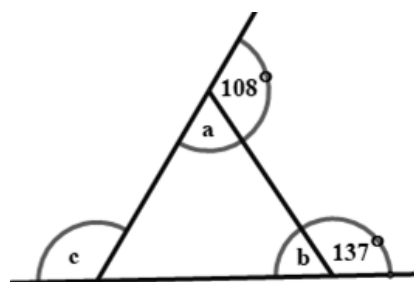
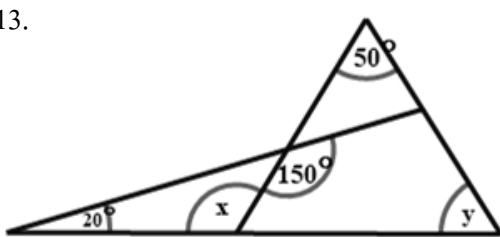
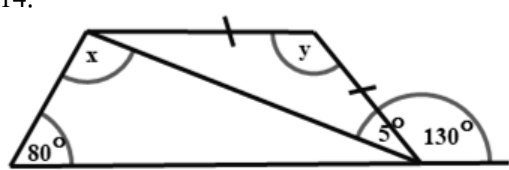
| | |
|---|---|
| <p>1.</p>  | $\hat{1} = 180^\circ - 40^\circ - 90^\circ$ (ขนาดของมุมภายในสามเหลี่ยมรวมกันได้ 180 องศา) $\hat{1} = 50^\circ$ (สมบัติการเท่ากัน) $180^\circ = 45^\circ + a + \hat{1}$ (ขนาดของมุมภายนอกและมุมภายในบนข้างเดียวกันของตัดรวมกันได้ 180) $180^\circ = 45^\circ + a + 50^\circ$ (สมบัติการเท่ากัน) $a = 180^\circ - 45^\circ - 50^\circ$ (สมบัติการเท่ากัน) $a = 85^\circ$ (สมบัติการเท่ากัน) |
| <p>2.</p>  | $a + 57^\circ = 132^\circ$ (มุมภายนอกรูปสามเหลี่ยมมีขนาดเท่ากับมุมภายใน 2 มุมที่อยู่ตรงข้ามกันรวมกัน) $a = 75^\circ$ (สมบัติการเท่ากัน) $180^\circ = 57^\circ + a + b$ (ขนาดมุมภายในบนข้างเดียวกันของตัดรวมกันได้ 180) $180^\circ = 57^\circ + 75^\circ + b$ (สมบัติการเท่ากัน) $b = 48^\circ$ (สมบัติการเท่ากัน) |
| <p>3.</p>  | $a = 180^\circ - 48^\circ - 54^\circ$ (มุมภายในรูปสามเหลี่ยมรวมกันได้ 180 องศา) $a = 78^\circ$ (สมบัติการเท่ากัน) $b = a + 48^\circ$ (มุมตรง) $b = 78^\circ + 48^\circ = 126^\circ$ (สมบัติการเท่ากัน) $d = 54^\circ$ (มุมภายในและมุมภายนอกที่อยู่ข้างเดียวกันของเส้นตัดมีขนาดเท่ากัน) $c = a + d$ (มุมภายนอกรูปสามเหลี่ยม มีขนาดเท่ากับมุมภายใน 2 มุมที่อยู่ตรงข้ามกันรวมกัน) $c = 78^\circ + 54^\circ = 132^\circ$ (สมบัติการเท่ากัน) |

| | |
|---|---|
| <p>4.</p>  | <p>$\hat{1} = 180^\circ - 100^\circ$ (มุมตรง)</p> <p>$\hat{1} = 80^\circ$ (สมบัติการเท่ากัน)</p> <p>$a = 80^\circ$ (สมบัติรูปสามเหลี่ยมหน้าจั่ว)</p> <p>$b = 180^\circ - 80^\circ - 80^\circ$ (ขนาดของมุมภายในสามเหลี่ยมรวมกันได้ 180 องศา)</p> <p>$b = 20^\circ$ (สมบัติการเท่ากัน)</p> |
| <p>5.</p>  | <p>$x = 62^\circ + 33^\circ$ (มุมภายนอกรูปสามเหลี่ยม มีขนาดเท่ากับมุมภายใน 2 มุมที่อยู่ตรงข้ามกันรวมกัน)</p> <p>$x = 95^\circ$ (สมบัติการเท่ากัน)</p> <p>$y = 180^\circ - 95^\circ - 41^\circ$ (ขนาดของมุมภายในสามเหลี่ยมรวมกันได้ 180 องศา)</p> <p>$y = 44^\circ$ (สมบัติการเท่ากัน)</p> |
| <p>6.</p>  | <p>$a = 37^\circ + 63^\circ$ (มุมภายนอกรูปสามเหลี่ยม มีขนาดเท่ากับมุมภายใน 2 มุมที่อยู่ตรงข้ามกันรวมกัน)</p> <p>$a = 100^\circ$ (สมบัติการเท่ากัน)</p> <p>$a = b + 51^\circ$ (มุมภายนอกรูปสามเหลี่ยม มีขนาดเท่ากับมุมภายใน 2 มุมที่อยู่ตรงข้ามกันรวมกัน)</p> <p>$100 = b + 51^\circ$ (สมบัติการเท่ากัน)</p> <p>$b = 100^\circ - 51^\circ$ (สมบัติการเท่ากัน)</p> <p>$b = 49^\circ$ (สมบัติการเท่ากัน)</p> |

เฉลยแบบฝึกหัดที่ 10 เรื่อง เส้นขนานกับมุมภายในและมุมภายนอกของรูปสามเหลี่ยม

จงหาค่าตัวแปรจากรูปที่กำหนดให้

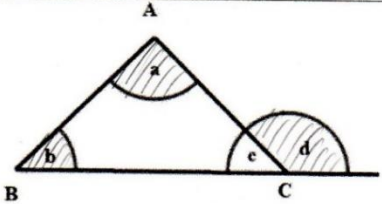
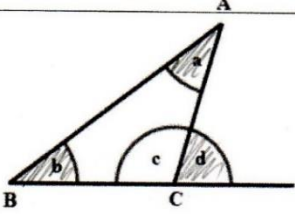
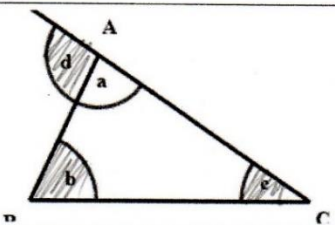
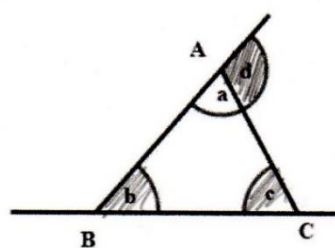
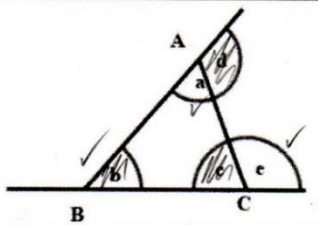
| | |
|--|---|
| <p>1.</p>  <p>$x = \dots 100^\circ$</p> | <p>2.</p>  <p>$x = \dots 95^\circ$ $a = \dots 50^\circ$</p> |
| <p>3.</p>  <p>$x = \dots 26^\circ$</p> | <p>4.</p>  <p>$x = \dots 70^\circ$</p> |
| <p>5.</p>  <p>$x = \dots 27^\circ$</p> | <p>6.</p>  <p>$x = \dots 113^\circ$</p> |

| | |
|--|---|
| <p>7.</p>  <p>$x = \dots 134^\circ$ $y = \dots 126^\circ$</p> | <p>8.</p>  <p>$x = \dots 110^\circ$ $y = \dots 30^\circ$</p> |
| <p>9.</p>  <p>$x = \dots 85^\circ$</p> | <p>10.</p>  <p>$x = \dots 37^\circ$</p> |
| <p>11.</p>  <p>$x = \dots 50^\circ$ $y = \dots 30^\circ$</p> | <p>12.</p>  <p>$a = \dots 72^\circ$ $b = \dots 43^\circ$ $c = \dots 115^\circ$</p> |
| <p>13.</p>  <p>$x = \dots 130^\circ$ $y = \dots 80^\circ$</p> | <p>14.</p>  <p>$x = \dots 55^\circ$ $y = \dots 170^\circ$</p> |

ตัวอย่างผลงานนักเรียน

เอกสารประกอบการเรียนรู้ที่ 9 เรื่องมุมภายในและมุมภายนอกของรูปสามเหลี่ยม

ตอนที่ 1 นักเรียนวัดขนาดของมุมในแต่ละรูปที่กำหนดให้ต่อไปนี้ พร้อมทั้งสังเกตความสัมพันธ์

| | ขนาดของมุมภายใน รูปสามเหลี่ยม | ขนาดของมุมภายนอก รูปสามเหลี่ยม |
|--|---|--|
| 1.  | a วัดได้ 90 องศา b วัดได้ 45 องศา c วัดได้ 45 องศา | d วัดได้ 135 องศา |
| 2.  | a วัดได้ 38 องศา b วัดได้ 37 องศา c วัดได้ 105 องศา | d วัดได้ 142 องศา |
| 3.  | a วัดได้ 80 องศา b วัดได้ 65 องศา c วัดได้ 35 องศา | d วัดได้ 100 องศา |
| 4.  | a วัดได้ 110 องศา b วัดได้ 50 องศา c วัดได้ 60 องศา | d วัดได้ 110 องศา |
| 5.  | a วัดได้ 60 องศา b วัดได้ 48 องศา c วัดได้ 72 องศา | d วัดได้ 120 องศา e วัดได้ 108 องศา |

ตอนที่ 2 จากการสังเกตกลุ่มตัวอย่างตอนที่ 1 จงตอบคำถามต่อไปนี้

1. จากการสังเกตตัวอย่างขนาดของมุมในแต่ละรูปมีลักษณะอย่างไร

| ขนาดของมุมภายในรูปสามเหลี่ยม | ขนาดของมุมภายนอกรูปสามเหลี่ยม |
|--|--|
| <p>.....</p> <p>..... มุมภายในของรูปสามเหลี่ยมรวมกันได้ 180</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> | <p>.....</p> <p>..... มุมภายนอกเท่ากับสองมุมรวมกันที่ไม่ได้มุมระนาบประชิด</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> |

2. ให้นักเรียนเขียนข้อสรุปที่ได้จากเอกสารประกอบการเรียนรู้

..... มุมภายในของรูปสามเหลี่ยมใด ๆ รวมกันได้ 180 และมุมภายนอกเท่ากับสองมุมภายในรวมกันที่ไม่ได้มุมระนาบประชิด

.....

.....

.....

3. ให้นักเรียนสรุปข้อค้นพบ

..... 1. มุมภายในรูปสามเหลี่ยมใด ๆ รวมกันได้ 180 องศา ✓

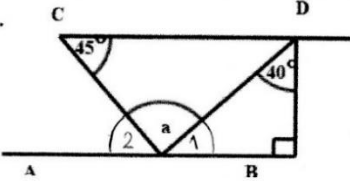
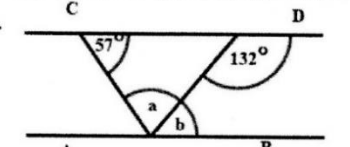
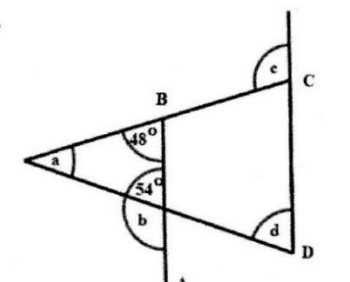
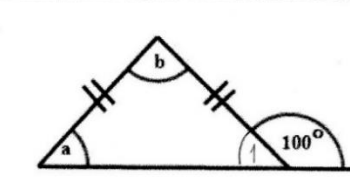
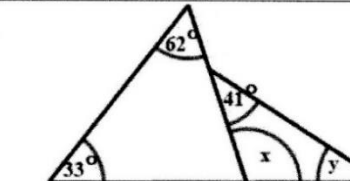
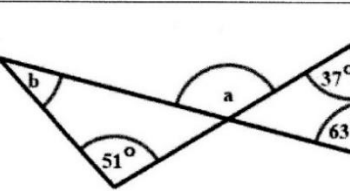
..... 2. มุมภายนอกสามเหลี่ยมมีขนาดเท่ากับมุมภายในสองมุมรวมกันที่ไม่ได้มุมระนาบประชิด

..... มุมภายนอก ✓

.....

แบบฝึกหัดที่ 9 เรื่องมุมภายในและมุมภายนอกของรูปสามเหลี่ยม

จงหาค่าตัวแปรจากรูปที่กำหนดให้

| | |
|---|---|
| <p>1.</p>  | <p>$\hat{1} = 180^\circ - 40^\circ - 90^\circ = 50^\circ$ (มุมภายใน Δ) ✓ $\hat{2} + a = 40^\circ + 90^\circ$ (มุมภายนอก Δ เท่ากับผลบวกของมุมภายในที่ไม่ใช่มุมประชิด) ✓ $\hat{2} = 40^\circ$ (มุมแย้ง) / $a = 130^\circ - 40^\circ = 90^\circ$ ✓</p> |
| <p>2.</p>  | <p>$a + 57^\circ = 132^\circ$ (มุมภายนอก Δ เท่ากับผลบวกของมุมภายในที่ไม่ใช่มุมประชิด) ✓ $a = 75^\circ$ $b = 180^\circ - 57^\circ - 75^\circ = 48^\circ$ (มุมภายใน Δ) ✓</p> |
| <p>3.</p>  | <p>$d = 54^\circ$ (มุมภายนอกเท่ากับมุมภายใน) ✓ $a = 180^\circ - 48^\circ - 54^\circ = 78^\circ$ (มุมภายใน Δ) ✓ $b = 180^\circ - 54^\circ = 126^\circ$ (มุมตรง) ✓ $c = a + d = 78^\circ + 54^\circ = 132^\circ$ (มุมภายนอก Δ เท่ากับผลบวกของมุมภายในที่ไม่ใช่มุมประชิด)</p> |
| <p>4.</p>  | <p>$\hat{1} = 180^\circ - 100^\circ = 80^\circ$ (มุมตรง) ✓ $a = 80^\circ$ (Δ หน้าหัว) ✓ $b = 20^\circ$ (มุมภายนอก Δ เท่ากับผลบวกของมุมภายในที่ไม่ใช่มุมประชิด) ✓</p> |
| <p>5.</p>  | <p>$x = 62^\circ + 33^\circ = 95^\circ$ (มุมภายนอก Δ เท่ากับผลบวกของมุมภายในที่ไม่ใช่มุมประชิด) ✓ $y = 180^\circ - 95^\circ - 41^\circ = 44^\circ$ (มุมภายใน Δ) ✓</p> |
| <p>6.</p>  | <p>$a = 37^\circ + 63^\circ$ (มุมภายนอก Δ เท่ากับผลบวกของมุมภายในที่ไม่ใช่มุมประชิด) ✓ $a = 100^\circ$ ✓ $b = 100^\circ - 51^\circ = 49^\circ$ (มุมภายนอก Δ เท่ากับผลบวกของมุมภายในที่ไม่ใช่มุมประชิด)</p> |

แบบฝึกหัดที่ 10 เรื่องเส้นขนานกับมุมภายในและมุมภายนอกของรูปสามเหลี่ยม

จงหาค่าตัวแปรจากรูปที่กำหนดให้

| | |
|---|---|
| <p>1.</p> <p> $180 -$ 100 $\hline 80$ </p> <p>$x = \dots 100^\circ \checkmark$</p> | <p>2.</p> <p> $50 + 80 = 2x -$ $130 = 2x -$ $190 = 2x$ $95 = x$ </p> <p>$x = \dots 95^\circ \checkmark$</p> <p>$a = \dots 50^\circ \checkmark$</p> |
| <p>3.</p> <p> $x + 56 = 82$ $x = 82 - 56$ </p> <p>$x = \dots 26^\circ \checkmark$</p> | <p>4.</p> <p> $50 + x = 120$ $x = 70$ </p> <p>$x = \dots 70^\circ \checkmark$</p> |
| <p>5.</p> <p> $3x + x = 108$ $4x = 108$ $x = \frac{108}{4}$ $x = 27$ </p> <p>$x = \dots 27^\circ \checkmark$</p> | <p>6.</p> <p> $46 + 67 = x$ $113 = x$ </p> <p>$x = \dots 113^\circ \checkmark$</p> |
| <p>7.</p> <p> $x = 80 + 54$ $= 134$ </p> <p> $180 -$ 54 $\hline 126$ </p> <p>$x = \dots 134^\circ \checkmark$</p> <p>$y = \dots 126^\circ \checkmark$</p> | <p>8.</p> <p> $x = 150 + 40$ $x = 190$ </p> <p> $180 -$ 70 $\hline 110$ </p> <p>$x = \dots 110^\circ \checkmark$</p> <p>$y = \dots 30^\circ \checkmark$</p> |

| | |
|---|--|
| <p>9.</p> <p>$x = \dots 85^\circ \checkmark$</p> | <p>10.</p> <p>$x = \dots 37^\circ \checkmark$</p> |
| <p>11.</p> <p>$x = \dots 50^\circ \checkmark$ $y = \dots 30^\circ \checkmark$</p> | <p>12.</p> <p>$a = \dots 70^\circ$ $b = \dots 42^\circ$ $c = \dots 112^\circ$</p> |
| <p>13.</p> <p>$x = \dots 130^\circ \checkmark$ $y = \dots 80^\circ \checkmark$</p> | <p>14.</p> <p>$x = \dots 175^\circ$ $y = \dots 170^\circ$</p> |

ชื่อ.....ชั้น.....เลขที่.....

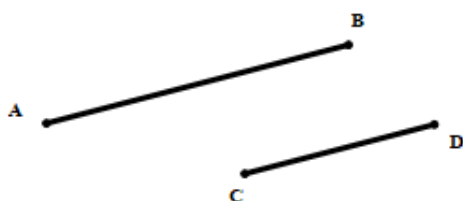
แบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

เรื่อง เส้นขนาน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

คำชี้แจง แบบทดสอบมีจำนวน 3 หน้าเป็นแบบทดสอบแบบอัตนัย ให้นักเรียนเขียนคำตอบลงในแบบทดสอบฉบับนี้ ในบริเวณพื้นที่ที่เว้นไว้ให้

1. จากรูป จงอธิบายว่า $\overline{AB} \parallel \overline{CD}$

หรือไม่พร้อมระบุเหตุผล



ตอบ.....

.....

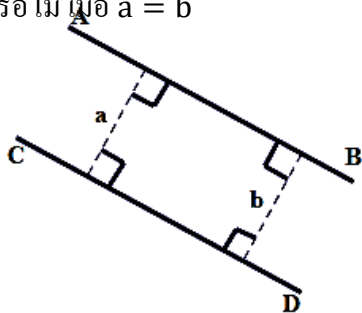
.....

.....

.....

2. จากรูป จงอธิบายว่า $\overline{AB} \parallel \overline{CD}$

หรือไม่ เมื่อ $a = b$



ตอบ.....

.....

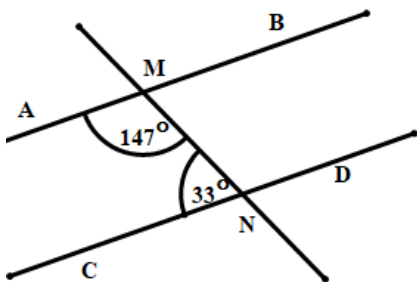
.....

.....

.....

3. จากรูปจงพิจารณาว่า \overline{AB} และ \overline{CD}

ขนานกันหรือไม่ เพราะเหตุใด



ตอบ.....

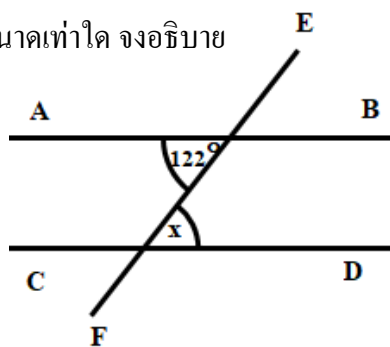
.....

.....

.....

.....

5. จากรูปกำหนดให้ $\overline{AB} \parallel \overline{CD}$ แล้วมุม X มีขนาดเท่าใด จงอธิบาย



ตอบ

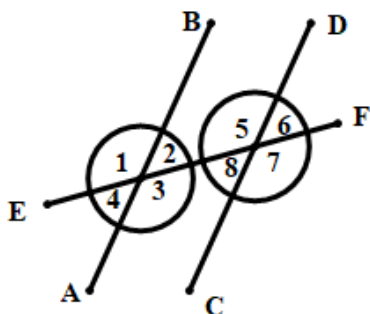
.....

.....

.....

.....

6. จากรูปกำหนดให้ $\overline{AB} \parallel \overline{CD}$ และมี \overline{EF} เป็นเส้นตัด จงตอบคำถามต่อไปนี้ พร้อมระบุเหตุผล



6.1 มุมใดเป็นมุมภายใน

ตอบ

.....

.....

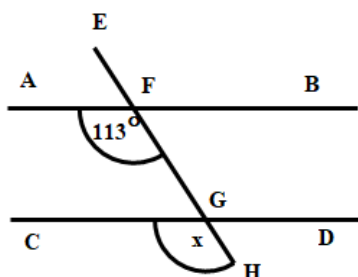
6.2 มุมใดเป็นมุมภายนอก

ตอบ

.....

.....

7. จากรูปกำหนดให้ $\overline{AB} \parallel \overline{CD}$ และมี \overline{EH} เป็นเส้นตัดตั้งรูป จงหาว่า X เท่ากับกี่องศา พร้อมทั้งอธิบายเหตุผล

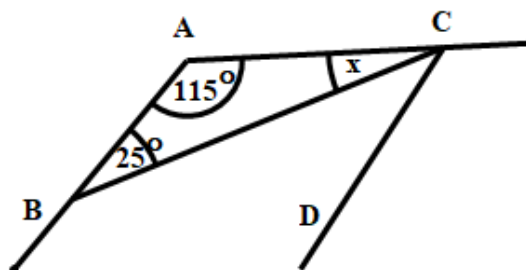


ตอบ

.....

.....

8. จากรูปกำหนดให้ $\overline{AB} \parallel \overline{CD}$ และมุม
ขนาดต่าง ๆ ดังรูป จงหาว่า x เท่ากับกี่องศา
พร้อมทั้งอธิบายเหตุผล



ตอบ

.....

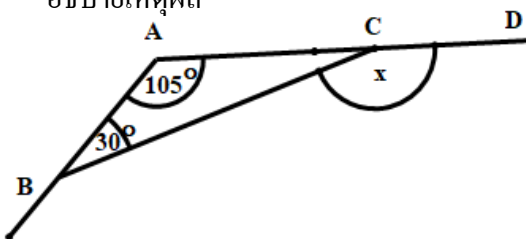
.....

.....

.....

.....

9. จากรูป จงหาว่า x เท่ากับกี่องศา พร้อมทั้ง
อธิบายเหตุผล



ตอบ

.....

.....

.....

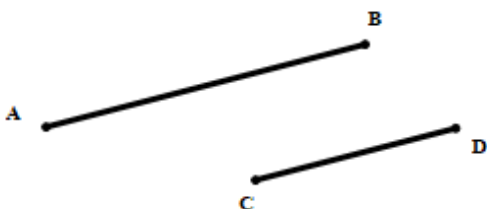
.....

.....

เฉลยแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

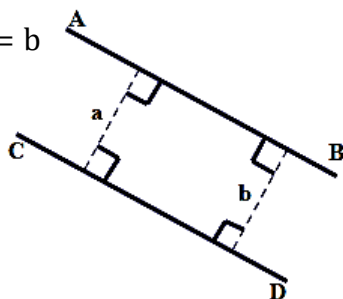
เรื่อง เส้นขนาน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

1. จากรูป จงอธิบายว่า $\overline{AB} \parallel \overline{CD}$ หรือไม่



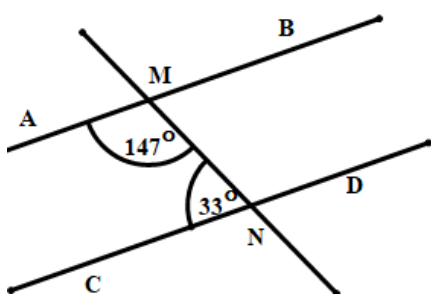
ตอบ \overline{AB} ขนานกับ \overline{CD} เนื่องจากหากลากเส้นตรงทั้งสองเส้นออกไปเรื่อย ๆ เส้นตรงทั้งสองเส้น ไม่ตัดกัน

2. จากรูป จงอธิบายว่า $\overline{AB} \parallel \overline{CD}$ หรือไม่
เมื่อ $a = b$



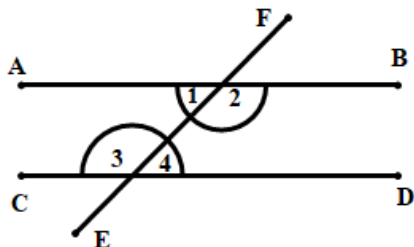
ตอบ \overline{AB} ขนานกับ \overline{CD} เนื่องจากระยะห่างระหว่างเส้นตรง \overline{AB} กับ \overline{CD} มีระยะเท่ากัน

3. จากรูปจงพิจารณาว่า \overline{AB} และ \overline{CD} ขนานกันหรือไม่ เพราะเหตุใด

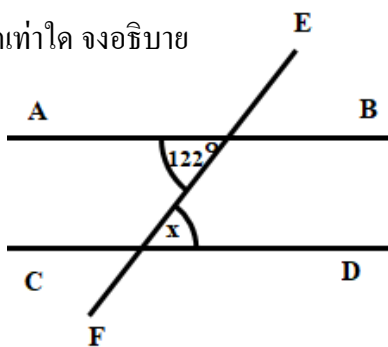


ตอบ \overline{AB} และ \overline{CD} ขนานกัน เพราะถ้าว่าขนาดมุมภายในที่อยู่บนข้างเดียวกันของเส้นตัดรวมกันเท่ากับ 180° นั่นคือ $147^\circ + 33^\circ = 180^\circ$ แล้วเส้นตรงสองเส้นนั้นขนานกัน

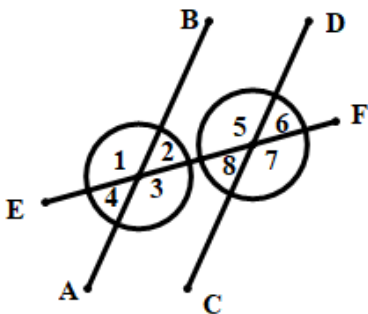
4. จากรูปกำหนดให้ $\overline{AB} \parallel \overline{CD}$ และมี \overline{EF} เป็นเส้นตัด แล้วจงพิจารณาว่ามุมคู่ใดบ้าง มีขนาดเท่ากัน จงอธิบาย



5. จากรูปกำหนดให้ $\overline{AB} \parallel \overline{CD}$ แล้วมุม x มีขนาดเท่าใด จงอธิบาย



6. จากรูปกำหนดให้ $\overline{AB} \parallel \overline{CD}$ และมี \overline{EF} เป็นเส้นตัด จงตอบคำถามต่อไปนี้



ตอบ $\hat{1} = \hat{4}$ และ $\hat{2} = \hat{3}$ เพราะ $\overline{AB} \parallel \overline{CD}$ และมี \overline{EF} เป็นเส้นตัด มุมแย้งมีขนาดเท่ากัน

ตอบ $x = 122^\circ$ เพราะ $\overline{AB} \parallel \overline{CD}$ และมี \overline{EF} เป็นเส้นตัด มุมแย้งมีขนาดเท่ากัน

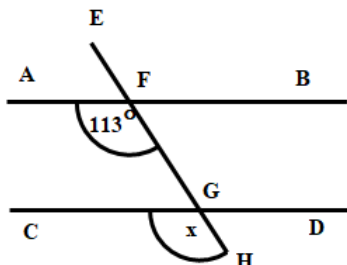
6.1 มุมใดเป็นมุมภายใน

ตอบ 2, 3, 5, 8 เพราะเป็นมุมที่อยู่ระหว่างเส้นคู่ขนาน

6.2 มุมใดเป็นมุมภายนอก

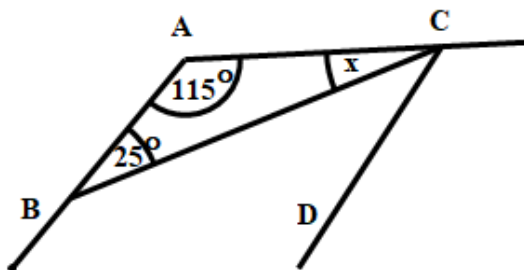
ตอบ 1, 4, 6, 7 เพราะเป็นมุมที่อยู่ระหว่างเส้นคู่ขนาน

7. จากรูปกำหนดให้ $\overline{AB} \parallel \overline{CD}$ และมี \overline{EH} เป็นเส้นตัดตั้งรูป จงหาว่า x เท่ากับกี่องศา พร้อมทั้งอธิบายเหตุผล



ตอบ $x = 113^\circ$ เพราะ ขนาดของมุมภายนอกเท่ากับขนาดของมุมภายในบนข้างเดียวกันของเส้นตัด

8. จากรูปกำหนดให้ $\overline{AB} \parallel \overline{CD}$ และมุมขนาดต่าง ๆ ดังรูป จงหาว่า x เท่ากับกี่องศา พร้อมทั้งอธิบายเหตุผล

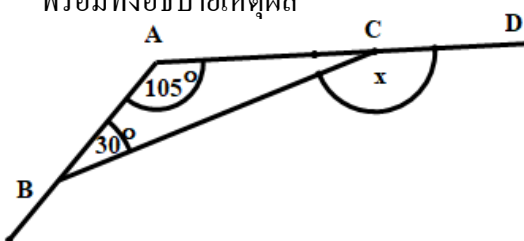


ตอบ $x + 115^\circ + 25^\circ = 180^\circ$ (ขนาดของมุมภายในสามเหลี่ยมรวมกันได้ 180 องศา)

$x = 180^\circ - 115^\circ - 25^\circ$

$x = 40^\circ$

9. จากรูป จงหาว่า x เท่ากับกี่องศา พร้อมทั้งอธิบายเหตุผล



ตอบ $x = 105^\circ + 30^\circ = 135^\circ$

เมื่อต่อต้านของรูปสามเหลี่ยมออกไปแล้ว มุมภายนอกที่เกิดขึ้นจะมีขนาดเท่ากับผลบวกของขนาดของมุมภายในรูปสามเหลี่ยมที่ไม่ใช่มุมประชิดของมุมภายนอกนั้น

ชื่อ.....ชั้น.....เลขที่.....

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์
เรื่อง เส้นขนาน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

คำชี้แจง 1. แบบทดสอบฉบับนี้มีทั้งหมด 20 ข้อ เวลาที่ใช้ในการทำแบบทดสอบ 1 คาบ (50 นาที)

2. แบบทดสอบนี้เป็นแบบปรนัยชนิดเลือก 4 ตัวเลือก ให้นักเรียนทำเครื่องหมายกากบาท (X) ทับตัวอักษร ก ข ค ง ที่เป็นคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียวลงในกระดาษคำตอบ

1. จงพิจารณาข้อความต่อไปนี้

1.1 ถ้าเส้นตรงสองเส้นขนานกันแล้ว
เส้นตรงคู่ขนานไม่ตัดกัน

1.2 ถ้าเส้นตรงสองเส้นไม่ตัดกันแล้ว
เส้นตรงคู่ขนานกัน

ข้อความทั้งสองที่กล่าวมา นำมาสรุป
เป็นนิยามได้ตรงกับข้อใด

ก. เส้นตรงสองเส้นขนานกัน เส้นตรงคู่ขนาน
เท่ากัน

ข. เส้นตรงสองเส้นขนานกัน ก็ต่อเมื่อ
เส้นตรงคู่ขนานทับกันสนิท

ค. เส้นตรงสองเส้นขนานกัน ก็ต่อเมื่อ
เส้นตรงสองเส้นนั้นตัดกัน

ง. เส้นตรงสองเส้นขนานกัน ก็ต่อเมื่อ
เส้นตรงคู่ขนานไม่ตัดกัน

2. ข้อใดไม่มีเส้นขนานเป็นส่วนประกอบ

ก. ตู้เสื้อผ้า ข. โถงน้ำ

ค. รั้วบ้าน ง. หน้าต่าง

3. จงพิจารณาข้อความต่อไปนี้

3.1 เส้นขนาน หมายถึง เส้นตรง
ส่วนของเส้นตรง หรือรังสีที่มีระยะห่างของ
เส้นสองเส้นใด ๆ เท่ากันเสมอ

3.2 เส้นขนาน 2 เส้น ย่อมมีความยาว
เท่ากันเสมอ ข้อสรุปใดต่อไปนี้ถูกต้อง

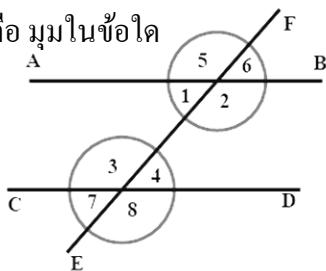
ก. ถูกต้องเฉพาะข้อ 1

ข. ถูกต้องเฉพาะข้อ 2

ค. ถูกต้องทั้งข้อ 1 และข้อ 2

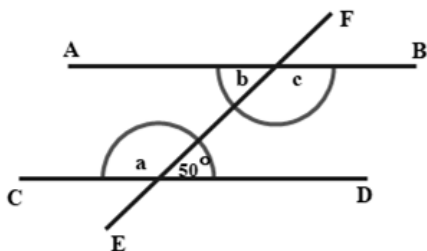
ง. ผิดทั้งข้อ 1 และข้อ 2

4. กำหนดให้ $\overline{AB} \parallel \overline{CD}$ มี \overline{EF} เป็นเส้นตัด
 ดังรูป จงหามุมภายในที่อยู่บนข้างเดียวกัน
 ของเส้นตัด คือ มุมในข้อใด



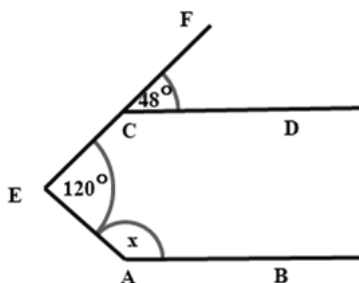
- ก. 3 กับ 5 ข. 6 กับ 8
 ค. 1 กับ 7 ง. 2 กับ 4

5. กำหนดให้ $\overline{AB} \parallel \overline{CD}$ มี \overline{EF} เป็นเส้นตัด
 ดังรูป ค่า c มีขนาดเท่ากับกี่องศา



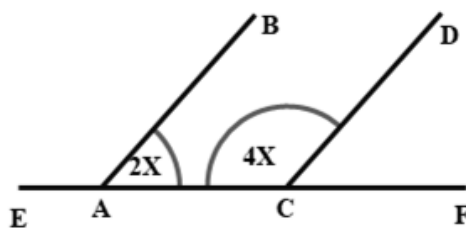
- ก. 50 องศา ข. 120 องศา
 ค. 130 องศา ง. 140 องศา

6. กำหนดให้ $\overline{AB} \parallel \overline{CD}$ และมุมขนาดต่าง ๆ
 ดังรูป ค่า x มีขนาดเท่ากับกี่องศา



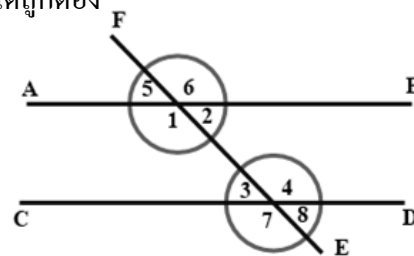
- ก. 135 องศา ข. 108 องศา
 ค. 75 องศา ง. 65 องศา

7. กำหนดให้ $\overline{AB} \parallel \overline{CD}$ มี \overline{EF} เป็นเส้นตัด
 ดังรูป ค่า x มีขนาดเท่ากับกี่องศา



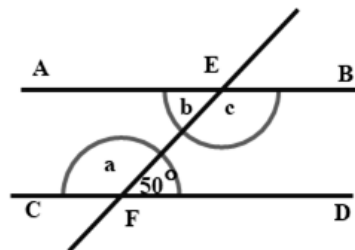
- ก. 120 องศา ข. 80 องศา
 ค. 60 องศา ง. 30 องศา

8. ข้อใดถูกต้อง



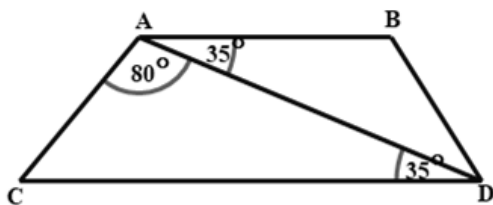
- ก. มุม 2 และมุม 3 เป็นมุมแย้ง
 ข. มุม 2 และมุม 4 เป็นมุมแย้ง
 ค. มุม 2 และมุม 7 เป็นมุมแย้ง
 ง. มุม 8 และมุม 8 เป็นมุมแย้ง

9. กำหนดให้ $\overline{AB} \parallel \overline{CD}$ มี \overline{EF} เป็นเส้นตัด
 ดังรูป ค่า b มีขนาดเท่ากับกี่องศา



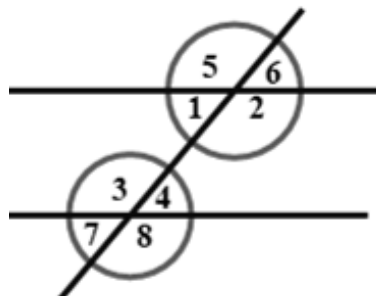
- ก. 50 องศา ข. 120 องศา
 ค. 130 องศา ง. 140 องศา

10. จากรูป ส่วนของเส้นตรงคู่ใดขนานกัน



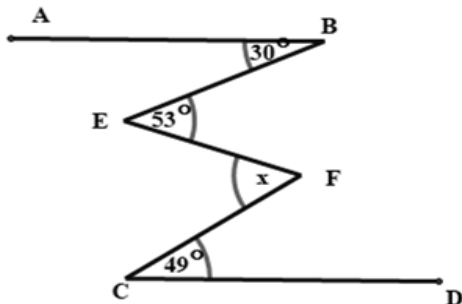
- ก. $\overline{AD} \parallel \overline{BD}$ ข. $\overline{AC} \parallel \overline{AB}$
 ค. $\overline{BC} \parallel \overline{CD}$ ง. $\overline{AB} \parallel \overline{CD}$

12. มุมคูใดเป็นมุมภายนอกและมุมภายในที่อยู่ตรงข้ามบนข้างเดียวกันของเส้นตัด



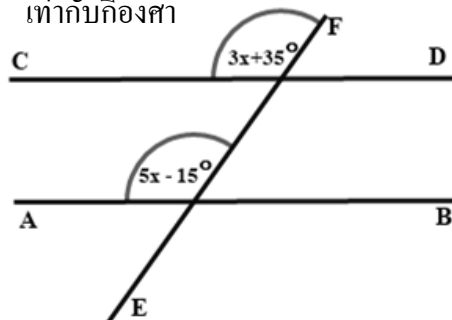
- ก. มุม 1 และมุม 3 ข. มุม 1 และมุม 4
 ค. มุม 1 และมุม 7 ง. มุม 1 และมุม 8

11. กำหนดให้ $\overline{AB} \parallel \overline{CD}$ มี \overline{BC} ตัด และมุมขนาดต่าง ๆ ดังรูป มุม x มีขนาดเท่ากับกี่องศา



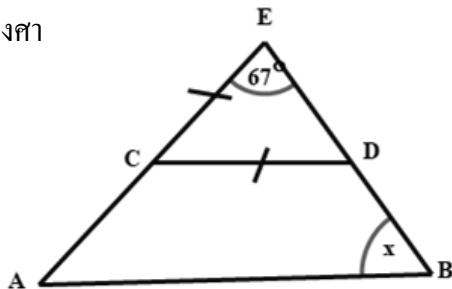
- ก. 72 องศา ข. 62 องศา
 ค. 68 องศา ง. 78 องศา

13. กำหนดให้ $\overline{AB} \parallel \overline{CD}$ มี \overline{EF} เป็นเส้นตัดและมุมขนาดต่าง ๆ ดังรูป ค่าของ x เท่ากับกี่องศา



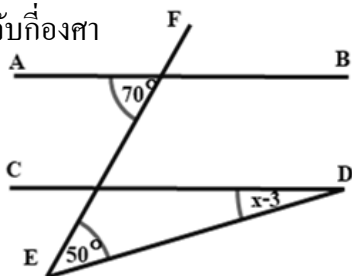
- ก. 15 องศา ข. 25 องศา
 ค. 50 องศา ง. 75 องศา

14. กำหนดให้ $\overline{AB} \parallel \overline{CD}$ มี $\overline{CE} = \overline{CD}$ และมุมขนาดต่าง ๆ ดังรูปค่า x มีขนาดเท่ากับ กี่องศา



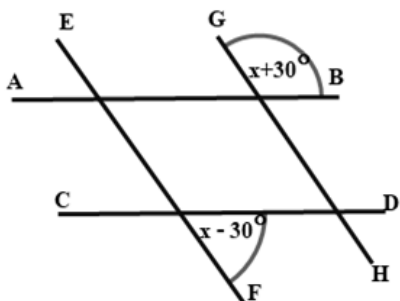
- ก. 23 องศา ข. 47 องศา
ค. 67 องศา ง. 71 องศา

15. กำหนดให้ $\overline{AB} \parallel \overline{CD}$ มี \overline{EF} เป็นเส้นตัดและมุมขนาดต่าง ๆ ดังรูปค่า x มีขนาดเท่ากับ กี่องศา



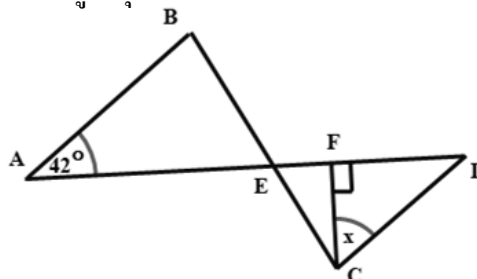
- ก. 17 องศา ข. 20 องศา
ค. 23 องศา ง. 25 องศา

16. กำหนดให้ $\overline{AB} \parallel \overline{CD}$ และ $\overline{GH} \parallel \overline{EF}$ และมุมขนาดต่าง ๆ ดังรูป x มีขนาดเท่ากับ กี่องศา



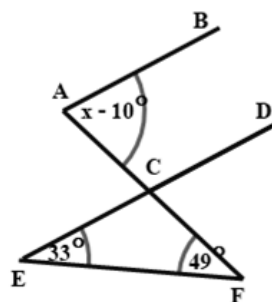
- ก. 120 องศา ข. 90 องศา
ค. 80 องศา ง. 60 องศา

17. กำหนดให้ $\overline{AB} \parallel \overline{CD}$ และมุมขนาดต่าง ๆ ดังรูป มุม x มีขนาดเท่ากับ กี่องศา



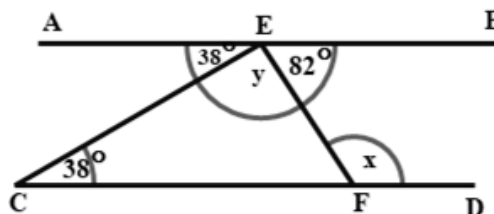
- ก. 48 องศา ข. 52 องศา
ค. 56 องศา ง. 58 องศา

18. กำหนดให้ $\overline{AB} \parallel \overline{CD}$ และมุมขนาดต่าง ๆ ดังรูป ค่า x มีขนาดเท่ากับ กี่องศา



- ก. 82 องศา ข. 88 องศา
ค. 92 องศา ง. 98 องศา

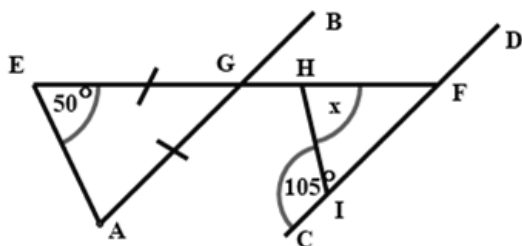
19. กำหนดให้ $\overline{AB} \parallel \overline{CD}$ และมุมขนาดต่าง ๆ ดังรูป ค่า x และค่า y มีขนาดเท่ากับ กี่องศา



- ก. $x = 98$ องศา $y = 60$ องศา
ข. $x = 68$ องศา $y = 98$ องศา
ค. $x = 98$ องศา $y = 68$ องศา
ง. $x = 60$ องศา $y = 98$ องศา

20. กำหนดให้ $\overline{AB} \parallel \overline{CD}$ และมุมขนาดต่าง ๆ

ดังรูป ค่า x มีขนาดเท่ากับกี่องศา



- ก. 20 องศา ข. 25 องศา
ค. 30 องศา ง. 35 องศา

เฉลยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์

เรื่อง เส้นขนาน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

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

ภาคผนวก ค

- ค่าความเหมาะสมของแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่ใช้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบค้นพบร่วมกับคำถามระดับสูงชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2
- ค่าความสอดคล้องของแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์
- ค่าความสอดคล้องของเกณฑ์การประเมินความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์
- ค่าความสอดคล้องของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์
- คะแนนความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง
- คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง

ตารางภาคผนวก ค - 1 ผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง บทนิยามของเส้นขนาน

| รายการประเมิน | ความึกเห็นของผู้เชี่ยวชาญ | | | | | ค่าเฉลี่ย | S | การแปรผล |
|--------------------------------|---------------------------|---------|---------|---------|---------|-----------|------|------------------------|
| | คนที่ 1 | คนที่ 2 | คนที่ 3 | คนที่ 4 | คนที่ 5 | | | |
| 1. มาตรฐานการเรียนรู้ | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5.00 | 0.00 | มีความเหมาะสมมากที่สุด |
| 2. ตัวชี้วัด | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5.00 | 0.00 | มีความเหมาะสมมากที่สุด |
| 3. จุดประสงค์การเรียนรู้ | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5.00 | 0.00 | มีความเหมาะสมมากที่สุด |
| 4. สาระสำคัญ/ความคิดรวบยอด | 4 | 4 | 5 | 4 | 4 | 4.20 | 0.45 | มีความเหมาะสมมาก |
| 5. สาระการเรียนรู้ | 4 | 4 | 5 | 4 | 4 | 4.20 | 0.45 | มีความเหมาะสมมาก |
| 6. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ | | | | | | | | |
| 6.1 ชั้นเผชิญกับสถานการณ์ปัญหา | 4 | 4 | 5 | 4 | 4 | 4.20 | 0.45 | มีความเหมาะสมมาก |
| 6.2 ชั้นสำรวจ | 5 | 4 | 4 | 5 | 4 | 4.40 | 0.55 | มีความเหมาะสมมาก |
| 6.3 ชั้นค้นพบ | 4 | 4 | 5 | 4 | 4 | 4.20 | 0.45 | มีความเหมาะสมมาก |
| 6.3.1 คำถามให้อธิบาย | 5 | 4 | 4 | 5 | 4 | 4.40 | 0.55 | มีความเหมาะสมมาก |
| 6.3.2 คำถามที่ให้เปรียบเทียบ | 5 | 4 | 4 | 5 | 4 | 4.40 | 0.55 | มีความเหมาะสมมาก |
| 6.3.3 คำถามให้วิเคราะห์ | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5.00 | 0.00 | มีความเหมาะสมมากที่สุด |
| 6.3.4 คำถามให้สังเคราะห์ | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5.00 | 0.00 | มีความเหมาะสมมาก |
| 6.4 ชั้นสรุปผล | 4 | 4 | 4 | 5 | 4 | 4.20 | 0.45 | มีความเหมาะสมมาก |
| 6.5 ช้่นนำไปใช้ | 5 | 5 | 4 | 5 | 5 | 4.80 | 0.45 | มีความเหมาะสมมากที่สุด |

ตารางภาคผนวก ก - 1 (ต่อ)

| รายการประเมิน | ความึกเห็นของผู้เชี่ยวชาญ | | | | | ค่าเฉลี่ย | S | การแปรผล |
|-------------------------------------|---------------------------|---------|---------|---------|---------|-----------|------|------------------------|
| | คนที่ 1 | คนที่ 2 | คนที่ 3 | คนที่ 4 | คนที่ 5 | | | |
| 7. สื่อ อุปกรณ์ และแหล่งการเรียนรู้ | 5 | 5 | 3 | 5 | 5 | 4.60 | 0.55 | มีความเหมาะสมมากที่สุด |
| 8. การวัดและประเมินผลการเรียนรู้ | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 0.00 | มีความเหมาะสมมากที่สุด |
| | เฉลี่ย | | | | | 4.59 | 0.31 | มีความเหมาะสมมาก |

ตารางภาคผนวก ค - 2 ผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง ระยะห่างระหว่างเส้นขนาน

| รายการประเมิน | ความถี่เห็นของผู้เชี่ยวชาญ | | | | | ค่าเฉลี่ย | S | การแปรผล |
|--------------------------------|----------------------------|---------|---------|---------|---------|-----------|------|------------------------|
| | คนที่ 1 | คนที่ 2 | คนที่ 3 | คนที่ 4 | คนที่ 5 | | | |
| 1. มาตรฐานการเรียนรู้ | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5.00 | 0.00 | มีความเหมาะสมมากที่สุด |
| 2. ตัวชี้วัด | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5.00 | 0.00 | มีความเหมาะสมมากที่สุด |
| 3. จุดประสงค์การเรียนรู้ | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5.00 | 0.00 | มีความเหมาะสมมากที่สุด |
| 4. สาระสำคัญ/ความคิดรวบยอด | 4 | 5 | 5 | 4 | 5 | 4.60 | 0.55 | มีความเหมาะสมมากที่สุด |
| 5. สาระการเรียนรู้ | 4 | 5 | 5 | 4 | 5 | 4.60 | 0.55 | มีความเหมาะสมมากที่สุด |
| 6. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ | | | | | | | | |
| 6.1 ขึ้นเผชิญกับสถานการณ์ปัญหา | 4 | 4 | 5 | 4 | 4 | 4.20 | 0.45 | มีความเหมาะสมมาก |
| 6.2 ขึ้นสำรวจ | 5 | 4 | 5 | 5 | 4 | 4.60 | 0.55 | มีความเหมาะสมมากที่สุด |
| 6.3 ขึ้นค้นพบ | 4 | 4 | 4 | 4 | 5 | 4.20 | 0.45 | มีความเหมาะสมมาก |
| 6.3.1 คำถามให้อธิบาย | 5 | 4 | 4 | 5 | 4 | 4.20 | 0.45 | มีความเหมาะสมมาก |
| 6.3.2 คำถามที่ให้เปรียบเทียบ | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5.00 | 0.00 | มีความเหมาะสมมากที่สุด |
| 6.3.3 คำถามให้วิเคราะห์ | 5 | 4 | 5 | 5 | 4 | 4.60 | 0.55 | มีความเหมาะสมมากที่สุด |
| 6.3.4 คำถามให้สังเคราะห์ | 5 | 4 | 5 | 5 | 4 | 4.60 | 0.55 | มีความเหมาะสมมากที่สุด |
| 6.4 ขึ้นสรุปผล | 4 | 5 | 5 | 4 | 5 | 4.60 | 0.55 | มีความเหมาะสมมากที่สุด |
| 6.5 ขึ้นนำไปใช้ | 5 | 4 | 4 | 5 | 4 | 4.40 | 0.55 | มีความเหมาะสมมาก |

ตารางภาคผนวก ค - 2 (ต่อ)

| รายการประเมิน | ความึกเห็นของผู้เชี่ยวชาญ | | | | | ค่าเฉลี่ย | S | การแปรผล |
|-------------------------------------|---------------------------|---------|---------|---------|---------|-----------|------|------------------------|
| | คนที่ 1 | คนที่ 2 | คนที่ 3 | คนที่ 4 | คนที่ 5 | | | |
| 7. สื่อ อุปกรณ์ และแหล่งการเรียนรู้ | 5 | 5 | 4 | 5 | 5 | 4.80 | 0.45 | มีความเหมาะสมมากที่สุด |
| 8. การวัดและประเมินผลการเรียนรู้ | 5 | 4 | 5 | 5 | 4 | 4.60 | 0.55 | มีความเหมาะสมมากที่สุด |
| | เฉลี่ย | | | | | 4.61 | 0.39 | มีความเหมาะสมมากที่สุด |

ตารางภาคผนวก ก - 3 ผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง เส้นขนานและมุมภายในที่อยู่บนข้างเดียวกัน
ของเส้นตัด

| รายการประเมิน | ความคึกเห็นของผู้เชี่ยวชาญ | | | | | ค่าเฉลี่ย | S | การแปรผล |
|--------------------------------|----------------------------|---------|---------|---------|---------|-----------|------|------------------------|
| | คนที่ 1 | คนที่ 2 | คนที่ 3 | คนที่ 4 | คนที่ 5 | | | |
| 1. มาตรฐานการเรียนรู้ | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5.00 | 0.00 | มีความเหมาะสมมากที่สุด |
| 2. ตัวชี้วัด | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5.00 | 0.00 | มีความเหมาะสมมากที่สุด |
| 3. จุดประสงค์การเรียนรู้ | 5 | 4 | 5 | 5 | 4 | 4.60 | 0.55 | มีความเหมาะสมมากที่สุด |
| 4. สาระสำคัญ/ความคิดรวบยอด | 4 | 5 | 5 | 4 | 5 | 4.60 | 0.55 | มีความเหมาะสมมากที่สุด |
| 5. สาระการเรียนรู้ | 4 | 5 | 5 | 4 | 5 | 4.60 | 0.55 | มีความเหมาะสมมากที่สุด |
| 6. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ | | | | | | | | |
| 6.1 ชั้นเผชิญกับสถานการณ์ปัญหา | 4 | 4 | 5 | 4 | 4 | 4.20 | 0.45 | มีความเหมาะสมมากที่สุด |
| 6.2 ชั้นสำรวจ | 5 | 4 | 5 | 5 | 4 | 4.60 | 0.55 | มีความเหมาะสมมากที่สุด |
| 6.3 ชั้นค้นพบ | 4 | 4 | 5 | 4 | 4 | 4.20 | 0.45 | มีความเหมาะสมมากที่สุด |
| 6.3.1 คำถามให้อธิบาย | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5.00 | 0.00 | มีความเหมาะสมมากที่สุด |
| 6.3.2 คำถามที่ให้เปรียบเทียบ | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5.00 | 0.00 | มีความเหมาะสมมากที่สุด |
| 6.3.3 คำถามให้วิเคราะห์ | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5.00 | 0.00 | มีความเหมาะสมมากที่สุด |
| 6.3.4 คำถามให้สังเคราะห์ | 5 | 4 | 5 | 5 | 4 | 4.60 | 0.55 | มีความเหมาะสมมากที่สุด |
| 6.4 ชั้นสรุปผล | 4 | 5 | 5 | 4 | 5 | 4.60 | 0.55 | มีความเหมาะสมมากที่สุด |
| 6.5 ช้้นนำไปใช้ | 5 | 4 | 5 | 5 | 4 | 4.60 | 0.55 | มีความเหมาะสมมากที่สุด |

ตารางภาคผนวก ค - 3 (ต่อ)

| รายการประเมิน | ความึกเห็นของผู้เชี่ยวชาญ | | | | | ค่าเฉลี่ย | S | การแปรผล |
|-------------------------------------|---------------------------|---------|---------|---------|---------|-----------|------|------------------------|
| | คนที่ 1 | คนที่ 2 | คนที่ 3 | คนที่ 4 | คนที่ 5 | | | |
| 7. สื่อ อุปกรณ์ และแหล่งการเรียนรู้ | 5 | 4 | 5 | 5 | 4 | 4.60 | 0.55 | มีความเหมาะสมมากที่สุด |
| 8. การวัดและประเมินผลการเรียนรู้ | 5 | 5 | 4 | 5 | 5 | 4.80 | 0.45 | มีความเหมาะสมมากที่สุด |
| | เฉลี่ย | | | | | 4.69 | 0.36 | มีความเหมาะสมมากที่สุด |

ตารางภาคผนวก ค - 4 ผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 4 เรื่อง เส้นขนานและมุมแย้ง

| รายการประเมิน | ความถี่เห็นของผู้เชี่ยวชาญ | | | | | ค่าเฉลี่ย | S | การแปลผล |
|--------------------------------|----------------------------|---------|---------|---------|---------|-----------|------|------------------------|
| | คนที่ 1 | คนที่ 2 | คนที่ 3 | คนที่ 4 | คนที่ 5 | | | |
| 1. มาตรฐานการเรียนรู้ | 5 | 4 | 5 | 5 | 4 | 4.60 | 0.55 | มีความเหมาะสมมากที่สุด |
| 2. ตัวชี้วัด | 5 | 4 | 5 | 5 | 4 | 4.60 | 0.55 | มีความเหมาะสมมากที่สุด |
| 3. จุดประสงค์การเรียนรู้ | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5.00 | 0.00 | มีความเหมาะสมมากที่สุด |
| 4. สาระสำคัญ/ความคิดรวบยอด | 4 | 5 | 5 | 4 | 5 | 4.60 | 0.55 | มีความเหมาะสมมากที่สุด |
| 5. สาระการเรียนรู้ | 4 | 5 | 5 | 4 | 5 | 4.60 | 0.55 | มีความเหมาะสมมากที่สุด |
| 6. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ | | | | | | | | |
| 6.1 ชั้นเผชิญกับสถานการณ์ปัญหา | 4 | 4 | 5 | 4 | 4 | 4.20 | 0.45 | มีความเหมาะสมมากที่สุด |
| 6.2 ชั้นสำรวจ | 5 | 4 | 5 | 5 | 4 | 4.60 | 0.55 | มีความเหมาะสมมากที่สุด |
| 6.3 ชั้นค้นพบ | 4 | 4 | 4 | 4 | 5 | 4.20 | 0.45 | มีความเหมาะสมมาก |
| 6.3.1 คำถามให้อธิบาย | 5 | 5 | 4 | 5 | 5 | 4.80 | 0.45 | มีความเหมาะสมมากที่สุด |
| 6.3.2 คำถามที่ให้เปรียบเทียบ | 5 | 4 | 4 | 5 | 4 | 4.40 | 0.55 | มีความเหมาะสมมาก |
| 6.3.3 คำถามให้วิเคราะห์ | 5 | 4 | 5 | 5 | 4 | 4.60 | 0.55 | มีความเหมาะสมมากที่สุด |
| 6.3.4 คำถามให้สังเคราะห์ | 5 | 4 | 5 | 5 | 4 | 4.60 | 0.55 | มีความเหมาะสมมากที่สุด |
| 6.4 ชั้นสรุปผล | 4 | 4 | 5 | 4 | 4 | 4.20 | 0.45 | มีความเหมาะสมมาก |
| 6.5 ชี้นำไปใช้ | 5 | 4 | 5 | 5 | 4 | 4.60 | 0.55 | มีความเหมาะสมมากที่สุด |

ตารางภาคผนวก ก - 4 (ต่อ)

| รายการประเมิน | ความคึกเห็นของผู้เชี่ยวชาญ | | | | | ค่าเฉลี่ย | S | การแปรผล |
|-------------------------------------|----------------------------|---------|---------|---------|---------|-----------|------|------------------------|
| | คนที่ 1 | คนที่ 2 | คนที่ 3 | คนที่ 4 | คนที่ 5 | | | |
| 7. สื่อ อุปกรณ์ และแหล่งการเรียนรู้ | 5 | 4 | 4 | 5 | 4 | 4.40 | 0.55 | มีความเหมาะสมมาก |
| 8. การวัดและประเมินผลการเรียนรู้ | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5.00 | 0.00 | มีความเหมาะสมมากที่สุด |
| | เฉลี่ย | | | | | 4.55 | 0.46 | มีความเหมาะสมมากที่สุด |

ตารางภาคผนวก ค - 5 ผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 5 เรื่องเส้นขนานและมุมภายนอกกับมุมภายใน

| รายการประเมิน | ความถี่เห็นของผู้เชี่ยวชาญ | | | | | ค่าเฉลี่ย | S | การแปลผล |
|--------------------------------|----------------------------|---------|---------|---------|---------|-----------|------|------------------------|
| | คนที่ 1 | คนที่ 2 | คนที่ 3 | คนที่ 4 | คนที่ 5 | | | |
| 1. มาตรฐานการเรียนรู้ | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5.00 | 0.00 | มีความเหมาะสมมากที่สุด |
| 2. ตัวชี้วัด | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5.00 | 0.00 | มีความเหมาะสมมากที่สุด |
| 3. จุดประสงค์การเรียนรู้ | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5.00 | 0.00 | มีความเหมาะสมมากที่สุด |
| 4. สาระสำคัญ/ความคิดรวบยอด | 4 | 4 | 5 | 4 | 4 | 4.20 | 0.45 | มีความเหมาะสมมาก |
| 5. สาระการเรียนรู้ | 4 | 4 | 5 | 4 | 4 | 4.20 | 0.45 | มีความเหมาะสมมาก |
| 6. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ | | | | | | | | |
| 6.1 ชั้นเผชิญกับสถานการณ์ปัญหา | 4 | 4 | 5 | 4 | 4 | 4.20 | 0.45 | มีความเหมาะสมมาก |
| 6.2 ชั้นสำรวจ | 5 | 4 | 5 | 5 | 4 | 4.60 | 0.55 | มีความเหมาะสมมากที่สุด |
| 6.3 ชั้นค้นพบ | 4 | 4 | 4 | 4 | 5 | 4.20 | 0.45 | มีความเหมาะสมมาก |
| 6.3.1 คำถามให้อธิบาย | 5 | 4 | 4 | 5 | 4 | 4.40 | 0.55 | มีความเหมาะสมมาก |
| 6.3.2 คำถามที่ให้เปรียบเทียบ | 5 | 4 | 5 | 5 | 4 | 4.60 | 0.55 | มีความเหมาะสมมากที่สุด |
| 6.3.3 คำถามให้วิเคราะห์ | 5 | 4 | 5 | 5 | 4 | 4.60 | 0.55 | มีความเหมาะสมมากที่สุด |
| 6.3.4 คำถามให้สังเคราะห์ | 5 | 4 | 5 | 5 | 4 | 4.60 | 0.55 | มีความเหมาะสมมากที่สุด |
| 6.4 ชั้นสรุปผล | 4 | 4 | 5 | 4 | 4 | 4.20 | 0.45 | มีความเหมาะสมมาก |
| 6.5 ชี้นำไปใช้ | 5 | 4 | 5 | 5 | 4 | 4.60 | 0.55 | มีความเหมาะสมมากที่สุด |

ตารางภาคผนวก ค - 5 (ต่อ)

| รายการประเมิน | ความึกเห็นของผู้เชี่ยวชาญ | | | | | ค่าเฉลี่ย | S | การแปรผล |
|-------------------------------------|---------------------------|---------|---------|---------|---------|-----------|------|------------------------|
| | คนที่ 1 | คนที่ 2 | คนที่ 3 | คนที่ 4 | คนที่ 5 | | | |
| 7. สื่อ อุปกรณ์ และแหล่งการเรียนรู้ | 5 | 5 | 4 | 5 | 5 | 4.80 | 0.45 | มีความเหมาะสมมากที่สุด |
| 8. การวัดและประเมินผลการเรียนรู้ | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5.00 | 0.00 | มีความเหมาะสมมากที่สุด |
| | เฉลี่ย | | | | | 4.56 | 0.38 | มีความเหมาะสมมากที่สุด |

ตารางภาคผนวก ค - 6 ผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 6 เรื่อง มุมภายนอกและมุมภายในของรูปสามเหลี่ยม

| รายการประเมิน | ความถี่เห็นของผู้เชี่ยวชาญ | | | | | ค่าเฉลี่ย | S | การแปลผล |
|--------------------------------|----------------------------|---------|---------|---------|---------|-----------|------|------------------------|
| | คนที่ 1 | คนที่ 2 | คนที่ 3 | คนที่ 4 | คนที่ 5 | | | |
| 1. มาตรฐานการเรียนรู้ | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5.00 | 0.00 | มีความเหมาะสมมากที่สุด |
| 2. ตัวชี้วัด | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5.00 | 0.00 | มีความเหมาะสมมากที่สุด |
| 3. จุดประสงค์การเรียนรู้ | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5.00 | 0.00 | มีความเหมาะสมมากที่สุด |
| 4. สารระสำคัญ/ความคิดรวบยอด | 4 | 5 | 5 | 4 | 5 | 4.60 | 0.55 | มีความเหมาะสมมากที่สุด |
| 5. สารการเรียนรู้ | 4 | 5 | 5 | 4 | 5 | 4.60 | 0.55 | มีความเหมาะสมมากที่สุด |
| 6. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ | | | | | | | | |
| 6.1 ชั้นเผชิญกับสถานการณ์ปัญหา | 4 | 5 | 5 | 4 | 5 | 4.60 | 0.55 | มีความเหมาะสมมากที่สุด |
| 6.2 ชั้นสำรวจ | 5 | 4 | 5 | 5 | 4 | 4.60 | 0.55 | มีความเหมาะสมมากที่สุด |
| 6.3 ชั้นค้นพบ | 4 | 4 | 5 | 4 | 4 | 4.20 | 0.45 | มีความเหมาะสมมาก |
| 6.3.1 คำถามให้อธิบาย | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5.00 | 0.00 | มีความเหมาะสมมากที่สุด |
| 6.3.2 คำถามที่ให้เปรียบเทียบ | 5 | 4 | 5 | 5 | 4 | 4.60 | 0.55 | มีความเหมาะสมมากที่สุด |
| 6.3.3 คำถามให้วิเคราะห์ | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5.00 | 0.00 | มีความเหมาะสมมากที่สุด |
| 6.3.4 คำถามให้สังเคราะห์ | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5.00 | 0.00 | มีความเหมาะสมมากที่สุด |
| 6.4 ชั้นสรุปผล | 4 | 5 | 5 | 4 | 5 | 4.40 | 0.55 | มีความเหมาะสมมาก |
| 6.5 ชี้นำไปใช้ | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5.00 | 0.00 | มีความเหมาะสมมากที่สุด |

ตารางภาคผนวก ค - 6 (ต่อ)

| รายการประเมิน | ความคึกเห็นของผู้เชี่ยวชาญ | | | | | ค่าเฉลี่ย | S | การแปรผล |
|-------------------------------------|----------------------------|---------|---------|---------|---------|-----------|------|------------------------|
| | คนที่ 1 | คนที่ 2 | คนที่ 3 | คนที่ 4 | คนที่ 5 | | | |
| 7. สื่อ อุปกรณ์ และแหล่งการเรียนรู้ | 5 | 4 | 4 | 5 | 4 | 4.40 | 0.55 | มีความเหมาะสมมาก |
| 8. การวัดและประเมินผลการเรียนรู้ | 5 | 5 | 4 | 5 | 5 | 4.80 | 0.45 | มีความเหมาะสมมากที่สุด |
| | เฉลี่ย | | | | | 4.74 | 0.30 | มีความเหมาะสมมากที่สุด |

ตารางภาคผนวก ค - 7 ผลการประเมินความเหมาะสมของของแผนการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์
ที่ใช้การจัดการเรียนรู้แบบค้นพบร่วมกับคำถามระดับสูงชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

| แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ | ค่าเฉลี่ย | การแปลผล |
|----------------------------------|-----------|------------------------|
| แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 1 | 4.28 | มีความเหมาะสมมาก |
| แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 2 | 4.61 | มีความเหมาะสมมากที่สุด |
| แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 3 | 4.69 | มีความเหมาะสมมากที่สุด |
| แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 4 | 4.55 | มีความเหมาะสมมากที่สุด |
| แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 5 | 4.56 | มีความเหมาะสมมากที่สุด |
| แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 6 | 4.74 | มีความเหมาะสมมากที่สุด |
| เฉลี่ย | 4.57 | มีความเหมาะสมมากที่สุด |

ตารางภาคผนวก ก - 8 ผลการประเมินความสอดคล้องของแบบทดสอบวัดความสามารถ
ในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

| ข้อที่ | 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 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | ใช้ได้ |
| 4. | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | ใช้ได้ |
| 5. | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | ใช้ได้ |
| 6. | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | .80 | ใช้ได้ |
| 7. | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | ใช้ได้ |
| 8. | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | ใช้ได้ |
| 9. | 1 | 1 | 1 | -1 | -1 | .20 | 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 | 1 | 1 | 1 | ใช้ได้ |
| 14. | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | ใช้ได้ |
| 15. | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | .80 | ใช้ได้ |
| 16. | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | ใช้ได้ |
| 17. | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | ใช้ได้ |
| 18. | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0.8 | ใช้ได้ |

ตารางภาคผนวก ค - 9 (ต่อ)

| ข้อที่ | ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ | | | | | IOC | ผลการประเมิน |
|--------|----------------------------|---------|---------|---------|---------|-----|--------------|
| | คนที่ 1 | คนที่ 2 | คนที่ 3 | คนที่ 4 | คนที่ 5 | | |
| 23. | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | ใช้ได้ |
| 24. | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | .80 | ใช้ได้ |
| 25. | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | ใช้ได้ |
| 26. | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | .80 | ใช้ได้ |
| 27. | 1 | 1 | -1 | 1 | 1 | .60 | ใช้ได้ |
| 28. | 1 | 1 | -1 | 1 | 1 | .60 | ใช้ได้ |
| 29. | 1 | 1 | -1 | 1 | 1 | .60 | ใช้ได้ |
| 30. | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | ใช้ได้ |
| 31. | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | ใช้ได้ |
| 32. | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | ใช้ได้ |
| 33. | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | ใช้ได้ |
| 34. | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | ใช้ได้ |
| 35. | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | ใช้ได้ |
| 36. | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | ใช้ได้ |
| 37. | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | ใช้ได้ |
| 38. | 1 | 1 | -1 | 1 | 1 | .60 | ใช้ได้ |
| 39. | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | ใช้ได้ |
| 40. | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | .80 | ใช้ได้ |

ตารางภาคผนวก ค - 10 ค่าความยาก (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ
วัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

| ข้อที่ | p | r | ผลการพิจารณา |
|--------|-----|-----|--------------|
| 1. | .65 | .13 | ไม่นำไปใช้ |
| 2. | .71 | .54 | นำไปใช้ |
| 3. | .69 | .08 | ไม่นำไปใช้ |
| 4. | .58 | .75 | นำไปใช้ |
| 5. | .61 | .67 | นำไปใช้ |
| 6. | .76 | .13 | ไม่นำไปใช้ |
| 7. | .68 | .46 | นำไปใช้ |
| 8. | .51 | .04 | ไม่นำไปใช้ |
| 9. | .22 | .08 | ไม่นำไปใช้ |
| 10. | .68 | .63 | นำไปใช้ |
| 11. | .65 | .79 | นำไปใช้ |
| 12. | .49 | .13 | ไม่นำไปใช้ |
| 13. | .69 | .58 | นำไปใช้ |
| 14. | .74 | .04 | ไม่นำไปใช้ |
| 15. | .93 | .04 | ไม่นำไปใช้ |
| 16. | .64 | .42 | นำไปใช้ |
| 17. | .50 | .17 | ไม่นำไปใช้ |
| 18. | .61 | .67 | นำไปใช้ |

จากตารางภาคผนวก ค - 10 ผู้วิจัยทำการคัดเลือกแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผล จำนวน 9 ข้อ จากทั้งหมด 18 ข้อ ซึ่งมีค่าความยาก (p) ตั้งแต่ .58 - .71 และค่าอำนาจจำแนก (r) ตั้งแต่ .42 - .79 จากการนำมาหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบได้ดังนี้

$$\begin{aligned}\alpha &= \frac{k}{k-1} \left[1 - \frac{\sum_{i=1}^k s_i^2}{s_t^2} \right] \\ &= \frac{9}{9-1} \left(1 - \frac{7.69}{34.24} \right) \\ &= (1.125) (0.77) \\ &= .83\end{aligned}$$

นั่นคือ ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์เท่ากับ .83

ตารางภาคผนวก ค - 11 ค่าความยาก (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์
ทางการเรียนคณิตศาสตร์

| ข้อที่ | p | r | ผลการพิจารณา |
|--------|-----|-----|--------------|
| 1. | .87 | .13 | ไม่นำไปใช้ |
| 2. | .73 | .40 | นำไปใช้ |
| 3. | .73 | .55 | นำไปใช้ |
| 4. | .97 | .07 | ไม่นำไปใช้ |
| 5. | .67 | .13 | ไม่นำไปใช้ |
| 6. | .63 | .60 | นำไปใช้ |
| 7. | .73 | .40 | นำไปใช้ |
| 8. | .97 | .07 | ไม่นำไปใช้ |
| 9. | .83 | .33 | ไม่นำไปใช้ |
| 10. | .77 | .47 | นำไปใช้ |
| 11. | .80 | .27 | นำไปใช้ |
| 12. | .67 | .13 | ไม่นำไปใช้ |
| 13. | .90 | .20 | ไม่นำไปใช้ |
| 14. | .77 | .33 | นำไปใช้ |
| 15. | .87 | .27 | ไม่นำไปใช้ |
| 16. | .77 | .47 | นำไปใช้ |
| 17. | .83 | .20 | ไม่นำไปใช้ |
| 18. | .80 | .27 | นำไปใช้ |
| 19. | .97 | .07 | ไม่นำไปใช้ |
| 20. | .77 | .47 | นำไปใช้ |
| 21. | .83 | .07 | ไม่นำไปใช้ |
| 22. | .57 | .60 | นำไปใช้ |
| 23. | .67 | .53 | นำไปใช้ |
| 24. | .83 | .20 | ไม่นำไปใช้ |

ตารางภาคผนวก ค - 11 (ต่อ)

| ข้อที่ | <i>p</i> | <i>r</i> | ผลการพิจารณา |
|--------|----------|----------|--------------|
| 25. | .93 | .13 | ไม่นำไปใช้ |
| 26. | .63 | .60 | นำไปใช้ |
| 27. | .83 | .33 | ไม่นำไปใช้ |
| 28. | .70 | .60 | นำไปใช้ |
| 29. | .73 | .13 | ไม่นำไปใช้ |
| 30. | .50 | .47 | นำไปใช้ |
| 31. | .90 | .20 | ไม่นำไปใช้ |
| 32. | .60 | .53 | นำไปใช้ |
| 33. | .80 | .13 | ไม่นำไปใช้ |
| 34. | .73 | .27 | นำไปใช้ |
| 35. | .73 | .13 | ไม่นำไปใช้ |
| 36. | .47 | .67 | นำไปใช้ |
| 37. | .80 | .13 | ไม่นำไปใช้ |
| 38. | .73 | .40 | นำไปใช้ |
| 39. | .50 | .87 | นำไปใช้ |
| 40. | .83 | .07 | ไม่นำไปใช้ |

จากตารางภาคผนวก ค - 11 ผู้วิจัยทำการคัดเลือกแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน คณิตศาสตร์ จำนวน 20 ข้อ จากทั้งหมด 40 ข้อ ซึ่งมีค่าความยาก (*p*) ตั้งแต่ .43 - .80 และค่าอำนาจ จำแนก (*r*) ตั้งแต่ .20 - .87จากนั้นนำข้อสอบที่คัดเลือกละค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ

ตารางภาคผนวก ค - 12 ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางคณิตศาสตร์

| ข้อที่ | <i>p</i> | <i>q</i> | <i>pq</i> |
|--------|----------|----------|-----------|
| 1. | .73 | .27 | .20 |
| 2. | .73 | .27 | .20 |
| 3. | .63 | .37 | .23 |
| 4. | .71 | .27 | .20 |
| 5. | .77 | .23 | .18 |
| 6. | .80 | .20 | .16 |
| 7. | .77 | .23 | .18 |
| 8. | .77 | .23 | .18 |
| 9. | .80 | .20 | .16 |
| 10. | .77 | .23 | .18 |
| 11. | .57 | .43 | .25 |
| 12. | .67 | .33 | .22 |
| 13. | .63 | .37 | .23 |
| 14. | .70 | .30 | .21 |
| 15. | .50 | .50 | .25 |
| 16. | .60 | .40 | .24 |
| 17. | .73 | .27 | .20 |
| 18. | .47 | .53 | .25 |
| 19. | .73 | .27 | .20 |
| 20. | .50 | .50 | .25 |

$$\sum pq = 4.14$$

จากตารางภาคผนวกที่ ค - 12 สามารถหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ
วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ได้ดังนี้

$$\begin{aligned}
 r_{tt} &= \frac{k}{k-1} \left[1 - \frac{\sum pq}{s_t^2} \right] \\
 &= \frac{20}{20-1} \left[1 - \frac{4.14}{31.82} \right] \\
 &= (1.05) (0.87) \\
 &= .92
 \end{aligned}$$

นั่นคือ ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์เท่ากับ .92

ตารางภาคผนวก ค - 13 คะแนนความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน
หลังได้รับจัดการเรียนรู้แบบค้นพบร่วมกับคำถามระดับสูง

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

ตารางภาคผนวก ก - 13 (ต่อ)

| คนที่ | คะแนนความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน (คะแนนเต็ม 27 คะแนน) |
|-------------|---|
| 24. | 24 |
| 25. | 27 |
| 26. | 24 |
| 27. | 19 |
| 28. | 26 |
| 29. | 23 |
| 30. | 26 |
| 31. | 23 |
| 32. | 23 |
| 33. | 25 |
| 35. | 15 |
| 35. | 14 |
| 36. | 17 |
| 37. | 16 |
| 38. | 15 |
| 39. | 14 |
| 40. | 15 |
| 41. | 16 |
| 42. | 15 |
| 43. | 17 |
| 44. | 15 |
| 45. | 13 |
| คะแนนรวม | 945 |
| คะแนนเฉลี่ย | 20.96 (คิดเป็นร้อยละ 77.63 ของคะแนนเต็ม) |

ตารางภาคผนวก ก - 14 คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังได้รับการเรียนรู้
แบบค้นพบร่วมกับคำถามระดับสูง

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

ตารางภาคผนวก ก - 14 (ต่อ)

| คนที่ | คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน (คะแนนเต็ม 20 คะแนน) |
|------------------------------------|---|
| 24. | 15 |
| 25. | 16 |
| 26. | 16 |
| 27. | 15 |
| 28. | 17 |
| 29. | 16 |
| 30. | 15 |
| 31. | 15 |
| 32. | 15 |
| 33. | 14 |
| 34. | 14 |
| 35. | 15 |
| 36. | 17 |
| 37. | 15 |
| 38. | 16 |
| 39. | 16 |
| 40. | 16 |
| 41. | 15 |
| 42. | 14 |
| 43. | 17 |
| 44. | 16 |
| 45. | 15 |
| คะแนนรวม | 743 |
| คะแนนเฉลี่ย | 16.51 |
| (คิดเป็นร้อยละ 82.55 ของคะแนนเต็ม) | |

ภาคผนวก ง

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลการวิจัยโดยใช้โปรแกรม SPSS

1. ผลการวิเคราะห์ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์จากการทำแบบทดสอบ
โดยวิเคราะห์ด้วยสถิติ t - test one sample ดังภาพที่ 10

| | <i>N</i> | Mean | Std. Deviation | Std. Error Mean |
|---------------------------------------|----------|-------|----------------|-----------------|
| ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ | 45 | 20.96 | 4.790 | 0.714 |

| | Test Value = 18.9 | | | | | |
|---------------------------------------|-------------------|-----------|-----------------|-----------------|---|-------|
| | <i>t</i> | <i>df</i> | Sig. (2-tailed) | Mean Difference | 95% Confidence Interval of the Difference | |
| | | | | | Lower | Upper |
| ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ | 2.878 | 44 | 0.006 | 2.055 | 0.616 | 3.49 |

- ภาพที่ 10 ผลการวิเคราะห์ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์โดยวิเคราะห์ด้วยสถิติ t - test for one sample

2. ผลการวิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง เส้นขนาน โดยวิเคราะห์ด้วยสถิติ t - test for one sample ดังภาพที่ 11

| | <i>N</i> | Mean | Std. Deviation | Std. Error Mean |
|---------------------------------|----------|-------|----------------|-----------------|
| ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ | 45 | 16.51 | 1.79 | 0.267 |

| | Test Value = 14 | | | | | |
|---------------------------------|-----------------|-----------|-----------------|-----------------|---|-------|
| | <i>t</i> | <i>df</i> | Sig. (2-tailed) | Mean Difference | 95% Confidence Interval of the Difference | |
| | | | | | Lower | Upper |
| ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ | 9.402 | 44 | 0.000 | 2.511 | 1.97 | 3.05 |

- ภาพที่ 11 ผลการวิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง เส้นขนาน โดยวิเคราะห์ด้วยสถิติ t - test for one sample