ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบการสอนแนะให้รู้คิด (CGI) เรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติ ที่มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

กุลวดี อำภาวงษ์

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรการศึกษามหาบัณฑิต
สาขาวิชาการสอนคณิตศาสตร์
คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา
ธันวาคม 2560
ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยบูรพา

คณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์และคณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ได้พิจารณาวิทยานิพนธ์ของ กุลวดี อำภาวงษ์ ฉบับนี้แล้ว เห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนคณิตศาสตร์ ของมหาวิทยาลัยบูรพาได้

คณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์

.....อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก

(ดร.อาพันธ์ชนิต เจนจิต)

.....อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม

(ดร.พรรณทิพา ตันตินัย)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

.....ประธาน

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.รุ่ง เจนจิต)

.....กรรมการ

(ดร.อาพันธ์ชนิต เจนจิต)

.....กรรมการ

(ดร.พรรณทิพา ตันตินัย)

.....กรรมการ

(ดร.ณัฐกฤตา งามมีฤทธิ์)

คณะศึกษาศาสตร์อนุมัติให้รับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนคณิตศาสตร์ ของมหาวิทยาลัยบูรพา

.....คณบดีคณะศึกษาศาสตร์

(รองศาสตราจารย์ ดร.วิชิต สุรัตน์เรืองชัย)

วันที่ ๑๙ เดือน มีนาคม พ.ศ. 2560

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์นี้สำเร็จได้ด้วยดี เพราะผู้วิจัยได้รับความช่วยเหลือและให้คำปรึกษา แนะนำความรู้อันมีค่าอย่างยิ่งจาก ดร.อาพันธ์ชนิต เจนจิต อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก ดร.พรรณทิพา ตันตินัย อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม ผู้วิจัยขอขอบพระคุณอย่างสูงไว้ ณ ที่นี้

ขอขอบพระคุณกรรมการสอบปากเปล่า ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.รุ่ง เจนจิต ประธานกรรมการ และดร.ณัฐกฤตา งามมีฤทธิ์ กรรมการสอบปากเปล่า ที่ให้คำแนะนำจนทำให้วิทยานิพนธ์นี้มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขอขอบพระคุณผู้ทรงคุณวุฒิ ดร.คงรัฐ นวลแปง อาจารย์ประจำสาขาวิชาการสอนคณิตศาสตร์ ภาควิชาการจัดการเรียนรู้ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา ดร.รัชนิกร ชลไชยะ อาจารย์ประจำสาขาวิชาคณิตศาสตร์ ภาควิชาคณิตศาสตร์ คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา อาจารย์เสาวรส ศรีสุข อาจารย์ประจำสาขาวิชาคณิตศาสตร์ ภาควิชาคณิตศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา ดร. พาวา พงษ์พันธ์ อาจารย์ประจำกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โรงเรียนสาธิต “พิบูลบำเพ็ญ” มหาวิทยาลัยบูรพา อาจารย์จิระนันท์ ศักดิ์ศรีวัฒนา ครูชำนาญการพิเศษ กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โรงเรียนบ้านสวนอุดมวิทยา จังหวัดชลบุรี ที่ให้ความอนุเคราะห์ในการตรวจสอบแก้ไขเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยจนสมบูรณ์

ขอขอบพระคุณผู้อำนวยการ คณะครูและนักเรียนโรงเรียนวัดป่าสะแก และผู้อำนวยการ คณะครูและนักเรียนโรงเรียนวัดป่าสะแกวัดน้ำพุ ที่ให้ความร่วมมือเป็นอย่างดีในการเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือและเพื่องานวิจัยฉบับนี้

ขอขอบพระคุณคณะกรรมการสอบเค้าโครงวิทยานิพนธ์และคณะกรรมการสอบปากเปล่าวิทยานิพนธ์ทุกท่านที่ได้ช่วยเสนอแนะแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ ที่เป็นประโยชน์ทำให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้มีความถูกต้องสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

เหนือสิ่งอื่นใดที่สำคัญที่สุดขอมอบคุณค่าและประโยชน์ทั้งหมดของวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นเครื่องบูชาพระคุณบิดา มารดา ผู้ให้กำเนิดที่ช่วยเหลือสนับสนุนกำลังกาย กำลังใจ ให้ผู้วิจัยได้มีโอกาสศึกษาสำเร็จสมปรารถนา และขอระลึกถึงพระคุณครู-อาจารย์ ทุกท่านที่ประสิทธิ์ประสาทความรู้ให้แก่ผู้วิจัยตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบัน

ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณทุกท่านมา ณ โอกาสนี้ด้วย

กุลวดี อำภาวงษ์

56910144: สาขาวิชา: การสอนคณิตศาสตร์; กศ.ม. (การสอนคณิตศาสตร์)
คำสำคัญ: การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบการสอนแนะให้รู้คิด (CGI)/ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์/ ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์/ ความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติ

กุลวดี อำภาวงษ์: ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบการสอนแนะให้รู้คิด (CGI) ที่มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1(THE EFFECTS OF COGNITIVELY GUIDED INSTRUCTION LEARNING ACTIVITIES ON MATHEMATICS LEARNING ACHIEVEMENT AND THE MATHEMATICAL REASONING ABILITY ON RELATIONS BETWEEN TWO-DIMENSIONAL AND THREE-DIMENSIONAL GEOMETRIC FIGURE OF MATHAYOMSUKSA I STUDENTS) คณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์: อาพันธ์ชนิต เจนจิต, กศ.ด., พรรณทิพา ตันตินัย, ค.ด. 169 หน้า. ปี พ.ศ. 2560.

การวิจัยในครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบการสอนแนะให้รู้คิด (CGI) กับเกณฑ์ร้อยละ 70 2) เปรียบเทียบความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่องความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบการสอนแนะให้รู้คิด (CGI) กับเกณฑ์ร้อยละ 70 โดยประชากรที่ใช้ในการวิจัย คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนวัดป่าสะแก จำนวน 10 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์การสอนแนะให้รู้คิด (CGI) จำนวน 12 แผน แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ และแบบทดสอบความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ร้อยละ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ผลการวิจัย พบว่า

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบการสอนแนะให้รู้คิด (CGI) สูงกว่าเกณฑ์ ร้อยละ 70

2. ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบการสอนแนะให้รู้คิด (CGI) สูงกว่าเกณฑ์ ร้อยละ 70

56910144: MAJOR: MATHEMATICS TEACHING; M.Ed. (MATHEMATICS TEACHING)
KEYWORDS: COGNITIVELY GUIDED INSTRUCTION LEARNING/ MATHEMATICS LEARNING ACHIEVEMENT/ MATHEMATICAL REASONING ABILITY/ RELATIONS BETWEEN TWO-DIMENSIONAL AND THREE-DIMENSIONAL GEOMETRIC FIGURE

KOOLWADEE AUPAWONG: THE EFFECTS OF COGNITIVELY GUIDED INSTRUCTION LEARNING ACTIVITIES ON MATHEMATICS LEARNING ACHIEVEMENT AND THE MATHEMATICAL REASONING ABILITY ON RELATIONS BETWEEN TWO-DIMENSIONAL AND THREE-DIMENSIONAL GEOMETRIC FIGURE OF MATHAYOMSUKSA I STUDENTS. ADVISORY COMMITTEE: APUNCHANIT JANJIT Ed.D., PANTIPA TONTINI, Ph.D. 169 P. 2017.

The purposes of this research were 1) to compare students' mathematics learning achievement on relations between two-dimensional and three-dimensional geometric figure of Mathayomsuksa I students after using the learning cognitively guided instruction with the criterion of 70 percent, and 2) to compare mathematical reasoning ability on relations between two-dimensional and three-dimensional geometric figure of Mathayomsuksa I students after using the learning cognitively guided instruction with the criterion of 70 percent.
The subject was 10 Mathayomsuksa I students at Watpasakae School. Research instruments were twelve lesson plans of cognitively guided instruction, mathematic learning achievement tests and a mathematical reasoning ability test. The data was analyzed by Mean, Percentage and Standard Deviation.

The results showed that:

1. The mathematics learning achievement on relations between two-dimensional and three-dimensional geometric figure of Mathayomsuksa I students after using the learning cognitively guided instruction was higher than the 70 percent criterion.

2. The mathematical reasoning ability on relations between two-dimensional and three-dimensional geometric figure of Mathayomsuksa I students after using the learning cognitively guided instruction was higher than the 70 percent criterion.

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ง

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... จ

สารบัญ ..... ฉ

สารบัญตาราง ..... ซ

สารบัญภาพ ..... ฎ

บทที่

1 บทนำ 1

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา 1

วัตถุประสงค์ของการวิจัย 6

ขอบเขตของการวิจัย 6

เนื้อหาที่ใช้ในงานวิจัย 7

ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย 7

นิยามศัพท์เฉพาะ 7

กรอบแนวคิดในการวิจัย 10

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 12

2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 13

การเรียนการสอนคณิตศาสตร์ 14

การสอนแนะให้รู้คิด 18

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ 30

ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ 43

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 55

3 วิธีดำเนินการวิจัย 59

การกำหนดประชากรที่ใช้ในงานวิจัย 59

การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย 59

การเก็บรวบรวมข้อมูล 80

การวิเคราะห์ข้อมูลและสถิติที่ใช้ 80

4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล 86

สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล 86

สารบัญ (ต่อ)

บทที่		หน้า
	การวิเคราะห์ข้อมูล	86
	ผลวิเคราะห์ข้อมูล	86
5	การสรุปผล อภิปราย และข้อเสนอแนะ	96
	สรุปผลการวิจัย	97
	อภิปรายผลการวิจัย	97
	ข้อเสนอแนะ	100
บรรณานุกรม		100
ภาคผนวก		107
	ภาคผนวก ก	108
	ภาคผนวก ข	113
	ภาคผนวก ค	133
	ภาคผนวก ง	136
ประวัติย่อของผู้วิจัย		169

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	ตารางการสังเคราะห์ ขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบการสอนแนะให้รู้คิด	26
2	เกณฑ์การประเมินความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ของแคลิฟอร์เนีย	51
3	เกณฑ์การประเมินความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ของ Hillen	52
4	เกณฑ์การประเมินความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ของ สสวท.	53
5	เกณฑ์การประเมินความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ของขวัญ เพียซ้าย	53
6	เกณฑ์การประเมินความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ของศศิธร แม้นสงวน	54
7	เกณฑ์การประเมินความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของ ผู้วิจัย	54
8	การวิเคราะห์ ตัวชี้วัด จุดประสงค์การเรียนรู้และสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1	61
9	การวิเคราะห์จุดประสงค์การเรียนรู้ และจำนวนแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติ	70
10	ตารางเกณฑ์การประเมินความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์	75
11	การวิเคราะห์แบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1	76
12	ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 หลังเรียนการจัดการเรียนรู้แบบสอนแนะให้รู้คิด (CGI) เรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติ	87

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
13	การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 หลังเรียนการจัดการเรียนรู้แบบสอนแนะให้รู้คิด (CGI) เรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติ กับเกณฑ์ร้อยละ 70	87
14	ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 หลังเรียนการจัดการเรียนรู้แบบสอนแนะให้รู้คิด (CGI) เรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติ	88
15	การเปรียบเทียบความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 หลังเรียนการจัดการเรียนรู้แบบสอนแนะให้รู้คิด (CGI) เรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติ กับเกณฑ์ร้อยละ 70	88
16	ร้อยละของนักเรียนที่จำแนกตามระดับคะแนนและความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติ	89
17	ค่าเฉลี่ยความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1	114
18	ค่าเฉลี่ยความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2	114
19	ค่าเฉลี่ยความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3	115
20	ค่าเฉลี่ยความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4	116
21	ค่าเฉลี่ยความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5	116
22	ค่าเฉลี่ยความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6	117
23	ค่าเฉลี่ยความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 7	118
24	ค่าเฉลี่ยความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 8	119
25	ค่าเฉลี่ยความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 9	119
26	ค่าเฉลี่ยความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 10	120
27	ค่าเฉลี่ยความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 11	121
28	ค่าเฉลี่ยความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 12	121
29	ค่าเฉลี่ยความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้	122
30	ค่าดัชนีสอดคล้องระหว่างแบบทดสอบกับจุดประสงค์ (IOC) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางคณิตศาสตร์ เรื่องความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติ	123

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่ หน้า

31 ผลการวิเคราะห์ค่าความยาก (*P*) และค่าอำนาจจำแนก (*r*) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางคณิตศาสตร์ เรื่องความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติ 125

32 ค่า p และ q ที่ใช้ในการหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติ 127

33 ค่า $\sum x_i$, $\sum x_i^2$ ทั้งฉบับที่ใช้ในการหาค่า S_t^2 เพื่อใช้แทนค่าในสูตรการหาความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางคณิตศาสตร์ เรื่องความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติ 127

34 ค่าดัชนีสอดคล้องระหว่างแบบทดสอบกับจุดประสงค์ (IOC) ของแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้ทางคณิตศาสตร์ เรื่องความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติ 129

35 ผลการวิเคราะห์ความง่าย (P_E) และค่าอำนาจจำแนก (*r*) ของแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ โดยใช้การวิเคราะห์ข้อสอบอัตนัยของวิทนีย์และซาเบอร์ส โดยใช้เทคนิค 25% เรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติ 130

36 ค่า $\sum x_i$, $\sum x_i^2$ และ s_i^2 เพื่อใช้แทนค่าในสูตรการหาความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่องความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติ 131

37 ค่า $\sum x_i$, $\sum x_i^2$ ทั้งฉบับที่ใช้ในการหาค่า s_i^2 เพื่อใช้แทนค่าในสูตรการหาความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติ 131

38 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางคณิตศาสตร์ หลังจากจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสอนแนะให้รู้คิด (CGI) เรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 134

39 แบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ หลังจากจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสอนแนะให้รู้คิด (CGI) เรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 135

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	กรอบแนวคิดในการวิจัย	11
2	ขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์	40
3	ความสอดคล้องระหว่างจุดมุ่งหมาย	41
4	ตัวอย่างข้อสอบที่ได้คะแนนความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ 3 คะแนน	90
5	ตัวอย่างข้อสอบที่ได้คะแนนความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ 2 คะแนน	90
6	ตัวอย่างข้อสอบที่ได้คะแนนความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ 1 คะแนน	91
7	ตัวอย่างข้อสอบที่ได้คะแนนความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ 0 คะแนน	92

บทที่ 1
บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

คณิตศาสตร์เป็นศาสตร์แห่งการคิด มีบทบาทสำคัญยิ่งต่อการพัฒนาความคิดมนุษย์ ทำให้มนุษย์มีความคิดสร้างสรรค์ คิดอย่างมีเหตุผล เป็นระบบ มีแบบแผน สามารถวิเคราะห์ปัญหาหรือสถานการณ์ได้อย่างถี่ถ้วนรอบคอบ ช่วยให้คาดการณ์ วางแผน ตัดสินใจ แก้ปัญหา และนำไปใช้ในชีวิตประจำวันได้อย่างถูกต้องเหมาะสม (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551 ข, หน้า 1) ดังจะเห็นได้จากโครงการ PISA ซึ่งเป็นโครงการประเมินนักเรียนระดับนานาชาติ ที่ใช้คณิตศาสตร์เพื่อศึกษาการรับรู้สาระ การมีข้อมูลข่าวสาร และการเป็นผู้บริโภคที่ฉลาดเพียงใด ซึ่งพลเมืองของทุกชาติในปัจจุบันจะต้องเผชิญกับภารกิจที่ต้องใช้แนวคิดคณิตศาสตร์ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี [สสวท.], 2555 ก, หน้า 1) ซึ่งสอดคล้องกับ เวชฤทธิ์ อังกนะภัทรขจร (2555, หน้า 2) ที่กล่าวว่าคณิตศาสตร์เป็นวิชาที่ได้รับความสำคัญในทุก ๆ ประเทศ ซึ่งประเทศไทย เล็งเห็นถึงความสำคัญของคณิตศาสตร์เช่นกัน ดังจะเห็นได้จากในหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ที่กำหนดให้ คณิตศาสตร์ อยู่ใน 8 กลุ่มสาระการเรียนรู้ ประกอบด้วย ภาษาไทย คณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ สังคมศึกษา ศาสนา และวัฒนธรรม สุขศึกษาและพลศึกษา ศิลปะ การงานอาชีพและเทคโนโลยี และภาษาต่างประเทศ นอกจากนั้นยังมีการจัดระดับการศึกษาเป็น 3 ระดับ เป็นระดับประถมศึกษา ชั้นประถมศึกษาปีที่ 1-6 เป็นช่วงแรกของการศึกษาภาคบังคับ ซึ่งเริ่มจัดให้มีการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ และระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ชั้นมัธยมศึกษาที่ 1-3 เป็นช่วงสุดท้ายของการศึกษาภาคบังคับ โดยยังจัดให้มีการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ และระดับมัธยมศึกษาตอนปลายชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4-6 เป็นการเน้นการเพิ่มพูนความรู้และทักษะเฉพาะด้าน ยังคงจัดให้มีการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ ซึ่งกลุ่มสาระคณิตศาสตร์เปิดโอกาสให้เยาวชนทุกคนได้เรียนรู้คณิตศาสตร์อย่างต่อเนื่องตามศักยภาพ โดยกำหนดสาระหลักที่จำเป็นสำหรับนักเรียนทุกคน ดังนี้ 1) จำนวนและการดำเนินการ 2) การวัด 3) เรขาคณิต 4) พีชคณิต 5) การวิเคราะห์ข้อมูลและความน่าจะเป็น 6) ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ แสดงให้เห็นว่าประเทศไทยให้ความสำคัญในการเรียนการสอนคณิตศาสตร์เป็นอย่างยิ่ง (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551 ก, หน้า 1-23)

นอกจากเนื้อหาสาระคณิตศาสตร์แล้ว ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ก็มีความสำคัญ ดังที่ระบุใน โครงการ PISA (Programme for international student assessment) ซึ่งระบุถึงความรู้ในเนื้อหาคณิตศาสตร์ล้วน ๆ ยังไม่เพียงพอสำหรับการแก้ปัญหา แง่มุมสำคัญของ

การเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่สำคัญอีกด้านหนึ่ง คือ เรื่องของ “กระบวนการทางคณิตศาสตร์” จึงมีการส่งเสริมให้มีการพัฒนาทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ในขณะการสอนเนื้อหาคณิตศาสตร์อย่างต่อเนื่องในทุกระดับของนักเรียน เพื่อที่นักเรียนจะได้ทั้งความรู้และทักษะกระบวนการควบคู่กันไป ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่เน้นในระดับการศึกษาขั้นพื้นฐานทั้งในต่างประเทศและประเทศไทยคล้ายคลึงกัน โดยประกอบไปด้วย 5 ทักษะหลัก คือ การแก้ปัญหา การให้เหตุผล การสื่อสาร สื่อความหมาย และการนำเสนอ การเชื่อมโยง และการคิดริเริ่มสร้างสรรค์ (อัมพร ม้าคนอง, 2553 ข, หน้า 21-22) จากหลายปีที่ผ่านมา สภาครูคณิตศาสตร์แห่งชาติของสหรัฐอเมริกา (National Council of Teachers of Mathematics: NCTM) ได้ให้ความสำคัญกับความสามารถในการให้เหตุผล โดยได้เสนอหนังสือมาตรฐานหลักสูตรและการประเมินผลคณิตศาสตร์ระดับโรงเรียน ในปี ค.ศ. 1989 และหนังสือหลักการและมาตรฐานสำหรับโรงเรียนในปี ค.ศ. 2000 ซึ่งมีจุดประสงค์เพื่อพัฒนาคุณภาพการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์ตั้งแต่อนุบาลถึงเกรด 12 โดยได้กำหนดการให้เหตุผลเป็นมาตรฐานหนึ่งในการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์ โดยกล่าวถึงความสามารถในการให้เหตุผลไว้ว่า การพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลเป็นเรื่องที่สำคัญยิ่งซึ่งนักเรียนเกรด 6-8 ควรจะได้รับการพัฒนาอย่างเอาใจใส่และระมัดระวังจากผู้สอน โดยสอนผ่านสถานการณ์ปัญหาในบริบทที่หลากหลาย (สสวท., 2555 ก, หน้า 4; National Council of Teachers of Mathematics [NCTM], 2000, p. 262)

จากที่กล่าวมา จะเห็นว่าสภาครูคณิตศาสตร์แห่งชาติของสหรัฐอเมริกา ได้แสดงเห็นถึงประโยชน์และความสำคัญของการให้เหตุผลเป็นอย่างมาก นอกจากสภาครูคณิตศาสตร์แห่งชาติของสหรัฐอเมริกาแล้ว โครงการ PISA โครงการประเมินผลนักเรียนนานาชาติ (Programme for International Student Assessment) ได้ระบุว่า แง่มุมที่สำคัญของการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ คือ กระบวนการที่นักเรียนนำมาใช้ในความพยายามที่จะแก้ปัญหานั้น ๆ ถือว่าเป็น สมรรถนะทางคณิตศาสตร์ สมรรถนะต่าง ๆ เหล่านี้จะสะท้อนถึงวิธีที่นักเรียนใช้กระบวนการทางคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหา ซึ่งแบ่งการประเมินออกเป็น 8 สมรรถนะ ได้แก่ การคิดและการใช้เหตุผล การสร้างข้อโต้แย้ง การสื่อสาร การสร้างตัวแบบ การตั้งและการแก้ปัญหา การแสดงเครื่องหมายแทน การใช้สัญลักษณ์ ภาษา และการดำเนินการ และใช้ตัวช่วย และเครื่องมือ จะเห็นได้ว่าได้มีการจัดให้การให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์เป็นหนึ่งในสมรรถนะที่ต้องการประเมิน (สสวท., 2555 ค, หน้า 3-5) และโครงการ TIMSS (Trends in International Mathematics and Science Study) ซึ่งเป็นโครงการที่สมาคมนานาชาติเพื่อการประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 มีขอบเขตในการประเมินอันประกอบด้วยด้านเนื้อหา และด้านพฤติกรรมการเรียนรู้ ซึ่งด้านการประเมินพฤติกรรมการเรียนรู้ ได้กำหนดให้การให้เหตุผลเป็นส่วนหนึ่งที่ต้องใช้ในพฤติกรรมการเรียนรู้ที่ใช้ในการประเมิน (สสวท., 2556, หน้า 1-2) ซึ่งแสดงให้เห็นว่าการให้

เหตุผลมีความสำคัญในการเรียนการสอนและการใช้งานคณิตศาสตร์ จากการศึกษาข้างต้นยังสะท้อนให้เห็นว่าโครงการนานาชาติอย่าง PISA และ TIMSS ได้จัดให้การให้เหตุผลเป็นสิ่งที่ต้องประเมิน

จากการศึกษาความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์จากผลการประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ สำหรับโครงการ TIMSS 2011 ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ในการประเมินด้านพฤติกรรมการเรียนรู้ ด้านการให้เหตุผล พบว่า ผลการจัดอันดับคะแนนการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ของประเทศไทยมีแนวโน้มที่จะได้คะแนนลดลงอย่างต่อเนื่อง (สสวท., 2556, หน้า 3-5; Gonzales, 2009, pp. 11-12) ในขณะที่ประเทศอื่นส่วนใหญ่จะรักษาระดับเดิมไว้โดยเพิ่มขึ้นหรือลดลงไม่มากนัก และพบว่า คะแนนการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของประเทศไทยในโครงการ TIMSS ในปี ค.ศ. 2007 และ ค.ศ. 2011 มีคะแนนการให้เหตุผลเท่ากับ 456 และ 429 ซึ่งมีคะแนนต่ำกว่าค่ากลางของการประเมิน TIMSS ที่ 500 คะแนน และอยู่ในเกณฑ์ความสามารถระดับ 1 หรือระดับต่ำ ซึ่งมีคะแนนตั้งแต่ 401-475 คะแนน (สสวท., 2556, หน้า 3-5; Gonzales, 2009, p. 12) ผลการประเมินของโครงการ TIMSS สะท้อนให้เห็นถึงปัญหาความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนในประเทศไทย

จาก NCTM (2000, p. 262) ที่ระบุว่า การให้เหตุผล คือ ส่วนประกอบที่สำคัญของคณิตศาสตร์ ซึ่งสอดคล้องกับผลการศึกษาผลประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของโครงการ TIMSS ในประเทศที่มีคะแนนการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ลดลง จะพบว่า คะแนนด้านเนื้อหาคณิตศาสตร์ก็จะลดต่ำลงเช่นกัน ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาในข้างตน ที่พบว่าการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของประเทศไทยที่ลดต่ำลงอย่างต่อเนื่อง และผลคะแนนด้านเนื้อหาคณิตศาสตร์ที่ลดต่ำลงอย่างต่อเนื่องเช่นกัน จึงมีความสอดคล้องกัน ดังจะเห็นได้จากคะแนนด้านเนื้อหาคณิตศาสตร์ของประเทศไทยในโครงการ TIMSS ในปี ค.ศ. 2007 และ ค.ศ. 2011 มีคะแนนเท่ากับ 453 และ 427 ที่มีคะแนนต่ำกว่าค่ากลางของการประเมิน TIMSS ที่ 500 คะแนน และอยู่ในเกณฑ์ความสามารถ ระดับ 1 หรือระดับต่ำ ซึ่งมีคะแนนตั้งแต่ 401-475 คะแนน (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2556, หน้า 3-5; Gonzales, 2009, pp. 11-12) และยังพบว่า คะแนนเรขาคณิตเป็นคะแนนที่ได้น้อยที่สุดในด้านเนื้อหา และลดลงอย่างต่อเนื่องจากในปี ค.ศ. 1999 ซึ่งมีคะแนนอยู่ที่ 484 คะแนน ต่อมาในปี ค.ศ. 2007 มีคะแนนอยู่ที่ 442 และในปี ค.ศ. 2011 มีคะแนนอยู่ที่ 415 คะแนน เป็นคะแนนที่ได้ต่ำที่สุด และต่ำกว่าค่ากลางของการประเมิน TIMSS ที่ 500 คะแนน และอยู่ในเกณฑ์ความสามารถระดับ 1 หรือระดับต่ำ ซึ่งมีคะแนนตั้งแต่ 401-475 คะแนน และเมื่อศึกษาในประเทศไทย โดยการจำแนกตามอนุภูมิภาค พบว่า คะแนนเรขาคณิต ส่วนใหญ่เป็นคะแนนที่ต่ำที่สุดในด้านเนื้อหาเช่นกัน (สสวท., 2556, หน้า 3-4; Gonzales, 2009, pp. 11-12) ซึ่งสอดคล้องกับสถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ (2556, หน้า 8) ที่ชี้ให้เห็น

ว่าเด็กไทยในชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ อ่อนเรขาคณิตอย่างมาก และเมื่อศึกษาการประเมิน TIMSS ด้านเนื้อหา จึงพบว่า คะแนนเรขาคณิตก็เป็นคะแนนที่ต่ำที่สุดในด้านเนื้อหาเช่นกัน ซึ่งมีคะแนน 488 ต่ำกว่าค่ากลางของการประเมิน TIMSS คือ 500 คะแนน (สสวท., 2556, หน้า 3-5) และสอดคล้องกับผลคะแนน O-NET สาระเรขาคณิตของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปี 3 โรงเรียนวัดป่าสะแก จังหวัดสุพรรณบุรี ที่ได้คะแนนต่ำลง จากปี พ.ศ. 2555 ซึ่งนักเรียนได้ผลคะแนนผลคะแนน O-NET สาระเรขาคณิตเฉลี่ย 34.29 แต่ในปี พ.ศ. 2556 นักเรียนได้ผลคะแนนเฉลี่ยเพียง 21.48 และในปี พ.ศ. 2557 นักเรียนได้ผลคะแนนเฉลี่ยเพียง 29.23 ซึ่งเป็นคะแนนที่ตกต่ำลง ด้วยเหตุนี้การจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ในโรงเรียนวัดป่าสะแก จังหวัดสุพรรณบุรี ควรให้ความสำคัญกับการพัฒนาผลสัมฤทธิ์และความสามารถในการให้เหตุผลทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียน

จากการศึกษานักเรียนในโรงเรียนวัดป่าสะแก จังหวัดสุพรรณบุรี เกี่ยวกับความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ โดยสัมภาษณ์ครูผู้สอนวิชาคณิตศาสตร์ภายในโรงเรียน พบว่านักเรียนมีความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์น้อยมาก โดยเฉพาะสาระเรขาคณิต ซึ่งในการเรียนการสอนส่วนใหญ่เป็นการเรียนการสอนที่สนใจแต่เพียงการแก้ปัญหาเพื่อให้ได้มาซึ่งคำตอบเท่านั้น และนักเรียนพบเจอสถานการณ์ที่ต้องแสดงความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์เกี่ยวกับเรขาคณิต หรือพบเจอน้อยมาก จึงทำให้นักเรียนส่วนใหญ่ไม่สามารถให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์เกี่ยวกับเรขาคณิตได้

จากการศึกษาตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางกลุ่มสาระคณิตศาสตร์ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551 ก, หน้า 28) พบว่าเนื้อหาแรกในหลักสูตรของระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ที่ให้นักเรียนได้เรียนรู้เกี่ยวกับการให้เหตุผลเบื้องต้นทางเรขาคณิต คือ ความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติ ในชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 และประกอบกับนักเรียนโรงเรียนวัดป่าสะแก มีผลสัมฤทธิ์และความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์น้อยมาก โดยเฉพาะสาระเรขาคณิต ผู้วิจัยจึงสนใจกิจกรรมการจัดการเรียนการสอนเรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติ เพื่อมาใช้ในการพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลและผลสัมฤทธิ์ทางคณิตศาสตร์ และจากการศึกษาแนวการการเรียนการสอนแบบแนะให้รู้คิด (Cognitively guided instruction: CGI) เป็นแนวการจัดการเรียนรู้ที่อยู่บนพื้นฐานของความรู้และความเชื่อของครูที่เกิดจากการทำความเข้าใจการคิด และการจัดการเรียนคณิตศาสตร์ให้ดีต้องเรียนรู้ผ่านการแก้ปัญหา แล้วนำมาพิจารณาใช้ในการออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ (Carpenter, Fennema, Peterson, Chiang, & Loef, 1989, pp. 499-531; Fennema, 1993, pp. 555-583) เพื่อใช้พัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลและผลสัมฤทธิ์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน และยังเป็นวิธีการหนึ่ง

ที่มุ่งส่งเสริมสนับสนุนให้เด็กรู้จักการคิดแก้ปัญหาได้ด้วยตนเอง เป็นวิธีการที่ได้รับการยอมรับแล้วว่าเป็นการสอนที่มีประสิทธิภาพ (National Research Council, 2000, p. 389) โดยแนวทางการสอนแบบแนะให้รู้คิดในชั้นเรียน เป็นการเน้นให้ผู้เรียนคิดหาวิธีการแก้ปัญหาด้วยตนเอง เพราะการสอนแบบแนะให้รู้คิดเป็นการจัดการเรียนการสอน ซึ่งมุ่งให้นักเรียนสร้างความรู้ด้วยตัวเอง โดยผู้สอนมีบทบาทหลัก คือ ใช้คำถามและฟังเพื่อประเมินความเข้าใจของนักเรียน พร้อมหาวิธีการสอนที่เหมาะสมกับนักเรียน ส่วนบทบาทของนักเรียน คือ เป็นผู้แก้ปัญหา และอธิบายแนวคิดในการแก้ปัญหา (Land, 2007, p. 8; Hoosain & Chance, 2004, p. 474) โดยผู้สอนมีหน้าที่คอยสนับสนุนและเอื้ออำนวยความสะดวกในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้อย่างต่อเนื่องให้แก่นักเรียน เปิดโอกาสให้นักเรียนได้ทำงานเป็นกลุ่ม มีโอกาสนำเสนอความคิดของตนเอง ร่วมกันอภิปราย (เวชฤทธิ์ อังกนะภัทรขจร, 2552, หน้า 2) ซึ่งหลักสำคัญของการเรียนการสอนแบบแนะให้รู้คิด (Cognitively guided instruction: CGI) คือ การตั้งโจทย์ปัญหา การสังเกต การใช้คำถามของผู้สอน และการฟังการอธิบายของนักเรียน เพื่อดูวิธีการคิดแก้ปัญหาของนักเรียน ซึ่งไม่เน้นคำตอบของปัญหา แต่เน้นไปที่กระบวนการคิดที่ได้มาซึ่งคำตอบ แล้วนำสิ่งที่ได้จากการสังเกต จากการฟังในสิ่งที่นักเรียนอธิบายแสดงแนวคิดมาประกอบเป็นข้อมูลในการตัดสินใจ ที่อยู่บนความรู้และความเชื่อของตัวผู้สอนเองเพื่อหาวิธีการสอนที่สอดคล้องกับความสามารถของนักเรียน ดังนั้นในชั้นเรียนใช้การสอนแบบแนะให้รู้คิด เวลาส่วนใหญ่จึงใช้ไปกับการคิดแก้ปัญหาของเด็ก และความรู้ของนักเรียนที่ได้มานั้นเป็นผลมาจากกระบวนการคิดแก้ปัญหาของนักเรียนเอง (Carpenter et al., 1989)

จากหลักสำคัญของการเรียนการสอนแบบแนะให้รู้คิด (Cognitively guided instruction: CGI) ข้างต้น ซึ่งได้รับการยอมรับว่าเป็นวิธีการสอนที่มีประสิทธิภาพ ประกอบกับงานวิจัยที่ใช้การเรียนการสอนแบบแนะให้รู้คิด (CGI) แล้วมีผลดีต่อการเรียนของนักเรียน สมควรจะนำมาใช้ในการพัฒนาผลสัมฤทธิ์และความสามารถในการให้เหตุผลทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียน ดังจะเห็นได้จากงานวิจัยของกุลกาญจน์ สุวรรณรักษ์ (2556, หน้า 63) ได้นำเรียนการสอนแบบแนะให้รู้คิด (CGI) มาใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 หลังการจัดการเรียนรู้แบบการสอนแบบแนะให้รู้คิด (CGI) แล้วพบว่า นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์สูงกว่าก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้แบบการสอนแบบแนะให้รู้คิด อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ซึ่งสอดคล้องกับสุธารัตน์ สมรรถการ (2556, หน้า 108) ที่ได้นำการเรียนการสอนแบบแนะให้รู้คิด (CGI) มาใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 และอำภารัตน์ ผลาวรรณ์ (2556, หน้า 133-134) ได้นำการเรียนการสอนแบบแนะให้รู้คิด (CGI) มาใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หลังการจัดการเรียนรู้แบบการสอนแบบแนะให้รู้คิด (CGI) แล้วพบว่า นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์สูงกว่าก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้แบบการสอนแบบแนะ

ให้รู้คิด อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 นอกจากนั้นแล้ว ขวัญ เพียซ้าย (2553, หน้า 107-111) ได้นำการเรียนการสอนแบบแนะให้รู้คิด (CGI) มาใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เพื่อพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลเชิงสัดส่วน ซึ่งผ่านเกณฑ์ มีจำนวนมากกว่าร้อยละ 75 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมดที่นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 สอดคล้องกับเวชฤทธิ์ อังกนะภัทรขจร (2551, หน้า 196-197) ที่ได้นำการเรียนการสอนแบบแนะให้รู้คิด (CGI) มาใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่พัฒนาความสามารถในการให้เหตุผล พบว่า นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ย จากการทำแบบทดสอบภายหลังการทดลองมากกว่าก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ซึ่งจากการศึกษาข้างต้นจึงทำให้ผู้วิจัยสนใจที่จะนำกิจกรรมการเรียนรู้แบบแนะให้รู้คิด (CGI) มาพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ซึ่งนักเรียนในชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ซึ่งถือว่าเป็นวัยที่เด็กจะมีพัฒนาการทางด้านความรู้ความเข้าใจถึงระดับสูง เนื่องจากทฤษฎีการพัฒนาทางสติปัญญาของเพียเจต์ ได้สรุปไว้ว่า ความเข้าใจในการใช้เหตุผลจะเกิดขึ้นอย่างชัดเจนตั้งแต่อายุ 11-15 ปี กล่าวคือ สามารถคิดแก้ปัญหาที่เป็นรูปธรรมและนามธรรมได้ (ระพินทร์ ฉายวิมล, 2546, หน้า 46) แสดงให้เห็นว่า นักเรียนชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 1 ซึ่งอยู่ในช่วงอายุ 12-13 ปี เป็นวัยที่สมควรได้รับการพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผล

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบการสอนแนะให้รู้คิด (CGI) กับเกณฑ์ร้อยละ 70

2. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบการสอนแนะให้รู้คิด (CGI) กับเกณฑ์ร้อยละ 70

ขอบเขตของการวิจัย

1. ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่กำลังศึกษาอยู่ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2558 โรงเรียนวัดป่าสะแก เขตอำเภอเดิมบางนางบวช จังหวัดสุพรรณบุรี จำนวน 1 ห้องเรียน รวมทั้งสิ้น 10 คน ซึ่งจัดแบบคละความสามารถ

2. ตัวแปรที่ใช้ในการศึกษา

2.1 ตัวแปรอิสระ คือ การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบการสอนแนะให้รู้คิด (CGI)

2.2 ตัวแปรตาม คือ

2.2.1 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติ

2.2.2 ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติ

เนื้อหาที่ใช้ในงานวิจัย

เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นเนื้อหาในกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ของกระทรวงศึกษาธิการ และตามหลักสูตรสถานศึกษาโรงเรียนวัดป่าสะแก รวม 12 คาบ คาบละ 1 ชั่วโมง ประกอบด้วยหัวข้อต่อไปนี้

1. ภาพของรูปเรขาคณิตสามมิติ จำนวน 2 คาบ
2. หน้าตัดของรูปเรขาคณิตสามมิติ จำนวน 4 คาบ
3. ภาพที่ได้จากการมองทางด้านหน้า ด้านข้างและด้านบนของรูปเรขาคณิตสามมิติ จำนวน 4 คาบ
4. รูปเรขาคณิตที่ประกอบขึ้นจากลูกบาศก์ จำนวน 2 คาบ

ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2558 โดยผู้วิจัยดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลด้วยตนเอง ใช้เวลาในการเก็บรวบรวมข้อมูลทั้งหมดจำนวน 12 คาบ และสอบหลังเรียน 2 คาบ รวมเป็น 14 คาบ คาบละ 1 ชั่วโมง

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบการสอนแนะให้รู้คิด หมายถึง การจัดการเรียนการสอนที่อยู่บนพื้นฐานการคิดตามความเข้าใจของนักเรียน เกิดจากความรู้ของนักเรียน ให้ความสำคัญกับการคิด การแก้ปัญหา และสามารถเขียนแสดงเหตุผลได้ด้วยตัวของนักเรียนเอง โดยมีผู้สอนเป็นผู้สนับสนุนและเอื้ออำนวยความสะดวกในการจัดการเรียนรู้อย่างต่อเนื่อง มีขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้ ดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นนำเสนอปัญหา ในขั้นนี้ผู้สอนเสนอสถานการณ์ปัญหาให้แก่นักเรียน โดยสถานการณ์ปัญหาที่ผู้สอนเลือกมานั้นต้องเหมาะสม ตรงตามจุดประสงค์ที่ตั้งไว้และสอดคล้องกับความสามารถของนักเรียน ซึ่งมีหลายบริบทและเป็นสถานการณ์ปัญหาที่น่าสนใจให้นักเรียนมีประสบการณ์ในการแก้ปัญหาที่หลากหลาย

ขั้นที่ 2 ขั้นลงมือปฏิบัติกิจกรรม ในขั้นนี้ผู้สอนเปิดโอกาสให้ นักเรียนทำความเข้าใจและลงมือคิดแก้ปัญหา โดยจะให้นักเรียนอ่านและทำความเข้าใจในประเด็นต่าง ๆ ในสถานการณ์ปัญหา จากนั้นนักเรียนลงมือคิดวิเคราะห์เพื่อหาวิธีการแก้ปัญหาที่ใช้แนวคิดของตนเอง ซึ่งผู้สอนเปิดโอกาสให้นักเรียนมีอิสระ แต่จะคอยสังเกตดูและสนับสนุนการเรียนรู้การแก้ปัญหาของนักเรียน คอยกระตุ้นให้นักเรียนเกิดการคิดและเขียนแสดงเหตุผล พร้อมทั้งตอบคำถามและรับฟังความคิดเห็นของนักเรียนที่มีข้อสงสัยหรือเกิดความไม่ชัดเจนในบางประเด็น

ขั้นที่ 3 ขั้นนำเสนอ ในขั้นนี้ผู้สอนเปิดโอกาสให้นักเรียนออกมานำเสนอแนวคิดและวิธีการในการแก้ปัญหาของตนเอง โดยผู้สอนอาจจะเลือกถามนักเรียนเป็นรายบุคคล หรือตามความสมัครใจของนักเรียน และมีการอภิปรายแลกเปลี่ยนแนวคิดในการแก้ปัญหาระหว่างกัน และมีการขยายประเด็นของปัญหาโดยผู้สอนและนักเรียน ร่วมกันอภิปรายในประเด็นที่น่าสนใจของปัญหาพร้อมแสดงเหตุผลในการเลือกใช้

ขั้นที่ 4 ขั้นสรุป ในขั้นนี้ผู้สอนและนักเรียนร่วมกันอภิปรายความรู้ วิธีการที่ใช้ หรือแนวคิดที่ได้จากการแก้ปัญหา ซึ่งได้มาหลังจากที่นักเรียนรายงานคำตอบ วิธีการและเหตุผลของตนเองแล้ว โดยช่วยกันในการสรุปประเด็นต่าง ๆ ที่ได้จากการแก้ปัญหา ซึ่งมีผู้สอนเป็นผู้นำในการอภิปรายสรุปร่วมกันกับนักเรียน จากนั้นผู้สอนมอบหมายงาน

2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ หมายถึง ระดับความสามารถของบุคคลในการเรียนคณิตศาสตร์ โดยสอดคล้องกับพฤติกรรมด้านความรู้ ความคิด (Cognitive domain) ในการเรียนคณิตศาสตร์ ตามที่วิลสัน (Wilson, 1971, pp. 643-696) จำแนกไว้เป็น 4 ระดับ คือ

2.1 ด้านความรู้ความจำเกี่ยวกับการคิดคำนวณ (Computation) ในด้านข้อเท็จจริง คำศัพท์ นิยาม และกระบวนการในการคิดคำนวณ

2.2 ด้านความเข้าใจ (Comprehension) เกี่ยวกับความคิดรวบยอด หลักการ การสรุปอ้างอิง และโครงสร้างทางคณิตศาสตร์ ความสามารถในการเปลี่ยนรูปแบบปัญหาจากแบบหนึ่งไปยัง อีกแบบหนึ่งการอ่านและทำความเข้าใจข้อความทางคณิตศาสตร์ การอ่านและการตีความโจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์

2.3 ด้านการนำไปใช้ (Application) เป็นความสามารถในการตัดสินใจแก้ปัญหาที่นักเรียนคุ้นเคย เพราะคล้ายกับปัญหาที่นักเรียนประสบอยู่ในระหว่างเรียน หรือแบบฝึกหัดที่นักเรียนต้องเลือกกระบวนการแก้ปัญหา และดำเนินการแก้ปัญหาโดยไม่ยาก

2.4 ด้านการวิเคราะห์ (Analysis) เป็นความสามารถในการแก้ปัญหาที่นักเรียนไม่เคยเห็นหรือไม่เคยทำแบบฝึกหัดมาก่อน ซึ่งส่วนใหญ่เป็นโจทย์เป็นโจทย์พลิกแพลง แต่ก็อยู่ในขอบเขตของเนื้อหาวิชาที่เรียน การแก้โจทย์ปัญหาดังกล่าว ต้องอาศัยความรู้ที่ได้เรียนมารวมกับความคิดสร้างสรรค์ผสมผสานกันเพื่อแก้ปัญหา

3. ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ หมายถึง กระบวนการคิดทางคณิตศาสตร์ที่ต้องอาศัยหลักการทางคณิตศาสตร์ มาอธิบายเหตุผล การหาความสัมพันธ์ ซึ่งนำมาวิเคราะห์สรุปข้อมูลได้อย่างสมเหตุสมผล วัดได้โดยใช้แบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

4. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ หมายถึง แบบทดสอบที่มุ่งวัดพฤติกรรมและ ประสบการณ์ทางการเรียนรู้ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน ซึ่งมุ่งวัดคุณลักษณะด้านความรู้ความคิดในเรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติ เป็นแบบเลือกตอบจำนวน 25 ข้อ

5. แบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ หมายถึง แบบทดสอบที่ให้นักเรียนระบุเหตุผลที่ใช้ในกระบวนการคิดทางคณิตศาสตร์ที่มาอธิบายเหตุผล การวิเคราะห์การหาความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติ ซึ่งนำมาวิเคราะห์สรุปข้อมูลได้อย่างสมเหตุสมผล เป็นแบบอัตนัย จำนวน 11 ข้อ

6. เกณฑ์ หมายถึง คะแนนขั้นต่ำที่จะยอบรับว่านักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ วิเคราะห์ได้จากคะแนนข้อสอบหลังเรียน แล้วนำคะแนนเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละเทียบกับเกณฑ์ โดยที่ผู้วิจัยใช้เกณฑ์ร้อยละ 70 ขึ้นไปของคะแนนรวม ซึ่งปรับปรุงมาจากเกณฑ์การตัดสินผลการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ของแนวปฏิบัติเกี่ยวกับการใช้หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 สำนักวิชาการและมาตรฐานศึกษา (สำนักวิชาการและมาตรฐานศึกษา, 2551, หน้า 18)

คะแนนร้อยละ 80-100 หมายถึง มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์หรือความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับดีเยี่ยม

คะแนนร้อยละ 75-79 หมายถึง มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์หรือความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับดีมาก

คะแนนร้อยละ 70-74 หมายถึง มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์หรือความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับดี

คะแนนร้อยละ 65-69 หมายถึง มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์หรือความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับค่อนข้างดี

คะแนนร้อยละ 60-64 หมายถึง มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์หรือความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับน่าพอใจ

คะแนนร้อยละ 55-59 หมายถึง มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์หรือความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับพอใช้

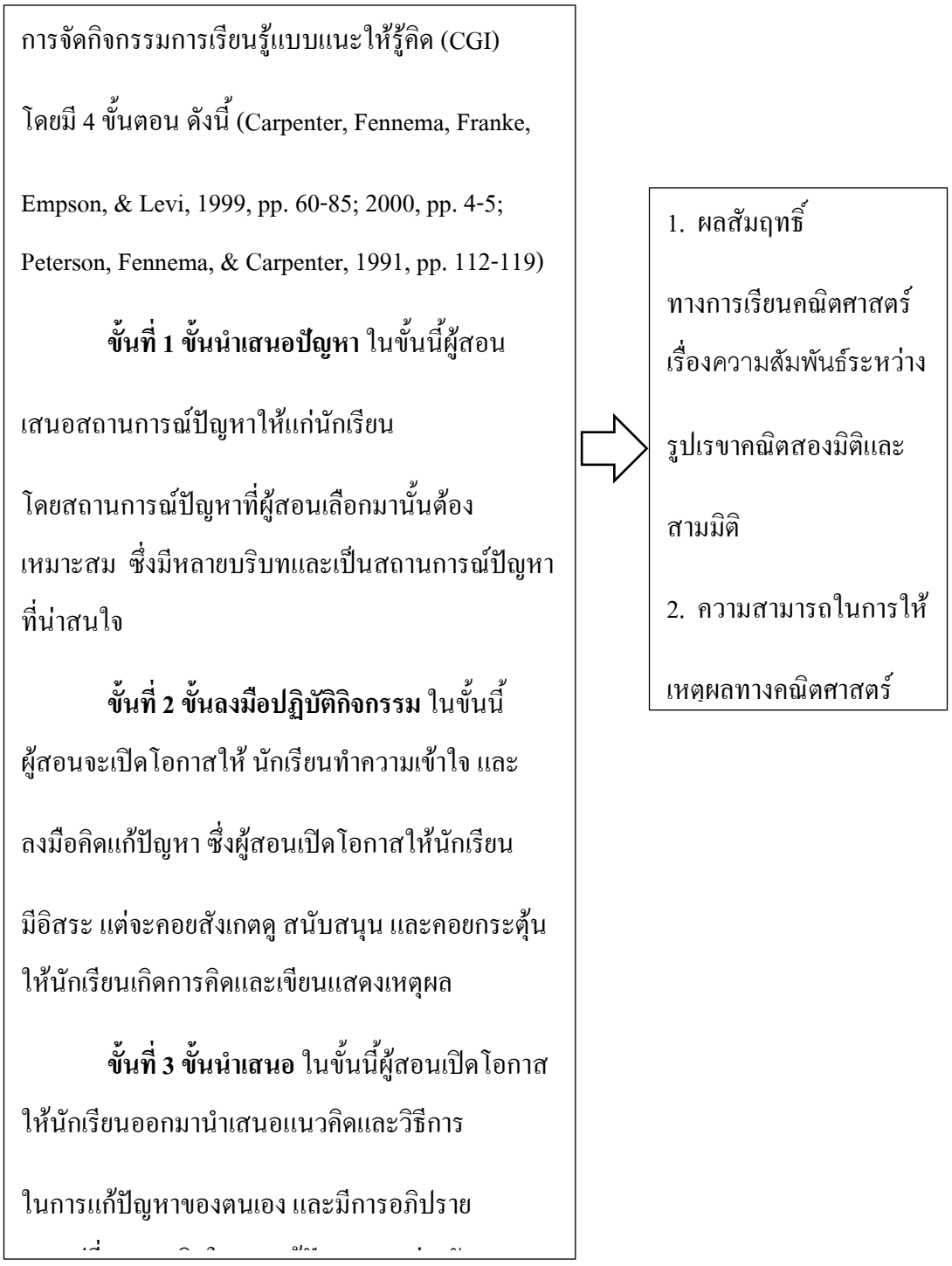
คะแนนร้อยละ 50-54 หมายถึง มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์หรือความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับผ่านเกณฑ์ขั้นต่ำ

คะแนนร้อยละ 0-49 หมายถึง มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์หรือความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับต่ำกว่าเกณฑ์

กรอบแนวคิดในการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบการสอนแนะให้รู้คิด (CGI) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ซึ่งผู้วิจัยสนใจศึกษาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบการสอนแนะให้รู้คิด (CGI) เรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติ ที่มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยมีกรอบแนวคิด ดังนี้

ตัวแปรอิสระ ตัวแปรตาม



ภาพที่ 1 กรอบแนวคิดในการวิจัย

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. เป็นแนวทางสำหรับครู ในการนำกิจกรรมการจัดการเรียนรู้แบบสอนแนะให้รู้คิด เรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติ ไปใช้สอนเพื่อยกระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

2. เป็นแนวทางสำหรับครู ในการนำกิจกรรมการจัดการเรียนรู้แบบสอนแนะให้รู้คิด เรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติ ไปใช้สอนเพื่อส่งเสริมสามารถในการให้เหตุผลทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

บทที่ 2
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการทำวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องและได้เสนอตามลำดับหัวข้อดังต่อไปนี้

1. การเรียนการสอนคณิตศาสตร์
   1.1 ความสำคัญของคณิตศาสตร์
   1.2 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551
2. การสอนแนะให้รู้คิด (CGI)
   2.1 ความหมายของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสอนแนะให้รู้คิด (CGI) และการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสอนแนะให้รู้คิด (CGI)
   2.2 แนวคิดที่เกี่ยวข้องกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบการสอนแนะให้รู้คิด (CGI)
   2.3 ขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบการสอนแนะให้รู้คิด (CGI)
   2.4 บทบาทผู้สอนในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบการสอนแนะให้รู้คิด (CGI)
3. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์
   3.1 ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์
   3.2 สาเหตุที่ทำให้เกิดปัญหาต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์
   3.3 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์
   3.4 ประเภทของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์
   3.5 ขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์
4. ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์
   4.1 ความหมายของความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์
   4.2 ความสำคัญของการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์
   4.3 แนวทางในการพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์
   4.4 การประเมินความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์
      4.4.1 แนวทางการประเมินความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์
      4.4.2 เกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์
5. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
   5.1 งานวิจัยต่างประเทศ
   5.2 งานวิจัยในประเทศ

การเรียนการสอนคณิตศาสตร์

1. ความสำคัญของคณิตศาสตร์

มีผู้กล่าวถึงความสำคัญของคณิตศาสตร์ไว้หลายทัศนะ ดังนี้

อัมพร ม้าคนอง (2553 ก, หน้า 1) กล่าวถึงความสำคัญของคณิตศาสตร์ไว้ ดังนี้

1. คณิตศาสตร์เป็นวิชาที่มีโครงสร้าง มีระบบ และแบบแผนที่ชัดเจน
2. คณิตศาสตร์เป็นวิชาที่เกี่ยวข้องโดยตรงกับการคิดและการใช้สติปัญญาของมนุษย์
3. คณิตศาสตร์เป็นวิชาที่ใช้สัญลักษณ์ในการสื่อความหมาย
4. คณิตศาสตร์เป็นวิชาเกี่ยวกับการคำนวณ การให้เหตุผล และการแก้ปัญหา
5. คณิตศาสตร์เป็นวิถีที่นำไปสู่การเรียนรู้สิ่งใหม่
6. คณิตศาสตร์เป็นเครื่องมือให้มนุษย์สร้างสรรค์งานหรือนวัตกรรม
7. คณิตศาสตร์เป็นสิ่งที่ถูกนำไปใช้หลากหลายรูปแบบ
8. คณิตศาสตร์เป็นศาสตร์ของแบบรูป (Pattern) ที่ใช้อธิบายสิ่งต่าง ๆ
9. คณิตศาสตร์ช่วยให้คำตอบที่ถูกต้องสำหรับการแก้ปัญหาใด ๆ
10. คณิตศาสตร์ช่วยให้มนุษย์จัดการกับสิ่งที่มองไม่เห็น เช่น คำนวณความเร็วของเสียง คณิตศาสตร์ช่วยในการคาดการณ์หรือทำนายสิ่งที่จะเกิดขึ้น ซึ่งความสำคัญของคณิตศาสตร์ดังกล่าว ทำให้คณิตศาสตร์ถูกใช้เป็นเครื่องมือในการพัฒนาความเจริญ และการสื่อความหมายระหว่างมนุษย์ในชีวิตประจำวัน

เวชฤทธิ์ อังกนะภัทรขจร (2555, หน้า 2-3) ได้จำแนกถึงความสำคัญของคณิตศาสตร์ไว้ดังนี้

1. คณิตศาสตร์มีความสำคัญต่อชีวิตประจำวัน เนื่องจากเป็นความรู้ที่ใช้ในการแลกเปลี่ยนสิ่งของซึ่งกันและกัน โดยซื้อ-ขาย ผ่านการชั่ง ตวง วัด และการคำนวณทางคณิตศาสตร์ นอกจากนี้ยังมีการนำความรู้ทางคณิตศาสตร์ไปใช้ในการคำนวณภาษี การประมาณค่าสิ่งของ การรับรู้ข้อมูลต่าง ๆ ในรูปของตาราง แผนผัง กราฟ เป็นต้น สิ่งเหล่านี้ล้วนต้องใช้ความรู้พื้นฐานทางคณิตศาสตร์ทั้งสิ้น

2. คณิตศาสตร์มีความสำคัญต่อการพัฒนาวิชาชีพ เป็นที่ยอมรับกันว่าวิชาชีพหลายแขนงต้องอาศัยความรู้ทางคณิตศาสตร์อย่างลึกซึ้ง เช่น วิศวกรรมศาสตร์ต้องอาศัยความรู้ในเนื้อหาแคลคูลัส นักการธนาคารต้องอาศัยความรู้ในเนื้อหาสถิติ เป็นต้น คณิตศาสตร์เป็นเครื่องมือช่วยพัฒนาวิชาชีพเหล่านั้นให้เจริญก้าวหน้าอย่างรวดเร็ว นอกจากนี้อาชีพเกือบทุกแขนงไม่ว่าจะเป็นสายวิทยาศาสตร์หรือสายสังคมศาสตร์ต้องเกี่ยวข้องกับงานวิจัย ซึ่งจำเป็นต้องมีความรู้พื้นฐานทางคณิตศาสตร์

3. คณิตศาสตร์มีความสำคัญในการพัฒนากระบวนการคิดดังนี้

3.1 พัฒนาความสามารถในการใช้ภาษาเพื่อจัดลำดับความคิด ในวิชาคณิตศาสตร์มีเนื้อหาที่เกี่ยวข้องกับโจทย์ปัญหาซึ่งต้องใช้ความสามารถในการอ่าน ตีความ และการเขียนกระบวนการเหล่านี้ทำให้มนุษย์ได้แสดงแนวคิดของตนเองออกมาอย่างเป็นระเบียบชัดเจน มีการเรียงลำดับการคิดอย่างเป็นขั้นตอน เพื่อให้คนอื่นเข้าใจได้

3.2 พัฒนาความสามารถในการคิดวิเคราะห์และสังเคราะห์ เมื่อนักเรียนเผชิญกับโจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่ซับซ้อน ผู้เรียนต้องอาศัยกระบวนการวิเคราะห์และสังเคราะห์ ซึ่งเป็นความสามารถขั้นสูงของสมองในการทำความเข้าใจและหาทางแก้โจทย์ปัญหานั้น

3.3 พัฒนาความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผลและเป็นระบบ เนื่องจากวิชาคณิตศาสตร์เป็นวิชาที่มีโครงสร้างเป็นระบบในการคิดหาคำตอบและมีการพิสูจน์อย่างเป็นเหตุเป็นผล โดยอาศัยจากสิ่งที่ยอมรับและตกลงไว้ก่อน ซึ่งกระบวนการเหล่านี้ส่งเสริมให้นักเรียนคิดอย่างเป็นระบบและมีเหตุผล

3.4 พัฒนาความสามารถในการคิดอย่างสร้างสรรค์ วิชาคณิตศาสตร์ถือว่าเป็นศิลปะอย่างหนึ่ง เช่น การนำความรู้เรื่องการแปลงทางเรขาคณิตไปออกแบบลายผ้า กระบวนการเหล่านี้ทำให้นักเรียนเกิดความคิดสร้างสรรค์ได้

4. คณิตศาสตร์มีความสำคัญในแง่ของการเป็นมรดกทางวัฒนธรรม วิชาคณิตศาสตร์เป็นวิชาที่ได้รับการยอมรับและเกิดขึ้นมาเป็นเวลาช้านาน เป็นวิชาที่เรียนสืบต่อกันมาโดยตลอด ไม่ว่าจะเป็นเรื่องของจำนวน สัญลักษณ์แทนจำนวนของชนชาติต่าง ๆ เรขาคณิตแบบยูคลิด การชั่ง ตวง วัด หรือแม้กระทั่งพีชคณิต สิ่งเหล่านี้ล้วนเป็นสัญลักษณ์บ่งบอกความเจริญรุ่งเรืองในอดีต ซึ่งถือเป็นมรดกทางวัฒนธรรมอย่างหนึ่ง

ปิยรัตน์ จาตุรันตบุตร (2549, หน้า 3) กล่าวถึงความสำคัญของคณิตศาสตร์ไว้ 3 ด้าน ดังนี้

1. ความสำคัญของคณิตศาสตร์ในแง่ของการนำไปใช้ในชีวิตประจำวันและในงานอาชีพ (Practical value) ข้อนี้เห็นได้จากการบรรจุเนื้อหาคณิตศาสตร์ที่จำเป็นในชีวิตประจำวันในหลักสูตรประถมศึกษา มัธยมศึกษา และอาชีวศึกษา ตลอดจนวิชาชีพระดับอุดมศึกษา

2. ความสำคัญของคณิตศาสตร์ในแง่ที่เป็นเครื่องปลูกฝังหรือฝึกจิต (Disciplinary value) คณิตศาสตร์สามารถฝึกอบรมให้นักเรียนเป็นผู้ที่มีนิสัย ทัศนคติ และความสามารถทางสมองบางประการ เช่น ความเป็นคนช่างสังเกต การรู้จักคิดอย่างมีเหตุผล และแสดงความคิดเห็นออกมาอย่างมีระเบียบ ง่าย สั้น ชัดเจน ตลอดจนมีความสามารถในการวิเคราะห์ปัญหา

3. ความสำคัญของคณิตศาสตร์ในแง่วัฒนธรรม (Cultural value) คณิตศาสตร์เป็นมรดกทางวัฒนธรรมส่วนหนึ่งที่คนรุ่นก่อนได้คิดสร้างสรรค์ไว้ และถ่ายทอดมาให้คนรุ่นหลัง ทั้งยังมีเรื่อง

ให้ศึกษาค้นคว้าอีกมาก โดยไม่ต้องคำนึงถึงผลที่จะนำไปใช้ ดังนั้น ในการศึกษาวิชาคณิตศาสตร์ควรจะเป็นการศึกษา เพื่อชื่นชมในผลงานของคณิตศาสตร์ที่มีผลต่อวัฒนธรรม อารยธรรม และความก้าวหน้าของมนุษย์ และยังเป็นการศึกษาคณิตศาสตร์เพื่อคณิตศาสตร์เองอีกแง่หนึ่งด้วย

กระทรวงศึกษาธิการ (2551 ข,หน้า 1) ได้ระบุว่าคณิตศาสตร์มีบทบาทสำคัญยิ่งต่อการพัฒนาความคิดมนุษย์ ทำให้มนุษย์มีความคิดสร้างสรรค์ คิดอย่างมีเหตุผล เป็นระบบ มีแบบแผน สามารถวิเคราะห์ปัญหาหรือสถานการณ์ได้อย่างถี่ถ้วนรอบคอบ ช่วยให้คาดการณ์ วางแผน ตัดสินใจ แก้ปัญหา และนำไปใช้ในชีวิตประจำวันได้อย่างถูกต้องเหมาะสม นอกจากนี้ คณิตศาสตร์ยังเป็นเครื่องมือในการศึกษาทางด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและศาสตร์อื่น ๆ คณิตศาสตร์จึงมีประโยชน์ต่อการดำเนินชีวิต ช่วยพัฒนาคุณภาพชีวิตให้ดีขึ้น และสามารถอยู่ร่วมกับผู้อื่นได้อย่างมีความสุข

จากการศึกษาความสำคัญของคณิตศาสตร์จะเห็นได้ว่าคณิตศาสตร์มีความสำคัญหลายด้าน ทั้งด้านการนำไปใช้ในชีวิตประจำวัน ด้านการพัฒนาวิชาชีพ ด้านการเป็นมรดกทางวัฒนธรรม และโดยเฉพาะด้านการพัฒนากระบวนการคิด ซึ่งคณิตศาสตร์มีความสำคัญมากในการพัฒนาความสามารถกระบวนการคิด ดังนี้ 1) การพัฒนาความสามารถในการใช้ภาษาเพื่อจัดลำดับความคิด 2) การพัฒนาความสามารถในการคิดวิเคราะห์และสังเคราะห์ 3) การพัฒนาความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผลและเป็นระบบ 4) การพัฒนาความสามารถในการคิดอย่างสร้างสรรค์

2. กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551 ก, หน้า 1-6) ได้กำหนดสิ่งที่ต้องการพัฒนาการเรียนรู้ของนักเรียนไว้อย่างชัดเจนไว้ ในมาตรฐานการเรียนรู้ และกำหนดสาระการเรียนรู้หลักที่จำเป็นสำหรับนักเรียน ซึ่งในสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์มุ่งให้เยาวชนทุกคนได้เรียนรู้คณิตศาสตร์อย่างต่อเนื่องตามศักยภาพ โดยกำหนดสาระหลักที่จำเป็นสำหรับนักเรียนทุกคน ดังนี้ 1) จำนวนและการดำเนินการ 2) การวัด 3) เรขาคณิต 4) พีชคณิต 5) การวิเคราะห์ข้อมูลและความน่าจะเป็น 6) ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์

ซึ่งในสาระเรขาคณิต มีเนื้อหาเกี่ยวกับรูปเรขาคณิตและสมบัติของรูปเรขาคณิตหนึ่งมิติ สองมิติ และสามมิติ การนึกภาพแบบจำลองทางเรขาคณิต ทฤษฎีบททางเรขาคณิต การแปลงทางเรขาคณิต (Geometric transformation) ในเรื่องการเลื่อนขนาน (Translation) การสะท้อน (Reflection) และการหมุน (Rotation) ซึ่งแบ่งออกเป็นมาตรฐานการเรียนรู้ได้ 2 มาตรฐาน คือ มาตรฐาน ค 3.1 อธิบายและวิเคราะห์รูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติ และมาตรฐาน ค 3.2 ใช้การนึกภาพ (Visualization) ใช้เหตุผลเกี่ยวกับปริภูมิ (Spatial reasoning) และใช้แบบจำลอง

ทางเรขาคณิต (Geometric model) ในการแก้ปัญหา และได้กำหนดตัวชี้วัด และสาระการเรียนรู้แกนกลาง ไว้ดังนี้

ตัวชี้วัดชั้นปี สาระที่ 3 มาตรฐาน ค 3.1 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

1. สร้างและบอกขั้นตอนการสร้างพื้นฐานทางเรขาคณิต
2. สร้างรูปเรขาคณิตสองมิติโดยใช้การสร้างพื้นฐานทางเรขาคณิต และบอกขั้นตอนการสร้างโดยไม่เน้นการพิสูจน์
3. สืบเสาะ สังเกต และคาดการณ์เกี่ยวกับสมบัติทางเรขาคณิต
4. อธิบายลักษณะของรูปเรขาคณิตสามมิติจากภาพที่กำหนดให้
5. ระบุภาพสองมิติที่ได้จากการมองด้านหน้า (Front view) ด้านข้าง (Side view) หรือด้านบน (Top view) ของรูปเรขาคณิตสามมิติที่กำหนดให้
6. วาดหรือประดิษฐ์รูปเรขาคณิตสามมิติที่ประกอบขึ้นจากลูกบาศก์ เมื่อกำหนดภาพสองมิติที่ได้จากการมองด้านหน้า ด้านข้าง และด้านบนให้

สาระการเรียนรู้แกนกลาง สาระที่ 3 มาตรฐาน ค 3.1 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

1. การสร้างพื้นฐานทางเรขาคณิต (ใช้วงเวียนและ สันตรง)
   1.1 การสร้างส่วนของเส้นตรงให้ยาวเท่ากับความยาวของสัดส่วนของเส้นตรงที่กำหนดให้
   1.2 การแบ่งครึ่งส่วนของเส้นตรงที่กำหนดให้
   1.3 การสร้างมุมให้มีขนาดเท่ากับขนาดของมุมที่กำหนดให้
   1.4 การแบ่งครึ่งมุมที่กำหนดให้
   1.5 การสร้างเส้นตั้งฉากจากจุดภายนอกมายังเส้นตรงที่กำหนดให้
   1.6 การสร้างเส้นตั้งฉากที่จุดจุดหนึ่งบนเส้นตรงที่กำหนดให้
2. สร้างรูปเรขาคณิตสองมิติ โดยใช้การสร้างพื้นฐานทางเรขาคณิต (ใช้วงเวียน และเส้นตรง)
3. สมบัติทางเรขาคณิตที่ต้องการ การสืบเสาะ สังเกต และคาดการณ์ เช่น ขนาดของมุมตรงข้ามที่เกิดจากส่วนของเส้นตรงสองเส้นตัดกัน และมุมที่เกิดจากการตัดกัน และมุมที่เกิดจากการตัดกันของเส้นทแยงมุมของรูปสี่เหลี่ยม
4. ภาพของรูปเรขาคณิตสามมิติ
5. ภาพที่ได้จากการมองด้านหน้า (Front view) ด้านข้าง (Side view) และด้านบน (Top view) ของรูปเรขาคณิตสามมิติ
6. การวาดหรือประดิษฐ์รูปเรขาคณิตสามมิติที่ประกอบขึ้นจากลูกบาศก์ เมื่อกำหนดภาพสองมิติที่ได้จากการมองด้านหน้า ด้านข้าง และด้านบนให้

จากการศึกษาสาระการเรียนรู้แกนกลาง สาระการเรียนรู้มาตรฐาน และตัวชี้วัด ผู้วิจัยพบว่า เนื้อหาเรขาคณิต เรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติ ของชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 มีเนื้อหาที่สำคัญดังต่อไปนี้

1. ภาพของรูปเรขาคณิตสามมิติ จำนวน 3 คาบ
2. หน้าตัดของรูปเรขาคณิตสามมิติ จำนวน 3 คาบ
3. ภาพที่ได้จากการมองทางด้านหน้า ด้านข้าง และด้านบนของรูปเรขาคณิตสามมิติ จำนวน 4 คาบ
4. รูปเรขาคณิตที่ประกอบขึ้นจากลูกบาศก์ จำนวน 2 คาบ

การสอนแนะให้รู้คิด (CGI)

1. ความหมายของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสอนแนะให้รู้คิด (CGI)

การสอนแนะให้รู้คิด (Cognitively guided instruction: CGI) เป็นนวัตกรรมหนึ่งที่มุ่งเน้นประสิทธิภาพในการจัดการเรียนการสอน ซึ่งพัฒนาโดยคาร์เพนเทอร์ เฟน์เนมา, ฟรานค์, เอ็มป์สัน, และลีวาย (Carpenter, Fennema, Franke, Empson, & Levi, 2000, p 1) โดยอยู่บนพื้นฐานปรัชญาที่ว่าความรู้และความเชื่อของผู้สอนที่เกิดจากการทำความเข้าใจการคิดเชิงคณิตศาสตร์ของนักเรียนแล้วนำมาพิจารณาใช้ในการออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ ซึ่งการเรียนคณิตศาสตร์ได้ดีที่สุด คือ ต้องเรียนรู้ผ่านการแก้ปัญหา และการเรียนการสอนต้องเกิดจากความรู้ของนักเรียน และให้ความสำคัญกับการคิดการแก้ปัญหาด้วยตัวของนักเรียนเอง โดยมีผู้สอนเป็นผู้สนับสนุนและเอื้ออำนวยความสะดวกในการจัดการเรียนรู้อย่างต่อเนื่อง โดยใช้กระบวนการต่าง ๆ ที่นำไปสู่คำถามเพื่อการแก้ปัญหาเป็นการเรียนรู้ที่มีการเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ทำงานเป็นกลุ่ม มีโอกาสนำเสนอความคิดของตนเอง ร่วมกันอภิปราย ก่อให้เกิดการเชื่อมโยงความรู้เดิมของนักเรียนให้สัมพันธ์และสอดคล้องกับกระบวนการเรียนรู้ที่จะเกิดขึ้นอย่างต่อเนื่อง (เวชฤทธิ์ อังกนะภัทรขจร, 2552, หน้า 2) โดยมีหลักการ ดังนี้ 1) การพัฒนาความคิดทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน 2) การเรียนการสอนที่มีผลต่อการพัฒนาความคิดทางคณิตศาสตร์ของผู้เรียน 3) ความรู้และความเชื่อของผู้สอนที่มีอิทธิพลต่อการเรียนการสอนการปฏิบัติของนักเรียน และ 4) ความรู้ ความเชื่อ และการปฏิบัติ ของผู้สอนได้รับอิทธิพลจากความเข้าใจของความคิดทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน (Carpenter et al., 2000, p. 1)

2. แนวคิดที่เกี่ยวข้องกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบการสอนแนะให้รู้คิด (CGI)

ทิศนา แขมมณี (2555, หน้า 59) กล่าวว่าการเรียนรู้ของมนุษย์ไม่ใช่เรื่องของพฤติกรรมที่เกิดจากกระบวนการตอบสนองต่อสิ่งเร้าเพียงเท่านั้น การเรียนรู้ของมนุษย์มีความซับซ้อนยิ่งไปกว่านั้น การเรียนรู้เป็นกระบวนการทางความคิดที่เกิดจากการสะสมข้อมูล การสร้างความหมาย

และความสัมพันธ์ของข้อมูล และการดึงข้อมูลออกมาใช้ในการกระทำ และการแก้ปัญหาต่าง ๆ การเรียนรู้เน้นกระบวนการทางสติปัญญาของมนุษย์ในการที่จะสร้างความรู้ความเข้าใจให้แก่ตนเอง สำหรับนักจิตวิทยาที่สำคัญในกลุ่มนี้ ได้แก่ เพียเจต์ บรูนเนอร์ และออซูเบล

จากความเชื่อของเพียเจต์ (Piaget) เชื่อว่ามนุษย์ทุกคนตั้งแต่เกิดมีความพร้อมที่จะมีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อม และโดยธรรมชาติแล้วมนุษย์เป็นผู้ที่พร้อมที่จะมีกริยากรรม หรือเริ่มกระทำก่อน นอกจากนี้ เพียเจต์ ถือว่ามนุษย์มีแนวโน้มพื้นฐานที่ติดตัวมาตั้งแต่เกิด 2 ชนิด คือ การจัดและรวบรวม (Organization) และการปรับตัว (Adaptation) ซึ่งการปรับตัวจะประกอบไปด้วยกระบวนการที่สำคัญ 2 อย่าง คือ การซึมซาบ หรือดูดซึม และการปรับโครงสร้างทางสติปัญญา นอกจากนี้ เพียเจต์กล่าวว่า ระหว่างระยะเวลาตั้งแต่วัยทารกจนถึงวัยรุ่น คนเราจะค่อย ๆ ปรับตัวเข้ากับสิ่งแวดล้อมมากขึ้น จึงสามารถแบ่งองค์ประกอบที่มีส่วนเสริมสร้างการพัฒนาทางสติปัญญาออกเป็น 4 องค์ประกอบ คือ 1) วุฒิภาวะ 2) ประสบการณ์ที่เนื่องมาจากปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อมตามธรรมชาติ และประสบการณ์เกี่ยวกับการคิดหาเหตุผลทางคณิตศาสตร์ซึ่งมีความสำคัญในการแก้ปัญหาต่าง ๆ 3) การถ่ายทอดความรู้ทางสังคม และ 4) กระบวนการพัฒนาสมดุล (สุรางค์ โค้วตระกูล, 2541, หน้า 48-50) ซึ่งจะพัฒนาการไปตามวัยต่าง ๆ เป็นลำดับขั้น พัฒนาการเป็นสิ่งที่เป็นไปตามธรรมชาติ ไม่ควรที่จะเร่งเด็กให้ข้ามจากพัฒนาการขั้นหนึ่งไปสู่อีกขั้นหนึ่ง เพราะจะทำให้เกิดผลเสียแก่เด็ก แต่การจัดประสบการณ์ส่งเสริมพัฒนาการของเด็กในช่วงที่เด็กกำลังจะพัฒนาไปสู่ขั้นที่สูงกว่า สามารถช่วยให้เด็กพัฒนาไปอย่างรวดเร็ว (ทิศนา แขมมณี, 2555, หน้า 64) นอกจากนี้ เพียเจต์ได้แบ่งขั้นพัฒนาการทางสติปัญญาตามวัยต่าง ๆ ออกเป็น 4 ขั้น คือ

1. ขั้นประสาทสัมผัสและการเคลื่อนไหว (Sensory-motor stage อายุ 0-2 ปี) เป็นขั้นของการพัฒนาการทางสติปัญญาความคิดก่อนระยะเวลาที่เด็กจะพูดและใช้ภาษาได้ เพียเจต์กล่าวว่า สติปัญญาความคิดของเด็กในวัยนี้แสดงออกโดยการกระทำ เป็นการเคลื่อนไหวด้านร่างกาย ยังไม่ใช้สติปัญญาเข้ามาเกี่ยวข้อง เด็กสามารถแก้ปัญหาได้แม้ว่าจะไม่สามารถที่จะอธิบายได้

2. ขั้นเตรียมพร้อมปฏิบัติการ (Preoperational stage อายุ 2-7 ปี) เป็นขั้นที่เชาวน์ปัญญาและการรับรู้ของเด็กในวัยนี้ขึ้นอยู่กับการใช้ภาษาและสัญลักษณ์เป็นส่วนใหญ่เด็กสามารถที่จะบอกชื่อสิ่งต่าง ๆ ที่อยู่รอบตัวเขาและเกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันของเขา สามารถที่จะเรียนรู้สัญลักษณ์และใช้สัญลักษณ์ได้ แต่ไม่สามารถที่จะเปรียบเทียบสิ่งของมากและน้อย ยาวและสั้น และไม่สามารถคิดย้อนกลับได้ มีการยึดตนเองเป็นศูนย์กลาง ไม่สามารถที่จะเข้าความคิดเห็นหรือความรู้สึกของผู้อื่น

3. ขั้นปฏิบัติการที่เป็นรูปธรรม (Concrete operational stage อายุ 7-11 ปี) เป็นขั้นที่เด็กสามารถเรียนรู้จากกิจกรรมการกระทำต่าง ๆ และปฏิบัติได้ดี ยอมรับความคิดเห็นของผู้อื่นได้ สามารถมองวัตถุได้ 2 ลักษณะ พร้อม ๆ กัน คือ ขนาดและน้ำหนัก หรือขนาดและปริมาตร เด็กวัยนี้

สามารถแบ่งกลุ่มโดยใช้เกณฑ์หลาย ๆ อย่าง และคิดย้อนกลับได้ ความเข้าใจเกี่ยวกับกิจกรรมและความสัมพันธ์ของตัวเลขก็เพิ่มขึ้น แต่การเรียนรู้ของเด็กในขั้นนี้ต้องอาศัยสิ่งที่เป็นรูปธรรม เด็กจะยังไม่สามารถเข้าใจหรือเกิดจินตนาการในสิ่งที่เป็นนามธรรม

4. ขั้นปฏิบัติการที่เป็นแบบแผน (Formal operational stage อายุ 12 ปี ขึ้นไป) เด็กวัยนี้จะเริ่มคิดเป็นผู้ใหญ่ เด็กสามารถแก้ปัญหาที่เป็นนามธรรมโดยใช้การคิดหาเหตุผล นอกเหนือไปจากข้อมูลที่มีอยู่ สามารถที่จะคิดอย่างนักวิทยาศาสตร์ เข้าใจกระบวนการคิดย้อนกลับขั้นสูง และสามารถใช้ภาษาหรือสัญลักษณ์สื่อสารความคิดของตนเองให้ผู้อื่นเข้าใจได้ (เวชฤทธิ์ อังกนะภัทรขจร, 2555, หน้า 43)

จากทฤษฎีการพัฒนาทางสติปัญญาของเพียเจต์นี้ มีประโยชน์ต่อการศึกษา เนื่องจากขั้นทั้งสี่ กล่าวถึงข้อเท็จจริงว่า วิธีคิด ภาษา ปฏิกิริยา และพฤติกรรมของเด็กแตกต่างจากของผู้ใหญ่ในเชิงปริมาณและเชิงคุณภาพ ดังนั้น การจัดการศึกษาให้เด็กจึงต้องมีรูปแบบแตกต่างจากของผู้ใหญ่ หากแนวคิดนี้ถูกนำมาใช้ในห้องเรียน ผู้สอนจะต้องเป็นผู้จัดสิ่งแวดล้อมในการเรียนรู้และแนะนำนักเรียนมากกว่าเป็นผู้สอนโดยตรง ตามทฤษฎีของเพียเจต์ เมื่อเด็กโตขึ้นและเข้าสู่ลำดับที่สูงกว่าเด็กการเรียนรู้จากกิจกรรมลดลง เนื่องจากพัฒนาการของสติปัญญาที่ซับซ้อนและทันสมัยขึ้น แต่มิได้หมายความว่า เด็กจะไม่ต้องการทำกิจกรรมเลยการเรียนรู้โดยทำกิจกรรมยังคงอยู่ในทุกลำดับขั้นการพัฒนา นอกจากนี้เพียเจต์ยังเน้นว่า ปฏิสัมพันธ์ระหว่างนักเรียนกับผู้เรียนมีบทบาทอย่างมากต่อการพัฒนาทางสติปัญญาทั้งในเชิงปริมาณและเชิงคุณภาพ การให้นักเรียนได้คิดพูดอภิปรายแลกเปลี่ยนความคิดเห็น และประเมินความคิดตนเองและผู้อื่นจะช่วยให้นักเรียนเข้าใจตนเองและผู้อื่นได้ดีขึ้น (บุญเลี้ยง ทุมทอง, 2554, หน้า 17-18) และช่วยให้ผู้สอนเข้าใจกระบวนการคิดของนักเรียน เนื่องจากนักเรียนแต่ละคนมีกระบวนการคิดที่แตกต่างกัน โดยผู้สอนสามารถสังเกตความแตกต่างดังกล่าวจากกระบวนการคิดแก้ปัญหาของนักเรียน เช่น ลักษณะการให้เหตุผลในการคิด การแก้ปัญหา ซึ่งจะช่วยให้ผู้สอนมีความเข้าใจกระบวนการคิดของนักเรียนและสามารถปรับกระบวนการเรียนการสอนให้เหมาะสมกับนักเรียน (ระพินทร์ ฉายวิมล, 2546, หน้า47)

แนวคิดที่ผู้วิจัยนำมาปรับใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ กล่าวคือ ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้จะให้นักเรียนปฏิสัมพันธ์ระหว่างนักเรียนกับนักเรียน และนักเรียนกับผู้สอน รวมทั้งให้นักเรียนได้คิดพูดอภิปราย แลกเปลี่ยนความคิดเห็นซึ่งกันและกันเพื่อให้เกิดการพัฒนาทางสติปัญญา และมีการอภิปรายถึงการให้เหตุผลที่ใช้ในการแก้ปัญหา ทั้งนี้ในการวิจัยนี้ผู้วิจัยจะทำการวิจัยกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ซึ่งมีอายุ 12 ปีขึ้นไป ซึ่งมีความสามารถที่จะคิดอย่างมีเหตุผลกับปัญหาต่าง ๆ เริ่มมีความคิดแบบผู้ใหญ่ สามารถคิดหาเหตุผลนอกเหนือจากข้อมูลที่มีอยู่ สามารถคิดสิ่งที่เป็นนามธรรมได้ มีลักษณะการคิดแบบตั้งสมมุติฐานได้อย่างสมเหตุสมผล

หรือสามารถที่จะคิดอย่างนักวิทยาศาสตร์ เข้าใจกระบวนการคิดย้อนกลับขั้นสูงและสามารถใช้ภาษาหรือสัญลักษณ์สื่อสารความคิดของตนเองให้ผู้อื่นเข้าใจได้

บรูเนอร์ (Bruner) เป็นนักจิตวิทยาที่สนใจและศึกษาเรื่องของพัฒนาการทางสติปัญญาต่อเนื่องจากเพียเจต์ บรูเนอร์ เชื่อว่าความอยากรู้อยากเห็นเป็นแรงผลักดันทำให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้โดยการค้นพบ นอกจากนี้ในการจัดการเรียนการสอนต้องเน้นให้นักเรียนค้นพบความรู้ด้วยตนเองและให้ความสำคัญที่สมดุลระหว่างการเรียนการสอนกับผลลัพธ์ที่ถูกต้อง บรูเนอร์เสนอหลักสำคัญสำหรับการเรียนรู้โดยวิธีการค้นพบ ประกอบด้วยแนวคิดที่สำคัญ ๆ ดังนี้

1. การจัดโครงสร้างของความรู้ให้มีความสัมพันธ์และสอดคล้องกับพัฒนาการทางสติปัญญาของเด็ก มีผลต่อการเรียนรู้ของเด็ก

2. การจัดหลักสูตรและการเรียนการสอนให้เหมาะสมกับระดับความพร้อมของนักเรียนและสอดคล้องกับพัฒนาการทางสติปัญญาของนักเรียนจะช่วยให้การเรียนรู้เกิดประสิทธิภาพ

3. การคิดแบบหยั่งรู้ (Intuition) เป็นการคิดหาเหตุผลอย่างอิสระที่สามารถช่วยพัฒนาความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ได้

4. แรงจูงใจภายในเป็นปัจจัยสำคัญที่จะช่วยให้นักเรียนประสบผลสำเร็จในการเรียนรู้

5. ทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของบรูเนอร์แบ่งได้เป็น 3 ขั้นใหญ่ ๆ ซึ่งคล้ายคลึงกับขั้นการพัฒนาทางสติปัญญาของเพียเจต์ คือ

5.1 ขั้นที่มีประสบการณ์ตรงและสัมผัสได้ (Enactive stage) เป็นการเรียนรู้ด้วยการกระทำและมีประสบการณ์โดยตรงจากการจับต้องเปรียบเทียบได้กับขั้นประสาทสัมผัสและการเคลื่อนไหวของเพียเจต์

5.2 ขั้นของการใช้ภาพเป็นสื่อในการมองเห็น (Iconic stage) เป็นขั้นที่การคิดหรือการตัดสินใจโดยใช้รูปภาพ ไดอะแกรม หรือสื่อทางตาที่เห็นเป็นหลัก เทียบได้กับขั้นเตรียมพร้อมปฏิบัติการของเพียเจต์

5.3 ขั้นของการสร้างความสัมพันธ์และใช้สัญลักษณ์ (Symbolic stage) เป็นขั้นที่ใช้สัญลักษณ์แทนภาพหรือสิ่งที่สัมผัสได้ เทียบได้กับขั้นปฏิบัติการที่เป็นรูปธรรมต่อเนื่องกับขั้นปฏิบัติการที่เป็นแบบแผนของเพียเจต์

6. การเรียนรู้เกิดขึ้นได้จากการที่คนเราสามารถสร้างความคิดรวบยอด หรือสามารถจัดประเภทของสิ่งต่าง ๆ ได้อย่างเหมาะสม

7. การเรียนรู้ที่ได้ผลดีที่สุดคือการให้นักเรียนค้นพบการเรียนรู้ด้วยตนเอง (Discovery learning) (ทิศนา แขมมณี, 2555, หน้า 66-67; เวชฤทธิ์ อังกนะภัทรขจร, 2555, หน้า 44-45)

จากการเปรียบเทียบดังกล่าวแสดงให้เห็นถึงความสัมพันธ์ของทฤษฎีทั้ง 2 ทฤษฎี ว่ามีความสัมพันธ์ และมีส่วนที่คล้ายคลึงกันในการจัดประสบการณ์เรียนรู้ให้นักเรียน แต่มีส่วนที่ต่างกัน คือ เพียเจต์เชื่อว่าพัฒนาการทางสมองของเด็กมีขั้นตอนซึ่งขึ้นอยู่กับช่วงอายุในแต่ละช่วงวัย แต่บรูเนอร์ไม่ได้คำนึงถึงช่วงอายุ บรูเนอร์คำนึงถึงพัฒนาการทางสมองในแง่ของกระบวนการที่ต่อเนื่องไปตลอดชีวิต (เวชฤทธิ์ อังกนะภัทรขจร, 2555, หน้า 45)

แนวคิดของบรูเนอร์ปรากฏอยู่ในผลงานของเลช (Lesh) ซึ่งเป็นที่รู้จักกันดีในนามของโมเดลของเลช (Lesh's model) เลชใช้แนวคิดข้างต้นของบรูเนอร์ในการสร้างโมลเดลที่แสดงว่านักเรียนสามารถใช้วิธีแสดงความคิดทางคณิตศาสตร์ได้หลายรูปแบบ เช่น จากความรู้ที่เกิดจากการใช้สื่อรูปธรรม สามารถแสดงความรู้นั้นในรูปของรูปภาพ ภาษาเขียน ภาษพูด และสถานการณ์จริงได้ โมเดลนี้ทำให้เกิดการพัฒนาด้านอื่น ๆ ที่ผู้สอนคำนึงถึง เช่น การให้นักเรียนได้พูดและได้เขียนมากขึ้น การได้พูดและเขียนเป็นการเปลี่ยนวิธีแสดงความคิดที่สะท้อนถึงความเข้าใจของนักเรียน (บุญเลี้ยง ทุมทอง, 2554, หน้า 20-21)

ตามแนวคิดที่ผู้วิจัยนำมาปรับใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ทฤษฎีการเรียนรู้ของบรูเนอร์ มีแนวคิดเกี่ยวกับขั้นการพัฒนาทางสติปัญญา ซึ่งสอดคล้องกับทฤษฎีการพัฒนาทางสติปัญญาของเพียเจต์ โดยนักเรียนที่มีช่วงอายุ 12 ปีขึ้นไป จะอยู่ในขั้นของการสร้างความสัมพันธ์และใช้สัญลักษณ์ (Symbolic stage) ซึ่งเหมาะในการเรียน เรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติ ที่จะมีการให้นักเรียนหาความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติและอภิปรายประเด็นสำคัญต่าง ๆ

ออซูเบล (Ausubel) เชื่อว่า การเรียนรู้จะมีความหมายแก่นักเรียน หากการเรียนรู้นั้นสามารถเชื่อมโยงกับสิ่งหนึ่งที่รู้มาก่อน (Ausubel, 1963, pp. 77-97 อ้างถึงใน ทิศนา แขมมณี, 2555, หน้า 68) ซึ่งเป็นการเรียนรู้ที่นักเรียนได้รับมาจากผู้สอน ที่อธิบายถึงสิ่งที่จะต้องเรียนรู้ให้นักเรียนฟัง และนักเรียนรับฟังด้วยความเข้าใจ โดยนักเรียนเห็นถึงความสัมพันธ์กับโครงสร้างพุทธิปัญญาที่ได้เก็บไว้ในความทรงจำ และจะสามารถนำไปใช้ในอนาคต ออซูเบลได้กล่าวว่า การเรียนรู้อย่างมีความหมายขึ้นอยู่กับตัวแปร 3 อย่าง ดังนี้

1. สิ่งที่จะต้องเรียนรู้จะต้องมีความหมาย ซึ่งหมายความว่าจะต้องเป็นสิ่งที่มีความสัมพันธ์กับสิ่งที่เคยเรียนรู้และเก็บไว้ในโครงสร้างพุทธิปัญญา (Cognitive structure)

2. นักเรียนจะต้องมีประสบการณ์ และมีความคิดที่เชื่อมโยงหรือจัดกลุ่มสิ่งที่เรียนรู้ใหม่ให้สัมพันธ์กับความรู้หรือสิ่งที่เรียนรู้เก่า

3. ความตั้งใจของนักเรียนและการที่นักเรียนมีความรู้-ความคิดที่จะเชื่อมโยงสิ่งที่เรียนรู้ใหม่ให้มีความสัมพันธ์กับโครสร้างพหุปัญญา ที่อยู่ในความทรงจำแล้ว

นอกจากตัวแปร 3 อย่างดังกล่าว ออซูเบล กล่าวว่า การสอน Meaning verbal learning จะต้องคำนึงถึงวัยของนักเรียนด้วย เพราะถ้านักเรียนไม่พร้อมที่จะรับหรือรับโดยไม่เข้าใจ ก็อาจจะต้องท่องจำ ดังนั้น ออซูเบลได้เสนอ เครื่องช่วยการเรียนรู้อย่างมีความหมายและช่วยจำ คือ การจัด เรียบเรียงข้อมูลข่าวสารที่ต้องการให้นักเรียนเรียนรู้ ออกเป็นหมวดหมู่ หรือให้หลักการกว้าง ๆ ก่อนที่นักเรียนจะเรียนความรู้ใหม่ หรือแบ่งบทเรียนออกเป็นหัวข้อที่สำคัญ ๆ หากมีความคิดรวบยอดใหม่ที่สำคัญเกี่ยวกับหัวข้อที่จะเรียนรู้ใหม่ก็ควรอธิบาย ให้นักเรียนทราบก่อนที่จะสอนหน่วยเรียนใหม่นั้น (สุรางค์ โค้งตระกูล, 2541, หน้า 216-219)

แนวคิดที่ผู้วิจัยนำมาปรับใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ทฤษฎีการเรียนรู้ของออซุเบล มีแนวคิดเกี่ยวกับขั้นการพัฒนาทางสติปัญญา ที่คำนึงถึงวัยของนักเรียนที่เหมาะก่อนการจัดการเรียนการสอน ซึ่งสอดคล้องกับทฤษฎีการพัฒนาทางสติปัญญาของเพียเจต์ และบรูเนอร์ นอกจากนั้นยังเน้นถึงความสำคัญของครู ว่ามีหน้าที่ที่จะจัดเรียบเรียงความรู้อย่างมีระบบ และสอนความคิดรวบยอดใหม่ที่นักเรียนจะต้องเรียนรู้ ซึ่งจะช่วยให้นักเรียนเข้าใจเนื้อหาของหน่วยเรียนใหม่และช่วยความจำได้ดีขึ้น

3. ขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบการสอนแนะให้รู้คิด (CGI)

เนื่องจากการจัดการเรียนการเรียนรู้แบบการสอนแนะให้รู้คิดเป็นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่มีนักวิชาการหลายท่านได้ กำหนดขั้นตอนไว้หลากหลาย ในการวิจัยนี้ผู้วิจัยศึกษาในขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบการสอนแนะให้รู้คิด (CGI) ดังนี้

คาร์เพนเทอร์ และคณะ (Carpenter et al., 1999, pp. 60-85; 2000, pp. 4-5 อ้างถึงใน เวชฤทธิ์ อังกนะภัทรขจร, 2552, หน้า 4) ได้กล่าวถึง ขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบการสอนแนะให้รู้คิด (CGI) ไว้ดังนี้

ขั้นตอนที่หนึ่ง ผู้สอนนำเสนอปัญหา ในขั้นตอนนี้ผู้สอนนำเสนอปัญหาตามวัตถุประสงค์และความมุ่งหมายที่ตั้งไว้ ถ้านักเรียนมีความยุ่งยากในการแก้ปัญหา ผู้สอนควรมีการให้ปัญหาที่คล้ายกันกับนักเรียนอีกครั้งหนึ่ง ในการเลือกปัญหา ผู้สอนควรเลือกปัญหาที่น่าสนใจและที่ให้นักเรียนมีประสบการณ์ในการแก้ปัญหาที่หลากหลาย ปัญหาที่เลือกมาควรมีความสอดคล้องกับบริบทในชีวิตจริงของนักเรียน

ขั้นตอนที่สอง ผู้สอนช่วยแนะให้นักเรียนมีความเข้าใจในปัญหา และเปิดโอกาสให้นักเรียนแก้ปัญหา ในขั้นตอนนี้ ผู้สอนควรให้เวลานักเรียนเพื่อทำความเข้าใจในปัญหาที่ให้และช่วยแนะนำจนผู้สอนมีความแน่ใจว่านักเรียนเกิดความเข้าใจและสามารถแก้ปัญหานั้น ๆ ได้แล้ว ผู้สอนเปิดโอกาสให้นักเรียนมีอิสระในการแก้ปัญหา นอกจากนี้สิ่งสำคัญของชั้นเรียน CGI คือ ในระหว่างนักเรียนแก้ปัญหาผู้สอนต้องอำนวยความสะดวกเกี่ยวกับสื่อ อุปกรณ์ หรือเครื่องมือต่าง ๆ ที่นักเรียนต้องการ

ขั้นตอนที่สาม นักเรียนรายงานคำตอบและวิธีการแก้ปัญหา หลังจากที่ครูนำเสนอปัญหาและให้เวลานักเรียนแก้ปัญหาแล้ว ผู้สอนจึงเลือกถามนักเรียนเป็นรายบุคคลถึงวิธีการที่พวกเขาใช้ในการแก้ปัญหาพร้อมเหตุผลเพื่อนำเสนอต่อนักเรียนในชั้นเรียน และในระหว่างที่นักเรียนรายงานคำตอบนั้นผู้สอนอาจใช่คำถามเพื่อให้นักเรียนแสดงแนวคิดของตนเองออกมา เช่น ทำไมคุณถึงเริ่มต้นด้วย... คุณแก้ปัญหานั้นอย่างไร บอกได้ไหมว่าคุณได้คำตอบมาได้อย่างไร หรือคุณบอกได้ไหมว่ากำลังคิดอะไรอยู่ เป็นต้น

ขั้นตอนที่สี่ ครูและนักเรียนช่วยกันอภิปรายคำตอบ และวิธีการที่ใช้ หลังจากที่นักเรียนรายงานคำตอบ วิธีการและเหตุผลของตนเองแล้ว นักเรียนทั้งชั้นช่วยกันอภิปรายถึงคำตอบและวิธีการที่แตกต่าง โดยครูเป็นผู้นำให้เกิดการอภิปรายโดยใช้คำถาม เช่น คำตอบทั้งสองนี้เหมือนหรือต่างกันอย่างไร มีใครแก้ปัญหาด้วยวิธีการที่แตกต่างจากที่ กล่าวมานี้อีกหรือไม่ เป็นต้น และครูควรเชื่อมการอภิปราย โดยถามคำถามที่อยู่บนพื้นฐานของสิ่งที่นักเรียนตอบ

Peterson et al., (1991, pp. 112-119) ได้กล่าวถึง ขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบการสอนแนะให้รู้คิด (CGI) ไว้ดังนี้

ขั้นที่ 1 ผู้สอนเสนอสถานการณ์ปัญหาให้แก่ผู้เรียน โดยสถานการณ์ปัญหาที่ผู้สอนเลือกมานั้นต้องเหมาะสม และสอดคล้องกับและสอดคล้องกับความสามารถของนักเรียน มีหลายบริบทและเป็นสถานการณ์ปัญหาที่น่าสนใจ สามารถใช้ยุทธวิธีที่หลากหลายแก้ปัญหาได้

ขั้นที่ 2 นักเรียนลงมือคิดแก้ปัญหา ในขั้นนี้นักเรียนอ่านและทำความเข้าใจในประเด็นต่าง ๆ ในสถานการณ์ปัญหา เมื่อนักเรียนเกิดความชัดเจนในสถานการณ์ปัญหาแล้ว จากนั้นนักเรียนลงมือคิดวิเคราะห์เพื่อหาวิธีการแก้ปัญหาที่ใช้แนวคิดของตนเอง โดยการอาศัยการเชื่อมโยงปัญหาแนวคิด หรือทักษะเข้ากับความรู้เดิม

ขั้นที่ 3 ผู้สอนคอยสนับสนุนการเรียนรู้ของนักเรียน ในขั้นนี้ผู้สอนคอยสังเกตดูการแก้ปัญหาของนักเรียน กระตุ้นให้นักเรียนเกิดการคิด ตอบคำถามและรับฟังความคิดเห็นของนักเรียนที่มีข้อสงสัยหรือเกิดความไม่ชัดเจนในบางประเด็น โดยผู้สอนจะไม่บอกวิธีคิดแต่จะอาศัยการชี้แนะให้แก่นักเรียน การตัดสินใจในการแก้ปัญหาขึ้นอยู่กับนักเรียน ผู้สอนเป็นเพียงผู้อำนวยความสะดวกในการเรียนรู้ของนักเรียน

ขั้นที่ 4 นักเรียนนำเสนอแนวคิดในการแก้ปัญหา ในขั้นนี้ผู้สอนเปิดโอกาสให้นักเรียนออกมานำเสนอแนวคิดในการแก้ปัญหาของตนเอง มีการอภิปรายแลกเปลี่ยนแนวคิดในการแก้ปัญหาระหว่างกัน พร้อมกับมีการขยายประเด็นของปัญหาโดยผู้สอนหรือนักเรียน ร่วมกันอภิปรายในประเด็นที่ขยายของปัญหา

ขั้นที่ 5 นักเรียนร่วมกันสรุปความรู้หรือแนวคิดที่ได้ ในขั้นนี้นักเรียนร่วมกันสรุปความรู้หรือแนวคิดที่ได้จากการแก้ปัญหา โดยช่วยกันในการสรุปประเด็นต่าง ๆ ที่ได้จากการแก้ปัญหา มีผู้สอนเป็นผู้นำในการอภิปรายสรุปร่วมกันกับนักเรียน จากนั้นผู้สอนมอบหมายงานและให้คำชี้แนะที่เป็นประโยชน์หลังสิ้นสุดการสอน พร้อมติดตามการประเมินผล

จากการศึกษาขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบการสอนแนะให้รู้คิด (CGI) ผู้วิจัยจึงสร้างตารางการสังเคราะห์ขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบการสอนแนะให้รู้คิด (CGI) ขึ้นเพื่อนำขั้นตอนนั้นมาใช้ในงานวิจัยนี้ ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ตารางการสังเคราะห์ ขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบการสอนแนะให้รู้คิด (CGI)

ขั้นที่	Carpenter	Peterson	ผู้วิจัย
1	ผู้สอนนำเสนอปัญหา ในขั้นตอนนี้ ผู้สอนนำเสนอปัญหาตามวัตถุประสงค์และความมุ่งหมายที่ตั้งไว้ ผู้สอนควรเลือกปัญหาที่น่าสนใจและที่ให้นักเรียนมีประสบการณ์ในการแก้ปัญหาที่หลากหลาย	ผู้สอนเสนอสถานการณ์ปัญหาให้แก่ผู้เรียน โดยสถานการณ์ปัญหาที่ผู้สอนเลือกมานั้นต้องเหมาะสม และสอดคล้องกับและสอดคล้องกับความสามารถของนักเรียน มีหลายบริบทและเป็นสถานการณ์ปัญหาที่น่าสนใจ	**ขั้นนำเสนอปัญหา** ในขั้นนี้ผู้สอนเสนอสถานการณ์ปัญหาให้แก่นักเรียน โดยสถานการณ์ปัญหาที่ผู้สอนเลือกมานั้นต้องเหมาะสม ซึ่งมีหลายบริบทและเป็นสถานการณ์ปัญหาที่น่าสนใจให้นักเรียนมีประสบการณ์ในการแก้ปัญหาที่หลากหลาย
2	ผู้สอนช่วยแนะให้นักเรียนมีความเข้าใจในปัญหา และเปิดโอกาสให้นักเรียนแก้ปัญหา ในขั้นตอนนี้ ผู้สอนควรให้เวลานักเรียนเพื่อทำความเข้าใจในปัญหาที่ให้และช่วยแนะนำจนผู้สอนมีความแน่ใจว่านักเรียนเกิดความเข้าใจและสามารถแก้ปัญหานั้นๆได้แล้ว ผู้สอนเปิดโอกาสให้นักเรียนมีอิสระในการแก้ปัญหา	นักเรียนลงมือคิดแก้ปัญหา ในขั้นนี้นักเรียนอ่านและทำความเข้าใจในประเด็นต่างๆ และลงมือคิดวิเคราะห์เพื่อหาวิธีการแก้ปัญหาที่ใช้แนวคิดของตนเอง ผู้สอนคอยสนับสนุนการเรียนรู้ของนักเรียน ในขั้นนี้ผู้สอนคอยสังเกตดูการแก้ปัญหาของนักเรียน กระตุ้นให้นักเรียนเกิดการคิด สะดวกในการเรียนรู้ของนักเรียน	**ขั้นลงมือปฏิบัติกิจกรรม** ในขั้นนี้ผู้สอนจะเปิดโอกาสให้ นักเรียนทำความเข้าใจ และลงมือคิดแก้ปัญหา ซึ่งผู้สอนเปิดโอกาสให้นักเรียนมีอิสระ แต่จะคอยสังเกตดูและสนับสนุนการเรียนรู้การแก้ปัญหาของนักเรียน คอยกระตุ้นให้นักเรียนเกิดการคิดและเขียนแสดงเหตุผล

ตารางที่ 1 (ต่อ)

ขั้นที่	Carpenter	Peterson	ผู้วิจัย
3	นักเรียนรายงานคำตอบและวิธีการแก้ปัญหา หลังจากที่ครูนำเสนอปัญหาและให้เวลานักเรียนแก้ปัญหาแล้ว ผู้สอนจึงเลือกถามนักเรียนเป็นรายบุคคลถึงวิธีการที่พวกเขาใช้ในการแก้ปัญหาพร้อมเหตุผลเพื่อนำเสนอต่อนักเรียนในชั้นเรียน	นักเรียนนำเสนอแนวคิดในการแก้ปัญหา ในขั้นนี้ผู้สอนเปิดโอกาสให้นักเรียนออกมานำเสนอแนวคิดในการแก้ปัญหาของตนเอง มีการอภิปรายแลกเปลี่ยนแนวคิดในการแก้ปัญหาระหว่างกัน	**ขั้นนำเสนอ** ในขั้นนี้ผู้สอนเปิดโอกาสให้นักเรียนออกมานำเสนอแนวคิดและวิธีการในการแก้ปัญหาของตนเอง โดยผู้สอนอาจจะเลือกถามนักเรียนเป็นรายบุคคลและมีการอภิปรายแลกเปลี่ยนแนวคิดในการแก้ปัญหาระหว่างกันพร้อมแสดงเหตุผลในการเลือกใช้
4	ครูและนักเรียนช่วยกันอภิปรายคำตอบ และวิธีการที่ใช้ หลังจากที่นักเรียนรายงานคำตอบ วิธีการและเหตุผลของตนเองแล้ว นักเรียนทั้งชั้นช่วยกันอภิปรายถึงคำตอบและวิธีการที่แตกต่าง โดยครูเป็นผู้นำให้เกิดการอภิปรายโดยใช้คำถาม	นักเรียนร่วมกันสรุปความรู้หรือแนวคิดที่ได้ ในขั้นนี้นักเรียนร่วมกันสรุปความรู้หรือแนวคิดที่ได้จากการแก้ปัญหาโดยช่วยกันในการสรุปประเด็นต่าง ๆ ที่ได้จากการแก้ปัญหา มีผู้สอนเป็นผู้นำในการอภิปรายสรุปร่วมกันกับนักเรียน	**ขั้นสรุป** ในขั้นนี้ผู้สอนและนักเรียนร่วมกันอภิปรายสรุป คำตอบ ความรู้ วิธีการที่ใช้ หรือแนวคิดที่ได้จากการแก้ปัญหาซึ่งได้มาหลังจากที่นักเรียนรายงานคำตอบ วิธีการและเหตุผลของตนเองแล้ว โดยช่วยกันในการสรุปประเด็นต่าง ๆ ที่ได้จากการแก้ปัญหาซึ่งมีผู้สอนเป็นผู้นำในการอภิปรายสรุปร่วมกันกับนักเรียน

จากการศึกษาขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบการสอนแนะให้รู้คิด (CGI) ในตารางที่ 1 ตารางการสังเคราะห์ขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบการสอนแนะให้รู้คิด (CGI) ผู้วิจัยจึงได้สรุปขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบการสอนแนะให้รู้คิด (CGI) ได้ดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นนำเสนอปัญหา ในขั้นนี้ผู้สอนเสนอสถานการณ์ปัญหาให้แก่นักเรียน โดยสถานการณ์ปัญหาที่ผู้สอนเลือกมานั้นต้องเหมาะสม ตรงตามจุดประสงค์ที่ตั้งไว้และสอดคล้องกับความสามารถของนักเรียน ซึ่งมีหลายบริบทและเป็นสถานการณ์ปัญหาที่น่าสนใจให้นักเรียนมีประสบการณ์ในการแก้ปัญหาที่หลากหลาย

ขั้นที่ 2 ขั้นลงมือปฏิบัติกิจกรรม ในขั้นนี้ผู้สอนเปิดโอกาสให้ นักเรียนทำความเข้าใจและลงมือคิดแก้ปัญหา โดยจะให้นักเรียนอ่านและทำความเข้าใจในประเด็นต่าง ๆ ในสถานการณ์ปัญหา จากนั้นนักเรียนลงมือคิดวิเคราะห์เพื่อหาวิธีการแก้ปัญหาที่ใช้แนวคิดของตนเอง ซึ่งผู้สอนเปิดโอกาสให้นักเรียนมีอิสระ แต่จะคอยสังเกตดูและสนับสนุนการเรียนรู้การแก้ปัญหาของนักเรียน คอยกระตุ้นให้นักเรียนเกิดการคิดและเขียนแสดงเหตุผล พร้อมทั้งตอบคำถามและรับฟังความคิดเห็นของนักเรียนที่มีข้อสงสัยหรือเกิดความไม่ชัดเจนในบางประเด็น

ขั้นที่ 3 ขั้นนำเสนอ ในขั้นนี้ผู้สอนเปิดโอกาสให้นักเรียนออกมานำเสนอแนวคิดและวิธีการในการแก้ปัญหาของตนเอง โดยผู้สอนอาจจะเลือกถามนักเรียนเป็นรายบุคคล หรือตามความสมัครใจของนักเรียน และมีการอภิปรายแลกเปลี่ยนแนวคิดในการแก้ปัญหาระหว่างกัน และมีการขยายประเด็นของปัญหาโดยผู้สอนและนักเรียน ร่วมกันอภิปรายในประเด็นที่น่าสนใจของปัญหาพร้อมแสดงเหตุผลในการเลือกใช้

ขั้นที่ 4 ขั้นสรุป ในขั้นนี้ผู้สอนและนักเรียนร่วมกันอภิปรายความรู้ วิธีการที่ใช้ หรือแนวคิดที่ได้จากการแก้ปัญหา ซึ่งได้มาหลังจากที่นักเรียนรายงานคำตอบ วิธีการและเหตุผลของตนเองแล้ว โดยช่วยกันในการสรุปประเด็นต่าง ๆ ที่ได้จากการแก้ปัญหา ซึ่งมีผู้สอนเป็นผู้นำในการอภิปรายสรุปร่วมกันกับนักเรียน จากนั้นผู้สอนมอบหมายงาน

4. บทบาทผู้สอนในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบการสอนแนะให้รู้คิด (CGI)

เนื่องจากการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนแนะให้รู้คิดเป็นการจัดการเรียนรู้แบบการสอนที่เน้นกระบวนการคิดแก้ปัญหาของนักเรียนเป็นหลัก ดังนั้นความสามารถของผู้สอนในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนในชั้นเรียนที่ใช้การสอนแบบแนะให้รู้คิดจึงเป็นสิ่งจำเป็นอย่างมากที่จะทำให้การเรียนการสอนได้บรรลุเป้าหมาย

ซีคาดา และคาเรย์ (Secada and Carey, 1989, p. 1) กล่าวถึงความสามารถของผู้สอน 4 ประการ ในการสอนแบบแนะให้รู้คิด ดังต่อไปนี้

1. ผู้สอนควรรู้ว่านักเรียนมีการจัดระบบทางความคิดเกี่ยวกับวิชาคณิตศาสตร์อย่างไร

2. ผู้สอนควรมีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ในบริบทที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาที่นำมาใช้สอนนักเรียน

3. ผู้สอนควรมีความสามารถในการประเมินในสิ่งที่นักเรียนกำลังคิดเกี่ยวกับการแก้ปัญหา

4. ผู้สอนควรมีความสามารถในการตัดสินใจเลือกรูปแบบการสอนที่อยู่บนฐานในสิ่งที่ตัวผู้สอนรู้เกี่ยวกับการคิดของนักเรียน

คาร์เพนเทอร์ และคณะ (Carpenter et al., 1999, pp. 60-85) ได้กล่าวถึงบทบาทของผู้สอนโดยสรุป ดังนี้

1. ผู้สอนควรใช้คำถามหรือการชี้แนะในขณะที่นักเรียนทำกิจกรรมแล้วไม่สามารถแก้ปัญหาได้

2. ผู้สอนความมีความกระตือรือร้นและมีการพัฒนาอย่างต่อเนื่องในการทำความเข้าใจถึงความคิดของนักเรียนแต่ละคน

3. ผู้สอนควรเตรียมสื่อ วัสดุอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่เอื้ออำนวยต่อการแก้ปัญหาของนักเรียน

4. ผู้สอนควรสร้างบรรยากาศที่ส่งเสริมให้นักเรียนรู้สึกดีในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์และเปิดโอกาสให้นักเรียนสามารถสื่อสารแนวคิดและเหตุผลได้หลากหลาย ไม่ว่าเป็นการพูด การเขียน หรือการวาดภาพ ซึ่งเป็นแนวทางที่ให้นักเรียนเข้าใจตนเองว่ากำลังคิดอะไร และทำอะไร รวมทั้งครูก็สามารถประเมินความคิดและเหตุผลของนักเรียนได้ด้วย

5. ผู้สอนควรนำเสนอปัญหา สถานการณ์หรือกิจกรรมที่สอดคล้องกับชีวิตจริงเหมาะสมกับนักเรียนทุกคน และสามารถพัฒนาความรู้ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนได้

6. ผู้สอนควรจัดสภาพแวดล้อมที่เอื้อให้นักเรียนสร้างความรู้ได้ด้วยตนเองแทนที่เป็นแต่ผู้ถ่ายทอดความรู้

7. ผู้สอนควรส่งเสริมให้นักเรียนทำงานเป็นกลุ่ม และมีการอภิปรายแนวคิดของตนเองกับผู้อื่น ส่งเสริมให้นักเรียนมีปฏิสัมพันธ์กันในชั้นเรียน

8. ผู้สอนควรใช้เวลาที่เหมาะสมแก่นักเรียนในการแก้ปัญหาต่าง ๆ

9. ผู้สอนไม่ควรเตรียมแนวทางการสอนที่ชัดเจน ตายตัว หรือใช้สื่ออุปกรณ์การเรียนการสอนที่เฉพาะเจาะจง แต่ครูควรเตรียมการสอนอย่างกว้าง ๆ และปรับกิจกรรมการเรียนการสอนตามความต้องการหรือแนวการคิดของนักเรียน

จากการศึกษาบทบาทผู้สอนในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบการสอนแนะให้รู้คิด (CGI) ซึ่งเวลาในชั้นเรียนที่ใช้การสอนแบบแนะให้รู้คิด (CGI) ส่วนใหญ่ใช้ไปกับการแก้ปัญหา ก่อนจัดกิจกรรมการเรียนการสอนผู้สอนควรเตรียมเนื้อหาที่จะใช้สอน ปัญหาที่จะใช้ถาม การประเมิน และรูปแบบที่จะใช้สอนไม่ควรชัดเจนตายตัว เมื่อเริ่มสอนผู้สอนจะเป็นผู้นำเสนอปัญหา เตรียมสื่อวัสดุอุปกรณ์ จัดสภาพแวดล้อมที่เอื้อให้นักเรียนสร้างความรู้ได้ด้วยตนเอง และจัดเวลาให้เหมาะสม

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์

1. ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์

มีผู้กล่าวถึงความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางคณิตศาสตร์ไว้หลายทัศนะ ดังนี้

วิลสัน (Wilson, 1971, pp. 643-696) กล่าวว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ หมายถึงความสามารถทางด้านสติปัญญา (Cognitive domain) ในการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ ซึ่งจำแนกพฤติกรรมที่พึงประสงค์ด้านสติปัญญาในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ไว้ 4 ระดับ คือ

1. ความรู้ความจำการคิดคำนวณ (Computation) เป็นพฤติกรรมที่อยู่ในระดับต่ำสุด แบ่งออกเป็นออกเป็น 3 ขั้น ดังนี้

1.1 ความรู้ความจำเกี่ยวกับข้อเท็จจริง (Knowledge of specific facts) เป็นความสามารถที่ระลึกถึงข้อเท็จจริงต่าง ๆ ที่นักเรียนได้รับการเรียนการสอนมาแล้ว คำถามที่วัดความสามารถระดับนี้ จะเกี่ยวกับข้อเท็จจริงต่าง ๆ ตลอดจนความรู้พื้นฐาน ซึ่งนักเรียนได้สั่งสมมาเป็นระยะเวลานานแล้ว

1.2 ความรู้ความจำเกี่ยวกับศัพท์และคำนิยาม (Knowledge of terminology) เป็นความสามารถในการระลึกหรือจำศัพท์และนิยามต่าง ๆ ได้ โดยคำถามอาจจะถามโดยตรงหรืออ้อมก็ได้ แต่ไม่ต้องอาศัยการคิดคำนวณ

1.3 ความสามารถในการใช้กระบวนการคิดคำนวณ (Ability to carry out algorithms) เป็นความสามารถในการใช้ข้อเท็จจริงหรือนิยาม และกระบวนการที่ได้เรียนมาแล้วมาคิดคำนวณตามลำดับขั้นตอนที่เคยเรียนรู้มา ข้อสอบที่วัดความสามารถด้านนี้ต้องเป็นโจทย์ง่าย ๆ คล้ายคลึงกับตัวอย่าง นักเรียนไม่ต้องพบกับความยุ่งยากในการตัดสินใจเลือกใช้กระบวนการ

2. ความเข้าใจเกี่ยวกับหลักการ กฎทางคณิตศาสตร์ (Comprehension) เป็นพฤติกรรมที่ใกล้เคียงกับพฤติกรรมระดับความรู้ ความจำเกี่ยวกับการคำนวณ แต่ซับซ้อนกว่าแบ่งออกเป็น 6 ขั้น ดังนี้

2.1 ความเข้าใจเกี่ยวกับมโนมติ (Knowledge of concepts) เป็นความสามารถที่ซับซ้อนกว่าความรู้ความจำเกี่ยวกับข้อเท็จจริง เพราะมโนคติเป็นนามธรรมซึ่งประมวลจากข้อเท็จจริงต่าง ๆ ต้องอาศัยการตัดสินใจในการตีความหรือยกตัวอย่างของมโนคตินั้น โดยใช้คำพูดของตนหรือเลือกความหมายที่กำหนดให้ ซึ่งเขียนในรูปใหม่หรือยกตัวอย่างใหม่ที่แตกต่างไปจากที่เคยเรียนในชั้นเรียน มิฉะนั้นจะเป็นการวัดความจำ

2.2 ความเข้าใจเกี่ยวกับหลักการ กฎทางคณิตศาสตร์ และการสรุปอ้างอิงเป็นกรณีทั่วไป (Knowledge of principle, Rules, Generalization) เป็นความสามารถในการนำเอาหลักการ กฎ และความเข้าใจเกี่ยวกับมโนคติ ไปสัมพันธ์กับโจทย์ปัญหาจนได้แนวทางในการแก้ปัญหา

ถ้าคำถามนั้นเป็นคำถามเกี่ยวกับหลักการและกฎที่นักเรียนเพิ่งเคยพบเป็นครั้งแรกอาจจัดเป็นพฤติกรรมในระดับการวิเคราะห์ก็ได้

2.3 ความเข้าใจในโครงสร้างทางคณิตศาสตร์ (Knowledge of mathematical structure) คำถามที่วัดพฤติกรรมระดับนี้ เป็นคำถามที่วัดเกี่ยวกับคุณสมบัติของระบบจำนวนและโครงสร้างทางคณิตศาสตร์

2.4 ความสามารถในการเปลี่ยนรูปแบบปัญหา จากแบบหนึ่งไปเป็นอีกแบบหนึ่ง (Ability to transform problem elements from one mode to another) เป็นความสามารถในการแปลข้อความที่กำหนดให้เป็นข้อความใหม่หรือภาษาใหม่ เช่น แปลจากภาษาพูดให้เป็นสมการซึ่งมีความหมายคงเดิม โดยไม่รวมถึงกระบวนการแก้ปัญหา (Algorithms) หลังจากแปลแล้วอาจกล่าวได้ว่าเป็นพฤติกรรมที่ง่ายที่สุดของพฤติกรรมระดับความเข้าใจ

2.5 ความสามารถในการตามแนวของเหตุผล (Ability to follow a line of reasoning) เป็นความสามารถในการอ่าน และเข้าใจความทางคณิตศาสตร์ซึ่งแตกต่างไปจากความสามารถในการอ่านทั่ว ๆ ไป

2.6 ความสามารถในการอ่านและตีความโจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ (Ability to read and interpret a problem) ข้อสอบที่วัดความสามารถในขั้นนี้อาจดัดแปลงมาจากข้อสอบที่วัดความสามารถในขั้นอื่น ๆ โดยให้นักเรียนอ่านและตีความโจทย์ปัญหาซึ่งอาจจะอยู่ในรูปของข้อความ ตัวเลข ข้อมูลทางด้านสถิติ หรือกราฟ

3. การนำไปใช้ (Application) เป็นความสามารถในการตัดสินใจแก้ปัญหาที่นักเรียนคุ้นเคย เพราะคล้ายกับปัญหาที่นักเรียนประสบอยู่ในระหว่างเรียน หรือแบบฝึกหัดที่นักเรียนต้องเลือกกระบวนการแก้ปัญหา และดำเนินการแก้ปัญหาโดยไม่ยาก พฤติกรรมในระดับนี้แบ่งออกเป็น 4 ขั้น ดังนี้

3.1 ความสามารถในการแก้ปัญหาที่คล้ายกับปัญหาที่ประสบอยู่ในระหว่างเรียน (Ability to solve routine problems) นักเรียนอาศัยความสามารถในระดับความเข้าใจและเลือกกระบวนการแก้ปัญหาจนได้คำตอบออกมา

3.2 ความสามารถในการเปรียบเทียบ (Ability to make comparisons) เป็นความสามารถในการค้นหาความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูล 2 ชุด เพื่อสรุปการตัดสินใจ ซึ่งในการแก้ปัญหาขั้นนี้อาจต้องใช้วิธีการคิดคำนวณ และจำเป็นต้องอาศัยความรู้ที่เกี่ยวข้อง รวมทั้งความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผล

3.3 ความสามารถในการวิเคราะห์ข้อมูล (Ability to analyze data) เป็นความสามารถในการตัดสินใจอย่างต่อเนื่องในการหาคำตอบจากข้อมูลที่กำหนดให้ ซึ่งอาจต้องอาศัยการแยกข้อมูล

ที่เกี่ยวข้องออกจากข้อมูลที่กำหนดให้ โดยพิจารณาว่าอะไรคือข้อมูลที่ต้องการเพิ่มเติม มีปัญหาอื่นใดบ้างที่อาจเป็นตัวอย่างในการหาคำตอบของปัญหาที่กำลังประสบอยู่ หรือต้องแยกโจทย์ปัญหาออกพิจารณาเป็นส่วน ๆ มีการตัดสินใจหลายครั้งอย่างต่อเนื่องตั้งแต่ต้น จนได้คำตอบหรือผลลัพธ์ที่ต้องการ

3.4 ความสามารถในการมองเห็นรูปแบบ ลักษณะโครงสร้างที่เหมือนกันและการสมมาตร (Ability to recognize patterns isomorphisms and symmetries) เป็นความสามารถในการระลึกถึงข้อมูล แปลงปัญหาการจัดกระทำกับข้อมูล ระลึกถึงความสัมพันธ์ จะเป็นการถามคำถามให้นักเรียนหาสิ่งที่คุ้นเคยกับข้อมูลที่กำหนดให้หรือจากปัญหาที่กำหนดขึ้น

4. การวิเคราะห์ (Analysis) เป็นความสามารถในการแก้ปัญหาที่นักเรียนไม่เคยเห็นหรือไม่เคยทำแบบฝึกหัดมาก่อน ซึ่งส่วนใหญ่เป็นโจทย์เป็นโจทย์พลิกแพลง แต่ก็อยู่ในขอบเขตของเนื้อหาวิชาที่เรียน การแก้โจทย์ปัญหาดังกล่าว ต้องอาศัยความรู้ที่ได้เรียนมารวมกับความคิดสร้างสรรค์ผสมผสานกันเพื่อแก้ปัญหา พฤติกรรมในระดับนี้ถือว่าเป็นพฤติกรรมขั้นสูงสุดของการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ ซึ่งต้องใช้สมรรถภาพสมองระดับสูงแบ่งออกเป็น 5 ขั้น ดังนี้

4.1 ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาที่ไม่เคยประสบมาก่อน (Ability to solve nonroutine problems) คำถามในขั้นนี้เป็นคำถามที่ซับซ้อนไม่มีในแบบฝึกหัดหรือตัวอย่างนักเรียนต้องอาศัยความคิดสร้างสรรค์ผสมผสานกับความเข้าใจมโนคติ นิยามตลอดจนทฤษฎีต่าง ๆ ที่เรียนมาแล้วเป็นอย่างดี

4.2 ความสามารถในการค้นหาความสัมพันธ์ (Ability to discover relationships) เป็นความสามารถในการจัดส่วนต่าง ๆ ที่โจทย์กำหนดให้ใหม่แล้วสร้างความสัมพันธ์ขึ้นใหม่เพื่อใช้ในการแก้ปัญหาแทนการจำความสัมพันธ์เดิมที่เคยพบมาแล้วมาใช้กับข้อมูลชุดใหม่เท่านั้น

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

4.4 ความสามารถในการวิพากษ์วิจารณ์ข้อพิสูจน์ (Ability to criticize proofs) เป็นความสามารถที่ควบคู่กับความสามารถในการสร้างข้อพิสูจน์ อาจเป็นพฤติกรรมที่มีความซับซ้อนน้อยกว่าพฤติกรรมในการสร้างข้อพิสูจน์ พฤติกรรมในขั้นนี้ต้องการให้นักเรียนสามารถตรวจสอบข้อพิสูจน์ว่าถูกต้องหรือไม่ มีตอนใดผิดบ้าง

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

นิภา เมธธาวีชัย (2536, หน้า 65) กล่าวว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ หมายถึง ความรู้และทักษะที่ได้รับและพัฒนามาจากการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์ ผู้สอนอาศัยเครื่องมือวัดผลช่วยในการศึกษาว่านักเรียนมีความรู้และทักษะมากน้อยเพียงใด

ชนินทร์ชัย อินทิราภรณ์ และสุวิทย์ หิรัณยกานต์ (2548, หน้า 5) กล่าวว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสำเร็จ ความรู้ ความสามารถ หรือทักษะ หรือผลการเรียนการสอนหรือผลงานที่ได้จากการประกอบกิจกรรมส่วนนั้น ๆ

จากการศึกษาความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ สรุปได้ว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ คือ ระดับความสามารถของบุคคลในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ซึ่งประเมินจากการเรียนการสอน เพื่อวัดการตรวจสอบระดับความสามารถทางด้านสติปัญญา หรือความสามารถทางด้านผลสัมฤทธิ์ของบุคคลว่า เรียนแล้วรู้เท่าไร มีความสามารถชนิดใด ซึ่งสามารถวัดในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ จำแนกไว้เป็น 4 ระดับ คือ

1. ด้านความรู้ความจำเกี่ยวกับการคิดคำนวณ (Computation)
2. ด้านความเข้าใจ (Comprehension
3. ด้านการนำไปใช้ (Application)
4. ด้านการวิเคราะห์ (Analysis)

2. สาเหตุที่ทำให้เกิดปัญหาต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์

วัชรี บูรณสิงห์ (2525, หน้า 435) ได้กล่าวถึงลักษณะของผู้ที่เรียนอ่อนวิชาคณิตศาสตร์ว่ามีลักษณะดังต่อไปนี้

1. ระดับสติปัญญา (I.Q.) อยู่ระหว่าง 75-90 และคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางวิชาคณิตศาสตร์จะต่ำกว่าเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 30
2. อัตราการเรียนรู้ทางคณิตศาสตร์จะต่ำกว่าผู้เรียนคนอื่น ๆ
3. มีความสามารถทางการอ่านต่ำ
4. จำหลักหรือมโนคติเบื้องต้นทางคณิตศาสตร์ที่เรียนไปแล้วไม่ได้
5. มีปัญหาในการใช้ถ้อยคำ
6. มีปัญหาในการหาความสัมพันธ์ของสิ่งต่าง ๆ และการสรุปเป็นหลักเกณฑ์โดยทั่วไป
7. มีพื้นฐานความรู้ทางคณิตศาสตร์น้อย สังเกตจากการสอบตกวิชาคณิตศาสตร์บ่อยครั้ง
8. เจตคติที่ไม่ดีต่อโรงเรียนและโดยเฉพาะอย่างยิ่งต่อวิชาคณิตศาสตร์
9. มีความกดดันและรู้สึกกังวลต่อความล้มเหลวทางด้านการเรียนของตนเอง และบางครั้งรู้สึกดูถูกตนเอง
10. ขาดความเชื่อมั่นในความสามารถของตนเอง

11. อาจมาจากครอบครัวที่มีสภาพแวดล้อมแตกต่างจากนักเรียนอื่น ๆ ซึ่งมีผลทำให้ขาดประสบการณ์ที่จำเป็นต่อความสำเร็จในการเรียน

12. ขาดทักษะในการฟังและไม่มีความตั้งใจในการเรียน หรือมีความตั้งใจในการเรียนเพียงชั่วระยะเวลาสั้น ๆ

13. มีข้อบกพร่องในด้านสุขภาพ เช่น สายตาไม่ปกติ มีปัญหาทางด้านการฟัง และมีข้อบกพร่องทางทักษะการใช้มือ

14. ไม่ประสบผลสำเร็จในด้านการเรียนทั่ว ๆ ไป

15. ขาดความสามารถในการแสดงออกทางคำพูด ซึ่งทำให้ไม่สามารถใช้คำถามที่แสดงให้เห็นว่าตนเองก็ยังไม่เข้าใจในการเรียนนั้น ๆ

16. มีวุฒิภาวะค่อนข้างต่ำทั้งทางด้านอารมณ์และสังคม

ชมนาด เชื้อสุวรรณทวี (2542, หน้า 145) กล่าวถึง สาเหตุหรือที่มาที่ทำให้นักเรียนเรียนอ่อนทางคณิตศาสตร์ ไว้ดังนี้

1. ข้อบกพร่องทางกาย

2. ระดับสติปัญญาต่ำ

3. มีประสบการณ์ที่ไม่ดีมาก่อน ทำให้ฝังใจ เกิดการต่อต้านไม่ยอมรับปิดกั้นตัวเองทั้งแบบรู้ตัวและแบบไม่รู้ตัว

4. สิ่งแวดล้อมทางบ้าน การปลูกฝังนิสัยในการเรียน ตลอดจนนิสัยส่วนตัวในด้านต่าง ๆ เช่น ความกระตือรือร้น กล้าคิด กล้าถาม กล้าแสดงออก ความอดทน ความเพียรพยายามการรู้จักแบ่งเวลา ความมีระเบียบวินัยในตนเองความรับผิดชอบ การมีสมาธิ

5. วุฒิภาวะต่ำ

6. พื้นฐานความรู้เดิมไม่เพียงพอที่จะนำใช้ในการเรียนรู้เนื้อหาใหม่ ทำให้เรียนตามเพื่อนไม่ทัน ไม่เข้าใจบทเรียนใหม่

จากการศึกษาสาเหตุที่ทำให้เกิดปัญหาต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ สรุปได้ว่าสาเหตุที่ทำให้เกิดปัญหาต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ นั้นมีมากมายแต่ที่สามารถแก้ไขได้ คือ การขาดทักษะ ขาดความเชื่อมั่น ขาดความสามารถในการแสดงออก ความรู้เดิมไม่เพียงพอ ซึ่งปัญหาเหล่านี้เป็นปัญหาที่สามารถแก้ไข้ได้

3. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์

มีผู้กล่าวถึงความหมายของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ไว้ดังนี้

ประกิจ รัตนสุวรรณ (2525, หน้า 55) ได้กล่าวถึงความหมายของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ว่าเป็นแบบทดสอบที่มุ่งวัดพฤติกรรมและประสบการณ์ทางการเรียนรู้ของนักเรียน แบบทดสอบ

ประเภทนี้จึงมุ่งวัดคุณลักษณะด้านความรู้ความคิดในเรื่องที่เรียน ลักษณะการวัดผลสัมฤทธิ์จะขึ้นอยู่กับลักษณะและของธรรมชาติของรายวิชาที่มีการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนนั้น ๆ โดยอาจจะเป็นการวัดผลสัมฤทธิ์ในแง่เนื้อหาวิชาโดยตรง หรืออาจจะวัดผลสัมฤทธิ์ในเชิงลงมือปฏิบัติ หน้าที่สำคัญของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ก็คือมุ่งตรวจสอบความสามารถในการเรียนของบุคคล ทั้งในส่วนที่เกี่ยวกับระดับความสามารถในการเรียน ความก้าวหน้า หรือพัฒนาการในการเรียน

เยาวดี วิบูลย์ศรี (2545, หน้า 28) ได้กล่าวถึงความหมายของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ว่าเป็นแบบทดสอบวัดความรู้เชิงวิชาการ มักใช้วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ เน้นการวัดความรู้ความสามารถจากการเรียนรู้ในอดีตหรือในสภาพปัจจุบันของแต่ละบุคคล

พิชิต ฤทธิ์จรูญ (2548, หน้า 96) ได้กล่าวถึงความหมายของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนว่า แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์เป็นแบบทดสอบที่ใช้วัดความรู้ ทักษะและความสามารถทางวิชาการที่ผู้เรียนได้รับการเรียนรู้มาแล้วว่าบรรลุผลสำเร็จตามจุดประสงค์ที่กำหนดไว้เพียงใด

จากการศึกษาสรุปได้ว่า แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ คือ แบบทดสอบที่มุ่งวัดพฤติกรรมและประสบการณ์ทางการเรียนรู้ของผู้เรียน จึงมุ่งวัดคุณลักษณะด้านความรู้ความคิดในเรื่องที่เรียน ซึ่งสามารถบ่งชี้ให้เห็นถึงพัฒนาการของนักเรียน

4. ประเภทของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์

มีผู้กล่าวถึงประเภทของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ไว้ดังนี้

สมเกียรติ ปดิฐพร (2525, หน้า 7) กล่าวถึงประเภทของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ไว้ดังนี้

1. แบบทดสอบที่ผู้สอนสร้างขึ้นเอง (Teacher made test) หมายถึง ข้อสอบที่ใช้ทั่วไปในโรงเรียน โดยที่ผู้สอนเป็นผู้สร้างขึ้นเอง สอบแล้วทิ้งไป จะสอบใหม่ก็สร้างขึ้นใหม่

2. แบบทดสอบมาตรฐาน (Standardized test) หมายถึง แบบทดสอบที่สร้างขึ้นแล้วนำไปใช้ทดสอบ แล้ววิเคราะห์ผลการสอบตามวิธีทางสถิติหลายครั้งเพื่อปรับปรุงข้อสอบให้มีคุณภาพดีขึ้น

พิชิต ฤทธิ์จรูญ (2548, หน้า 96-97) กล่าวถึงประเภทของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ไว้ว่าโดยทั่วไปแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์แบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ

1. แบบทดสอบที่ครูสร้างขึ้นเอง หมายถึง แบบทดสอบที่มุ่งวัดผลสัมฤทธิ์ของนักเรียนเฉพาะกลุ่มที่ครูสอน เป็นแบบทดสอบที่ครูสร้างขึ้นใช้กัน โดยทั่วไปในสถานศึกษา มีลักษณะเป็นแบบทดสอบข้อเขียน (Paper and pencil test) ซึ่งแบ่งออกได้อีก 2 ชนิด คือ

1.1 แบบทดสอบอัตนัย (Subjective or essay test) เป็นแบบทดสอบที่กำหนดคำถามหรือปัญหาให้แล้วให้ผู้ตอบเขียนโดยแสดงความรู้ ความคิด เจตคติได้อย่างเต็มที่

1.2 แบบทดสอบปรนัย หรือแบบให้ตอบสั้น ๆ (Objective test or short answer) เป็นแบบทดสอบที่กำหนดให้ผู้สอบเขียนตอบสั้น ๆ หรือมีคำตอบให้เลือกแบบจำกัดคำตอบ (Restricted response type) ผู้ตอบไม่มีโอกาสแสดงความรู้ ความคิดได้อย่างกว้างขวางเหมือนแบบทดสอบอัตนัย แบบทดสอบชนิดนี้แบ่งออกเป็น 4 แบบ คือ แบบทดสอบถูก-ผิด แบบทดสอบเติมคำ แบบทดสอบจับคู่ และแบบทดสอบเลือกตอบ

2. แบบทดสอบมาตรฐาน หมายถึง แบบทดสอบที่มุ่งหวังวัดผลสัมฤทธิ์ของผู้เรียนทั่วไป ซึ่งสร้างโดยผู้เชี่ยวชาญ มีการวิเคราะห์และปรับปรุงอย่างดีจนมีคุณภาพ มีมาตรฐาน กล่าวคือ มีมาตรฐานในการดำเนินการสอบ วิธีการให้คะแนนและการแปลงความหมายของคะแนน

ศิริชัย กาญจนวาสี (2556, หน้า 167-169) กล่าวถึงประเภทของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ไว้ว่า แบบทดสอบสามารถจำแนกออกเป็นประเภทต่าง ๆ ได้หลายลักษณะขึ้นอยู่กับเกณฑ์ที่ใช้ในการจำแนก ในที่นี้จึงจำแนกตามเกณฑ์ที่สำคัญ ดังนี้

1. จำแนกตามผู้สร้าง

1.1 แบบสอบมาตรฐาน (Standardized tests) เป็นแบบสอบที่สร้างขึ้นด้วยกระบวนการมาตรฐานโดยสำนักทดสอบ หรือบริษัทสร้างแบบสอบ ซึ่งมักออกแบบให้ครอบคลุมเนื้อหาสาระอย่างกว้าง ๆ ที่สอนในหลักสูตรต่าง ๆ เพื่อให้สามารถใช้ได้กับสถาบันการศึกษาทั่ว ๆ ไป โดยทั่วไปมีสาระอย่างกว้าง ๆ ที่สอนในหลักสูตรต่าง ๆ เพื่อให้สามารถใช้ได้กับสถาบันการศึกษาทั่ว ๆ ไป โดยทั่วไปมีรูปแบบที่เป็นมาตรฐาน สำหรับการให้บริการ การดำเนินการสอบ การตรวจให้คะแนน การเปรียบเทียบกับบรรทัดฐานระดับชาติ การรายงานผล และการรายงานคุณภาพของแบบสอบ

1.2 แบบสอบที่ผู้สอนสร้าง (Teacher-made tests) เป็นแบบสอบที่ผู้สอนเป็นคนสร้างขึ้นเอง จึงมักเป็นแบบทดสอบที่ครอบคลุมเนื้อหาเฉพาะตามหลักสูตรของสถาบันใดสถาบันหนึ่ง การตรวจให้คะแนนและการแปลงผลจึงมักทำการเปรียบเทียบผลเฉพาะกลุ่มที่สอบด้วยกัน หรือเปรียบเทียบกับเกณฑ์ที่ผู้สอนกำหนดไว้เฉพาะ

2. จำแนกตามเนื้อหาวิชา

แบบสอบผลสัมฤทธิ์สามารถใช้กับวิชาต่าง ๆ ได้ จึงอาจจำแนกแบบสอบตามชื่อเนื้อหาวิชา เช่น แบบสอบผลสัมฤทธิ์ทางคณิตศาสตร์ เป็นต้น

3. จำแนกตามการใช้

3.1 แบบสอบความพร้อม (Readiness test) เป็นแบบสอบที่มุ่งวัดทักษะพื้นฐานที่จำเป็นสำหรับการเรียนรู้วิชา/ บทเรียน/ หน่วยการเรียน เพื่อพิจารณาว่านักเรียนมีพื้นฐานเพียงพอหรือไม่ จะได้ทบทวนหรือปูพื้นฐานที่จำเป็นก่อนเริ่มเรียนวิชา/ บทเรียน/ หน่วยการเรียนนั้น

3.2 แบบสอบวินิจฉัย (Diagnosis test) เป็นแบบสอบที่มุ่งวัดจุดเด่นจุดด้อยของทักษะการเรียนรู้สำคัญ อันเป็นปัญหาของนักเรียน แบบสอบมุ่งตรวจสอบกลไก องค์ประกอบย่อย ๆ ที่ครอบคลุมกระบวนการสำคัญของทักษะที่เป็นเป้าหมายของการเรียนรู้ เพื่อระบุว่านักเรียนมีปัญหาของการเรียนรู้ตรงจุดไหน อันจะเป็นประโยชน์ต่อการปรับปรุงแก้ไขและสอนเสริม

3.3 แบบสอบสมรรถสภาพ (Proficiency test) เป็นแบบสอบที่ใช้วัดว่าผู้สอบมีสมรรถนะถึงระดับที่เหมาะสมหรือยัง เพื่อใช้เป็นเครื่องบ่งชี้ถึงระดับความสามารถสำหรับการคัดเลือกหรือใช้สิทธิบางประการ

3.4 แบบสอบเชิงสำรวจ (Survey test) เป็นแบบสอบที่ใช้สำรวจวัดระดับความรู้เชิงสรุปทั่วไป ของนักเรียนหรือนิสิตนักศึกษาในสาขาวิชาเฉพาะ แบบสอบจึงควรครอบคลุมเนื้อหาทั่วไปที่สุ่มได้จากมวลเนื้อหาอย่างกว้างขวาง เพื่อทดสอบผลการเรียนรู้ทั่วไป เช่น แบบสอบปลายภาคเรียน เป็นต้น

4. จำแนกตามการแปลผล

4.1 แบบสอบอิงกลุ่ม (Norm-referenced tests) เป็นแบบสอบที่มุ่งวัดผลการเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างความรู้ ความสามารถของผู้สอบ ข้อสอบอิงกลุ่มจึงถูกสร้างและเลือกมาใช้เพื่อทำหน้าที่จำแนกระดับความสามารถของผู้สอบที่แตกต่างกัน คะแนนสอบที่ได้จึงนำไปใช้แปลความหมายโดยการเปรียบเทียบความรู้ ความสามารถระหว่างกลุ่มผู้สอบด้วยกันเอง

4.2 แบบสอบอิงเกณฑ์ (Criterion-referenced tests) เป็นแบบสอบที่มุ่งวัดระดับการเรียนรู้ของนักเรียนว่ามีความรู้ ความสามารถอะไรบ้าง ข้อสอบอิงเกณฑ์ถูกสร้างให้ครอบคลุมความรู้หรือทักษะสำคัญของการเรียนรู้ที่ต้องการให้เกิดขึ้น คะแนนสอบที่ได้จึงแปลผลโดยการเปรียบเทียบกับเกณฑ์ หรือมาตรฐาน ที่กำหนดไว้

5. จำแนกตามรูปแบบการตอบ

5.1 แบบสอบประเภทเสนอคำตอบ (Supply type)

5.1.1 แบบสอบความเรียง (Essay test)

- แบบสอบความเรียงไม่จำกัดคำตอบ (Essay-extended)
- แบบสอบความเรียงจำกัดคำตอบ (Essay-restricted)

5.1.2 แบบสอบแบบตอบสั้น (Short answer)

5.1.3 แบบสอบแบบเติมคำ (Completion)

5.2 แบบสอบประเภทเลือกตอบ (Selection type)

5.2.1 แบบสอบแบบถูก-ผิด (True-false)

5.2.2 แบบสอบแบบจับคู่ (Matching)

5.2.3 แบบสอบแบบหลายตัวเลือก (Multiple-choice)

จากการศึกษาแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์สรุปได้ว่า

1. แบบทดสอบที่ผู้สอนสร้างขึ้นเอง (Teacher made test) แบ่งออกเป็น 2 ชนิด คือ แบบทดสอบอัตนัย และแบบทดสอบปรนัย

2. แบบทดสอบมาตรฐาน (Standardized test) เป็นแบบสอบที่สร้างขึ้นด้วยกระบวนการมาตรฐานโดยสำนักทดสอบ ซึ่งมีรูปแบบที่เป็นมาตรฐาน สำหรับ การดำเนินการสอบ การตรวจให้คะแนน การเปรียบเทียบกับบรรทัดฐานระดับชาติ การรายงานผล และการรายงานคุณภาพของแบบสอบ

5. ขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์

มีนักการศึกษาและสถาบันทางการศึกษาได้เสนอแนวทางการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ ไว้ดังนี้

พิชิต ฤทธิ์จรูญ (2548, หน้า 97-99) ได้เสนอการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์มีขั้นตอนดังนี้

1. วิเคราะห์หลักสูตรและสร้างตารางวิเคราะห์หลักสูตร

การสร้างแบบทดสอบ ควรเริ่มต้นด้วยการวิเคราะห์หลักสูตร และสร้างตารางวิเคราะห์หลักสูตรเพื่อวิเคราะห์เนื้อหาสาระและพฤติกรรมที่ต้องการวัด ซึ่งหลักสูตรจะต้องใช้เป็นกรอบในการออกข้อสอบโดยระบุจำนวนข้อสอบในแต่ละเรื่องและพฤติกรรมที่ต้องการวัดไว้

2. กำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้

จุดประสงค์การเรียนรู้ เป็นพฤติกรรมที่เป็นผลการเรียนรู้ที่ผู้สอนมุ่งหวังจะให้เกิดขึ้นกับนักเรียนซึ่งผู้สอนจะต้องกำหนดไว้ล่วงหน้าสำหรับเป็นแนวทางในการจัดการเรียนการสอนและการสร้างข้อสอบวัดผลสัมฤทธิ์

3. กำหนดชนิดของข้อสอบและศึกษาวิธีการสร้าง

โดยการศึกษาตารางวิเคราะห์หลักสูตรและจุดประสงค์การเรียนรู้ ผู้ออกข้อสอบต้องพิจารณาและตัดสินใจเลือกใช้ชนิดของข้อสอบที่จะใช้วัดว่าเป็นแบบใด โดยต้องเลือกให้สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้และเหมาะสมกับวัยของผู้เรียน แล้วศึกษาวิธีการเขียนข้อสอบชนิดนั้นให้มีความรู้ความเข้าใจในหลักการและวิธีการเขียนข้อสอบ

4. เขียนข้อสอบ

ผู้ออกข้อสอบลงมือเขียนข้อสอบตามรายละเอียดที่กำหนดไว้ในตารางวิเคราะห์หลักสูตรและให้สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ โดยอาศัยหลักและวิธีการเขียนข้อสอบที่ได้ศึกษามาแล้วในขั้นที่ 3

5. ตรวจทางข้อสอบ

เพื่อให้ข้อสอบที่เขียนไว้แล้วในขั้นที่ 4 มีความถูกต้องตามหลักวิชาการมีความสมบูรณ์ครบถ้วนตามรายละเอียดที่กำหนดไว้ในตารางวิเคราะห์หลักสูตร ผู้ออกข้อสอบต้องพิจารณาทบทวนตรวจทานข้อสอบอีกครั้งก่อนที่จะจัดพิมพ์และนำไปใช้ต่อไป

6. จัดพิมพ์แบบทดสอบฉบับทดลอง

เมื่อตรวจทานข้อสอบเสร็จแล้วให้พิมพ์ข้อสอบทั้งหมด จัดทำเป็นแบบทดสอบฉบับทดลองโดยมีคำชี้แจงหรือคำอธิบายวิธีตอบแบบทดสอบ (Direction) และจัดวางรูปแบบการพิมพ์ให้เหมาะสม

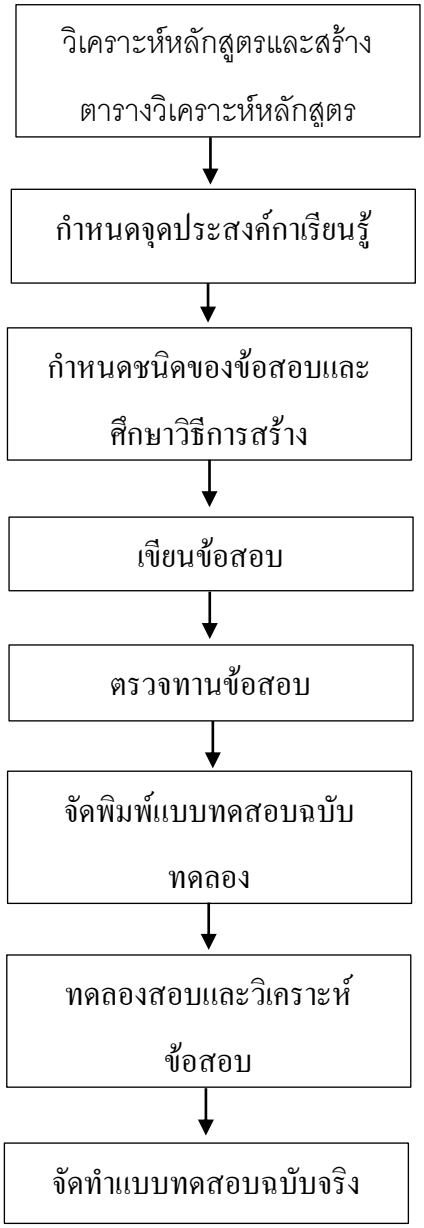
7. ทดลองสอบและวิเคราะห์ข้อสอบ

การทดลองสอบและวิเคราะห์ข้อสอบเป็นวิธีการตรวจสอบคุณภาพของแบบทดสอบก่อนนำไปใช้จริง โดยนำแบบทดสอบไปทดลองสอบกับกลุ่มที่มีลักษณะคล้ายคลึงกันกับกลุ่มที่ต้องการสอบจริง แล้วนำผลการสอบมาวิเคราะห์และปรับปรุงข้อสอบให้มีคุณภาพโดยสภาพการปฏิบัติจริงของการทดลองวัดผลสัมฤทธิ์ในโรงเรียนมักไม่ค่อยมีการทดลองสอบและวิเคราะห์ข้อสอบ ส่วนใหญ่นำแบบทดสอบไปใช้ทดลองแล้วจึงวิเคราะห์ข้อสอบเพื่อปรับปรุงข้อสอบและนำไปใช้ในครั้งต่อ ๆ ไป

8. จัดทำแบบทดสอบฉบับจริง

จากผลการวิเคราะห์ข้อสอบ หากพบว่า ข้อสอบข้อใดไม่มีคุณภาพหรือมีคุณภาพไม่ดีพออาจจะต้องตัดทิ้งหรือปรับปรุงแก้ไขข้อสอบให้มีคุณภาพดีขึ้น แล้วจึงจัดทำเป็นแบบทดสอบฉบับจริงที่จะนำไปทดสอบกับกลุ่มเป้าหมายต่อไป

ขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบดังกล่าว อาจสรุปได้ดังภาพที่ 2



ภาพที่ 2 ขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์

ศศิธร แม้นสงวน (2555, หน้า 261) ได้เสนอการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์มีขั้นตอนดังนี้

1. วิเคราะห์หลักสูตรและสร้างตารางวิเคราะห์หลักสูตร

2. กำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้ เป็นพฤติกรรมเป็นผลการเรียนรู้ที่ผู้สอนกำหนดและคาดหวังจะให้เกิดขึ้นกับนักเรียน โดยผู้สอนจะกำหนดไว้ล่วงหน้าสำหรับเป็นแนวทางในการจัดการเรียนการสอน และการสร้างข้อสอบวัดผลสัมฤทธิ์

3. กำหนดชนิดของข้อสอบ

4. เขียนข้อสอบ

5. ตรวจทาน

6. จัดพิมพ์แบบทดสอบ

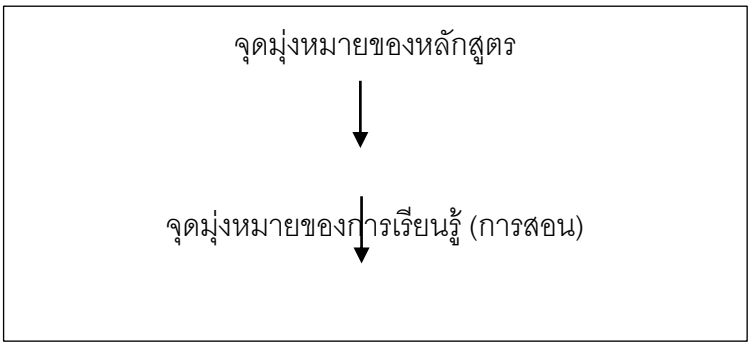
7. ทดลองสอบเพื่อนำผลมาวิเคราะห์ข้อสอบ

8. แก้ไขปรับปรุงแล้วได้แบบทดสอบฉบับจริง

ศิริชัย กาญจนวาสี (2556, หน้า 173-190) ได้เสนอการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ มีขั้นตอน ดังนี้

1. กำหนดจุดมุ่งหมายของการสอบ (Specification of purpose)

จุดมุ่งหมายของการสอบจะต้องมีความสัมพันธ์และสอดคล้องกับจุดมุ่งหมายของการเรียนรู้ และจุดมุ่งหมายของหลักสูตร ตามลำดับดังภาพที่ 3



ภาพที่ 3 ความสอดคล้องระหว่างจุดมุ่งหมาย

2. ออกแบบการสร้างแบบสอบ (Test design)

การออกแบบการสร้างแบบทดสอบ เป็นการกำหนดรูปแบบ ขอบเขต และแนวทางการสร้างเพื่อให้ได้มาซึ่งข้อสอบและแบบทดสอบที่มีคุณภาพ การออกแบบการสร้างแบบทดสอบจะประกอบด้วยกิจกรรมการดำเนินงาน ดังนี้

2.1 วางแผนการทดสอบ (Testing plans)

2.2 กำหนดรูปแบบของแบบทดสอบ (Tes formats)

สามารถพิจารณาจากรูปแบบต่าง ๆ ได้ดังนี้

2.2.1 แบบสอบอิงกลุ่ม (Norm-referenced test) กับแบบสอบอิงเกณฑ์

2.2.2 แบบสอบข้อเขียน (Written test) กับแบบสอบปฏิบัติการ (Performance Test)

2.2.3 แบบสอบเสนอคำตอบ (Supply type) กับแบบสอบแบบเลือกตอบ (Selection type)

2.2.4 แบบสอบความเร็ว (Speed test) กับแบบสอบความสามารถ (Power test)

2.2.5 แบบสอบเป็นกลุ่ม (Group test) กับแบบสอบเป็นรายบุคคล (Individual test)

2.3 สร้างแผนผังการทดสอบ (Testing map)

2.4 สร้างผังข้อสอบ (Test blueprint)

3. เขียนข้อสอบ (Item writing)

ซึ่งมีลำดับขั้นตอนการเขียน ดังนี้

3.1 กำหนดแบบแผนข้อสอบ (Item specification)

3.2 ร่างข้อสอบ (Item drafting)

ควรร่างข้อสอบให้ครอบคลุมจุดประสงค์และเนื้อเรื่องที่ต้องการวัด ตลอดจนให้มีปริมาณข้อสอบตามสัดส่วนความสำคัญที่กำหนดไว้ การร่างข้อสอบควรเขียนแยกเป็นรายข้อในบัตรข้อสอบ (Item card) ในบัตรข้อสอบควรออกแบบให้มีข้อมูลเกี่ยวกับชื่อวิชา จุดประสงค์ที่มุ่งวัด ตัวคำถามและคำตอบ ช่องสถิติสำหรับบันทึกผลการวิเคราะห์ข้อสอบ ค่าความยาก ค่าอำนาจจำแนก ช่องสำหรับบันทึกการปรับปรุงและคำวิจารณ์

3.3 ทบทวนร่างข้อสอบ (Item review)

3.3.1 ทบทวนร่างข้อสอบโดยผู้เขียนข้อสอบ

3.3.2 ทบทวนร่างข้อสอบโดยผู้อื่น

3.4 บรรณาธิการข้อสอบ (Item editing)

ควรทำการปรับปรุงข้อบอกพร่องตามคำแนะนำที่ได้รับ ขัดเกลาข้อความและภาษาที่ใช้ให้เหมาะสมกับผู้เรียน เรียบเรียงข้อสอบรวมกันเป็นแบบสอบที่พร้อมแนะนำไปทดลองใช้

4. ทดลองใช้ข้อสอบและวิเคราะห์ข้อสอบ (Item tryout and analysis)

4.1 การวิเคราะห์ข้อสอบ (Item analysis)

4.1.1 การวิเคราะห์ทางกายภาพ

4.1.2 การวิเคราะห์เชิงปริมาณ

4.2 การคัดเลือกข้อสอบรวมเป็นแบบทดสอบ (Assembling the test)

ผลจากการวิเคราะห์ข้อสอบ จะช่วยให้ผู้พัฒนาแบบทดสอบสามารถคัดเลือกข้อสอบที่ดีมารวมกันเป็นแบบสอบที่ต้องการ โดยทั่วไปข้อสอบควรมีความยากง่ายที่เหมาะสม และมีอำนาจจำแนกสูง ข้อสอบที่มีความยากง่ายพอเหมาะควรมีค่า P ประมาณ 0.50 เพราะจะทำให้อำนาจจำแนกมีโอกาสที่จะมีค่าสูงสุดเป็น 1.0 ได้ แต่ถ้าค่า P เบี่ยงเบนจาก 0.50 เข้าใกล้ 0 หรือ 1 ค่าอำนาจจำแนก

มีโอกาสที่จะลดลง (จาก 1.0) ตามลำดับ ดังนั้น ค่าเฉลี่ยความยากง่ายของข้อสอบทั้งฉบับ ควรมีค่าประมาณ 0.50

4.3 การวิเคราะห์แบบทดสอบ (Test analysis)

หลังจากที่คัดเลือกข้อสอบที่ดีหรือมีคุณภาพเป็นรายข้อมารวมกันเป็นแบบสอบแล้ว ในขั้นนี้ควรทำการวิเคราะห์แบบสอบที่ได้ทั้งในด้านความเที่ยง (Reliability) และความตรง (Validity) แต่เนื่องจากแบบสอบฉบับที่ได้เป็นฉบับใหม่ที่แตกต่างจากฉบับดั้งเดิม เพราะมีการคัดเลือก ซึ่งอาจมีการตัด/ เพิ่มหรือปรับปรุงบางข้อ ดังนั้นค่าความเที่ยงและความตรงที่คำนวณได้จึงเป็นค่าเบื้องต้น เมื่อนำแบบทดสอบไปใช้ควรจะได้ทำการวิเคราะห์และรายงานค่าดังกล่าวอีกครั้ง

5. นำแบบทดสอบไปใช้ (Test administration)
6. วิเคราะห์คุณภาพแบบทดสอบ (Test analysis)
7. ปรับปรุงแบบสอบ (Test revision)

จากการศึกษาขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ สรุปได้ว่า มีขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. วิเคราะห์หลักสูตรและสร้างตารางวิเคราะห์หลักสูตร
2. กำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้
3. กำหนดชนิดของข้อสอบและศึกษาวิธีการสร้าง
4. เขียนข้อสอบ
5. ตรวจทานข้อสอบ
6. จัดพิมพ์แบบทดสอบ
7. ทดลองสอบเพื่อนำผลมาวิเคราะห์ข้อสอบ
8. แก้ไขปรับปรุงแล้วได้แบบทดสอบฉบับจริง

ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

1. ความหมายของความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

มีผู้กล่าวถึงความหมายของความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ไว้ดังนี้

กระทรวงศึกษาธิการ (2546, หน้า 9) ได้เสนอว่า ความสามารถในการให้เหตุผลเป็นความสามารถของนักเรียนในการให้เหตุผลประกอบการตัดสินใจและสรุปผลได้อย่างสมเหตุสมผล

ศศิธร แม้นสงวน (2555, หน้า 462) ได้ให้ความหมายของความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ว่า เป็นกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่ต้องอาศัยการคิดวิเคราะห์และความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ต่าง ๆ แจกแจงความสัมพันธ์หรือการเชื่องโยงเพื่อทำให้เกิดข้อเท็จจริงหรือสถานการณ์ใหม่

จากการศึกษาความหมายของความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ สรุปได้ว่า ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์หมายถึง กระบวนการคิดทางคณิตศาสตร์ที่ต้องอาศัยหลักการทางคณิตศาสตร์ มาอธิบายเหตุผล การวิเคราะห์ การหาความสัมพันธ์ ซึ่งนำมาวิเคราะห์สรุปข้อมูลได้อย่างสมเหตุสมผล

2. ความสำคัญของการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

บารูดี (Baroody, 1993, pp. 58-60) กล่าวไว้ว่า การให้เหตุผล เป็นเครื่องมือที่สำคัญสำหรับคณิตศาสตร์และการดำเนินชีวิตประจำวันของมนุษย์ โดยในสมัยก่อนยุคกรีก นักคณิตศาสตร์ใช้การให้เหตุผลแบบนิรนัยในการพิสูจน์ทฤษฎีทางเรขาคณิต สำหรับในปัจจุบันมนุษย์ต้องให้เหตุผลกับผู้อื่นและต้องการเหตุผลจากคนอื่น ไม่ว่าจะเป็นเรื่องเล็กน้อยหรือเรื่องสำคัญมาก มนุษย์ต้องการคำอธิบายที่เป็นเหตุเป็นผลและคนส่วนใหญ่รับได้ ด้วยเหตุนี้การให้เหตุผล จึงมีความสำคัญยิ่งต่อการเรียนคณิตศาสตร์ ซึ่งจะช่วยให้นักเรียนมีการคิด การไตร่ตรอง และแก้ปัญหาต่าง ๆ ในชีวิตประจำวันได้อย่างสมเหตุสมผล

สติกกินส์ (Stiggins, 1997, p. 6) อธิบายว่าการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์เป็นสิ่งสำคัญ เพราะการทำความเข้าใจปัญหาโดยใช้เหตุผล ช่วยให้นักเรียนเป็นนักคิดที่ดี ในบางโอกาสเราต้องใช้การให้เหตุผลในลักษณะการวิเคราะห์เพื่อจะดูว่าส่วนปลีกย่อยต่าง ๆ เข้ากับภาพโดยรวมของสิ่งนั้นหรือไม่ หรือในบางโอกาส เราต้องใช้การให้เหตุผลแบบเปรียบเทียบเพื่อให้เข้าใจความเหมือนกับความแตกต่าง

รัสเซลล์ (Russell, 1999, p. 1) กล่าวว่า การให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์เป็นหัวใจสำคัญของการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เนื่องจากคณิตศาสตร์เป็นวิชาที่เป็นนามธรรม ซึ่งการให้เหตุผลเป็นเครื่องมือที่จะเข้าใจนามธรรมนั้น และโดยการให้เหตุผลเป็นสิ่งที่ใช้คิดเกี่ยวกับสมบัติต่าง ๆ ในทางคณิตศาสตร์ และพัฒนาให้อยู่ในลักษณะของการอ้างอิง เพื่อให้สามารถใช้ข้อเท็จจริงที่เรียนรู้มาอ้างอิงไปยังสิ่งใหม่

สภาครูคณิตศาสตร์แห่งชาติของสหรัฐอเมริกา (NCTM, 2000, p. 56) กำหนดการให้เหตุผลและการพิสูจน์เป็นมาตรฐานหนึ่งในการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์ และกล่าวว่า การให้เหตุผลและการพิสูจน์นั้นจะเป็นแนวทางในการพัฒนาให้เกิดการแสดงออกถึงความเข้าใจอันลึกซึ้งเกี่ยวกับปรากฏการณ์ต่าง ๆ ได้อย่างกว้างขวาง ซึ่งได้กำหนดมาตรฐานของการให้เหตุผลและการพิสูจน์สำหรับนักเรียนตั้งแต่ชั้นอนุบาลถึงเกรด 12 ดังนี้

1. ตระหนักถึงความสำคัญของการให้เหตุผลและการพิสูจน์ในวิชาคณิตศาสตร์
2. สร้างและตรวจสอบข้อคาดการณ์ทางคณิตศาสตร์ได้
3. พัฒนาและประเมินการให้เหตุผลและการพิสูจน์ทางคณิตศาสตร์ได้

4. เลือกและใช้ประเภทของการให้เหตุผลและวิธีการพิสูจน์ที่หลากหลายได้

ปานทอง กุลนาถศิริ (2543, หน้า 21) กล่าวไว้ว่า โปรแกรมการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ควรเน้นในเรื่องการให้เหตุผล และการสร้างความสามารถในการพิสูจน์เพื่อให้นักเรียนทุกคนมีความสามารถดังต่อไปนี้

1. สามารถเข้าใจและตระหนักในคุณค่าของการเรียนเกี่ยวกับการให้เหตุผลและการพิสูจน์สิ่งที่สำคัญที่จะทำให้นักเรียนมีศักยภาพทางคณิตศาสตร์ต่อไป

2. สามารถที่จะคาดการณ์และสืบสวนการคาดการณ์ทางคณิตศาสตร์ได้

3. สามารถพัฒนาและประเมินข้อโต้แย้งทางคณิตศาสตร์ และสามารถพัฒนาการพิสูจน์ทางคณิตศาสตร์ได้ดีขึ้น

อัมพร ม้าคนอง (2553 ก, หน้า 49) กล่าวไว้ว่า การให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์มีหลากหลายที่สำคัญมีดังต่อไปนี้

1. หาข้อสรุปที่เป็นเหตุเป็นผลเกี่ยวกับคณิตศาสตร์

2. ใช้ความรู้และข้อมูลในการวิเคราะห์สถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ และในการอธิบายความคิดของตนเอง

3. เข้าใจและสามารถใช้กระบวนการให้เหตุผลในสถานการณ์เฉพาะใด ๆ

4. สร้าง ทดสอบ และประเมินข้อความคาดการณ์และข้อโต้แย้งทางคณิตศาสตร์

5. ให้เหตุผลโดยใช้การอุปนัยและการนิรนัยทางคณิตศาสตร์

6. ตรวจสอบและประเมินความคิดของตนเอง

7. เห็นคุณค่าและความสำคัญของการให้เหตุผลซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของคณิตศาสตร์ และสามารถนำไปใช้ได้

จากการศึกษาความสำคัญของการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ สรุปได้ว่า ความสำคัญของการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ มีความจำเป็นสำหรับนักเรียนอย่างมาก เพราะเป็นกระบวนการที่ส่งเสริมให้นักเรียนรู้จักคิดอย่างมีเหตุผล ซึ่งมุ่งเน้นให้นักเรียนสามารถเข้าใจและตระหนักในคุณค่าของการเรียนเกี่ยวกับการให้เหตุผล สามารถที่จะคาดการณ์และสืบสวนการคาดการณ์และสามารถหาข้อสรุปที่เป็นเหตุเป็นผลเกี่ยวกับคณิตศาสตร์ได้

3. แนวทางในการพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

อัมพร ม้าคนอง (2553 ก, หน้า 50) กล่าวว่า การฝึกให้นักเรียนใช้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ควรให้นักเรียนปฏิบัติด้วยตนเองทั้งในบริบททางคณิตศาสตร์ และบริบทอื่น ๆ มากกว่าจะเป็นเพียงการสอนหรือบอกให้นักเรียนเห็นความสำคัญ หรือให้เรียนรู้การให้เหตุผลเดี่ยว ๆ แยกจากสิ่งอื่น ผู้สอนควรพยายามใช้คำถามเพื่อให้นักเรียนแสดงเหตุผล เช่น “ทำไม” “เพราะอะไร” “ถ้าเงื่อนไข

บางอย่างเปลี่ยนไป จะเกิดอะไรขึ้น รู้ได้อย่างไร” ซึ่งคำถามเหล่านี้ใช้ได้ทั้งในการสอนเนื้อหาคณิตศาสตร์ การให้นักเรียนทำกิจกรรมทางคณิตศาสตร์ การอธิบายเหตุการณ์ต่าง ๆ อย่างเป็นเหตุผล และในการแก้ปัญหา ซึ่งในกระบวนการงานเหล่านี้ นักเรียนจะมีเหตุผลของตนเองที่แตกต่างจากผู้อื่น ผู้สอนสามารถตั้งคำถามให้นักเรียนใช้เหตุผลได้อย่างต่อเนื่อง และไม่ควรคำนึงถึงเฉพาะเหตุผลที่ถูกต้องหรือสมเหตุสมผลเท่านั้น แต่ควรให้ความสำคัญกับทุกเหตุผล เพื่อที่จะทราบว่าทำไมนักเรียนจึงให้เหตุผลเช่นนั้น การให้นักเรียนได้อธิบาย หรือชี้แจงเหตุผลจะช่วยให้นักเรียนได้ทบทวนการทำงานเพื่อสะท้องความคิดของตน และที่สำคัญคือนักเรียนจะได้ข้อสรุปหรือตัดสินความถูกต้องของสิ่งต่าง ๆ ด้วยตนเองมากกว่าที่จะเชื่อตามที่ผู้สอนบอก

เวชฤทธิ์ อังกนะภัทรขจร (2555, หน้า 119-120) ได้กล่าวไว้ว่า ปัจจัยสำคัญสำหรับการจัดการเรียนรู้เพื่อให้นักเรียนเกิดการพัฒนาทักษะการให้เหตุผล คือ ผู้สอนควรจัดกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อพัฒนาทักษะการให้เหตุผลของนักเรียน ดังนี้

1. ผู้สอนควรสร้างบรรยากาศให้นักเรียนเกิดความคิดว่าคณิตศาสตร์เป็นวิชาที่นักเรียนสามารถเข้าใจได้ และต้องเรียนด้วยความเข้าใจ เนื่องจากนักเรียนมักจะมีความคิดว่าคณิตศาสตร์เป็นวิชาที่ยาก วิธีการเรียนต้องใช้การจดจำ จำขั้นตอนวิธีการ จำสูตรเพื่อหาคำตอบ ความคิดเช่นนี้ทำให้นักเรียนเบื่อวิชาคณิตศาสตร์ และสกัดกั้นการเรียนคณิตศาสตร์อย่างมีความสุข

2. ผู้สอนควรเปิดโอกาสให้นักเรียนได้แสดงเหตุผล ซึ่งเป็นสิ่งที่สำคัญมากกว่าการได้คำตอบที่ถูกต้องบรรยากาศในชั้นเรียนควรสนับสนุน ส่งเสริม ให้นักเรียนได้พูดอธิบาย และแสดงเหตุผลของแนวคิดอย่างอิสระ โดยการแสดงเหตุผลอาจทำด้วยวาจา ด้วยการเขียนโดยใช้ภาษาง่าย ๆ หรือใช้อุปกรณ์แสดงให้เห็นจริง

3. ผู้สอนควรถามบ่อย ๆ และใช้คำถามอย่างต่อเนื่อง คำถามที่ใช้ควรเป็นคำถามที่กระตุ้นให้นักเรียนคิดและแสดงเหตุผล เช่น ใช้คำถามกระตุ้นด้วยคำว่า “ทำไม” “อย่างไร” “เพราะเหตุใด” เป็นต้น พร้อมทั้งให้ข้อคิดเพิ่มเติมอีก เช่น “ถ้า...แล้วผู้เรียนคิดว่า...จะเป็นอย่างไร” ผู้เรียนที่ให้เหตุผลได้สมบูรณ์ ผู้สอนจะต้องไม่ตัดสินด้วยคำว่า ไม่ถูกต้องแต่อาจใช้คำพูดเสริมแรงและให้กำลังใจว่าคำตอบที่นักเรียนตอบมามีบางส่วนที่ถูกต้อง นักเรียนคนใดจะให้คำอธิบายหรือให้เหตุผลเพิ่มเติมของเพื่อนได้อีกบ้าง เพื่อให้นักเรียนมีการเรียนรู้ร่วมกันมากขึ้น รวมทั้งโจทย์ปัญหาหรือสถานการณ์ที่กำหนดให้ควรเป็นปัญหาปลายเปิด (Open-ended problem) ที่นักเรียนสามารถแสดงความคิดเห็นหรือให้เหตุผลที่แตกต่างกันได้

4. ผู้สอนควรจัดกิจกรรมให้นักเรียนได้มีส่วนร่วมและแสดงพฤติกรรมในการสืบค้นคาดการณ์ ค้นหาวิธีพิสูจน์ สังเกตรูปแบบ ชี้แจงเหตุผลของแนวคิด โดยอธิบายรูปแบบ ด้วยภาพหรือแบบจำลอง และตอบคำถามต่าง ๆ เช่น “ทำไม” “อะไรจะเกิดขึ้นถ้า...” “จงให้ตัวอย่างของ...”

“สามารถใช้วิธีการอื่นได้หรือไม่ ถ้าการดำเนินการเดิมไม่บรรลุผล” ซึ่งล้วนเป็นคำถามที่ก่อให้เกิดการคิด การสร้างคาดเดา ทดสอบ และปรับแต่งโดยอาศัยเหตุผล การกำหนดแบบจำลอง (Modeling) และการอธิบาย ซึ่งเป็นลักษณะของการใช้เหตุผลที่เกี่ยวกับสถานการณ์

5. ผู้สอนควรให้ความสำคัญในการฟังความคิดเห็นของนักเรียน และให้นักเรียนได้ฝึกการรับฟังและทำความเข้าใจเหตุผลของผู้อื่น เพื่อให้ผู้เรียนได้มีโอกาสอภิปราย และเปรียบเทียบคำตอบที่ต่างกันของปัญหาและได้อธิบายเกี่ยวกับปัญหาเหล่านั้น และผู้สอนต้องสามารถปรับแนวการอภิปรายให้เข้ากับวิธีคิดของนักเรียน ช่วยสรุปและชี้แจงให้นักเรียนเข้าใจว่า เหตุผลของนักเรียนถูกต้องตามหลักเกณฑ์หรือไม่ ขาดตกบกพร่องอย่างไร รวมทั้งผู้สอนต้องมีความอดทนให้เวลา ให้โอกาสแก่นักเรียน

6. ผู้สอนควรส่งเสริมนักเรียนให้ได้คิดอย่างมีเหตุผล ความสามารถในการให้เหตุผลนี้เป็นสิ่งที่ฝึกได้ และเป็นสิ่งที่จำเป็นที่โรงเรียนต้องจัดทำ โดยสอนควบคู่กับเนื้อหาปกติในสถานการณ์ต่าง ๆ ที่เหมาะสม

7. ผู้สอนจะต้องทำให้นักเรียนรู้ว่า ผู้สอนให้ความสำคัญต่อความเข้าใจและการให้เหตุผล โดยผู้สอนจะต้องประเมินสิ่งเหล่านี้อย่างสม่ำเสมอ ที่สำคัญเมื่อนักเรียนสามารถให้เหตุผลที่ดี ผู้สอนควรให้การเสริมแรงทันที อีกทั้งในข้อสอบควรมีส่วนที่ให้นักเรียนได้แสดงเหตุผล

ศศิธร แม้นสงวน (2555, หน้า 462) ได้กล่าวว่า ในการพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผล ควรเริ่มส่งเสริมให้นักเรียนได้ฝึกการคิด การวิเคราะห์ และการสรุปแนวคิดอย่างสมเหตุสมผล ภายใต้บรรยากาศที่สนับสนุนให้มีการอภิปราย แลกเปลี่ยนความคิดและแก้ปัญหาร่วมกัน โดยใช้กิจกรรมที่เน้นให้เกิดการฝึกคิดและการให้เหตุผลควบคู่กันไปตามสถานการณ์ที่กำหนดให้

จากการศึกษาแนวทางในการพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ สรุปได้ว่า การพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เป็นสิ่งที่โรงเรียนควรจัดทำ และเป็นสิ่งที่สามารถฝึกได้โดยการสอนควบคู่กับเนื้อหาวิชาปกติ ซึ่งการฝึกให้ผู้เรียนใช้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ควรให้นักเรียนปฏิบัติด้วยตนเองทั้งในบริบททางคณิตศาสตร์ และบริบทอื่น ๆ มากกว่าจะเป็นเพียงการสอนหรือบอกให้นักเรียนเห็นความสำคัญควรเริ่มส่งเสริมให้นักเรียนได้ฝึกการคิด การวิเคราะห์ และการสรุปแนวคิดอย่างสมเหตุสมผล โดยใช้กิจกรรมที่เน้นให้เกิดการฝึกคิดและการให้เหตุผลควบคู่กันไป

4. การประเมินความสามารถในการให้เหตุผลทางวิชาคณิตศาสตร์

แนวทางการประเมินความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

มีนักการศึกษาและสถาบันทางการศึกษาได้กล่าวถึงแนวทางการประเมินความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ดังนี้

Krulik and Rudnick (1993, pp. 3-5) อธิบายถึง เทคนิคการประเมินความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ดังนี้

1. การสังเกต โดยผู้สอนควรเดินรอบ ๆ ห้อง เพื่อสังเกตความสามารถในการให้เหตุผลขณะที่นักเรียนกำลังแก้ปัญหากับกลุ่มเพื่อนในห้องเรียน

2. การทดสอบ ไม่ควรใช้ข้อสอบแบบเลือกตอบแต่ควรเป็นข้อสอบที่ให้นักเรียนได้แสดงเหตุผล เพื่อดูการตัดสินใจของนักเรียน ซึ่งควรเป็นคำถามปลายเปิด

สสวท. (2547, หน้า 50-52) ได้กล่าวว่า การประเมินความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ นอกจากจะพิจารณาความสามารถในการให้เหตุผลผู้ประเมินควรคำนึงถึงความสามารถในด้านต่อไปนี้ด้วย

1. การใช้พื้นฐานความรู้ทางคณิตศาสตร์ในการให้เหตุผล
2. การใช้วิธีการทางคณิตศาสตร์สร้างข้อคาดเดาสิ่งที่เกิดขึ้น
3. การประเมินข้อโต้แย้งทางคณิตศาสตร์และการพิสูจน์
4. การเลือกใช้รูปแบบหรือวิธีการที่หลากหลายในการให้เหตุผล หรือพิสูจน์

ในการประเมินผลควรคำนึงถึงจุดมุ่งหมายในการประเมินว่าประเมินเพื่ออะไร เช่น

4.1 ประเมินเพื่อใช้เป็นข้อมูลในการจัดการเรียนการสอน กล่าวคือ เพื่อให้รู้ว่านักเรียนพร้อมที่จะเรียนคณิตศาสตร์เรื่องนั้น ๆ หรือไม่ เพื่อนำมาใช้คาดการณ์เกี่ยวกับการเรียนรู้ของนักเรียนแล้วนำมาออกแบบกิจกรรม การประเมินเพื่อจุดมุ่งหมายในลักษณะนี้จะประเมินด้วยการวิเคราะห์เก็บข้อมูลเป็นรายละเอียดในแง่มุมต่าง ๆ ตามที่ต้องการทราบ

4.2 ประเมินเพื่อวัดความสามารถในการให้เหตุผล การประเมินเพื่อจุดประสงค์นี้อาจใช้การให้คะแนนทักษะ/ กระบวนการทางคณิตศาสตร์ด้านการให้เหตุผล ซึ่งผู้สอนอาจใช้การประเมินแบบองค์รวม โดยใช้เกณฑ์ที่มีผู้พัฒนาไว้แล้วหรืออาจจะตั้งเกณฑ์ขึ้นเองจากประสบการณ์จริงที่พบได้จากนักเรียน ในการประเมินความสามารถด้านการให้เหตุผล จะใช้วิธีการให้คะแนนแบบกำหนดเกณฑ์การให้คะแนน (Rubric) เพื่อมุ่งหวังที่จะขจัดปัญหาที่จะเกิดจากการให้คะแนน ป้องกันความลำเอียงและเสริมสร้างความเป็นธรรมตลอดจนสร้างระบบการประเมินที่จะนำไปสู่การพัฒนาทั้งนี้อาจเปิดโอกาสให้นักเรียนได้มีส่วนร่วมในการกำหนดเกณฑ์การให้คะแนน ซึ่งรายละเอียดของเกณฑ์จะขึ้นกับบริบทของเรื่องและระดับชั้นเรียนนั้น ๆ

สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา (2551, หน้า 60) อธิบายถึงการประเมินผลความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ซึ่งเป็นหนึ่งในทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่บรรจุไว้ในหลักสูตร โดยครูสามารถประเมินได้จากกิจกรรมที่นักเรียนทำจากแบบฝึกหัดหรือข้อสอบที่เป็นคำถามปลายเปิดที่ให้โอกาสนักเรียนแสดงความสามารถ

จากการศึกษาการประเมินความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ สรุปได้ว่า การประเมินความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์เป็นการประเมินที่สำคัญของกระบวนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ผู้สอนควรคำนึงถึงความสามารถในการเรียนรู้ที่แตกต่างกันและความรู้พื้นฐาน การใช้วิธีการทางคณิตศาสตร์เพื่อสร้างข้อคาดการณ์ การประเมินข้อโต้แย้งทางคณิตศาสตร์ และการเลือกใช้รูปแบบหรือวิธีการที่หลากหลายในการให้เหตุผลเพื่อพิจารณาความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน

การประเมินโดยใช้เกณฑ์การให้คะแนนแบบรูบริค

1. การให้คะแนนแบบรูบริค

เวชฤทธิ์ อังกนะภัทรขจร (2555, หน้า 184-188) ได้กล่าวว่า รูบริค คือ ข้อความที่แสดงรายละเอียดของเกณฑ์คุณภาพการเรียนรู้ของนักเรียนจากระดับยอดเยี่ยมไปจนถึงระดับที่ต้องพัฒนา ซึ่งผู้สอนสามารถออกแบบให้เหมาะสมกับนักเรียนของตนเองได้การให้คะแนนแบบรูบริคมีอยู่ 2 รูปแบบ ได้แก่

1. การให้คะแนนแบบภาพรวม (Holistic scoring) เป็นการให้คะแนนที่ประเมินความรู้และผลงานของนักเรียนโดยกำหนดระดับคะแนนพร้อมระบุรายละเอียดของผลงานหรือพฤติกรรมของนักเรียนเป็นภาพรวม โดยไม่มีการแยกเป็นด้าน ๆ การให้คะแนนลักษณะนี้มักใช้ในการตัดสินหรือสรุปผลการเรียนของนักเรียน

2. การให้คะแนนแบบแยกองค์ประกอบ (Analytic scoring) เป็นการให้คะแนนตามองค์ประกอบของสิ่งที่ต้องการประเมิน การให้คะแนนลักษณะนี้มักใช้ในการประเมินผลการเรียนรู้ที่ทีจุดประสงค์เพื่อวินิจฉัยหาจุดเด่นหรือจุดด้อยของนักเรียนในแต่ละด้าน

สสวท. (2555 ค, หน้า 168-170) ได้ระบุว่า การประเมินผลที่มีเกณฑ์การให้คะแนนอย่างเป็นระบบและชัดเจน จะช่วยให้ผู้สอนสามารถพิจารณาและตัดสินใจได้ว่า นักเรียนของตนมีความรู้ แนวคิดทางคณิตศาสตร์ ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับใด เกณฑ์การให้คะแนนที่ยอมรับและนำมาใช้กันอย่างแพร่หลายในปัจจุบัน คือ การให้คะแนนแบบรูบริค (Rubric scoring) ซึ่งเป็นการให้คะแนนที่ประเมินผลจากผลงานที่นักเรียนทำหรือพฤติกรรมที่นักเรียนแสดงออก มีการกำหนดระดับคะแนนพร้อมระบุรายละเอียดของผลงาน หรือพฤติกรรมของนักเรียนไว้อย่างชัดเจนเป็นรูปธรรม ซึ่งไม่ได้พิจารณาคำตอบหรือผลลัพธ์สุดท้ายเพียงอย่างเดียว แต่ยังพิจารณาที่ขั้นตอนการทำงานของนักเรียนด้วย ตลอดจนมีการกำหนดระดับคะแนนพร้อมระบุรายละเอียดของผลงานหรือพฤติกรรมของนักเรียนไว้อย่างจัดเจนและเป็นรูปธรรม เกณฑ์การให้คะแนนแบบรูบริคสามารถปรับเปลี่ยนได้ตามความเหมาะสม

ในการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ การให้คะแนนแบบรูบริคที่นิยมใช้มี 2 แบบ คือ

1. การให้คะแนนแบบวิเคราะห์ (Analytic scoring) การให้คะแนนแบบวิเคราะห์ เป็นการให้คะแนนตามองค์ประกอบของสิ่งที่ต้องการประเมิน อาจแยกพิจารณาให้คะแนนและกำหนดเกณฑ์ของคะแนนในแต่ละด้าน แล้วรายงานผลโดยจำแนกเป็นด้าน ๆ และอาจสรุปรวมคะแนนทุกด้านด้วยก็ได้

ในการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ การให้คะแนนแบบวิเคราะห์มักนำมาใช้ในการประเมินผล ที่มีวัตถุประสงค์เพื่อวินิจฉัยหาจุดเด่นหรือจุดด้อยของนักเรียนในแต่ละด้าน แล้วนำผลของการประเมินผลที่ได้ไปส่งเสริมจุดเด่นหรือแก้ไขจุดด้อยเหล่านั้น หรือใช้ในการประเมินผลที่มีวัตถุประสงค์เพื่อปรับปรุงการเรียนการสอนให้เหมาะสมมีประสิทธิภาพก่อนที่นักเรียนจะเรียนเนื้อหาใหม่ต่อไป การประเมินผลโดยการให้คะแนนแบบวิเคราะห์จะมีประสิทธิภาพมากขึ้นเมื่อใช้รวมกับวิธีการประเมินผลอย่างอื่น เช่น การสังเกตและการใช้คำถาม

2. การให้คะแนนแบบองค์รวม (Holistic scoring) เป็นการให้คะแนนแบบรูบริคที่ประเมินผลงานของนักเรียน โดยการกำหนดระดับคะแนนพร้อมระบุรายละเอียดของผลงานหรือพฤติกรรมของนักเรียนที่ควรมี เป็นภาพรวมของการทำงานทั้งหมด ไม่ต้องแยกแยะเป็นด้าน ๆ

ในการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ การให้คะแนนแบบองค์รวมมักนำมาใช้ในการประเมินผลที่มีวัตถุประสงค์เพื่อตัดสินหรือสรุปผลการเรียนของนักเรียน การประเมินผที่มีวัตถุประสงค์เพื่อตัดสินหรือสรุปผลการเรียนของนักเรียน การประเมินผลโดยการให้คะแนนแบบองค์รวมเป็นการประเมินที่เหมาะสำหรับการประเมินที่มีพิสัยกว้าง ๆ และต้องการผลที่เป็นภาพรวมกว้าง ๆ

จากการศึกษาสรุปได้ว่า การให้คะแนนแบบรูบริค (Rubrics) เป็นวิธีการประเมินงานของนักเรียน โดยการกำหนดคะแนนและรายละเอียดในการให้คะแนนอย่างชัดเจน ซึ่งไม่ได้พิจารณาคำตอบหรือผลลัพธ์สุดท้ายเพียงอย่างเดียว แต่ยังพิจารณาที่ขั้นตอนการทำงานของนักเรียน ด้วยการให้คะแนนแบบรูบริคนิยมใช้มี 2 แบบ คือ การให้คะแนนแบบวิเคราะห์ (Analytic scoring) และการให้คะแนนแบบองค์รวม (Holistic scoring) และจากการศึกษาผู้วิจัยได้เลือก การให้คะแนนแบบวิเคราะห์ โดยพิจารณาจากความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ จำเป็นต้องใช้การให้คะแนนแบบวิเคราะห์ ซึ่งมีวัตถุประสงค์เพื่อส่งเสริมจุดเด่นหรือแก้ไขจุดด้อยเหล่านั้น หรือเพื่อปรับปรุงการเรียนการสอนให้เหมาะสมและมีประสิทธิภาพก่อนที่นักเรียนจะเรียนเนื้อหาใหม่ต่อไป ซึ่งสอดคล้องกับการเรียนการสอนแบบแนะให้รู้คิดเป็นการเรียนการสอนที่เน้นให้ผู้สอนสังเกตและใช้คำถามหรือสร้างสถานการณ์ปัญหาแนะให้นักเรียนรู้คิด

2. เกณฑ์การประเมินความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

สำหรับแผนกการศึกษาแห่งรัฐแคลิฟอร์เนีย (California State Department of Education, 1989) ระบุถึงเกณฑ์การประเมินความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์โดยแบ่งเป็นระดับคะแนนเป็น 6 ระดับ คือ 6 5 4 3 2 1 มีรายละเอียดดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 เกณฑ์การประเมินความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของ แคลิฟอร์เนีย

คะแนน	คำนิยาม	รายละเอียด
6	ตอบแบบน่ายกย่อง (Examplary response)	โดยให้คำตอบสมบูรณ์ ชัดเจน มีเหตุมีผล ไม่คลุมเครือ และอธิบายได้ดีเยี่ยม ซึ่งรวมถึงการใช้แผนผังประกอบการอธิบายชัดเจน อ่านง่ายสามารถสื่อสารได้อย่างมีประสิทธิภาพ แสดงความเข้าใจเกี่ยวกับแนวคิดและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่ใช้เพื่อตอบคำถาม จำแนกส่วนประกอบสำคัญทั้งหมดของปัญหา ยกตัวอย่างที่ใช่และไม่ใช่ มีข้อมูลสนับสนุนชัดเจนและหนักแน่น
5	ตอบโดยมีข้อมูลเพียงพอ (Competent response)	อธิบายชัดเจน มีเหตุมีผลและสมบูรณ์ ใช้แผนผังประกอบการอธิบายได้เหมาะสม สื่อสารได้อย่างมีประสิทธิภาพ แสดงความเข้าใจเกี่ยวกับแนวคิดและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่ใช้เพื่อตอบคำถาม จำแนกส่วนประกอบที่สำคัญโดยส่วนใหญ่ของปัญหา มีข้อมูลสนับสนุนเพียงพอคณิตศาสตร์
4	ตอบโดยมีข้อบกพร่องเล็กน้อย แต่มีข้อมูลน่าพอใจ (Minor flaws but satisfactory)	ตอบคำถามถูกต้อง ครบถ้วน แต่อธิบายสับสน ข้ออ้างหรือข้อสนับสนุนไม่สมบูรณ์ แผนผังประกอบการอธิบายไม่เหมาะสม หรือไม่ชัดเจน แสดงความเข้าใจแนวคิดทางด้านคณิตศาสตร์ที่เป็นพื้นฐานในการตอบคำถาม ใช้แนวคิดทางด้านคณิตศาสตร์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ
3	ตอบโดยมีข้อบกพร่องมาก แต่ค่อนข้างพอใช้ (Serious flaws but nearly satisfactory)	เริ่มต้นในการตอบคำถามถูกต้องแต่ไม่ตอบคำถามบางคำถาม แสดงออกถึงความไม่เข้าใจแนวคิดหรือกระบวนการทางคณิตศาสตร์ คำนวณผิด นำความรู้ทางด้านคณิตศาสตร์ไปใช้ผิด แก้ปัญหาผิดวิธี

ตารางที่ 2 (ต่อ)

คะแนน	คำนิยาม	รายละเอียด
2	เริ่มต้นได้แต่แก้ปัญหาไม่ได้ (Begins, But fails to complete problem)	อธิบายไม่เข้าใจ ใช้แผนผังประกอบการอธิบายไม่ชัดเจน แสดงถึงการไม่เข้าใจคำถาม คำนวณผิด
1	ไม่สามารถเริ่มต้นแก้ปัญหาได้ (Unable to begin effectively)	สอดคล้องกับคำถาม นำเสนอข้อมูลที่ไม่เกี่ยวกับคำถาม หรือไม่ตอบ

Hillen (2005, p. 68) กล่าวถึงเกณฑ์การประเมินความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ โดยแบ่งเป็นระดับคะแนนเป็น 5 ระดับ คือ 4 3 2 1 0 มีรายละเอียดดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 เกณฑ์การประเมินความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของ Hillen

คะแนน	รายละเอียด
4	แสดงการใช้วิธีการคูณที่ถูกต้องและเขียนคำอธิบายที่ถูกต้องคำตอบถูก
3	แสดงการใช้วิธีการคูณที่ถูกต้องและเขียนคำอธิบายที่คลุมเครือคำตอบถูก
2	แสดงการใช้วิธีการคูณที่ถูกต้องและเขียนคำอธิบายถูกหรือเขียนคำอธิบายไม่ถูกต้องคำตอบถูก
1	แสดงการใช้วิธีที่ไม่ถูกต้อง (ส่วนใหญ่มีแนวโน้มกลยุทธ์เติมแต่ง)
0	ไม่มีการตอบ

สสวท. (2547, หน้า 51) กล่าวถึงเกณฑ์การประเมินความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์โดยแบ่งเป็นระดับคะแนนเป็น 5 ระดับ คือ 4 3 2 1 0 มีรายละเอียดดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 เกณฑ์การประเมินความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของ สสวท.

ระดับคะแนน	เกณฑ์การให้คะแนน
4	ตอบได้ถูกต้อง และสามารถอธิบายเหตุผลได้อย่างชัดเจนพร้อมทั้งแสดงแนวคิดเชิงเปรียบเทียบได้
3	ตอบได้ถูกต้อง และสามารถอธิบายเหตุผลได้อย่างชัดเจน
2	ตอบได้ถูกต้อง และสามารถอธิบายเหตุผลได้เป็นบางส่วน แต่ยังไม่ชัดเจน
1	ตอบได้ถูกต้อง แต่ไม่สามารถอธิบายเหตุผลได้
0	ให้คำตอบไม่ถูกต้อง และไม่สามารถอธิบายเหตุผลได้

ขวัญ เพียซ้าย (2553, หน้า 165) กล่าวถึงเกณฑ์การประเมินความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์โดยแบ่งเป็นระดับคะแนนเป็น 4 ระดับ คือ 3 2 1 0 มีรายละเอียดดังตารางที่ 5

ตารางที่ 5 เกณฑ์การประเมินความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของ ขวัญ เพียซ้าย

ระดับคะแนน	คำอธิบาย
3	แสดงให้เห็นถึงความเข้าใจในการแก้ปัญหาอย่างชัดเจน ใช้ยุทธวิธีที่เหมาะสมในการแก้ปัญหา เขียนอธิบายได้อย่างถูกต้องและสมบูรณ์ ได้คำตอบถูกต้อง
2	แสดงให้เห็นถึงความเข้าใจในการแก้ปัญหาเป็นส่วนใหญ่ ใช้ยุทธวิธีที่เหมาะสมหรือยุทธวิธีที่เป็นแนวทางในการแก้ปัญหาได้ แต่อาจจะมีการเขียนอธิบายที่ไม่ค่อยสมบรูณ์หรือชัดเจนในบางส่วน หรือมีความผิดพลาดในการคำนวณทำให้ได้คำตอบที่ไม่ถูกต้อง
1	มีความพยายามในการเขียนอธิบายที่แสดงให้เห็นถึงความเข้าใจบ้างส่วน มีความผิดพลาดในยุทธวิธีที่ใช้แก้ปัญหาอยู่ หรือได้คำตอบที่ไม่สมบูรณ์ หรือคำตอบที่ถูกต้องอาจจะได้มาจากการเดา
0	ไม่มีความพยายามในการแก้ปัญหา ไม่รู้จะอธิบายอย่างไรหรือแสดงแนวคิดในการแก้ปัญหาไม่เกี่ยวข้องกับข้อคำถามเลย

ศศิธร แม้นสงวน (2555, หน้า 270)ได้เสนอตัวอย่างเกณฑ์การให้คะแนนด้านทักษะ/กระบวนการคณิตศาสตร์แบบแยกองค์ประกอบด้านการให้เหตุผล ดังตารางที่ 6

ตารางที่ 6 เกณฑ์การประเมินความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของ ศศิธร แม้นสงวน

คะแนน	ความหมาย	ความสามารถในการให้เหตุผลที่ปรากฏให้เห็น
4	ดีมาก	มีการอ้างอิง เสนอความคิดหลักของการตัดสินใจอย่างสมเหตุสมผล
3	ดี	มีการอ้างอิงที่ถูกต้องบางส่วน และเสนอแนวคิดประกอบการตัดสินใจ
2	พอใช้	เสนอแนวคิดให้สมเหตุสมผลในการประกอบการตัดสินใจ
1	ต้องปรับปรุง	มีความพยายามเสนอแนวคิดประกอบการตัดสินใจ
0	ไม่พยายาม	ไม่มีแนวคิดประกอบการตัดสินใจ

จากการศึกษาเกณฑ์การให้คะแนนแบบรูบริค ผู้วิจัยได้สร้างเกณฑ์การประเมินความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์สำหรับแบบทดสอบแบบอัตนัยที่เกี่ยวข้องกับการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ซึ่งผู้วิจัยจึงกำหนดเกณฑ์การประเมินความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์โดยอาศัยแนวทางการสร้างเกณฑ์ที่ได้ศึกษา ดังตารางที่ 7 โดยสังเคราะห์มาจากการประเมินความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของแผนกการศึกษาแห่งรัฐแคลิฟอร์เนีย, Hillen, สสวท., ขวัญ เพียซ้าย และศศิธร แม้นสงวน

ตารางที่ 7 เกณฑ์การประเมินความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของ ผู้วิจัย

ระดับคะแนน	คำอธิบาย
3	สามารถเขียนอธิบายเหตุผล หาความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติ แล้วนำมาวิเคราะห์สรุปข้อมูลได้อย่างสมเหตุสมผล และได้คำตอบที่ถูกต้องสมบูรณ์ ชัดเจน ไม่คลุมเครือ
2	สามารถเขียนอธิบายเหตุผล หาความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติ แล้วนำมาวิเคราะห์สรุปข้อมูลได้อย่างไม่ค่อยสมบรูณ์ หรือชัดเจนในบางส่วนหรืออธิบายเหตุผลสับสน แต่ได้คำตอบที่ถูกต้อง

ตารางที่ 7 (ต่อ)

ระดับคะแนน	คำอธิบาย
1	สามารถเขียนอธิบายเหตุผล หาความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติ แล้วนำมาวิเคราะห์สรุปข้อมูลได้อย่างได้ไม่ค่อยสมบรูณ์ หรือชัดเจนในบางส่วนหรืออธิบายเหตุผลสับสนหรือมีความผิดพลาดในการคำนวณทำให้ได้คำตอบที่ไม่ถูกต้อง
0	ไม่มีความพยายามในการเขียนอธิบายเหตุผล หาความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติ แล้วนำมาวิเคราะห์สรุปข้อมูลเลย หรือคำตอบที่ถูกต้องอาจจะได้มาจากการเดา ไม่มีความพยายามในเขียนอธิบายเหตุผลหาความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติ แล้วนำมาวิเคราะห์สรุปข้อมูลหรือแสดงแนวคิดในการให้เหตุผลไม่สอดคล้องกับคำถามเลย

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยต่างประเทศ

คาร์เพนเทอร์ และคณะ (Carpenter et al., 1989, pp. 499-531) ที่ศึกษาผลการใช้แนวการสอนแบบแนะให้รู้คิด (CGI) กลุ่มตัวอย่างเป็นผู้สอนชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 40 คน จาก 24 โรงเรียน โดยสุ่มผู้สอน 20 คน ใช้การสอนแบบแนะให้รู้คิด (CGI) และผู้สอนอีก 20 คน ที่เหลือใช้การสอนแบบปกติ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 12 คน ถูกเลือกอย่างสุ่มจากแต่ละชั้นเรียนเพื่อเป็นกลุ่มเป้าหมายในการวิเคราะห์ผลจากแนวการสอนแบบแนะให้รู้คิด (CGI) การประเมินผลวัดจากความสามารถในการคำนวณและการแก้ปัญหาซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของแบบวัดทักษะพื้นฐานของไอโอวา (Iowa test of basic scale: ITBS) ซึ่งอยู่ในแนวทางเดียวกับกิจกรรมที่เน้นการแก้ปัญหาที่พัฒนาโดยทีมวิจัย CGI และการทดลองครั้งนี้มีการสอบก่อนการทดลองและสอบหลังการทดลอง ผลการวิจัย พบว่า 1) นักเรียนที่ได้รับการสอนแบบแนะให้รู้คิด (CGI) มีคะแนนความสามารถทางการบวกและการลบ ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของแบบทดสอบ ITBS สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนแบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบแนะให้รู้คิด (CGI) เท่ากับ 8.6 คะแนนส่วนคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบปกติเท่ากับ 7.8 คะแนน 2) นักเรียนที่ได้รับการสอนแบบแนะให้รู้คิด (CGI) มีคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาของแบบทดสอบ ITBS สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนแบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบแนะให้รู้คิด

(CGI) เท่ากับ 5.61 คะแนนส่วนคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบปกติเท่ากับ 5.38 คะแนน

ชาเช, เกียร์ฮาท และเซลท์เซอร์ (Saxe, Gearhart, & Seltzer, 1999) ได้ศึกษาผลของการสอนแนะให้รู้คิดที่มีผลต่อความเข้าใจของนักเรียน เรื่อง เศษส่วน กเรียนที่มีส่วนร่วมในการทดลองถูกแบ่งเป็นสองกลุ่ม คือ กลุ่มที่มีพื้นฐานความเข้าใจ เรื่อง เศษส่วน และกลุ่มที่ไม่มีพื้นฐานความเข้าใจ เรื่อง เศษส่วน ในการศึกษาครั้งนี้ได้ให้นักเรียนทั้งสองกลุ่มทำแบบทดสอบเรื่องเศษส่วนก่อนและหลังการทดลอง ผลการศึกษา พบว่า นักเรียนทั้งสองกลุ่มได้คะแนนหลังการทดลองสูงกว่าก่อนการทดลอง นอกจากนี้ ผลการทดลองได้ให้ข้อสังเกตว่านักเรียนกลุ่มที่มีพื้นฐานความเข้าใจ เรื่อง เศษส่วน สามารถสร้างแนวคิดหรือหาวิธีแก้ปัญหา เรื่อง เศษส่วน ได้ด้วยตนเองแต่นักเรียนกลุ่มที่ไม่มีพื้นฐานความเข้าใจ เรื่อง เศษส่วน พวกเขายังใช้วิธีแก้ปัญหาที่ยึดติดอยู่กับขั้นตอนวิธีการอยู่ ข้อสรุปของการทดลองนี้ยืนยันว่าการสอนที่อยู่บนพื้นฐานการคิดของเด็กหรือการสอนแบบแนะให้รู้คิด นับว่าเป็นการสอนที่มีประสิทธิภาพ

ริโอแดน และนอยซ์ (Riordan & Noyce, 2001, pp. 368-A) ได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับผลกระทบของหลักสูตรมาตรฐานหลักวิชาคณิตศาสตร์ ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียน กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนเกรด 5-8 ศึกษาโดยการเปรียบกับผู้เรียน 2 กลุ่ม กลุ่มที่ 1 เรียนตามหลักสูตรเดิม กลุ่มที่ 2 เรียนตามหลักสูตรมาตรฐานหลัก ผลจากการวิจัยพบว่า นักเรียนที่เรียนตามหลักสูตรมาตรฐานหลักมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่าผู้เรียนที่เรียนตามหลักสูตรเดิม

โคลเนอร์ คลาร์ก และเลช (Koellner-Clark & Lesh, 2003, p. 92) ได้ศึกษาการให้เหตุผลเชิงสัดส่วนผ่านปัญหารอยเท้าซึ่งเป็นนิยายในแนวนักสืบ ในการนี้ผู้วิจัยได้ศึกษากับนักเรียนเกรด 7 กลุ่มหนึ่ง โดยคณะผู้วิจัยได้ให้นักเรียนกลุ่มดังกล่าวอ่านปัญหารอยเท้า จากนั้นให้นักเรียนได้อภิปรายและสนทนาเกี่ยวกับปัญหารอยเท้า โดยให้ทุกคนในกลุ่มมีส่วนร่วมในการแสดงความคิดเห็น หลังจากนั้น คณะผู้วิจัยได้นำบทสนทนาของนักเรียนมาวิเคราะห์และแปลความหมาย ผลการวิเคราะห์และแปลความหมายแสดงให้เห็นถึงพัฒนาการของการให้เหตุผลเชิงสัดส่วนของนักเรียนจากการให้เหตุผลในเชิงการบวกไปสู่การให้เหตุผลในเชิงการคูณ

แอคคัส (Akkus, 2007) ได้ศึกษาเกี่ยวกับวิธีการสอนแบบค้นพบการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ด้วยตนเอง (Mathematics reasoning heuristic) ของผู้สอนที่สอนวิชาพีชคณิตในโรงเรียนมัธยม 3 โรงเรียน ซึ่งเปลี่ยนจากการสอนแบบดั้งเดิมไปสู่การสอนด้วยวิธีค้นพบการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ด้วยตนเอง จากการศึกษา พบว่า นักเรียนในกลุ่มควบคุมที่ถูกสอนโดยผู้สอนที่ยึดวิธีการสอนแบบดั้งเดิมมีผลคะแนนจากการทำแบบทดสอบพัฒนาการในการศึกษาของไอโอวา (Iowa test of development educational) แตกต่างกันกับนักเรียนในกลุ่มทดลองที่ถูกสอน

โดยที่ผู้สอนยึดวิธีการสอนแบบค้นพบการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ด้วยตนเอง และนักเรียนในกลุ่มทดลองมีผลคะแนนที่ได้จากการทำแบบทดสอบมาตรฐานเพิ่มสูงขึ้นมากกว่านักเรียนในกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

งานวิจัยในประเทศ

ชัยวัตน์ เทวธีระรัตน์ (2548) ได้ทำการวิจัย เรื่อง การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติโดยวิธีคัดสรรกลวิธีการสอนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ผลการวิจัยปรากฏว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติโดยวิธีคัดสรรกลวิธีการสอนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน และหลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ 60 เปอร์เซ็นต์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

เวชฤทธิ์ อังกนะภัทรขจร (2551) ได้ทำวิจัย เรื่อง การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้แบบการสอนแนะให้รู้คิด (CGI) ที่ใช้ทักษะการให้เหตุผลและการเชื่อมโยง โดยบูรณาการสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง การวิเคราะห์ข้อมูลกับสิ่งแวดล้อมศึกษา กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนระดับประถมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 45 คน การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยและพัฒนาเพื่อหาประสิทธิภาพของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้การทดลองแบบกลุ่มเดียว และมีการทดสอบก่อนและหลังเรียน จากผลการทดลอง พบว่า 1) ด้านความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวิเคราะห์ข้อมูล พบว่า นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยจากการทำแบบทดสอบภายหลังการทดลองมากกว่าก่อนการทดลองที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 2) ด้านทักษะการให้เหตุผล พบว่า นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยจากการทำแบบทดสอบภายหลังการทดลองมากกว่าก่อนการทดลองที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 3) ด้านทักษะการเชื่อมโยง พบว่านักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยจากการทำแบบทดสอบภายหลังการทดลองมากกว่าก่อนการทดลองที่ระดับนัยสำคัญ 0.01

ขวัญ เพียซ้าย (2553) ได้ทำการวิจัย เรื่อง การพัฒนากิจกรรมการเรียนการรู้ที่พัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลเชิงสัดส่วน กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 32 คน การวิจัยครั้งนี้ได้ศึกษาการสอนแนะให้รู้คิด (CGI) และนำมาเป็นแนวทางในการจัดกิจกรรมการพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลเชิงสัดส่วน โดยใช้การทดลองแบบสุ่มตัวอย่างแบบเกาะกลุ่ม และมีผลการทดลองแบบอิงเกณฑ์ร้อยละ 75 จากผลการทดลอง พบว่า 1) นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ใช้กิจกรรมการเรียนรู้ที่พัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลเชิงสัดส่วนที่ผ่านเกณฑ์มีจำนวนมากกว่าร้อยละ 75 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมดที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 2) นักเรียนกลุ่มตัวอย่างที่ใช้กิจกรรมการเรียนรู้ที่พัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลเชิงสัดส่วนมีพฤติกรรมที่แสดงความสามารถในการให้เหตุผลเชิงสัดส่วนอยู่ในระดับ 2 ขึ้นไป เป็นส่วนใหญ่

จากการศึกษาการวิจัยข้างต้น เป็นตัวอย่างที่แสดงให้เห็นว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบการสอนแบบแนะให้รู้คิด (CGI) ล้วนเป็นผลดีและเป็นประโยชน์ต่อการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ ซึ่งจะเห็นได้จากงานวิจัยของชาเช เกียร์ฮาท และเชลท์เชอร์ หรือคาร์เพนเทอร์ หรือเวชฤทธิ์ อังกนะภัทรขจร ที่ในการทดลองมีการทดสอบก่อนและหลัง และผลการทดลอง พบว่าคะแนนหลังการทดลองสูงกว่าก่อนการทดลอง นอกจากนั้นฟาสท์ และขวัญ เพียซ้าย ยังนำการสอนแนะให้รู้คิดไปจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่พัฒนาทักษะการให้เหตุผล แล้วพบว่า มีผลดีและเป็นประโยชน์ต่อการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์และผ่านเกณฑ์มากกว่าร้อยละ 75 ด้วยเหตุผลดังกล่าวนั้น ในการจัดการเรียนรู้ ผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่นำแนวคิดการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบการสอนแบบแนะให้รู้คิด (CGI) มาใช้ในการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

บทที่ 3
วิธีดำเนินการวิจัย

ผู้วิจัยได้ดำเนินงานวิจัยตามขั้นตอนดังนี้

1. การกำหนดประชากรที่ใช้ในงานวิจัย
2. การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย
3. การเก็บรวบรวมข้อมูล
4. การวิเคราะห์ข้อมูลและสถิติที่ใช้

การกำหนดประชากรที่ใช้ในงานวิจัย

ประชากรที่ใช้ในการวิจัย

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่กำลังศึกษาอยู่ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2558 โรงเรียนวัดป่าสะแก เขตอำเภอเดิมบางนางบวช จังหวัดสุพรรณบุรี จำนวน 1 ห้องเรียน รวมทั้งสิ้น 10 คน

การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัยครั้งนี้ประกอบด้วย แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบการสอนแบบแนะให้รู้คิด (Cognitively guided instruction : CGI) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางคณิตศาสตร์ แบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ โดยเครื่องมือแต่ละชนิดมีรายละเอียดดังนี้

แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบการสอนแบบแนะให้รู้คิด (Cognitively guided instruction: CGI)

ผู้วิจัยมีการดำเนินการ ดังนี้

1. ศึกษาหลักสูตรแกนกลางขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 และหลักสูตรสถานศึกษาของโรงเรียนวัดป่าสะแก

2. วิเคราะห์รายละเอียดตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551

3. ศึกษาแนวคิด ทฤษฎีการเรียนรู้ รูปแบบการจัดการเรียนการสอนและขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบการสอนแบบแนะให้รู้คิด (Cognitively guided instruction: CGI)

4. ศึกษาความหมาย ความสำคัญ และองค์ประกอบที่เกี่ยวกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ และความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

5. สร้างตารางวิเคราะห์ ตัวชี้วัด จุดประสงค์การเรียนรู้ สาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ที่สอดคล้องกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบการสอนแบบแนะให้รู้คิด (Cognitively guided instruction: CGI) แสดงดังตารางที่ 8

ตารางที่ 8 การวิเคราะห์ ตัวชี้วัด จุดประสงค์การเรียนรู้และสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติ ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

แผนการจัดการเรียนรู้ที่	ตัวชี้วัด	จุดประสงค์การเรียนรู้	สาระการเรียนรู้	เวลา (คาบ)
1	ค 3.1 ม.1/ 4 อธิบายลักษณะของรูปเรขาคณิตสามมิติจากภาพที่กำหนดให้	<u>ด้านความรู้</u> 1. นักเรียนสามารถอธิบายลักษณะและส่วนประกอบของรูปเรขาคณิตสองมิติจากรูปภาพที่กำหนดให้ได้ <u>ด้านทักษะกระบวนการ</u> 1. นักเรียนสามารถให้เหตุผลประกอบการอธิบายลักษณะและส่วนประกอบของรูปเรขาคณิตสองมิติจากรูปภาพที่กำหนดให้ได้	ภาพของรูปเรขาคณิตสองมิติ	1
2	ค 3.1 ม.1/ 4 อธิบายลักษณะของรูปเรขาคณิตสามมิติจากภาพที่กำหนดให้	<u>ด้านความรู้</u> 1. นักเรียนสามารถอธิบายลักษณะและส่วนประกอบของรูปเรขาคณิตสามมิติจากรูปภาพที่กำหนดให้ได้ <u>ด้านทักษะกระบวนการ</u> 1. นักเรียนสามารถให้เหตุผลประกอบการอธิบายลักษณะและส่วนประกอบของรูปเรขาคณิตสามมิติจากรูปภาพที่กำหนดให้ได้	ภาพของรูปเรขาคณิตสามมิติ	1

ตารางที่ 8 (ต่อ)

แผนการจัดการเรียนรู้ที่	ตัวชี้วัด	จุดประสงค์การเรียนรู้	สาระการเรียนรู้	เวลา (คาบ)
3	ค 3.1 ม.1/ 4 อธิบายลักษณะของรูปเรขาคณิตสามมิติจากภาพที่กำหนดให้	<u>ด้านความรู้</u> 1. นักเรียนสามารถระบุรูปคลี่ของรูปเรขาคณิตสามมิติที่กำหนดให้ได้ <u>ด้านทักษะกระบวนการ</u> 1. นักเรียนสามารถให้เหตุผลประกอบรูปคลี่ของรูปเรขาคณิตสามมิติที่กำหนดให้ได้	ภาพของรูปเรขาคณิตสามมิติ	1
4	ค 3.1 ม.1/ 4 อธิบายลักษณะของรูปเรขาคณิตสามมิติจากภาพที่กำหนดให้	<u>ด้านความรู้</u> 1. นักเรียนสามารถระบุรูปเรขาคณิตสามมิติจากรูปคลี่ที่กำหนดให้ได้ <u>ด้านทักษะกระบวนการ</u> 1. นักเรียนสามารถให้เหตุผลประกอบรูปเรขาคณิตสามมิติจากรูปคลี่ที่กำหนดให้ได้	ภาพของรูปเรขาคณิตสามมิติ	1

ตารางที่ 8 (ต่อ)

แผนการจัดการเรียนรู้ที่	ตัวชี้วัด	จุดประสงค์การเรียนรู้	สาระการเรียนรู้	เวลา (คาบ)
5	ค 3.1 ม.1/ 4 อธิบายลักษณะของรูปเรขาคณิตสามมิติจากภาพที่กำหนดให้	<u>ด้านความรู้</u> 1. นักเรียนสามารถบอกหน้าตัดที่เกิดจากการใช้ระนาบตัดรูปเรขาคณิตสามมิติทางทิศทางที่กำหนดให้ได้ <u>ด้านทักษะกระบวนการ</u> 1. นักเรียนสามารถให้เหตุผลเกี่ยวกับหน้าตัดที่เกิดจากการใช้ระนาบตัดรูปเรขาคณิตสามมิติทางทิศทางที่กำหนดให้ได้	หน้าตัดของรูปเรขาคณิตสามมิติ	1
6	ค 3.1 ม.1/ 4 อธิบายลักษณะของรูปเรขาคณิตสามมิติจากภาพที่กำหนดให้	<u>ด้านความรู้</u> 1. นักเรียนสามารถอธิบายหรือบอกลักษณะหน้าตัดของรูปเรขาคณิตสามมิติที่กำหนดให้ได้ <u>ด้านทักษะกระบวนการ</u> 1. นักเรียนสามารถให้เหตุผลประกอบการอธิบายหรือบอกลักษณะหน้าตัดของรูปเรขาคณิตสามมิติที่กำหนดให้ได้	หน้าตัดของรูปเรขาคณิตสามมิติ	1

ตารางที่ 8 (ต่อ)

แผนการจัดการเรียนรู้ที่	ตัวชี้วัด	จุดประสงค์การเรียนรู้	สาระการเรียนรู้	เวลา (คาบ)
7	ค 3.1 ม.1/ 5 ระบุภาพสองมิติที่ได้จากการมองด้านหน้า (Front view) ด้านข้าง (Side view) หรือด้านบน (Top view) ของรูปเรขาคณิตสามมิติที่กำหนดให้	ด้านความรู้ 1. นักเรียนสามารถอธิบายหรือบอกลักษณะของภาพสองมิติที่ได้จากการมองทางด้านหน้า ของรูปเรขาคณิตสามมิติที่กำหนดให้ได้ ด้านทักษะกระบวนการ 1. นักเรียนสามารถให้เหตุผลประกอบการอธิบายหรือบอกลักษณะของภาพสองมิติที่ได้จากการมองทางด้านหน้า ของรูปเรขาคณิตสามมิติที่กำหนดให้ได้	ภาพที่ได้จากการมองทางด้าน หน้าด้านข้าง และด้านบนของรูปเรขาคณิตสามมิติ	1
8	ค 3.1 ม.1/ 5 ระบุภาพสองมิติที่ได้จากการมองด้านหน้า (Front view) ด้านข้าง (Side view) หรือด้านบน (Top view) ของรูปเรขาคณิตสามมิติที่กำหนดให้	ด้านความรู้ 1. นักเรียนสามารถอธิบายหรือบอกลักษณะของภาพสองมิติที่ได้จากการมองทางด้านข้าง ของรูปเรขาคณิตสามมิติที่กำหนดให้ได้ ด้านทักษะกระบวนการ 1. นักเรียนสามารถให้เหตุผลประกอบการอธิบายหรือบอกลักษณะของภาพสองมิติที่ได้จากการมองทางด้านข้าง ของรูปเรขาคณิตสามมิติที่กำหนดให้ได้	ภาพที่ได้จากการมองทางด้าน หน้าด้านข้าง และด้านบนของรูปเรขาคณิตสามมิติ	1

ตารางที่ 8 (ต่อ)

แผนการจัดการเรียนรู้ที่	ตัวชี้วัด	จุดประสงค์การเรียนรู้	สาระการเรียนรู้	เวลา (คาบ)
9	ค 3.1 ม.1/ 5 ระบุภาพสองมิติที่ได้จากการมองด้านหน้า (Front view) ด้านข้าง (Side view) หรือด้านบน (Top view) ของรูปเรขาคณิตสามมิติที่กำหนดให้	<u>ด้านความรู้</u> 1. นักเรียนสามารถอธิบายหรือบอกลักษณะของภาพสองมิติที่ได้จากการมองทางด้านบน ของรูปเรขาคณิตสามมิติที่กำหนดให้ได้ <u>ด้านทักษะกระบวนการ</u> 1. นักเรียนสามารถให้เหตุผลประกอบการอธิบายหรือบอกลักษณะของภาพสองมิติที่ได้จากการมองทางด้านบน ของรูปเรขาคณิตสามมิติที่กำหนดให้ได้	ภาพที่ได้จากการมองทางด้าน หน้าด้านข้างและด้านบนของรูปเรขาคณิตสามมิติ	1
10	ค 3.1 ม.1/ 5 ระบุภาพสองมิติที่ได้จากการมองด้านหน้า (Front view) ด้านข้าง (Side view) หรือด้านบน (Top view) ของรูปเรขาคณิตสามมิติที่กำหนดให้	<u>ด้านความรู้</u> 1. นักเรียนสามารถระบุรูปเรขาคณิตสามมิติที่มีภาพด้านหน้าด้านข้างและด้านบนตามที่กำหนดให้ได้ <u>ด้านทักษะกระบวนการ</u> 1. นักเรียนสามารถให้เหตุผลประกอบรูปเรขาคณิตสามมิติที่มีภาพด้านหน้า ด้านข้างและด้านบนตามที่กำหนดให้ได้	ภาพที่ได้จากการมองทางด้าน หน้าด้านข้างและด้านบนของรูปเรขาคณิตสามมิติ	1

ตารางที่ 8 (ต่อ)

แผนการจัดการเรียนรู้ที่	ตัวชี้วัด	จุดประสงค์การเรียนรู้	สาระการเรียนรู้	เวลา (คาบ)
11	ค 3.1 ม.1/ 6 วาดหรือประดิษฐ์รูปเรขาคณิตสามมิติที่ประกอบขึ้นจากลูกบาศก์ เมื่อกำหนดภาพสามมิติได้จากการมองด้านหน้า ด้านข้าง และด้านบนให้	<u>ด้านความรู้</u> 1. นักเรียนสามารถเขียนภาพด้านหน้า ด้านข้างและด้านบนของรูปเรขาคณิตสามมิติที่ประกอบขึ้นจากลูกบาศก์ได้ <u>ด้านทักษะกระบวนการ</u> 1. นักเรียนสามารถให้เหตุผลประกอบการเขียนภาพด้านหน้า ด้านข้าง และด้านบนของรูปเรขาคณิตสามมิติที่ประกอบขึ้นจากลูกบาศก์ได้	รูปเรขาคณิตที่ประกอบขึ้นจากลูกบาศก์	1
12	ค 3.1 ม.1/ 6 วาดหรือประดิษฐ์รูปเรขาคณิตสามมิติที่ประกอบขึ้นจากลูกบาศก์เมื่อกำหนดภาพสามมิติได้จากการมองด้านหน้า ด้านข้าง และด้านบนให้	<u>ด้านความรู้</u> 1. นักเรียนสามารถวาดหรือประดิษฐ์รูปเรขาคณิตที่ประกอบขึ้นจากลูกบาศก์เมื่อกำหนดภาพด้านหน้า ด้านข้าง และด้านบนให้ <u>ด้านทักษะกระบวนการ</u> 1. นักเรียนสามารถให้เหตุผลประกอบการวาดหรือประดิษฐ์รูปเรขาคณิตที่ประกอบขึ้นจากลูกบาศก์เมื่อกำหนดภาพด้านหน้า ด้านข้าง และด้านบนให้	รูปเรขาคณิตที่ประกอบขึ้นจากลูกบาศก์	1
		รวม		12

6. เขียนแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยใช้การเรียนการสอนแบบแนะให้รู้คิด (Cognitively guided instruction: CGI) จำนวน 12 แผน ซึ่งแต่ละแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ประกอบด้วย

6.1 มาตรฐานการเรียนรู้

6.2 ตัวชี้วัด

6.3 จุดประสงค์การเรียนรู้

6.3.1 ด้านความรู้

6.3.2 ด้านทักษะและกระบวนการ

6.4 สาระสำคัญ

6.5 สาระการเรียนรู้

6.6 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ซึ่งประกอบไปด้วย 4 ขั้น คือ

6.6.1 ขั้นที่ 1 นำเสนอสถานการณ์ปัญหา

6.6.2 ขั้นที่ 2 ลงมือปฏิบัติกิจกรรม

6.6.3 ขั้นที่ 3 การนำเสนอ

6.6.4 ขั้นที่ 4 สรุป

6.7 สื่อการเรียนรู้/ แหล่งการเรียนรู้

6.8 การวัดและประเมินผลการเรียนรู้

6.9 บันทึกหลังการสอน

7. นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่เขียนเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาหลักเพื่อพิจารณาตรวจความเหมาะสมของเนื้อหา แล้วนำข้อเสนอแนะมาปรับปรุงแก้ไข โดยผู้วิจัยได้ปรับปรุง ดังนี้ 1) เพิ่มเติมคำถามเพื่อนำไปสู่การให้เหตุผลในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ 2) เพิ่มคำถามที่นำไปสู่การให้เหตุผลในใบกิจกรรมในทุกกิจกรรม

8. นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ได้มาปรับปรุงแก้ไขเรียบร้อยแล้วเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน (ดังรายนามในภาคผนวก ก) เพื่อประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ โดยแบบประเมินแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ สำหรับผู้เชี่ยวชาญมีลักษณะเป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า ตามวิธีของลิเคอร์ท (Likert) ซึ่งมี 5 ระดับ โดยกำหนดเกณฑ์ ดังนี้ (บุญชม ศรีสะอาด, 2553, หน้า 102)

5 หมายถึง มีความเหมาะสมมากที่สุด

4 หมายถึง มีความเหมาะสมมาก

3 หมายถึง มีความเหมาะสมปานกลาง

2 หมายถึง มีความเหมาะสมน้อย

1 หมายถึง มีความเหมาะสมน้อยที่สุด

และมีวิธีการพิจารณาค่าเฉลี่ย ดังนี้

คะแนนเฉลี่ย 4.51-5.00 หมายถึง แผนการจัดการเรียนรู้เหมาะสมมากที่สุด

คะแนนเฉลี่ย 3.51-4.50 หมายถึง แผนการจัดการเรียนรู้เหมาะสมมาก

คะแนนเฉลี่ย 2.51-3.50 หมายถึง แผนการจัดการเรียนรู้เหมาะสมปานกลาง

คะแนนเฉลี่ย 1.51-2.50 หมายถึง แผนการจัดการเรียนรู้เหมาะสมน้อย

คะแนนเฉลี่ย 1.00-1.50 หมายถึง แผนการจัดการเรียนรู้เหมาะสมน้อยที่สุด

(บุญชม ศรีสะอาด, 2545, หน้า 102-103)

ซึ่งค่าเฉลี่ยของคะแนนประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ควรมีคะแนนเฉลี่ย 3.51 คะแนนขึ้นไป โดยผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้โดยผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 คน พบว่า มีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับดีมาก ($\overline{X}$ = 4.84, σ = 0.31)

9. นำแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติที่ผ่านการปรับปรุงตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ ซึ่งผู้วิจัยได้ปรับปรุง ดังนี้ 1) เพิ่มเติมรูปเรขาคณิตในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ 2) เพิ่มเติมลูกศรที่ชี้ด้านหน้า ด้านข้าง และด้านบนในใบกิจกรรมที่ 7-12 ให้ชัดเจน เสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาหลักตรวจสอบอีกครั้ง 10. นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ปรับปรุงแก้ไขหลังจากเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาหลักตรวจสอบ โดยผู้วิจัยได้ปรับปรุง ดังนี้ 1) ปรับคำถามเพื่อนำไปสู่การให้เหตุผลในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ 2) คำถามที่นำไปสู่การให้เหตุผลในใบกิจกรรมในทุกกิจกรรม แล้วไปใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2558 โรงเรียนวัดน้ำพุ เขตอำเภอเดิมบางนางบวช จังหวัดสุพรรณบุรี ซึ่งมีสภาพโดยทั่วไปใกล้เคียงกับประชากร เพื่อหาข้อบกพร่องและปรับปรุงแก้ไข

11. นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ปรับปรุงแก้ไขหลังจาก นำไปใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2558 โรงเรียนวัดน้ำพุ เขตอำเภอเดิมบางนางบวช จังหวัดสุพรรณบุรี ซึ่งมีสภาพโดยทั่วไปใกล้เคียงกับประชากร โดยผู้วิจัยได้ปรับปรุง ดังนี้ 1) เพิ่มตัวอย่างในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ 2) เพิ่มคำถามที่นำไปสู่การให้เหตุผลในใบกิจกรรมในทุกกิจกรรม และจัดพิมพ์แผนการจัดการเรียนรู้ที่ปรับปรุงแก้ไขสมบูรณ์แล้ว

12. จัดพิมพ์แผนการจัดการเรียนรู้ที่ปรับปรุงแก้ไขสมบูรณ์แล้ว เรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติ ไปใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2558 โรงเรียนวัดป่าสะแก เขตอำเภอเดิมบางนางบวช จังหวัดสุพรรณบุรี ดำเนินการ

ทดลองสอนตามแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยใช้การเรียนการสอนแบบแนะให้รู้คิด (Cognitively guided instruction: CGI) ที่เน้นผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ และความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ จำนวน 12 คาบ กับกลุ่มตัวอย่าง ซึ่งผู้วิจัยทำการทดลองด้วยตนเอง

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางคณิตศาสตร์

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่องความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เป็นข้อสอบแบบปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 25 ข้อ ซึ่งมีขั้นตอนในการสร้างดังนี้

1. ศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องกับการวัดและประเมินผลและวิธีสร้างแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
2. ศึกษาหนังสือกลุ่มสาระคณิตศาสตร์พื้นฐาน เล่ม 2 เรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1
3. ศึกษามาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัด จุดประสงค์การเรียนรู้ เรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1
4. สร้างตารางวิเคราะห์แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติ ให้สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้ จุดประสงค์การเรียนรู้ และพฤติกรรมที่ต้องการวัด เรื่องความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ดังตารางที่ 9

ตารางที่ 9 การวิเคราะห์จุดประสงค์การเรียนรู้ และจำนวนแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางคณิตศาสตร์ เรื่องความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติ

สาระการเรียนรู้	จุดประสงค์การเรียนรู้	พฤติกรรมที่ต้องการวัด (จำนวนข้อ)				รวม (จำนวนข้อ)	จำนวนข้อที่ใช้จริง
		ความรู้/ความจำ	ความเข้าใจ	การนำไปใช้	การวิเคราะห์		
ภาพของรูปเรขาคณิตสามมิติ	1. นักเรียนสามารถอธิบายลักษณะและส่วนประกอบของรูปเรขาคณิตสามมิติจากรูปภาพที่กำหนดให้ได้	2 (1)	2 (1)	2 (1)		6	3
	2. นักเรียนสามารถระบุรูปคลี่ของรูปเรขาคณิตสามมิติที่กำหนดให้ได้	2 (1)	2 (1)	2 (1)		6	3
	3. นักเรียนสามารถระบุรูปเรขาคณิตสามมิติจากรูปคลี่ที่กำหนดให้ได้	2 (1)	2 (1)	2 (1)		6	3
หน้าตัดของรูปเรขาคณิตสามมิติ	1. นักเรียนสามารถบอกหน้าตัดที่เกิดจากการใช้ระนาบตัดรูปเรขาคณิตสามมิติทางทิศทางที่กำหนดให้ได้	2 (1)	2 (1)			4	2
	2. นักเรียนสามารถอธิบายหรือบอกลักษณะหน้าตัดของรูปเรขาคณิตสามมิติที่กำหนดให้ได้	2 (1)		2 (1)		4	2

ตารางที่ 9 (ต่อ)

สาระการเรียนรู้	จุดประสงค์การเรียนรู้	พฤติกรรมที่ต้องการวัด(จำนวนข้อ)				รวม (จำนวนข้อ)	จำนวนข้อที่ใช้จริง
		ความรู้/ความจำ	ความเข้าใจ	การนำไปใช้	การวิเคราะห์		
ภาพที่ได้จากการมองทางด้านหน้าด้านข้างและด้านบนของรูปเรขาคณิตสามมิติ	1. นักเรียนสามารถอธิบายหรือบอกลักษณะของภาพสองมิติที่ได้จากการมองทางด้านหน้าของรูปเรขาคณิตสามมิติที่กำหนดให้ได้		2 (1)		2 (1)	4	2
	2. นักเรียนสามารถอธิบายหรือบอกลักษณะของภาพสองมิติที่ได้จากการมองทางด้านข้างของรูปเรขาคณิตสามมิติที่กำหนดให้ได้		2 (1)		2 (1)	4	2
	3. นักเรียนสามารถอธิบายหรือบอกลักษณะของภาพสองมิติที่ได้จากการมองทางด้านบนของรูปเรขาคณิตสามมิติที่กำหนดให้ได้		2 (1)		2 (1)	4	2
	4. นักเรียนสามารถระบุรูปเรขาคณิตสามมิติที่มีภาพด้านหน้าด้านข้างและด้านบนตามที่กำหนดให้ได้		3 (2)			3	2

ตารางที่ 9 (ต่อ)

สาระการเรียนรู้	จุดประสงค์การเรียนรู้	พฤติกรรมที่ต้องการวัด(จำนวนข้อ)				รวม (จำนวนข้อ)	จำนวนข้อที่ใช้จริง
		ความรู้/ความจำ	ความเข้าใจ	การนำไปใช้	การวิเคราะห์		
รูปเรขาคณิตที่ประกอบขึ้นจากลูกบาศก์	1. นักเรียนสามารถเขียนภาพด้านหน้า ด้านข้างและด้านบนของรูปเรขาคณิตสามมิติที่ประกอบขึ้นจากลูกบาศก์ได้	2 (1)	2 (1)	2 (1)		6	3
	2. นักเรียนสามารถวาดหรือประดิษฐ์รูปเรขาคณิตที่ประกอบขึ้นจากลูกบาศก์เมื่อกำหนดภาพด้านหน้า ด้านข้าง และด้านบนให้	2 (1)	2 (1)		2 (1)	6	3
	รวม	14	21	6	8	49	25

5. สร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 แบบเลือกตอบชนิด 4 ตัวเลือก ทั้งหมด จำนวน 49 ข้อ โดยให้สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ พฤติกรรมที่ต้องการวัด และสาระการเรียนรู้ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551

6. กำหนดเกณฑ์การให้คะแนนแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยกำหนดเกณฑ์การให้คะแนน คือ ให้ 1 คะแนน สำหรับข้อที่นักเรียนตอบถูก และให้ 0 คะแนน สำหรับข้อที่ตอบผิด ไม่ตอบ หรือตอบเกิน 1 ตัวเลือกในข้อเดียวกัน

7. นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์เสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาหลักตรวจสอบแล้วนำมาปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำ โดยผู้วิจัยได้ปรับปรุงแก้ไข ดังนี้ 1) ปรับภาษาในโจทย์แต่ละข้อให้มีความสัมพันธ์มากขึ้น 2) ปรับตัวเลือกในแต่ละข้อให้มีการเรียงลำดับไปในทิศทางเดียวกัน

8. นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ที่สร้างเสร็จเรียบร้อยแล้วเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญด้านการวัดผลและประเมินผลทางการสอนคณิตศาสตร์ จำนวน 5 ท่าน (ดังรายนามในภาคผนวก ก) ตรวจสอบความสอดคล้องเชิงเนื้อหาในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ 4 ระดับ คือ 1) ความรู้ความจำการคิดคำนวณ (Computation) 2) ความเข้าใจเกี่ยวกับหลักการกฎทางคณิตศาสตร์ (Comprehension) 3) การนำไปใช้ (Application) 4) การวิเคราะห์ (Analysis) เพื่อพิจารณาหาความสอดคล้องของข้อสอบกับจุดประสงค์การเรียนรู้ (IOC: Item objective congruency index) โดยการพิจารณาค่าดัชนีความสอดคล้องของแบบทดสอบ (IOC) กับจุดประสงค์การเรียนรู้ ใช้เกณฑ์การให้คะแนน ดังนี้

ให้ +1 คะแนน เมื่อแน่ใจว่าข้อสอบสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้หรือวัดได้ตามจุดประสงค์การเรียนรู้

ให้ 0 คะแนน เมื่อไม่แน่ใจว่าข้อสอบสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้หรือวัดได้ตามจุดประสงค์การเรียนรู้หรือไม่

ให้ -1 คะแนน เมื่อแน่ใจว่าข้อสอบไม่สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้หรือวัดไม่ได้ตามจุดประสงค์การเรียนรู้

ซึ่งคัดเลือกแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางคณิตศาสตร์ที่มีค่า IOC ตั้งแต่ 0.5 ขึ้นไป และปรับแก้ไขแบบทดสอบสำหรับข้อที่มีค่า IOC ต่ำกว่า 0.5 (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ, 2543, หน้า 248-249) พบว่า ค่า IOC ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางคณิตศาสตร์มีค่าตั้งแต่ 0.60-1.00 จำนวน 49 ข้อ

9. นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ที่ได้ปรับปรุงแก้ไข โดยผู้วิจัยได้ปรับปรุงแก้ไข ดังนี้ 1) ปรับภาษาในโจทย์แต่ละข้อให้มีความสัมพันธ์มากขึ้น 2) ปรับตัวเลือกในบางข้อ เสนอต่อ อาจารย์ที่ปรึกษาหลักเพื่อตรวจพิจารณาอีกครั้ง แล้วนำไปทดสอบกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนวัดน้ำพุ เขตอำเภอเดิมบางนางบวช จังหวัดสุพรรณบุรี จำนวน 18 คน ที่เรียน เรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติ ผ่านมาแล้ว ในปีการศึกษา 2558 เพื่อหาคุณภาพของแบบทดสอบ

10. ตรวจให้คะแนนแบบทดสอบที่นักเรียนทำได้ โดยให้ 1 คะแนน สำหรับข้อที่นักเรียนตอบถูก และให้ 0 คะแนน สำหรับข้อที่ตอบผิด ไม่ตอบ หรือตอบเกิน 1 ตัวเลือกในข้อเดียวกัน

11. นำผลการทดสอบมาวิเคราะห์เป็นรายข้อ เพื่อหาความยากง่าย (P) และค่าอำนาจจำแนก (r) โดยใช้เทคนิค 27 % ของจุง เตห์ ฟาน (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ, 2543, หน้า 210-212) มีค่าความยากง่าย (P) ตั้งแต่ 0.39-0.78 และค่าอำนาจจำแนก (r) ตั้งแต่ 0.33-0.61

12. นำแบบทดสอบที่คัดเลือกแล้วจำนวน 25 ข้อ หาความเชื่อมั่น (r_{tt}) ของแบบทดสอบ โดยใช้สูตร KR-20 ของคูเดอร์-ริชาร์ดสัน (Kuder-Richardson) (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ, 2543, หน้า 215) มีความเชื่อมั่น (r_{tt}) เท่ากับ 0.74

13. นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมาจัดพิมพ์เพื่อนำไปเก็บรวบรวมข้อมูลกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนวัดป่าสะแก เขตอำเภอเดิมบางนางบวช จังหวัดสุพรรณบุรี จำนวน 1 ห้องเรียน

แบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

แบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เป็นแบบทดสอบที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเพื่อวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เป็นแบบทดสอบแบบอัตนัย จำนวน 11 ข้อ ซึ่งมีขั้นตอนในการสร้างดั งนี้

1. ศึกษาเนื้อหา จุดประสงค์การเรียนรู้ มาตรฐานการเรียนรู้/ ตัวชี้วัด และสาระการเรียนรู้ของวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

2. ศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องกับการวัดและประเมินผลแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

3. กำหนดเกณฑ์การให้คะแนนแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ซึ่งในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ใช้แนวคิดเกณฑ์การประเมินการให้คะแนนแบบวิเคราะห์แบบองค์รวม ดังตารางที่ 10

ตารางที่ 10 ตารางเกณฑ์การประเมินความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

ระดับคะแนน	คำอธิบาย
3	สามารถเขียนอธิบายเหตุผล หาความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติ แล้วนำมาวิเคราะห์สรุปข้อมูลได้อย่างสมเหตุสมผล และได้คำตอบที่ถูกต้องสมบูรณ์ ชัดเจน ไม่คลุมเครือ
2	สามารถเขียนอธิบายเหตุผล หาความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติ แล้วนำมาวิเคราะห์สรุปข้อมูลได้อย่างไม่ค่อยสมบรูณ์ หรือชัดเจนในบางส่วนหรืออธิบายเหตุผลสับสน แต่ได้คำตอบที่ถูกต้อง
1	สามารถเขียนอธิบายเหตุผล หาความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติ แล้วนำมาวิเคราะห์สรุปข้อมูลได้อย่างได้ไม่ค่อยสมบรูณ์ หรือชัดเจนในบางส่วนหรืออธิบายเหตุผลสับสนหรือมีความผิดพลาดในการคำนวณทำให้ได้คำตอบที่ไม่ถูกต้อง
0	ไม่มีความพยายามในการเขียนอธิบายเหตุผล หาความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติ แล้วนำมาวิเคราะห์สรุปข้อมูลเลย หรือคำตอบที่ถูกต้องอาจจะได้มาจากการเดา/ ไม่มีความพยายามในเขียนอธิบายเหตุผลหาความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติ แล้วนำมาวิเคราะห์สรุปข้อมูลหรือแสดงแนวคิดในการให้เหตุผลไม่สอดคล้องกับคำถามเลย

4. สร้างตารางวิเคราะห์แบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่องความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ดังตารางที่ 11

ตารางที่ 11 การวิเคราะห์แบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้	จุดประสงค์การเรียนรู้	จำนวนข้อ	
			ทั้งหมด	ใช้จริง
ค 3.1 ม.1/ 4 อธิบายลักษณะของรูปเรขาคณิตสามมิติจากภาพที่กำหนดให้	ภาพของรูปเรขาคณิตสามมิติ	1. นักเรียนสามารถให้เหตุผลประกอบการอธิบายลักษณะและส่วนประกอบของรูปเรขาคณิตสามมิติจากรูปภาพที่กำหนดให้ได้ดี	2	1
		2. นักเรียนสามารถให้เหตุผลประกอบรูปคลี่ของรูปเรขาคณิตสามมิติที่กำหนดให้ได้	2	1
		3. นักเรียนสามารถให้เหตุผลประกอบรูปเรขาคณิตสามมิติจากรูปคลี่ที่กำหนดให้ได้	2	1
ค 3.1 ม.1/ 4 อธิบายลักษณะของรูปเรขาคณิตสามมิติจากภาพที่กำหนดให้	หน้าตัดของรูปเรขาคณิตสามมิติ	1. นักเรียนสามารถให้เหตุผลเกี่ยวกับหน้าตัดที่เกิดจากการใช้ระนาบตัดรูปเรขาคณิตสามมิติทางทิศทางที่กำหนดให้ได้	2	1
		2. นักเรียนสามารถให้เหตุผลประกอบการอธิบายหรือบอกลักษณะหน้าตัดของรูปเรขาคณิตสามมิติที่กำหนดให้ได้	2	1

ตารางที่ 11 (ต่อ)

ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้	จุดประสงค์การเรียนรู้	จำนวนข้อ	
			ทั้งหมด	ใช้จริง
ค 3.1 ม.1/ 5 ระบุภาพสองมิติที่ได้จากการมองด้านหน้า (Front view) ด้านข้าง (Side view) หรือด้านบน (Top view) ของรูปเรขาคณิตสามมิติที่กำหนดให้	ภาพที่ได้จากการมองทางด้านหน้าด้านข้างและด้านบนของรูปเรขาคณิตสามมิติ	1. นักเรียนสามารถให้เหตุผลประกอบการอธิบายหรือบอกลักษณะของภาพสองมิติที่ได้จากการมองทางด้านหน้า ของรูปเรขาคณิตสามมิติที่กำหนดให้ได้	2	1
		2. นักเรียนสามารถ ให้เหตุผลประกอบการอธิบายหรือบอกลักษณะของภาพสองมิติที่ได้จากการมองทางด้านข้าง ของรูปเรขาคณิตสามมิติที่กำหนดให้ได้	2	1
		3. นักเรียนสามารถให้เหตุผลประกอบการอธิบายหรือบอกลักษณะของภาพสองมิติที่ได้จากการมองทางด้านบน ของรูปเรขาคณิตสามมิติที่กำหนดให้ได้	2	1
		4. นักเรียนสามารถให้เหตุผลประกอบรูปเรขาคณิตสามมิติที่มีภาพด้านหน้า ด้านข้างและด้านบนตามที่กำหนดให้ได้	2	1

ตารางที่ 11 (ต่อ)

ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้	จุดประสงค์การเรียนรู้	จำนวนข้อ	
			ทั้งหมด	ใช้จริง
ค 3.1 ม.1/ 6 วาดหรือประดิษฐ์รูปเรขาคณิตสามมิติที่ประกอบขึ้นจากลูกบาศก์ เมื่อกำหนดภาพสามมิติได้จากการมอง ด้านหน้า ด้านข้าง และด้านบนให้	รูปเรขาคณิตที่ประกอบขึ้นจากลูกบาศก์	1. นักเรียนสามารถให้เหตุผลประกอบการเขียนภาพด้านหน้า ด้านข้าง และด้านบนของรูปเรขาคณิตสามมิติที่ประกอบขึ้นจากลูกบาศก์ได้	2	1
		2. นักเรียนสามารถให้เหตุผลประกอบการวาดหรือประดิษฐ์รูปเรขาคณิตที่ประกอบขึ้นจากลูกบาศก์เมื่อกำหนดภาพด้านหน้า ด้านข้าง และด้านบนให้	2	1
		รวม	22	11

5. สร้างแบบทดสอบแบบอัตนัยทั้งหมด จำนวน 22 ข้อ เป็นแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ พร้อมทั้งเกณฑ์การให้คะแนนเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาหลัก และนำมาปรับแก้ไข โดยผู้วิจัยได้ปรับปรุงแก้ไข ดังนี้ 1) ปรับคำถามในโจทย์ปัญหาให้สอดคล้องกับการให้เหตุผลมากขึ้น 2) ปรับรูปภาพในโจทย์ปัญหาให้สอดคล้องชัดเจนมากขึ้น

6. นำแบบทดสอบที่ปรับแก้ไขแล้วเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนคณิตศาสตร์ จำนวน 5 ท่าน (ดังรายนามในภาคผนวก ก) เพื่อตรวจสอบความถูกต้องเหมาะสม ความสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ (IOC: Item objective congruency index) โดยการพิจารณาค่าดัชนีความสอดคล้องของแบบทดสอบ (IOC) กับจุดประสงค์การเรียนรู้ ใช้เกณฑ์การให้คะแนน ดังนี้

ให้ +1 คะแนน เมื่อแน่ใจว่าข้อสอบสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้หรือวัดได้ตามจุดประสงค์การเรียนรู้

ให้ 0 คะแนน เมื่อไม่แน่ใจว่าข้อสอบสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้หรือวัดได้ตามจุดประสงค์การเรียนรู้หรือไม่

ให้ -1 คะแนน เมื่อแน่ใจว่าข้อสอบไม่สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้หรือวัดไม่ได้ตามจุดประสงค์การเรียนรู้

ซึ่งคัดเลือกแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ที่มีค่า IOC ตั้งแต่ 0.5 ขึ้นไป และปรับแก้ไขแบบทดสอบสำหรับข้อที่มีค่า IOC ต่ำกว่า 0.5 (ล้วนสายยศ และอังคณา สายยศ, 2543, หน้า 248-249) พบว่า IOC ของแบบทดสอบมีค่า ตั้งแต่ 0.60-1.00

7. แก้ไขแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ทั้ง 22 ข้อ ตามข้อเสนอแนะ จากนั้นเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาหลักตรวจพิจารณาอีกครั้ง เพื่อตรวจสอบความถูกต้องเรียบร้อย

8. นำแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ที่ปรับปรุงแก้ไขโดยผู้วิจัยได้ปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ คือ ปรับคำถามในโจทย์ปัญหาให้มีความชัดเจนและสมบูรณ์ขึ้น แล้วนำไปทดสอบกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 18 คน โรงเรียนวัดน้ำพุ อำเภอเดิมบางนางบวช จังหวัดสุพรรณบุรี ที่เคยเรียนเนื้อหา เรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติมาแล้ว เพื่อหาคุณภาพของแบบทดสอบ นำผลการทดสอบมาวิเคราะห์เป็นรายข้อ เพื่อหาความยากง่าย (P_E) และอำนาจจำแนก (r) โดยใช้การวิเคราะห์ข้อสอบอัตนัย โดยเลือกแบบทดสอบเฉพาะข้อที่มีความยากง่าย (P_E) ระหว่าง 0.20-0.80 และค่าอำนาจจำแนก ตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไป โดยคัดเลือกตามเกณฑ์ 11 ข้อ มีค่าความยากง่าย (P) ตั้งแต่ 0.30-0.37 และค่าอำนาจจำแนก (r) ตั้งแต่ 0.26-0.30

9. นำแบบทดสอบที่คัดเลือกแล้วจำนวน 11 ข้อ หาความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ โดยใช้สูตรการหาค่าสัมประสิทธิ์แอลฟา (α -coefficient) KR-20 ของครอนบัค (Cronbach) (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ, 2543, หน้า 218) โดยค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบเท่ากับ 0.83 แล้วนำเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาหลักและกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์ ก่อนนำไปใช้กับประชากร

10. นำแบบทดสอบที่ผ่านการตรวจและแก้ไขแล้วไปจัดพิมพ์และนำไปทดสอบกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนวัดป่าสะแก เขตอำเภอเดิมบางนางบวช จังหวัดสุพรรณบุรี จำนวน 1 ห้องเรียน

การเก็บรวบรวมข้อมูล

ในการเก็บรวบรวมข้อมูลงานวิจัยนี้ผู้วิจัยดำเนินงานตามขั้นตอน ดังนี้

1. ขอความร่วมมือกับโรงเรียนวัดป่าสะแก โดยขอนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 1 ห้องเรียน เพื่อเป็นประชากรของการวิจัยครั้งนี้

2. ดำเนินการสอนโดยผู้วิจัยเป็นผู้สอนด้วยตนเอง และใช้แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ จำนวน 12 แผน ซึ่งกิจกรรมการเรียนการสอนในแต่ละแผน ผู้วิจัยจะเป็นผู้สอนและให้นักเรียนทำใบกิจกรรม

3. หลังจากนักเรียนได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ทั้ง 12 แผน เรียบร้อยแล้วจึงให้นักเรียนทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ และแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

4. ตรวจแบบทดสอบและให้คะแนนแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์และแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ และนำคะแนนที่ได้ไปวิเคราะห์หาค่าทางสถิติ

การวิเคราะห์ข้อมูลและสถิติที่ใช้

การวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้เรียงลำดับขั้นตอนในการวิเคราะห์ข้อมูล ไว้ดังนี้

1. เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 หลังเรียนการจัดการเรียนรู้แบบสอนแนะให้รู้คิด (CGI) เรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติ กับเกณฑ์ร้อยละ 70

2. เปรียบเทียบความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 หลังเรียนการจัดการเรียนรู้แบบสอนแนะให้รู้คิด (CGI) เรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติ กับเกณฑ์ร้อยละ 70

สถิติที่ใช้ในการตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย

1. สถิติพื้นฐาน

1.1 ค่าเฉลี่ยเลขคณิต (Mean) โดยคำนวณจากสูตร (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ, 2543, หน้า 306)

$$\mu = \frac{\sum x}{N}$$

เมื่อ μ แทน คะแนนเฉลี่ยของประชากร

$\sum x$ แทน ผลรวมของคะแนนทั้งหมด

N แทน จำนวนนักเรียนในประชากร

1.2 วิเคราะห์หาค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน (σ) คำนวณจากสูตร (ล้วนสายยศ และอังคณา สายยศ, 2543, หน้า 79)

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum (x-\mu)^2}{N}}$$

เมื่อ σ แทน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนน

x แทน ผลรวมของคะแนนทั้งหมด

μ แทน ผลรวมของคะแนนแต่ละตัวยกกำลังสอง

N แทน จำนวนนักเรียนในประชากร

2. สถิติที่ใช้ในการตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย

2.1 สถิติที่ใช้ในการตรวจสอบคุณภาพของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ และแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางการเรียนคณิตศาสตร์

2.2.1 วิเคราะห์หาค่าความตรงเชิงเนื้อหา โดยใช้ค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์การเรียนรู้ เรื่องความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 (ล้วนสายยศ และอังคณา สายยศ, 2543, หน้า 248-249)

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

เมื่อ IOC แทน ดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับผลการเรียนรู้

$\sum R$ แทน ผลรวมของคะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญเนื้อหาวิชาทั้งหมด

N แทน จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

2.2.2 วิเคราะห์หาค่าความยาก (P) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ โดยใช้การวิเคราะห์ข้อสอบแบบปรนัย โดยใช้สูตรการคำนวณ ดังนี้ (เวชฤทธิ์ อังกนะภัทรขจร, 2555, หน้า 160-165)

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

เมื่อ P แทน ค่าความยากง่ายของแบบทดสอบแต่ละข้อ

R_h แทน จำนวนนักเรียนที่ตอบถูกในกลุ่มสูง

R_l แทน จำนวนนักเรียนที่ตอบถูกในกลุ่มต่ำ

n_h แทน จำนวนนักเรียนในกลุ่มสูง

n_l แทน จำนวนนักเรียนในกลุ่มต่ำ

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

เมื่อ r แทน ค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบแต่ละข้อ

R_h แทน จำนวนนักเรียนที่ตอบถูกในกลุ่มสูง

R_l แทน จำนวนนักเรียนที่ตอบถูกในกลุ่มต่ำ

n แทน จำนวนนักเรียนในกลุ่มสูงหรือกลุ่มต่ำ

2.2.3 วิเคราะห์หาค่าความง่าย (P_E) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางการเรียนคณิตศาสตร์ โดยใช้การวิเคราะห์ข้อสอบอัตนัยของวิทนีย์และซาเบอร์ส ซึ่งแบ่งกลุ่มนักเรียนที่เข้าสอบออกเป็นกลุ่มเก่งและกลุ่มอ่อน โดยใช้เทคนิค

25% ของนักเรียนที่เข้าสอบทั้งหมด แล้วแทนค่าในสูตร (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ, 2543, หน้า 199-201)

$$P_E = \frac{S_U + S_L - \left(2NX_{\min}\right)}{2N\left(X_{\max} - X_{\min}\right)}$$

เมื่อ P_E แทน ดัชนีค่าความง่าย
S_U แทน ผลรวมคะแนนของนักเรียนกลุ่มเก่ง
S_L แทน ผลรวมคะแนนของนักเรียนกลุ่มอ่อน
$X_{\max}$ แทน คะแนนที่นักเรียนทำได้สูงสุด
$X_{\min}$ แทน คะแนนที่นักเรียนทำได้ต่ำสุด
N แทน จำนวนนักเรียนในกลุ่มเก่งหรือกลุ่มอ่อน

$$r = \frac{S_U - S_L}{N\left(X_{\max} - X_{\min}\right)}$$

เมื่อ r แทน อำนาจจำแนก
S_U แทน ผมรวมคะแนนของนักเรียนกลุ่มเก่ง
S_L แทน ผลรวมคะแนนของนักเรียนกลุ่มอ่อน
$X_{\max}$ แทน คะแนนที่นักเรียนทำได้สูงสุด
$X_{\min}$ แทน คะแนนที่นักเรียนทำได้ต่ำสุด
N แทน จำนวนนักเรียนในกลุ่มเก่งหรือกลุ่มอ่อน

2.2.4 วิเคราะห์หาค่าความเชื่อมั่น (r_{tt}) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ โดยใช้สูตร KR-20 คูเดอร์-ริชาร์ดสัน (Kuder-Richardson) (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ, 2543, หน้า 215)

$$r_{tt} = \frac{n}{n-1}\left\{1 - \frac{\sum pq}{\sigma^2}\right\}$$

เมื่อ r_{tt} แทน ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ
n แทน จำนวนข้อของแบบทดสอบ
P แทน สัดส่วนของผู้ที่ทำถูกในข้อหนึ่ง ๆ
q แทน สัดส่วนของผู้ที่ทำผิดในข้อหนึ่ง ๆ หรือ $1-p$
σ^2 แทน ความแปรปรวนของคะแนนแบบทดสอบทั้งฉบับ

โดย $$\sigma^2 = \frac{n\sum x^2 - \left(\sum x\right)^2}{n^2}$$

เมื่อ $\sum x$ แทน ผลรวมทั้งหมดของคะแนนของข้อสอบทั้งฉบับ
$\sum x^2$ แทน ผลรวมทั้งหมดของคะแนนแต่ละคนยกกำลังสอง
n แทน จำนวนนักเรียนทั้งหมด

2.2.5 วิเคราะห์หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ โดยใช้สูตรการหาค่าสัมประสิทธิ์แอลฟา (α -Coefficient) ของครอนบัค (Cronbach) (ล้วน สายยศ และ อังคณา สายยศ, 2543, หน้า 218)

$$\alpha = \frac{k}{k-1}\left\{1 - \frac{\sum s_i^{\,2}}{s_t^{\,2}}\right\}$$

เมื่อ α แทน ค่าสัมประสิทธิ์ของความเชื่อมั่น
k แทน จำนวนข้อของแบบทดสอบ
$s_i^{\,2}$ แทน ความแปรปรวนของคะแนนเป็นรายข้อ
$s_t^{\,2}$ แทน ความแปรปรวนของคะแนนแบบทดสอบทั้งฉบับ

โดย $$s_i^{\,2} = \frac{N\sum x_i^{\,2} - \left(\sum x_i\right)^2}{N(N-1)}$$

เมื่อ $s_i^{\,2}$ แทน ความแปรปรวนของคะแนนเป็นรายข้อ
$\sum x_i$ แทน ผลรวมของคะแนนแต่ละคนในข้อที่ i
$\sum x_i^{\,2}$ แทน ผลรวมของคะแนนแต่ละคนยกกำลังสองในข้อที่ i
N แทน จำนวนนักเรียนทั้งหมด

$$\text{และ} \quad s_t^{\,2} = \frac{N\sum x^2 - \left(\sum x\right)^2}{N(N-1)}$$

เมื่อ $s_t^{\,2}$ แทน ความแปรปรวนของคะแนนแบบทดสอบทั้งฉบับ

$\sum x$ แทน ผลรวมของคะแนนแต่ละคนของแบบทดสอบทั้งฉบับ

$\sum x^2$ แทน ผลรวมของคะแนนแต่ละคนยกกำลังสอง

N แทน จำนวนนักเรียนทั้งหมด

บทที่ 4
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบการสอนแนะให้รู้คิด (CGI) เรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติ ที่มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความสามารถการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 กับเกณฑ์ร้อยละ 70 โดยเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

ในการเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลและแปลความหมาย ผู้วิจัยใช้สัญลักษณ์ในการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

μ แทน คะแนนเฉลี่ย

N แทน จำนวนนักเรียนในประชากร

σ แทน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

μ_0 แทน ค่าเฉลี่ยมาตรฐานที่ใช้เป็นเกณฑ์ (ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม)

การวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้เรียงลำดับขั้นตอนในการวิเคราะห์ข้อมูล ไว้ดังนี้

1. เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 หลังเรียนการจัดการเรียนรู้แบบสอนแนะให้รู้คิด (CGI) เรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติ กับเกณฑ์ร้อยละ 70

2. เปรียบเทียบความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 หลังเรียนการจัดการเรียนรู้แบบสอนแนะให้รู้คิด (CGI) เรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติ กับเกณฑ์ร้อยละ 70

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิเคราะห์ข้อมูล เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยการสอนแบบแนะให้รู้คิด (CGI) กับเกณฑ์ร้อยละ 70 ผู้วิจัยได้นำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล ดังต่อไปนี้

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 หลังเรียนการจัดการเรียนรู้แบบสอนแนะให้รู้คิด (CGI) เรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติ ผลปรากฏดังตารางที่ 12

ตารางที่ 12 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 หลังเรียนการจัดการเรียนรู้แบบสอนแนะให้รู้คิด (CGI) เรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติ

ประชากร	N	$\mu(\%)$	σ
หลังทดลอง	10	19.30 (77.20)	1.25

จากตารางที่ 12 พบว่า คะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับจากการจัดการเรียนรู้แบบสอนแนะให้รู้คิด (CGI) เท่ากับ 19.30 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 77.20 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 1.25

2. การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 หลังเรียนการจัดการเรียนรู้แบบสอนแนะให้รู้คิด (CGI) เรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติ กับเกณฑ์ร้อยละ 70 ผลปรากฏดังตารางที่ 13

ตารางที่ 13 การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 หลังเรียนการจัดการเรียนรู้แบบสอนแนะให้รู้คิด (CGI) เรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติ กับเกณฑ์ร้อยละ 70

ประชากร	N	μ	σ	$\mu_0(70\%)$	ร้อยละของความต่าง
หลังทดลอง	10	19.30	1.25	17.50	7.20

จากตารางที่ 13 พบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสอนแนะให้รู้คิด (CGI) มีคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 คิดเป็นร้อยละของความต่างเท่ากับ 7.20

ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 หลังเรียนการจัดการเรียนรู้แบบสอนแนะให้รู้คิด (CGI) เรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติ ดังตารางที่ 14

ตารางที่ 14 ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 หลังเรียนการจัดการเรียนรู้แบบสอนแนะให้รู้คิด (CGI) เรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติ

ประชากร	N	$\mu(\%)$	σ
หลังทดลอง	10	35.00 (77.78)	2.40

จากตารางที่ 14 พบว่า คะแนนเฉลี่ยความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสอนแนะให้รู้คิด (CGI) เท่ากับ 35.0 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 77.78 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 2.40

ตารางที่ 15 การเปรียบเทียบความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 หลังเรียนการจัดการเรียนรู้แบบสอนแนะให้รู้คิด (CGI) เรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติ กับเกณฑ์ร้อยละ 70

ประชากร	N	μ	σ	$\mu_0(70\%)$	ร้อยละของความต่าง
หลังทดลอง	10	35.00	2.40	31.50	7.78

จากตารางที่ 15 พบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสอนแนะให้รู้คิด (CGI) มีคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์สูงกว่าเกณฑ์ ร้อยละ 70 คิดเป็นร้อยละของความต่างเท่ากับ 7.78

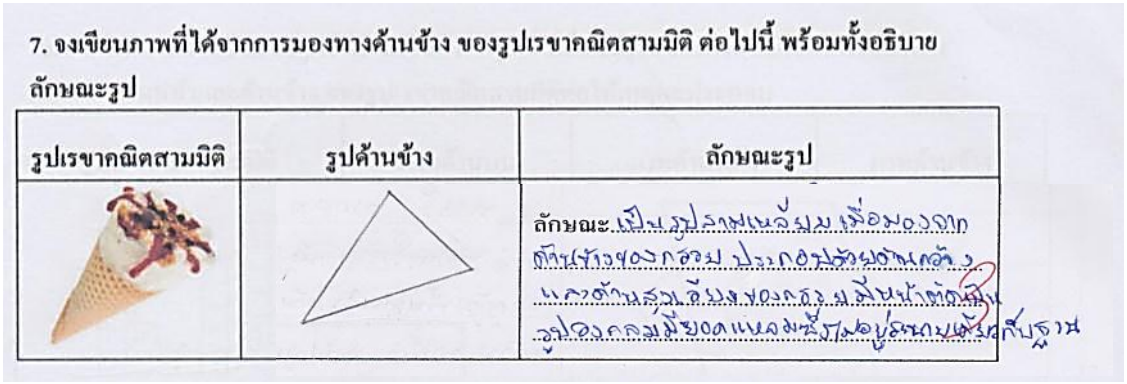
นอกจากนี้ผู้วิจัยได้ศึกษาความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ จากแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 หลังจากได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสอนแนะให้รู้คิด (CGI) ได้ผลการศึกษาแสดงดังตารางที่ 16

ตารางที่ 16 ร้อยละของนักเรียนที่จำแนกตามระดับคะแนนและความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติ

ข้อที่	จำนวนของนักเรียนในแต่ละระดับคะแนน (ร้อยละ)				รวม
	3 คะแนน	2 คะแนน	1 คะแนน	0 คะแนน	
1	6 (60)	3 (30)	1 (10)	0 (0)	10 (100)
2	5 (50)	3 (30)	2 (20)	0 (0)	10 (100)
3	4 (40)	4 (40)	2 (20)	0 (0)	10 (100)
4	3 (30)	6 (60)	0 (0)	1 (10)	10 (100)
5	7 (70)	3 (30)	0 (0)	0 (0)	10 (100)
6	5 (50)	3 (30)	2 (20)	0 (0)	10 (100)
7	4 (40)	4 (40)	1 (10)	1 (10)	10 (100)
8	4 (40)	6 (60)	0 (0)	0(0)	10 (100)
9	5 (50)	4 (40)	1 (10)	0 (0)	10 (100)
10.1	7 (70)	3 (30)	0 (0)	0 (0)	10 (100)
10.2	4 (40)	6 (60)	0 (0)	0 (0)	10 (100)
10.3	2 (20)	6 (60)	20 (0)	0 (0)	10 (100)
11.1	7 (70)	3 (30)	0 (0)	0 (0)	10 (100)
11.2	3 (30)	7 (70)	0 (0)	0 (0)	10 (100)
11.3	2 (20)	5 (50)	3 (30)	0 (0)	10 (100)
ร้อยละเฉลี่ย	**5 (45.34)**	**4 (44.00)**	**1 (9.33)**	**0 (1.33)**	**10 (100)**

จากตารางที่ 16 พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่มีผลการประเมินความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับ 3 คิดเป็นร้อยละ 45.34 รองลงมาอยู่ในระดับ 2 และระดับ 1 โดยคิดเป็นร้อยละ 44.00 และ 9.33 ตามลำดับ โดยมีนักเรียนส่วนน้อยที่มีคะแนนอยู่ในระดับ 0 ซึ่งมีร้อยละ 1.33 รายละเอียดและตัวอย่าง ผลการทำแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ในแต่ละระดับคะแนน ดังนี้

1. มีนักเรียนที่ได้คะแนน 3 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 45.33 โดยนักเรียนกลุ่มนี้สามารถเขียนอธิบายเหตุผล หาความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติ แล้วนามาวิเคราะห์สรุปข้อมูลได้อย่างสมเหตุสมผล และได้คำตอบที่ถูกต้องสมบูรณ์ ชัดเจน ไม่คลุมเครือ ดังภาพที่ 4

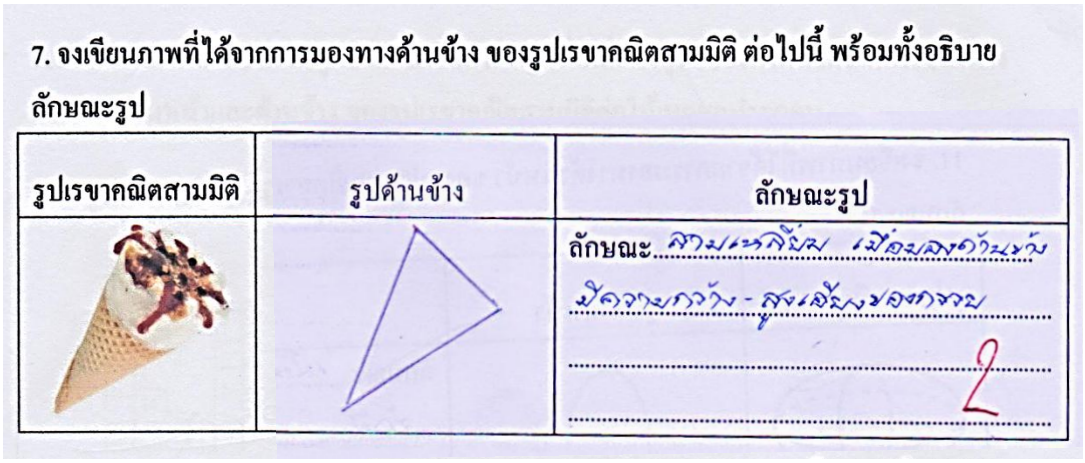

7. จงเขียนภาพที่ได้จากการมองทางด้านข้าง ของรูปเรขาคณิตสามมิติ ต่อไปนี้ พร้อมทั้งอธิบายลักษณะรูป

รูปเรขาคณิตสามมิติ	รูปด้านข้าง	ลักษณะรูป
		ลักษณะ เป็นรูปวงกลมเล็กมาเชื่อมจากด้านข้างของกรวย ประกอบด้วยด้านกว้าง และด้านสูงเอียงของกรวย มีลักษณะเป็นรูปวงกลมเชื่อมต่อกับรูปสามเหลี่ยม 2

ภาพที่ 4 ตัวอย่างข้อสอบที่ได้คะแนนความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ 3 คะแนน

จากภาพที่ 4 แสดงให้เห็นว่า นักเรียนสามารถให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ โดยเริ่มจากการมองรูปเรขาคณิตสามมิติและตอบคำถามที่กำหนดให้ ซึ่งนักเรียนสามารถเขียนภาพที่ได้จากการมองทางด้านข้างถูกต้อง พร้อมทั้งสามารถเขียนอธิบายลักษณะด้านข้างของรูปเรขาคณิตสามมิติได้ว่า ด้านข้างเป็นรูปสามเหลี่ยม หรือมองจากด้านข้างของกรวยประกอบด้วยด้านกว้างและสูงเอียงของกรวย ซึ่งเป็นคำตอบที่สมเหตุสมผล และตอบที่ถูกต้องสมบูรณ์ ชัดเจน ไม่คลุมเครือ

2. มีนักเรียนที่ได้คะแนน 2 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 44.00 โดยนักเรียนกลุ่มนี้สามารถเขียนอธิบายเหตุผล หาความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติ แล้วนามาวิเคราะห์สรุปข้อมูลได้อย่างไม่ค่อยสมบรูณ์หรือชัดเจนในบางส่วนหรืออธิบายเหตุผลสับสน แต่ได้คำตอบที่ถูกต้อง ดังภาพที่ 5

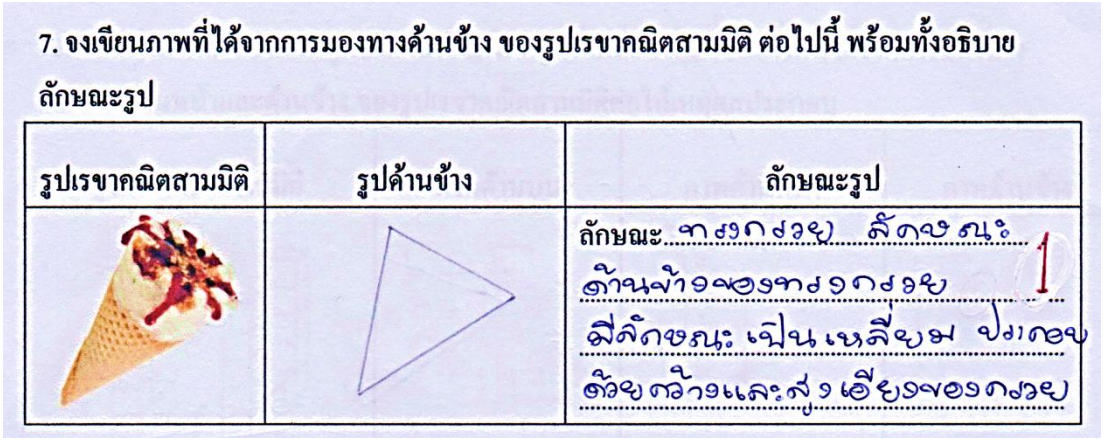

7. จงเขียนภาพที่ได้จากการมองทางด้านข้าง ของรูปเรขาคณิตสามมิติ ต่อไปนี้ พร้อมทั้งอธิบายลักษณะรูป

รูปเรขาคณิตสามมิติ	รูปด้านข้าง	ลักษณะรูป
		ลักษณะ สามเหลี่ยม เชื่อมลงด้านบน ปิดจากกว้าง - สูงเอียงของกรวย 2

ภาพที่ 5 ตัวอย่างข้อสอบที่ได้คะแนนความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ 2 คะแนน

จากภาพที่ 5 แสดงให้เห็นว่า นักเรียนสามารถให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ โดยเริ่มจากการมองรูปเรขาคณิตสามมิติและตอบคำถามที่กำหนดให้ ซึ่งนักเรียนสามารถเขียนภาพที่ได้จากการมองทางด้านข้างถูกต้อง พร้อมทั้งสามารถเขียนอธิบายลักษณะด้านข้างของรูปเรขาคณิตสามมิติได้ว่า สามเหลี่ยม เมื่อมองจากด้านข้างมีความกว้าง สูงเอียงของกรวย ซึ่งเป็นคำตอบที่ไม่ค่อยสมบรูณ์หรือชัดเจนในบางส่วนหรืออธิบายเหตุผลสับสน แต่ได้คำตอบที่ถูกต้องสมเหตุสมผล และตอบที่ถูกต้องสมบูรณ์ ชัดเจน ไม่คลุมเครือ

3. มีนักเรียนที่ได้คะแนน 1 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 9.33 โดยนักเรียนกลุ่มนี้สามารถเขียนอธิบายเหตุผล หาความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติ แล้วนำมาวิเคราะห์สรุปข้อมูลได้อย่างได้ไม่ค่อยสมบรูณ์หรือชัดเจนในบางส่วนหรืออธิบายเหตุผลสับสนหรือมีความผิดพลาดในการคำนวณทำให้ได้คาตอบที่ไม่ถูกต้อง ดังภาพที่ 6

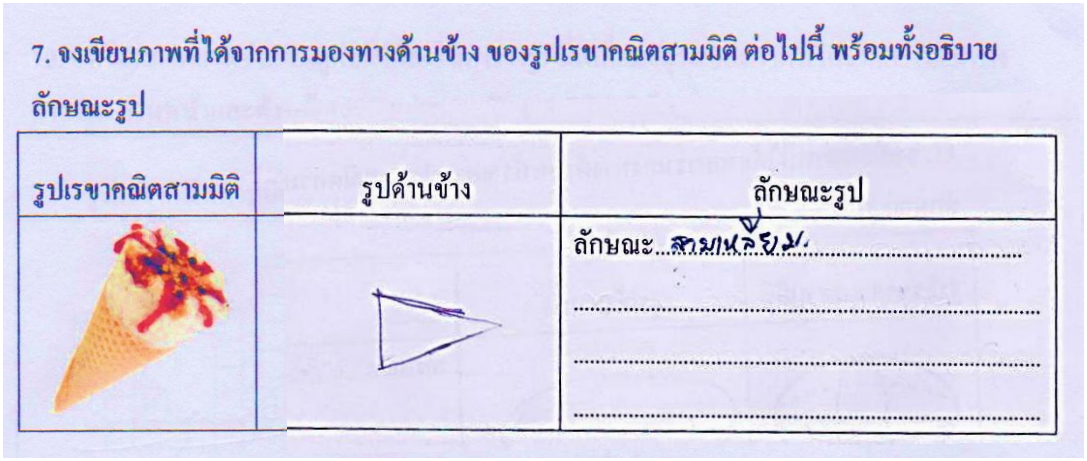

7. จงเขียนภาพที่ได้จากการมองทางด้านข้าง ของรูปเรขาคณิตสามมิติ ต่อไปนี้ พร้อมทั้งอธิบายลักษณะรูป

รูปเรขาคณิตสามมิติ	รูปด้านข้าง	ลักษณะรูป
		ลักษณะ ทรงกรวย ลักษณะด้านข้างของทรงกรวย มีลักษณะ เป็น เหลี่ยม ประกอบด้วย กว้างและสูงเอียงของกรวย 1

ภาพที่ 6 ตัวอย่างข้อสอบที่ได้คะแนนความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ 1 คะแนน

จากภาพที่ 6 แสดงให้เห็นว่า นักเรียนสามารถให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ โดยเริ่มจากการมองรูปเรขาคณิตสามมิติและตอบคำถามที่กำหนดให้ ซึ่งนักเรียนสามารถเขียนภาพที่ได้จากการมองทางด้านข้างถูกต้อง พร้อมทั้งสามารถเขียนอธิบายลักษณะด้านข้างของรูปเรขาคณิตสามมิติได้ว่า ทรงกรวย ลักษณะด้านข้างของทรงกรวย มีลักษณะ เป็นเหลี่ยม ประกอบด้วยกว้างและสูงเอียงของกรวย ซึ่งเป็นคำตอบที่ไม่ค่อยสมบรูณ์หรือชัดเจนในบางส่วนหรืออธิบายเหตุผลสับสนหรือมีความผิดพลาดในการคำนวณทำให้ได้คาตอบที่ไม่ถูกต้อง

4. มีนักเรียนที่ได้คะแนน 0 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 1.33 โดยนักเรียนกลุ่มนี้ไม่มีความพยายามในการเขียนอธิบายเหตุผล หาความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติแล้วนำมาวิเคราะห์สรุปข้อมูลเลย หรือคำตอบที่ถูกต้องอาจจะได้มาจากการเดา/ ไม่มีความพยายามในเขียนอธิบายเหตุผลหาความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติ แล้วนำมาวิเคราะห์สรุปข้อมูลหรือแสดงแนวคิดในการให้เหตุผลไม่สอดคล้องกับคำถามเลย ดังภาพที่ 7


7. จงเขียนภาพที่ได้จากการมองทางด้านข้าง ของรูปเรขาคณิตสามมิติ ต่อไปนี้ พร้อมทั้งอธิบายลักษณะรูป

รูปเรขาคณิตสามมิติ	รูปด้านข้าง	ลักษณะรูป
		ลักษณะ สามเหลี่ยม

ภาพที่ 7 ตัวอย่างข้อสอบที่ได้คะแนนความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ 0 คะแนน

จากภาพที่ 7 แสดงให้เห็นว่า นักเรียนสามารถให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ โดยเริ่มจากการมองรูปเรขาคณิตสามมิติและตอบคำถามที่กำหนดให้ ซึ่งนักเรียนสามารถเขียนภาพที่ได้จากการมองทางด้านข้างถูกต้อง แต่ไม่สามารถเขียนอธิบายลักษณะด้านข้างของรูปเรขาคณิตสามมิติได้ ตอบได้เพียงแต่ว่า ลักษณะสามเหลี่ยม ซึ่งไม่มีความพยายามในการเขียนอธิบายเหตุผลหรือแสดงแนวคิดในการให้เหตุผลไม่สอดคล้องกับคำถามเลย

นอกจากนี้ผู้วิจัยได้วิเคราะห์การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสอนแนะให้รู้คิด (CGI) ซึ่งผู้วิจัยได้จัดการเรียนการสอนด้วยตนเองซึ่งประกอบ 12 แผน ดังต่อไปนี้ แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง ลักษณะและส่วนประกอบของรูปเรขาคณิตสองมิติ แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง ลักษณะและส่วนประกอบของรูปเรขาคณิตสามมิติ แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 การคลี่รูปเรขาคณิตสามมิติ แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 รูปคลี่ของรูปเรขาคณิตสามมิติ แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5 หน้าตัดของรูปเรขาคณิตสามมิติ แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6 ลักษณะหน้าตัดของรูปเรขาคณิตสามมิติ แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 7 ภาพที่ได้จากการมองทางด้านหน้าของรูปเรขาคณิตสามมิติ แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 8 ภาพที่ได้จากการมองทางด้านข้างของรูปเรขาคณิตสามมิติ แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 9 ภาพที่ได้

จากการมองทางด้านบนของรูปเรขาคณิตสามมิติ แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 10 ภาพที่ได้จากการมองทางด้านหน้า ด้านข้าง และด้านบนของรูปเรขาคณิตสามมิติ แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 11 การเขียนภาพด้านหน้า ด้านข้าง และด้านบนของรูปเรขาคณิตสามมิติที่ประกอบขึ้นจากลูกบาศก์ แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 12 การวาดหรือประดิษฐ์รูปเรขาคณิตที่ประกอบขึ้นจากลูกบาศก์เมื่อกำหนดภาพด้านหน้า ด้านข้าง และด้านบน ผลการวิเคราะห์ พบว่า

1. แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง ลักษณะและส่วนประกอบของรูปเรขาคณิตสองมิติ

นักเรียนส่วนใหญ่สามารถบอกได้ว่ารูปเรขาคณิตสองมิติที่กำหนดให้เป็นรูปเรขาคณิตสองมิติชนิดใด โดยสังเกตได้จาก ขั้นนำเสนอปัญหา เมื่อผู้สอนยกตัวอย่างรูปเรขาคณิตสามมิติที่มีอยู่ในชีวิตประจำวันให้นักเรียน และขั้นลงมือปฏิบัติกิจกรรม ผู้สอนให้นักเรียนทำกิจกรรมที่ 1 นักเรียนส่วนใหญ่สามารถตอบได้ว่าเป็นรูปเรขาคณิตชนิดใดและแต่ยังมีนักเรียนบางส่วนที่ยังไม่สามารถแยกแยะมิติของรูปเรขาคณิตได้ ผู้สอนจึงใช้คำถามช่วยแนะให้นักเรียนคิด และในขั้นสรุป พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่มีความเข้าใจในลักษณะและส่วนประกอบของรูปเรขาคณิตสองมิติ แต่ยังไม่สามารถอธิบายได้ถูกต้องสมบูรณ์ ยังไม่ชัดเจน และไม่คลุมเครือ ยังต้องใช้คำถามแนะเพื่อให้ได้มาซึ่งคำตอบที่สมบูรณ์อยู่

2. แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง ลักษณะและส่วนประกอบของรูปเรขาคณิตสามมิติ

นักเรียนส่วนใหญ่ยังไม่สามารถบอกได้ว่ารูปเรขาคณิตสามมิติที่กำหนดให้เป็นรูปเรขาคณิตสามมิติชนิดใด โดยสังเกตได้จากขั้นนำเสนอปัญหา เมื่อผู้สอนยกตัวอย่างรูปเรขาคณิตสามมิติที่มีอยู่ในชีวิตประจำวันให้นักเรียน นักเรียนส่วนใหญ่ตอบไม่ได้ว่าเป็นรูปเรขาคณิตชนิดใด ผู้สอนจึงใช้คำถามแนะให้นักเรียนและขั้นลงมือปฏิบัติกิจกรรม ผู้สอนให้นักเรียนทำกิจกรรมที่ 2 นักเรียนส่วนใหญ่สามารถตอบได้ว่าเป็นรูปเรขาคณิตชนิดใดและสามารถแยกแยะมิติของรูปเรขาคณิตได้แต่ยังไม่สามารถบอกถึงลักษณะของรูปเรขาคณิตนั้น ๆ ได้อย่างละเอียดและให้เหตุผลประกอบได้เพียงบางส่วน

3. แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 การคลี่รูปเรขาคณิตสามมิติ

นักเรียนส่วนใหญ่สามารถบอกชื่อรูปเรขาคณิตได้ และสามารถบอกรูปคลี่ของรูปเรขาคณิตสามมิติได้ โดยสังเกตจากขั้นนำเสนอปัญหาและขั้นลงมือปฏิบัติกิจกรรม ซึ่งนักเรียนสามารถบอกชนิดของรูปทรงสามมิติได้ แต่ในขั้นสรุป พบว่านักเรียนบอกเหตุผลประกอบได้บางส่วน และยังมีนักเรียนที่วาดรูปผิดอยู่บางส่วน ผู้สอนจึงใช้คำถามแนะให้นักเรียนคิดและยกตัวอย่างให้นักเรียนเห็นภาพ

4. แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 รูปคลี่ของรูปเรขาคณิตสามมิติ

นักเรียนสามารถบอกชื่อรูปเรขาคณิตสามมิติได้และสามารถบอกส่วนประกอบของ

รูปเรขาคณิตสามมิติได้ แต่เมื่อให้นักเรียนพิจารณารูปคลี่ แต่ละรูปในขั้นนำเสนอปัญหา พบว่า มีนักเรียนบางส่วนไม่สามารถนำมาประกอบเป็นรูปทรงเรขาคณิตสามมิติได้ ผู้สอนจึงใช้คำถามช่วยแนะและนำรูปเรขาคณิตสามมิติที่นักเรียนสับสนให้นักเรียนลองประกอบเองด้วยตนเอง และขั้นลงมือปฏิบัติกิจกรรม นักเรียนส่วนใหญ่บอกชนิดของรูปเรขาคณิตได้ แต่มีบางส่วนวาดรูปไม่ถูกต้องและให้เหตุผลถูกต้องบางส่วน ผู้สอนจึงใช้คำถามแนะให้นักเรียนคิด

5. แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5 หน้าตัดของรูปเรขาคณิตสามมิติ

นักเรียนส่วนใหญ่สามารถตอบได้ว่าหน้าตัดที่ตัดได้เป็นรูปอะไร โดยสังเกตจากขั้นนำเสนอปัญหา แต่มีบางส่วนที่ไม่สามารถให้เหตุผลได้หรือให้เหตุผลได้แต่ไม่สมบูรณ์ โดยสังเกตจากขั้นลงมือปฏิบัติกิจกรรม มีนักเรียนให้เหตุผลถูกต้องบางส่วน ผู้สอนจึงใช้คำถามช่วยแนะให้นักเรียนคิดและช่วยยกตัวอย่างประกอบ

6. แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6 ลักษณะหน้าตัดของรูปเรขาคณิตสามมิติ

นักเรียนส่วนใหญ่บอกหน้าตัดของรูปเรขาคณิตสามมิติได้ โดยสังเกตจากขั้นนำเสนอปัญหาและขั้นลงมือปฏิบัติกิจกรรม แต่มีบางส่วนที่บอกลักษณะระนาบที่ใช้ตัดเรขาคณิตไม่ได้ ผู้สอนจึงใช้คำถามแนะให้นักเรียนคิดและช่วยยกตัวอย่างเพื่อให้นักเรียนเห็นภาพใบกิจกรรมที่ 6 และผู้สอนและนักเรียนร่วมกันสรุป ในขั้นสรุปเพื่อสร้างความเข้าให้กับนักเรียนที่ยังเกิดข้อสงสัยอยู่

7. แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 7 ภาพที่ได้จากการมองทางด้านหน้าของรูปเรขาคณิตสามมิติ

นักเรียนสามารถบอกภาพด้านหน้าของรูปเรขาคณิตได้อย่างถูกต้อง โดยสังเกตจากขั้นลงมือปฏิบัติกิจกรรมและ ขั้นนำเสนอ แต่ยังมีนักเรียนส่วนน้อยที่ยังอธิบายลักษณะได้ถูกต้องบางส่วน

8. แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 8 ภาพที่ได้จากการมองทางด้านข้างของรูปเรขาคณิตสามมิติ

นักเรียนสามารถบอกภาพด้านข้างของรูปเรขาคณิตได้อย่างถูกต้อง โดยสังเกตจากขั้นลงมือปฏิบัติกิจกรรมและ ขั้นนำเสนอ แต่ยังมีนักเรียนส่วนน้อยที่ยังอธิบายลักษณะได้ถูกต้องบางส่วน

9. แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 9 ภาพที่ได้จากการมองทางด้านบนของรูปเรขาคณิตสามมิติ

นักเรียนสามารถบอกภาพด้านบนของรูปเรขาคณิตได้อย่างถูกต้อง โดยสังเกตจากขั้นลงมือปฏิบัติกิจกรรมและ ขั้นนำเสนอ แต่ยังมีนักเรียนส่วนน้อยที่ยังอธิบายลักษณะได้ถูกต้องบางส่วน

10. แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 10 ภาพที่ได้จากการมองทางด้านหน้า ด้านข้าง และด้านบนของรูปเรขาคณิตสามมิติ

นักเรียนสามารถบอกภาพด้านหน้า ด้านข้าง และด้านบนของรูปเรขาคณิตได้อย่างถูกต้อง

โดยสังเกตจากขั้นลงมือปฏิบัติกิจกรรมและ ขั้นนำเสนอ แต่ยังมีนักเรียนส่วนน้อยที่ยังอธิบายลักษณะได้ถูกต้องบางส่วน

11. แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 11 การเขียนภาพด้านหน้า ด้านข้าง และด้านบนของรูปเรขาคณิตสามมิติที่ประกอบขึ้นจากลูกบาศก์

นักเรียนส่วนใหญ่อธิบายไม่ได้ว่ามีรูปเรขาคณิตซ้อนกันอยู่กี่รูปและบอกไม่ได้ว่าภาพด้านหน้ามีลักษณะอย่างไร โดยสังเกตจากขั้นนำเสนอปัญหา ผู้สอนจึงต้องช่วยใช้คำถามแนะให้นักเรียนและสร้างรูปให้นักเรียนจับต้องได้ และขั้นลงมือปฏิบัติกิจกรรม พบว่านักเรียนส่วนใหญ่วาดภาพไม่ได้และอธิบายไม่ได้ ผู้สอนจึงต้องคอยใช้คำถามช่วยแนะอยู่ตลอดเวลา และในขั้นนำเสนอผู้สอน พบว่า ยังมีนักเรียนที่ยังเกิดข้อสงสัยและอธิบายรูปเรขาคณิตในใบกิจกรรมที่ 11 ได้เพียงบางส่วน ผู้สอนจึงใช้คำถามแนะและคอยยกตัวอย่างประกอบเพื่อให้ได้มาซึ่งคำตอบที่ถูกต้องและสมบูรณ์ในขั้นสรุป

12. แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 12 การวาดหรือประดิษฐ์รูปเรขาคณิตที่ประกอบขึ้นจากลูกบาศก์เมื่อกำหมดภาพด้านหน้า ด้านข้าง และด้านบน

นักเรียนส่วนใหญ่อธิบายไม่ได้ว่ามีรูปเรขาคณิตที่ประกอบขึ้นจากลูกบาศก์เมื่อกำหนดภาพด้านหน้า ด้านข้าง และด้านบน มีลักษณะอย่างไร โดยสังเกตจากขั้นนำเสนอปัญหา ผู้สอนจึงต้องช่วยใช้คำถามแนะให้นักเรียนและสร้างรูปให้นักเรียนจับต้องได้ และขั้นลงมือปฏิบัติกิจกรรม พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่วาดภาพไม่ได้และอธิบายไม่ได้ ผู้สอนจึงต้องคอยใช้คำถามช่วยแนะอยู่ตลอดเวลา และในขั้นนำเสนอ ผู้สอน พบว่า ยังมีนักเรียนที่ยังเกิดข้อสงสัยและอธิบายรูปเรขาคณิตในใบกิจกรรมที่ 12 ได้เพียงบางส่วน ผู้สอนจึงใช้คำถามแนะและคอยยกตัวอย่างประกอบเพื่อให้ได้มาซึ่งคำตอบที่ถูกต้องและสมบูรณ์ในขั้นสรุป

นอกจากนี้ผู้สอนตรวจใบงาน พบว่า นักเรียนมีการพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลเพิ่มขึ้นในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ โดยนักเรียนส่วนใหญ่สามารถอธิบายลักษณะของรูปเรขาคณิตในแต่ละแผนการเรียนรู้ได้ และสามารถเขียนอธิบาย ให้เหตุผล หรือวาดภาพรูปเรขาคณิตลงในใบกิจกรรมได้อย่างถูกต้อง จึงสรุปได้ว่าการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสอนแนะให้รู้คิด (CGI) ทำให้นักเรียนมีความสามารถในการให้เหตุผลสูงขึ้น

บทที่ 5
สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การวิจัย เรื่อง ผลของการจัดกิจกรรการเรียนการสอนแบบแนะให้รู้คิด (CGI) ที่มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่องความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 มีวัตถุประสงค์ของงานวิจัย ดังนี้ 1) เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 หลังเรียนการจัดการเรียนรู้แบบสอนแนะให้รู้คิด (CGI) เรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติ กับเกณฑ์ร้อยละ 70 และ 2) เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 หลังเรียนการจัดการเรียนรู้แบบสอนแนะให้รู้คิด (CGI) เรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติ กับเกณฑ์ร้อยละ 70

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่กำลังศึกษาอยู่ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2558 โรงเรียนวัดป่าสะแก อำเภอเดิมบางนางบวช จังหวัดสุพรรณบุรี จำนวน 1 ห้องเรียน รวมทั้งสิ้น 10 คน ซึ่งจัดแบบคละความสามารถ และเนื้อหาที่ใช้ในงานวิจัยครั้งนี้คือ เรื่องความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติ โดยเครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัยครั้งนี้ประกอบด้วย 1) แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบการสอนแบบแนะให้รู้คิด (CGI) เรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 12 แผน ซึ่งมีความเหมาะสมกับเนื้อหาในระดับมากที่สุด ($\overline{X}$ = 4.84, S = 0.31) 2) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เป็นข้อสอบแบบปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 25 ข้อ ซึ่งมีค่าความยากง่ายตั้งแต่ 0.39-0.78 มีค่าอำนาจจำแนก ตั้งแต่ 0.33-0.61 และมีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.74 และ 3) แบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เป็นแบบทดสอบแบบอัตนัยจำนวน 11 ข้อ ซึ่งมีค่าความยากง่ายตั้งแต่ 0.30-0.37 มีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.26-0.31 และมีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.83 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

สรุปผลการวิจัย

การวิจัย เรื่อง การจัดกิจกรรการเรียนการสอนแบบแนะให้รู้คิด (CGI) ที่มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 สรุปผลได้ดังนี้

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 หลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบการสอนแนะให้รู้คิด (CGI) มีสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 คิดเป็นร้อยละของความต่างเท่ากับ 7.20

2. ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 หลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้การสอนแบบแนะให้รู้คิด (CGI) สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 คิดเป็นร้อยละของความต่างเท่ากับ 7.78

อภิปรายผล

จากผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้การเรียนการสอนแบบแนะให้รู้คิด (CGI) ที่มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 สามารถอภิปรายผลได้ดังนี้

1. นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 หลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบการสอนแนะให้รู้คิด (CGI) มีสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 คิดเป็นร้อยละของความต่างเท่ากับ 7.20 ผลเนื่องมาจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้การเรียนการสอนแบบแนะให้รู้คิด (CGI) เป็นการจัดการเรียนรู้ที่แนะให้รู้คิด โดยผู้สอนเป็นนำเสนอปัญหา ใช้คำถามหรือการชี้แนะในขณะที่นักเรียนทำกิจกรรมแล้วไม่สามารถแก้ปัญหาได้ (Carpenter et al, 1999, pp. 60-85) ซึ่งในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้การเรียนการสอนแบบแนะให้รู้คิด (CGI) ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นได้ผ่านการปรับปรุงแก้ไข ผ่านการตรวจสอบจากผู้เชี่ยวชาญ รวมทั้งนักเรียนได้ลงมือปฏิบัติกิจกรรรม ทำเอกสารแนะแนวทาง ทำแบบใบกิจกรรม และใบงานระหว่างเรียน และเมื่อเรียนจบแต่ละเนื้อหานักเรียนจะมีการอภิปรายเพื่อแลกเปลี่ยนความคิดเห็นทำให้นักเรียนได้ทราบความก้าวหน้าหรือข้อบกพร่องของตนเอง ทำให้สามารถ แก้ไขข้อบกพร่องได้ทันที ส่งผลให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ คาร์เพนเทอร์และคณะ (Carpenter et al, 1989, pp. 499-531) ที่ศึกษาผลการใช้แนวการสอนแบบแนะให้รู้คิด (CGI) จากการวิจัย พบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนแบบแนะให้รู้คิด (CGI) มีคะแนนสูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนแบบปกติอย่างมีนัยสำคัญสถิติ

2. นักเรียนมีความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 หลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้การสอนแบบแนะให้รู้คิด (CGI) สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 คิดเป็นร้อยละของความต่างเท่ากับ 7.78 ผลเนื่องมาจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้การเรียนการสอนแบบแนะให้รู้คิด (CGI) เป็นการจัดการเรียนรู้ที่แนะให้รู้คิด โดยผู้สอนนำเสนอปัญหา ใช้คำถามหรือการชี้แนะในขณะที่นักเรียนทำกิจกรรมแล้วไม่สามารถแก้ปัญหาได้ (Carpenter et al, 1999, pp. 60-85) เพื่อให้นักเรียนแสดงความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ออกมาด้วยตัวของนักเรียนเอง และพยายามหาเหตุผลเพื่อให้ได้มาซึ่งคำตอบที่ถูกต้องเหมาะสม นอกจากนี้ในกิจกรรมกลุ่มยังมีส่วนช่วยให้นักเรียนได้รับฟังแนวคิดในการให้เหตุผลของเพื่อนและ ร่วมกันสรุปเพื่อให้ได้มาซึ่งคำตอบที่ถูกต้องเหมาะสมแล้วนำเหตุผลเหล่านั้นมาสรุปเป็นแนวคิดของตนเอง ทำให้ได้คำตอบที่ถูกต้องสมเหตุสมผล ซึ่งในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ 4 ขั้น ของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้การเรียนการสอนแบบแนะให้รู้คิด (CGI) พบว่านักเรียนได้พัฒนาทักษะความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ดังนี้

1.1 ขั้นนำเสนอปัญหา ในขั้นนี้ผู้สอนเสนอสถานการณ์ปัญหาให้แก่นักเรียน เป็นการสร้างความสนใจ เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความพร้อม สอดคล้องกับบรูเนอร์ที่กล่าวว่า การจัดหลักสูตรและการเรียนการสอนให้เหมาะสมกับระดับความพร้อมของนักเรียน และสอดคล้องกับพัฒนาการทางสติปัญญาของนักเรียนจะช่วยให้การเรียนรู้เกิดประสิทธิภาพ และแรงจูงใจภายในเป็นปัจจัยสำคัญที่จะช่วยให้นักเรียนประสบผลสำเร็จในการเรียนรู้ (ทิศนา แขมมณี, 2555, หน้า 66-67) ซึ่งทำให้นักเรียนเกิดความสนใจที่จะเรียนรู้ อาจมีการซักถามเพื่อให้แน่ใจว่านักเรียนมีความเข้าใจในปัญหาที่นำเสนอไปหรือไม่

1.2 ขั้นลงมือปฏิบัติกิจกรรม ในขั้นนี้ผู้สอนจะเปิดโอกาสให้ นักเรียนทำความเข้าใจในปัญหาที่ได้รับ และลงมือคิดแก้ปัญหา โดยใช้ความรู้ที่มีเดิม ซึ่งผู้สอนเปิดโอกาสให้นักเรียนมีอิสระ สอดคล้องกับออซูเบล (Ausubel, 1963, pp.77-97 อ้างถึงใน ทิศนา แขมมณี, 2555, หน้า 68) เชื่อว่าการเรียนรู้จะมีความหมายแก่นักเรียน หากการเรียนรู้นั้นสามารถเชื่อมโยงกับสิ่งหนึ่งที่รู้มาก่อน ส่วนผู้สอนจะคอยสังเกตดูและสนับสนุนการเรียนรู้การแก้ปัญหาของนักเรียน คอยกระตุ้นให้นักเรียนเกิดการคิดและเขียนแสดงเหตุผล โดยการใช้คำถามแนะให้นักเรียนรู้จักคิดด้วยตัวของนักเรียนเอง

1.3 ขั้นนำเสนอ ในขั้นนี้ผู้สอนเปิดโอกาสให้นักเรียนออกมานำเสนอแนวคิดและวิธีการในการแก้ปัญหาของตนเอง โดยผู้สอนอาจจะเลือกถามนักเรียนเป็นรายบุคคล และมีการอภิปรายแลกเปลี่ยนแนวคิดในการแก้ปัญหาระหว่างกันพร้อมแสดงเหตุผลในการเลือกใช้ เพื่อเป็นการเปิดโอกาสให้นักเรียนได้มีปฏิสัมพันธ์กันในชั้นเรียนและอภิปรายแนวคิดของตนเอง

กับนักเรียนอื่น ซึ่งสอดคล้องกับบทบาทของผู้สอนในคาร์เพนเทอร์และคณะ (Carpenter et al, 1999, pp. 60-85) ที่กล่าวว่า ผู้สอนควรเปิดโอกาสให้นักเรียนสามารถสื่อสารแนวคิดและเหตุผลได้หลากหลาย ไม่ว่าเป็นการพูดการเขียน หรือการวาดภาพ ซึ่งเป็นแนวทางที่ให้นักเรียนเข้าใจตนเองว่ากำลังคิดอะไร และทำอะไร รวมทั้งครูก็สามารถประเมินความคิดและเหตุผลของนักเรียนได้ด้วย และผู้สอนควรส่งเสริมให้นักเรียนมีการอภิปรายแนวคิดของตนเองกับผู้อื่น และให้นักเรียนได้มีปฏิสัมพันธ์กันในชั้นเรียน

1.4 ขั้นสรุป ในขั้นนี้ผู้สอนและนักเรียนร่วมกันอภิปรายสรุป คำตอบ ความรู้ วิธีการที่ใช้ หรือแนวคิดที่ได้จากการแก้ปัญหา ซึ่งได้มาหลังจากที่นักเรียนรายงานคำตอบ วิธีการและเหตุผลของตนเองแล้ว โดยช่วยกันในการสรุปประเด็นต่าง ๆ ที่ได้จากการแก้ปัญหา ซึ่งมีผู้สอนเป็นผู้นำในการอภิปรายสรุปร่วมกันกับนักเรียน สอดคล้องกับนี้เพียเจต์ที่กล่าวว่า ปฏิสัมพันธ์ระหว่างนักเรียนกับนักเรียนมีบทบาทอย่างมากต่อการพัฒนาทางสติปัญญาทั้งในเชิงปริมาณและเชิงคุณภาพ การให้นักเรียนได้คิดพูดอภิปราย แลกเปลี่ยนความคิดเห็น และประเมินความคิดตนเองและผู้อื่นจะช่วยให้นักเรียนเข้าใจตนเองและผู้อื่นได้ดีขึ้น (บุญเลี้ยง ทุมทอง, 2554, หน้า 17-18)

ด้วยเหตุผลดังกล่าวข้างต้นจึงส่งผลความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 หลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้การสอนแบบแนะให้รู้คิด (CGI) สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 ซึ่งสอดคล้องกับผลงานวิจัยของเวชฤทธิ์ อังกนะภัทรขจร (2551, หน้า 187-201) ได้ทำวิจัย เรื่อง การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้แบบการสอนแนะให้รู้คิด (CGI) ที่ใช้ทักษะการให้เหตุผลและการเชื่อมโยงโดยบูรณาการการสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง การวิเคราะห์ข้อมูลกับสิ่งแวดล้อมศึกษา จากผลการทดลองพบว่า ด้านทักษะการให้เหตุผล นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยจากการทำแบบทดสอบภายหลังการทดลองมากกว่าก่อนการทดลองที่ระดับนัยสำคัญ .01 และผลงานวิจัยของขวัญ เพียงซ้าย (2553, หน้า 102-112) ได้ทำการวิจัย เรื่อง การพัฒนากิจกรรมการเรียนการรู้ที่พัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลเชิงสัดส่วน จากผลการทดลอง พบว่า 1) นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ใช้กิจกรรมการเรียนรู้ที่พัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลเชิงสัดส่วน ที่ผ่านเกณฑ์มีจำนวนมากกว่าร้อยละ 75 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมดที่ระดับนัยสำคัญ .05 2) นักเรียนกลุ่มตัวอย่างที่ใช้กิจกรรมการเรียนรู้ที่พัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลเชิงสัดส่วน มีพฤติกรรมที่แสดงความสามารถในการให้เหตุผลเชิงสัดส่วนอยู่ในระดับ 2 ขึ้นไปเป็นส่วนใหญ่

ข้อเสนอแนะ

จากการดำเนินการวิจัยและผลการวิจัย ผู้วิจัยได้สรุปข้อเสนอแนะสำหรับการนำไปใช้และสำหรับการวิจัยครั้งต่อไปดังนี้

ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้

1. ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนผู้สอนควรทบทวนความรู้ให้กับนักเรียนก่อน หากนักเรียนมีความรู้ไม่เพียงพออาจจะทำให้นักเรียนไม่สามารถให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ได้หรืออาจให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ไม่ตรงประเด็น

2. ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสอนแนะให้รู้คิด (CGI) ในช่วงแรกนักเรียนส่วนใหญ่จะไม่สามารถให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ได้หรือสามารถให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ได้เล็กน้อย ครูจึงควรแนะให้นักเรียนรู้จัดคิดด้วยตัวของนักเรียนเองโดยการใช้คำถามช่วย

3. ผู้สอนควรมีเวลาให้นักเรียนแสดงความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์มากกว่านี้และมีเวลาแนะให้นักเรียนรู้จักคิดด้วยตัวของนักเรียนเองมากกว่านี้

ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

1. ควรจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสอนแนะให้รู้คิด (CGI) เพื่อพัฒนาทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ทางด้านอื่น ที่นอกเหนือจากความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เช่น ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ หรือความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์

2. ควรจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสอนแนะให้รู้คิด (CGI) เพื่อพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ร่วมกับความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ หรือความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ หรือความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ เพื่อให้นักเรียนสามารถนำความรู้มาประยุกต์ใช้ในชีวิตจริง และมีความเข้าใจในการเรียนคณิตศาสตร์มากขึ้น

3. ควรจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสอนแนะให้รู้คิด (CGI) เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์และความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ร่วมกับเนื้อหาอื่น ๆ เช่น สมบัติของจำนวนนับ ระบบจำนวนเต็ม และเลขยกกำลัง เป็นต้น

บรรณานุกรม

กระทรวงศึกษาธิการ. (2546). *การจัดสาระการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1-6 ตามหลักสูตรการศึกษาขึ้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์องค์การรับส่งสินค้าและพัสดุภัณฑ์.

กระทรวงศึกษาธิการ. (2551 ก). *หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.

กระทรวงศึกษาธิการ. (2551 ข). *ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้ คณิตศาสตร์ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.

กุลกาญจน์ สุวรรณรักษ์. (2556). *การศึกษาผลสัมฤทธิ์และเจตคติทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง การชั่ง และการตวงของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 โดยการสอนแนะให้รู้คิด (CGI) ที่เน้นทักษะการ เชื่อมโยงระหว่างคณิตศาสตร์กับชีวิตประจำวัน*. วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต, สาขาวิชาการประถมศึกษา, บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

ขวัญ เพียซ้าย. (2553). *การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ที่พัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลเชิงสัดส่วนสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1*. ดุษฎีนิพนธ์การศึกษาดุษฎีบัณฑิต, สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา, บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

ชนินทร์ชัย อินทิราภรณ์ และสุวิทย์ หิรัณยกานต์. (2548). *ปทานุกรมศัพท์การศึกษา Dictionary of education* (พิมพ์ครั้งที่ 2). กรุงเทพฯ: แว่นแก้ว.

ชมนาด เชื้อสุวรรณทวี. (2542). *การสอนคณิตศาสตร์*. กรุงเทพฯ: ภาควิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

ชัยวัฒน์ เทวธีระรัตน์. (2548). *การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติ โดยวิธีคัดสรรกลวิธีการสอนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนราชวินิตบางเขน จังหวัดกรุงเทพมหานคร*. วิทยานิพนธ์ศิปศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาการสอนคณิตศาสตร์, บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ชูศรี วงศ์รัตนะ. (2550). *เทคนิคการใช้สถิติเพื่อการวิจัย* (พิมพ์ครั้งที่ 10). นนทบุรี: ไทเนรมิตกิจอินเตอร์ ปรเกรสซิฟ.

ทิศนา แขมมณี. (2555). *ศาสตร์การสอน องค์ความรู้เพื่อการจัดกระบวนการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ.* กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

นิภา เมธธาวีชัย. (2536). *การประเมินผลการเรียน.* กรุงเทพฯ: สถาบันราชภัฏธนบุรี.

บุญชม ศรีสะอาด. (2545). *การวิจัยเบื้องต้น* (พิมพ์ครั้งที่ 7). กรงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.

บุญชม ศรีสะอาด. (2553). *การวิจัยเพื่อแก้ปัญหาและพัฒนาผู้เรียน.* กรุงเทพฯ: สุวิริยาสาสน์.

บุญเลี้ยง ทุมทอง. (2554). *การวิจัยการเรียนรู้ทางคณิตศาสตร์.* มหาสารคาม: มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.

ประกิจ รัตนสุวรรณ. (2525). *การวัดและการประเมินผลทางการศึกษา.* กรุงเทพฯ: คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

ประยูร อาษานาม. (2537). *การเรียนการสอนคณิตศาสตร์ในระดับประถมศึกษา: หลักการและแนวปฏิบัติ.* กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์ประกายพรึก.

ปานทอง กุลนาถศิริ. (2543). ความเคลื่อนไหว...เกี่ยวกับ NCTM: Principles and standards for school mathematics ในปี ค.ศ. 2000. *วารสาร สสวท., 28*(108), 14-21.

ปิยรัตน์ จาตุรันตบุตร. (2549). *หลักการสอนคณิตศาสตร์.* กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

พิชิต ฤทธิ์จรูญ. (2548). *หลักการวัดและประเมินผลการศึกษา* (พิมพ์ครั้งที่ 3). กรุงเทพฯ: เฮ้าส์ ออฟ เคอร์มีสท์.

เยาวดี วิบูลย์ศรี. (2545). *การวัดผลและการสร้างแบบสอบผลสัมฤทธิ์* (พิมพ์ครั้งที่ 3). กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ระพินทร์ ฉายวิมล. (2546). *จิตวิทยาการศึกษา.* ชลบุรี: คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา.

ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. (2543). *เทคนิคการวิจัยทางการศึกษา* (พิมพ์ครั้งที่ 4). กรุงเทพฯ: สุวีรียาสาส์น.

วัชรี บูรณสิงห์. (2525). *การสอนคณิตศาสตร์ตามความต่างระหว่างบุคคล.* ใน เอกสารการสอนชุดวิชาการสอนคณิตศาสตร์หน่วยที่ 8-15. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาสุโขทัยธรรมธิราช.

เวชฤทธิ์ อังกนะภัทรขจร. (2551). *การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้แบบสอนแนะให้รู้คิด (CGI) ที่ใช้ทักษะกระบวนการให้เหตุผลและการเชื่อมโยงโดยบูรณาการสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง การวิเคราะห์ข้อมูล กับ สิ่งแวดล้อมศึกษา สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6.* ดุษฎีนิพนธ์การศึกษาดุษฎีบัณฑิต, สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา, บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

เวชฤทธิ์ อังกนะภัทรขจร. (2552). การสอนแนะให้รู้คิด (Cognitively guided instruction: CGI) รูปแบบหนึ่งของการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์. *วารสารศึกษาศาสตร์, 21*(1), 1-10.

เวชฤทธิ์ อังกนะภัทรขจร. (2555). *ครบเครื่องเรื่องความรู้สำหรับครูคณิตศาสตร์: หลักสูตรการสอนและการวิจัย*. กรุงเทพฯ: จรัลสนิทวงศ์การพิมพ์.

ศศิธร แม้นสงวน. (2555). *พฤติกรรมการสอนคณิตศาสตร์ 2*. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์รามคำแหง.

ศิริชัย กาญจนวาสี. (2556). *ทฤษฎีการทดสอบแบบดั้งเดิม = Classical test theory*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ. (2556). *รายงานผลสอบทางการศึกษาระดับชาติขั้นพื้นฐาน (O-NET). ปีการศึกษา 2556 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3*. กรุงเทพฯ: สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษา เขต 33.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.). (2547). *การให้เหตุผลในวิชาคณิตศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษา*. กรุงเทพฯ: ราชวัญ.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.). (2555 ก). *ตัวอย่างการประเมินการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น เล่ม 1*. กรุงเทพฯ: 3-คิว มีเดีย.

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

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.). (2555 ค). *การวัดผลประเมินผลคณิตศาสตร์*. กรุงเทพฯ: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) กระทรวงศึกษาธิการ.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.). (2556). *ตัวอย่างการประเมินการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น เล่ม 2*. กรุงเทพฯ: 3-คิว มีเดีย.

สมเกียรติ ปดิฐพร. (2525). *การสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (Test construction)*. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร.

สมเดช บุญประจักษ์. (2540). *การพัฒนาศักยภาพทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยใช้ การเรียนแบบร่วมมือ*. ดุษฎีนิพนธ์การศึกษาดุษฎีบัณฑิต, สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา, บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

สมนึก ภัททิยธนี. (2549). *การวัดผลการศึกษา* (พิมพ์ครั้งที่ 5). กาฬสินธุ์: ประสารการพิมพ์.

สำนักวิชาการและมาตฐานการศึกษา. (2551). *ตัวชี้วัดและสาระแกนกลางกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.

สุธารัตน์ สมรรถการ. (2556). *ผลการจัดการเรียนรู้แบบการสอนแนะให้รู้คิด (CGI) เรื่อง วิธีเรียงสับเปลี่ยนและวิธีจัดหมู่ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความสามารถในการแก้ปัญหาและความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6*. วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต, สาขาวิชาการประถมศึกษา, บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

สุรางค์ โค้วตระกูล. (2541). *จิตวิทยาการศึกษา* (พิมพ์ครั้งที่ 9). กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

อรุณ จิรวัฒน์กุล. (2556). มุมสถิตการนำเสนอผลต่างของการสอนด้วยขนาดอิทธิพล. *วารสารวิชาการสาธารณสุข, 22*(6), 935-936.

อ้อมฤดี แช่มอุบล. (2553). *ผลของการจัดการเรียนรู้แบบสืบสวนสอบสวนที่เน้นการใช้คำถามหมวกความคิดหกใบ เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความสามารถในการคิดวิเคราะห์ และทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1*. วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต, สาขาวิชาการมัธยมศึกษา, บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

อัมพร ม้าคนอง. (2553 ก). *ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์: การพัฒนาเพื่อการพัฒนา*. กรุงเทพฯ: คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

อัมพร ม้าคนอง. (2553 ข). *คณิตศาสตร์สำหรับครูมัธยม*. กรุงเทพฯ: คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

อำภารัตน์ ผลาวรรณ์. (2556). *ผลการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนแบบแนะให้รู้คิด (CGI) เรื่องความน่าจะเป็น ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ความตระหนักในการรู้คิดและความมีวินัยในตนเองของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5*. วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต, สาขาวิชาการประถมศึกษา, บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

Akkus, R. (2007). *Investing the changes in teacher's pedagogical practices through the use of the mathematics reasoning heuristic (MRH) approach*. Retrieved from http://proquest.umi.com/pqdweb?did=131048451&sid=5&Fmt=2&clientld=61839& RQT=309&VName=PQD

Allian, A. (2000). *Development of an instrument to measure proportional reasoning among fast-track middle school students*. North Carolina: North Carolina State University.

Baroody, A. J. (1993). *Problem solving reasoning and communication K-8: Helping children think mathematically.* New York: Macmillan.

California State Department of Education. (1989). *California generalized rubric for math.* Retrieved from http://lawatschalgebra.wikispaces.com/file/view/Witing,+Graphing+Rubric+and+PIE.pdf

Carpenter, T. P., Fennema, E., Peterson, P. L., Chiang, C. P., & Loef, M. (1989). Using knowledge of children's mathematics thinking in classroom teaching: An experimental study. *American Educational research Journal, 26*(4), 499-531.

Carpenter, T. P., Fennema, E., Franke, M. L., Empson, S. B., & Levi, L. W. (1999). *Children's mathematics: Cognitively guided instruction.* Portsmouth, NH: Heinemann.

Carpenter, T. P., Fennema, E., Franke, M. L., Empson, S. B., & Levi, L. W. (2000). *Cognitively guided instruction: A research-based teacher professional development program for elementary school mathematics.* Portsmouth, NH: National Center for Improving Student Learning and Achievement in Mathematics and Science.

Fennema, E. (1993). Using children's knowledge in instruction. *American Educational Research Journal, 27*(4), 555-583.

Finn, K. F. (2003). Assertiveness level of occupational therapists. *Dissertation Abstracts International Journal, 27*(4), 555-583.

Franke, M., & Weishaupt, L. (1998). *Using children's thinking to teach mathematics.* USA: UCLA Urban Education Studies Center.

Gonzales, P. (2009). *Highlights from TIMSS 2007: Mathematics and science achievement of U.S. fourth and eighth-grade students in an international context*. Washington, DC: U.S. Department of Education.

Guilford, J. P. (1971). *The analysis of intelligence*. New York: McGraw-Hill.

Hillen, A. F. (2005). *Examining pre service secondary mathematics teachers' ability to reason proportionally prior to and upon completion of a practice-based mathematics methods course focused on proportional reasoning*. Pittsburgh: University of Pittsburgh.

Hoosain, E., & Chance, R. H. (2004). Problem-solving strategies of first grades. *Teaching Children Mathematics, 10*, 474-479.

Kishimoto, T. (2000). *Solving multiplicative word problems with decimal fractions: The effects of proportional reasoning and metacognition.* Hiroshima: Hiroshima University.

Koellner–Clark, K., & Lesh, R. (2003). Whodunit? exploring proportional reasoning through the footprint problem. *School Science and Mathematics, 103*(2), 92-97.

Krulik, S., & Rudnick, J. A. (1993). *Reasoning and problem solving: A handbook for elementary school teachers*. Boston: Allyn and Bacon.

Land, T. (2007). *Utilizing video-clips and written work to help pre service teachers understand student thinking*. Lowa: Lowa State University.

National Council of Teachers of Mathematics [NCTM]. (2000). *Principles and standards for school mathematics*. Reston, VA: National Council of Teachers of Mathematics.

National Research Council. (2000). *Adding it up: Helping children learn mathematics.* Washington, DC: National Academy.

Peterson, P. L., Fennema, E., & Carpenter, T. (1991). *Using children's mathematical knowledge*. Menlo Park, CA: SRI International.

Riorden, J. E., & Noyce, P. E. (2001). The impacts of standards-based mathematics curricula on student achievement in Massachusetts. *Journal for Research in Mathematics Education, 32*(4), 368-A.

Russell, S. J. (1999). *Mathematic reasoning in the elementary grades.* Reston Virginia: The National Council of teachers of Mathematics.

Saxe, G. B., Gearhart, M., & Seltzer, M. (1999). Relations between classroom practices and student learning in the domain of fractions. *Cognition and Instruction, 17*(1), 1-24.

Secada, W. G., & Carey, D. A. (1989). *Innovative strategies for teaching mathematics to limited English proficient students*. Retrieved from http://www.ncela.gwu.edu/ncbepubs/classics/pig/10math.htm

Stiggins, R. (1997). *Student-centered classroom assessment* (2nd ed.). New Jersey: Prentice-Hall.

Wilson, J. W. (1971). *Evaluation of learning in secondary school mathematics: Handbook on formative and summative evaluation of student learning*. U.S.A.: McGraw-Hill.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

- รายนามผู้เชี่ยวชาญในการตรวจเครื่องมือ
- หนังสือขอความอนุเคราะห์ผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบเครื่องมือ
- หนังสือขอความอนุเคราะห์ในการเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อหาคุณภาพของเครื่องมือการวิจัย
- หนังสือขอความอนุเคราะห์ในการเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อการวิจัย

รายชื่อผู้เชี่ยวชาญ

1. อาจารย์ ดร.คงรัฐ นวลแปง ตำแหน่ง อาจารย์ประจำภาควิชาการจัดการเรียนรู้ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา
2. อาจารย์ ดร.รัชนิกร ชลไชยะ ตำแหน่ง อาจารย์ประจำภาควิชาคณิตศาสตร์ คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา
3. อาจารย์ เสาวรส ศรีสุข ตำแหน่ง อาจารย์ประจำภาควิชาคณิตศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา
4. อาจารย์ ดร.พาวา พงษ์พันธ์ ตำแหน่ง อาจารย์ประจำกลุ่มสาระการเรียนรู้ คณิตศาสตร์ โรงเรียนสาธิต “พิบูลบำเพ็ญ” มหาวิทยาลัยบูรพา
5. นางจิระนันท์ ศักดิ์ศรีวัฒนา ตำแหน่ง ครูชำนาญการพิเศษ กลุ่มสาระการเรียนรู้ คณิตศาสตร์ โรงเรียนบ้านสวนอุดมวิทยา จังหวัดชลบุรี

(สำเนา)

ที่ ศธ ๖๖๒๑/ว. ๑๐ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา
๑๖๙ ถ. ลงหาดบางแสน ต. แสนสุข
อ. เมือง จ. ชลบุรี ๒๐๑๓๑

๗ มกราคม ๒๕๕๘

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์ในการตรวจสอบความเที่ยงตรงของเครื่องมือเพื่อการวิจัย

สิ่งที่ส่งมาด้วย เค้าโครงย่อวิทยานิพนธ์ และเครื่องมือเพื่อการวิจัย จำนวน ๑ ชุด

ด้วยนางสาวกุลวดี อำภาวงษ์ นิสิตระดับบัณฑิตศึกษา หลักสูตรการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนคณิตศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา ได้รับอนุมัติให้ทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบการสอนแนะให้รู้คิด (CGI) เรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติ ที่มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความสามารถการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1” โดยอยู่ในความควบคุมดูแลของ ดร.อาพันธ์ชนิต เจนจิต ประธานกรรมการ ขณะนี้อยู่ในขั้นตอน การสร้างเครื่องมือเพื่อการวิจัย ในการนี้คณะศึกษาศาสตร์ได้พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญในเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอความอนุเคราะห์จากท่านในการตรวจสอบความเที่ยงตรงของเครื่องมือเพื่อการวิจัยของนิสิตในครั้งนี้

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพาหวังเป็นอย่างยิ่งว่าคงได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดี และขอขอบคุณอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ
(ลงชื่อ) เชษฐ์ ศิริสวัสดิ์
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เชษฐ์ ศิริสวัสดิ์)
รองคณบดีฝ่ายบัณฑิตศึกษา ปฏิบัติการแทน
คณบดีคณะศึกษาศาสตร์ ปฏิบัติการแทน
ผู้รักษาการแทนอธิการบดีมหาวิทยาลัยบูรพา
ภาควิชาการจัดการเรียนรู้
โทรศัพท์ ๐-๓๘๓๙-๓๔๘๖, ๐-๓๘๑๐-๒๐๖๙
โทรสาร ๐-๓๘๓๙-๓๔๘๕
ผู้วิจัย ๐๘๖-๐๓๑๔๐๘๖

(สำเนา)

ที่ ศธ ๖๖๒๑/๑๓๗๓ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา

๑๖๙ ถ. ลงหาดบางแสน ต. แสนสุข

อ. เมือง จ. ชลบุรี ๒๐๑๓๑

๑๒ กุมภาพันธ์ ๒๕๕๙

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์ในการเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อหาคุณภาพของเครื่องมือการวิจัย

เรียน ผู้อำนวยการโรงเรียนวัดน้ำพุ

สิ่งที่ส่งมาด้วย เครื่องมือเพื่อการวิจัย จำนวน ๑ ชุด

ด้วยนางสาวกุลวดี อำภาวงษ์ นิสิตระดับบัณฑิตศึกษา หลักสูตรการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนคณิตศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา ได้รับอนุมัติให้ทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบการสอนแนะให้รู้คิด (CGI) เรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติ ที่มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความสามารถการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1” โดยอยู่ในความควบคุมดูแลของ ดร.อาพันธ์ชนิต เจนจิต ประธานกรรมการ มีความประสงค์ขอ อำนวยความสะดวกในการเก็บรวบรวมข้อมูลจากนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๑ โดยผู้วิจัยจะขออนุญาตเก็บรวบรวมข้อมูลด้วยตนเอง ระหว่างวันที่ ๑๗ กุมภาพันธ์ พ.ศ. ๒๕๕๙-๒๖ กุมภาพันธ์ พ.ศ. ๒๕๕๙ อนึ่งโครงการวิจัยนี้ผ่านขั้นตอนการพิจารณาทางจริยธรรมการวิจัยของมหาวิทยาลัยบูรพาเรียบร้อยแล้ว

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพาหวังเป็นอย่างยิ่งว่าคงได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดี และขอขอบคุณอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(ลงชื่อ) เชษฐ์ ศิริสวัสดิ์

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เชษฐ์ ศิริสวัสดิ์)

รองคณบดีฝ่ายบัณฑิตศึกษา ปฏิบัติการแทน

คณบดีคณะศึกษาศาสตร์ ปฏิบัติการแทน

ผู้รักษาการแทนอธิการบดีมหาวิทยาลัยบูรพา

ภาควิชาการจัดการเรียนรู้

โทรศัพท์ ๐-๓๘๓๙-๓๔๘๖, ๐-๓๘๑๐-๒๐๖๙ โทรสาร ๐-๓๘๓๙-๓๔๘๕

ผู้วิจัย ๐๘๖-๐๓๑๔๐๘๖

(สำเนา)

ที่ ศธ ๖๖๒๑/๑๓๗๔ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา

๑๖๙ ถ. ลงหาดบางแสน ต. แสนสุข

อ. เมือง จ. ชลบุรี ๒๐๑๓๑

๑๒ กุมภาพันธ์ ๒๕๕๙

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์ในการเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อหาคุณภาพของเครื่องมือการวิจัย

เรียน ผู้อำนวยการโรงเรียนวัดป่าสะแก

สิ่งที่ส่งมาด้วย เครื่องมือเพื่อการวิจัย จำนวน ๑ ชุด

ด้วยนางสาวกุลวดี อำภาวงษ์ นิสิตระดับบัณฑิตศึกษา หลักสูตรการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนคณิตศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา ได้รับอนุมัติให้ทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบการสอนแนะให้รู้คิด (CGI) เรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติ ที่มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความสามารถการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1” โดยอยู่ในความควบคุมดูแลของ ดร.อาพันธ์ชนิต เจนจิต ประธานกรรมการ มีความประสงค์ขอ อำนวยความสะดวกในการเก็บรวบรวมข้อมูลจากนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๑ โดยผู้วิจัยจะขออนุญาตเก็บรวบรวมข้อมูลด้วยตนเอง ระหว่างวันที่ ๒๙ กุมภาพันธ์ พ.ศ. ๒๕๕๙-๙ มีนาคม พ.ศ. ๒๕๕๙ อนึ่งโครงการวิจัยนี้ผ่านขั้นตอนการพิจารณาทางจริยธรรมการวิจัยของมหาวิทยาลัยบูรพาเรียบร้อยแล้ว

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพาหวังเป็นอย่างยิ่งว่าคงได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดี และขอขอบคุณอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(ลงชื่อ) เชษฐ์ ศิริสวัสดิ์

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เชษฐ์ ศิริสวัสดิ์)

รองคณบดีฝ่ายบัณฑิตศึกษา ปฏิบัติการแทน

คณบดีคณะศึกษาศาสตร์ ปฏิบัติการแทน

ผู้รักษาการแทนอธิการบดีมหาวิทยาลัยบูรพา

ภาควิชาการจัดการเรียนรู้

โทรศัพท์ ๐-๓๘๓๙-๓๔๘๖, ๐-๓๘๑๐-๒๐๖๙ โทรสาร ๐-๓๘๓๙-๓๔๘๕

ผู้วิจัย ๐๘๖-๐๓๑๔๐๘๖

ภาคผนวก ข

- ค่าเฉลี่ยความเหมาะสมของแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสอนแนะให้รู้คิด (CGI)
- ค่าดัชนีสอดคล้องระหว่างแบบทดสอบกับจุดประสงค์ (IOC)
- ผลการวิเคราะห์ค่าความยาก และค่าอำนาจจำแนก
- ผลการวิเคราะห์ความเชื่อมั่น

ตารางที่ 17 ค่าเฉลี่ยความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1

ข้อ	รายการประเมิน	$\overline{X}$	*S*	สรุป
1	จุดประสงค์การเรียนรู้	4.60	0.55	**มากที่สุด**
2	สาระสำคัญ	4.80	0.45	**มากที่สุด**
3	สาระการเรียนรู้	4.80	0.45	**มากที่สุด**
4	กิจกรรมการเรียนรู้			
4.1	ขั้นที่ 1 ขั้นนำเสนอปัญหา	4.80	0.45	**มากที่สุด**
4.2	ขั้นที่ 2 ขั้นลงมือปฏิบัติกิจกรรม	4.80	0.45	**มากที่สุด**
4.3	ขั้นที่ 3 ขั้นนำเสนอ	5.00	0.00	**มากที่สุด**
4.4	ขั้นที่ 4 ขั้นสรุป	4.80	0.45	**มากที่สุด**
5	สื่อและแหล่งการเรียนรู้	5.00	0.00	**มากที่สุด**
6	การวัดผลและประเมินผลการเรียนรู้	4.80	0.45	**มากที่สุด**
	เฉลี่ย	**4.82**	**0.36**	**มากที่สุด**

จากตารางที่ 17 ค่าเฉลี่ยความคิดเห็นของผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 โดยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน พบว่า มีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับมากที่สุด ($\overline{X}$ = 4.82, S = 0.36) เมื่อพิจารณารายข้อ พบว่า จากคะแนนเฉลี่ย 3.51 ขึ้นไป และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานไม่เกิน 1.00 ถือว่าเป็นแผนการจัดการเรียนรู้ที่สามารถนำไปใช้ได้

ตารางที่ 18 ค่าเฉลี่ยความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2

ข้อ	รายการประเมิน	$\overline{X}$	*S*	สรุป
1	จุดประสงค์การเรียนรู้	4.60	0.55	**มากที่สุด**
2	สาระสำคัญ	5.00	0.00	**มากที่สุด**
3	สาระการเรียนรู้	5.00	0.00	**มากที่สุด**
4	กิจกรรมการเรียนรู้			
4.1	ขั้นที่ 1 ขั้นนำเสนอปัญหา	4.80	0.45	**มากที่สุด**
4.2	ขั้นที่ 2 ขั้นลงมือปฏิบัติกิจกรรม	5.00	0.00	**มากที่สุด**
4.3	**ขั้นที่ 3 ขั้นนำเสนอ**	**5.00**	**0.00**	**มากที่สุด**

ตารางที่ 18 (ต่อ)

ข้อ	รายการประเมิน	$\overline{X}$	S	สรุป
4.4	ขั้นที่ 4 ขั้นสรุป	5.00	0.00	**มากที่สุด**
5	สื่อและแหล่งการเรียนรู้	5.00	0.00	**มากที่สุด**
6	การวัดผลและประเมินผลการเรียนรู้	4.80	0.45	**มากที่สุด**
	เฉลี่ย	**4.91**	**0.16**	**มากที่สุด**

จากตารางที่ 18 ค่าเฉลี่ยความคิดเห็นของผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 โดยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน พบว่า มีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับมากที่สุด ($\overline{X}$ = 4.91, S = 0.16) เมื่อพิจารณารายข้อ พบว่า จากคะแนนเฉลี่ย 3.51 ขึ้นไป และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานไม่เกิน 1.00 ถือว่าเป็นแผนการจัดการเรียนรู้ที่สามารถนำไปใช้ได้

ตารางที่ 19 ค่าเฉลี่ยความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3

ข้อ	รายการประเมิน	$\overline{X}$	S	สรุป
1	จุดประสงค์การเรียนรู้	4.60	0.55	**มากที่สุด**
2	สาระสำคัญ	5.00	0.00	**มากที่สุด**
3	สาระการเรียนรู้	5.00	0.00	**มากที่สุด**
4	กิจกรรมการเรียนรู้			
4.1	ขั้นที่ 1 ขั้นนำเสนอปัญหา	4.80	0.45	**มากที่สุด**
4.2	ขั้นที่ 2 ขั้นลงมือปฏิบัติกิจกรรม	5.00	0.00	**มากที่สุด**
4.3	ขั้นที่ 3 ขั้นนำเสนอ	5.00	0.00	**มากที่สุด**
4.4	ขั้นที่ 4 ขั้นสรุป	4.80	0.45	**มากที่สุด**
5	สื่อและแหล่งการเรียนรู้	5.00	0.00	**มากที่สุด**
6	การวัดผลและประเมินผลการเรียนรู้	4.80	0.45	**มากที่สุด**
	เฉลี่ย	**4.89**	**0.21**	**มากที่สุด**

จากตารางที่ 19 ค่าเฉลี่ยความคิดเห็นของผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 โดยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน พบว่า มีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับมากที่สุด ($\overline{X}$ = 4.89, S = 0.21) เมื่อพิจารณารายข้อ พบว่า จากคะแนนเฉลี่ย 3.51 ขึ้นไป และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานไม่เกิน 1.00 ถือว่าเป็นแผนการจัดการเรียนรู้ที่สามารถนำไปใช้ได้

ตารางที่ 20 ค่าเฉลี่ยความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4

ข้อ	รายการประเมิน	$\overline{X}$	S	สรุป
1	จุดประสงค์การเรียนรู้	4.60	0.55	**มากที่สุด**
2	สาระสำคัญ	5.00	0.00	**มากที่สุด**
3	สาระการเรียนรู้	5.00	0.00	**มากที่สุด**
4	กิจกรรมการเรียนรู้			
4.1	ขั้นที่ 1 ขั้นนำเสนอปัญหา	4.80	0.45	**มากที่สุด**
4.2	ขั้นที่ 2 ขั้นลงมือปฏิบัติกิจกรรม	5.00	0.00	**มากที่สุด**
4.3	ขั้นที่ 3 ขั้นนำเสนอ	5.00	0.00	**มากที่สุด**
4.4	ขั้นที่ 4 ขั้นสรุป	4.60	0.89	**มากที่สุด**
5	สื่อและแหล่งการเรียนรู้	4.80	0.45	**มากที่สุด**
6	การวัดผลและประเมินผลการเรียนรู้	4.80	0.45	**มากที่สุด**
	เฉลี่ย	**4.84**	**0.31**	**มากที่สุด**

จากตารางที่ 20 ค่าเฉลี่ยความคิดเห็นของผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 โดยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน พบว่า มีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับมากที่สุด ($\overline{X}$ = 4.84, S = 0.31) เมื่อพิจารณารายข้อ พบว่า จากคะแนนเฉลี่ย 3.51 ขึ้นไป และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานไม่เกิน 1.00 ถือว่าเป็นแผนการจัดการเรียนรู้ที่สามารถนำไปใช้ได้

ตารางที่ 21 ค่าเฉลี่ยความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5

ข้อ	รายการประเมิน	$\overline{X}$	S	สรุป
1	จุดประสงค์การเรียนรู้	4.60	0.55	**มากที่สุด**
2	สาระสำคัญ	5.00	0.00	**มากที่สุด**
3	สาระการเรียนรู้	5.00	0.00	**มากที่สุด**
4	**กิจกรรมการเรียนรู้**			

ตารางที่ 21 (ต่อ)

ข้อ	รายการประเมิน	$\overline{X}$	S	สรุป
4.1	ขั้นที่ 1 ขั้นนำเสนอปัญหา	4.60	0.89	**มากที่สุด**
4.2	ขั้นที่ 2 ขั้นลงมือปฏิบัติกิจกรรม	5.00	0.00	**มากที่สุด**
4.3	ขั้นที่ 3 ขั้นนำเสนอ	5.00	0.00	**มากที่สุด**
4.4	ขั้นที่ 4 ขั้นสรุป	4.60	0.89	**มากที่สุด**
5	สื่อและแหล่งการเรียนรู้	4.80	0.45	**มากที่สุด**
6	การวัดผลและประเมินผลการเรียนรู้	4.80	0.45	**มากที่สุด**
	เฉลี่ย	**4.82**	**0.36**	**มากที่สุด**

จากตารางที่ 21 ค่าเฉลี่ยความคิดเห็นของผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5 โดยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน พบว่า มีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับมากที่สุด ($\overline{X}$ = 4.82, S = 0.36) เมื่อพิจารณารายข้อ พบว่า จากคะแนนเฉลี่ย 3.51 ขึ้นไป และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานไม่เกิน 1.00 ถือว่าเป็นแผนการจัดการเรียนรู้ที่สามารถนำไปใช้ได้

ตารางที่ 22 ค่าเฉลี่ยความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6

ข้อ	รายการประเมิน	$\overline{X}$	S	สรุป
1	จุดประสงค์การเรียนรู้	4.60	0.55	**มากที่สุด**
2	สาระสำคัญ	5.00	0.00	**มากที่สุด**
3	สาระการเรียนรู้	4.80	0.45	**มากที่สุด**
4	กิจกรรมการเรียนรู้			
4.1	ขั้นที่ 1 ขั้นนำเสนอปัญหา	4.80	0.45	**มากที่สุด**
4.2	ขั้นที่ 2 ขั้นลงมือปฏิบัติกิจกรรม	5.00	0.00	**มากที่สุด**
4.3	ขั้นที่ 3 ขั้นนำเสนอ	5.00	0.00	**มากที่สุด**
4.4	ขั้นที่ 4 ขั้นสรุป	4.60	0.89	**มากที่สุด**
5	สื่อและแหล่งการเรียนรู้	5.00	0.00	**มากที่สุด**
6	การวัดผลและประเมินผลการเรียนรู้	4.80	0.45	**มากที่สุด**
	เฉลี่ย	**4.84**	**0.31**	**มากที่สุด**

จากตารางที่ 23 ค่าเฉลี่ยความคิดเห็นของผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6 โดยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน พบว่า มีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับมากที่สุด ($\overline{X}$ = 4.84, S = 0.31) เมื่อพิจารณารายข้อ พบว่า จากคะแนนเฉลี่ย 3.51 ขึ้นไป และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานไม่เกิน 1.00 ถือว่าเป็นแผนการจัดการเรียนรู้ที่สามารถนำไปใช้ได้

ตารางที่ 23 ค่าเฉลี่ยความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 7

ข้อ	รายการประเมิน	$\overline{X}$	S	สรุป
1	จุดประสงค์การเรียนรู้	4.60	0.55	**มากที่สุด**
2	สาระสำคัญ	5.00	0.00	**มากที่สุด**
3	สาระการเรียนรู้	5.00	0.00	**มากที่สุด**
4	กิจกรรมการเรียนรู้			
4.1	ขั้นที่ 1 ขั้นนำเสนอปัญหา	4.80	0.45	**มากที่สุด**
4.2	ขั้นที่ 2 ขั้นลงมือปฏิบัติกิจกรรม	4.80	0.45	**มากที่สุด**
4.3	ขั้นที่ 3 ขั้นนำเสนอ	5.00	0.00	**มากที่สุด**
4.4	ขั้นที่ 4 ขั้นสรุป	4.60	0.89	**มากที่สุด**
5	สื่อและแหล่งการเรียนรู้	5.00	0.00	**มากที่สุด**
6	การวัดผลและประเมินผลการเรียนรู้	4.80	0.45	**มากที่สุด**
	เฉลี่ย	**4.84**	**0.31**	**มากที่สุด**

จากตารางที่ 23 ค่าเฉลี่ยความคิดเห็นของผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 7 โดยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน พบว่า มีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับมากที่สุด ($\overline{X}$ = 4.84, S = 0.31) เมื่อพิจารณารายข้อ พบว่า จากคะแนนเฉลี่ย 3.51 ขึ้นไป และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานไม่เกิน 1.00 ถือว่าเป็นแผนการจัดการเรียนรู้ที่สามารถนำไปใช้ได้

ตารางที่ 24 ค่าเฉลี่ยความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 8

ข้อ	รายการประเมิน	$\overline{X}$	S	สรุป
1	จุดประสงค์การเรียนรู้	4.60	0.55	**มากที่สุด**
2	สาระสำคัญ	5.00	0.00	**มากที่สุด**
3	สาระการเรียนรู้	5.00	0.00	**มากที่สุด**
4	กิจกรรมการเรียนรู้			
4.1	ขั้นที่ 1 ขั้นนำเสนอปัญหา	4.80	0.45	**มากที่สุด**
4.2	ขั้นที่ 2 ขั้นลงมือปฏิบัติกิจกรรม	4.80	0.45	**มากที่สุด**
4.3	ขั้นที่ 3 ขั้นนำเสนอ	5.00	0.00	**มากที่สุด**
4.4	ขั้นที่ 4 ขั้นสรุป	4.60	0.89	**มากที่สุด**
5	สื่อและแหล่งการเรียนรู้	4.80	0.45	**มากที่สุด**
6	การวัดผลและประเมินผลการเรียนรู้	4.80	0.45	**มากที่สุด**
	เฉลี่ย	**4.82**	**0.36**	**มากที่สุด**

จากตารางที่ 24 ค่าเฉลี่ยความคิดเห็นของผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 8 โดยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน พบว่า มีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับมากที่สุด ($\overline{X}$ = 4.82, S = 0.36) เมื่อพิจารณารายข้อ พบว่า จากคะแนนเฉลี่ย 3.51 ขึ้นไป และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานไม่เกิน 1.00 ถือว่าเป็นแผนการจัดการเรียนรู้ที่สามารถนำไปใช้ได้

ตารางที่ 25 ค่าเฉลี่ยความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 9

ข้อ	รายการประเมิน	$\overline{X}$	S	สรุป
1	จุดประสงค์การเรียนรู้	4.60	0.55	**มากที่สุด**
2	สาระสำคัญ	5.00	0.00	**มากที่สุด**
3	สาระการเรียนรู้	5.00	0.00	**มากที่สุด**
4	กิจกรรมการเรียนรู้			
4.1	ขั้นที่ 1 ขั้นนำเสนอปัญหา	4.80	0.45	**มากที่สุด**
4.2	ขั้นที่ 2 ขั้นลงมือปฏิบัติกิจกรรม	4.80	0.45	**มากที่สุด**

4.3	**ขั้นที่ 3 ขั้นนำเสนอ**	**5.00**	**0.00**	**มากที่สุด**

ตารางที่ 25 (ต่อ)

ข้อ	รายการประเมิน	$\overline{X}$	*S*	สรุป
4.4	ขั้นที่ 4 ขั้นสรุป	4.60	0.89	**มากที่สุด**
5	สื่อและแหล่งการเรียนรู้	5.00	0.00	**มากที่สุด**
6	การวัดผลและประเมินผลการเรียนรู้	4.80	0.45	**มากที่สุด**
	เฉลี่ย	**4.84**	**0.31**	**มากที่สุด**

จากตารางที่ 25 ค่าเฉลี่ยความคิดเห็นของผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 9 โดยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน พบว่า มีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับมากที่สุด ($\overline{X}$ = 4.84, S = 0.31) เมื่อพิจารณารายข้อ พบว่า จากคะแนนเฉลี่ย 3.51 ขึ้นไป และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานไม่เกิน 1.00 ถือว่าเป็นแผนการจัดการเรียนรู้ที่สามารถนำไปใช้ได้

ตารางที่ 26 ค่าเฉลี่ยความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 10

ข้อ	รายการประเมิน	$\overline{X}$	*S*	สรุป
1	จุดประสงค์การเรียนรู้	4.60	0.55	**มากที่สุด**
2	สาระสำคัญ	5.00	0.00	**มากที่สุด**
3	สาระการเรียนรู้	5.00	0.00	**มากที่สุด**
4	กิจกรรมการเรียนรู้			
4.1	ขั้นที่ 1 ขั้นนำเสนอปัญหา	4.80	0.45	**มากที่สุด**
4.2	ขั้นที่ 2 ขั้นลงมือปฏิบัติกิจกรรม	4.80	0.45	**มากที่สุด**
4.3	ขั้นที่ 3 ขั้นนำเสนอ	5.00	0.00	**มากที่สุด**
4.4	ขั้นที่ 4 ขั้นสรุป	4.60	0.89	**มากที่สุด**
5	สื่อและแหล่งการเรียนรู้	5.00	0.00	**มากที่สุด**
6	การวัดผลและประเมินผลการเรียนรู้	4.80	0.45	**มากที่สุด**
	เฉลี่ย	**4.84**	**0.31**	**มากที่สุด**

จากตารางที่ 26 ค่าเฉลี่ยความคิดเห็นของผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 10 โดยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน พบว่า มีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับมากที่สุด ($\overline{X}$ = 4.84, S = 0.31) เมื่อพิจารณารายข้อ พบว่า จากคะแนนเฉลี่ย 3.51 ขึ้นไป และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานไม่เกิน 1.00 ถือว่าเป็นแผนการจัดการเรียนรู้ที่สามารถนำไปใช้ได้

ตารางที่ 27 ค่าเฉลี่ยความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 11

ข้อ	รายการประเมิน	$\overline{X}$	S	สรุป
1	จุดประสงค์การเรียนรู้	4.60	0.55	**มากที่สุด**
2	สาระสำคัญ	5.00	0.00	**มากที่สุด**
3	สาระการเรียนรู้	5.00	0.00	**มากที่สุด**
4	กิจกรรมการเรียนรู้			
4.1	ขั้นที่ 1 ขั้นนำเสนอปัญหา	4.60	0.89	**มากที่สุด**
4.2	ขั้นที่ 2 ขั้นลงมือปฏิบัติกิจกรรม	5.00	0.45	**มากที่สุด**
4.3	ขั้นที่ 3 ขั้นนำเสนอ	5.00	0.00	**มากที่สุด**
4.4	ขั้นที่ 4 ขั้นสรุป	4.60	0.89	**มากที่สุด**
5	สื่อและแหล่งการเรียนรู้	5.00	0.00	**มากที่สุด**
6	การวัดผลและประเมินผลการเรียนรู้	4.80	0.45	**มากที่สุด**
	เฉลี่ย	**4.82**	**0.36**	**มากที่สุด**

จากตารางที่ 27 ค่าเฉลี่ยความคิดเห็นของผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 11 โดยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน พบว่า มีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับมากที่สุด ($\overline{X}$ = 4.82, S = 0.36) เมื่อพิจารณารายข้อ พบว่า จากคะแนนเฉลี่ย 3.51 ขึ้นไป และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานไม่เกิน 1.00 ถือว่าเป็นแผนการจัดการเรียนรู้ที่สามารถนำไปใช้ได้

ตารางที่ 28 ค่าเฉลี่ยความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 12

ข้อ	รายการประเมิน	$\overline{X}$	S	สรุป
1	จุดประสงค์การเรียนรู้	4.60	0.55	**มากที่สุด**
2	สาระสำคัญ	5.00	0.00	**มากที่สุด**
3	สาระการเรียนรู้	5.00	0.00	**มากที่สุด**
4	**กิจกรรมการเรียนรู้**			

ตารางที่ 28 ค่าเฉลี่ยความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 12

ข้อ	รายการประเมิน	$\overline{X}$	S	สรุป
4.1	ขั้นที่ 1 ขั้นนำเสนอปัญหา	5.00	0.00	**มากที่สุด**
4.2	ขั้นที่ 2 ขั้นลงมือปฏิบัติกิจกรรม	4.60	0.89	**มากที่สุด**
4.3	ขั้นที่ 3 ขั้นนำเสนอ	5.00	0.00	**มากที่สุด**
4.4	ขั้นที่ 4 ขั้นสรุป	4.60	0.89	**มากที่สุด**
5	สื่อและแหล่งการเรียนรู้	4.80	0.45	**มากที่สุด**
6	การวัดผลและประเมินผลการเรียนรู้	4.80	0.45	**มากที่สุด**
	เฉลี่ย	**4.82**	**0.36**	**มากที่สุด**

จากตารางที่ 28 ค่าเฉลี่ยความคิดเห็นของผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 12 โดยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน พบว่า มีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับมากที่สุด ($\overline{X}$ = 4.82, S = 0.36) เมื่อพิจารณารายข้อ พบว่า จากคะแนนเฉลี่ย 3.51 ขึ้นไป และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานไม่เกิน 1.00 ถือว่าเป็นแผนการจัดการเรียนรู้ที่สามารถนำไปใช้ได้

ตารางที่ 29 ค่าเฉลี่ยความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้

แผนที่	$\overline{X}$	S	สรุป
1	4.82	0.36	**มากที่สุด**
2	4.91	0.16	**มากที่สุด**
3	4.89	0.21	**มากที่สุด**
4	4.84	0.31	**มากที่สุด**
5	4.82	0.36	**มากที่สุด**
6	4.84	0.31	**มากที่สุด**
7	4.84	0.31	**มากที่สุด**
8	4.82	0.36	**มากที่สุด**
9	4.84	0.31	**มากที่สุด**
10	4.84	0.31	**มากที่สุด**
11	4.82	0.36	**มากที่สุด**
12	4.82	0.36	**มากที่สุด**
เฉลี่ย	**4.84**	**0.31**	**มากที่สุด**

จากตารางที่ 29 ค่าเฉลี่ยความคิดเห็นของผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ โดยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน พบว่า มีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับมากที่สุด ($\overline{X}$ = 4.84, S = 0.31) เมื่อพิจารณารายข้อ พบว่า จากคะแนนเฉลี่ย 3.51 ขึ้นไป และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานไม่เกิน 1.00 ถือว่าเป็นแผนการจัดการเรียนรู้ที่สามารถนำไปใช้ได้

ตารางที่ 30 ค่าดัชนีสอดคล้องระหว่างแบบทดสอบกับจุดประสงค์ (IOC) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางคณิตศาสตร์ เรื่องความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติ

ข้อที่	ความคิดเห็นผู้เชี่ยวชาญ					ค่า IOC	สรุปผล
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5		
1	0	+1	+1	+1	+1	0.8	**ใช้ได้**
2	0	+1	+1	+1	+1	0.8	**ใช้ได้**
3	+1	+1	+1	+1	+1	1.0	**ใช้ได้**
4	+1	+1	-1	+1	+1	0.6	**ใช้ได้**
5	-1	+1	+1	+1	+1	0.6	**ใช้ได้**
6	+1	+1	+1	+1	+1	1.0	**ใช้ได้**
7	+1	+1	+1	+1	+1	1.0	**ใช้ได้**
8	+1	+1	+1	+1	+1	1.0	**ใช้ได้**
9	-1	+1	+1	+1	+1	0.6	**ใช้ได้**
10	+1	+1	+1	+1	+1	1.0	**ใช้ได้**
11	+1	+1	+1	+1	+1	1.0	**ใช้ได้**
12	+1	+1	+1	+1	+1	1.0	**ใช้ได้**
13	+1	+1	+1	+1	+1	1.0	**ใช้ได้**
14	-1	+1	+1	+1	+1	0.6	**ใช้ได้**
15	+1	+1	+1	+1	+1	1.0	**ใช้ได้**
16	+1	+1	+1	+1	+1	1.0	**ใช้ได้**
17	0	+1	+1	+1	+1	0.8	**ใช้ได้**
18	0	+1	+1	+1	+1	0.8	**ใช้ได้**

ตารางที่ 30 (ต่อ)

ข้อที่	ความคิดเห็นผู้เชี่ยวชาญ					ค่า IOC	สรุปผล
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5		
19	+1	+1	+1	+1	+1	1.0	**ใช้ได้**
20	+1	+1	+1	+1	+1	1.0	**ใช้ได้**
21	-1	+1	+1	+1	+1	0.6	**ใช้ได้**
22	-1	+1	+1	+1	+1	0.6	**ใช้ได้**
23	+1	+1	+1	+1	+1	1.0	**ใช้ได้**
24	+1	+1	+1	+1	+1	1.0	**ใช้ได้**
25	+1	+1	+1	+1	0	0.8	**ใช้ได้**
26	+1	+1	+1	+1	+1	1.0	**ใช้ได้**
27	+1	+1	+1	+1	+1	1.0	**ใช้ได้**
28	+1	+1	+1	+1	+1	1.0	**ใช้ได้**
29	+1	+1	+1	+1	+1	1.0	**ใช้ได้**
30	+1	+1	+1	+1	+1	1.0	**ใช้ได้**
31	+1	+1	+1	+1	+1	1.0	**ใช้ได้**
32	+1	+1	+1	+1	+1	1.0	**ใช้ได้**
33	+1	+1	+1	+1	+1	1.0	**ใช้ได้**
34	+1	+1	+1	+1	+1	1.0	**ใช้ได้**
35	+1	+1	+1	+1	+1	1.0	**ใช้ได้**
36	+1	+1	+1	+1	+1	1.0	**ใช้ได้**
37	+1	+1	+1	+1	+1	1.0	**ใช้ได้**
38	+1	+1	+1	+1	+1	1.0	**ใช้ได้**
39	+1	+1	+1	+1	+1	1.0	**ใช้ได้**
40	+1	+1	+1	+1	+1	1.0	**ใช้ได้**
41	+1	+1	+1	+1	+1	1.0	**ใช้ได้**
42	0	+1	+1	+1	+1	0.8	**ใช้ได้**
43	-1	+1	+1	+1	+1	0.6	**ใช้ได้**

ตารางที่ 30 (ต่อ)

ข้อที่	ความคิดเห็นผู้เชี่ยวชาญ					ค่า IOC	สรุปผล
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5		
44	+1	+1	+1	+1	+1	1.0	**ใช้ได้**
45	+1	+1	+1	+1	0	0.8	**ใช้ได้**
46	+1	+1	+1	+1	+1	1.0	**ใช้ได้**
47	+1	+1	+1	+1	+1	1.0	**ใช้ได้**
48	+1	+1	+1	+1	0	0.8	**ใช้ได้**
49	+1	+1	+1	+1	+1	1.0	**ใช้ได้**

คัดเลือกแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางคณิตศาสตร์ ข้อที่มีค่าดัชนีความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (IOC) โดยพิจารณาจากค่า IOC $\geq$ 0.5 จึงคัดเลือกข้อที่มีค่า IOC ตั้งแต่ 0.60-1.00 จำนวน 49 ข้อ

ตารางที่ 31 ผลการวิเคราะห์ค่าความยาก (*P*) และค่าอำนาจจำแนก (*r*) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางคณิตศาสตร์ เรื่องความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติ

ข้อที่	*P*	*r*	การพิจารณา	ข้อที่	*P*	*r*	การพิจารณา
1	0.56	0.89	คัดเลือก	23	0.72	0.33	คัดเลือก
2	0.44	0.22	ไม่คัดเลือก	24	0.72	0.11	ไม่คัดเลือก
3	0.56	-0.22	ไม่คัดเลือก	25	0.28	0.22	ไม่คัดเลือก
4	0.56	0.22	คัดเลือก	26	0.56	0.44	คัดเลือก
5	0.67	0.44	คัดเลือก	27	0.72	0.56	คัดเลือก
6	0.78	0.00	ไม่คัดเลือก	28	0.44	0.11	ไม่คัดเลือก
7	0.67	0.44	คัดเลือก	29	0.39	0.56	คัดเลือก
8	0.67	0.22	ไม่คัดเลือก	30	0.56	0.00	ไม่คัดเลือก
9	0.06	0.11	ไม่คัดเลือก	31	0.72	0.33	คัดเลือก

ตารางที่ 31 (ต่อ)

ข้อที่	*P*	*r*	การพิจารณา	ข้อที่	*P*	*r*	การพิจารณา
10	0.67	0.22	คัดเลือก	32	0.11	-0.22	ไม่คัดเลือก
11	0.78	0.56	คัดเลือก	33	0.61	0.56	คัดเลือก
12	0.78	-0.11	ไม่คัดเลือก	34	0.67	0.22	ไม่คัดเลือก
13	0.67	0.44	คัดเลือก	35	0.67	0.44	คัดเลือก
14	0.56	0.00	ไม่คัดเลือก	36	0.89	0.22	ไม่คัดเลือก
15	0.72	0.56	คัดเลือก	37	0.72	0.56	คัดเลือก
16	0.83	0.33	ไม่คัดเลือก	38	0.67	0.22	ไม่คัดเลือก
17	0.61	0.56	คัดเลือก	39	1.00	0.00	ไม่คัดเลือก
18	0.78	0.00	ไม่คัดเลือก	40	0.67	0.44	คัดเลือก
19	0.72	0.33	คัดเลือก	41	0.56	0.67	คัดเลือก
20	0.83	0.11	ไม่คัดเลือก	42	0.44	0.22	ไม่คัดเลือก
21	0.50	-0.11	ไม่คัดเลือก	43	0.72	0.56	คัดเลือก
22	0.72	0.56	คัดเลือก	44	0.72	0.33	คัดเลือก
45	0.17	0.33	ไม่คัดเลือก	48	0.17	-0.33	ไม่คัดเลือก
46	0.61	0.56	คัดเลือก	49	0.61	0.56	คัดเลือก
47	0.67	0.33	ไม่คัดเลือก				

คัดเลือกแบบทดสอบแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางคณิตศาสตร์ ที่ครอบคลุมจุดประสงค์การเรียนรู้เฉพาะข้อที่มีค่าความยาก (*P*) ตั้งแต่ 0.28-0.78 ซึ่งเป็นความยากพอเหมาะ ไม่ยากหรือไม่ง่ายเกินไป และคัดเลือกข้อที่มีค่าอำนาจจำแนก (*r*) ตั้งแต่ 0.20-0.61 ซึ่งเป็นข้อที่สามารถจำแนกนักเรียนอ่อนและเก่งได้ โดยคัดเลือกแบบทดสอบทั้งหมดจำนวน 25 ข้อ ไปใช้ในครั้งต่อไป คือ ข้อ 1, 4, 5, 7, 10, 11, 13, 15, 17, 19, 22, 23, 26, 27, 29, 31, 33, 35, 37, 40, 41, 43, 44, 46, 49

ตารางที่ 32 ค่า p และ q ที่ใช้ในการหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติ

ข้อที่	*p*	*q*	*pq*	ข้อที่	*p*	*q*	*pq*
1	0.56	0.44	0.25	14	0.72	0.28	0.20
2	0.56	0.44	0.25	15	0.39	0.61	0.24
3	0.67	0.33	0.22	16	0.72	0.28	0.20
4	0.67	0.33	0.22	17	0.61	0.39	0.24
5	0.67	0.33	0.22	18	0.67	0.33	0.22
6	0.78	0.22	0.17	19	0.72	0.28	0.20
7	0.67	0.33	0.22	20	0.67	0.33	0.22
8	0.72	0.28	0.20	21	0.56	0.44	0.25
9	0.61	0.39	0.24	22	0.72	0.28	0.20
10	0.72	0.28	0.20	23	0.72	0.28	0.20
11	0.72	0.28	0.20	24	0.61	0.39	0.24
12	0.72	0.28	0.20	25	0.61	0.39	0.24
13	0.56	0.44	0.25		รวม		5.49

ตารางที่ 33 ค่า $\sum x$, $\sum x^2$ ทั้งฉบับที่ใช้ในการหาค่า S_t^2 เพื่อใช้แทนค่าในสูตรการหาความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางคณิตศาสตร์ เรื่องความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิต
สองมิติและสามมิติ

คนที่	*x*	x^2	คนที่	*x*	x^2
1	5	25	10	14	196
2	7	49	11	19	361
3	8	64	12	18	324
4	12	144	13	20	400
5	12	144	14	20	400
6	11	121	15	20	400
7	9	81	16	22	484

ตารางที่ 33 (ต่อ)

คนที่	x	x^2	คนที่	x	x^2
8	15	225	17	24	576
9	18	324	18	23	529
	$\sum x$ **= 277**			$\sum x^2$ **= 4,847**	

ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางคณิตศาสตร์ โดยใช้สูตรการคำนวณจากสูตร KR-20 ของ คูเดอร์-ริชาร์ตสัน

$$s_t^2 = \frac{n\sum x^2 - \left(\sum x\right)^2}{n(n-1)}$$

$$s_t^2 = \frac{18(4{,}847) - (277)^2}{18(18-1)}$$

$$= \frac{87{,}246 - 76{,}729}{306}$$

$$= \frac{10{,}517}{306}$$

$$= 34.37$$

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

$$r_{tt} = \frac{25}{25-1}\left\{1 - \frac{5.49}{34.37}\right\}$$

$$= \frac{25}{24}\left\{\frac{34.37 - 5.75}{34.37}\right\}$$

$$= \frac{25}{24}\left\{\frac{28.62}{34.37}\right\}$$

$$= \frac{25}{24}\{0.83\}$$

$$= 0.86$$

สรุป ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางคณิตศาสตร์ มีค่าเท่ากับ 0.86

ตารางที่ 34 ค่าดัชนีสอดคล้องระหว่างแบบทดสอบกับจุดประสงค์ (IOC) ของแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้ทางคณิตศาสตร์ เรื่องความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติ

ข้อที่	ความคิดเห็นผู้เชี่ยวชาญ					ค่า IOC	สรุปผล
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5		
1	0	+1	+1	+1	+1	0.8	ใช้ได้
2	+1	+1	+1	+1	+1	1.0	ใช้ได้
3	-1	+1	+1	+1	+1	0.6	ใช้ได้
4	0	+1	+1	0	+1	0.6	ใช้ได้
5	+1	+1	+1	+1	+1	1.0	ใช้ได้
6	+1	+1	+1	+1	+1	1.0	ใช้ได้
7	0	+1	+1	+1	+1	0.8	ใช้ได้
8	0	+1	+1	+1	+1	0.8	ใช้ได้
9	-1	+1	+1	+1	+1	0.6	ใช้ได้
10	-1	+1	+1	+1	+1	0.6	ใช้ได้
11	+1	+1	0	+1	+1	0.8	ใช้ได้
12	+1	+1	0	+1	+1	0.8	ใช้ได้
13	+1	+1	0	+1	+1	0.8	ใช้ได้
14	+1	+1	0	+1	+1	0.8	ใช้ได้
15	+1	+1	+1	+1	+1	1.0	ใช้ได้
16	+1	+1	+1	+1	+1	1.0	ใช้ได้
17	0	+1	0	+1	+1	0.6	ใช้ได้
18	0	+1	0	+1	+1	0.6	ใช้ได้
19	+1	+1	+1	+1	+1	1.0	ใช้ได้
20	+1	+1	+1	+1	0	0.8	ใช้ได้
21	+1	+1	+1	+1	0	0.8	ใช้ได้
22	+1	+1	+1	+1	+1	1.0	ใช้ได้

คัดเลือกแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้ทางคณิตศาสตร์ ข้อที่มีค่าดัชนีความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (IOC) โดยพิจารณาจากค่า IOC $\geq$ 0.5 จึงคัดเลือกข้อที่มีค่า IOC ตั้งแต่ 0.60-1.00 จำนวน 22 ข้อ

ตารางที่ 35 ผลการวิเคราะห์ความง่าย (P_E) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ โดยใช้การวิเคราะห์ข้อสอบอัตนัยของวิทนีย์และซาเบอร์ส โดยใช้เทคนิค 25% เรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติ

ข้อที่	P_E	r	การพิจารณา	ข้อที่	P_E	r	การพิจารณา
1	0.32	0.26	คัดเลือก	12	0.23	0.20	ไม่คัดเลือก
2	0.20	0.15	ไม่คัดเลือก	13	0.31	0.19	ไม่คัดเลือก
3	0.30	0.26	คัดเลือก	14	0.29	0.26	คัดเลือก
4	0.25	0.24	ไม่คัดเลือก	15	0.32	0.37	คัดเลือก
5	0.25	0.24	ไม่คัดเลือก	16	0.25	0.20	ไม่คัดเลือก
6	0.30	0.27	คัดเลือก	17	0.28	0.19	ไม่คัดเลือก
7	0.37	0.33	คัดเลือก	18	0.34	0.30	คัดเลือก
8	0.27	0.20	ไม่คัดเลือก	19	0.31	0.11	ไม่คัดเลือก
9	0.23	0.17	ไม่คัดเลือก	20	0.36	0.21	คัดเลือก
10	0.31	0.35	คัดเลือก	21	0.31	0.13	ไม่คัดเลือก
11	0.33	0.26	คัดเลือก	22	0.35	0.29	คัดเลือก

คัดเลือกแบบทดสอบแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ที่ครอบคลุมจุดประสงค์การเรียนรู้เฉพาะข้อที่มีค่าความยาก (P) ตั้งแต่ 0.29-0.37 ซึ่งเป็นความยากพอเหมาะ ไม่ยากหรือไม่ง่ายเกินไป และคัดเลือกข้อที่มีค่าอำนาจจำแนก (r) ตั้งแต่ 0.26-0.37 ซึ่งเป็นข้อที่สามารถจำแนกนักเรียนอ่อนและเก่งได้ โดยคัดเลือกแบบทดสอบทั้งหมดจำนวน 20 ข้อ ไปใช้ในครั้งต่อไป คือ ข้อ 1, 3, 6, 7, 10, 11, 14, 15, 18, 20, 22

ตารางที่ 36 ค่า $\sum x_i$, $\sum x_i^2$ และ s_i^2 เพื่อใช้แทนค่าในสูตรการหาความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่องความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติ

ข้อที่	$\sum x_i$	$\sum x_i^2$	s_i^2
1	35	1,225	1.16
2	32	1,024	1.06
3	32	1,024	1.11
4	32	1,024	1.22
5	33	1,089	1.20
6	36	1,296	1.03
7	31	961	1.02
8	33	1,089	1.04
9	37	1,369	1.06
10	119	14,161	2.25
11	115	13,225	2.23
			$\sum s_i^2$ = 14.38

ตารางที่ 37 ค่า $\sum x$, $\sum x^2$ ทั้งฉบับที่ใช้ในการหาค่า S_t^2 เพื่อใช้แทนค่าในสูตรการหาความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติ

คนที่	x	x^2	คนที่	x	x^2
1	22	484	10	42	1,764
2	18	324	11	21	441
3	17	289	12	42	1,764
4	13	484	13	41	1,681
5	22	324	14	40	1,600
6	18	324	15	41	1,681
7	18	324	16	44	1,936

ตารางที่ 37 (ต่อ)

คนที่	x	x^2	คนที่	x	x^2
8	17	289	17	41	1,681
9	37	1,369	18	41	1,681
				$\sum x = 535$	$\sum x^2 = 18,285$

ค่าความแปรปรวนของแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ที่ใช้ในการหาค่าความเชื่อมั่น (α-Coefficient)

$$s_t^2 = \frac{N\sum x^2 - \left(\sum x\right)^2}{N(N-1)}$$

$$s_t^2 = \frac{18(18,285) - (535)^2}{18(18-1)}$$

$$= \frac{329,130 - 286,225}{306}$$

$$= \frac{42,905}{306}$$

$$= 140.21$$

หาค่าความเชื่อมั่น (α-Coefficient)

$$\alpha = \frac{k}{k-1}\left\{1 - \frac{\sum s_i^2}{s_t^2}\right\}$$

$$\alpha = \frac{22}{22-1}\left\{1 - \frac{14.38}{140.21}\right\}$$

$$= 1.05 \times \left(\frac{140.21 - 14.38}{140.21}\right)$$

$$= 1.05 \times \left(\frac{125.84}{140.21}\right)$$

$$= 1.05 \times 0.90$$

$$= 0.94$$

สรุป ค่าความเชื่อมั่น (α-Coefficient) ของแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ มีค่าเท่ากับ 0.94

ภาคผนวก ค

- คะแนนแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางคณิตศาสตร์
- คะแนนแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

ตารางที่ 38 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางคณิตศาสตร์ หลังจากจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสอนแนะให้รู้คิด (CGI) เรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

นักเรียนคนที่	**คะแนนของนักเรียนแต่ละคน (*X*)** **(คะแนนเต็ม 25)**	
1	20	
2	19	
3	22	
4	18	
5	18	
6	20	
7	18	
8	20	
9	19	
10	19	
รวม	193	**□ = 19.30**

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางคณิตศาสตร์ หลังจากจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสอนแนะให้รู้คิด (CGI) เรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เกณฑ์ร้อยละ 70 คะแนนนักเรียนที่ได้รับจากการจัดการเรียนรู้แบบสอนแนะให้รู้คิด (CGI) คิดเป็นร้อยละ 77.20

ตารางที่ 39 แบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ หลังจากจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสอนแนะให้รู้คิด (CGI) เรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

นักเรียนคนที่	**คะแนนของนักเรียนแต่ละคน (*X*) (คะแนนเต็ม 45)**	
1	40	
2	37	
3	33	
4	35	
5	36	
6	35	
7	32	
8	33	
9	33	
10	36	
รวม	350	**□ = 35.00**

แบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ หลังจากจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสอนแนะให้รู้คิด (CGI) เรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เกณฑ์ร้อยละ 70 คะแนนนักเรียนที่ได้รับจากการจัดการเรียนรู้แบบสอนแนะให้รู้คิด (CGI) คิดเป็นร้อยละ 77.78

ภาคผนวก ง

- ตัวอย่างแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสอนแนะให้รู้คิด (CGI)
- แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางคณิตศาสตร์
- แบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

แผนการจัดการเรียนรู้ 1

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1	หน่วยการเรียนรู้ที่ 4
รายวิชา คณิตศาสตร์พื้นฐาน รหัสวิชา ค 21101	กลุ่มสาระการเรียนรู้ คณิตศาสตร์
เรื่อง ลักษณะและส่วนประกอบของรูปเรขาคณิตสองมิติ	จำนวน 1 ชั่วโมง
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1	วันที่ 29 เดือน กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2559

1. จุดประสงค์

ด้านความรู้

นักเรียนสามารถอธิบายลักษณะและส่วนประกอบของรูปเรขาคณิตสองมิติจากรูปภาพที่กำหนดให้ได้

ด้านทักษะกระบวนการ

นักเรียนสามารถให้เหตุผลประกอบการอธิบายลักษณะและส่วนประกอบของรูปเรขาคณิตสองมิติจากรูปภาพที่กำหนดให้ได้

2. สาระสำคัญ

ลักษณะแบบปิด แบ่งออกเป็น 2 กลุ่มใหญ่ ๆ คือ กลุ่มที่ 1 กลุ่มที่มีมุมและด้านของรูปเป็นส่วนของเส้นตรง และ กลุ่มที่ 2 กลุ่มที่ไม่มีมุมและมีด้านของรูปเป็นส่วนโค้ง

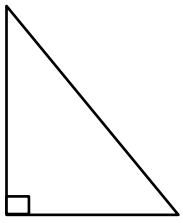
3. สาระการเรียนรู้

รูปเรขาคณิต เป็นรูปที่ประกอบด้วย จุด เส้นตรง เส้นโค้ง ระนาบ ฯลฯ อย่างน้อยหนึ่งอย่าง

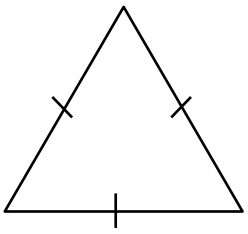
1. รูปเรขาคณิตสองมิติ แบ่งออกเป็น 2 กลุ่มใหญ่ ๆ ได้แก่

กลุ่มที่ 1 กลุ่มที่มีมุมและด้านของรูปเป็นส่วนของเส้นตรง มีดังนี้

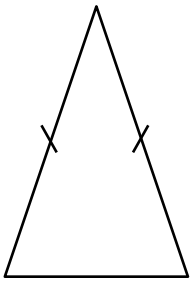
รูปสามเหลี่ยม



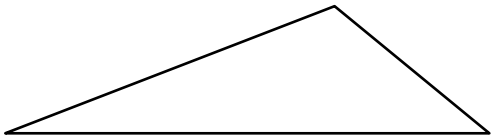
รูปสามเหลี่ยมมุมฉาก



รูปสามเหลี่ยมด้านเท่า

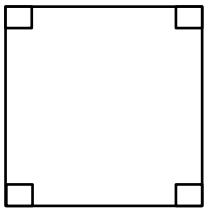


รูปสามเหลี่ยมหน้าจั่ว



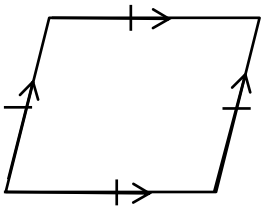
รูปสามเหลี่ยมด้านไม่เท่า

รูปสี่เหลี่ยม

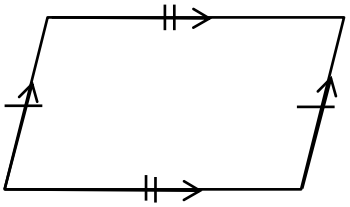


รูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส

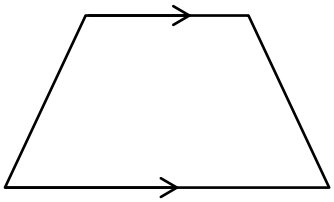
รูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า



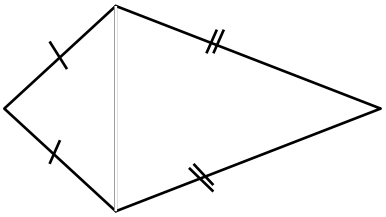
รูปสี่เหลี่ยมขนมเปียกปูน



รูปสี่เหลี่ยมด้านขนาน

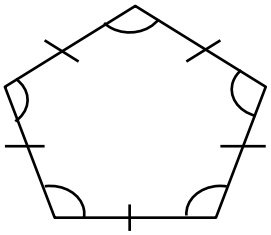


รูปสี่เหลี่ยมคางหมู

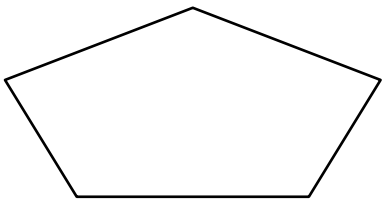


รูปสี่เหลี่ยมรูปว่าว

รูปห้าเหลี่ยม

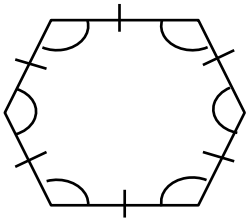


รูปห้าเหลี่ยมด้านเท่า

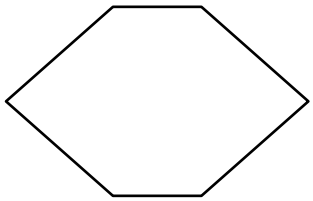


รูปห้าเหลี่ยมด้านไม่เท่า

รูปหกเหลี่ยม



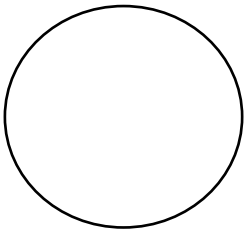
รูปหกเหลี่ยมด้านเท่า



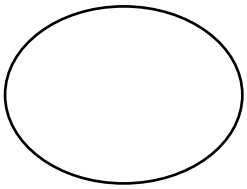
รูปหกเหลี่ยมด้านไม่เท่า

กลุ่มที่ 2 กลุ่มที่ไม่มีมุมและมีด้านของรูปเป็นส่วนโค้ง มีดังนี้

รูปวงกลม



รูปวงรี



4. กิจกรรมการเรียนรู้

ขั้นที่ 1 ขั้นนำเสนอปัญหา

1. ผู้สอนกระตุ้นความสนใจเกี่ยวกับ เรื่อง รูปเรขาคณิตสองมิติ โดยการยกตัวอย่างสิ่งของที่นักเรียนพบเห็นได้ในชีวิตประจำวันมาให้นักเรียนสังเกต และให้นักเรียนยกตัวอย่างเพิ่มเติมว่ามีสิ่งของใดที่มีขนาดใกล้เคียงกับสิ่งของเหล่านี้บ้าง เช่น แผ่นป้ายจราจร กระดาษ A4 แผ่น CD ไม้ฉาก เป็นต้น

2. ผู้สอนใช้คำถามเพื่อทบทวนความรู้เกี่ยวกับลักษณะของมิติต่าง ๆ จากสถานการณ์ดังต่อไปนี้

- นักเรียนเคยเห็นจุดไหม ? (เคย)
- นักเรียนเคยเห็นส่วนของเส้นตรงไหม ? (เคย)
- จุด กับส่วนของเส้นตรงต่างกันอย่างไร ? (จุดไม่มีความยาว แต่ส่วนของเส้นตรงมีความยาว)
- นักเรียนรู้จักรูปเรขาคณิตไหม ? (รู้จัก)
- รูปเรขาคณิตมีรูปอะไรบ้าง ? (รูปวงกลม, รูปวงรี, รูปสี่เหลี่ยม, รูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า, รูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส, รูปสามเหลี่ยม, รูปสามเหลี่ยมหน้าจั่ว, รูปสามเหลี่ยมด้านเท่า, รูปห้าเหลี่ยม, รูปหกเหลี่ยม, รูปเจ็ดเหลี่ยม, รูปแปดเหลี่ยม, ฯลฯ)

- เส้นตรงกับรูปสี่เหลี่ยมต่างกันอย่างไร ? (เส้นตรงมีแต่ความยาว ส่วนรูปสี่เหลี่ยมมีทั้งความยาวและความกว้าง)

- รูปสี่เหลี่ยมประกอบด้วยอะไรบ้าง ? (ให้นักเรียนนำความรู้ข้างต้นมาตอบ ก็จะตอบว่าจุดและส่วนของเส้นตรง)

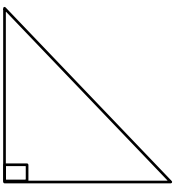
- ถ้าส่วนของเส้นตรงเป็นรูปหนึ่งมิติแล้ว จุดและรูปสี่เหลี่ยมจะมีกี่มิติ เพราะเหตุใดจึงเป็นเช่นนั้น ? (ครูจะคอยใช้คำถามช่วย เช่น จุดกับเส้นตรงต่างกันอย่างไร ? เส้นตรงกับรูปสี่เหลี่ยมต่างกันอย่างไร ? จุดไม่มีมิติเพราะจุดไม่มีความยาว แต่รูปสี่เหลี่ยมมีสองมิติเพราะมีความยาวและความกว้าง)

- รูปวงกลม กับรูปสี่เหลี่ยมต่างกันอย่างไร ? (รูปวงกลมเป็นรูปที่ไม่มีมุม และมีเส้นขอบโค้งปิดล้อมรอบเป็นวงกลม, รูปสี่เหลี่ยมมุมสี่มุม ด้านสี่ด้าน)

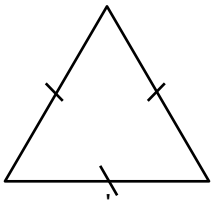
3. ผู้สอนและนักเรียนร่วมกันจัดกลุ่มรูปเรขาคณิตสองมิติพร้อมทั้งวาดภาพประกอบโดยผู้สอนใช้คำถามช่วย

- มีรูปเรขาคณิตรูปใดบ้างที่มีมุมและด้านของรูปเป็นส่วนของเส้นตรง ?

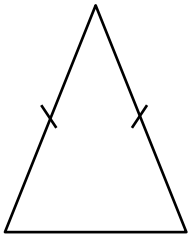
รูปสามเหลี่ยม



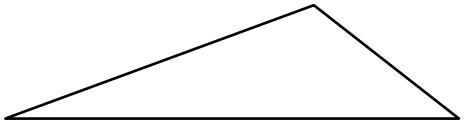
รูปสามเหลี่ยมมุมฉาก



รูปสามเหลี่ยมด้านเท่า

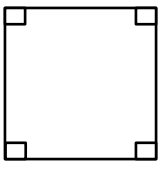


รูปสามเหลี่ยมหน้าจั่ว



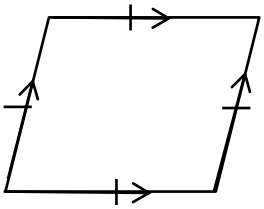
รูปสามเหลี่ยมด้านไม่เท่า

รูปสี่เหลี่ยม

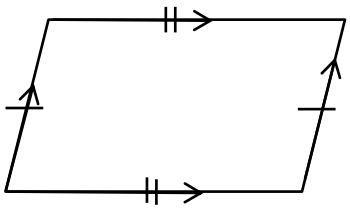


รูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส

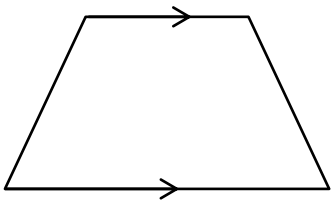
รูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า



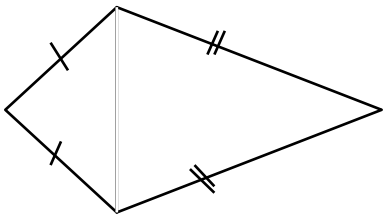
รูปสี่เหลี่ยมขนมเปียกปูน



รูปสี่เหลี่ยมด้านขนาน

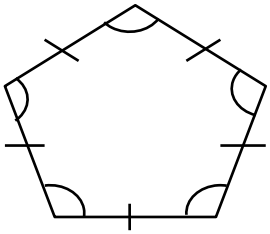


รูปสี่เหลี่ยมคางหมู

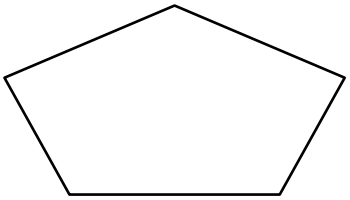


รูปสี่เหลี่ยมรูปว่าว

รูปห้าเหลี่ยม

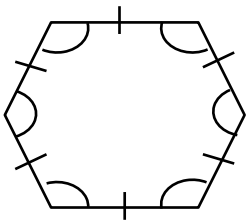


รูปห้าเหลี่ยมด้านเท่า

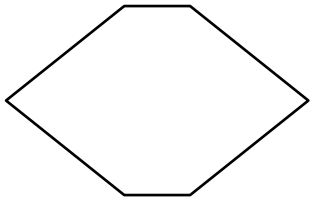


รูปห้าเหลี่ยมด้านไม่เท่า

รูปหกเหลี่ยม



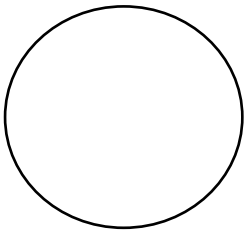
รูปหกเหลี่ยมด้านเท่า



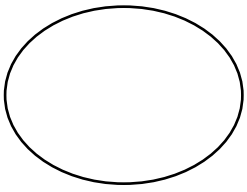
รูปหกเหลี่ยมด้านไม่เท่า

- มีรูปเรขาคณิตรูปใดบ้างที่ไม่มีมุมและมีด้านของรูปเป็นส่วนโค้ง ?

รูปวงกลม



รูปวงรี



- รูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสมีประกอบด้วยอะไรบ้าง ? มีลักษณะอย่างไร ?

(ประกอบด้วยมุมฉาก และส่วนของเส้นตรง มีลักษณะ คือ มีมุมสี่มุม ด้านสี่ด้านด้านตรงข้ามขนานกัน ด้านทุกด้านยาวเท่ากันและมุมทุกมุมเป็นมุมฉาก)

- รูปสามเหลี่ยมด้านเท่ากับรูปสามเหลี่ยมหน้าจั่วต่างกันหรือไม่ ? ถ้าต่าง ต่างกันอย่างไร ? ถ้าเหมือน เหมือนกันอย่างไร ?

(ต่างกันเพราะรูปสามเหลี่ยมด้านเท่ามีด้านทั้งสามยาวเท่ากัน แต่รูปสามเหลี่ยมหน้าจั่วมีด้านที่ยาวเท่ากันสองด้าน)

4. ผู้สอนให้นักเรียนแบ่งกลุ่ม กลุ่มละ 4-5 คน และแจกใบกิจกรรมที่ 1 เรื่อง ลักษณะและส่วนประกอบของรูปเรขาคณิตสองมิติ

ขั้นที่ 2 ขั้นลงมือปฏิบัติกิจกรรม

5. ผู้สอนเปิดโอกาสให้ นักเรียนทำความเข้าใจ และลงมือคิดหาคำตอบจากสถานการณ์ในใบกิจกรรมที่ 1 เรื่อง ลักษณะและส่วนประกอบของรูปเรขาคณิตสองมิติ โดยจะให้นักเรียนอ่านและทำความเข้าใจในประเด็นต่าง ๆ และใช้คำถามช่วย เช่น

- นักเรียนเข้าใจโจทย์ปัญหาหรือไม่ ? (เข้าใจ/ ไม่เข้าใจ)

- ถ้าไม่เข้าใจนักเรียนไม่เข้าใจตรงไหน ? (ถ้ามีน้อยผู้สอนจะเดินเข้าไปอธิบายเป็นรายกลุ่มหรือบุคคลหรือถ้ามีหลายคนหรือหลายกลุ่มผู้สอนจะอธิบายพร้อม ๆ กันหน้าชั้นเรียน) จากนั้นนักเรียนลงมือคิดวิเคราะห์เพื่อให้ได้มาซึ่งคำตอบที่ใช้แนวคิดของตนเอง ซึ่งผู้สอนเปิดโอกาสให้นักเรียนมีอิสระ แต่จะคอยสังเกตดู, สนับสนุนการเรียนรู้, ตอบข้อสงสัย, และใช้คำถามกระตุ้นให้นักเรียน เช่น

- รูปเรขาคณิตรูปนี้มีมุมหรือไม่ ถ้ามี มีกี่มุม ?

(ถ้ามีนักเรียนก็จะบอกจำนวนของมุมก็จะทำให้นักเรียนทราบว่าเป็นรูปเรขาคณิตชนิดใด)

- รูปเรขาคณิตรูปนี้ประกอบด้วยอะไรบ้าง ?

(นักเรียนก็จะบอกส่วนประกอบของรูปเรขาคณิตรูปนั้น)

ขั้นที่ 3 ขั้นนำเสนอ

6. เมื่อนักเรียนทุกกลุ่มทำกิจกรรมเสร็จแล้ว ผู้สอนจะเลือกสุ่มนักเรียนออกมานำเสนอแนวคิดและวิธีการในการตอบคำถามของตนเอง โดยแต่ละกลุ่มจะส่งตัวแทนออกมานำเสนอและมีการอภิปรายแลกเปลี่ยนแนวคิดในการตอบคำถามระหว่างกัน ซึ่งผู้สอนและนักเรียน ร่วมกันอภิปรายในประเด็นที่น่าสนใจของคำถามของแต่ละกลุ่มพร้อมแสดงเหตุผลในการตอบนั้น ๆ

ขั้นที่ 4 ขั้นสรุป

7. ผู้สอนและนักเรียนร่วมกันอภิปราย สรุปคำตอบ ความรู้ วิธีการที่ใช้ หรือแนวคิดที่ได้จากการตอบคำถาม ซึ่งได้มาหลังจากที่นักเรียนรายงานคำตอบ วิธีการและเหตุผลของตนเองแล้ว ซึ่งผู้สอนจะเป็นผู้นำในการอภิปรายสรุปประเด็นต่าง ๆ ที่ได้จากการตอบคำถามของนักเรียน โดยใช้การถาม เช่น คำตอบของแต่ละกลุ่มเหมือนหรือต่างกันอย่างไร เหตุผลที่ใช้ในคำตอบของแต่ละกลุ่มเหมือนหรือแตกต่างกันอย่างไร เหตุผลนั้นสมเหตุสมผลหรือไม่ และนักเรียนคิดว่าสามารถตอบเป็นอย่างอื่นได้อีกหรือไม่ เพราะเหตุใดจึงได้คำตอบนี้ เป็นต้น จากนั้นนักเรียนและผู้สอนร่วมกันสรุปความรู้โดยใช้คำถามนำ ดังต่อไปนี้

- จุดไม่มีมิติ
- ส่วนของเส้นตรง มีหนึ่งมิติ
- รูปเรขาคณิตมีสองมิติ
- รูปเรขาคณิตสองมิติแบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มที่ 1 กลุ่มที่มีขอบหรือด้านของรูปเป็นส่วนของเส้นตรง และกลุ่มที่ 2 กลุ่มที่มีขอบหรือด้านของรูปเป็นส่วนโค้ง
- รูปเรขาคณิตสองมิติแต่ละรูปถูกเรียกชื่อตามลักษณะและส่วนประกอบของรูปเรขาคณิตนั้น ๆ
- นักเรียนสามารถอธิบายและให้เหตุผลถึงลักษณะและส่วนประกอบของรูปเรขาคณิตสองมิติต่าง ๆ ได้
- นักเรียนสามารถอธิบายและให้เหตุผลถึงความแตกต่างของของรูปเรขาคณิตสองมิติต่าง ๆ ได้

8. ผู้สอนแจกใบงานที่ 1 เรื่อง ลักษณะและส่วนประกอบของรูปเรขาคณิตสองมิติ ให้นักเรียนทำเป็นการบ้าน

5. สื่อ/ แหล่งการเรียนรู้

1. ใบกิจกรรมที่ 1 เรื่อง ลักษณะและส่วนประกอบของรูปเรขาคณิตสองมิติ
2. ใบงานที่ 1 เรื่อง ลักษณะและส่วนประกอบของรูปเรขาคณิตสองมิติ

6. การวัดและประเมินผล

รายการ	วิธีวัด	เครื่องมือ	เกณฑ์การวัด
ด้านความรู้ นักเรียนสามารถอธิบายลักษณะและส่วนประกอบของรูปเรขาคณิตสองมิติจากรูปภาพที่กำหนดให้ได้	การตรวจใบงานที่ 1 เรื่อง ลักษณะและส่วนประกอบของรูปเรขาคณิตสองมิติ	ใบงานที่ 1 เรื่อง ลักษณะและส่วนประกอบของรูปเรขาคณิตสองมิติ	ทำได้ถูกต้องร้อยละ 70 ขึ้นไป
ด้านกระบวนการ นักเรียนสามารถให้เหตุผลประกอบการอธิบายลักษณะและส่วนประกอบของรูปเรขาคณิตสองมิติจากรูปภาพที่กำหนดให้ได้	การตรวจใบงานที่ 1 เรื่อง ลักษณะและส่วนประกอบของรูปเรขาคณิตสองมิติ	ใบงานที่ 1 เรื่อง ลักษณะและส่วนประกอบของรูปเรขาคณิตสองมิติ	สามารถในการให้เหตุผลถูกต้องร้อยละ 70 ขึ้นไป
ด้านคุณลักษณะ 1. เข้าเรียนตรงเวลา 2. การใฝ่รู้ใฝ่เรียน 3. มีส่วนร่วมในการเรียนรู้ 4. เอาใจใส่ในการเรียน 5. เข้าร่วมกิจกรรมการเรียนรู้ต่าง ๆ ภายในห้องเรียน	การสังเกตพฤติกรรม	แบบสังเกตพฤติกรรม	มีผลการประเมินตั้งแต่ระดับดีขึ้นไป

บันทึกหลังจัดกิจกรรมการเรียนรู้ (ผลการจัดการเรียนรู้, ปัญหา/ อุปสรรค, แนวทางแก้ไข)

<u>ผลการจัดการเรียนรู้</u>

1) ในขั้นนำเสนอปัญหา ผู้สอนกระตุ้นความสนใจเกี่ยวกับ เรื่อง รูปเรขาคณิตสองมิติ โดยการเสนอสถานการปัญหาที่พบในชีวิตประจำวันทำให้นักเรียนสนใจในการเรียนมากขึ้น และเมื่อคำถามเกี่ยวกับลักษณะและส่วนประกอบของรูปเรขาคณิตสองมิติทำให้นักเรียนเห็นภาพและ

ตอบคำถามได้อย่างถูกต้องและรวดเร็ว 2) ในขั้นลงมือปฏิบัติกิจกรรม ผู้สอนให้นักเรียนแบ่งกลุ่ม กลุ่มละ 3-4 คน และแจกใบกิจกรรมที่ 1 เรื่อง ลักษณะและส่วนประกอบของรูปเรขาคณิตสองมิติ พบว่า นักเรียนเริ่มดูใบกิจกรรมและเริ่มทำใบกิจกรรมมีส่วนน้อยที่ปรึกษากันในกลุ่ม โดยในช่วงแรก

ผู้สอนดูนักเรียนให้นักเรียนลงมือทำด้วยตนเองก่อน เมื่อเวลาผ่านไปซัก 5 นาที นักเรียนเริ่มมีการปรึกษากันมากขึ้น และผู้สอนจึงเดินสอบถามความเข้าใจในการทำใบงานของแต่ละกลุ่ม และหากนักเรียนเกิดความสงสัยก็จะใช้คำถามแนะให้นักเรียนรู้จักคิดด้วยตัวของนักเรียนเอง 3) ในขั้นนำเสนอ เมื่อนักเรียนทุกกลุ่มทำกิจกรรมเสร็จแล้ว ผู้สอนจะเลือกสุ่มนักเรียนออกมานำเสนอแนวคิดและวิธีการในการตอบคำถามของตนเอง โดยแต่ละกลุ่มจะส่งตัวแทนออกมานำเสนอ และมีการอภิปรายแลกเปลี่ยนแนวคิดในการตอบคำถามระหว่างกัน ซึ่งผู้สอนและนักเรียนร่วมกันอภิปรายในประเด็นที่น่าสนใจของคำถามของแต่ละกลุ่มพร้อมแสดงเหตุผลในการตอบนั้น ๆ 4) ในขั้นสรุป ผู้สอนและนักเรียนร่วมกันอภิปราย สรุปคำตอบ ความรู้ วิธีการที่ใช้ หรือแนวคิดที่ได้จากการตอบคำถาม ซึ่งได้มาหลังจากที่นักเรียนรายงานคำตอบ วิธีการและเหตุผลของตนเองแล้ว ซึ่งผู้สอนจะเป็นผู้นำในการอภิปรายสรุปประเด็นต่าง ๆ ที่ได้จากการตอบคำถามของนักเรียน โดยใช้การถาม เช่น คำตอบของแต่ละกลุ่มเหมือนหรือต่างกันอย่างไร เหตุผลที่ใช้ในคำตอบของแต่ละกลุ่มเหมือนหรือแตกต่างกันอย่างไร เหตุผลนั้นสมเหตุสมผลหรือไม่ และนักเรียนคิดว่าสามารถตอบเป็นอย่างอื่นได้อีกหรือไม่ เพราะเหตุใดจึงได้คำตอบนี้ เป็นต้น จากนั้นนักเรียนและผู้สอนร่วมกันสรุปความรู้โดยใช้คำถามนำ ซึ่งนักเรียนสามารถตอบคำถามได้ถูกต้องแต่มีบางส่วนไม่ตอบเลย ผู้สอนจึงใช้การถามเป็นรายบุคคลเข้ามาช่วยเพื่อตรวจสอบความเข้าใจของนักเรียน พบว่านักเรียนส่วนใหญ่มีความเข้าใจในลักษณะและส่วนประกอบของรูปเรขาคณิตสองมิติ แต่ยังไม่สามารถอธิบายได้ถูกต้องสมบูรณ์ ยังไม่ชัดเจน และไม่คลุมเครือ ยังต้องใช้คำถามช่วยแนะเพื่อให้ได้มาซึ่งคำตอบที่สมบูรณ์อยู่

<u>ปัญหาและอุปสรรค</u>

นักเรียนส่วนใหญ่ยังไม่สามารถให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ได้อย่างถูกต้องสมบูรณ์ ชัดเจน และไม่คลุมเครือ เนื่องจากนักเรียนส่วนใหญ่เขียนแสดงการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์มาแต่ให้มาเพียงบางส่วน เขียนแสดงมาไม่สมบูรณ์

<u>ข้อเสนอแนะ/ แนวทางการแก้ไข</u>

ผู้สอนควรได้เพิ่มเวลาให้นักเรียนได้ทำแบบทดสอบมากขึ้นและกระตุ้นให้นักเรียนแสดงความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์มากขึ้น

กุลวดี อำภาวงษ์

(นางสาวกุลวดี อำภาวงษ์)

ผู้สอน

แบบสังเกตพฤติกรรมรายบุคคลของนักเรียน

คำชี้แจง ทำเครื่องหมายถูก ☐ ในช่องที่ตรงกับพฤติกรรมของนักเรียน โดย

ระดับ 4 หมายถึง มีการแสดงพฤติกรรมอย่างสม่ำเสมอ

ระดับ 3 หมายถึง มีการแสดงพฤติกรรมค่อนข้างบ่อย

ระดับ 2 หมายถึง มีการแสดงพฤติกรรมบางครั้ง

ระดับ 1 หมายถึง ไม่มีการแสดงพฤติกรรม

รายการประเมิน	**ระดับพฤติกรรม**			
	1	**2**	**3**	**4**
1. เข้าเรียนตรงเวลา				
2. การใฝ่รู้ใฝ่เรียน				
3. มีส่วนร่วมในการเรียนรู้				
4. เอาใจใส่ในการเรียน				
5. เข้าร่วมกิจกรรมการเรียนรู้ต่าง ๆ ภายในห้องเรียน				

เกณฑ์การประเมิน

คะแนน 4-6 หมายถึง ผลการประเมินอยู่ในระดับควรปรับปรุง

คะแนน 7-9 หมายถึง ผลการประเมินอยู่ในระดับพอใช้

คะแนน 10-12 หมายถึง ผลการประเมินอยู่ในระดับดี

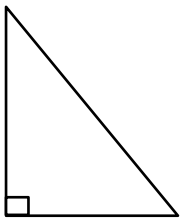
คะแนน 13-16 หมายถึง ผลการประเมินอยู่ในระดับดีมาก

ชื่อ.....เลขที่.....ชั้น.....

ใบกิจกรรมที่ 1

เรื่อง ลักษณะและส่วนประกอบของรูปเรขาคณิตสองมิติ

1. จงบอกชื่อรูปเรขาคณิตที่กำหนดให้พร้อมทั้งบอกลักษณะในรูปต่อไปนี้

(1) 

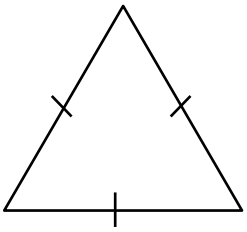
ชื่อ.....

ลักษณะของรูป.....

.....

.....

.....

(2) 

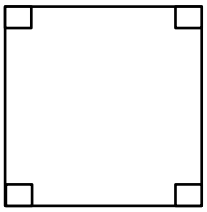
ชื่อ.....

ลักษณะของรูป.....

.....

.....

.....

(3) 

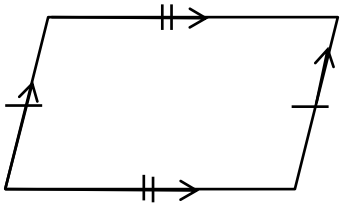
ชื่อ.....

ลักษณะของรูป.....

.....

.....

.....

(4) 

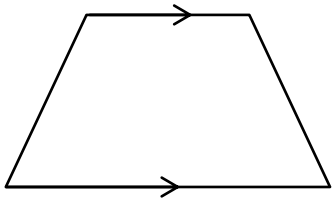
ชื่อ.....

ลักษณะของรูป.....

.....

.....

.....

(5) 

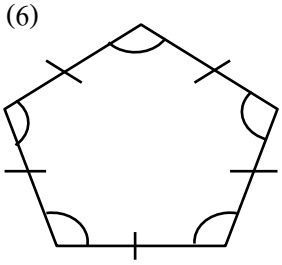
ชื่อ.....

ลักษณะของรูป.....

.....

.....

.....

(6) 

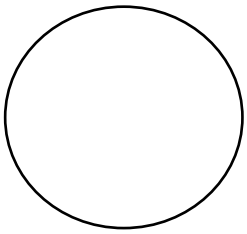
ชื่อ.....

ลักษณะของรูป.....

.....

.....

.....

(7) 

ชื่อ.....

ลักษณะของรูป.....

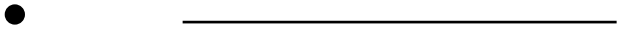
.....

.....

.....

2. จากรูปเรขาคณิตที่กำหนดให้ต่อไปนี้ มีกี่มิติ และทั้งสองรูปแตกต่างกันหรือไม่ พร้อมทั้งให้เหตุผลประกอบ

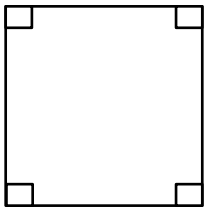
(1)



.....

.....

.....

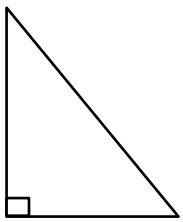
(2) 

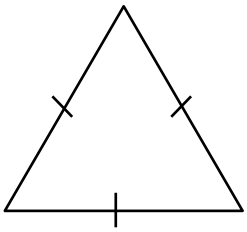
.....

.....

.....

(3)



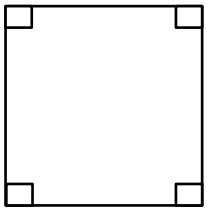


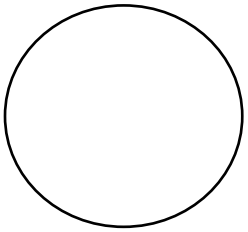
.....

.....

.....

(4)



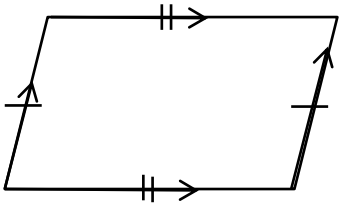


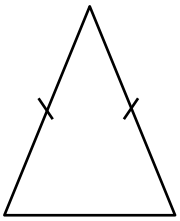
.....

.....

.....

(5)





.....

.....

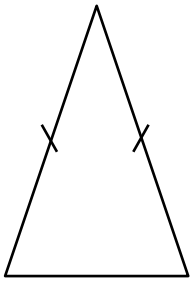
.....

ชื่อ.....เลขที่.....ชั้น.....

ใบงานที่ 1

เรื่อง ลักษณะและส่วนประกอบของรูปเรขาคณิตสองมิติ

1. จงบอกชื่อรูปเรขาคณิตที่กำหนดให้พร้อมทั้งบอกลักษณะในรูปต่อไปนี้

(1) 

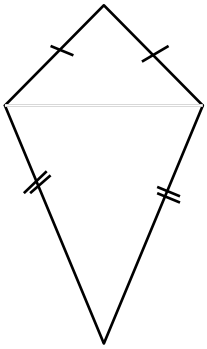
ชื่อ.....

ลักษณะของรูป.....

.....

.....

.....

(2) 

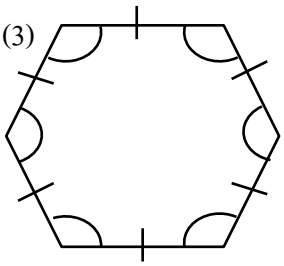
ชื่อ.....

ลักษณะของรูป.....

.....

.....

.....

(3) 

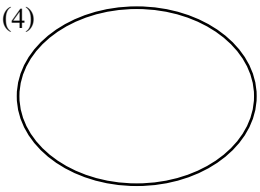
ชื่อ.....

ลักษณะของรูป.....

.....

.....

.....

(4) 

ชื่อ.....

ลักษณะของรูป.....

.....

.....

.....

(5)

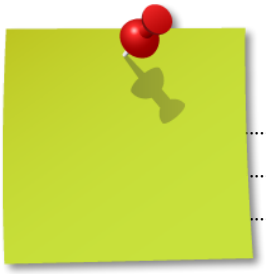
ชื่อ.....

ลักษณะของรูป.....

.....

.....

.....

(6) 

ชื่อ.....

ลักษณะของรูป.....

.....

.....

.....

(7)

ชื่อ.....

ลักษณะของรูป.....

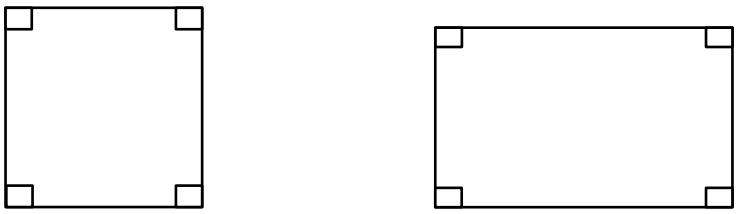
.....

.....

.....

2. จากรูปเรขาคณิตที่กำหนดให้ต่อไปนี้มีกี่มิติ และทั้งสองรูปแตกต่างกันหรือไม่ พร้อมทั้งให้เหตุผลประกอบ

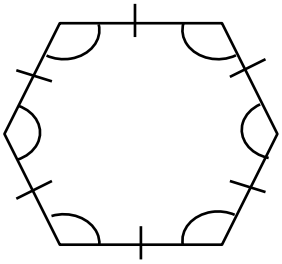
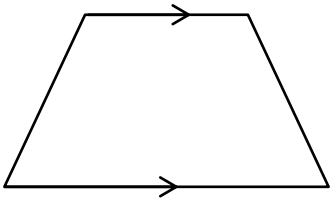
(1)



.....

.....

.....

(2)  

.....

.....

.....

(3)

.....

.....

.....

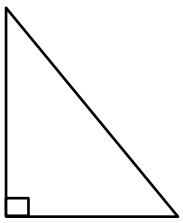
เฉลย

ชื่อ.....เลขที่.....ชั้น.....

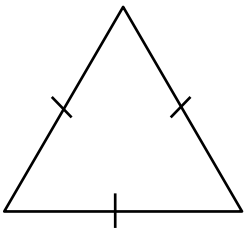
ใบกิจกรรมที่ 1

เรื่อง ลักษณะและส่วนประกอบของรูปเรขาคณิตสองมิติ

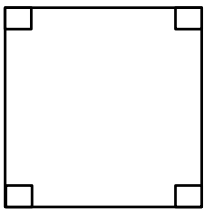
1. จงบอกชื่อรูปเรขาคณิตที่กำหนดให้พร้อมทั้งบอกลักษณะในรูปต่อไปนี้

(1) 

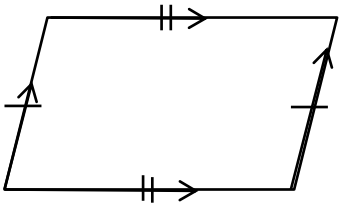
ชื่อ.....รูปสามเหลี่ยมมุมฉาก.....
ลักษณะของรูปสามเหลี่ยมมีมุมสามมุม ด้านสามด้าน และมุมหนึ่งเป็นมุมฉาก.....
.....
.....

(2) 

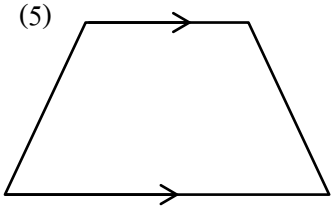
ชื่อ.....รูปสามเหลี่ยมด้านเท่า.....
ลักษณะของรูปสามเหลี่ยมมีมุมสามมุม ด้านสามด้าน และด้านทั้งสามด้านยาวเท่ากัน.....
.....
.....

(3) 

ชื่อ.....รูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส.....
ลักษณะของรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสมีมุมสี่มุม ด้านสี่ด้าน ด้านตรงข้ามขนานกัน ด้านทุกด้านยาวเท่ากัน และมุมทุกมุมเป็นมุมฉาก.....
.....
.....

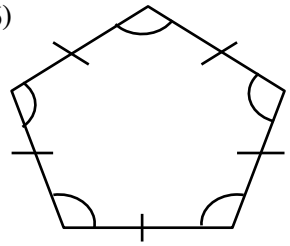
(4) 

ชื่อ.....รูปสี่เหลี่ยมด้านขนาน.....
ลักษณะของรูปสี่เหลี่ยมด้านขนานมีมุมสี่มุม ด้านสี่ด้าน และด้านตรงข้าม ขนานกัน และด้านตรงข้ามยาวเท่ากัน.....
.....
.....

(5) 

ชื่อ.....รูปสี่เหลี่ยมคางหมู.....
ลักษณะของรูปสี่เหลี่ยมคางหมูมีมุมสี่มุม ด้านสี่ด้าน และด้านตรงข้ามขนานกันเพียงหนึ่งคู่.....
.....

.....

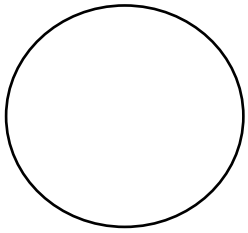
(6) 

ชื่อ.....รูปห้าเหลี่ยมด้านเท่า.....

ลักษณะของรูปห้าเหลี่ยมด้านเท่ามีมุมห้ามุม ด้านห้าด้าน และด้านทุกด้านยาวเท่ากัน.....

.....

.....

(7) 

ชื่อ.....รูปวงกลม.....

ลักษณะของรูปวงกลมเป็นรูปที่ไม่มีมุม และมีเส้นขอบโค้งล้อมรอบเป็นวงกลม.....

.....

.....

2. จากรูปเรขาคณิตที่กำหนดให้ต่อไปนี้ มีกี่มิติ แตกต่างกันหรือไม่ พร้อมทั้งให้เหตุผลประกอบ

(1)

จุดไม่มีมิติ แต่ส่วนของเส้นตรงมีหนึ่งมิติ ทั้งสองแตกต่างกันเพราะจุดไม่มีความยาว แต่ส่วนของเส้นตรงมีความยาว.....

.....

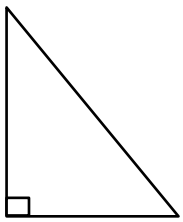
.....

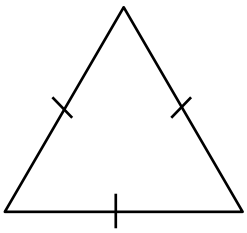
(2)

ส่วนของเส้นตรงมีหนึ่งมิติ แต่รูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสมีสองมิติ แตกต่างกันเพราะส่วนของเส้นตรงมีเพียงความยาว แต่รูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสมีทั้งความยาว และความกว้าง.....

.....

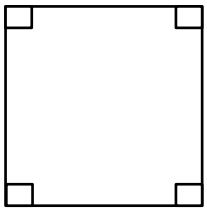
(3)

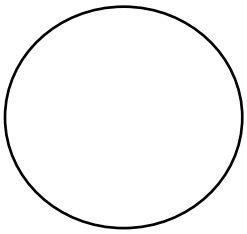




รูปสามเหลี่ยมมุมฉาก และรูปสามเหลี่ยมด้านเท่าเป็นรูปสองมิติเหมือนกัน แต่มีลักษณะเฉพาะที่แตกต่างกันเพราะรูปสามเหลี่ยมมุมฉากมีมุมหนึ่งมุมเป็นมุมฉาก แต่รูปสามเหลี่ยมด้านเท่ามีด้านทั้งสามยาวเท่ากัน แต่ไม่มีมุมฉาก.....

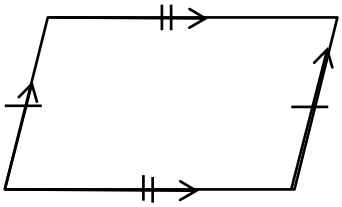
(4)

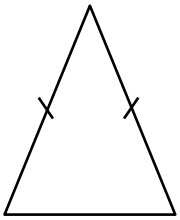




รูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส และรูปวงกลมเป็นรูปสองมิติเหมือนกัน แต่มีลักษณะเฉพาะที่แตกต่างกันเพราะรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสมีด้าน สี่ด้าน มุมสี่มุม แต่รูปวงกลมเป็นรูปที่ไม่มีมุม และมีเส้นขอบโค้งล้อมรอบเป็นวงกลม.....

(5)





รูปสี่เหลี่ยมด้านขนาน และรูปสามเหลี่ยมหน้าจั่วเป็นรูปสองมิติเหมือนกัน แต่มีลักษณะเฉพาะที่แตกต่างกันเพราะรูปสี่เหลี่ยมด้านขนานมีด้านสี่ด้าน มุมสี่มุม และด้านตรงข้ามขนานกัน แต่รูปสามเหลี่ยมหน้าจั่วมีด้านสามด้าน มุมสามมุม และไม่มีด้านที่ข้ามขนานกันเลย.....

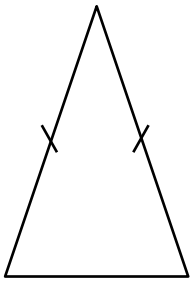
เฉลย

ชื่อ.....เลขที่.....ชั้น.....

ใบงานที่ 1

เรื่อง ลักษณะและส่วนประกอบของรูปเรขาคณิตสองมิติ

1. จงบอกชื่อรูปเรขาคณิตที่กำหนดให้พร้อมทั้งบอกลักษณะในรูปต่อไปนี้

(1) 

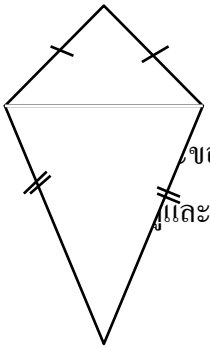
ชื่อ.....รูปสามเหลี่ยมหน้าจั่ว.....

ลักษณะของรูปสามเหลี่ยมมีมุมสามมุม ด้านสามด้าน และด้านยาวเท่ากันสองด้าน.....

.....

.....

.

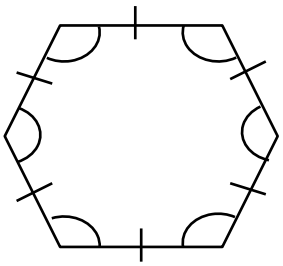
(2) 

ชื่อ.....รูปสี่เหลี่ยมรูปว่าว.....

ของรูปสี่เหลี่ยมมีมุมสี่มุม ด้านสี่ด้าน ด้านที่อยู่ติดกันยาวเท่ากัน และมุมที่อยู่ตรงข้ามเท่ากันหนึ่งคู่.....

.....

.....

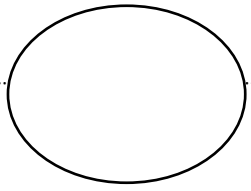
(3) 

ชื่อ.....รูปหกเหลี่ยมด้านเท่า.....

ลักษณะของรูปหกเหลี่ยมมีมุมหกมุม ด้านหกด้าน ด้านตรงข้ามขนานกัน มุมทุกมุมเท่ากัน และด้านทุกด้านยาวเท่ากันด้าน.....

.....

.....

(4) 

.....

ชื่อ.....รูปวงรี

.....

ลักษณะของรูปวงรีเป็นรูปที่ไม่มีมุม และมีเส้นขอบโค้งล้อมรอบคล้ายรูปเมล็ดถั่วหรือรูปไข่.....

.....

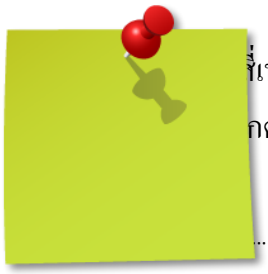
(5)

ชื่อ.....รูปวงกลม.....

ลักษณะของรูปวงกลมเป็นรูปที่ไม่มีมุม และมีเส้นขอบโค้งล้อมรอบเป็นวงกลม.....

.....

.....

(6) 

ชื่อ.....รูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส.....

สี่เหลี่ยมมีมุมสี่มุม ด้านสี่ด้าน ด้านตรงข้าม
กด้านยาวเท่ากันและมุมทุกมุมเป็นมุมฉาก

.....

.....

(7)

ชื่อ.....รูปแปดเหลี่ยมด้านเท่า.....

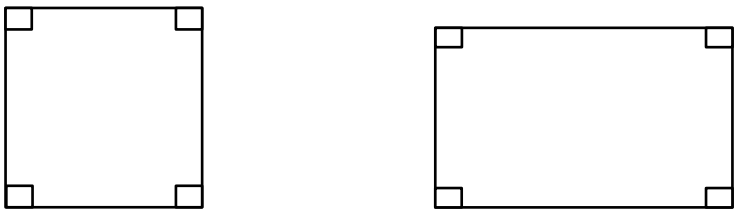
ลักษณะของรูปแปดเหลี่ยมมีมุมแปดมุม ด้านแปดด้าน ด้านตรงข้ามขนานกัน มุมทุกมุมเท่ากัน และด้านทุกด้านยาวเท่ากัน .....

.....

.....

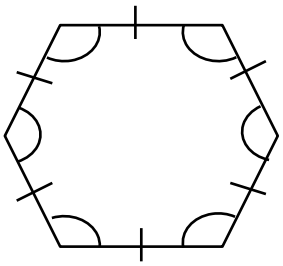
2. จากรูปเรขาคณิตที่กำหนดให้ต่อไปนี้ มีกี่มิติ และทั้งสองรูปแตกต่างกันหรือไม่ พร้อมทั้งให้เหตุผลประกอบ

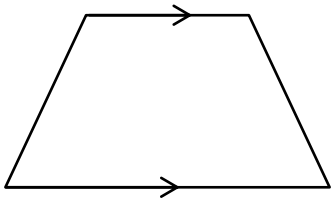
(1)



รูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส และรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า มีสองมิติแตกต่างกันเพราะรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสมีด้านทุกด้านยาวเท่ากัน แต่รูปสี่เหลี่ยมผืนผ้ามีเพียงด้านตรงข้ามยาวเท่ากันแต่ด้านที่อยู่ติดกันยาวไม่เท่ากัน.....

(2)





รูปหกเหลี่ยมด้านเท่า และรูปสี่เหลี่ยมคางหมูมีสองมิติ แตกต่างกันเพราะรูปหกเหลี่ยมด้านเท่ามีมุมหกมุม ด้านหกด้าน และด้านตรงข้ามขนานกันทุกคู่ แต่รูปสี่เหลี่ยมคางหมูมีมุมสี่มุม ด้านสี่ด้าน และด้านตรงข้ามขนานกันเพียงหนึ่งคู่

.....

(3)

รูปวงกลม และรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้ามีสองมิติ แตกต่างกันเพราะรูปวงกลมเป็นรูปที่ไม่มีมุมและมีเส้นขอบโค้งล้อมรอบเป็นวงกลม แต่รูปสี่เหลี่ยมผืนผ้ามีด้านสี่ด้าน มุมสี่มุม

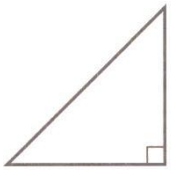
ข้อสอบ

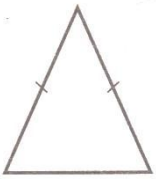
รายวิชา คณิตศาสตร์เพิ่มเติม รหัสวิชา ค 21101 กลุ่มสาระการเรียนรู้ คณิตศาสตร์

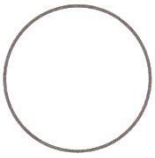
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เวลา 60 นาที

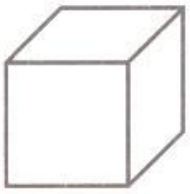
ให้นักเรียนทำเครื่องหมาย X ลงในกระดาษคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียว (25 ข้อ)

1. ข้อใดต่อไปนี้แตกต่างจากพวก

ก. 

ข. 

ค. 

ง. 

2. ส่วนใดของทรงวงกลมต่อไปนี้ยาวที่สุด

ก. รัศมี ข. เส้นผ่านศูนย์กลาง

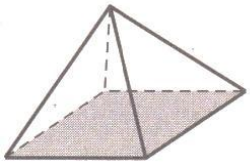
ค. เส้นรอบวงของวงกลม ง. ส่วนโค้งของวงกลม

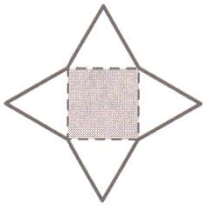
3. ลูกฟุตบอลกับกระป๋องน้ำอัดลมมีรูปเรขาคณิตสองมิติใดที่เหมือนกัน

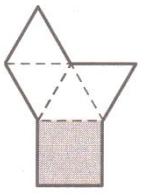
ก. รูปสี่เหลี่ยม ข. รูปสามเหลี่ยม

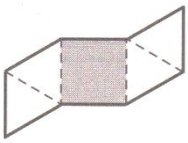
ค. รูปวงกลม ง. รูปวงรี

4. ข้อใดไม่ใช่รูปคลี่ของรูปเรขาคณิตสามมิติที่กำหนดให้



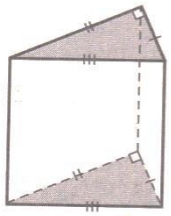
ก. 

ข. 

ค. 

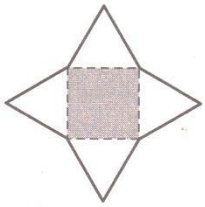
ง.

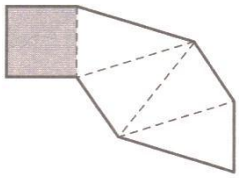
5. พื้นที่ผิวด้านข้างของรูปเรขาคณิตสามมิติที่กำหนดให้ ประกอบด้วยรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้ากี่รูป

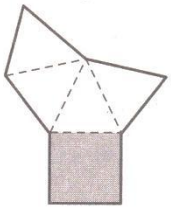


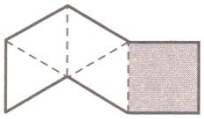
ก. 2 รูป ข. 3 รูป ค. 4 รูป ง. 5 รูป

6. รูปคลี่ในข้อใดต่อไปนี้**ไม่สามารถ**ประกอบเป็นรูปพีระมิดฐานสี่เหลี่ยมจัตุรัส

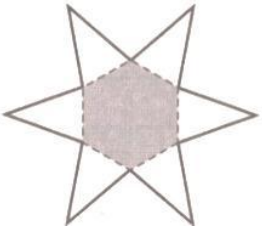
ก. 

ข. 

ค. 

ง. 

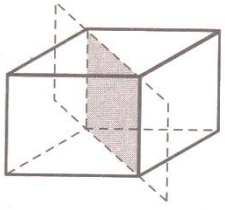
7. รูปคลี่ที่กำหนดให้ต่อไปนี้ เมื่อประกอบเป็นรูปเรขาคณิตสามมิติ จะมีชื่อเรียกตามข้อใด

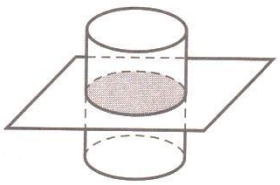


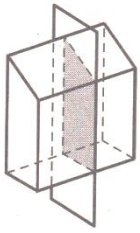
ก. รูปปริซึมฐานห้าเหลี่ยม ข. รูปปริซึมฐานหกเหลี่ยม

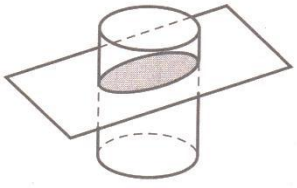
ค. รูปพีระมิดฐานห้าเหลี่ยม ง. รูปพีระมิดฐานหกเหลี่ยม

8. หน้าตัดที่เกิดจากการใช้ระนาบตัดสิ่งต่าง ๆ ตามแนวใดแนวหนึ่ง หน้าตัดในข้อใดเป็นรูปสี่เหลี่ยมคางหมู

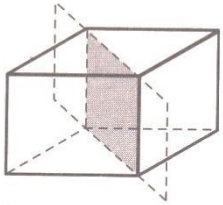
ก. 

ข. 

ค. 

ง. 

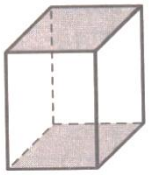
9. หน้าตัดที่เกิดจากระนาบตัดกับรูปเรขาคณิตสามมิติที่กำหนดให้ ต่อไปนี้ มีหน้าตัดเป็นรูปใด



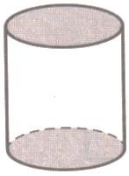
ก. รูปสี่เหลี่ยมคางหมู ข. รูปสี่เหลี่ยมมุมฉาก

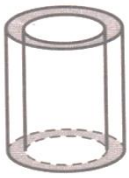
ค. รูปสี่เหลี่ยมขนมเปียกปูน ง. รูปสี่เหลี่ยมด้านขนาน

10. หน้าตัดรูปเรขาคณิตสามมิติในข้อใดเป็นรูปวงแหวน

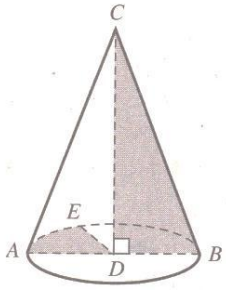
ก. 

ข.

ค. 

ง. 

11. กำหนดกรวยที่มี $\overline{CA}$ และ $\overline{CB}$ ยาวเท่ากัน และ $\overline{CD}$ เป็นส่วนสูงของกรวย ข้อใดต่อไปนี้ไม่ถูกต้อง



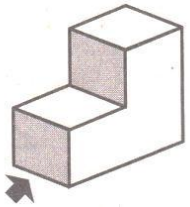
ก. $\overline{AB}$ เป็นเส้นผ่านศูนย์กลางของกรวย

ข. $\overline{DE}$ เป็นรัศมีของกรวย

ค. รูปสามเหลี่ยม ADE เป็นรูปสามเหลี่ยมด้านเท่า

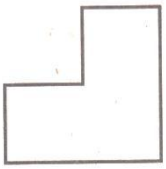
ง. รูปสามเหลี่ยม ABC เป็นรูปสามเหลี่ยมหน้าจั่ว

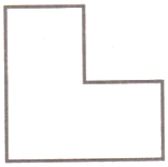
12. ภาพด้านหน้าของรูปเรขาคณิตสามมิติที่กำหนดให้ต่อไปนี้ ตรงกับข้อใด



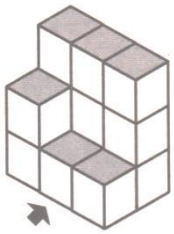
ก.

ข.

ค. 

ง. 

13. จำนวนลูกบาศก์ที่อยู่ในตารางรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสที่กำหนดให้ ที่ได้จากการมองภาพทางด้านหน้าของรูปเรขาคณิตสามมิติข้อใดถูกต้อง



ก.

1	1	1
2	1	1
2	2	2

ข.

1	1	1
2	2	1
2	2	1

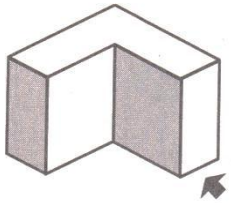
ข.

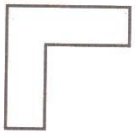
1	1	1
2	1	2
2	2	1

ง.

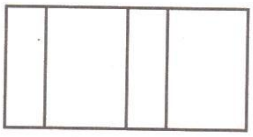
1	1	1
1	1	2
2	2	2

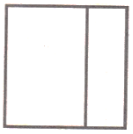
14. ภาพด้านข้างของรูปเรขาคณิตสามมิติที่กำหนดให้ต่อไปนี้ ตรงกับข้อใด



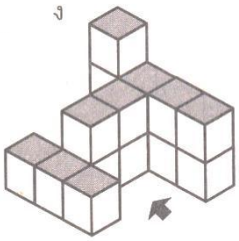
ก. 

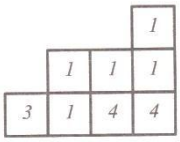
ข.

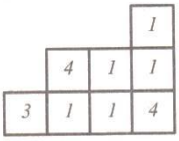
ค. 

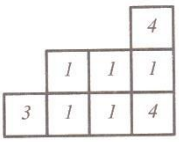
ง. 

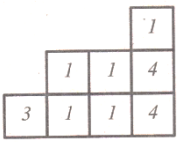
15. รูปเรขาคณิตที่ประกอบขึ้นจากลูกบาศก์ที่กำหนดให้ต่อไปนี้ จำนวนลูกบาศก์ที่ลงในตารางรูปสี่เหลี่ยมที่ได้จากการมองด้านข้าง ข้อใดถูกต้อง



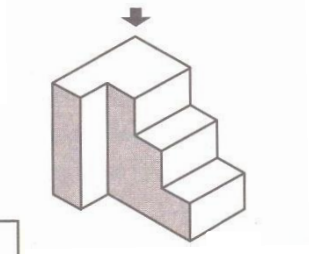
ก. 

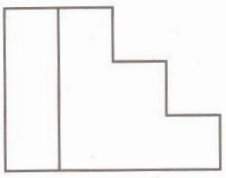
ข. 

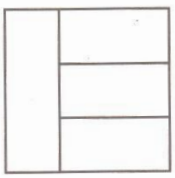
ค. 

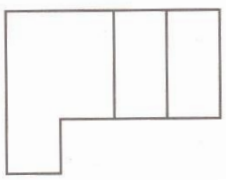
ง. 

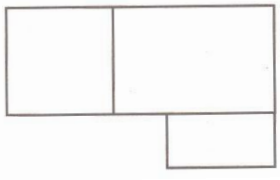
16. ภาพด้านบนของรูปเรขาคณิตสามมิติที่กำหนดให้ต่อไปนี้ ตรงกับข้อใด



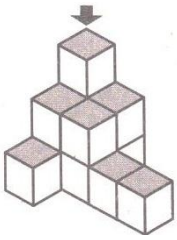
ก. 

ข. 

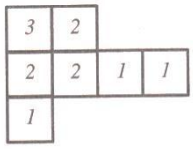
ค. 

ง. 

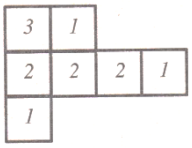
17. รูปเรขาคณิตที่ประกอบขึ้นจากลูกบาศก์ที่กำหนดให้ต่อไปนี้ จำนวนลูกบาศก์ที่ลงในตารางรูปสี่เหลี่ยมที่ได้จากการมองด้านบน ข้อใดถูกต้อง



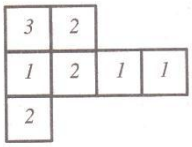
ก.



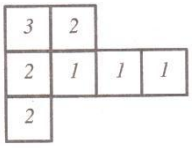
ข.



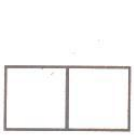
ค.



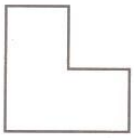
ง.



18. ภาพที่ได้จากการมอง ทางด้านบน ด้านหน้า และด้านข้าง ที่กำหนดให้ต่อไปนี้ เมื่อประกอบเป็นรูปเรขาคณิตสามมิติ จะได้รูปตรงกับข้อใด



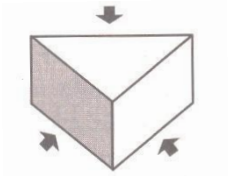
ภาพด้านบน



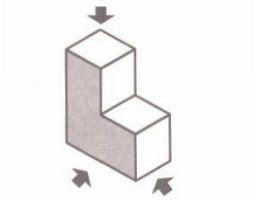
ภาพด้านหน้า

ภาพด้านข้าง

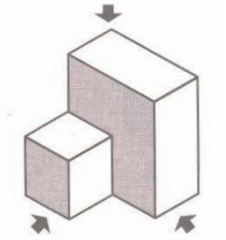
ก.



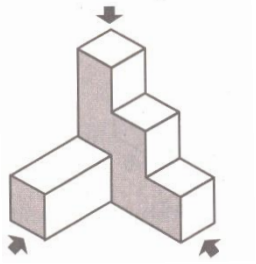
ข.



ค.



ง.



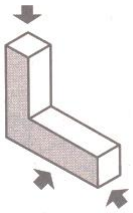
19. ภาพด้านหน้า ด้านข้าง และด้านบน ที่กำหนดให้ต่อไปนี้ มาจากรูปเรขาคณิตสามมิติในข้อใด

ภาพด้านบน

ภาพด้านหน้า

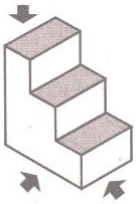
ภาพด้านข้าง

ก.

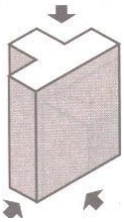


ข.

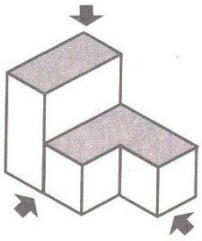
ค.



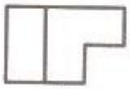
ง.

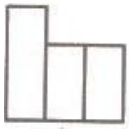


20. รูปเรขาคณิตสามมิติที่กำหนดให้ต่อไปนี้ มีภาพด้านบน ด้านหน้า และด้านข้าง ตรงกับข้อใด



ก.

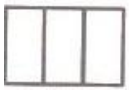

ภาพด้านบน


ภาพด้านหน้า

ภาพด้านข้าง

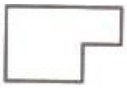
ข.

ภาพด้านบน


ภาพด้านหน้า

ภาพด้านข้าง

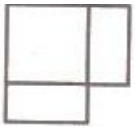
ค.

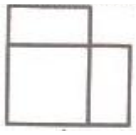

ภาพด้านบน

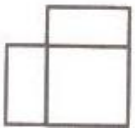
ภาพด้านหน้า

ภาพด้านข้าง

ง.

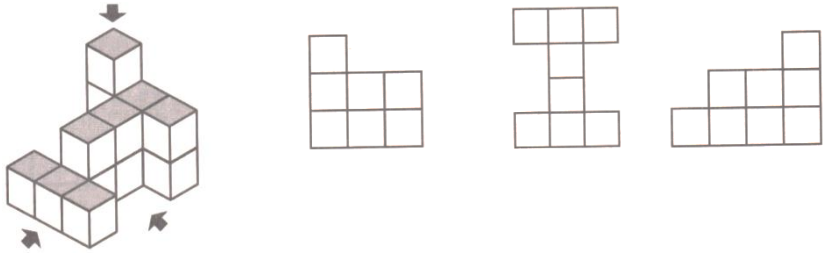

ภาพด้านบน

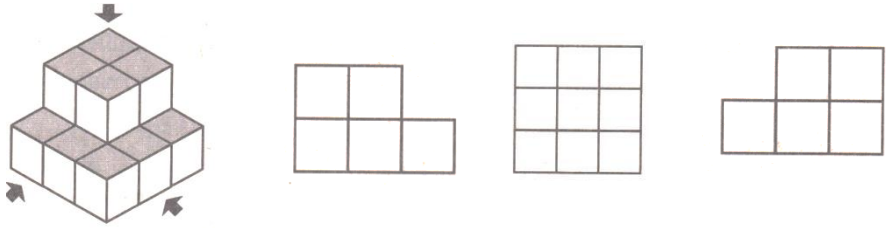

ภาพด้านหน้า

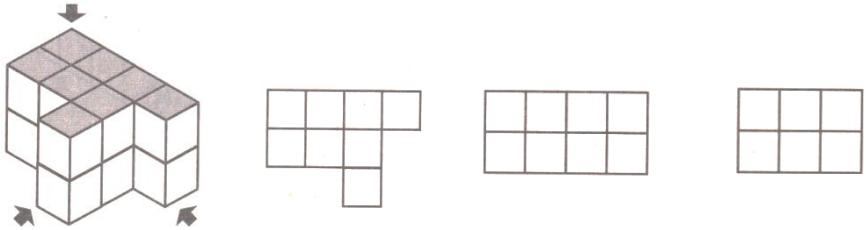

ภาพด้านข้าง

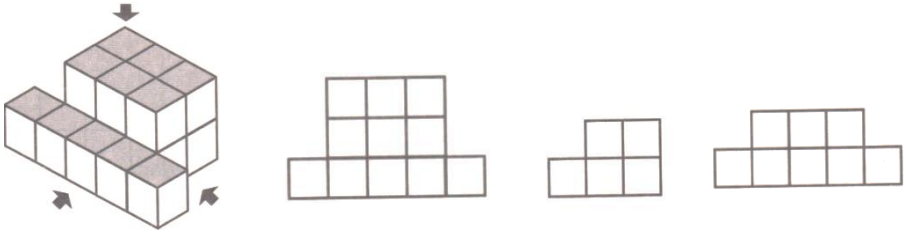
21. ภาพด้านบน ด้านหน้า และด้านข้าง กับรูปเรขาคณิตสามมิติข้อใดถูกต้อง

กับรูปเรขาคณิตสามมิติ ภาพด้านบน ภาพด้านหน้า ภาพด้านข้าง

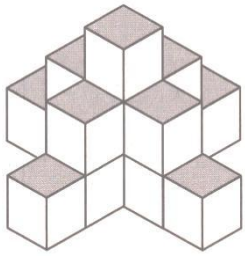
ก. 

ข. 

ค. 

ง. 

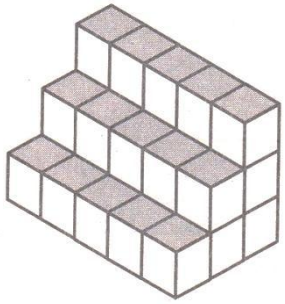
22. รูปเรขาคณิตสามมิติที่กำหนดให้ ประกอบขึ้นจากลูกบาศก์ทั้งหมดกี่ลูก



ก. 13 ลูก ข. 14 ลูก

ค. 15 ลูก ง. 16 ลูก

23. รูปเรขาคณิตสามมิติที่กำหนดให้

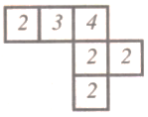


ถ้าต้องการสร้างบันไดนี้ และปูกระเบื้องทุกด้าน (ยกเว้นด้านล่างที่ติดกับพื้น) จะต้องใช้กระเบื้องรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสทั้งหมดกี่แผ่น

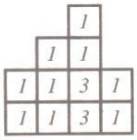
ก. 45 แผ่น ข. 54 แผ่น

ค. 52 แผ่น ง. 57 แผ่น

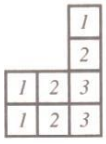
24. ภาพด้านบน ด้านหน้า และด้านข้าง ที่กำหนดให้ต่อไปนี้ตรงกับรูปเรขาคณิตสามมิติในข้อใด ได้มาจากการจัดลูกบาศก์ตามข้อใด



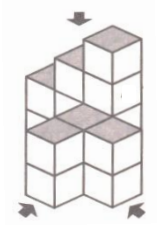
ภาพด้านบน

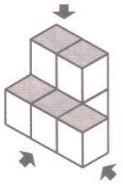


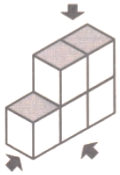
ภาพด้านหน้า

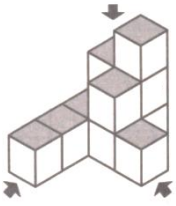


ภาพด้านข้าง

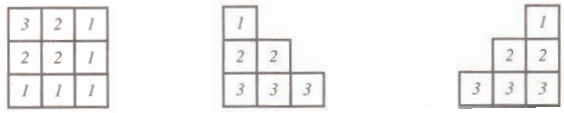
ก. 

ข. 

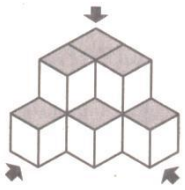
ข. 

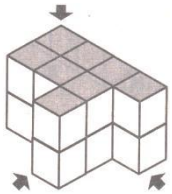
ง. 

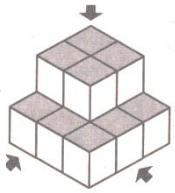
25. ภาพด้านบน ด้านหน้า และด้านข้าง ที่กำหนดให้ต่อไปนี้ตรงกับรูปเรขาคณิตสามมิติในข้อใด ได้มาจากการจัดลูกบาศก์ตามข้อใด

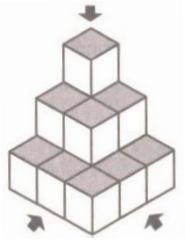


ภาพด้านบน ภาพด้านหน้า ภาพด้านข้าง

ก. 

ข. 

ข. 

ง. 

<u>เฉลย</u>

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

ประวัติย่อของผู้วิจัย

ชื่อ-สกุล	นางสาวกุลวดี อำภาวงษ์
วัน เดือน ปีเกิด	7 มิถุนายน พ.ศ. 2533
สถานที่เกิด	จังหวัดสุพรรณบุรี
สถานที่อยู่ปัจจุบัน	บ้านเลขที่ 350 หมู่ที่ 8 ตำบลไร่รถ อำเภอดอนเจดีย์ จังหวัดสุพรรณบุรี
ประวัติการศึกษา	
พ.ศ. 2555	วิทยาศาสตรบัณฑิต (คณิตศาสตร์) คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา
พ.ศ. 2560	การศึกษามหาบัณฑิต (การสอนคณิตศาสตร์) คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา