การสร้างแบบทดสอบความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาระยอง เขต 2

ดวงฤทัย โอนประจำ

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิจัย วัดผลและสถิติการศึกษา
คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา
เมษายน 2561
ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยบูรพา

คณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์และคณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ได้พิจารณาวิทยานิพนธ์ของ ดวงฤทัย โอนประจำ ฉบับนี้แล้ว เห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิจัย วัดผลและสถิติการศึกษา ของมหาวิทยาลัยบูรพาได้

คณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์

.....อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก

(ดร.เชวง ช้อนบุญ)

..... อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ นาวาตรี ดร.พงศ์เทพ จิระโร)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

.....ประธาน

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.จุติมา รัตนพลแสนย์)

.....กรรมการ

(ดร.เชวง ช้อนบุญ)

..... กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ นาวาตรี ดร.พงศ์เทพ จิระโร)

.....กรรมการ

(ดร.อาพันธ์ชนิต เจนจิต)

คณะศึกษาศาสตร์อนุมัติให้รับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิจัย วัดผลและสถิติการศึกษา ของมหาวิทยาลัยบูรพา

..... คณบดีคณะศึกษาศาสตร์

(รองศาสตราจารย์ ดร.วิชิต สุรัตน์เรืองชัย)

วันที่ 27 เดือน สิงหาคม พ.ศ. 2560

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลงได้ด้วยความกรุณาจาก ดร.เชวง ซ้อนบุญ อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก ผู้ช่วยศาสตราจารย์ นาวาตรี ดร.พงศ์เทพ จิระโร อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม ที่กรุณาให้คำปรึกษาแนะนำแนวทางที่ถูกต้อง ตลอดจนแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ ด้วยความละเอียดถี่ถ้วนและเอาใจใส่ด้วยดีเสมอมา ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งเป็นอย่างยิ่ง จึงขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้

ขอขอบพระคุณ ผู้ทรงคุณวุฒิทุกท่านที่ให้ความอนุเคราะห์ในการตรวจสอบ รวมทั้งให้คำแนะนำแก้ไขเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยให้มีคุณภาพ นอกจากนี้ยังได้รับความอนุเคราะห์จากท่านผู้อำนวยการโรงเรียน กลุ่มโรงเรียนขยายโอกาส ตลอดจนเพื่อนครู และนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2559 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาระยอง เขต 2 ที่ให้ความร่วมมือเป็นอย่างดีในการทดลองใช้เครื่องมือ และการเก็บรวบรวมข้อมูลที่ใช้ในการวิจัย ทำให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จได้ด้วยดี

ขอกราบขอบพระคุณ คุณพ่อสาย โอนประจำ คุณแม่สุวรรณี นารถอุดม พี่ ๆ และเพื่อน ๆ ทุกคนที่ให้กำลังใจ และสนับสนุนผู้วิจัยเสมอมา

คุณค่าและประโยชน์ของวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ผู้วิจัยขอมอบเป็นกตัญญูกตเวทิตาแด่บุพการี บูรพาจารย์ และผู้มีพระคุณทุกท่านทั้งในอดีตและปัจจุบัน ที่ทำให้ข้าพเจ้าเป็นผู้มีการศึกษาและประสบความสำเร็จมาจนตราบเท่าทุกวันนี้

ดวงฤทัย โอนประจำ

56920572: สาขาวิชา: วิจัย วัดผลและสถิติการศึกษา; วท.ม. (วิจัย วัดผลและสถิติการศึกษา)
คำสำคัญ: แบบทดสอบ/ ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์/ คณิตศาสตร์

ดวงฤทัย โอนประจำ: การสร้างแบบทดสอบความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาระยอง เขต 2 (CONSTRUCTION OF MATHEMATICAL REASONING ABILITY TEST FOR MATTHAYOMSUKSA 2 STUDENTS UNDER RAYONG PRIMARY EDUCATIONAL SERVICE AREA OFFICE 2) คณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์: เชวง ซ้อนบุญ, กศ.ด., พงษ์เทพ จิระโร, ค.ด. 175 หน้า. ปี พ.ศ. 2561.

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างและหาคุณภาพของแบบทดสอบความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาระยอง เขต 2 และเพื่อสร้างเกณฑ์ปกติ (Norm) กลุ่มประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2559 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาระยอง เขต 2 จำนวน 404 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยเป็นแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ จำนวน 2 ฉบับ ฉบับละ 30 ข้อ มีลักษณะดังนี้ ฉบับที่ 1 เป็นแบบทดสอบชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก และฉบับที่ 2 เป็นแบบทดสอบต่อเนื่องสองขั้นตอน ชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก และนำไปหาคุณภาพเครื่องมือ ได้แก่ ความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา ความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้าง ค่าความยาก และค่าอำนาจจำแนก และคัดเลือกข้อสอบที่ผ่านเกณฑ์ให้เหลือฉบับละ 20 ข้อ แล้วนำไปหาคุณภาพของแบบทดสอบฉบับจริง

ผลการวิจัยพบว่า แบบทดสอบความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 2 ฉบับ ฉบับละ 20 ข้อ ที่ผ่านกระบวนการสร้างขึ้นตามเกณฑ์มาตรฐาน ได้แก่ ความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา โดยให้ผู้เชี่ยวชาญเป็นผู้พิจารณาตรวจสอบความถูกต้องเหมาะสมของข้อคำถามว่าตรงตามจุดมุ่งหมายของการวิจัย มีค่าดัชนีความสอดคล้องตั้งแต่ .60 ถึง 1.00 ทั้ง 2 ฉบับ ด้านคุณภาพรายข้อ แบบทดสอบฉบับที่ 1 มีค่าความยากตั้งแต่ .30-.72 และค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ .30-.78 แบบทดสอบฉบับที่ 2 มีค่าความยากตั้งแต่ .30-.70 และค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ .30-.73 ค่าความเชื่อมั่น โดยใช้สูตร KR-20 ของคูเดอร์-ริชาร์ดสัน แบบทดสอบฉบับที่ 1 มีค่าความเชื่อมั่น .87 และแบบทดสอบฉบับที่ 2 มีค่าความเชื่อมั่น .86 เกณฑ์ปกติของแบบทดสอบฉบับที่ 1 มีค่าตั้งแต่ T_{23} ถึง T_{80} แบบทดสอบฉบับที่ 2 มีค่าตั้งแต่ T_{26} ถึง T_{80} และเกณฑ์ปกติรวมของแบบทดสอบความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 มีค่าตั้งแต่ T_{23} ถึง T_{80}

56920572: MAJOR: EDUCATIONAL RESEARCH, MEASUREMENT AND STATISTICS; M.Sc. (EDUCATIONAL RESEARCH, MEASUREMENT AND STATISTICS)

KEYWORDS: TEST/ MATHEMATICAL REASONING ABILITY/ MATHEMATICAL

DUANGRUETAI OHNPRAJUM: (CONSTRUCTION OF MATHEMATICAL REASONING ABILITY TEST FOR MATTHAYOMSUKSA 2 STUDENTS UNDER RAYONG PRIMARY EDUCATIONAL SERVICE AREA OFFICE 2. ADVISORY COMMITTEE: CHAWENG SONBOON, Ed.D., PONGTEP JIRARO, Ph.D. 175 P. 2018.

The objectives of this research were to construct and find quality of a mathematics reasoning ability test for Matthayomsuksa 2 students under Rayong Primary Educational Service Area Office 2, and to develop a norms for the test. The population consisted of 404 Matthayomsuksa 2 students of semester 2, academic year 2016, from the schools under Rayong Primary Educational Service Area Office 2. The research instruments were 2 sets one was a mathematical reasoning ability test of 30 items. Test was a multiple-choice test with 4 choices. Test two was a two-step continuous multiple-choice test with 4 choices. Both tests had been examined for their quality before they were used, i.e., content validity, construct validity, difficulty values, and discrimination values. The questions of the tests that met the criteria were selected for 20 questions per each test.

The findings from the 2 tests of mathematical reasoning ability for Matthayomsuksa 2 students, were that the 20 questions per each test, was designed in compliance with the standard criteria, indicated as follows. In term of content validity, the expert examined the accuracy and appropriateness of the questions that they were in line with the research objectives. The values of IOC (Index of item-objective congruence) were found to be from .60 to 1.00 in both tests. Regarding item quality (quality of questions), Test 1 showed the difficulty values from .30-.72, and the discrimination values from .30-.78. Test 2 showed the difficulty values from .30-.70, and the discrimination values from .30-.73. The reliability values of both tests were calculated based on KR-20, the formula of Kuder-Richardson. Test 1 was with the reliability value at .87. Test 2 was with the reliability value at .86. The normal criteria of test 1 showed the values from T_{23} to T_{80}. The normal criteria of test 2 showed the values from T_{26} to T_{80}. The total normal criteria showed the values from T_{23} to T_{80}.

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย..... ง

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ..... จ

สารบัญ..... ฉ

สารบัญตาราง..... ซ

สารบัญภาพ..... ฎ

บทที่

1 บทนำ..... 1

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา..... 1

วัตถุประสงค์การวิจัย..... 4

ประโยชน์ที่ได้รับ..... 5

ขอบเขตการวิจัย..... 5

นิยามศัพท์เฉพาะ..... 6

2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง..... 8

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551..... 8

การให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์..... 19

การสร้างแบบทดสอบความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์..... 26

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง..... 64

3 วิธีดำเนินการวิจัย..... 71

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง..... 71

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย..... 73

การสร้างและหาคุณภาพของเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย..... 75

การเก็บรวบรวมข้อมูล..... 80

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล..... 81

4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล..... 86

สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล..... 86

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล..... 86

สารบัญ (ต่อ)

บทที่		หน้า
5	สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ	104
	สรุปผลการวิจัย	105
	อภิปรายผลการวิจัย	108
	ข้อเสนอแนะ	113
บรรณานุกรม		115
ภาคผนวก		120
	ภาคผนวก ก	121
	ภาคผนวก ข	131
	ภาคผนวก ค	136
	ภาคผนวก ง	147
ประวัติย่อของผู้วิจัย		175

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
2-1	สาระและมาตรฐานการเรียนรู้ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2	13
2-2	การสังเคราะห์ประเภทของการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์	25
2-3	เกณฑ์การให้คะแนนข้อสอบแบบต่อเนื่องสองขั้นตอน แบบเลือกตอบทั้งสองตอน แบบเกณฑ์รวม	30
2-4	เกณฑ์การให้คะแนนข้อสอบแบบต่อเนื่องสองขั้นตอน แบบเลือกตอบทั้งสองตอน แบบเกณฑ์ย่อย	30
2-5	เกณฑ์การให้คะแนนข้อสอบแบบต่อเนื่องสองขั้นตอน แบบเลือกตอบและเขียนตอบ แบบเกณฑ์รวม	31
2-6	เกณฑ์การให้คะแนนข้อสอบแบบต่อเนื่องสองขั้นตอน แบบเลือกตอบและเขียนตอบ แบบเกณฑ์ย่อย	31
2-7	รูปแบบของแบบตรวจสอบที่ให้ผู้เชี่ยวชาญพิจารณาความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาของเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	41
2-8	ค่าทีปกติสำเร็จรูป	62
3-1	จำนวนนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาระยอง เขต 2	71
3-2	เกณฑ์การตรวจให้คะแนนแบบทดสอบฉบับที่ 1 ทดสอบความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์แบบอุปนัย	74
3-3	เกณฑ์การตรวจให้คะแนนแบบทดสอบฉบับที่ 2 ทดสอบความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์แบบนิรนัย	75
3-4	โครงสร้างแบบทดสอบ	77
3-5	คะแนนทีสำเร็จรูป	79
4-1	โครงสร้างแบบทดสอบ	87
4-2	ค่าความยากและค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบฉบับที่ 1 ทดสอบความสามารถในการให้เหตุผลแบบอุปนัย จากการทดลอง (Try out) ครั้งที่ 1	88
4-3	ค่าความยากและค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบฉบับที่ 2 ทดสอบความสามารถในการให้เหตุผลแบบนิรนัย จากการทดลอง (Try out) ครั้งที่ 1	90
4-4	ค่าความยากและค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบฉบับที่ 1 ทดสอบความสามารถในการให้เหตุผลแบบอุปนัย จากการทดลอง (Try out) ครั้งที่ 2	91

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่ หน้า

4-5 ค่าความยากและค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบฉบับที่ 2 ทดสอบความสามารถในการให้เหตุผลแบบนิรนัย จากการทดลอง (Try out) ครั้งที่ 2..... 93

4-6 เปรียบเทียบคะแนนสอบระหว่างกลุ่มที่มีประสบการณ์มากกว่า (นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3) กับกลุ่มที่มีประสบการณ์น้อยกว่า (นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2) เพื่อตรวจสอบค่าความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้างของแบบทดสอบฉบับที่ 1 ทดสอบความสามารถในการให้เหตุผลแบบอุปนัย..... 94

4-7 เปรียบเทียบคะแนนสอบระหว่างกลุ่มที่มีประสบการณ์มากกว่า (นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3) กับกลุ่มที่มีประสบการณ์น้อยกว่า (นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2) เพื่อตรวจสอบค่าความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้างของแบบทดสอบฉบับที่ 2 ทดสอบความสามารถในการให้เหตุผลแบบนิรนัย..... 95

4-8 ค่าความยากและค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบฉบับที่ 1 ทดสอบความสามารถในการให้เหตุผลแบบอุปนัย จากการทดสอบครั้งที่ 3..... 96

4-9 ค่าความยากและค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบฉบับที่ 2 ทดสอบความสามารถในการให้เหตุผลแบบนิรนัย จากการทดสอบครั้งที่ 3..... 97

4-10 ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้ง 2 ฉบับ..... 98

4-11 เกณฑ์ปกติของแบบทดสอบฉบับที่ 1 ทดสอบความสามารถในการให้เหตุผลแบบอุปนัย..... 99

4-12 เกณฑ์ปกติของแบบทดสอบฉบับที่ 2 ทดสอบความสามารถในการให้เหตุผลแบบนิรนัย..... 99

4-13 เกณฑ์ปกติรวมของแบบทดสอบความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาระยอง เขต 2..... 100

4-14 ขยายคะแนนทีปกติ (T_{ij}) ของแบบทดสอบฉบับที่ 1 ทดสอบความสามารถในการให้เหตุผลแบบอุปนัย..... 101

4-15 ขยายคะแนนทีปกติ (T_{ij}) ของแบบทดสอบฉบับที่ 2 ทดสอบความสามารถในการให้เหตุผลแบบนิรนัย..... 102

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่ หน้า

4-16 ขยายคะแนนทีปกติ (T_c) รวมของแบบทดสอบความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาระยอง เขต 2..... 102

ข-1 ดัชนีความสอดคล้องของแบบทดสอบฉบับที่ 1 ทดสอบความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์แบบอุปนัย..... 132

ข-2 ดัชนีความสอดคล้องของแบบทดสอบฉบับที่ 2 ทดสอบความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์แบบนิรนัย..... 134

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
2-1	การตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา.....	40
2-2	การตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้าง.....	42
2-3	การตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงสภาพ.....	45
2-4	การตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงพยากรณ์.....	46
2-5	การประมาณค่าความเชื่อมั่นโดยวิธีทดสอบซ้ำ.....	48
2-6	การประมาณค่าความเชื่อมั่นโดยวิธีใช้แบบสอบสมมูลกัน.....	49
2-7	การประมาณค่าความเชื่อมั่นโดยวิธีสอบซ้ำด้วยแบบสอบสมมูล.....	50
2-8	การประมาณค่าความเชื่อมั่นโดยวิธีแบ่งครึ่งข้อสอบ.....	51
3-1	ขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบวัดความสามารถการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์.....	76

บทที่ 1
บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ในปัจจุบันคนเราต้องเผชิญกับปัญหารวมทั้งเหตุการณ์ต่าง ๆ มากมาย ซึ่งมีการเปลี่ยนแปลงอยู่เสมอ ไม่ว่าจะเป็นทางการเมือง เศรษฐกิจที่รุมเร้าคนในสังคมอย่างต่อเนื่อง อีกทั้งความรู้และวิทยาการใหม่ ๆ ก็เกิดขึ้นและเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว ทำให้คนในสังคมต้องคิดแก้ปัญหาอยู่ตลอดเวลา ดังนั้นคนในสังคมจำเป็นต้องใช้การกระบวนการคิด และการตัดสินใจในการแก้ปัญหาอยู่เสมอ (เชิดศักดิ์ ตั้นภูมี, 2550, หน้า 1) วิชาคณิตศาสตร์จึงเป็นวิชาที่สำคัญมากต่อการพัฒนาความคิดมนุษย์ ทำให้มนุษย์มีความคิดสร้างสรรค์ คิดอย่างมีเหตุผล เป็นระบบ มีแบบแผน สามารถคิดวิเคราะห์ปัญหาหรือสถานการณ์ได้อย่างถี่ถ้วนรอบคอบ ช่วยให้คาดการณ์ วางแผน ตัดสินใจแก้ปัญหาและนำไปใช้ในชีวิตประจำวันได้อย่างถูกต้องเหมาะสม อีกทั้งคณิตศาสตร์ยังเป็นเครื่องมือในการศึกษาด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และศาสตร์อื่น ๆ คณิตศาสตร์จึงมีส่วนช่วยในการพัฒนาคุณภาพชีวิตให้ดีขึ้น และสามารถทำให้คนปรับตัวอยู่ร่วมกับผู้อื่นได้อย่างมีความสุข (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551, หน้า 56) เนื่องจากวิชาคณิตศาสตร์เป็นวิชาที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการคิด ความมีระบบระเบียบขั้นตอนในการคิด และความมีเหตุผล หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ได้กำหนดสาระที่จำเป็นสำหรับผู้เรียนซึ่งประกอบด้วยเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์และทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์รวม 6 สาระ ได้แก่ สาระที่ 1 จำนวนและการดำเนินการ สาระที่ 2 การวัด สาระที่ 3 เรขาคณิต สาระที่ 4 พีชคณิต สาระที่ 5 การวิเคราะห์ข้อมูลและความน่าจะเป็น และสาระที่ 6 ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ (สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา, 2551, หน้า 3) ซึ่งในสาระที่ 6 ในหลักสูตรแกนกลางได้กำหนดมาตรฐานการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ที่จำเป็นสำหรับผู้เรียนไว้ในมาตรฐาน ค 6.1 กำหนดให้ผู้เรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหา การให้เหตุผล การสื่อสารและการเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ และมีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551, หน้า 13) จะเห็นได้ว่าความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ถือเป็นเป้าหมายสำคัญประการหนึ่งของหลักสูตรที่มีส่วนช่วยส่งเสริมให้นักเรียนรู้จักคิดอย่างมีเหตุผล คิดอย่างเป็นระบบ สามารถวิเคราะห์ปัญหาและสถานการณ์ได้อย่างรอบคอบ รวมถึงสามารถคาดการณ์ วางแผน ตัดสินใจ และแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้องเหมาะสม (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2551, หน้า 45)

ในปัจจุบันพบว่า มีนักเรียนไม่น้อยยังด้อยความสามารถเกี่ยวกับการแสดงหรืออ้างอิงเหตุผล ทำให้นักเรียนไม่สามารถนำความรู้ทางคณิตศาสตร์ไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันและในการศึกษาต่ออย่างมีประสิทธิภาพ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2555 ข, หน้า 1) จะเห็นได้จากผลการวิจัยการศึกษาแนวโน้มการจัดการศึกษาคณิตศาสตร์ระดับนานาชาติ โครงการ TIMSS 2011 (Trend in International Mathematics and Science Study 2011: TIMSS 2011) ซึ่งเป็นการประเมินในวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ครอบคลุมด้านเนื้อหา (Content domain) ได้แก่ เรื่องจำนวน พีชคณิต เรขาคณิต ข้อมูลและโอกาส และด้านพฤติกรรมการเรียนรู้ (Cognitive domain) ได้แก่ ความรู้ การประยุกต์ใช้ความรู้ การให้เหตุผล มีประเทศที่เข้าร่วมประเมิน 45 ประเทศ โดยไทยมีผลคะแนนเฉลี่ยวิชาคณิตศาสตร์ 427 คะแนน ซึ่งต่ำกว่าค่าเฉลี่ย คือ 500 คะแนน และเมื่อจำแนกตามเนื้อหาวิชาและพฤติกรรมการเรียนรู้ พบว่า คะแนนเฉลี่ยในเนื้อหาเรื่องจำนวนเท่ากับ 425 คะแนน และคะแนนเฉลี่ยในด้านการให้เหตุผลเท่ากับ 429 คะแนนตามลำดับ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2555 ค) และจากผลการทดสอบการศึกษาแห่งชาติขั้นพื้นฐาน (O-NET) ซึ่งเป็นการทดสอบที่วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ปี พ.ศ. 2558 พบว่า คะแนนเฉลี่ยในวิชาคณิตศาสตร์เท่ากับ 32.40 ซึ่งต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐานร้อยละ 50 (สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ, 2558) สอดคล้องกับผลการทดสอบการศึกษาแห่งชาติขั้นพื้นฐาน (O-NET) ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในปีการศึกษา 2558 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาระยอง เขต 2 โดยมีคะแนนเฉลี่ยในรายวิชาคณิตศาสตร์เพียง 33.56 คะแนน ซึ่งต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐานเช่นกัน

การพัฒนาทักษะการให้เหตุผลจะต้องเป็นเป้าหมายแรกของครูทุกคนในทุกห้องเรียน ครูต้องใช้โอกาสในทุกสถานการณ์ในชั้นเรียนในการสนับสนุนการให้เหตุผลของนักเรียน การแก้ปัญหาในชั้นเรียนถือเป็นการสนับสนุนการให้เหตุผลของนักเรียนซึ่งจะช่วยให้ผู้เรียนพัฒนาความสามารถด้านเหตุผล ทั้งการแก้ปัญหาและความสามารถด้านเหตุผลเป็นทักษะเชิงกระบวนการ (Krulik, 1996, pp. 8-9 อ้างถึงใน สมเดช บุญประจักษ์, 2540, หน้า 34) การให้เหตุผลเป็นพื้นฐานของการเรียนรู้และการดำเนินการทางคณิตศาสตร์ เราไม่สามารถดำเนินการทางคณิตศาสตร์โดยปราศจากการให้เหตุผล การแสดงเหตุผลที่ดีมีคุณค่ามากกว่าการที่นักเรียนหาคำตอบที่ถูกต้องได้ ดังนั้น การพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์เป็นสิ่งสำคัญและจำเป็น เพราะการให้เหตุผลช่วยให้ผู้เรียนได้พัฒนานอกเหนือไปจากการจดจำข้อเท็จจริง กฎ และการดำเนินการ การเน้นการให้เหตุผลช่วยให้นักเรียนเห็นว่าคณิตศาสตร์เป็นเรื่องที่สามารถให้เหตุผลได้อย่างเป็นระบบและมีความหมาย และทักษะการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์สามารถประยุกต์ใช้ในสาขาอื่น ๆ ได้ (สมเดช บุญประจักษ์, 2540, หน้า 34)

การจัดการศึกษาดังกล่าวจะมีประสิทธิภาพหรือประสบความสำเร็จได้ต้องอาศัยการตรวจสอบผลที่ได้จากการจัดการเรียนการสอน ด้วยการจัดให้มีการวัดผลประเมินผลการเรียนรู้เพื่อให้สะท้อนคุณภาพที่เกิดขึ้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งคุณภาพของผู้เรียน ทั้งด้านความรู้ความเข้าใจ ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ รวมถึงคุณลักษณะอันพึงประสงค์ ผลของการประเมินการเรียนรู้คณิตศาสตร์จะนำมาสู่การทบทวน ปรับปรุง และพัฒนาการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ให้ดียิ่งขึ้น (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2555 ก, หน้า 1) นักวัดผลจึงสนใจที่จะทำการวัดและประเมินผลวิชาคณิตศาสตร์ในหลายรูปแบบ ซึ่งการวัดผลและประเมินผลการศึกษานั้นนับว่ามีความสำคัญต่อการเรียนทุกระดับ ทุกวิชา เพราะเป็นกระบวนการที่ใช้ตรวจสอบคุณภาพการเรียนการสอนว่านักเรียนได้บรรลุจุดมุ่งหมายที่วางไว้หรือไม่ (สมนึก ภัททิยธนี, 2553, หน้า 30) ดังนั้น การสร้างเครื่องมือวัดผลประเมินผลที่มีคุณภาพจะช่วยให้ได้ข้อมูลจากการประเมินที่สะท้อนสิ่งที่ต้องการได้ตรงกับความเป็นจริง ทำให้ผู้เรียนได้ข้อสนเทศในการนำไปใช้ปรับปรุงและพัฒนาตนเอง และผู้สอนนำไปใช้ในการพัฒนาการเรียนการสอน (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2555 ก, หน้า 23)

การวัดผลประเมินผลคณิตศาสตร์มีจุดประสงค์สำคัญดังต่อไปนี้ 1) เพื่อตรวจสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและตัดสินผลการเรียนตามสาระการเรียนรู้ มาตรฐานการเรียนรู้และผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง ว่าผู้เรียนได้เรียนรู้ตามผลการเรียนรู้ที่คาดหวังหรือไม่ เพื่อจะได้นำผลการตรวจสอบไปปรับและพัฒนาให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ที่ดีขึ้น 2) เพื่อวินิจฉัยความรู้ทางคณิตศาสตร์และทักษะที่ผู้เรียนจำเป็นต้องใช้ในชีวิตประจำวัน เช่น ความสามารถในการแก้ปัญหา การสืบค้น การให้เหตุผล การสื่อสาร การสื่อความหมาย การนำความรู้ไปใช้ การคิดวิเคราะห์ การคิดสร้างสรรค์ การควบคุม กระบวนการคิด และนำผลที่ได้จากการวินิจฉัยผู้เรียนไปใช้เป็นแนวทางในการจัดการเรียนรู้ให้เหมาะสม 3) เพื่อรวบรวมข้อมูลและจัดทำข้อมูลสารสนเทศด้านการจัดการเรียนรู้โดยใช้ข้อมูลจากการประเมินผลที่ได้ในการสรุปผลการเรียนของผู้เรียน และเป็นข้อมูลป้อนกลับแก่ผู้เรียนหรือผู้ที่เกี่ยวข้องตามความเหมาะสม รวมทั้งนำข้อมูลสารสนเทศไปใช้วางแผนบริหารการจัดการศึกษาของสถานศึกษา ซึ่งการกำหนดจุดประสงค์ของการวัดผลประเมินผลอย่างชัดเจนจะช่วยให้เลือกใช้วิธีการและเครื่องมือวัดผลได้อย่างมีประสิทธิภาพ สามารถวัดได้ในสิ่งที่ต้องการวัด และนำผลที่ได้ไปใช้ในงานได้จริง (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2555 ก, หน้า 10-11) ซึ่งเครื่องมือวัดผลประเมินผลมีอยู่หลากหลาย การที่จะเลือกใช้เครื่องมือลักษณะใดนั้น ขึ้นอยู่กับพฤติกรรมที่ต้องการวัด ระดับของผู้เรียน ผู้ประเมิน และการนำไปใช้ เช่น แบบทดสอบ แบบสังเกต แบบสัมภาษณ์ แฟ้มสะสมผลงาน เป็นต้น การเลือกเครื่องมือที่เหมาะสมจะช่วยให้วัดในสิ่งที่ต้องการได้ใกล้เคียงกับความเป็นจริง

ซึ่งจะทำให้ผลการประเมินที่ได้มีความน่าเชื่อถือมากขึ้น (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2555 ก, หน้า 18) และเครื่องมือที่สะดวกที่สุด ใช้เวลาในการเก็บข้อมูลไม่มากนัก และใช้วัดทักษะและกระบวนการด้านการให้เหตุผลได้ดี คือ แบบทดสอบแบบต่อเนื่อง เนื่องจากแบบทดสอบแบบต่อเนื่องเป็นข้อสอบที่ให้ผู้เรียนมีการคิดอย่างต่อเนื่องเป็นชุดโดยมีการผสมผสานข้อสอบหลายรูปแบบ ดังนี้ 1) ข้อสอบต่อเนื่องที่กำหนดสถานการณ์ ข้อสอบลักษณะนี้อาจเป็นแบบเลือกตอบ แบบเขียนตอบ หรือทั้งสองแบบผสมอยู่ด้วยกัน 2) ข้อสอบต่อเนื่องสองขั้นตอน ซึ่งเป็นแบบทดสอบที่มุ่งให้ผู้เรียนพิจารณาเลือกคำตอบของคำถามที่กำหนดให้ แล้วคิดหาเหตุผลเพื่ออธิบายคำตอบที่เลือกนั้น เป็นแบบทดสอบที่เน้นกระบวนการคิดที่ต่อเนื่อง ผู้เรียนจะต้องทำงานตามขั้นตอนที่กำหนดให้ ข้อสอบประกอบด้วย 2 ขั้นตอน คือ ตอนที่ 1 มีคำถามและมีตัวเลือกให้ผู้เลือกตอบ ตอนที่ 2 เป็นการให้เหตุผลประกอบตัวเลือกจากขั้นตอนที่ 1 (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2555 ก, หน้า 61-73)

จากเหตุผลดังกล่าวข้างต้นจะเห็นได้ว่า ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์จะช่วยให้ผู้เรียนสามารถคิดวิเคราะห์ปัญหาและสถานการณ์ได้อย่างรอบคอบ ซึ่งหากนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ได้รับการทดสอบความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เพื่อเป็นข้อมูลในการนำไปพัฒนาทักษะการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของตนเองในระดับที่สูงขึ้น และเพื่อนำไปประยุกต์ใช้ในการเรียนรู้สิ่งใหม่ ๆ ได้อย่างมีประสิทธิภาพ ดังนั้น การทดสอบความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์จำเป็นต้องใช้เครื่องมือที่มีคุณภาพ และเกณฑ์มาตรฐานที่ใช้ในการเปรียบเทียบว่านักเรียนมีความสามารถอยู่ในระดับใด ประกอบกับการค้นคว้างานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสร้างแบบทดสอบความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ยังมีน้อย ผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะสร้างแบบทดสอบความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ซึ่งครูผู้สอนและผู้ที่สนใจจะได้นำไปใช้เป็นเครื่องมือในการทดสอบความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ และนำผลที่ได้ไปเป็นข้อมูลในการวางแผน เพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนาการจัดการเรียนรู้ และพัฒนาผู้เรียนให้เต็มศักยภาพต่อไป

วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อสร้างแบบทดสอบความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาระยอง เขต 2
2. เพื่อหาคุณภาพของแบบทดสอบความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาระยอง เขต 2

3. เพื่อสร้างเกณฑ์ปกติ (Norms) ของแบบทดสอบความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาระยอง เขต 2

ประโยชน์ที่ได้รับ

1. ได้แบบทดสอบความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่มีคุณภาพ

2. เป็นแนวทางสำหรับผู้ที่สนใจนำไปใช้ในการพัฒนาแบบทดสอบในด้านอื่น ๆ

3. ได้เกณฑ์ปกติ (Norms) ของแบบทดสอบความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาระยอง เขต 2

4. ผู้เกี่ยวข้องสามารถใช้ผลการทดสอบเป็นข้อมูลพื้นฐานในการจัดการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนให้มีประสิทธิภาพ

ขอบเขตการวิจัย

1. ประชากรที่ใช้ในการวิจัย

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2559 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาระยอง เขต 2 จำนวน 404 คน

2. กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการทดลองครั้งนี้ ผู้วิจัยเลือกกลุ่มตัวอย่างด้วยวิธีการสุ่มแบบเจาะจง (Purposive sampling) ซึ่งเป็นนักเรียนที่กำลังเรียนอยู่ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2559 จำนวน 30 คน จากโรงเรียนบ้านทุ่งเค็ด เนื่องจากกลุ่มตัวอย่างกลุ่มนี้มีสภาพแวดล้อมที่ใกล้เคียงกับกลุ่มประชากรมากที่สุด เพื่อใช้ในการตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้าง

3. เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย

เนื้อหาที่ใช้ในการสร้างแบบทดสอบความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ครั้งนี้ เป็นเนื้อหาในกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 2 ฉบับ ดังนี้

3.1 ฉบับที่ 1 ทดสอบความสามารถในการให้เหตุผลแบบอุปนัย เป็นแบบทดสอบชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก

3.2 ฉบับที่ 2 ทดสอบความสามารถในการให้เหตุผลแบบนิรนัย เป็นแบบทดสอบต่อเนื่องสองขั้นตอน ชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก

4. ตัวแปรที่ใช้ในการวิจัย

4.1 ด้านคุณภาพของแบบทดสอบความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ได้แก่

4.1.1 ค่าความเที่ยงตรง (Validity)

4.1.2 ค่าความยาก (Difficulty index)

4.1.3 ค่าอำนาจจำแนก (Discrimination index)

4.1.4 ค่าความเชื่อมั่น (Reliability)

4.2 เกณฑ์ปกติ (Norms)

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการสังเกตหรือการทดลองซ้ำ ๆ เพื่อหาความสัมพันธ์ และรวบรวมข้อมูลจากหลักการ แนวคิด สถานการณ์ความสัมพันธ์ ความรู้ทางคณิตศาสตร์ เพื่อหาข้อสรุปได้อย่างถูกต้อง และสมเหตุสมผล แบ่งออกเป็น 2 ประเภท ดังนี้

1.1 ความสามารถในการให้เหตุผลแบบอุปนัย หมายถึง การให้เหตุผลจากการสังเกตหรือการทดลองซ้ำ ๆ เพื่อหาความสัมพันธ์ และสรุปเป็นกฎเกณฑ์ทั่วไป

1.2 ความสามารถในการให้เหตุผลแบบนิรนัย หมายถึง การให้เหตุผลจากการใช้หลักการ แนวคิด กฎเกณฑ์ทั่วไป หรือความรู้ทางคณิตศาสตร์ ในการสรุปอย่างสมเหตุสมผล

2. แบบทดสอบความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ หมายถึง แบบทดสอบที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเพื่อทดสอบความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ จำนวน 2 ฉบับ ประกอบด้วย แบบทดสอบความสามารถในการให้เหตุผลแบบอุปนัย เป็นแบบทดสอบชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก และแบบทดสอบความสามารถในการให้เหตุผลแบบนิรนัย เป็นแบบทดสอบต่อเนื่องสองขั้นตอน ชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก

3. คุณภาพของแบบทดสอบความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ หมายถึง คุณสมบัติของแบบทดสอบความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ในด้านต่าง ๆ ต่อไปนี้

3.1 ค่าความเที่ยงตรง (Validity) ของแบบทดสอบ หมายถึง คุณสมบัติของแบบทดสอบที่สามารถวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ได้ถูกต้องตรงตามวัตถุประสงค์ที่ต้องการวัด ได้แก่ ความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา โดยวิธีคำนวณดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถาม

กับจุดประสงค์ (Index of item objective congruence) และความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้าง (Construct validity) โดยวิธีคำนวณจากกลุ่มที่รู้ชัดอยู่แล้ว (Known-group technique)

3.2 ค่าความยาก (Difficulty index) ของแบบทดสอบ หมายถึง คุณสมบัติของแบบทดสอบที่ได้จากสัดส่วนของผู้ที่ทำข้อสอบข้อนั้นผิดโดยใช้คะแนนเฉลี่ยของข้อสอบแต่ละข้อเทียบกับคะแนนเต็มของข้อนั้น โดยใช้การหาอัตราส่วนของผลต่างระหว่างจำนวนผู้ตอบถูกในกลุ่มสูง กับจำนวนผู้ตอบถูกในกลุ่มต่ำ ซึ่งคำนวณโดยการวิเคราะห์ข้อสอบด้วยเทคนิค 50% ของการจำแนกกลุ่มสูงและกลุ่มต่ำ

3.3 ค่าอำนาจจำแนก (Discrimination index) ของแบบทดสอบ หมายถึง คุณสมบัติของแบบทดสอบที่สามารถจำแนกหรือแยกผู้ตอบออกเป็นกลุ่มสูงและกลุ่มต่ำโดยการหาสัดส่วนของผู้สอบที่ตอบข้อนั้นได้ถูกต้องต่อผู้สอบทั้งหมด ซึ่งคำนวณโดยการวิเคราะห์ข้อสอบด้วยเทคนิค 50% ของการจำแนกกลุ่มสูงและกลุ่มต่ำ

3.4 ค่าความเชื่อมั่น (Reliability) ของแบบทดสอบ หมายถึง คุณสมบัติของแบบทดสอบที่สามารถวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ที่วัดเฉพาะการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของผู้ตอบได้คงที่ ซึ่งใช้วิธีของคูเดอร์-ริชาร์ดสัน (Kuder-Richardson method) โดยใช้สูตร KR-20

4. คู่มือการใช้แบบทดสอบความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ หมายถึง เอกสารที่มีรายละเอียดในการใช้แบบทดสอบความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ดังนี้

4.1 ความหมาย

4.2 ความมุ่งหมาย

4.3 โครงสร้างของแบบทดสอบ

4.4 วิธีการดำเนินการสอบ

4.5 เกณฑ์การตรวจให้คะแนน

4.6 เกณฑ์ปกติ (Norms)

4.7 การแปลความหมายของคะแนน

5. เกณฑ์ปกติ (Norms) หมายถึง คะแนนมาตรฐานที่เป็นเกณฑ์ในการแปลความหมายของคะแนนจากแบบทดสอบว่าผู้สอบอยู่ในระดับใดของกลุ่มประชากร โดยนำคะแนนจากการหาคุณภาพของแบบทดสอบ แปลงเป็นคะแนนทีปกติ (Normalized T-score) ซึ่งแสดงลงในตาราง ซึ่งบอกความสัมพันธ์ระหว่างคะแนนดิบกับคะแนนทีปกติ (Normalized T-score)

บทที่ 2
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องสำหรับการสร้างแบบทดสอบความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ในหัวข้อดังนี้

1. หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551
2. การให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์
   2.1 ความหมายของการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์
   2.2 แนวคิดและทฤษฎีความสามารถในการให้เหตุผล
   2.3 ประเภทของการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์
3. การสร้างแบบทดสอบความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์
   3.1 ลักษณะของแบบทดสอบความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์
   3.2 ลักษณะของข้อสอบเลือกตอบ
   3.3 ลักษณะของข้อสอบแบบต่อเนื่อง
   3.4 กระบวนการสร้างแบบทดสอบ
   3.5 การหาคุณภาพ
   3.6 การสร้างเกณฑ์ปกติ
4. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
   4.1 งานวิจัยในประเทศ
   4.2 งานวิจัยต่างประเทศ

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551

ผู้วิจัยได้ศึกษาหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 มีรายละเอียดดังนี้ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551, หน้า 3-4)

วิสัยทัศน์

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน มุ่งพัฒนาผู้เรียนทุกคน ซึ่งเป็นกำลังของชาติให้เป็นมนุษย์ที่มีความสมดุลทั้งด้านร่างกาย ความรู้ คุณธรรม มีจิตสำนึกในความเป็นพลเมืองไทยและเป็นพลโลก ยึดมั่นในการปกครองตามระบอบประชาธิปไตยอันมีพระมหากษัตริย์ทรงเป็นประมุข มีความรู้และทักษะพื้นฐาน รวมทั้ง เจตคติ ที่จำเป็นต่อการศึกษาต่อ การประกอบอาชีพ

และการศึกษาตลอดชีวิต โดยมุ่งเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ บนพื้นฐานความเชื่อว่า ทุกคนสามารถเรียนรู้และพัฒนาตนเองได้เต็มตามศักยภาพ

หลักการ

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน มีหลักการที่สำคัญ ดังนี้

1. เป็นหลักสูตรการศึกษาเพื่อความเป็นเอกภาพของชาติ มีจุดหมายและมาตรฐานการเรียนรู้เป็นเป้าหมายสำหรับพัฒนาเด็กและเยาวชนให้มีความรู้ ทักษะ เจตคติ และคุณธรรม บนพื้นฐานของความเป็นไทยควบคู่กับความเป็นสากล

2. เป็นหลักสูตรการศึกษาเพื่อปวงชน ที่ประชาชนทุกคนมีโอกาสได้รับการศึกษาอย่างเสมอภาคและมีคุณภาพ

3. เป็นหลักสูตรการศึกษาที่สนองการกระจายอำนาจ ให้สังคมมีส่วนร่วมในการจัดการศึกษาให้สอดคล้องกับสภาพและความต้องการของท้องถิ่น

4. เป็นหลักสูตรการศึกษาที่มีโครงสร้างยืดหยุ่นทั้งด้านสาระการเรียนรู้ เวลา และการจัดการเรียนรู้

5. เป็นหลักสูตรการศึกษาที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ

6. เป็นหลักสูตรการศึกษาสำหรับการศึกษาในระบบ นอกระบบ และตามอัธยาศัย ครอบคลุมทุกกลุ่มเป้าหมาย สามารถเทียบโอนผลการเรียนรู้และประสบการณ์

จุดหมาย

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน มุ่งพัฒนาผู้เรียนให้เป็นคนดี มีปัญญา มีความสุข มีศักยภาพในการศึกษาต่อ และประกอบอาชีพ จึงกำหนดเป็นจุดหมายเพื่อให้เกิดกับผู้เรียน เมื่อจบการศึกษาขั้นพื้นฐาน ดังนี้

1. มีคุณธรรม จริยธรรม และค่านิยมที่พึงประสงค์ เห็นคุณค่าของตนเอง มีวินัย และปฏิบัติตนตามหลักธรรมของพระพุทธศาสนาหรือศาสนาที่ตนนับถือ ยึดหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง

2. มีความรู้ ความสามารถในการสื่อสาร การคิด การแก้ปัญหา การใช้เทคโนโลยี และมีทักษะชีวิต

3. มีสุขภาพกายและสุขภาพจิตที่ดี มีสุขนิสัย และรักการออกกำลังกาย

4. มีความรักชาติ มีจิตสำนึกในความเป็นพลเมืองไทยและพลโลก ยึดมั่นในวิถีชีวิตและการปกครองตามระบอบประชาธิปไตยอันมีพระมหากษัตริย์ทรงเป็นประมุข

5. มีจิตสำนึกในการอนุรักษ์วัฒนธรรมและภูมิปัญญาไทย การอนุรักษ์และพัฒนาสิ่งแวดล้อม มีจิตสาธารณะที่มุ่งทำประโยชน์และสร้างสิ่งที่ดีงามในสังคม และอยู่ร่วมกันในสังคมอย่างมีความสุข

สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน และคุณลักษณะอันพึงประสงค์

ในการพัฒนาผู้เรียนตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน มุ่งเน้นพัฒนาผู้เรียนให้มีคุณภาพตามมาตรฐานที่กำหนด ซึ่งจะช่วยให้ผู้เรียนเกิดสมรรถนะสำคัญและคุณลักษณะอันพึงประสงค์ ดังนี้

สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน มุ่งให้ผู้เรียนเกิดสมรรถนะสำคัญ 5 ประการ ดังนี้

1. ความสามารถในการสื่อสาร เป็นความสามารถในการรับและส่งสาร มีวัฒนธรรมในการใช้ภาษาถ่ายทอดความคิด ความรู้ความเข้าใจ ความรู้สึก และทัศนะของตนเอง เพื่อแลกเปลี่ยนข้อมูลข่าวสารและประสบการณ์อันจะเป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาตนเองและสังคม รวมทั้งการเจรจาต่อรองเพื่อขจัดและลดปัญหาความขัดแย้งต่าง ๆ การเลือกรับหรือไม่รับข้อมูลข่าวสารด้วยหลักเหตุผลและความถูกต้อง ตลอดจนการเลือกใช้วิธีการสื่อสารที่มีประสิทธิภาพ โดยคำนึงถึงผลกระทบที่มีต่อตนเองและสังคม

2. ความสามารถในการคิด เป็นความสามารถในการคิดวิเคราะห์ การคิดสังเคราะห์ การคิดอย่างสร้างสรรค์ การคิดอย่างมีวิจารณญาณ และการคิดเป็นระบบ เพื่อนำไปสู่การสร้างองค์ความรู้หรือสารสนเทศเพื่อการตัดสินใจเกี่ยวกับตนเองและสังคมได้อย่างเหมาะสม

3. ความสามารถในการแก้ปัญหา เป็นความสามารถในการแก้ปัญหาและอุปสรรคต่าง ๆ ที่เผชิญได้อย่างถูกต้องเหมาะสมบนพื้นฐานของหลักเหตุผล คุณธรรม และข้อมูลสารสนเทศ เข้าใจความสัมพันธ์และการเปลี่ยนแปลงของเหตุการณ์ต่าง ๆ ในสังคม แสวงหาความรู้ ประยุกต์ความรู้มาใช้ในการป้องกันและแก้ไขปัญหา และมีการตัดสินใจที่มีประสิทธิภาพ โดยคำนึงถึงผลกระทบที่เกิดขึ้นต่อตนเอง สังคม และสิ่งแวดล้อม

4. ความสามารถในการใช้ทักษะชีวิต เป็นความสามารถในการนำกระบวนการต่าง ๆ ไปใช้ในการดำเนินชีวิตประจำวัน การเรียนรู้ด้วยตนเอง การเรียนรู้อย่างต่อเนื่อง การทำงาน และการอยู่ร่วมกันในสังคมด้วยการสร้างเสริมความสัมพันธ์อันดีระหว่างบุคคล การจัดการปัญหาและความขัดแย้งต่าง ๆ อย่างเหมาะสม การปรับตัวให้ทันกับการเปลี่ยนแปลงของสังคมและสภาพแวดล้อม และการรู้จักหลีกเลี่ยงพฤติกรรมไม่พึงประสงค์ที่ส่งผลกระทบต่อตนเองและผู้อื่น

5. ความสามารถในการใช้เทคโนโลยี เป็นความสามารถในการเลือก และใช้เทคโนโลยีด้านต่าง ๆ และมีทักษะกระบวนการทางเทคโนโลยี เพื่อการพัฒนาตนเองและสังคม ในด้านการเรียนรู้ การสื่อสารการทำงาน การแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ถูกต้อง เหมาะสม และมีคุณธรรม

กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์

ผู้วิจัยได้ศึกษาเกี่ยวกับมาตรฐานการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ มีรายละเอียดดังนี้ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551, หน้า 5-9)

ทำไมต้องเรียนคณิตศาสตร์

คณิตศาสตร์มีบทบาทสำคัญยิ่งต่อการพัฒนาความคิดมนุษย์ ทำให้มนุษย์มีความคิดสร้างสรรค์ คิดอย่างมีเหตุผล เป็นระบบ มีแบบแผน สามารถวิเคราะห์ปัญหาหรือสถานการณ์ได้อย่างถี่ถ้วน รอบคอบ ช่วยให้คาดการณ์ วางแผน ตัดสินใจ แก้ปัญหา และนำไปใช้ในชีวิตประจำวันได้อย่างถูกต้องเหมาะสม นอกจากนี้คณิตศาสตร์ยังเป็นเครื่องมือในการศึกษาทางด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และศาสตร์อื่น ๆ คณิตศาสตร์จึงมีประโยชน์ต่อการดำเนินชีวิต ช่วยพัฒนาคุณภาพชีวิตให้ดีขึ้น และสามารถอยู่ร่วมกับผู้อื่นได้อย่างมีความสุข

เรียนรู้อะไรในคณิตศาสตร์

กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์มุ่งให้เยาวชนทุกคนได้เรียนรู้คณิตศาสตร์อย่างต่อเนื่องตามศักยภาพ โดยกำหนดสาระหลักที่จำเป็นสำหรับผู้เรียนทุกคน ดังนี้

สาระที่ 1 จำนวนและการดำเนินการ ความคิดรวบยอดและความรู้สึกเชิงจำนวน ระบบจำนวนจริง สมบัติเกี่ยวกับจำนวนจริง การดำเนินการของจำนวน อัตราส่วน ร้อยละ การแก้ปัญหาเกี่ยวกับจำนวน และการใช้จำนวนในชีวิตจริง

สาระที่ 2 การวัด ความยาว ระยะทาง น้ำหนัก พื้นที่ ปริมาตร และความจุ เงิน และเวลา หน่วยวัดระบบต่าง ๆ การคาดคะเนเกี่ยวกับการวัด อัตราส่วนตรีโกณมิติ การแก้ปัญหาเกี่ยวกับการวัด และการนำความรู้เกี่ยวกับการวัดไปใช้ในสถานการณ์ต่าง ๆ

สาระที่ 3 เรขาคณิต รูปเรขาคณิตและสมบัติของรูปเรขาคณิตหนึ่งมิติ สองมิติ และสามมิติ การนึกภาพแบบจำลองทางเรขาคณิต ทฤษฎีบททางเรขาคณิต การแปลงทางเรขาคณิต (Geometric transformation) ในเรื่องการเลื่อนขนาน (Translation) การสะท้อน (Reflection) และการหมุน (Rotation)

สาระที่ 4 พีชคณิต แบบรูป (Pattern) ความสัมพันธ์ฟังก์ชัน เซต และการดำเนินการของเซต การให้เหตุผล นิพจน์สมการ ระบบสมการ อสมการ กราฟ ลำดับเลขคณิต ลำดับเรขาคณิต อนุกรมเลขคณิต และอนุกรมเรขาคณิต

สาระที่ 5 การวิเคราะห์ข้อมูลและความน่าจะเป็น การกำหนดประเด็น การเขียนข้อคำถาม การกำหนดวิธีการศึกษา การเก็บรวบรวมข้อมูล การจัดระบบข้อมูล การนำเสนอข้อมูล ค่ากลางและการกระจายของข้อมูล การวิเคราะห์และการแปลความข้อมูล การสำรวจความคิดเห็น

ความน่าจะเป็น การใช้ความรู้เกี่ยวกับสถิติและความน่าจะเป็นในการอธิบายเหตุการณ์ต่าง ๆ และช่วยในการตัดสินใจในการดำเนินชีวิตประจำวัน

สาระที่ 6 ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ การแก้ปัญหาด้วยวิธีการที่หลากหลาย การให้เหตุผลการสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์และการนำเสนอ การเชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์ และการเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ และความคิดริเริ่มสร้างสรรค์คุณภาพผู้เรียน

สาระและมาตรฐานการเรียนรู้

สาระที่ 1 จำนวนและการดำเนินการ

มาตรฐาน ค 1.1 เข้าใจถึงความหลากหลายของการแสดงจำนวนและการใช้จำนวนในชีวิตจริง

มาตรฐาน ค 1.2 เข้าใจถึงผลที่เกิดขึ้นจากการดำเนินการของจำนวนและความสัมพันธ์ระหว่างการดำเนินการต่าง ๆ และสามารถใช้การดำเนินการในการแก้ปัญหา

มาตรฐาน ค 1.3 ใช้การประมาณค่าในการคำนวณและแก้ปัญหา

มาตรฐาน ค 1.4 เข้าใจระบบจำนวนและนำสมบัติเกี่ยวกับจำนวนไปใช้

สาระที่ 2 การวัด

มาตรฐาน ค 2.1 เข้าใจพื้นฐานเกี่ยวกับการวัด วัดและคาดคะเนขนาดของสิ่งที่ต้องการวัด

มาตรฐาน ค 2.2 แก้ปัญหาเกี่ยวกับการวัด

สาระที่ 3 เรขาคณิต

มาตรฐาน ค 3.1 อธิบายและวิเคราะห์รูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติ

มาตรฐาน ค 3.2 ใช้การนึกภาพ (Visualization) ใช้เหตุผลเกี่ยวกับปริภูมิ (Spatial reasoning) และใช้แบบจำลองทางเรขาคณิต (Geometric model) ในการแก้ปัญหา

สาระที่ 4 พีชคณิต

มาตรฐาน ค 4.1 เข้าใจและวิเคราะห์แบบรูป (Pattern) ความสัมพันธ์ และฟังก์ชัน

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

สาระที่ 5 การวิเคราะห์ข้อมูลและความน่าจะเป็น

มาตรฐาน ค 5.1 เข้าใจและใช้วิธีการทางสถิติในการวิเคราะห์ข้อมูล

มาตรฐาน ค 5.2 ใช้วิธีการทางสถิติและความรู้เกี่ยวกับความน่าจะเป็นในการคาดการณ์ได้อย่างสมเหตุสมผล

มาตรฐาน ค 5.3 ใช้ความรู้เกี่ยวกับสถิติและความน่าจะเป็นช่วยในการตัดสินใจและแก้ปัญหา

สาระที่ 6 ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์

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

หมายเหตุ

1. การจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ที่ทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้อย่างมีคุณภาพนั้น จะต้องให้มีความสมดุลระหว่างสาระด้านความรู้ ทักษะและกระบวนการ ควบคู่ไปกับคุณธรรม จริยธรรม และค่านิยมที่พึงประสงค์ ได้แก่ การทำงานอย่างมีระบบ มีระเบียบ มีความรอบคอบ มีความรับผิดชอบ มีวิจารณญาณ มีความเชื่อมั่นในตนเอง พร้อมทั้งตระหนักในคุณค่า และมีเจตคติที่ดีต่อคณิตศาสตร์

2. ในการวัดและประเมินผลด้านทักษะและกระบวนการ สามารถประเมินในระหว่างการเรียนการสอน หรือประเมินไปพร้อมกับการประเมินด้านความรู้

การวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยมีความสนใจที่จะสร้างแบบทดสอบความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 และได้ศึกษาสาระและมาตรฐานการเรียนรู้ ดังตารางที่ 2-1

ตารางที่ 2-1 สาระและมาตรฐานการเรียนรู้ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

สาระที่	มาตรฐาน	ตัวชี้วัด
สาระที่ 1 จำนวนและการดำเนินการ	มาตรฐาน ค 1.1 เข้าใจถึงความหลากหลายของการแสดงจำนวนและการใช้จำนวนในชีวิตจริง	1. เขียนเศษส่วนในรูปทศนิยม และเขียนทศนิยมซ้ำในรูปเศษส่วน 2. จำแนกจำนวนจริงที่กำหนดให้ และยกตัวอย่างจำนวนตรรกยะ และจำนวนอตรรกยะ 3. อธิบายและระบุรากที่สองและรากที่สามของจำนวนจริง 4. ใช้ความรู้เกี่ยวกับอัตราส่วน สัดส่วน และร้อยละในการแก้โจทย์ปัญหา

ตารางที่ 2-1 (ต่อ)

สาระที่	มาตรฐาน	ตัวชี้วัด
สาระที่ 1 จำนวนและการดำเนินการ (ต่อ)	มาตรฐาน ค 1.2 เข้าใจถึงผลที่เกิดขึ้นจากการดำเนินการของจำนวนและความสัมพันธ์ระหว่างการดำเนินการต่าง ๆ และใช้การดำเนินการในการแก้ปัญหา	1. หารากที่สองและรากที่สามของจำนวนเต็ม โดยการแยกตัวประกอบและนำไปใช้ในการแก้ปัญหา พร้อมทั้งตระหนักถึงความสมเหตุสมผลของคำตอบ 2. อธิบายผลที่เกิดขึ้นจากการหารากที่สองและรากที่สามของจำนวนเต็ม เศษส่วน และทศนิยม บอกความสัมพันธ์ของการยกกำลังกับการหารากของจำนวนจริง
	มาตรฐาน ค 1.3 ใช้การประมาณค่าในการคำนวณและแก้ปัญหา	1. หาค่าประมาณของรากที่สองและรากที่สามของจำนวนจริง และนำไปใช้ในการแก้ปัญหา พร้อมทั้งตระหนักถึงความสมเหตุสมผลของคำตอบ
	มาตรฐาน ค 1.4 เข้าใจระบบจำนวนและนำสมบัติเกี่ยวกับจำนวนไปใช้	1. บอกความเกี่ยวข้องของจำนวนจริง จำนวนตรรกยะ และจำนวนอตรรกยะ
สาระที่ 2 การวัด	มาตรฐาน ค 2.1 เข้าใจพื้นฐานเกี่ยวกับการวัด วัดและคาดคะเนขนาดของสิ่งที่ต้องการวัด	1. เปรียบเทียบหน่วยความยาว หน่วยพื้นที่ ในระบบเดียวกัน และต่างระบบ และเลือกใช้หน่วยการวัดได้อย่างเหมาะสม 2. คาดคะเนเวลา ระยะทาง พื้นที่ ปริมาตร และน้ำหนักได้อย่างใกล้เคียง และอธิบายวิธีการที่ใช้ในการคาดคะเน 3. ใช้การคาดคะเนเกี่ยวกับการวัดในสถานการณ์ต่าง ๆ ได้อย่างเหมาะสม

ตารางที่ 2-1 (ต่อ)

สาระที่	มาตรฐาน	ตัวชี้วัด
สาระที่ 2 การวัด (ต่อ)	มาตรฐาน ค 2.2 แก้ปัญหาเกี่ยวกับการวัด	1. ใช้ความรู้เกี่ยวกับความยาวและพื้นที่แก้ปัญหาในสถานการณ์ต่าง ๆ
สาระที่ 3 เรขาคณิต	มาตรฐาน ค 3.2 ใช้การนึกภาพ (Visualization) ใช้เหตุผลเกี่ยวกับปริภูมิ (Spatial reasoning) และใช้แบบจำลองทางเรขาคณิต (Geometric model) ในการแก้ปัญหา	1. ใช้สมบัติเกี่ยวกับความเท่ากันทุกประการของรูปสามเหลี่ยม และสมบัติของเส้นขนานในการให้เหตุผลและแก้ปัญหา 2. ใช้ทฤษฎีบทพีทาโกรัส และบทกลับในการให้เหตุผลและแก้ปัญหา 3. เข้าใจเกี่ยวกับการแปลงทางเรขาคณิตในเรื่องการเลื่อนขนาน การสะท้อน การหมุน และนำไปใช้ 4. บอกภาพที่เกิดขึ้นจากการเลื่อนขนาน การสะท้อนและการหมุนรูปต้นแบบ และอธิบายวิธีการที่จะได้ภาพที่ปรากฏเมื่อกำหนดรูปต้นแบบและภาพนั้นให้
สาระที่ 4 พีชคณิต	มาตรฐาน ค 4.2 ใช้นิพจน์ สมการ อสมการ กราฟ และตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ (Mathematical model) อื่น ๆ แทนสถานการณ์ต่าง ๆ ตลอดจนแปลความหมายและนำไปใช้แก้ปัญหา	1. แก้โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว พร้อมทั้งตระหนักถึงความสมเหตุสมผลของคำตอบ 2. หาพิกัดของจุด และอธิบายลักษณะของรูปเรขาคณิตที่เกิดขึ้นจากการเลื่อนขนาน การสะท้อน และการหมุนบนระนาบในระบบพิกัดฉาก
สาระที่ 5 การวิเคราะห์ข้อมูล และความน่าจะเป็น	มาตรฐาน ค 5.1 เข้าใจและใช้วิธีการทางสถิติในการวิเคราะห์ข้อมูล	1. เปรียบเทียบหน่วยความยาว หน่วยพื้นที่ ในระบบเดียวกัน และต่างระบบ และเลือกใช้หน่วยการวัดได้อย่างเหมาะสม

ตารางที่ 2-1 (ต่อ)

สาระที่	มาตรฐาน	ตัวชี้วัด
สาระที่ 5 การวิเคราะห์ ข้อมูล และ ความน่าจะเป็น (ต่อ)		2. คาดคะเนเวลา ระยะทาง พื้นที่ ปริมาตร และน้ำหนักได้อย่างใกล้เคียง และอธิบายวิธีการที่ใช้ ในการคาดคะเน 3. ใช้การคาดคะเนเกี่ยวกับการวัด ในสถานการณ์ต่าง ๆ ได้อย่างเหมาะสม
	มาตรฐาน ค 5.2 ใช้วิธีการทางสถิติและความรู้ เกี่ยวกับความน่าจะเป็น ในการคาดการณ์ ได้อย่างสมเหตุสมผล	1. อธิบายได้ว่าเหตุการณ์ที่กำหนดให้ เหตุการณ์ใดเกิดขึ้นแน่นอน เหตุการณ์ใดไม่เกิดขึ้นแน่นอน และ เหตุการณ์ใดมีโอกาสเกิดขึ้นได้ มากกว่ากัน
สาระที่ 6 ทักษะ และ กระบวนการ ทางคณิตศาสตร์	มาตรฐาน ค 6.1 มีความสามารถในการแก้ปัญหา การให้เหตุผล การสื่อสาร การสื่อความหมายทาง คณิตศาสตร์ และการนำเสนอ การเชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์และเชื่อมโยง คณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ และมีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์	1. ใช้วิธีการที่หลากหลายแก้ปัญหา 2. ใช้ความรู้ ทักษะและกระบวนการ ทางคณิตศาสตร์และเทคโนโลยี ในการแก้ปัญหาในสถานการณ์ต่าง ๆ ได้อย่างเหมาะสม 3. ให้เหตุผลประกอบการตัดสินใจ และสรุปผลได้อย่างเหมาะสม 4. ใช้ภาษาและสัญลักษณ์ ทางคณิตศาสตร์ในการสื่อสาร การสื่อความหมาย และการนำเสนอ ได้อย่างถูกต้องและชัดเจน 5. เชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ ในคณิตศาสตร์ และนำความรู้ หลักการ กระบวนการ ทางคณิตศาสตร์ไปเชื่อมโยงกับ ศาสตร์อื่น ๆ 6. มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์

จบชั้นประถมศึกษาปีที่ 3

1. มีความรู้ความเข้าใจ และความรู้สึกเชิงจำนวนเกี่ยวกับจำนวนนับไม่เกินหนึ่งแสน และศูนย์ และการดำเนินการของจำนวน สามารถแก้ปัญหาเกี่ยวกับการบวก การลบ การคูณ และการหาร พร้อมทั้งตระหนักถึงความสมเหตุสมผลของคำตอบที่ได้

2. มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับความยาว ระยะทาง น้ำหนัก ปริมาตร ความจุ เวลา และเงิน สามารถวัดได้อย่างถูกต้องและเหมาะสม และนำความรู้เกี่ยวกับการวัดไปใช้แก้ปัญหาในสถานการณ์ต่าง ๆ ได้

3. มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับรูปสามเหลี่ยม รูปสี่เหลี่ยม รูปวงกลม รูปวงรี ทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก ทรงกลม ทรงกระบอก รวมทั้ง จุด ส่วนของเส้นตรง รังสี เส้นตรง และมุม

4. มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับแบบรูป และอธิบายความสัมพันธ์ได้

5. รวบรวมข้อมูล และจำแนกข้อมูลเกี่ยวกับตนเองและสิ่งแวดล้อมใกล้ตัวที่พบเห็นในชีวิตประจำวัน และอภิปรายประเด็นต่าง ๆ จากแผนภูมิรูปภาพและแผนภูมิแท่งได้

6. ใช้วิธีการที่หลากหลายแก้ปัญหา ใช้ความรู้ ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหาในสถานการณ์ต่าง ๆ ได้อย่างเหมาะสม ให้เหตุผลประกอบการตัดสินใจ และสรุปผลได้อย่างเหมาะสม ใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ในการสื่อสาร การสื่อความหมายและการนำเสนอได้อย่างถูกต้อง เชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ ในคณิตศาสตร์ และเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์

จบชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

1. มีความรู้ความเข้าใจและความรู้สึกเชิงจำนวนเกี่ยวกับจำนวนนับและศูนย์ เศษส่วน ทศนิยมไม่เกินสามตำแหน่ง ร้อยละ การดำเนินการของจำนวน สมบัติเกี่ยวกับจำนวน สามารถแก้ปัญหาเกี่ยวกับการบวก การลบ การคูณ และการหารจำนวนนับ เศษส่วน ทศนิยมไม่เกินสามตำแหน่ง และร้อยละ พร้อมทั้งตระหนักถึงความสมเหตุสมผลของคำตอบที่ได้ สามารถหาค่าประมาณของจำนวนนับ และทศนิยมไม่เกินสามตำแหน่งได้

2. มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับความยาว ระยะทาง น้ำหนัก พื้นที่ ปริมาตร ความจุ เวลา เงิน ทิศ แผนผัง และขนาดของมุม สามารถวัดได้อย่างถูกต้องและเหมาะสม และนำความรู้เกี่ยวกับการวัดไปใช้แก้ปัญหาในสถานการณ์ต่าง ๆ ได้

3. มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับลักษณะและสมบัติของรูปสามเหลี่ยม รูปสี่เหลี่ยม รูปวงกลม ทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก ทรงกระบอก กรวย ปริซึม พีระมิด มุม และเส้นขนาน

4. มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับแบบรูปและอธิบายความสัมพันธ์ได้ แก้ปัญหาเกี่ยวกับแบบรูป สามารถวิเคราะห์สถานการณ์หรือปัญหา พร้อมทั้งเขียนให้อยู่ในรูปของสมการเชิงเส้นที่มีตัวไม่ทราบค่าหนึ่งตัวและแก้สมการนั้นได้

5. รวบรวมข้อมูล อภิปรายประเด็นต่าง ๆ จากแผนภูมิรูปภาพ แผนภูมิแท่ง แผนภูมิแท่งเปรียบเทียบ แผนภูมิรูปวงกลม กราฟเส้น และตาราง และนำเสนอข้อมูลในรูปของแผนภูมิรูปภาพ แผนภูมิแท่ง แผนภูมิแท่งเปรียบเทียบ และกราฟเส้น ใช้ความรู้เกี่ยวกับความน่าจะเป็นเบื้องต้นในการคาดคะเนการเกิดขึ้นของเหตุการณ์ต่าง ๆ ได้

6. ใช้วิธีการที่หลากหลายแก้ปัญหา ใช้ความรู้ ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์และเทคโนโลยีในการแก้ปัญหาในสถานการณ์ต่าง ๆ ได้อย่างเหมาะสม ให้เหตุผลประกอบการตัดสินใจและสรุปผลได้อย่างเหมาะสม ใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ในการสื่อสาร การสื่อความหมายและการนำเสนอได้อย่างถูกต้องและเหมาะสม เชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ ในคณิตศาสตร์ และเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ และมีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์

จบชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

1. มีความคิดรวบยอดเกี่ยวกับจำนวนจริง มีความเข้าใจเกี่ยวกับอัตราส่วน สัดส่วน ร้อยละ เลขยกกำลังที่มีเลขชี้กำลังเป็นจำนวนเต็ม รากที่สองและรากที่สามของจำนวนจริง สามารถดำเนินการเกี่ยวกับจำนวนเต็ม เศษส่วน ทศนิยม เลขยกกำลัง รากที่สองและรากที่สามของจำนวนจริง ใช้การประมาณค่าในการดำเนินการและแก้ปัญหา และนำความรู้เกี่ยวกับจำนวนไปใช้ในชีวิตจริงได้

2. มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับพื้นที่ผิวของปริซึม ทรงกระบอก และปริมาตรของปริซึม ทรงกระบอก พีระมิด กรวย และทรงกลม เลือกใช้หน่วยการวัดในระบบต่าง ๆ เกี่ยวกับความยาว พื้นที่ และปริมาตรได้อย่างเหมาะสม พร้อมทั้งสามารถนำความรู้เกี่ยวกับการวัดไปใช้ในชีวิตจริงได้

3. สามารถสร้างและอธิบายขั้นตอนการสร้างรูปเรขาคณิตสองมิติโดยใช้วงเวียนและสันตรง อธิบายลักษณะและสมบัติของรูปเรขาคณิตสามมิติ ซึ่งได้แก่ ปริซึม พีระมิด ทรงกระบอก กรวย และทรงกลมได้

4. มีความเข้าใจเกี่ยวกับสมบัติของความเท่ากันทุกประการและความคล้ายของรูปสามเหลี่ยม เส้นขนาน ทฤษฎีบทพีทาโกรัสและบทกลับ และสามารถนำสมบัติเหล่านั้นไปใช้ในการให้เหตุผลและแก้ปัญหาได้ มีความเข้าใจเกี่ยวกับการแปลงทางเรขาคณิต (Geometric transformation) ในเรื่องการเลื่อนขนาน (Translation) การสะท้อน (Reflection) และการหมุน (Rotation) และนำไปใช้ได้

5. สามารถนึกภาพและอธิบายลักษณะของรูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติ

6. สามารถวิเคราะห์และอธิบายความสัมพันธ์ของแบบรูป สถานการณ์หรือปัญหา และสามารถใช้สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปร อสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว และกราฟในการแก้ปัญหาได้

7. สามารถกำหนดประเด็น เขียนข้อคำถามเกี่ยวกับปัญหาหรือสถานการณ์ กำหนดวิธีการศึกษา เก็บรวบรวมข้อมูล และนำเสนอข้อมูลโดยใช้แผนภูมิรูปวงกลมหรือรูปแบบอื่นที่เหมาะสมได้

8. เข้าใจค่ากลางของข้อมูลในเรื่องค่าเฉลี่ยเลขคณิต มัธยฐาน และฐานนิยมของข้อมูลที่ยังไม่ได้แจกแจงความถี่ และเลือกใช้ได้อย่างเหมาะสม รวมทั้งใช้ความรู้ในการพิจารณาข้อมูลข่าวสารทางสถิติ

9. เข้าใจเกี่ยวกับการทดลองสุ่ม เหตุการณ์ และความน่าจะเป็นของเหตุการณ์ สามารถใช้ความรู้เกี่ยวกับความน่าจะเป็นในการคาดการณ์และประกอบการตัดสินใจในสถานการณ์ต่าง ๆ ได้

10. ใช้วิธีการที่หลากหลายแก้ปัญหา ใช้ความรู้ ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์และเทคโนโลยีในการแก้ปัญหาในสถานการณ์ต่าง ๆ ได้อย่างเหมาะสม ให้เหตุผลประกอบการตัดสินใจและสรุปผลได้อย่างเหมาะสม ใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ในการสื่อสาร การสื่อความหมาย และการนำเสนอได้อย่างถูกต้องและชัดเจน เชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ ในคณิตศาสตร์ และนำความรู้หลักการ กระบวนการทางคณิตศาสตร์ไปเชื่อมโยงกับศาสตร์อื่น ๆ และมีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์

จากการศึกษาหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 พบว่า หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ได้กำหนดความสำคัญในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์เป็นความสามารถหนึ่งที่จำเป็นสำหรับนักเรียนทุกคน ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้สร้างแบบทดสอบความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่มีคุณภาพ เพื่อเป็นเครื่องมือในการตรวจสอบความสามารถในการให้เหตุผล นำผลไปใช้ในการพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนได้อย่างมีเต็มศักยภาพ

การให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

ความหมายของการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

นักจิตวิทยาและนักการศึกษาได้ให้ความหมายของการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ไว้ดังนี้

O'Daffer (1990 อ้างถึงใน พีชาณิกา เพชรสังข์, 2556, หน้า 29) ได้ให้ความหมายของการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ว่า การให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์เป็นการใช้ทักษะทางคณิตศาสตร์ที่มีอยู่หลากหลายในการค้นหาความสัมพันธ์ การทำความเข้าใจ การสร้างข้อสรุป และการตรวจสอบข้อสรุปของสถานการณ์ปัญหาหนึ่ง ๆ

Krulik and Rudnick (1993 อ้างถึงใน ภูมิฤทัย วิทยวิจิน, 2556, หน้า 40) ได้กล่าวว่า ความสามารถในการให้เหตุผล หมายถึง ความสามารถของนักเรียนในการได้มาซึ่งข้อสรุปที่สมเหตุสมผลจากข้อมูลที่กำหนด โดยนักเรียนต้องสร้างข้อความคาดการณ์หาข้อสรุปจากความสัมพันธ์ในสถานการณ์ปัญหา แล้วแสดงเหตุผล อธิบายข้อสรุป และยืนยันข้อสรุปนั้น ซึ่งข้อสรุปก็คือแนวคิดหรือความรู้ใหม่ที่ได้

Burrill (1998) กล่าวว่า การคิดและการให้เหตุผลนั้น เกิดจากการที่นักเรียนได้กระทำกิจกรรม และเมื่อใดก็ตามที่นักเรียนกำลังตัดสินใจว่าจะเลือกใช้วิธีไหน จะปรับวิธีการต่าง ๆ อย่างไร หรือจะประยุกต์เอาความรู้ที่มีอยู่แล้วจากประสบการณ์เดิมอย่างไรด้วยตนเอง นั่นหมายความว่า นักเรียนกำลังคิดให้เหตุผล

Stiff (1999) ได้กล่าวถึงการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ต้องตั้งอยู่บนศูนย์กลางการเรียนรู้ของวิชาคณิตศาสตร์ และเนื่องจากวิชาคณิตศาสตร์เป็นวิชาที่มีลักษณะเป็นนามธรรม การให้เหตุผลเป็นเครื่องมือที่จะเข้าใจนามธรรมนั้น และการให้เหตุผลคือสิ่งที่ใช้คิดเกี่ยวกับคุณสมบัติของวัตถุประสงค์วิชาคณิตศาสตร์

Alice and Shirel (1999 อ้างถึงใน จิตติมา ชอบเอียด, 2551, หน้า 26) ได้กล่าวถึงการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ไว้ว่า การให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์เป็นส่วนที่ทำให้การแก้ปัญหาสมบูรณ์ นักเรียนจะไม่สามารถเข้าใจปัญหา วิเคราะห์ปัญหา หรือวางแผนในการแก้ปัญหาได้หากปราศจากการให้เหตุผล กล่าวได้ว่า การให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์จะมีความสำคัญควบคู่ไปกับการแก้ปัญหา

วรรณี ธรรมโชติ (2550, หน้า 3) กล่าวว่า กระบวนการให้เหตุผลเป็นเครื่องมือที่มนุษย์ใช้สำหรับแสวงหาความรู้ใหม่ ๆ โดยการนำเอาความจริงอย่างใดอย่างหนึ่ง ซึ่งเรียกว่า เหตุ หรือข้อตั้ง (Premise) มาวิเคราะห์แจกแจงความสัมพันธ์ เพื่อให้เกิดความจริงอันใหม่ขึ้น ซึ่งเรียกว่า ผล หรือผลสรุป หรือข้อยุติ (Conclusion)

มนัส เมืองมัจฉา (2551, หน้า 10) ได้สรุปความหมายของการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ว่าเป็นการแสดงแนวคิดเกี่ยวกับการสร้างหลักการหาความสัมพันธ์ของแนวคิด และการสรุปที่สมเหตุสมผลตามแนวคิด

อัมพร ม้าคนอง (2553, หน้า 48-49) กล่าวว่า การให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์เป็นส่วนหนึ่งของการคิดคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับการสร้างข้ออ้างอิงทั่วไป และการหาข้อสรุปที่ถูกต้องเกี่ยวกับแนวคิดหรือวิธีการที่สิ่งต่าง ๆ เกี่ยวข้องหรือสัมพันธ์กัน

ชนาธิป พรกุล (2554, หน้า 7-9) กล่าวว่า ความสามารถในการให้เหตุผลเป็นความสามารถในการใช้กระบวนการจัดการกับองค์ประกอบให้ได้ตามเกณฑ์หรือมาตรฐาน ซึ่งครอบคลุม

8 ประการ ดังนี้ ความชัดเจน ความถูกต้อง ความแม่นตรง ความตรงประเด็น ความลึกซึ้ง ความกว้าง มีเหตุผล และมีความสำคัญ

ธิติมา อุดมพรมนตรี (2555, หน้า 17) ได้สรุปความหมายของการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ว่า การให้เหตุผลเป็นใช้ทักษะการคิดเพื่ออธิบายสิ่งต่าง ๆ โดยใช้ข้ออ้างหรือข้อความที่ได้รับการยอมรับว่าเป็นจริงหรือพิสูจน์แล้วว่าเป็นจริง

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2555 ก, หน้า 79) ระบุว่า ความสามารถในการให้เหตุผล เป็นความสามารถที่ต้องใช้การคิดวิเคราะห์และใช้เหตุผลในการหาข้อสรุปที่สมเหตุสมผลของสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์จากข้อมูลที่กำหนด โดยเหตุผลที่อาจแสดงถึงแนวคิดเกี่ยวกับความรู้ที่เป็นข้อเท็จจริง หลักการ ข้อความคาดการณ์ หรือข้อสนับสนุนของข้อสรุปที่ได้ในสถานการณ์นั้น ๆ

สาคร สียางนอก (2556, หน้า 28) ได้สรุปความหมายของการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ว่า การให้เหตุผลเชิงคณิตศาสตร์เป็นการให้เหตุผลเชิงนิรนัยและอุปนัย จะช่วยให้นักเรียนมีสมรรถนะของการรับรู้ในทางคณิตศาสตร์ มีตรรกะในการคิด และสามารถอธิบายให้เหตุผลต่าง ๆ ให้ผู้อื่นรับรู้ข้อเท็จจริงได้

หฤทัย เทพปัน (2557, หน้า 13) สรุปความหมายของความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ว่า การให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์เป็นความสามารถในการหาข้อสรุปที่สมเหตุสมผล มีความสอดคล้องกันระหว่างเหตุและผลอย่างลงตัว

จากการศึกษาความหมายความสามารถในการให้เหตุผลดังกล่าว สรุปได้ว่า การให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการสังเกตหรือการทดลองซ้ำ ๆ เพื่อหาความสัมพันธ์และรวบรวมข้อมูลจากหลักการ แนวคิด สถานการณ์ ความสัมพันธ์ ความรู้ทางคณิตศาสตร์ เพื่อหาข้อสรุปได้อย่างถูกต้อง และสมเหตุสมผล

แนวคิดและทฤษฎีความสามารถในการให้เหตุผล

Piaget (1969 อ้างถึงใน ธิติมา อุดมพรมนตรี, 2555, หน้า 16) มีความคิดว่า พัฒนาการทางปัญญาก็คือ การเปลี่ยนแปลงด้านโครงสร้างความรู้ ซึ่ง Piaget เรียกว่า สกีมา (Schema) หรือ สกีม (Scheme) โครงสร้างความรู้นี้จะพัฒนาอย่างต่อเนื่องตามขั้นพัฒนาการทางปัญญา Piaget แบ่งพัฒนาการทางปัญญาของมนุษย์ออกเป็น 4 ขั้นด้วยกัน ซึ่งเด็กแต่ละขั้นจะมีลักษณะสำคัญ ดังนี้

1. ขั้นประสาทรับรู้และการเคลื่อนไหว (0-2 ปี) เด็กจะเรียนรู้สิ่งรอบตัวจากการสัมผัสและการกระทำเท่านั้น เด็กจะสนใจสิ่งต่าง ๆ และจะเลียนแบบในสิ่งที่พบเห็นในตอนปลาย ๆ ของขั้นนี้ เด็กจะทำสิ่งต่าง ๆ ซ้ำ ๆ ด้วยวิธีต่าง ๆ ที่แปลกออกไป และเสริมสร้างภาพความคิดในใจได้

2. ขั้นก่อนการคิดแบบเหตุผล (2-7 ปี) เด็กขั้นนี้จะมีพัฒนาการทางภาษา และการใช้สัญลักษณ์ก้าวหน้ารวดเร็วมาก เด็กจะเริ่มมีจินตภาพ เลียนแบบได้โดยไม่ต้องเห็นแม่แบบ ชอบเล่นสมมติโดยใช้สิ่งหนึ่งแทนสิ่งที่เป็นจริง อย่างไรก็ตาม เด็กระยะนี้ยังมีขีดจำกัดในการเรียนรู้สิ่งต่าง ๆ ปรากฏโดยไม่ใส่ใจกระบวนการก่อนจะเกิดผลหรือสภาวะนั้นและยังไม่อาจคิดย้อนกลับได้

3. ขั้นการคิดแบบเหตุผลเชิงรูปธรรม (7-11 ปี) เด็กส่วนใหญ่ในขั้นนี้จะอยู่ในระดับประถมศึกษาขึ้นไป ข้อจำกัดที่ปรากฏในขั้นก่อนการคิดแบบเหตุผลจะหมดไป ฉะนั้น เขาจึงสามารถเข้าใจสังกัปเกี่ยวกับการอนุรักษ์ การจัดกลุ่มหรือแบ่งหมู่ การจัดเรียงลำดับของสิ่งของ เวลา และอัตราเร่ง อย่างไรก็ตาม ความสามารถเข้าใจสังกัปดังกล่าวก็ยังจำกัดอยู่เฉพาะเรื่องที่เป็นรูปธรรมเท่านั้น

4. ขั้นการคิดแบบเหตุผลเชิงนามธรรม (11 ปีขึ้นไป) ขั้นนี้เด็กจะมีความสามารถคิดแก้ปัญหา หรือสรุปเหตุผลอย่างเป็นระบบ สามารถสรุปเหตุผลนอกเหนือจากข้อมูลที่มีอยู่ สามารถเข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างเหตุและผลตามหลักตรรกศาสตร์ และสามารถคิดสมมติฐาน หรือความเป็นไปได้ของเหตุการณ์ต่าง ๆ อย่างสมเหตุสมผล และสรุปกฎเกณฑ์จากการตรวจสอบสมมติฐานที่กำหนดขึ้นด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์

จากการศึกษาแนวคิดการพัฒนาการทางสติปัญญาของ Piaget พบว่า การให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของบุคคลนั้นจะเป็นไปตามพัฒนาการทางสติปัญญา ซึ่งเด็กอายุ 11 ปีขึ้นไป จะมีความสามารถในการคิดแก้ปัญหาหรือสรุปผลอย่างเป็นระบบ ทำให้เด็กสามารถที่จะพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ทั้งด้านการหาเหตุผล ค้นหาความสัมพันธ์ และสร้างหลักการทางคณิตศาสตร์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ ดังนั้นผู้วิจัยจึงเห็นว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 มีความเหมาะสมที่จะพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ จึงสร้างแบบทดสอบความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่มีคุณภาพ เพื่อใช้ในการทดสอบความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

ประเภทของการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

O'Daffer (1990) กล่าวว่า มีทักษะการให้เหตุผลที่มีความสำคัญต่อความสำเร็จทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนอยู่ 2 ประเภท คือ

1. การให้เหตุผลแบบอุปนัย (Inductive reasoning) เป็นกระบวนการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ซึ่งเน้นการใช้ข้อมูลเพื่ออธิบายสมบัติและโครงสร้างหลักการใหม่ การค้นหารูปทั่วไป รูปแบบทางคณิตศาสตร์ วิเคราะห์สถานการณ์ และในการอธิบายสมบัติและโครงสร้างต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์เพื่อนำไปสู่การสรุปเป็นมโนมติ หรืออาจกล่าวได้ว่า การให้เหตุผลแบบอุปนัยเกิดจากผลของกรณีเฉพาะหลาย ๆ กรณี แล้วนำไปสู่การสรุปเป็นกฎเกณฑ์ทั่วไป

2. การให้เหตุผลแบบนิรนัย (Deductive reasoning) เป็นกระบวนการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ซึ่งเน้นการใช้ข้อความ หรือแบบรูปที่เป็นจริงสมเหตุสมผลอยู่แล้ว เพื่อนำไปสู่ข้อสรุปจากหลักฐานที่ปรากฏ เป็นการพิสูจน์ข้อสรุปและตัดสินความถูกต้องของขั้นตอนการคิด การให้เหตุผลแบบนี้เป็นการให้เหตุผลระบบตรรกะ เป็นการให้เหตุผลโดยใช้โครงสร้างทางคณิตศาสตร์เป็นพื้นฐาน คือ อนิยาม นิยาม สัจพจน์ และทฤษฎีบท อาจกล่าวได้ว่า การให้เหตุผลแบบนิรนัย เป็นการให้เหตุผลที่ใช้ข้อสรุปที่เป็นกฎเกณฑ์ทั่วไปเป็นหลัก แล้วจะได้ผลสรุปของกรณีที่สอดคล้องกับกฎเกณฑ์ที่เป็นจริงเสมอ

Baroody (1993) ได้กล่าวถึงการให้เหตุผลที่เกี่ยวกับคณิตศาสตร์ว่ามี 3 ประเภท โดยเพิ่มการให้เหตุผลแบบสามัญสำนึก (Intuitive reasoning) เป็นอีกประเภทหนึ่งซึ่งเป็นลักษณะการให้เหตุผลที่เกิดจากการหยั่งรู้ (Insight) หรือเกิดจากลางสังหรณ์ ไม่ได้มีข้อมูลที่จำเป็นทั้งหมดในการตัดสินใจ หรือตัดสินใจจากสิ่งที่เห็นได้ชัดเจน หรือจากความรู้สึกภายใน อีก 2 ประเภท คือ การให้เหตุผลแบบอุปนัยและการให้เหตุผลแบบนิรนัย

Eysenck et al. (1972 อ้างถึงใน ธัญญา งามจรรยาภรณ์, 2552, หน้า 23) ได้แบ่งประเภทการคิดหาเหตุผลเชิงคณิตศาสตร์ออกเป็น 2 วิธี ดังนี้

1. การคิดหาเหตุผลแบบนิรนัย (Deductive reasoning) เป็นการคิดหาเหตุผลจากการอ้างประโยค (Premise) ไปยังข้อสรุป (Conclusion) โดยข้อสรุปนี้มีความสมเหตุสมผล ถ้าการสรุปนั้นไม่สมกับเหตุผลที่กำหนด เรียกว่า ไม่สมเหตุสมผล

2. การคิดหาเหตุผลแบบอุปนัย (Inductive reasoning) เป็นการคิดที่เริ่มจากข้อเท็จจริงย่อย ๆ แล้วพยายามหากฎหรือหลักทั่วไปเพื่อรวบรวมส่วนย่อยเข้าด้วยกันเป็นส่วนรวม

วรรณี ธรรมโชติ (2550, หน้า 3-4) แบ่งการให้เหตุผลเป็น 2 ลักษณะ คือ

1. การให้เหตุผลเชิงอุปนัย (Inductive reasoning) เป็นการสรุปความรู้ใหม่ หรือสรุปผลการค้นหาความจริง โดยอาศัยข้อสังเกตหรือผลการทดลองจากหลาย ๆ ตัวอย่าง จากกรณีย่อย ๆ แล้วสรุปเป็นความรู้แบบทั่วไป ซึ่งผลสรุปที่ได้จากการให้เหตุผลแบบนี้ไม่ได้ถูกบังคับจากเหตุที่กำหนดให้ เนื่องจากเหตุแต่ละเหตุที่กำหนดให้หรือนำมาอ้างอิงเป็นอิสระต่อกัน

2. การให้เหตุผลเชิงนิรนัย (Deductive reasoning) เป็นการสรุปความรู้ใหม่ หรือความจริงใหม่ ซึ่งเรียกว่า ผลสรุป ที่เป็นผลมาจากการนำข้อความที่กำหนดให้ซึ่งยอมรับว่าเป็นจริง ซึ่งเรียกว่า เหตุ ถ้าเหตุที่กำหนดให้บังคับให้เกิดผลสรุป แสดงว่า การให้เหตุผลดังกล่าวสมเหตุสมผล (Valid) แต่ถ้าเหตุที่กำหนดให้ไม่สามารถจะบังคับให้เกิดผลสรุปได้ แสดงว่า การให้เหตุผลดังกล่าวไม่สมเหตุสมผล

สมวงษ์ แปลงประสพโชค (2551, หน้า 3-7) กล่าวถึงการให้เหตุผลที่ใช้กันอยู่มี 2 แบบ คือ

1. การให้เหตุผลแบบอุปนัย (Inductive reasoning) เป็นการให้เหตุผลที่อ้างอิงข้อมูลจากการสังเกตหรือทดลองหลายครั้งจากกรณีย่อย แล้วสรุปเป็นความรู้ทั่วไป

2. การให้เหตุผลแบบนิรนัย (Deductive reasoning) เป็นการสรุปความรู้โดยอาศัยการยอมรับความรู้ชุดหนึ่งมาก่อน

อำพล ธรรมเจริญ (2551, หน้า 22-23) แบ่งวิธีการให้เหตุผลออกเป็น 3 แบบ คือ

1. การให้เหตุผลแบบนิรนัย (Deductive reasoning) เป็นวิธีการให้เหตุผลที่มีเหตุใหญ่เป็นหลักเกณฑ์ หรือข้อสรุปที่เป็นจริง หรือยอมรับกันแล้วว่าถูกต้อง และมีเหตุย่อย ๆ ที่เป็นเงื่อนไขของเหตุใหญ่ ซึ่งจะสรุปได้ตามผลของเหตุใหญ่นั้น

2. การให้เหตุผลแบบอุปนัย (Inductive reasoning) เป็นวิธีการให้เหตุผลที่มีเหตุย่อยหลาย ๆ เหตุ และเหตุย่อยแต่ละเหตุเป็นอิสระต่อกัน เหตุย่อยเหล่านี้จะรวมกันก่อให้เกิดผลสรุปในกรณีทั่วไป

3. การให้เหตุผลแบบสหัชญาณ (Intuitive reasoning) วิธีการให้เหตุผลแบบนี้เป็นการสรุปผลจากเหตุต่าง ๆ โดยการเทียบเคียง หรือโดยการคาดคะเนโดยที่เหตุต่าง ๆ อาจจะยังมีไม่เพียงพอที่จะทำให้เกิดผลนั้นขึ้น เหตุต่าง ๆ ที่นำมาเป็นข้อสรุปนั้น เกิดจากการที่บุคคลนั้นได้สะสมประสบการณ์ต่าง ๆ ไว้ ซึ่งอาจปรากฏชัดเจน หรืออาจจะเป็นเหตุที่ซ่อนอยู่ในจิตใต้สำนึกไม่ปรากฏออกมา

เกรียงศักดิ์ รำพรรณ์ (2552, หน้า 16) กล่าวว่า การให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์จำเป็นต้องใช้การให้เหตุผลทั้งแบบอุปนัยและการให้เหตุผลแบบนิรนัย พอสรุปได้ดังนี้

1. การให้เหตุผลแบบอุปนัย เป็นกระบวนการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ โดยการอ้างอิงความรู้ ข้อมูล หรือประสบการณ์เดิมซ้ำ ๆ กันหลาย ๆ ครั้ง แล้วนำไปสู่ข้อสรุป

2. การให้เหตุผลแบบนิรนัย เป็นกระบวนการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ซึ่งใช้รูปแบบการลงความเห็นที่สมเหตุสมผลในการสรุป โดยจะนำเอาอนิยาม บทนิยาม สัจพจน์ และหลักทางตรรกศาสตร์มาช่วยให้ได้ผลสรุป

ธิติมา อุดมพรมนตรี (2555, หน้า 21) กล่าวว่า การให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์แบ่งออกเป็น 2 แบบ คือ

1. การให้เหตุผลเชิงอุปนัย (Inductive reasoning) หมายถึง การสรุปผลโดยใช้การสังเกตเพื่อค้นหาแบบรูป หรือสร้างข้อคาดเดา แล้วสรุปเป็นกรณีทั่วไป

2. การให้เหตุผลเชิงนิรนัย (Deductive reasoning) หมายถึง การสรุปผลโดยใช้ข้อความที่กำหนดให้ซึ่งยอมรับว่าเป็นจริง หรือที่เรียกว่า เหตุ แล้วใช้หลักตรรกศาสตร์เพื่อหาข้อสรุปอย่างสมเหตุสมผล

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2555 ก, หน้า 79) ระบุว่า การให้เหตุผลที่ใช้ในการเรียนคณิตศาสตร์มีอยู่ 2 ประเภท คือ

1. การให้เหตุผลเชิงอุปนัย (Inductive reasoning) เป็นการให้เหตุผลจากการสังเกตส่วนย่อย ๆ แล้วหารูปแบบหลักการ หรือข้อสรุปทั่วไป เพื่อนำไปใช้วงกว้างมากขึ้น

2. การให้เหตุผลเชิงนิรนัย (Deductive reasoning) เป็นการให้เหตุผลจากการใช้ข้อเท็จจริง หลักการ กฎ บทนิยาม หรือความรู้ทางคณิตศาสตร์ในการอธิบายปัญหาหรือสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์

พีชาณิกา เพชรสังข์ (2556, หน้า 39) กล่าวว่า การจัดประเภทของการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ขึ้นอยู่กับเกณฑ์ที่ใช้ในการจัดแยก ซึ่งประเภทของการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ที่พบเห็นกันค่อนข้างมาก คือ 1) การให้เหตุผลแบบอุปนัย เป็นการให้เหตุผลซึ่งเป็นการคิดจากข้อเท็จจริงย่อย โดยการสังเกตลักษณะร่วมที่สำคัญหรือแบบแผนของสิ่งที่พบ เพื่อนำไปสู่กฎเกณฑ์หรือหลักการทั่วไป 2) การให้เหตุผลแบบนิรนัย เป็นการคิดจากกฎเกณฑ์ หลักการ หรือข้อสรุปทั่วไปสู่การหาข้อสรุปของกรณีเฉพาะที่สอดคล้องกับกฎเกณฑ์หรือหลักการนั้น

จากการศึกษาข้อมูลข้างต้น ผู้วิจัยได้สังเคราะห์ประเภทของการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ดังตารางที่ 2-2

ตารางที่ 2-2 การสังเคราะห์ประเภทของการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

ที่	ประเภทของความสามารถในการให้เหตุผล	อุปนัย	นิรนัย	สามัญสำนึก	สหัชญาณ
1	O'Daffer (1990)	/	/		
2	Baroody (1993)	/	/	/	
3	Eysenck et al. (1972 อ้างถึงใน ธัญญา งามจรรยาภรณ์, 2552, หน้า 23)	/	/		
4	วรรณี ธรรมโชติ (2550)	/	/		
5	สมวงษ์ แปลงประสพโชค (2551)	/	/		
6	อำพล ธรรมเจริญ (2551)	/	/		/
7	เกรียงศักดิ์ รำพรรณ์ (2552)	/	/		
8	ธิติมา อุดมพรมนตรี (2555)	/	/		
9	สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2555 ก)	/	/		
10	พีชาณิกา เพชรสังข์ (2556)	/	/		
	รวม	10	10	1	1

จากตารางการสังเคราะห์ประเภทของการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ พบว่า ประเภทของการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ส่วนใหญ่แบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ การให้เหตุผลแบบอุปนัย และการให้เหตุผลแบบนิรนัย ซึ่งในงานวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยแบ่งการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เป็น 2 ประเภท คือ

1. การให้เหตุผลแบบอุปนัย หมายถึง การให้เหตุผลจากการสังเกตหรือการทดลองซ้ำ ๆ เพื่อหาความสัมพันธ์ และสรุปเป็นกฎเกณฑ์ทั่วไป

2. การให้เหตุผลแบบนิรนัย หมายถึง การให้เหตุผลจากการใช้หลักการ แนวคิด กฎเกณฑ์ทั่วไป หรือความรู้ทางคณิตศาสตร์ ในการสรุปอย่างสมเหตุสมผล

การสร้างแบบทดสอบความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

1. ลักษณะของแบบทดสอบความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

นักการศึกษาหลายท่านได้กล่าวถึงลักษณะของแบบทดสอบความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ไว้ดังนี้

อรทัย เศรษฐสักโก (2514, หน้า 68) ได้สรุปว่า การให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์เป็นการวัดความสามารถในการเพิ่ม-ลดโจทย์ในการแก้ปัญหา (Missing data) วิธีการทางคณิตศาสตร์ และความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างรวดเร็ว โดยยกตัวอย่างเครื่องมือที่ใช้วัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์เป็นข้อสอบ

วิเชียร เกตุสิงห์ (2518, หน้า 123-124) ได้กล่าวถึงข้อสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ว่า เป็นข้อสอบวัดแนวความคิดรวบยอดของนักเรียน คือ ทดสอบว่าเมื่อเรียนรู้กฎเกณฑ์ต่าง ๆ ไปแล้ว จะสามารถนำไปใช้ได้อย่างมีเหตุผลหรือไม่ โดยยกตัวอย่างข้อสอบเป็นข้อสอบปรนัยชนิดเลือกตอบ 5 ตัวเลือก

มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช (2537, หน้า 291) ได้เสนอแนะว่า แบบทดสอบที่ใช้วัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ควรจะใช้แบบทดสอบปรนัยชนิดเลือกตอบ และควรจะใช้แบบทดสอบเขียนตอบที่เน้นกระบวนการคิดควบคู่กัน

กรมวิชาการ (2542, หน้า 196) ได้ระบุถึงเครื่องมือที่เหมาะสมที่จะใช้วัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ว่า ควรใช้โจทย์ปัญหาหรือสถานการณ์ที่กำหนดให้ ควรเป็นปัญหาปลายเปิดที่ผู้เรียนสามารถแสดงความคิดเห็น หรือให้เหตุผลที่แตกต่างกันได้

มนัส เมืองมัจฉา (2551, หน้า 16) ได้กล่าวว่า แบบทดสอบที่ใช้วัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ควรใช้แบบทดสอบแบบเลือกตอบ และควรจะใช้แบบทดสอบเขียนตอบควบคู่กัน

หฤทัย เทพปัน (2557, หน้า 17) กล่าวว่า ข้อที่มีความเหมาะสมในการวัดความสามารถในการให้เหตุเชิงตรรกะมากที่สุด คือ แบบทดสอบแบบต่อเนื่องสองขั้นตอน ซึ่งสามารถอธิบายเหตุผลของคำตอบได้ แต่เนื่องจากข้อจำกัดของแบบทดสอบ จะพบว่าสิ่งที่เป็นปัญหาสำหรับการนำข้อสอบชนิดนี้ไปใช้ในสถานการณ์ต่าง ๆ คือ การตรวจให้คะแนนค่อนข้างยาก และความเป็นปรนัยในการตรวจค่อนข้างต่ำ เนื่องจากต้องอาศัยเกณฑ์การให้คะแนนที่เหมาะสมเพื่อแสดงถึงความเที่ยงตรงของการให้คะแนน ดังนั้น จึงควรมีเลือกส่วนที่สองให้เป็นแบบเลือกตอบ เพื่อแสดงเหตุผลของการเลือกตอบส่วนที่หนึ่ง

จากความคิดเห็นของนักการศึกษาดังกล่าว สรุปได้ว่า ลักษณะของแบบทดสอบความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เป็นเครื่องมือที่ใช้วัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ในรูปแบบข้อสอบ ส่วนใหญ่จะนิยมใช้แบบเลือกตอบ และควรมีส่วนที่สองเพื่อให้แสดงเหตุผลประกอบ ซึ่งในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยใช้แบบทดสอบความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ จำนวน 2 ฉบับ ได้แก่ ฉบับที่ 1 เป็นแบบทดสอบชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก และฉบับที่ 2 เป็นแบบทดสอบต่อเนื่องสองขั้นตอน คือ ตอนที่ 1 มีคำถามและมีตัวเลือกให้ตอบ ตอนที่ 2 จะมีตัวเลือกสำหรับให้เหตุผลประกอบตัวเลือกจากตอนที่ 1 ทั้ง 2 ตอน จะมีตัวเลือก 4 ตัวเลือก

2. ลักษณะของข้อสอบเลือกตอบ

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2555 ก, หน้า 31-34) ข้อสอบเลือกตอบเป็นข้อสอบที่ประกอบด้วยคำถามและตัวเลือก โดยทั่วไปจะมีตัวเลือกเป็นคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียว ข้อสอบแบบเลือกตอบใช้วัดได้ครอบคลุมทั้งด้านความรู้ ความคิดหลักการ ทฤษฎี การตัดสินใจ การแปลความหมายของข้อมูล การแสดงความเข้าใจในธรรมชาติของคณิตศาสตร์ ตลอดจนด้านทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์

แนวทางการสร้างข้อสอบแบบเลือกตอบ เป็นดังนี้

1. การสร้างคำถาม คำถามที่ดีควรมีลักษณะดังต่อไปนี้

1.1 สั้น ได้ใจความชัดเจน และใช้ภาษาที่เข้าใจได้ง่าย

1.2 ใช้เป็นประโยคบอกเล่า ในกรณีที่มีการใช้คำปฏิเสธ เช่น ไม่หรือห้าม ต้องเน้นด้วยการทำตัวหนาหรือขีดเส้นใต้คำที่แสดงการปฏิเสธ

1.3 คำถามแต่ละข้อจะต้องเป็นอิสระต่อกัน การตอบคำถามของข้อหนึ่งจะต้องไม่ชี้นำหรือขึ้นอยู่กับอีกข้อหนึ่ง หรือใช้คำตอบของข้อหนึ่งเป็นคำถามของอีกข้อหนึ่ง

1.4 หลีกเลี่ยงการใช้ภาษาที่ชี้นำหรือสื่อความไปถึงคำตอบถูกหรือคำตอบผิด

1.5 แต่ละคำถามต้องมีคำตอบที่ถูกเพียงคำตอบเดียว (ยกเว้นข้อสอบเพื่อการวิเคราะห์ที่มีคำตอบถูกหลายคำตอบได้ แต่การแปลผลจะต้องคำนึงถึงความหมายของแต่ละคำตอบ)

2. การสร้างตัวเลือก โดยทั่วไปตัวเลือกของข้อสอบเลือกตอบมีจำนวน 3-5 ตัวเลือก การกำหนดจำนวนตัวเลือกที่ดีควรมีลักษณะดังต่อไปนี้

2.1 แต่ละตัวเลือกควรเป็นเรื่องหรือประเด็นเดียวกัน และมีความยาวใกล้เคียงกัน

2.2 ใช้คำที่สั้น ได้ใจความชัดเจน และหลีกเลี่ยงการใช้คำศัพท์หรือข้อความที่เข้าใจได้ยาก

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

2.4 ไม่ควรสร้างตัวเลือกโดยใช้ระดับของความถูกต้องเป็นประเด็นให้คิด เช่น ถูกครึ่ง-ผิดครึ่ง หรือถูกต้องเพียงบางส่วน เพราะอาจทำให้เกิดความสับสนในการตัดสินใจเลือกคำตอบ เมื่อสร้างข้อสอบแบบเลือกตอบได้ตามจำนวนที่ต้องการแล้ว จะต้องนำข้อสอบเหล่านั้นมาจัดทำเป็นฉบับ โดยใช้แนวทาง ดังนี้

2.4.1 เรียงลำดับข้อสอบจากข้อง่ายไปข้อยาก

2.4.2 ถ้าในข้อสอบประกอบด้วยเนื้อหาหลายเรื่อง ควรจัดลำดับข้อสอบที่วัดเนื้อหาในเรื่องเดียวกันไว้ด้วยกัน

2.4.3 กระจายคำตอบที่ถูกต้องของข้อสอบทั้งฉบับให้มีจำนวนข้อที่ถูกต้องของแต่ละตัวเลือกใกล้เคียงกัน แต่ต้องไม่ใช้วิธีการกระจายโดยเรียงตัวเลือกถูกเป็นระบบ เช่น ข้อ 1 เฉลย ก ข้อ 2 เฉลย ข ข้อ 3 เฉลย ค ข้อ 4 เฉลย ง ข้อ 5 เฉลย ก และไม่ควรให้ตัวเลือกถูกเดียวกันเรียงติดกันหลายข้อ

เกณฑ์การให้คะแนนข้อสอบแบบเลือกตอบ

การให้คะแนนข้อสอบแบบเลือกตอบ พิจารณาได้จากการเลือกตัวเลือกที่ถูกต้องและให้คะแนนตามที่กำหนดไว้ เช่น เลือกถูกต้องได้ 1 คะแนน

ข้อดีของข้อสอบแบบเลือกตอบ

1. ตรวจให้คะแนนง่าย ใช้เวลาน้อย และมีความเป็นปรนัยสูง

2. วิเคราะห์คุณภาพของแบบทดสอบในด้านความสมเหตุสมผลตามเนื้อหา ค่าความยาก และค่าอำนาจจำแนกได้

3. ปรับปรุงหรือแก้ไขคำถามและตัวเลือกเพื่อนำไปใช้ในโอกาสอื่น ๆ ได้

4. ใช้วัดได้กับเนื้อหาทุกสาระการเรียนรู้

5. ใช้เวลาในการทดสอบน้อยกว่าการทดสอบรูปแบบอื่น

ข้อจำกัดของข้อสอบแบบเลือกตอบ

1. สร้างคำถามที่ชัดเจน เป็นปรนัย ตรงประเด็น หรือมีประเด็นเดียวได้ยาก ผู้สร้างข้อสอบจึงต้องเป็นผู้ที่มีประสบการณ์

2. สร้างคำถามที่วัดความรู้ระดับสูงได้ยาก เช่น การวิเคราะห์และการสังเคราะห์

จะเห็นว่า ลักษณะของข้อสอบแบบเลือกตอบเป็นเครื่องมือที่ใช้วัดได้ครอบคลุมทั้งเนื้อหา ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ เกณฑ์ในการตรวจให้คะแนนง่าย ใช้เวลาน้อยในการเก็บรวบรวมข้อมูล และมีความเป็นปรนัยสูง ในงานวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยจึงสร้างแบบทดสอบฉบับที่ 1 ที่ใช้วัดความสามารถในการให้เหตุผลแบบอุปนัย เป็นแบบทดสอบชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก

3. ลักษณะของข้อสอบแบบต่อเนื่อง

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2555 ก, หน้า 67-73) ระบุว่า ข้อสอบแบบต่อเนื่องเป็นข้อสอบที่ให้ผู้เรียนมีการคิดอย่างต่อเนื่องเป็นชุด โดยมีการผสมผสานข้อสอบหลายรูปแบบไว้ด้วยกัน แบ่งเป็น 2 ลักษณะ ดังนี้

3.1 ข้อสอบต่อเนื่องที่กำหนดสถานการณ์

ข้อสอบลักษณะนี้เป็นข้อสอบที่มีชุดคำถามต่อเนื่องกัน ผู้สร้างจะกำหนดสถานการณ์และคำถามที่ต้องการมาให้ โดยมีคำถามเป็นข้อย่อย ๆ เพื่อทบทวนความรู้ตามลำดับของการตอบคำถามข้อนั้น หรือเพื่อแนะให้นักเรียนคิดคำตอบในประเด็นย่อย ๆ อย่างต่อเนื่องก่อนตอบคำถามหลัก ข้อสอบลักษณะนี้อาจเป็นแบบเลือกตอบ แบบเขียนตอบ หรือทั้งสองแบบผสมกันอยู่ด้วยกัน

การสร้างข้อสอบแบบต่อเนื่องที่กำหนดสถานการณ์ มีหลักการดังนี้

1) การสร้างคำถามตามลำดับขั้นของการเรียนรู้ต้องสอดคล้องกับเนื้อหาสาระและระดับความรู้ของผู้เรียน

2) คำถามต้องมีความชัดเจนทั้งสาระสำคัญและภาษาที่ใช้ เกณฑ์การให้คะแนนข้อสอบแบบต่อเนื่องที่กำหนดสถานการณ์การให้คะแนนข้อสอบแบบต่อเนื่องที่กำหนดสถานการณ์ พิจารณาได้จากความถูกต้องของคำตอบ โดยให้คะแนนเฉพาะส่วนคำตอบที่ถูกต้อง เช่น ตอบถูกให้ 1 คะแนน

ข้อดีของข้อสอบแบบต่อเนื่องที่กำหนดสถานการณ์

1) ใช้เป็นข้อสอบเพื่อวินิจฉัยข้อบกพร่องของผู้เรียนได้

2) ตรวจให้คะแนนได้ง่าย รวดเร็ว และเป็นปรนัย

3) ใช้เป็นข้อสอบเพื่อทบทวนความรู้ได้ดี

ข้อจำกัดของข้อสอบแบบต่อเนื่องที่กำหนดสถานการณ์

ใช้เวลามากในการสร้างข้อสอบ

3.2 ข้อสอบต่อเนื่องสองขั้นตอน

ข้อสอบลักษณะนี้มุ่งให้ผู้เรียนพิจารณาเลือกคำตอบของคำถามที่กำหนดให้ แล้วใช้การคิดหาเหตุผลเพื่ออธิบายคำตอบที่เลือกนั้น เป็นข้อสอบที่เน้นกระบวนการคิดที่ต่อเนื่อง ผู้เรียนจะต้องทำงานตามขั้นตอนที่กำหนดให้ในข้อสอบ ประกอบด้วย 2 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 มีคำถามและตัวเลือกให้ผู้เรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้อง หรือเป็นตัวเลือกถูกผิดก็ได้

ตอนที่ 2 เป็นการให้เหตุผลหรือให้คำอธิบายประกอบตัวเลือกจากขั้นตอนที่ 1 ซึ่งมีได้ 2 ลักษณะ ดังนี้

1) มีตัวเลือกให้ผู้เรียนเลือกคำตอบ แต่ละตัวเลือกจะเป็นการแสดงเหตุผลของคำตอบในตอนที่ 1 ทั้งนี้ เหตุผลที่ใช้เป็นตัวลวงอาจสร้างมาจากข้อผิดพลาดต่าง ๆ ที่พบจากการตอบของผู้เรียน

2) มีลักษณะเป็นคำถามปลายเปิดให้ผู้เรียนได้เขียนอธิบายเหตุผลที่เลือกตอบในตอนที่ 1

เกณฑ์การให้คะแนนข้อสอบแบบต่อเนื่องสองขั้นตอน แบบเลือกตอบทั้งสองตอน

การให้คะแนนข้อสอบแบบต่อเนื่องสองขั้นตอนที่เป็นข้อสอบแบบเลือกตอบทั้งสองตอน ส่วนใหญ่พิจารณาจากความถูกต้องของคำตอบในแต่ละตอนเป็นสำคัญ โดยอาจกำหนดเกณฑ์การให้คะแนนแบบเกณฑ์รวมได้ดังตารางที่ 2-3

ตารางที่ 2-3 เกณฑ์การให้คะแนนข้อสอบแบบต่อเนื่องสองขั้นตอน แบบเลือกตอบทั้งสองตอน แบบเกณฑ์รวม

ระดับคะแนน	เกณฑ์การให้คะแนน
2	ตอบถูกต้องทั้งตอนที่ 1 และตอนที่ 2
1	ตอบตอนที่ 1 ถูกต้อง แต่ตอบในตอนที่ 2 ไม่ถูกต้องหรือไม่ตอบ

หรืออาจกำหนดให้คะแนนแบบเกณฑ์ย่อย ดังตารางที่ 2-4

ตารางที่ 2-4 เกณฑ์การให้คะแนนข้อสอบแบบต่อเนื่องสองขั้นตอน แบบเลือกตอบทั้งสองตอน แบบเกณฑ์ย่อย

คะแนน	เกณฑ์การให้คะแนน
1	ตอบตัวเลือกในตอนที่ 1 ได้ถูกต้อง
1	ตอบตัวเลือกในตอนที่ 2 ได้ถูกต้อง
	รวม 2 คะแนน

เกณฑ์การให้คะแนนข้อสอบแบบต่อเนื่องสองขั้นตอน แบบเลือกตอบและเขียนตอบ

การให้คะแนนข้อสอบแบบสองขั้นตอน โดยที่ตอนที่ 1 เป็นแบบเลือกตอบ และตอนที่ 2 เป็นแบบเขียนตอบ สามารถทำได้หลายวิธี โดยอาจกำหนดเกณฑ์การให้คะแนนแบบเกณฑ์ รวมที่มีระดับคะแนนเป็น 2 ระดับ คือ 1 และ 2 ดังตารางที่ 2-5

ตารางที่ 2-5 เกณฑ์การให้คะแนนข้อสอบแบบต่อเนื่องสองขั้นตอน แบบเลือกตอบและเขียนตอบแบบเกณฑ์รวม

ระดับคะแนน	เกณฑ์การให้คะแนน
2	ตอบตัวเลือกในตอนที่ 1 ถูกต้อง และให้เหตุผลประกอบถูกต้อง
1	ตอบตัวเลือกในตอนที่ 1 ถูกต้อง แต่ไม่เขียนเหตุผลหรือให้เหตุผลประกอบไม่ถูกต้อง
	รวม 2 คะแนน

หรืออาจกำหนดให้คะแนนแบบเกณฑ์ย่อย ดังตารางที่ 2-6

ตารางที่ 2-6 เกณฑ์การให้คะแนนข้อสอบแบบต่อเนื่องสองขั้นตอน แบบเลือกตอบและเขียนตอบแบบเกณฑ์ย่อย

คะแนน	เกณฑ์การให้คะแนน
1	ตอบตัวเลือกในตอนที่ตอนที่ 1 ได้ถูกต้อง
1	ให้เหตุผลประกอบคำตอบได้สอดคล้องกับคำตอบที่เลือกในตอนที่ 1
	รวม 2 คะแนน

จากการวัดผลประเมินผล โดยใช้ข้อสอบแบบต่อเนื่องสองขั้นตอน ผู้สอนอาจแปลความหมายของคำตอบ โดยพิจารณาจากความถูกต้องของการเลือกคำตอบในตอนที่ 1 และความสอดคล้องระหว่างคำตอบของตอนที่ 1 กับเหตุผลของตอนที่ 2 ได้ดังนี้

- ถ้าผู้ตอบเลือกคำตอบในตอนที่ 1 ถูกต้อง และตอบเหตุผลในตอนที่ 2 ได้ถูกต้อง แสดงว่า ผู้ตอบมีความรู้ความเข้าใจในสาระการเรียนที่ต้องการวัด

- ถ้าผู้ตอบเลือกคำตอบในตอนที่ 1 ถูกต้อง แต่ตอบเหตุผลในตอนที่ 2 ไม่สอดคล้องกับตัวเลือกในตอนที่ 1 แสดงว่า ผู้ตอบมีความรู้ความเข้าใจในสาระการเรียนที่ต้องการวัด แต่ไม่มีทักษะและกระบวนการในการให้เหตุผลและการเชื่อมโยง

- ถ้าผู้ตอบเลือกคำตอบในตอนที่ 1 ไม่ถูกต้อง แต่ตอบเหตุผลในตอนที่ 2 แต่สามารถตอบตัวเลือกในตอนที่ 2 ได้ถูกต้อง แสดงว่า ผู้ตอบไม่มีความรู้ความเข้าใจในสาระการเรียนที่ต้องการวัด หรือมีความผิดพลาดในการเลือกตอบในตอนที่ 1 แต่มีทักษะและกระบวนการในการให้เหตุผลและการเชื่อมโยง

- ถ้าผู้ตอบเลือกคำตอบในตอนที่ 1 ไม่ถูกต้อง และตอบเหตุผลในตอนที่ 2 ไม่สอดคล้องกับตัวเลือกในตอนที่ 1 แสดงว่า ผู้ตอบไม่มีความรู้ความเข้าใจในสาระการเรียนที่ต้องการวัด และไม่มีทักษะและกระบวนการในการให้เหตุผลและการเชื่อมโยง

ข้อดีของข้อสอบแบบต่อเนื่องสองขั้นตอน

1) ใช้เป็นข้อสอบเพื่อวินิจฉัยข้อบกพร่องของผู้เรียนได้

2) ใช้วัดทักษะและกระบวนการด้านการให้เหตุผลและการเชื่อมโยงได้

3) ใช้วัดได้ตรงกับสาระการเรียนรู้ที่ต้องการวัด

ข้อจำกัดของข้อสอบแบบต่อเนื่องสองขั้นตอน

1) ตรวจให้คะแนนยาก

2) ข้อสอบบางข้ออาจต้องใช้เวลามากในการตรวจให้คะแนน

3) ความเที่ยงตรงของการให้คะแนนขึ้นอยู่ที่การกำหนดเกณฑ์การให้คะแนนที่เหมาะสม

จะเห็นว่า ลักษณะของข้อสอบแบบต่อเนื่องเหมาะสำหรับการวัดทักษะและกระบวนการด้านการให้เหตุผล ในงานวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยจึงสร้างแบบทดสอบฉบับที่ 2 ที่ใช้วัดความสามารถในการให้เหตุผลแบบนิรนัย เป็นแบบทดสอบต่อเนื่องสองขั้นตอน แบบทดสอบในหนึ่งข้อจะมี 2 ตอน คือ ตอนที่ 1 มีคำถามและมีตัวเลือกให้ตอบ ตอนที่ 2 จะมีตัวเลือกสำหรับให้เหตุผลประกอบตัวเลือกจากตอนที่ 1

4. กระบวนการสร้างแบบทดสอบ

แบบทดสอบแต่ละฉบับประกอบด้วยชุดข้อสอบจำนวนหลายข้อ เพื่อใช้วัดผลและประเมินผลผู้เรียนได้ครอบคลุมกับสิ่งที่ต้องการวัด ผู้สร้างแบบทดสอบจึงต้องศึกษาหลักการในการสร้างแบบทดสอบ เพื่อให้สามารถสร้างแบบทดสอบที่มีคุณภาพ และใช้วัดผลประเมินผลได้อย่างมีประสิทธิภาพ และได้มีผู้กล่าวถึงกระบวนการสร้างแบบทดสอบไว้ ดังนี้

Ross (1954 อ้างถึงใน พวงรัตน์ ทวีรัตน์, 2530, หน้า 46-56) ได้กล่าวถึงขั้นตอนในการสร้างแบบทดสอบไว้ว่ามีอยู่ 6 ขั้นที่สำคัญ คือ

1. ขั้นวางแผนโดยทั่วไป ในการสร้างแบบทดสอบควรจะกระทำกันในรูปของคณะกรรมการจะเหมาะสมกว่า เพราะจะทำให้ได้แบบทดสอบที่มาจากหลายแนวความคิด และมีแง่มุมต่าง ๆ ในการถามกว้างขวางขึ้น แต่ในกรณีที่ครูผู้สอนจะต้องเป็นผู้ออกข้อสอบประจำวิชาที่สอนแต่เพียงผู้เดียว ก็เป็นความจำเป็นที่ครูจะต้องออกแบบทดสอบวิชานั้น ๆ ทั้งฉบับเพียงผู้เดียว อย่างไรก็ตาม ไม่ว่าจะเป็นการออกข้อสอบในลักษณะของกลุ่มคณะกรรมการหรือครูผู้สอนเพียงคนเดียว สิ่งที่ควรปฏิบัติในการวางแผนสร้างแบบทดสอบ ดังนี้

1.1 กำหนดจุดมุ่งหมายในการสร้างแบบทดสอบทุกครั้งจะต้องกำหนดจุดมุ่งหมายให้ชัดเจน และแน่นอนว่าเพื่อวัตถุประสงค์ใด ซึ่งจุดมุ่งหมายของการสอนในโรงเรียนมีหลายประการ เช่น

1.1.1 เพื่อวัดความเจริญงอกงามการเรียนรู้ของนักเรียนในช่วงเวลาต่าง ๆ เช่น เมื่อจบหน่วยการเรียนหนึ่ง ๆ เมื่อเรียนไปได้กลางภาค หรือเมื่อสิ้นสุดการเรียนในแต่ละภาค เป็นต้น

1.1.2 เพื่อหาข้อบกพร่องในการเรียน คือ การสอบเพื่อวินิจฉัย

1.1.3 เพื่อนำผลมาใช้ในการลำดับความสามารถของนักเรียน

1.1.4 เพื่อนำมาใช้ในการประเมินผลของหลักสูตร

1.1.5 เพื่อการเลื่อนชั้นของผู้เรียน

นอกจากนี้ ในการสอบทั่ว ๆ ไป เช่น การสอบเพื่อคัดเลือกคนเข้าทำงาน หรือการสอบคัดเลือกนักเรียนเข้าเรียนในแต่ละระดับการศึกษา ก็ต้องกำหนดจุดมุ่งหมายให้ชัดเจนแน่นอนเช่นเดียวกัน การทราบจุดมุ่งหมายในการสอบวัดจะทำให้ทราบถึงลักษณะของแบบทดสอบที่จะนำไปใช้ เช่น

- ในกรณีที่ต้องการตรวจสอบความรู้เดิมหรือความรู้พื้นฐานของผู้เรียน แบบทดสอบที่สร้างก็ควรออกเฉพาะเนื้อหาที่เป็นพื้นฐานของวิชานั้นเท่านั้น และไม่ควรเป็นแบบทดสอบที่ยากเกินไป เช่น อาจมีความยากอยู่ประมาณ 60-70% เป็นต้น

- ในกรณีที่ต้องการสอบเพื่อวัดความเจริญงอกงามของผู้เรียน ในช่วงเวลาต่าง ๆ แบบทดสอบที่ใช้ก็ควรเป็นข้อสอบย่อย ซึ่งวัดเฉพาะเนื้อหาตามที่ได้เรียนไปแล้ว เช่น เป็นแบบทดสอบเฉพาะหน่วยการเรียนหนึ่ง ๆ เป็นแบบทดสอบกลางภาค หรือปลายภาค เป็นต้น ซึ่งความยากง่ายของแบบทดสอบจะขึ้นอยู่กับความยากง่ายของเนื้อหาแต่ละเรื่อง สำหรับแบบทดสอบปลายภาคอาจมีความยากง่ายประมาณ 35-70% หรืออาจมีบางข้อที่ง่ายกว่านี้บ้างและยากกว่านี้บ้าง รวมเข้าไปด้วยก็ได้

- ในกรณีที่ต้องการค้นหาข้อบกพร่องของผู้เรียน แบบทดสอบที่สร้างจะออกตามเนื้อหาเป็นตอน ๆ ซึ่งแต่ละตอนจะมีข้อคำถามมากข้อเพื่อวัดอย่างละเอียด และควรเป็นแบบทดสอบที่ค่อนข้างง่าย

- ในกรณีที่เป็นแบบทดสอบคัดเลือกก็ควรเป็นแบบทดสอบที่ค่อนข้างยาก

1.2 กำหนดเนื้อหาและพฤติกรรมที่ต้องการวัด ขั้นนี้เป็นการกำหนดรายละเอียดของหัวข้อ เนื้อหา และพฤติกรรมที่ต้องการวัด ซึ่งเป็นเรื่องที่มีความสำคัญมาก ถ้าสามารถกำหนดขอบข่ายของเนื้อหาและพฤติกรรมที่จะออกแบบทดสอบได้เหมาะสมก็จะช่วยให้ได้แบบทดสอบที่มีความเที่ยงตรง การที่จะสามารถกำหนดขอบเขตของเนื้อหาและพฤติกรรมที่ต้องการวัดได้เป็นอย่างดีต้องอาศัยการศึกษาหลักสูตรและการสร้างตารางวิเคราะห์หลักสูตร

1.3 กำหนดชนิดและรูปแบบของแบบทดสอบ เนื่องจากในการสอบวัดเพื่อประเมินผลผู้เรียนนั้น สามารถใช้แบบทดสอบได้หลายชนิดและหลายรูปแบบ ซึ่งแบบทดสอบแต่ละชนิดและแต่ละรูปแบบก็เหมาะที่จะใช้กับพฤติกรรมแตกต่างกัน ในการสอบวัดจึงต้องระมัดระวังในการเลือกใช้ชนิดและรูปแบบของแบบทดสอบให้เหมาะสม

1.4 กำหนดส่วนประกอบอื่น ๆ ที่จำเป็นในการออกแบบทดสอบและในการสอบได้แก่ การกำหนดเวลาในการสร้างแบบทดสอบ บุคลากรในการสร้างแบบทดสอบ จำนวนข้อของแบบทดสอบ เวลาในการทำแบบทดสอบ วิธีการตอบ กระดาษคำตอบ วิธีการตรวจให้คะแนน วิธีการตรวจสอบคุณภาพของแบบทดสอบ และวิธีการรายงานผลการสอบ เป็นต้น

2. ขั้นเตรียมงาน ขั้นนี้เป็นการเตรียมสิ่งต่าง ๆ ที่จะต้องใช้และเอื้ออำนวยต่อการสร้างแบบทดสอบ ได้แก่

2.1 หลักสูตร หนังสือแบบเรียน แผนการสอน คู่มือครู

2.2 ทำการวิเคราะห์หลักสูตรรายวิชาที่จะออกแบบทดสอบ พร้อมกับบันทึกผลในตารางวิเคราะห์หลักสูตร

2.3 อุปกรณ์ต่าง ๆ สำหรับการพิมพ์ การอัดสำเนา

2.4 กระดาษคำตอบและอื่น ๆ

3. ขั้นลงมือปฏิบัติ ขั้นนี้เป็นขั้นลงมือเขียนข้อสอบ ในกรณีที่การสร้างแบบทดสอบนั้นทำในรูปคณะกรรมการ คณะกรรมการจะตกลงแบ่งงานกันเขียนข้อสอบ โดยกำหนดเนื้อหาและจำนวนข้อให้แต่ละคนรับผิดชอบ แล้วนัดหมายประชุมวิจารณ์แบบทดสอบที่สร้างขึ้น ในขั้นนี้มีสิ่งที่ควรยึดถือเป็นหลักปฏิบัติ คือ

3.1 กรรมการทุกคนควรจะทราบคุณลักษณะของแบบทดสอบที่ดี คุณลักษณะที่จำเป็นของผู้เขียนข้อสอบ และเทคนิคการเขียนข้อสอบชนิดต่าง ๆ เทคนิคการเขียนข้อสอบวัดพฤติกรรมด้านความรู้และความคิด

3.2 การออกข้อสอบจะต้องยึดผลวิเคราะห์ในตารางวิเคราะห์หลักสูตรเป็นหลัก

3.3 หากมีปัญหาด้านเนื้อหาหรือด้านเทคนิควิธีการออกข้อสอบก็ควรประชุมตกลงกัน

หมายเหตุ: ในกรณีที่การสร้างข้อสอบ ครูผู้สอนประจำวิชาเป็นผู้ออกแต่เพียงคนเดียวก็ควรจะปรึกษาผู้รู้และผู้เชี่ยวชาญในการออกข้อสอบหรือนักวัดผล ข้อสังเกตสำหรับการเขียนข้อสอบ ความสามารถในการเขียนข้อสอบ ขึ้นอยู่กับทักษะของแต่ละบุคคล การคิดข้อสอบออกเป็นสิ่งที่ไม่ขึ้นกับเวลาและสถานที่ บางคนคิดข้อสอบออกในขณะเดินทางมาทำงาน บางคนคิดออกในขณะทำกิจกรรมบางอย่างเพลิน ๆ บางคนก็ต้องนั่งคิดอยู่กับโต๊ะทำงานอย่างเป็นกิจจะลักษณะ ทั้งนี้แล้วแต่สิ่งเร้าบางอย่างที่มากระตุ้นหรือบางกรณีก็คิดออกขึ้นมาได้เอง แต่ไม่ว่าจะคิดออกโดยวิธีใดก็ถือว่าใช้ได้ทั้งนั้น เมื่อคิดข้อสอบออกแล้ว จะต้องรีบจดไว้กันลืม เพราะถ้าเวลาผ่านไปนาน โอกาสที่จะลืมข้อสอบที่คิดออกนั้นเป็นไปได้ง่าย รวบรวมข้อสอบที่คิดออกนั้นมาเขียนไว้เป็นลายลักษณ์อักษร โดยพยายามใช้ภาษาที่เข้าใจง่าย และชัดเจน

4. ขั้นประเมินหรือตรวจสอบคุณภาพ ขั้นนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อนำผลไปปรับปรุงข้อสอบ ขั้นนี้แยกเป็นขั้นย่อย ๆ ดังนี้

4.1 ขั้นประเมินเบื้องต้น ขั้นนี้ก็คือ การวิจารณ์ข้อสอบนั่นเอง โดยผู้แทนกลุ่มวิชา ซึ่งอาจได้แก่ประธานหรือเลขากลุ่ม ทำการรวบรวมข้อสอบที่กรรมการแต่ละคนสร้างมาถ่ายเอกสารพร้อมกับแจกจ่ายให้กรรมการแต่ละคนได้ใช้ในการวิจารณ์ การวิจารณ์ข้อสอบเป็นสิ่งที่ดีและเป็นสิ่งจำเป็น โดยเฉพาะอย่างยิ่งสำหรับข้อสอบแบบปรนัยชนิดเลือกตอบ เป็นการร่วมกันพิจารณาปรับปรุงข้อคำถามและตัวเลือกให้ดีขึ้น การวิจารณ์ข้อสอบเป็นการพิจารณาในเรื่องต่อไปนี้

4.1.1 ข้อคำถามวัดในสิ่งที่ต้องการวัดหรือไม่

4.1.2 ข้อคำถามชัดเจนเข้าใจตรงกันหรือไม่

4.1.3 ข้อคำถามมีคำตอบถูกที่แน่นอนเพียงคำตอบเดียวหรือไม่

4.1.4 ข้อคำถามใช้ภาษารัดกุม เหมาะสมกับระดับชั้นของนักเรียนหรือไม่

4.1.5 ในกรณีที่เป็นข้อสอบเลือกตอบ พิจารณาสิ่งต่อไปนี้ด้วย

4.1.5.1 ตัวลวงเหมาะสมหรือไม่

4.1.5.2 การเรียงคำถามเรียงถูกต้องตามหลักหรือไม่ เช่น เรียงตามลำดับเนื้อหา เรียงจากง่ายไปหายาก เป็นต้น

4.1.5.3 การเรียงตัวเลือกในแต่ละข้อเรียงเหมาะสมสวยงามหรือไม่

4.2 ขั้นตรวจสอบคุณภาพหลังการทดลอง ข้อสอบที่ได้ผ่านการวิจารณ์และได้ปรับปรุงแก้ไขจนเป็นที่เรียบร้อยแล้ว ก็จะนำไปจัดพิมพ์เพื่อนำไปทดลอง (Try out) และเมื่อนำไปทดลองแล้ว ก็จะต้องนำมาตรวจคะแนน และทำการตรวจสอบคุณภาพอีก การตรวจสอบคุณภาพในขั้นนี้เป็นการพิจารณาในเรื่องต่อไปนี้

4.2.1 ค่าความยากของข้อสอบ (Difficulty)

4.2.2 ค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบ (Discrimination)

ซึ่งเป็นการตรวจสอบรายข้อและรายตัวเลือก วิธีการที่ใช้ในการตรวจสอบก็คือการวิเคราะห์ข้อสอบ (Item analysis) นั่นเอง ผลการตรวจสอบคุณภาพสองประการข้างต้นนี้จะทำให้ทราบว่าข้อสอบข้อใดยากเกินไปหรือง่ายเกินไป ข้อสอบข้อใดจำแนกเด็กเก่งกับเด็กอ่อนออกจากกันได้หรือไม่ และทำให้ทราบว่าข้อสอบข้อใดตัวเลือกดีหรือไม่ดีด้วย ซึ่งจะช่วยให้การปรับปรุงข้อสอบกระทำได้ตรงจุด

4.2.3 ค่าสถิติพื้นฐานของข้อสอบ ได้แก่ คะแนนเฉลี่ยและความแปรปรวน ค่าคะแนนเฉลี่ยจะบอกให้ทราบว่าข้อสอบนั้นโดยส่วนรวมทั้งฉบับมีความยากในระดับใด ส่วนค่าความแปรปรวนก็จะทำให้ทราบว่ากลุ่มที่ใช้ในการทดลองข้อสอบนั้นมีความสามารถแตกต่างกันหรือกระจายกันมากน้อยเพียงใด ซึ่งจะเป็นประโยชน์ในการปรับปรุงข้อสอบด้วยประการหนึ่ง

ข้อสังเกต ในการตรวจสอบคุณภาพหลังการทดลอง อาจต้องมีการตรวจสอบมากกว่า 1 ครั้ง กล่าวคือ เมื่อนำไปทดลองครั้งแรก แล้วนำผลมาปรับปรุงแก้ไข ก็จะต้องนำไปทดลองครั้งที่สองแล้วทำการตรวจสอบอีก พิจารณาผลวิเคราะห์ที่ได้ ถ้ายังได้ผลไม่เป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ ก็จะต้องปรับปรุงแก้ไขแล้วนำไปทดลองอีก จนกว่าจะได้ข้อสอบที่ผลวิเคราะห์รายข้อและรายตัวเลือกตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้

ข้อเสนอแนะสำหรับการทดลองข้อสอบ

1) กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการทดลองข้อสอบควรประกอบด้วยนักเรียนที่เก่ง ปานกลาง และอ่อน คละกันไป เพราะถ้านำไปทดลองกับกลุ่มตัวอย่างกลุ่มหนึ่งกลุ่มใดโดยเฉพาะจะทำให้ไม่ทราบคุณภาพที่แท้จริงของข้อสอบ เช่น ถ้าสอบกับนักเรียนที่เรียนเก่งอย่างเดียว ข้อสอบนั้นก็จะง่าย ถ้าสอบกับนักเรียนที่เรียนอ่อนอย่างเดียวข้อสอบนั้นก็จะยาก และในทั้ง 2 กรณี ข้อสอบนั้นจะไม่มีอำนาจจำแนก เพราะเด็กในแต่ละกลุ่มมีความสามารถพอ ๆ กัน เป็นต้น

2) เวลาที่ใช้ในการสอบ ควรมีความเหมาะสม ไม่มากเกินไปหรือน้อยเกินไป โดยทั่วไปข้อสอบที่ต้องมีการคิดคำนวณใช้เวลาประมาณข้อละ 1 นาที ถ้าเป็นข้อสอบวิชาอื่น ๆ ก็ให้เวลาทำน้อยกว่าจำนวนข้อเล็กน้อย เช่น ข้อสอบภาษาไทย ชั้น ม.3 มีจำนวน 30 ข้อ อาจให้เวลา

25 นาที เป็นต้น การกำหนดเวลาอาจพิจารณาจากการทดลองครั้งแรกโดยใช้เกณฑ์ให้ผู้สอบ 80-90% ทำเสร็จเป็นการกำหนดเวลาก็ได้

3) ในการดำเนินการสอบต้องพยายามจูงใจให้นักเรียนมีความตั้งใจในการทำข้อสอบ โดยชี้แจงให้นักเรียนเข้าใจชัดเจนว่าการสอบนั้น ๆ ไม่มีผลต่อการสอบได้หรือสอบตกของนักเรียน แต่กลับจะเป็นผลดีแก่นักเรียน เพราะจะทำให้เกิดทักษะในการทำข้อสอบ ทั้งนี้เพื่อจูงใจให้นักเรียนทำอย่างเต็มที่ ไม่ใช่ทำอย่างขอไปที

4.3 ขั้นตรวจสอบขั้นสุดท้าย ข้อสอบที่ได้ผ่านการปรับปรุงแก้ไขจนได้ค่าคุณภาพของข้อสอบ ในเรื่องของความยากง่ายและอำนาจจำแนกตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้เป็นที่เรียบร้อยแล้ว จะต้องนำข้อสอบนั้นไปสอบกับคนกลุ่มใหญ่ที่ครอบคลุมความสามารถทั้งเก่ง อ่อน และปานกลางกระจายกัน แล้วทำการประเมินคุณภาพครั้งสุดท้ายและสร้างเกณฑ์ปกติ การประเมินคุณภาพขั้นสุดท้าย ได้แก่ การหาค่าต่อไปนี้

4.3.1 ความเชื่อมั่นและความคลาดเคลื่อนมาตรฐานในการวัดของแบบทดสอบทั้งฉบับ

4.3.2 ค่าสถิติพื้นฐานทั้งฉบับ

หมายเหตุ: ในการตรวจสอบคุณภาพของข้อสอบหลังการทดลอง (Try out) แต่ละครั้งควรหาความเชื่อมั่นในการวัดได้ด้วยทุกครั้ง เพราะทำให้สามารถเปรียบเทียบผลของแต่ละครั้งได้

5. ขั้นจัดพิมพ์ การจัดพิมพ์ข้อสอบเป็นงานที่สำคัญอีกขั้นตอนหนึ่ง กระทำภายหลังการประเมินคุณภาพของข้อสอบ แบ่งเป็นขั้นย่อย ๆ ดังนี้

5.1 การจัดพิมพ์ขั้นต้น กระทำภายหลังการวิจารณ์ข้อสอบ และปรับปรุงแก้ไขในขั้นต้นเพื่อที่จะนำไปทดลองใช้ (Try out) ครั้งแรก ซึ่งในการเตรียมต้นฉบับเพื่อจัดพิมพ์นี้งานที่ต้องกระทำคือ

5.1.1 การเรียงข้อสอบตามลำดับเนื้อหา หรือเรียงจากง่ายไปยาก

5.1.2 การวางรูปแบบข้อสอบให้พอเหมาะกับหน้ากระดาษ

5.1.3 การเขียนคำชี้แจงในการดำเนินการสอบ รวมถึงการระบุจำนวนข้อสอบ เวลาในการทำ และการกรอกหัวกระดาษคำตอบด้วย

นอกจากนี้ ในการจัดพิมพ์ข้อสอบยังต้องคำนึงถึงสิ่งต่อไปนี้คือ ความชัดเจนในการพิมพ์และความสะอาดเรียบร้อย การพิสูจน์อักษรต้องกระทำอย่างรอบคอบ อย่าให้มีที่ผิด การอัดสำเนาต้องชัดเจนและสะอาด

5.2 การจัดพิมพ์ภายหลังการทดลอง กระทำภายหลังการนำข้อสอบไปทดลองแต่ละครั้ง หลังจากการนำข้อสอบไปทดลอง แล้วทำการวิเคราะห์รายข้อ พร้อมกับนำผลมาพิจารณาปรับปรุง

ข้อสอบ เมื่อปรับปรุงจนเป็นที่ใช้ได้แล้ว ก็จะต้องนำข้อสอบนั้นมาทำต้นฉบับเพื่อจัดพิมพ์ใหม่ ซึ่งการจัดพิมพ์ในขั้นนี้ก็จะต้องพิจารณาถึงเรื่องต่อไปนี้

5.2.1 จัดเรียงข้อสอบใหม่ โดยเรียงตามลำดับเนื้อหา และในแต่ละเนื้อหาเรียงตามผลวิเคราะห์จากข้อง่ายไปหาข้อยาก (สำหรับข้อสอบปรนัยชนิดเลือกตอบ)

5.2.2 เรียงลำดับตัวเลือกในแต่ละข้อคำถาม โดยเรียงจากข้อความสั้นไปหาข้อความยาว เพื่อให้แลดูสวยงามเป็นระเบียบ (สำหรับข้อสอบปรนัยชนิดเลือกตอบ)

5.2.3 ตรวจสอบสำนวนภาษาให้เหมาะสม

5.2.4 ตรวจสอบความชัดเจนในการพิมพ์ และความสะอาดเรียบร้อย

5.2.5 ทำการพิสูจน์อักษรอย่างรอบคอบ ให้มีความถูกต้อง

5.2.6 การอัดสำเนาต้องชัดเจนและสะอาด

5.3 การจัดพิมพ์แบบทดสอบฉบับสมบูรณ์ หลังจากนำข้อสอบไปทดลองและทำการปรับปรุงแก้ไขจนได้ข้อสอบมีคุณภาพตามเกณฑ์ที่กำหนดแล้ว ก็จะต้องทำต้นฉบับเพื่อจัดพิมพ์แบบทดสอบฉบับสมบูรณ์ ซึ่งเป็นการพิมพ์ครั้งสุดท้าย การจัดพิมพ์ในขั้นนี้ควรปฏิบัติเพิ่มเติมจากสองขั้นแรก ดังนี้

5.3.1 ตรวจสอบจำนวนข้อสอบให้มีครบถ้วนตามที่กำหนด

5.3.2 สำรวจการเรียงข้อสอบอีกครั้งหนึ่งว่าการเรียงถูกต้องตามหลักเกณฑ์และเหมาะสม สวยงามหรือไม่ โดยทั่วไปเรียงจากข้อความสั้นไปหาข้อความยาว (ตัวเลือก) และในขณะเดียวกันก็พิจารณาตำแหน่งของตัวถูกด้วย โดยให้มีตัวถูกอยู่ตำแหน่ง ก ข ค ง และ จ จำนวนพอ ๆ กัน (ถ้าเป็น 5 ตัวเลือก) สำหรับข้อสอบปรนัยชนิดเลือกตอบ

5.3.3 ตรวจสอบการจัดวางข้อความให้เหมาะสมกับหน้ากระดาษพิมพ์ถ้าข้อสอบนั้นมีรูปภาพประกอบหรือมีการทดลอง ก็พิจารณาจัดวางรูปให้เหมาะสมกับหน้ากระดาษพิมพ์ เพื่อให้แลดูสวยงามเป็นระเบียบ

5.3.4 ตรวจสอบการจัดทำคำชี้แจง วิธีทำข้อสอบอีกครั้งหนึ่งให้มีหัวข้อต่าง ๆ ครบถ้วน ได้แก่ ชื่อวิชาที่สอบ วิธีการตอบ วิธีคิดข้อสอบ ซึ่งควรจะมีตัวอย่างประกอบด้วย การกรอกหัวกระดาษคำตอบ จำนวนข้อ และเวลาที่ให้ทำ

6. การจัดทำคู่มือการใช้ กระบวนการสร้างแบบทดสอบ นอกจากจะประกอบด้วยขั้นตอน 5 ขั้นตอนดังกล่าวข้างต้นแล้ว ยังมีอีกขั้นตอนหนึ่งที่มีความสำคัญ และเป็นขั้นตอนที่จะทำให้การสร้างแบบทดสอบมีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งสำหรับการสร้างแบบทดสอบมาตรฐานถือว่าเป็นความจำเป็นอย่างยิ่ง ขั้นตอนนี้ก็คือ การจัดทำคู่มือการใช้ (Test manual) ประกอบด้วยการให้รายละเอียดของหัวข้อสำคัญต่อไปนี้

6.1 วัตถุประสงค์ของแบบทดสอบ

6.2 วิธีการใช้และวิธีดำเนินการสอบ

6.3 วิธีการตรวจให้คะแนน

6.4 การแปลความหมายคะแนน

6.5 เกณฑ์ปกติ

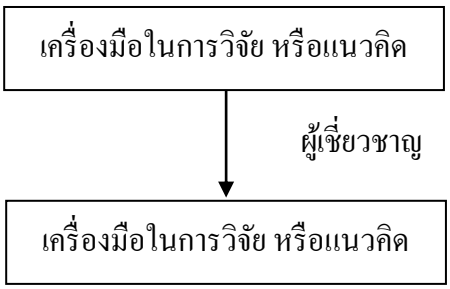
จากการศึกษากระบวนการสร้างแบบทดสอบข้างต้น ผู้วิจัยได้ใช้เป็นแนวทางในการสร้างแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

5. การหาคุณภาพแบบทดสอบ

ในการสร้างและพัฒนาเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยที่มีประสิทธิภาพ ที่จะสามารถนำไปใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลที่นำมาวิเคราะห์เพื่อตอบปัญหาการวิจัยได้เป็นอย่างดี จำเป็นจะต้องมีขั้นตอนที่เป็นระบบในการสร้างและพัฒนา โดยหลังจากสร้างเครื่องมือเสร็จแล้ว จะต้องนำเครื่องมือไปทดลองใช้ แล้วนำข้อมูลมาวิเคราะห์เพื่อหาค่าดัชนีที่บ่งชี้คุณภาพของเครื่องมือนั้น ๆ ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้ (สมชาย วรกิจเกษมสกุล, 2554, หน้า 265)

5.1 ความเที่ยงตรง (Validity) หมายถึง คุณภาพของเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยที่สร้างขึ้นเพื่อใช้วัดในคุณลักษณะ/ พฤติกรรม/ เนื้อหาสาระที่ต้องการวัดได้อย่างถูกต้อง ครอบคลุม มีประสิทธิภาพ และวัดได้ถูกต้องตามความเป็นจริง แบ่งเป็น 3 ประเภท ได้แก่

5.1.1 ความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (Content validity) เป็นการตรวจสอบสรุปอ้างอิงถึงมวลเนื้อหาสาระ ความรู้ หรือประสบการณ์ ที่เครื่องมือมุ่งวัดว่ามีความครอบคลุม หรือเป็นตัวแทนมวลความรู้ หรือประสบการณ์ได้ดีเพียงไร ที่สามารถดำเนินการได้ 2 ขั้นตอน คือ ขั้นตอนที่ 1 จำแนกตัวแปรให้ครอบคลุมตามแนวคิดหรือวัตถุประสงค์โดยการสร้างตารางวิเคราะห์ประเด็น/ หลักสูตร และขั้นตอนที่ 2 พัฒนาเครื่องมือให้มีความครอบคลุมตัวแปรและวัตถุประสงค์ และสามารถตรวจสอบได้โดย 1) ให้ผู้เชี่ยวชาญในศาสตร์นั้น ๆ ตรวจสอบความเหมาะสมของนิยามขอบเขตของเนื้อหา หรือประสบการณ์ที่มุ่งวัด 2) ตรวจสอบเนื้อหาหรือพฤติกรรมบางส่วนว่ามีความสอดคล้องกับเนื้อหาหรือพฤติกรรมทั้งหมดหรือไม่ และ 3) เปรียบเทียบสัดส่วนของข้อคำถามว่ามีความสอดคล้องกับน้ำหนักความสำคัญของแต่ละเนื้อเรื่องที่มุ่งวัดมากน้อยเพียงไร ดังแสดงการตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาในภาพที่ 2-1



ภาพที่ 2-1 การตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (Bailey, 1987 อ้างถึงใน สมชาย วรกิจเกษมสกุล, 2554, หน้า 265)

การตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา เป็นการตรวจสอบเครื่องมือมีความเป็นตัวแทน หรือครอบคลุมเนื้อหาหรือไม่ โดยพิจารณาจากตารางวิเคราะห์เนื้อหา หรือตรวจสอบความสอดคล้องของเนื้อหากับจุดประสงค์ที่กำหนด จำแนกได้ดังนี้

วิธีที่ 1 จากการพิจารณาของผู้เชี่ยวชาญในศาสตร์นั้น ๆ จำนวน 3-7 คน เพื่อลงสรุปโดยใช้ดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับจุดประสงค์ (Index of item-objective congruence: IOC) ที่มีเกณฑ์ในการพิจารณาให้คะแนน ดังนี้

ให้ 1 เมื่อแน่ใจว่าข้อคำถามมีความสอดคล้องกับจุดประสงค์

0 เมื่อไม่แน่ใจว่าข้อคำถามมีความสอดคล้องกับจุดประสงค์หรือไม่

-1 เมื่อแน่ใจว่าข้อคำถามไม่สอดคล้องกับจุดประสงค์

หลังจากนั้นนำคะแนนของผู้เชี่ยวชาญมาหาค่าดัชนีความสอดคล้อง โดยใช้สูตรของโรวิเนลลี และแฮมเบิลตัน มีสูตรการคำนวณดังนี้ (Rovinelli & Hambleton, 1977 อ้างถึงในล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ, 2539, หน้า 249)

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

เมื่อ IOC แทน ค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับจุดประสงค์

$\sum R$ แทน ผลรวมของคะแนนการพิจารณาของผู้เชี่ยวชาญ

N แทน จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

โดยกำหนดเกณฑ์การพิจารณาระดับค่าดัชนีความสอดคล้องของข้อคำถามที่ได้จากการคำนวณจากสูตรที่จะมีค่าอยู่ระหว่าง .00 ถึง 1.00 มีรายละเอียดของเกณฑ์การพิจารณา ดังนี้

มีค่า IOC ตั้งแต่ .50 ขึ้นไป คัดเลือกข้อสอบข้อนั้นไว้ใช้ได้ แต่ถ้าได้ค่า IOC ต่ำกว่า .50 ควรพิจารณาแก้ไขปรับปรุง หรือตัดทิ้ง โดยกำหนดรูปแบบของแบบตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาของแบบทดสอบ ดังแสดงในตารางที่ 2-7

ตารางที่ 2-7 รูปแบบของแบบตรวจสอบที่ให้ผู้เชี่ยวชาญพิจารณาความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาของเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

จุดประสงค์ที่/ เนื้อหา	**ข้อคำถาม**	**ผลการพิจารณา**		
		1	**0**	**-1**
1.....	1.....			
	2.....			
	3.....			
2.....	4.....			

วิธีที่ 2 วิธีการหาดัชนีความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาทั้งฉบับ เป็นวิธีการที่ประยุกต์จากแฮมเบลตัน และคณะ (บุญใจ ศรีสถิตย์นรากูร, 2547, หน้า 224-225) มีดังนี้

ขั้นที่ 1 นำแบบทดสอบพร้อมเนื้อหาสาระ/ โครงสร้างที่ต้องการวัด ไปให้ผู้เชี่ยวชาญได้พิจารณาความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับเนื้อหาสาระ/ โครงสร้างที่กำหนดเกณฑ์เพื่อแสดงความคิดเห็น ดังนี้

ให้ 1 เมื่อพิจารณาว่า ข้อคำถามไม่สอดคล้องกับเนื้อหาสาระ/ โครงสร้าง

2 เมื่อพิจารณาว่า ข้อคำถามจะต้องได้รับการปรับปรุงแก้ไขอย่างมาก

3 เมื่อพิจารณาว่า ข้อคำถามจะต้องได้รับแก้ไขปรับปรุงเล็กน้อย

4 เมื่อพิจารณาว่า ข้อคำถามมีความสอดคล้องกับเนื้อหาสาระ/ โครงสร้าง

ขั้นที่ 2 รวบรวมความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญมาแจกแจงเป็นตาราง

ขั้นที่ 3 รวมจำนวนข้อคำถามที่ผู้เชี่ยวชาญทุกคนที่ให้ความคิดเห็นในระดับ 3 และ 4

ขั้นที่ 4 หาดัชนีความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาจากสูตรคำนวณ

$$CVI = \frac{\sum R_{3,4}}{N}$$

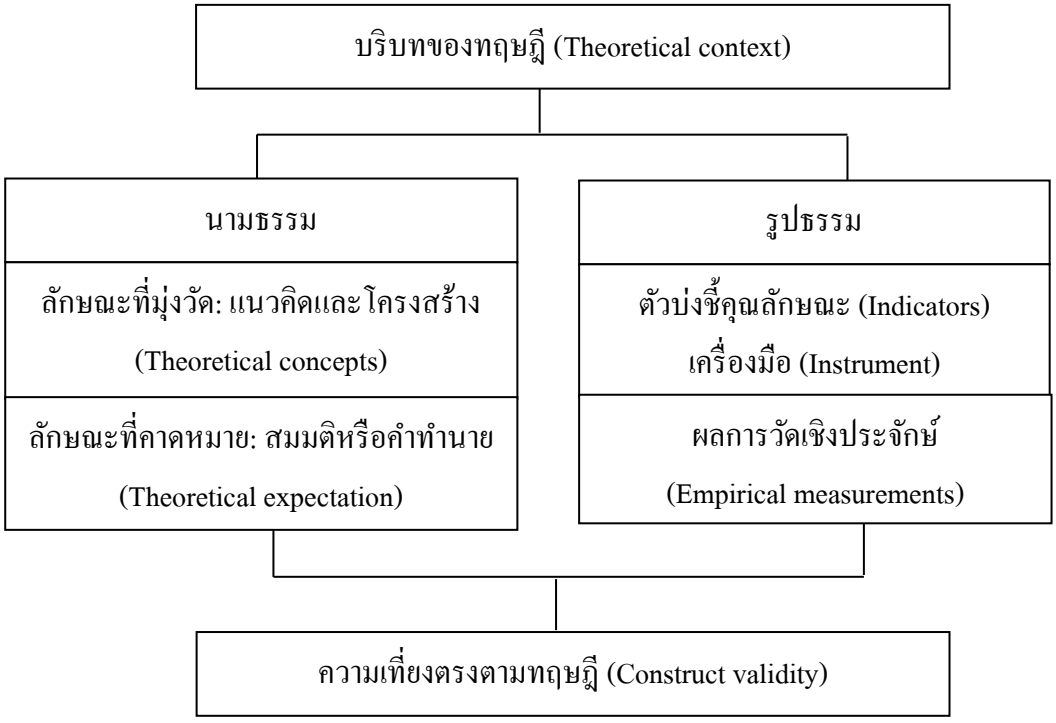
เมื่อ CVI แทน ดัชนีความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา

$\sum R_{3,4}$ แทน จำนวนข้อที่ผู้เชี่ยวชาญทุกคนให้ระดับ 3 และ 4

N แทน จำนวนข้อสอบทั้งหมด

โดยมีเกณฑ์การพิจารณาความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาที่ใช้ได้ ตั้งแต่ .80 ขึ้นไป (Davis, 1992, p. 104 อ้างถึงใน สมชาย วรกิจเกษมสกุล, 2554, หน้า 271) และควรนำข้อคำถามที่ได้จากข้อที่ 1 และ 2 ไปปรับปรุงแก้ไขเพื่อให้เครื่องมือวิจัยมีความครอบคลุมตัวแปรที่ต้องการศึกษา

5.1.2 ความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้าง (Construct validity) เป็นการสรุปอ้างอิงโครงสร้างของสิ่งที่มุ่งวัดว่าการวัดได้ผลตรงตามทฤษฎีของโครงสร้างนั้น ๆ ได้ดีเพียงไร (Punch, 1998, p. 101 อ้างถึงใน สมชาย วรกิจเกษมสกุล, 2554, หน้า 267) โดยศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างผลที่ได้จากเครื่องมือนั้นกับโครงสร้างและความหมายทางทฤษฎีของสิ่งที่มุ่งวัดด้วยวิธีตัดสินโดยใช้ผู้เชี่ยวชาญพิจารณา เปรียบเทียบคะแนนกับกลุ่มที่ได้ผล หรือวิธีวิเคราะห์เมตริกพหุลักษณะ-พหุวิธี หรือการวิเคราะห์องค์ประกอบ เป็นต้น ดังแสดงวิธีการตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้างในภาพที่ 2-2



ภาพที่ 2-2 การตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้าง (ศิริชัย กาญจนวาสี, 2556, หน้า 122)

การตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้างมีวิธีการตรวจสอบดังนี้ (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ, 2543, หน้า 259-265)

วิธีที่ 1 คำนวณจากค่าความสัมพันธ์ เป็นการคำนวณความเที่ยงตรงตามโครงสร้างของแบบทดสอบที่ต้องการหาความเที่ยงตรง โดยเอาคะแนนที่ได้จากการทดสอบกับคะแนนที่ได้จากการทดสอบแบบทดสอบมาตรฐานที่วัดลักษณะเดียวกันไปคำนวณค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์จากสูตร

$$r_{xy} = \frac{N\sum xy - \sum x \sum y}{\sqrt{\left[N\sum x^2 - (\sum x)^2\right]\left[N\sum y^2 - (\sum y)^2\right]}}$$

เมื่อ r_{xy} แทน ค่าความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้าง

N แทน จำนวนนักเรียนที่ทำแบบทดสอบ

$\sum x$ แทน ผลรวมคะแนนของแบบทดสอบที่หาความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้าง

$\sum y$ แทน ผลรวมคะแนนความรู้ของนักเรียนในขณะนั้นหรือคะแนนเกณฑ์

$\sum x^2$ แทน ผลรวมของคะแนนแบบทดสอบของนักเรียนแต่ละคนยกกำลังสอง

$\sum y^2$ แทน ผลรวมของคะแนนเกณฑ์ของนักเรียนแต่ละคนยกกำลังสอง

$\sum xy$ แทน ผลรวมของผลคูณระหว่างคะแนนแบบทดสอบกับคะแนนเกณฑ์

วิธีที่ 2 คำนวณจากหลายลักษณะหลายวิธี (The multitrait-multimethod matrix) เป็นวิธีหาความเที่ยงตรงแบบหลายลักษณะหลายวิธี (Mutitrait-multimethod validity) ซึ่ง Campbell and Fiske (1959 อ้างถึงใน ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ, 2543, หน้า 260-261) ได้กล่าวถึงการวัดความเที่ยงตรงแบบหลายลักษณะหลายวิธีนี้ว่าเป็นการหาค่าความเที่ยงตรงของแบบทดสอบที่ประกอบด้วยลักษณะที่วัดมีสองลักษณะหรือมากกว่าสองลักษณะ และมีวิธีวัดสองวิธีหรือมากกว่าสองวิธี แล้วคำนวณหาค่าความเที่ยงตรงสองลักษณะ ดังนี้

1) ความเที่ยงตรงเชิงเหมือน (Convergent validity) เป็นความเที่ยงตรงที่เกิดจากความสัมพันธ์ระหว่างผลการวัดลักษณะเดียวกันหรือวิธีวัดเดียวกัน ซึ่งก็คือ ความเชื่อมั่นแบบทดสอบที่สอบซ้ำกัน (Reliability of test-retest) และวัดลักษณะเดียวกันแต่ต่างวิธีวัดจะมีความสัมพันธ์กันมีค่าสูง

2) ความเที่ยงตรงเชิงจำแนก (Discriminant validity) เป็นความเที่ยงตรงที่เกิดจากความสัมพันธ์ระหว่างผลการวัดที่ต่างลักษณะกันจะใช้วิธีเดียวกันหรือต่างวิธีกันก็ตาม จะมีค่าความสัมพันธ์กันต่ำหรือมีค่าต่ำกว่าความเที่ยงตรงเชิงเหมือน

วิธีที่ 3 คำนวณจากการวิเคราะห์องค์ประกอบ (Factor analysis) เป็นวิธีที่จะต้องคำนวณค่าสหสัมพันธ์ภายใน (Intercorrelation) ของข้อสอบแต่ละข้อ หรือแบบทดสอบย่อย (Subtest) แต่ละฉบับ จากนั้นจึงหาค่าน้ำหนักขององค์ประกอบ (Factor loading) เพื่อพิจารณาว่าข้อสอบแต่ละข้อหรือแบบทดสอบย่อยแต่ละฉบับนั้นวัดองค์ประกอบเดียวกันหรือไม่ ถ้าผลปรากฏว่าเมื่อคำนวณค่าน้ำหนักองค์ประกอบแล้วปรากฏว่ามีหนึ่งองค์ประกอบ แสดงว่า แบบทดสอบทั้งฉบับมีความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้าง

วิธีที่ 4 คำนวณจากกลุ่มที่รู้ชัดอยู่แล้ว (Known-group technique) เป็นวิธีที่เปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยระหว่างกลุ่มที่รู้ว่ามีลักษณะที่ต้องการวัดกับกลุ่มที่รู้ว่าไม่มีลักษณะที่ต้องการวัด เช่น ความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้างของแบบทดสอบคณิตศาสตร์ ทำได้โดยนำแบบทดสอบคณิตศาสตร์ไปทดสอบกับกลุ่มตัวอย่างที่เรียนวิชาเอกคณิตศาสตร์ (กลุ่มที่รู้ทางคณิตศาสตร์) กับกลุ่มที่เรียนวิชาเอกภาษาไทย (กลุ่มที่ไม่รู้หรือรู้น้อยทางคณิตศาสตร์) แล้วคำนวณคะแนนเฉลี่ยทั้ง 2 กลุ่ม มาทดสอบนัยสำคัญทางสถิติโดยใช้สูตรดังนี้

$$t = \frac{\bar{X}_H - \bar{X}_N}{\sqrt{\frac{S_H^2}{n_H} + \frac{S_N^2}{n_N}}}$$

ที่ $df = n_H + n_N$

เมื่อ $\bar{X}_H$ แทน คะแนนเฉลี่ยของกลุ่มที่มี (Have: H) สิ่งที่ต้องการวัด (กลุ่มคณิตศาสตร์)

$\bar{X}_N$ แทน คะแนนเฉลี่ยของกลุ่มที่ไม่มี (Non: N) สิ่งที่ต้องการวัด (กลุ่มภาษาไทย)

S_H^2 แทน ความแปรปรวนของกลุ่มที่มีสิ่งที่ต้องการวัด

S_N^2 แทน ความแปรปรวนของกลุ่มที่ไม่มีสิ่งที่ต้องการวัด

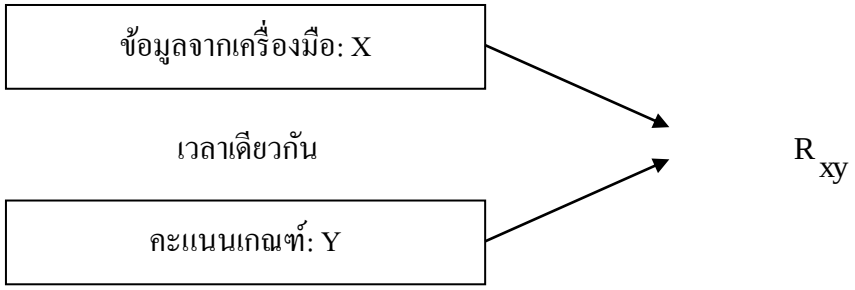
n_H แทน จำนวนคนในกลุ่มที่มีสิ่งที่ต้องการวัด

n_N แทน จำนวนคนในกลุ่มที่ไม่มีสิ่งที่ต้องการวัด

โดยค่าอำนาจจำแนกรายข้อที่ได้จะต้องมีค่า t มากกว่า 1.75 จึงจะเป็นข้อคำถามที่มีอำนาจจำแนกคุณลักษณะของตัวแปรที่ต้องการ และเมื่อนำมาพิจารณาในภาพรวมจะระบุว่าแบบทดสอบฉบับนั้นมีความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้าง

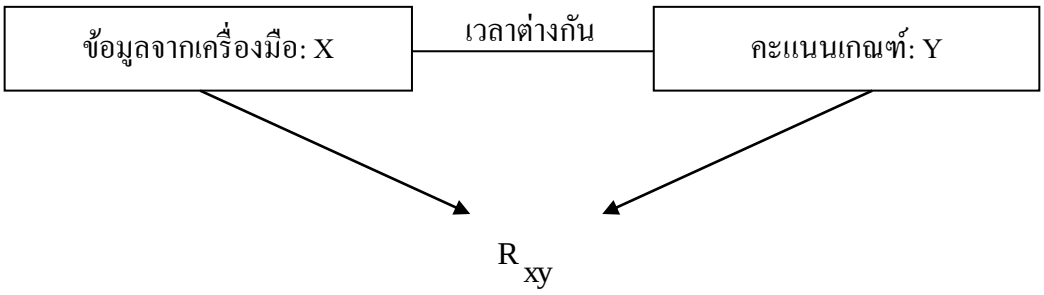
5.1.3 ความเที่ยงตรงเชิงเกณฑ์สัมพันธ์ (Criterion-related validity) เป็นการตรวจสอบการสรุปอ้างอิงสมรรถนะการดำเนินงานของสิ่งที่มุ่งวัดว่าการวัดได้ผลสอดคล้องกับการดำเนินงานนั้นเพียงใด ที่จำแนกได้ดังนี้

5.1.3.1 ความเที่ยงตรงเชิงสภาพ (Concurrent validity) ที่ใช้เกณฑ์เทียบความสัมพันธ์ที่เป็นสถานภาพการดำเนินการที่เป็นอยู่จริงในปัจจุบันที่สามารถตรวจสอบได้โดยคำนวณค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนที่วัดได้จากเครื่องมือนั้นกับคะแนนที่วัดได้จากเครื่องมือมาตรฐานอื่น ๆ ที่วัดสิ่งนั้นได้ในปัจจุบัน โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ตั้งแต่ .80 ขึ้นไป ดังแสดงการตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงสภาพในภาพที่ 2-3



ภาพที่ 2-3 การตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงสภาพ (Bailey, 1987 อ้างถึงใน สมชาย วรกิจเกษมสกุล, 2554, หน้า 267)

5.1.3.2 ความเที่ยงตรงเชิงพยากรณ์ (Predictive validity) ที่ใช้เกณฑ์เทียบความสัมพันธ์เป็นผลสำเร็จของการปฏิบัติงานนั้นในอนาคตที่ตรวจสอบได้โดยคำนวณค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนที่วัดได้จากเครื่องมือนั้นกับคะแนนที่วัดได้จากเครื่องมือมาตรฐานอื่น ๆ ที่วัดสิ่งนั้นได้ในอนาคต ดังแสดงในภาพที่ 2-4



ภาพที่ 2-4 การตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงพยากรณ์ (Bailey, 1987 อ้างถึงใน สมชาย วรกิจเกษมสกุล, 2554, หน้า 267)

การตรวจสอบความเที่ยงตรงตามเกณฑ์มีวิธีการดังนี้ (ศิริชัย กาญจนวาสี, 2556, หน้า 112)

$$R_{xy} = \frac{n\sum xy - \sum x\sum y}{\sqrt{\left[n\sum x^2 - (\sum x)^2\right]\left[n\sum y^2 - (\sum y)^2\right]}}$$

เมื่อ R_{xy} แทน สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างคะแนน x และคะแนน y

ความเที่ยงตรงเชิงทำนายกับความเที่ยงตรงเชิงสภาพมีความแตกต่างกันที่ช่วงเวลาของการเก็บข้อมูลคะแนนเกณฑ์ ถ้าแบบสอบใดสามารถให้คะแนนสอดคล้องกับสภาพปัจจุบันก็ถือว่ามีความตรงตามสภาพ แต่ถ้าสามารถให้คะแนนสอดคล้องกับสภาพที่เกิดขึ้นในอนาคตก็จะเป็นความตรงเชิงทำนาย ดังนั้น ถ้าแบบทดสอบมีความตรงเชิงทำนายก็ย่อมมีความตรงตามสภาพ แต่ถ้าแบบสอบมีความตรงตามสภาพแล้ว ไม่จำเป็นต้องมีความตรงเชิงทำนายเสมอไป

5.1.4 องค์ประกอบที่มีผลต่อความเที่ยงตรง

ในการสร้างเครื่องมือวิจัยให้มีความเที่ยงตรง มีองค์ประกอบที่ควรพิจารณาดำเนินการเพื่อให้เกิดความเที่ยงตรง ดังนี้ (สมชาย วรกิจเกษมสกุล, 2554, หน้า 273)

5.1.4.1 องค์ประกอบจากเครื่องมือวิจัย เครื่องมือวิจัยที่มีความเที่ยงตรงจะต้องมีกระบวนการสร้างที่ดีและมีคำชี้แจงที่ชัดเจน มีโครงสร้างการใช้ภาษาที่ง่าย ๆ ไม่กำกวม ไม่มีคำถามนำ มีความยากง่ายที่เหมาะสม มีรูปแบบการดำเนินการที่เหมาะสม และไม่มีจำนวนข้อคำถามที่น้อยเกินไป

5.1.4.2 องค์ประกอบจากการบริหารจัดการและการตรวจให้คะแนน ในการดำเนินการจะต้องกำหนดให้เวลาที่เหมาะสม มีแนวคำตอบที่ไม่เป็นระบบ และมีการตรวจให้คะแนนที่เป็นปรนัย

5.1.4.3 องค์ประกอบจากผู้ให้ข้อมูล เครื่องมือวิจัยที่มีความเที่ยงตรง กลุ่มผู้ให้ข้อมูลต้องมีความแตกต่างกัน ห้ามเดา/ คาดคะเนคำตอบ รูปแบบของเครื่องมือวิจัย และความไม่พร้อมทั้งทางด้านร่างกายและจิตใจของผู้ให้ข้อมูล

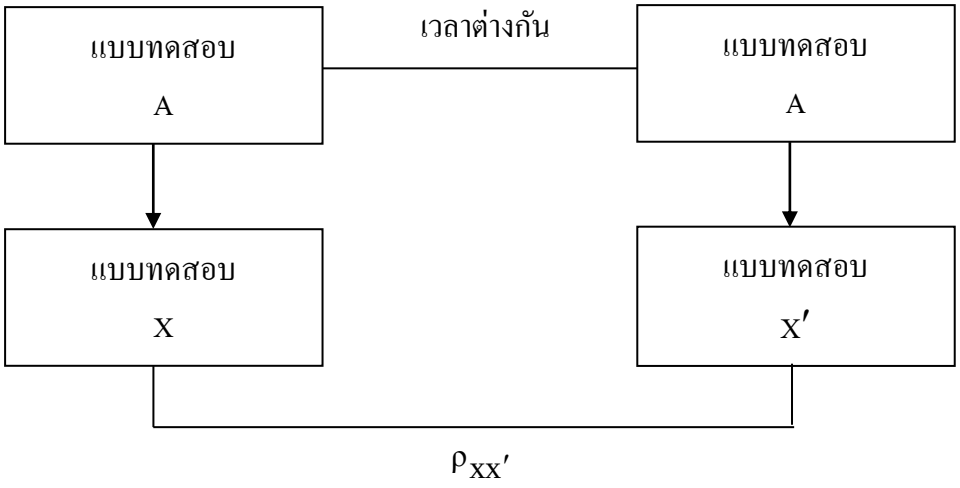
5.1.4.4 องค์ประกอบจากเกณฑ์ที่ใช้อ้างอิง ในการใช้เกณฑ์อ้างอิงจะต้องมีความเชื่อถือได้ตามประเภทความเที่ยงตรง อาทิ ความชัดเจนของเนื้อหาที่มุ่งวัดเป็นเกณฑ์ในการตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา ความเหมาะสมของการคัดเลือกเกณฑ์สมรรถนะที่เป็นเกณฑ์ในการตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเกณฑ์สัมพันธ์และความเหมาะสม/ การยอมรับของทฤษฎี/ แนวคิด/ หลักการที่เกี่ยวข้องกับลักษณะที่มุ่งวัดที่เป็นเกณฑ์ในการตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้าง

จากข้อความข้างต้นสรุปได้ว่า ค่าความเที่ยงตรง (Validity) หมายถึง คุณสมบัติของแบบทดสอบที่สามารถวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ได้ถูกต้องตรงตามวัตถุประสงค์ที่ต้องการวัด ในการวิจัยนี้ใช้การตรวจสอบคุณภาพด้านความเที่ยงตรง (Validity) ของแบบทดสอบความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ได้แก่ ความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา โดยวิธีคำนวณดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับจุดประสงค์ (Index of item objective congruence) และความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้าง (Construct validity) โดยวิธีคำนวณจากกลุ่มที่รู้ชัดอยู่แล้ว (Known-group technique)

5.2 ความเชื่อมั่น (Reliability) หมายถึง คุณภาพของเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยที่สร้างขึ้นเพื่อใช้วัดความเชื่อมั่นได้ว่าผลที่ได้จากการวัดจะมีความคงที่ ชัดเจน ไม่เปลี่ยนแปลงไปมา ผลการวัดครั้งแรกเป็นอย่างไร เมื่อวัดซ้ำโดยใช้เครื่องมือวัดผลชุดเดิม จะวัดกี่ครั้งก็จะให้ผลการวัดเหมือนเดิมใกล้เคียงกัน หรือสอดคล้องกัน (สมชาย วรกิจเกษมสกุล, 2554, หน้า 275) ในการตรวจสอบความเชื่อมั่นของเครื่องมือวิจัย มีวิธีการดังนี้

5.2.1 วิธีการทดสอบซ้ำ (Test-retest method)

การประมาณค่าความเที่ยงตรงวิธีสอบซ้ำกระทำได้โดยนำแบบทดสอบฉบับเดียวกันไปทดสอบกับผู้สอบกลุ่มเดียวกัน 2 ครั้ง โดยทิ้งระยะเวลาระหว่างการสอบครั้งแรกและครั้งที่สอง (t) แล้วนำคะแนนที่ได้จากการสอบครั้งแรก (X) กับครั้งหลัง (X') มาคำนวณค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สัน (Pearson product moment correlation coefficient) ดังแสดงขั้นตอนในภาพที่ 2-5



ภาพที่ 2-5 การประมาณค่าความเชื่อมั่นโดยวิธีทดสอบซ้ำ (ศิริชัย กาญจนวาสี, 2556, หน้า 61)

การคำนวณค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สัน มีสูตรดังนี้

$$\rho_{XX'} = \frac{n\sum XX' - \sum X \sum X'}{\sqrt{\left[n\sum X^2 - (\sum X)^2\right]\left[n\sum (X')^2 - (\sum X')^2\right]}}$$

เมื่อ $\rho_{XX'}$ แทน สัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่น

n แทน จำนวนผู้เข้าสอบ

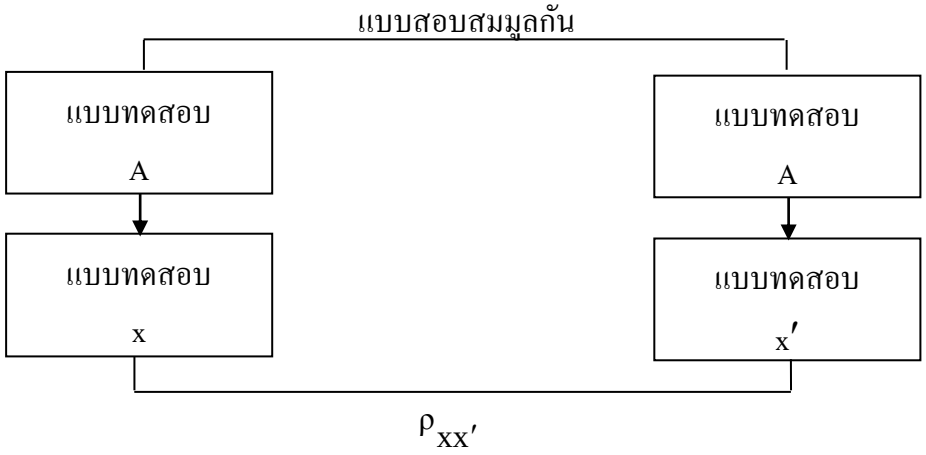
X แทน คะแนนสอบครั้งที่หนึ่ง

X′ แทน คะแนนสอบครั้งที่สอง

โดยที่ค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นที่ได้จากการคำนวณจะมีค่าตั้งแต่ -1 ถึง 1 แต่เนื่องจากเป็นการคำนวณจากคะแนนเดิมและคะแนนใหม่ของผู้ให้ข้อมูลกลุ่มเดียวกัน ดังนั้น จะได้ความเชื่อมั่นมีค่าสัมประสิทธิ์อยู่ระหว่าง 0 ถึง 1 เท่านั้น แต่ประเด็นที่ควรระมัดระวังในการใช้วิธีการนี้ คือ คุณลักษณะที่จะวัดจะต้องมีความคงที่ และระยะเวลาที่ทดสอบซ้ำจะต้องมีความเหมาะสม กล่าวคือ ไม่เร็วเกินไปเนื่องจากมีผลตกค้าง (การจดจำ) จากการทดลองครั้งแรก และไม่ช้าเกินไปที่จะมีตัวแปรแทรกซ้อน อาทิ วุฒิภาวะ หรือการเรียนรู้ที่เพิ่มขึ้น

5.2.2 วิธีใช้แบบสอบสมมูล (Equivalent-form method) การประมาณค่าความเชื่อมั่นโดยวิธีนี้ สามารถดำเนินการได้โดยนำแบบสอบ 2 ฉบับที่สมมูลกัน (Equivalent-form or alternate-

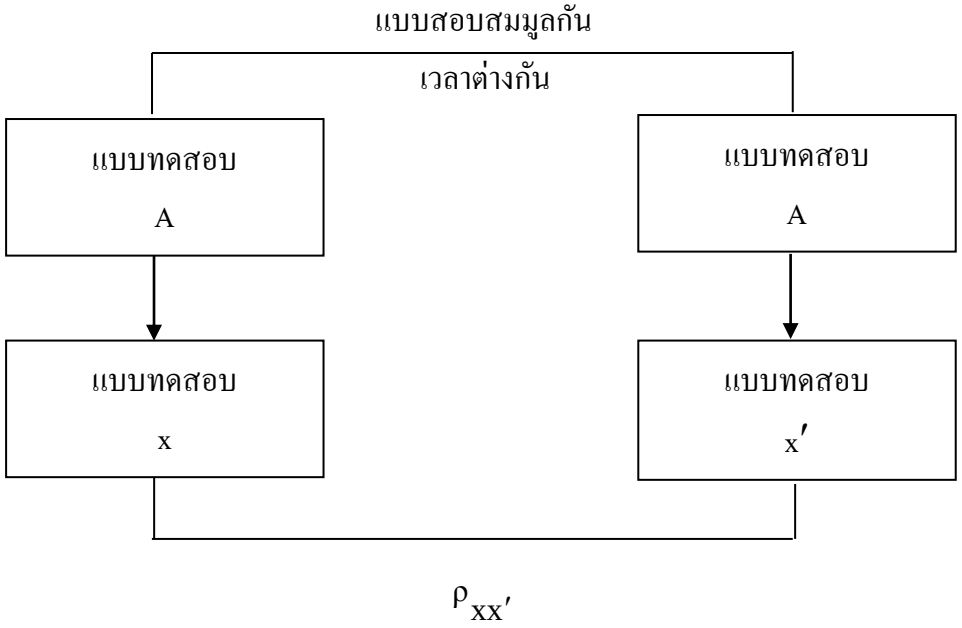
forms) ไปทดสอบกับผู้สอบกลุ่มหนึ่งในเวลาเดียวกัน แล้วนำคะแนนที่ได้จากแบบสอบทั้งสองฉบับมาคำนวณค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สัน (Pearson product moment correlation coefficient) ดังแสดงขั้นตอนในภาพที่ 2-6



ภาพที่ 2-6 การประมาณค่าความเชื่อมั่นโดยวิธีใช้แบบสอบสมมูลกัน

ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ที่คำนวณได้โดยวิธีใช้แบบสอบสมมูลนี้ เรียกว่า สัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นแบบสมมูล (Coefficient of equivalence) ซึ่งมีค่าตั้งแต่ 0 ถึง 1 ค่าที่สูงเข้าใกล้ 1 หมายถึง ความสอดคล้องกันมากของคะแนนจากแบบสอบทั้งสอง ผลที่ได้จึงมีความสอดคล้องสามารถแลกเปลี่ยนกันได้ (Interchangeability)

5.2.3 วิธีสอบซ้ำด้วยแบบสอบสมมูล (Test-retest with equivalent forms) การประมาณค่าความเชื่อมั่นโดยวิธีสอบซ้ำด้วยแบบสอบสมมูล เป็นวิธีดำเนินงานที่ผสมวิธีการสอบซ้ำและวิธีใช้แบบสอบสมมูลเข้าด้วยกัน โดยทำการสอบผู้สอบกลุ่มเดียวกัน 2 ครั้งที่ต่างเวลากันด้วยแบบสอบ 2 ฉบับสมมูลกัน แล้วนำคะแนนที่ได้จากแบบสอบทั้งสองฉบับมาคำนวณค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สัน (Pearson product moment correlation coefficient) ดังแสดงขั้นตอนในภาพที่ 2-7 (ศิริชัย กาญจนวาสี, 2556, หน้า 63-64)



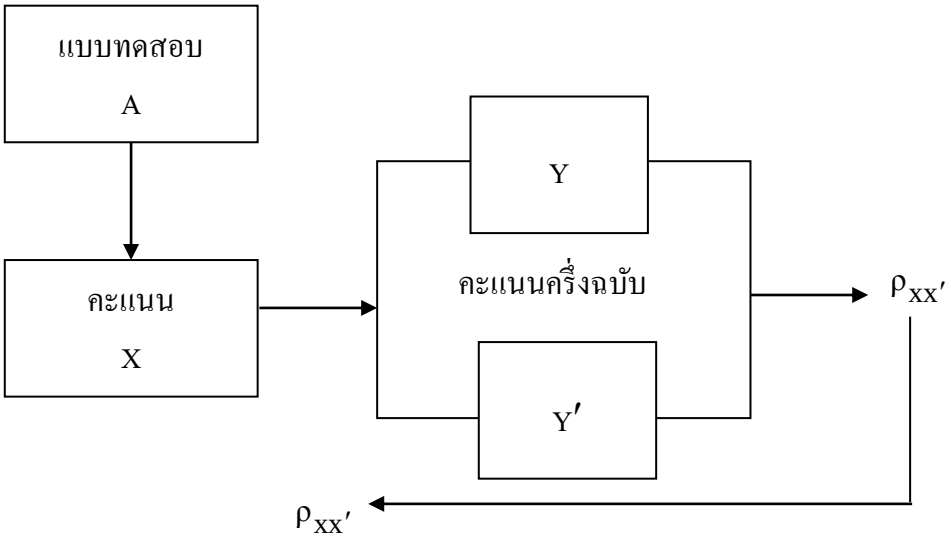
ภาพที่ 2-7 การประมาณค่าความเชื่อมั่นโดยวิธีสอบซ้ำด้วยแบบสอบสมมูล (ศิริชัย กาญจนวาสี, 2556, หน้า 63-64)

ปัจจัยที่มีผลต่อความคลาดเคลื่อนในการประมาณค่าความเที่ยงแบบความคงที่และความเที่ยงแบบความสมมูลย่อมส่งผลต่อการประมาณค่าความเที่ยงแบบความคงที่และสมมูล โดยทั่วไป สัมประสิทธิ์ความเที่ยงแบบความคงที่และสมมูลจะมีค่าต่ำกว่าสัมประสิทธิ์ความเที่ยงแบบความคงที่หรือสัมประสิทธิ์ความเที่ยงแบบความสมมูล ซึ่งเป็นการทดสอบที่ใช้แบบสอบชุดเดียวกัน แบบสอบสมมูลกับกลุ่มเดียวกันในเวลาเดียวกัน

5.2.4 วิธีตรวจสอบความสอดคล้องภายใน (Internal consistency method) เป็นวิธีการประมาณค่าความเชื่อมั่นของเครื่องมือวิจัยที่ใช้การทดสอบเพียงครั้งเดียว เครื่องมือวิจัยชุดเดียว และผู้ให้ข้อมูลกลุ่มเดียว แล้วนำผลไปวิเคราะห์ความเป็นเอกพันธ์เนื้อหา (Homogeneity) ของเครื่องมือว่าวัดเนื้อหาสาระเดียวกันเพียงใด โดยถ้าวัดเนื้อหาสาระเดียวกัน เมื่อทำการวัดซ้ำจะได้ผลการวัดที่สอดคล้องกัน โดยมีวิธีการตรวจสอบความสอดคล้องภายในที่ใช้ ดังนี้ (สมชาย วรกิจเกษมสกุล, 2554, หน้า 277)

5.2.4.1 วิธีการแบ่งครึ่งแบบทดสอบ (Split-half method) เป็นการนำแบบทดสอบฉบับเดียวไปทดสอบกับผู้สอบกลุ่มเดียว แล้วแบ่งข้อสอบออกเป็น 2 ส่วนที่มีความสมมูลกันมากที่สุด (จำแนกตามข้อคู่-ข้อคี่ จับฉลาก จับคู่ตามเนื้อหาแล้วแยกเป็น 2 ฉบับ) นำมาตรวจให้คะแนน แล้วนำคะแนนที่ได้จากแบบทดสอบทั้ง 2 ส่วน มาหาค่าสัมประสิทธิ์

สหสัมพันธ์แบบเพียร์สัน ได้ค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นครึ่งฉบับ จะต้องนำค่าที่ได้ไปคำนวณหาสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นทั้งฉบับของสเปียร์แมน-บราวน์ (Spearman-Brown) ดังแสดงขั้นตอนในภาพที่ 2-8



เมื่อ $X = Y + Y'$

Y, Y' = คะแนนครึ่งฉบับที่คู่ขนานหรือสมมูลกัน

ภาพที่ 2-8 การประมาณค่าความเชื่อมั่นโดยวิธีแบ่งครึ่งข้อสอบ (ศิริชัย กาญจนวาสี, 2556, หน้า 65)

การประมาณค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นโดยวิธีแบ่งครึ่งข้อสอบ สามารถคำนวณโดยใช้สูตรต่อไปนี้

1) สูตรของสเปียร์แมน-บราวน์ (Spearman-Brown formula)

$$\rho_{xx'} = \frac{2\rho_{yy'}}{1+\rho_{yy'}}$$

เมื่อ $\rho_{xx'}$ แทน สัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นทั้งฉบับ

$\rho_{yy'}$ แทน สัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นครึ่งฉบับ

การใช้สูตรของสเปียร์แมน-บราวน์สำหรับปรับค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นแบบแบ่งครึ่งข้อสอบให้เต็มฉบับ จะให้ผลการประมาณค่าที่น่าเชื่อถือถ้าเป็นไปตามข้อตกลงเบื้องต้นว่า แบบทดสอบย่อยทั้ง 2 ฉบับ เป็นแบบสอบคู่ขนานกัน ($\bar{y} = \bar{y'}$ และ $Sy = Sy'$) ถ้ายิ่งแบบสอบย่อยทั้ง 2 ฉบับเบี่ยงเบนจากการเป็นแบบสอบคู่ขนานกันมากเท่าใด ก็ยิ่งทำให้การประมาณค่าความเชื่อมั่นขาดความถูกต้องมากยิ่งขึ้นเท่านั้น

2) สูตรของฟลานาแกน (Flanagan's formula)

$$\rho_{xx'} = 2\left[1-\left(\frac{s_y^2 + s_{y'}^2}{s_x^2}\right)\right]$$

เมื่อ $\rho_{xx'}$ แทน สัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นทั้งฉบับ

s_x^2 แทน ความแปรปรวนของคะแนนรวม x

s_y^2 $s_{y'}^2$ แทน ความแปรปรวนของคะแนนครึ่งฉบับ y และ y'

5.2.4.2 วิธีสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาค (Cronbach's alpha method) เป็นการแบ่งเครื่องมือวิจัยออกเป็น k ส่วน และเมื่อคำนวณความแปรปรวนของคะแนนแต่ละส่วนและความแปรปรวนของคะแนนรวม สามารถนำไปใช้ประมาณค่าความเชื่อมั่นแบบความสอดคล้องภายในที่นำเสนอในชื่อ "สัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาค (α-Coefficient)" (Cronbach, 1951 อ้างถึงใน ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ, 2543, หน้า 218) มีสูตรคำนวณดังนี้

$$\alpha = \frac{k}{k-1}\left[1-\frac{\sum\sigma_i^2}{\sigma_x^2}\right]$$

เมื่อ α แทน สัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาค

σ_i^2 แทน ความแปรปรวนของข้อที่หรือองค์ประกอบที่ i

σ_x^2 แทน ความแปรปรวนของคะแนนรวม

k แทน จำนวนข้อสอบ/ องค์ประกอบของทั้งฉบับ

แต่ถ้าเป็นการคำนวณค่าความเชื่อมั่นโดยใช้สัมประสิทธิ์แอลฟาจากกลุ่มตัวอย่าง จะใช้สูตรคำนวณ ดังนี้

$$\alpha = \frac{k}{k-1}\left[1-\frac{\sum S_i^2}{S_x^2}\right]$$

เมื่อ α แทน สัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาค

S_i^2 แทน ความแปรปรวนของข้อที่หรือองค์ประกอบที่ i

S_x^2 แทน ความแปรปรวนของคะแนนรวม

k แทน จำนวนข้อสอบ/องค์ประกอบของทั้งฉบับ

เมื่อ $\sum x_i$ แทน ผลรวมทั้งหมดของคะแนนในข้อที่ i

$\sum x_i^2$ แทน ผลรวมทั้งหมดของคะแนนแต่ละคนยกกำลังสองในข้อที่ i

N^2 แทน จำนวนคนทั้งหมดยกกำลังสอง

เมื่อ $\sum x^2$ แทน ผลรวมทั้งหมดของคะแนนของข้อสอบทั้งฉบับ

$\left(\sum x\right)^2$ แทน ผลรวมทั้งหมดของคะแนนแต่ละคนยกกำลังสอง

N^2 แทน จำนวนคนทั้งหมดยกกำลังสอง

ในการหาสัมประสิทธิ์แอลฟาจะให้ค่าความเชื่อมั่นของเครื่องมือวิจัยได้ดีก็ต่อเมื่อเครื่องมือวิจัยชุดนั้นได้วัดคุณลักษณะเพียงคุณลักษณะเดียวเท่านั้น และจำนวนข้อหรือองค์ประกอบแต่ละองค์ประกอบในฉบับมีความเท่าเทียมกันจะทำให้ได้ค่าความเชื่อมั่นที่ใกล้เคียงกับความเชื่อมั่นที่แท้จริงของเครื่องมือการวิจัย และเป็นวิธีการที่ได้รับความนิยมเนื่องจากเก็บข้อมูลกลุ่มผู้ให้ข้อมูลครั้งเดียว และใช้ได้อย่างหลากหลาย ทั้งเครื่องมือที่ให้คะแนนแบบ 0, 1 หรือแบบถ่วงน้ำหนัก หรือแบบมาตรส่วนประมาณค่า หรือแบบทดสอบแบบอัตนัย

5.2.4.3 วิธีของคูเดอร์-ริชาร์ดสัน (Kuder-Richardson method) เป็นวิธีการที่พัฒนาโดยคูเดอร์และริชาร์ดสัน ที่เป็นการแก้ปัญหาของการประมาณค่าความเชื่อมั่นที่ใช้วิธีการแบ่งครึ่งแบบทดสอบที่แตกต่างกันจะให้ค่าความเชื่อมั่นที่แตกต่างกัน และใช้สำหรับแบบทดสอบที่ให้คะแนน แบบ 0, 1 เท่านั้น จำแนกเป็นสูตรคำนวณ ดังนี้

1) สูตรของคูเดอร์-ริชาร์ดสัน 20 (KR-20) ที่ข้อสอบแต่ละข้อไม่จำเป็นต้องมีความยากเท่ากัน แต่ควรมีจำนวนข้อสอบอย่างน้อย 20 ข้อ โดยมีสูตรคำนวณดังนี้ (Mehrens & Lehmann, 1984, p. 276 อ้างถึงใน สมชาย วรกิจเกษมสกุล, 2554, หน้า 281)

$$KR-20 = \frac{k}{k-1}\left[1-\frac{\sum p_i q_i}{S_x^2}\right]$$

เมื่อ $KR-20$ แทน สัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นของคูเดอร์-ริชาร์ดสัน

p_i แทน สัดส่วนของผู้ตอบถูกในข้อที่ i

q_i แทน สัดส่วนของผู้ตอบผิดในข้อที่ i

S_x^2 แทน ความแปรปรวนของคะแนนรวม

k แทน จำนวนข้อสอบ

โดยที่สูตรการคำนวณ KR-20 จะมีความคล้ายกับสูตรการหาสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาค เนื่องจาก $p_i\ q_i$ ของ KR-20 ก็คือ ความแปรปรวนของคะแนนรายข้อ (S_i^2) ของสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาคนั่นเอง

2) สูตร KR-21 เป็นสูตรการคำนวณค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นที่มีข้อตกลงเบื้องต้นว่า ข้อสอบแต่ละข้อต้องมีความยากเท่ากัน ทำให้สูตรการคำนวณมีความซับซ้อนน้อยลง แต่สูตรการคำนวณ KR-21 จะให้ค่าความเชื่อมั่นที่ต่ำกว่าการคำนวณด้วยสูตร KR-20 มีสูตรคำนวณดังนี้ (Mehrens & Lehmann, 1984, p. 276 อ้างถึงใน สมชาย วรกิจเกษมสกุล, 2554, หน้า 282)

$$KR-21 = \frac{k}{k+1}\left[1-\frac{\bar{x}(k-\bar{x})}{ks_x^2}\right]$$

เมื่อ $KR-21$ แทน สัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นของคูเดอร์-ริชาร์ดสัน

$\bar{x}$ แทน ค่าเฉลี่ยของคะแนนรวม

s_x^2 แทน ความแปรปรวนของคะแนนรวม

k แทน จำนวนข้อสอบ

องค์ประกอบที่มีผลต่อสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่น

การหาสัมประสิทธิ์ของความเชื่อมั่นใด ๆ ที่ได้ค่าสัมประสิทธิ์ต่ำหรือสูง จะขึ้นอยู่กับองค์ประกอบต่อไปนี้ (Crocker & Algina, 1986 อ้างถึงใน ศิริชัย กาญจนวาสี, 2544, หน้า 60-65)

1) ความเป็นเอกพันธ์ของกลุ่มผู้ให้ข้อมูล (Group homogeneity) ในกลุ่มผู้ให้ข้อมูลที่มีลักษณะที่ใกล้เคียงกัน เมื่อนำคะแนนมาหาสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นจะได้ค่าที่ต่ำกว่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นที่ได้จากกลุ่มผู้ให้ข้อมูลที่มีลักษณะที่หลากหลายคละกัน (วิวิธพันธ์) และขนาดของกลุ่มผู้ให้ข้อมูลควรมีประมาณ 6-10 เท่าของจำนวนข้อสอบ จึงจะได้ความเชื่อมั่นที่เป็นจริง

2) ความยาวของแบบทดสอบ (Test length) การเพิ่มจำนวนข้อสอบที่มีความคู่ขนานกับข้อสอบเดิมที่มีอยู่ จะทำให้ค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบฉบับนั้น ๆ มีค่าที่สูงขึ้น

3) ความสัมพันธ์ระหว่างข้อสอบ (Interitem correlation) แบบทดสอบฉบับใดที่มีความเป็นเอกพันธ์ของคุณลักษณะหรือเนื้อหา แสดงว่า แบบทดสอบฉบับนั้นมีความสัมพันธ์ระหว่างข้อสอบสูง อันจะส่งผลต่อค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบฉบับนั้น

4) กำหนดเวลาที่ใช้ในการแบบทดสอบ (Time limit) แบบทดสอบที่สร้างและพัฒนาเป็นอย่างดีและได้กำหนดเวลาที่ใช้ในการทดสอบที่เหมาะสมกับแบบทดสอบ จะได้ค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นที่สูง แต่ถ้าให้เวลาที่จำกัดหรือมากเกินไปจะทำให้สัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นมีแนวโน้มลดลง

5) วิธีการที่ใช้ในการประมาณค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่น (Method of estimating reliability) ในการเลือกใช้วิธีการประมาณค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นมีหลายวิธี และแต่ละวิธีจะมีความเหมาะสมกับแบบทดสอบที่มีลักษณะและจุดมุ่งหมายที่แตกต่างกัน อาทิ แบบทดสอบความเร็ว ไม่ควรใช้วิธีการแบ่งครึ่งแบบทดสอบหรือวิธีตรวจสอบความสอดคล้องภายในเพราะจะได้ค่าความเชื่อมั่นที่สูงกว่าปกติ และวิธีสัมประสิทธิ์แอลฟาควรใช้กับแบบทดสอบที่วัดเพียงคุณลักษณะเดียวมากกว่าหลากหลายคุณลักษณะ หรือสูตรของสเปียร์แมน-บราวน์จะให้ค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นต่ำหรือสูงกว่าความเป็นจริงถ้าข้อสอบไม่มีความเป็นคู่ขนาน เป็นต้น

เกณฑ์พิจารณาค่าความเชื่อมั่นของเครื่องมือวิจัย

ค่าความเชื่อมั่นของเครื่องมือในการวิจัย มีเกณฑ์สาหรับพิจารณาว่าเป็นความเชื่อมั่นที่ใช้ได้ในการนำเครื่องมือนั้น ๆ ไปใช้ มีดังนี้ (Burns & Grove, 1997 อ้างถึงใน สมชาย วรกิจเกษมสกุล, 2554, หน้า 288)

1) เครื่องมือที่ใช้วัดการทำหน้าที่ของอวัยวะต่าง ๆ ในร่างกายของมนุษย์ควรมีความเชื่อมั่นเท่ากับ .95 ขึ้นไป

2) เครื่องมือที่มีมาตรฐานทั่ว ๆ ไปควรมีความเชื่อมั่นอย่างน้อย .80 แต่ถ้าเป็นเครื่องมือที่สร้างและพัฒนาขึ้นควรมีความเชื่อมั่นอย่างน้อย .70

3) เครื่องมือที่ใช้วัดเจตคติ ความรู้สึก ควรมีความเชื่อมั่นตั้งแต่ .70 ขึ้นไป

4) เครื่องมือที่ใช้ในการสังเกต ควรมีค่าความเชื่อมั่นตั้งแต่ .80 ขึ้นไป

จากข้อความข้างต้นสรุปได้ว่า ค่าความเชื่อมั่น (Reliability) ของแบบทดสอบหมายถึง คุณสมบัติของแบบทดสอบที่สามารถวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ที่วัดเฉพาะการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของผู้ตอบได้คงที่ แน่นอน ในการวิจัยนี้ใช้การตรวจสอบคุณภาพด้านความเชื่อมั่น (Reliability) ของแบบทดสอบความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ใช้วิธีของคูเดอร์-ริชาร์ดสัน (Kuder-Richardson method) โดยใช้สูตร KR-20 ในการตรวจสอบค่าความเชื่อมั่นในแบบทดสอบทั้ง 2 ฉบับ

5.3 อำนาจจำแนก (Discrimination) หมายถึง ค่าที่แสดงประสิทธิภาพของข้อสอบแต่ละข้อในการจำแนกกลุ่มผู้สอบออกเป็นกลุ่มเก่งและกลุ่มอ่อน คำนวณหาค่าได้ดังสูตรคำนวณ (สมชาย วรกิจเกษมสกุล, 2554, หน้า 289)

$$r = \frac{P_H - P_L}{n}$$

โดยที่ r แทน ค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบแต่ละข้อ

P_H แทน จำนวนผู้ตอบถูกในกลุ่มสูง

P_L แทน จำนวนผู้ตอบถูกในกลุ่มต่ำ

n แทน จำนวนผู้ตอบทั้งหมดในกลุ่มสูงหรือกลุ่มต่ำ (มีจำนวนเท่ากัน)

การหาค่าอำนาจจำแนก กรณีแบบทดสอบ เป็นการนำแบบทดสอบไปทดลองใช้กับนักเรียน มีสูตรการคำนวณ ดังนี้

5.3.1 กรณีคำตอบข้อสอบเป็นตัวถูก มีสูตรการคำนวณ

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

โดยที่ r แทน ค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบแต่ละข้อ

R_H แทน จำนวนคนที่ตอบถูกของกลุ่มสูง

R_L แทน จำนวนคนที่ตอบถูกของกลุ่มต่ำ

N_H แทน จำนวนคนในกลุ่มสูง (จำนวนคนในกลุ่มสูงและกลุ่มต่ำเท่ากัน)

เกณฑ์ในการพิจารณาอำนาจจำแนกของข้อสอบมีหลักเกณฑ์ ดังนี้

1) ค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบจะมีค่าอยู่ระหว่าง 1 ถึง -1 มีรายละเอียดของเกณฑ์การพิจารณาตัดสิน ดังนี้ (Ebel, 1978, p. 267 อ้างถึงใน สมชาย วรกิจเกษมสกุล, 2554, หน้า 289)

ได้ $.40 \leq r$ เป็นข้อสอบที่มีอำนาจจำแนกดีมาก

$.30 \leq r < .39$ เป็นข้อสอบที่มีอำนาจจำแนกดี

$.20 \leq r < .29$ เป็นข้อสอบที่มีอำนาจจำแนกพอใช้ ปรับปรุงตัวเลือก

$r \leq .19$ เป็นข้อสอบที่มีอำนาจจำแนกต่ำควรตัดทิ้ง

2) ถ้าค่าอำนาจจำแนกมีค่ามาก ๆ เข้าใกล้ 1 แสดงว่า ข้อสอบข้อนั้นสามารถจำแนกคนเก่งและคนอ่อนออกจากกันได้ดี

3) ถ้าค่าอำนาจจำแนกที่ได้มีค่าเป็นลบ จะเป็นข้อสอบที่ไม่ดี ไม่สามารถจำแนกกลุ่มผู้สอบในลักษณะกลุ่มเก่งตอบผิดและกลุ่มต่ำตอบถูกที่อาจเนื่องมาจากคำถามที่ไม่ชัดเจน เฉลยคำตอบผิด ตรวจให้คะแนนที่คลาดเคลื่อน หรือข้อสอบยากมาก

4) ถ้าค่าอำนาจจำแนกเป็นศูนย์ แสดงว่า ข้อสอบข้อนั้นไม่สามารถจำแนกคนเก่งและคนอ่อนแยกออกจากกันได้

5) ข้อสอบที่มีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ .20 ขึ้นไป จึงจะเป็นข้อสอบที่มีอำนาจจำแนกที่ดีและข้อสอบที่มีอำนาจจำแนกที่ดีจะมีสัดส่วนของคนเก่ง ปานกลาง และอ่อน เท่ากับ 16 : 68 : 16

5.3.2 กรณีคำตอบข้อสอบเป็นตัวลวง มีสูตรการคำนวณ

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

โดยที่ r แทน ค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบแต่ละข้อ

R_H แทน จำนวนคนที่ตอบถูกของกลุ่มสูง

R_L แทน จำนวนคนที่ตอบถูกของกลุ่มต่ำ

N_H แทน จำนวนคนในกลุ่มสูง (จำนวนคนในกลุ่มสูงและกลุ่มต่ำเท่ากัน)

เกณฑ์พิจารณาอำนาจจำแนกของตัวลวงที่ดีจะต้องมีอำนาจจำแนกตั้งแต่ .05 ขึ้นไป จึงจะเป็นตัวลวงที่มีอำนาจจำแนกที่ดี

ประโยชน์ของค่าอำนาจจำแนก มีดังนี้

1) ใช้เป็นเกณฑ์ในการปรับปรุงข้อสอบเป็นรายตัวเลือก ว่าควรจะปรับปรุงที่ตัวเลือกตัวใดในแต่ละข้อ

2) เป็นเกณฑ์ในการจัดข้อสอบแบบคู่ขนาน ที่แต่ละข้อที่วัดในจุดประสงค์เดียวกันในแต่ละฉบับต้องมีอำนาจจำแนกเท่ากัน หรือใกล้เคียงกัน

จากข้อความข้างต้นสรุปได้ว่า ค่าอำนาจจำแนก (Discrimination index) ของแบบทดสอบ หมายถึง คุณสมบัติของแบบทดสอบที่สามารถจำแนกหรือแยกผู้ตอบออกเป็นกลุ่มสูงและกลุ่มต่ำ ในการวิจัยนี้ใช้การตรวจสอบคุณภาพด้านค่าอำนาจจำแนก (Discrimination index) ของแบบทดสอบความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ โดยการหาอัตราส่วนของผลต่างระหว่างจำนวนผู้ตอบถูกในกลุ่มสูง กับจำนวนผู้ตอบถูกในกลุ่มต่ำ ซึ่งคำนวณโดยการวิเคราะห์ข้อสอบด้วยเทคนิค 50% ของการจำแนกกลุ่มสูงและกลุ่มต่ำ กับจำนวนคนในกลุ่มสูง

5.4 ความยาก (Difficulty) หมายถึง เป็นคุณภาพของเครื่องมือที่เป็นแบบทดสอบที่แสดงสัดส่วนของผู้สอบที่ตอบข้อนั้นได้ถูกต้องต่อผู้สอบทั้งหมด ตามความมุ่งหมายและหลักเกณฑ์ดังสูตรคำนวณ (สมชาย วรกิจเกษมสกุล, 2554, หน้า 291)

$$p = \frac{\text{จำนวนผู้ตอบข้อนั้นถูก}}{\text{จำนวนผู้ตอบข้อนั้นทั้งหมด}}$$

หรือในกรณีที่จำแนกเป็นกลุ่มสูงและกลุ่มต่ำจะคำนวณได้จากสูตร

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

โดยที่ P แทน ค่าความยากของข้อสอบแต่ละข้อ

R_H แทน จำนวนผู้สอบที่ตอบถูกในกลุ่มสูง

R_L แทน จำนวนผู้สอบที่ตอบถูกในกลุ่มต่ำ

N_H แทน จำนวนผู้สอบที่ตอบในกลุ่มสูง

N_L แทน จำนวนผู้สอบที่ตอบในกลุ่มต่ำ

เกณฑ์พิจารณาค่าความยาก

เกณฑ์การพิจารณาระดับค่าความยากของข้อสอบแต่ละข้อที่ได้จากการคำนวณจากสูตรที่จะมีค่าอยู่ระหว่าง .00 ถึง 1.00 ที่มีรายละเอียดของเกณฑ์ในการพิจารณาตัดสิน ดังนี้

ได้	$.80 \leq p \leq 1.00$	เป็นข้อสอบที่ง่ายมาก ควรตัดทิ้ง หรือนำไปปรับปรุง
	$.60 \leq p < .80$	เป็นข้อสอบที่ค่อนข้างง่าย ใช้ได้ดี
	$.40 \leq p < .60$	เป็นข้อสอบที่ความยากง่ายปานกลาง ดีมาก
	$.20 \leq p < .40$	เป็นข้อสอบที่ค่อนข้างยาก ใช้ได้ดี
	$p < .20$	เป็นข้อสอบที่ยากมาก ควรตัดทิ้งหรือนำไปปรับปรุง

โดยที่ข้อสอบที่จะสามารถนำไปใช้ในการวัดผลที่มีประสิทธิภาพจะมีค่าความยากอยู่ระหว่าง .20 ถึง .80

ประโยชน์ของค่าความยากของข้อสอบ มีดังนี้

1) จัดข้อสอบเรียงเป็นฉบับโดยเรียงลำดับจากข้อง่ายไปยาก

2) เป็นเกณฑ์ในการจัดแบบทดสอบแบบคู่ขนาน ที่มีความยากง่ายเท่ากัน หรือใกล้เคียงกัน

3) ช่วยปรับปรุงคุณภาพของข้อสอบเป็นรายตัวเลือกว่าจะปรับปรุงที่ตัวเลือกใด

จากข้อความข้างต้นสรุปได้ว่า ค่าความยาก (Difficulty index) ของแบบทดสอบหมายถึง คุณสมบัติของข้อสอบที่ได้จากสัดส่วนของผู้ที่ทำข้อสอบข้อนั้นถูก ในการวิจัยนี้ใช้การตรวจสอบคุณภาพด้านค่าความยาก (Difficulty index) ของแบบทดสอบความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ โดยสัดส่วนของผู้สอบที่ตอบข้อนั้นได้ถูกต้องต่อผู้สอบทั้งหมด ซึ่งคำนวณโดยการวิเคราะห์ข้อสอบด้วยเทคนิค 50% ของการจำแนกกลุ่มสูงและกลุ่มต่ำ

6. การสร้างเกณฑ์ปกติ (Norms)

6.1 ความหมายของเกณฑ์ปกติ

ได้มีผู้ให้ความหมายของเกณฑ์ปกติ (Norms) ไว้หลายท่าน ดังนี้

ชวาล แพรัตกุล (2520 ข, หน้า 275) ได้อธิบายว่า เกณฑ์ปกติเป็นปริมาณคุณภาพปานกลางของคุณลักษณะต่าง ๆ เป็นสถานภาพตามความจริงในปัจจุบัน

ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ (2543, หน้า 313) ได้ให้ความหมายไว้ว่า เกณฑ์ปกติหมายถึง ข้อเท็จจริงที่บรรยายการแจกแจงของคะแนนจากประชากรที่นิยามไว้เป็นอย่างดีแล้ว และเป็นตัวที่จะบอกระดับความสามารถของผู้เข้าสอบว่าอยู่ระดับใดของกลุ่มประชากร

6.2 หลักในการสร้างเกณฑ์ปกติ

ในการสร้างเกณฑ์ปกติจะต้องคำนึงถึงเกณฑ์ 3 ประการ ดังนี้

ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ (2543, หน้า 314-315) ได้กล่าวถึงขั้นตอนการสร้างเกณฑ์ปกติ ดังนี้

1) ความเป็นตัวแทนที่ดี การสุ่มตัวอย่างของประชากรที่นิยมทำได้หลายวิธี เช่น การสุ่มแบบธรรมดา สุ่มแบบแบ่งชั้น สุ่มแบบเป็นระบบ หรือสุ่มแบบแบ่งกลุ่ม เป็นต้น เลือกสุ่มตามความเหมาะสม โดยพิจารณาประชากรเป็นตัวสำคัญ ถ้าประชากรมีลักษณะเป็นอันหนึ่งอันเดียวกันไม่มีคุณสมบัติอะไรแตกต่างกันมากนัก ใช้วิธีสุ่มแบบธรรมดา (Simple random sampling) ดีที่สุด แต่ถ้าเป็นลักษณะมีอะไรแตกต่างกันมาก เช่น ขนาดโรงเรียนต่างกัน ระดับความสามารถต่างกัน ทำเลการตั้งแตกต่างกัน และมีผลต่อการเรียน ถ้าแบบนี้จะสุ่มด้วยวิธีแบบแบ่งชั้น (Stratified random sampling) จึงจะเหมาะสม ถ้าแต่ละหน่วยการสุ่ม เช่น โรงเรียน ห้องเรียน มีคุณลักษณะไม่แตกต่างกัน แต่แบ่งหน่วยการสุ่มไว้แล้ว การสุ่มแบบนี้ใช้วิธีการสุ่มแบบแบ่งกลุ่ม (Cluster random sampling) จะดีที่สุด 3 วิธีนี้ใช้ในการสุ่มเพื่อสร้างเกณฑ์ปกติมากที่สุด ดังนั้นก่อนการสร้างเกณฑ์ปกติก็ต้องวางแผนการสุ่มให้ดีไว้ก่อน เพื่อเกณฑ์ปกติเชื่อมั่นได้

2) มีความเที่ยงตรง ในที่นี้หมายถึง การนำคะแนนดิบไปเทียบกับเกณฑ์ปกติที่ทำไว้แล้วสามารถแปลความหมายได้ตรงกับความเป็นจริง เช่น คนหนึ่งสอบได้ 20 คะแนน ตรงกับเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 50 และตรงกับคะแนนที (T) 50 แปลว่า เป็นความสามารถปานกลางของกลุ่ม ความเป็นจริงจะเป็นอย่างตัวเลขในเกณฑ์ปกติดังกล่าวได้หรือเปล่า ดังนั้น ความสอดคล้องของคะแนนการสอบกับเกณฑ์ปกติตามความเป็นจริงจึงถือว่าเป็นสิ่งสำคัญมากในการแปลความหมายของคะแนนการสอบแต่ละครั้ง

3) มีความทันสมัย เกณฑ์ปกตินั้นขึ้นอยู่กับความสามารถของประชากรนั้น การพัฒนาคนมีอยู่ตลอดเวลา เทคโนโลยี สภาพแวดล้อม อาหารการกิน เหล่านี้ คนจะเก่งขึ้นหรืออ่อนลงได้ ดังนั้น เกณฑ์ปกติที่ศึกษาไว้นานหลายปีแล้ว อาจจะมีความผิดพลาดจากความเป็นจริง จำเป็นต้องศึกษาใหม่หรือเปลี่ยนแปลงให้ทันสมัยอยู่เรื่อย ๆ โดยทั่วไปแล้ว เกณฑ์ปกติควรเปลี่ยนทุก ๆ ปี จึงจะทันสมัย

6.3 ชนิดของเกณฑ์ปกติ

เกณฑ์ปกติแบ่งชนิดได้ตามลักษณะของประชากรและตามลักษณะของการใช้สถิติการเปรียบเทียบ ดังนี้ (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ, 2543, หน้า 315-317)

6.3.1 การแบ่งชนิดของเกณฑ์ปกติตามลักษณะของประชากร ได้แก่

6.3.1.1 เกณฑ์ปกติระดับชาติ (National norms) เป็นเกณฑ์ปกติที่สร้างจากประชากรจำนวนมากตามลักษณะใดลักษณะหนึ่งที่ได้กำหนดไว้ โดยประชากรต้องครอบคลุมทั้งประเทศหรือสุ่มตัวอย่างให้ครอบคลุมทั้งประเทศ เช่น การหาเกณฑ์ปกติของวิชาคณิตศาสตร์

ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ระดับชาติ ก็ต้องสอบนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ทั่วประเทศ หรือสุ่มตัวอย่างให้ครอบคลุมทั่วประเทศ จำนวนนักเรียนที่สอบจึงมีมาก

6.3.1.2 เกณฑ์ปกติระดับท้องถิ่น (Local norms) เป็นเกณฑ์ปกติที่มีระดับเล็กลงมาจากเกณฑ์ระดับชาติ เช่น ระดับจังหวัด ระดับอำเภอ เป็นประโยชน์ในการเปรียบเทียบนักเรียนแต่ละคนกับคนส่วนใหญ่ของโรงเรียน และใช้ประเมินการพัฒนาของโรงเรียนได้ด้วย โดยดูจากการศึกษาแต่ละปีว่าเด่นหรือด้อยกว่าปีที่สร้างเกณฑ์ปกติเอาไว้

6.3.2 การแบ่งตามลักษณะของการใช้สถิติการเปรียบเทียบ ได้แก่

6.3.2.1 เกณฑ์ปกติเปอร์เซ็นต์ไทล์ (Percentile norms) เป็นเกณฑ์ปกติที่เทียบคะแนนดิบกับตำแหน่งเปอร์เซ็นต์ไทล์ ซึ่งแปลความหมายในรูปร้อยละของตัวคะแนนที่จุดใต้จุดคะแนนดิบนั้น ๆ เช่น เด็กคนหนึ่งสอบได้ 25 คะแนน เมื่อไปเทียบกับเกณฑ์ปกติตรงกับตำแหน่งเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 80 ก็หมายความว่า มีคนเข้าสอบ 100 คน เขามีความสามารถเหนือกว่าคนอื่น ๆ 80 คน (เขาด้อยกว่าคนอื่นเพียง 20 คน)

6.3.2.2 เกณฑ์คะแนนมาตรฐาน (Standard score norms) เป็นเกณฑ์ที่ใช้ในการเปรียบเทียบคะแนนดิบกับคะแนนมาตรฐานแบบต่าง ๆ ช่วยให้ทราบว่าคะแนนตัวหนึ่งสูงหรือต่ำกว่าคะแนนเฉลี่ย และสูงหรือต่ำกว่าอยู่เท่าไร โดยคิดเป็นคะแนนมาตรฐาน อาจเป็นคะแนนมาตรฐานแบบเส้น (Linear) หรือแบบปกติ (Normalization) เช่นคะแนนซี (Z-score) คะแนนที (T-score)

6.3.2.3 เกณฑ์ปกติสเตไนน์ (Stanine norms) เป็นคะแนนมาตรฐานชนิดหนึ่งมีค่าเพียง 9 ตัว (Standard nine point) มีคะแนนเฉลี่ยอยู่ที่คะแนน 5 มีความเบี่ยงเบนมาตรฐานประมาณ 2 คะแนน

6.3.2.4 เกณฑ์ปกติตามอายุ (Age norms) เป็นเกณฑ์ปกติที่ใช้เพื่อดูพัฒนาการของบุคคลในเรื่องเดียวกันว่าอายุต่างกันจะมีพัฒนาการอย่างไร หรืออายุเท่ากันจะมีพัฒนาการต่างกันหรือไม่ เกณฑ์นี้นิยมใช้กับแบบสอบวัดเชาว์ปัญญา แบบทดสอบวัดความถนัด แบบทดสอบวัดความฉลาดทางอารมณ์ เป็นต้น

6.3.2.5 เกณฑ์ปกติตามระดับชั้น (Grade norms) เป็นการหาเกณฑ์ปกติตามระดับชั้นเรียนในโรงเรียน วิชาที่นิยมสร้างเกณฑ์ปกติชนิดนี้มักจะเป็นวิชาพื้นฐาน และแบบทดสอบที่สร้างจะต้องวัดความรู้ความสามารถที่กว้าง เช่น ต้องครอบคลุมตั้งแต่ชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 ถึงมัธยมศึกษาปีที่ 6 แล้วดูว่าระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 จะได้กี่คะแนน ปีที่ 2 จะได้กี่คะแนน ไปเรื่อย ๆ จนถึงมัธยมศึกษาปีที่ 6 จะได้กี่คะแนน ก็เป็นเกณฑ์ปกติของชั้นนั้น ๆ

6.4 วิธีสร้างเกณฑ์ชนิดคะแนนทีปกติ

การแปลงคะแนนดิบให้เป็นคะแนนมาตรฐาน (T-score) เรียกว่า การแปลงคะแนนเชิงเส้นตรง (Linear transformation) ซึ่งลักษณะการแจกแจงข้อมูลยังเหมือนคะแนนดิบ ดังนั้น ปกติจะไม่แปลงคะแนนดิบโดยวิธีนี้ เพราะการเปรียบเทียบคะแนนยังไม่ถูกต้องแน่นอนหรือสมบูรณ์ วิธีแปลงคะแนนดิบให้เป็นคะแนนมาตรฐานที่สะดวกและถูกต้องชัดเจนก็คือ วิธีแปลงคะแนนโดยยึดพื้นที่ใต้โค้งปกติปกติมากยิ่งขึ้น คะแนนมาตรฐานที่ได้จากวิธีการแบบนี้ เรียกว่า คะแนนมาตรฐานทีปกติ (Normalized T-score) หรือคะแนนทีปกติ การแปลงคะแนนดิบให้เป็นคะแนนทีปกติ ไม่ต้องคำนวณค่าเฉลี่ย ($\overline{X}$) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S) ของกลุ่ม แต่จะคำนวณโดยอาศัยพื้นที่ใต้โค้งปกติเป็นหลัก (Normal curve) โดยถือว่าพื้นที่ใต้โค้งปกติดังกล่าวจะใช้แทนจำนวนคนในกลุ่มที่เข้าสอบ โดยมีลำดับขั้นตอนดังนี้

ขั้นที่ 1 สร้างตารางแจกแจงความถี่ โดยเรียงคะแนนจากมากไปหาน้อย แล้วนำคะแนนของนักเรียนแต่ละคนมาลงรอยขีด (Tally)

ขั้นที่ 2 หาค่า f และ cf

ขั้นที่ 3 หาค่า $cf + \frac{1}{2}f$ (จะหาค่า $cf + \frac{1}{2}f$ ของชั้นใด ต้องใช้ค่า cf ที่อยู่ก่อนถึงชั้นนั้น แต่ใช้ค่า f ของชั้นนั้น)

ขั้นที่ 4 เอาค่า $cf + \frac{1}{2}f$ ไปคูณด้วย $\frac{100}{N}$ ได้เป็น $(cf + \frac{1}{2}f)\frac{100}{N}$ ค่าที่ได้เรียกว่าตำแหน่งเปอร์เซ็นต์ไทล์ (Percentile rank = PR) แสดงถึงค่าของพื้นที่ใต้โค้งการแจกแจงซึ่งมีค่าทั้งหมดเป็น 1 หรือ 100%

ขั้นที่ 5 นำค่า $(cf + \frac{1}{2}f)\frac{100}{N}$ หรือตำแน่งเปอร์เซ็นต์ไทล์ (PR) ที่ได้ในขั้นที่ 4 ไปเทียบค่าทีปกติ จากตารางสำเร็จรูปดังตารางที่ 2-8

ตารางที่ 2-8 ค่าทีปกติสำเร็จรูป

T	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	0.003	0.004	0.007	0.011	0.016	0.023	0.03	0.05	0.07	0.1
2	0.13	0.19	0.26	0.35	0.47	0.62	0.82	1.07	1.39	1.79
3	2.28	2.87	3.59	4.46	5.48	6.68	8.08	9.68	11.51	13.57
4	15.87	18.41	21.19	24.20	27.43	30.85	34.46	38.21	42.07	46.02
5	50.00	53.98	57.93	61.79	65.54	69.15	72.57	75.80	78.81	81.59

ตารางที่ 2-8 (ต่อ)

T	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
6	84.13	86.43	88.49	90.32	91.92	93.32	94.52	95.54	96.41	97.13
7	97.72	98.21	98.61	98.93	99.18	99.38	99.53	99.65	99.74	99.81
8	99.87	99.90	99.93	99.95	99.96	99.97	99.98	99.98	99.99	99.99

หมายเหตุ: ค่าคะแนนทีปกติ ตามแนวตั้ง (แถวริมสุดทางซ้ายมือของผู้อ่าน คือ ตัวเลข 1-8) แสดงหลักสิบ ส่วนแนวนอน (แถวบนสุดของตาราง คือ ตัวเลข 0-9) แสดงหลักหน่วย

6.5 การขยายคะแนนทีปกติ

การเปลี่ยนแปลงคะแนนดิบเป็นคะแนนทีปกติ (Normalized T-score) ดังที่กล่าวมาแล้วข้างต้น หากสุ่มตัวอย่างมาจากประชากรให้มีจำนวนมาก ๆ คะแนนดิบจะกระจายจากสูงสุดไปหาต่ำสุดเข้าลักษณะโค้งปกติ คะแนนดิบทุกคะแนนหรือเกือบทุกคะแนนจะถูกแปลงเป็นคะแนนทีปกติ การนำเกณฑ์ปกติของแบบวัดฉบับนี้ไปใช้ก็ไม่มีปัญหาเพราะสามารถเทียบคะแนนดิบเป็นคะแนนทีปกติได้ทุกคะแนน หรือเกือบทุกคะแนน แต่ถ้าจำนวนผู้เข้าสอบมีไม่มากพอหรือข้อสอบยากง่ายเกินไป จะเกิดปัญหาการสร้างเกณฑ์ปกติ กล่าวคือ คะแนนทีปกติจะไม่ครอบคลุมคะแนนดิบทั้งหมดหรือเกือบทั้งหมด หรือแม้จะสุ่มตัวอย่างให้มีจำนวนมาก ๆ เป็นจำนวนนับพันก็อาจจะไม่มีนักเรียนคนใดได้คะแนนใกล้เคียงกับคะแนนเต็มหรือได้คะแนนเข้าใกล้ 0 จึงจำเป็นต้องขยายคะแนนทีปกติให้ครอบคลุมคะแนนดิบทุกคะแนนหรือเกือบทุกคะแนน เพื่อความสะดวกในการนำไปใช้ และเป็นหลักเกณฑ์หนึ่งในการทำเกณฑ์ปกติ (Norms)

หลักการขยายคะแนนทีปกติ กระทำโดยการเขียนกราฟคู่อันดับ ระหว่างคะแนนดิบกับคะแนนทีปกติที่เกิดจากผลการสอบ จากนั้นพิจารณาแนวโน้มจากจุดกราฟแต่ละตำแหน่ง แล้วลากเส้นตรงให้ผ่านจุดกราฟต่าง ๆ ที่มีอยู่ให้มากที่สุด ต้องพยายามลากเส้นตรงให้ผ่านคะแนนทีปกติที่ 50 ด้วย จึงสามารถอ่านคะแนนดิบเป็นคะแนนทีปกติที่ต้องการขยาย แต่การลากขยายเส้นตรงที่คาดว่าครอบคลุมคะแนนผลการสอบ (Extrapolate) ดังกล่าว ถ้าใช้มือและสายตาประมาณก็ไม่มีหลักฐานที่สามารถยืนยันได้ว่าเส้นตรงดังกล่าวเป็นเส้นตรงที่มีความเหมาะสม (Fit a straight line) ทำให้ได้เกณฑ์ปกติที่มีความคลาดเคลื่อนได้ เมื่อพิจารณาผลการสอบและคะแนนทีปกติแต่ละค่าจะพบว่า มีลักษณะเป็นตัวแปรคู่อันดับ (Ordered pairs) ที่มีความสัมพันธ์กันสูง (หากทดสอบความสัมพันธ์: r_{xy} ระหว่างคะแนนผลการสอบกับคะแนนทีปกติ ย่อมมีความสัมพันธ์กัน

อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ) จึงสามารถเขียนเป็นฟังชันก์ในรูปคะแนนผลการสอบและคะแนนทีปกติ (T_c) ที่เป็นสมการเส้นตรงได้ ดังนี้ (เสริม ทัศศรี, 2545, หน้า 116-120)

$$T_c = a + bX$$

เมื่อ $b = \dfrac{N\sum XY - \sum X\sum Y}{N\sum X^2 - \left(\sum X\right)^2}$

และ $a = \overline{Y} - b\overline{X}$

T_c แทน คะแนนทีปกติที่คำนวณจากสมการถดถอย

a แทน Y-intercept (ตำแหน่งที่เส้นตรงตัดแกน Y)

b แทน ความชันของเส้นตรง (ค่าสัมประสิทธิ์การทำนายหรือการพยากรณ์)

X แทน คะแนนผลการสอบ

$\overline{X}$ แทน ค่าเฉลี่ยของคะแนนผลการสอบ

Y แทน คะแนนทีปกติ

$\overline{Y}$ แทน ค่าเฉลี่ยของคะแนนทีปกติ

จากการศึกษาการสร้างเกณฑ์ปกติ (Norms) ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยเห็นว่า ควรสร้างเกณฑ์ปกติระดับท้องถิ่น (Local norms) เพื่อใช้เป็นสถิติในบรรยายการแจกแจงคะแนนของนักเรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาระยอง เขต 2 ซึ่งได้จากการทดสอบความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ และเป็นคะแนนมาตรฐานที่เป็นเกณฑ์ในการแปลความหมายของคะแนนจากแบบทดสอบว่าผู้สอบอยู่ในระดับใดของกลุ่มประชากร โดยแสดงลงในตารางซึ่งบอกความสัมพันธ์ระหว่างคะแนนดิบกับคะแนนทีปกติ (Normalized T-score)

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยในประเทศ

นารีนารถ นาคหลวง (2548) ได้ศึกษาการพัฒนาแบบวัดเจตคติทางวิทยาศาสตร์ด้านความสนใจใฝ่รู้ ความมีเหตุผล และความใจกว้างของนักเรียนช่วงชั้นที่ 3 กลุ่มโรงเรียนเทศบาลเมืองอุตรดิตถ์ หาค่าความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้าง โดยใช้เทคนิคกลุ่มที่รู้ชัดอยู่แล้ว (Known-group

technique) โดยใช้คะแนนที่ได้จากการประเมินความมีเจตคติทางวิทยาศาสตร์ด้านความสนใจใฝ่รู้ ความมีเหตุผล และความใจกว้าง ที่ประเมินโดยครูผู้สอน กำหนดกลุ่มตัวอย่างที่รู้ชัดว่าเป็นผู้ที่มีเจตคติทางวิทยาศาสตร์สูงและต่ำ และใช้การทดสอบที (t-test) ทดสอบความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ยที่ได้จากการวัดเจตคติทางวิทยาศาสตร์ระหว่างกลุ่มที่มีเจตคติทางวิทยาศาสตร์สูงกับกลุ่มที่มีเจตคติทางวิทยาศาสตร์ต่ำนั้น พบว่า มีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

นิตยา ธรรมมิกะกุล (2550) ได้ศึกษาพัฒนาการความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนช่วงชั้นที่ 2 ที่มีระดับการรับรู้ความสามารถของตนเองด้านคณิตศาสตร์ต่างกัน ของโรงเรียนในกลุ่มศรีนครินทร์ กรุงเทพมหานคร ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 มีความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์สูงกว่านักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 และนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 และนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 มีความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์สูงกว่านักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 สำหรับนักเรียนหญิงมีความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์สูงกว่านักเรียนชายอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และนักเรียนที่มีการรับรู้ความสามารถของตนเองด้านคณิตศาสตร์ระดับสูง จะมีความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่มีการรับรู้ความสามารถของตนเองด้านคณิตศาสตร์ระดับปานกลางและต่ำ

จิตติมา ชอบเอียด (2551) ได้ศึกษาการเปรียบเทียบทักษะการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ก่อนและหลังการใช้ปัญหาปลายเปิด กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2550 โรงเรียนศรีบุณยานนท์ จังหวัดนนทบุรี ที่ได้จากการสุ่มแบบกลุ่ม 1 ห้องเรียน จำนวน 45 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้แบบทดสอบการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ และแบบสังเกตทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ สถิติที่ใช้ คือ การทดสอบค่าสถิติ t-test for dependent sample และการทดสอบค่าสถิติ t-test one sample ผลการวิจัยพบว่า หลังการใช้ปัญหาปลายเปิดทักษะการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์สูงกว่าก่อนใช้สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยมีค่าเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ 80.67

มนัส เมืองมัจฉา (2551) ได้ศึกษาการพัฒนาแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามหาสารคาม เขต 1 ผลการวิจัยพบว่า การพัฒนาแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ช่วยพัฒนาการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์ให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น ดังนั้นจึงเหมาะที่จะนำวิธีการนี้ไปประยุกต์ในการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์หรือรายวิชาอื่น ๆ เพื่อพัฒนาคุณภาพการศึกษาให้มีประสิทธิภาพต่อไป

อุเทน คำสิงห์นอก (2551) ได้เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ และเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เรื่อง ระบบจำนวนเต็ม ระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ TGT และกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 4 MAT การวิจัยครั้งนี้มีความมุ่งหมายเพื่อพัฒนาแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ศึกษาดัชนีประสิทธิผลของแผน เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ และเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ ระหว่างนักเรียนที่เรียนโดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้แบบ TGT และกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 4 MAT กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนบ้านไพรพัฒนา จำนวน 2 ห้องเรียน ห้องเรียนละ 24 คน ซึ่งได้มาโดยการเลือกแบบเจาะจงในการเลือกโรงเรียน และสุ่มวิธีการให้กับกลุ่มตัวอย่าง (Random assignment) เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยมี 4 ชนิด ได้แก่ แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ TGT และแบบ 4 MAT แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ และแบบวัดเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ ผลการวิจัยพบว่า 1) ประสิทธิภาพของแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง ระบบจำนวนเต็ม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ TGT และแบบ 4 MAT มีค่าเท่ากับ 83.63/ 78.54 และ 83.44/ 75.10 ตามลำดับ ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้ 75/ 75 2) ดัชนีประสิทธิผลของแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง ระบบจำนวนเต็ม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เรียนโดยกิจกรรมการเรียนรู้แบบ TGT และแบบ 4 MAT มีค่าเท่ากับ .6898 และ .6475 ซึ่งแสดงว่า นักเรียนมีความก้าวหน้าในการเรียนรู้ คิดเป็นร้อยละ 68.98 และ 64.75 ตามลำดับ 3) นักเรียนที่เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 4 MAT มีความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ และเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์สูงกว่า แต่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำกว่านักเรียนที่เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้แบบ TGT อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

เกรียงศักดิ์ รำพรรณ์ (2552) ได้ศึกษาการพัฒนาแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นปีที่ 1 โดยหาคุณภาพของแบบทดสอบ สร้างเกณฑ์ปกติและคู่มือการใช้ ซึ่งประกอบด้วยแบบทดสอบเลือกตอบ 2 ฉบับ คือ ฉบับที่ 1 วัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์โดยอ้างอิงความรู้ ฉบับที่ 2 วัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์โดยอ้างอิงข้อมูลหรือข้อเท็จจริง และแบบทดสอบเขียนตอบ คือ ฉบับที่ 3 ผลการศึกษาพบว่า ความเที่ยงตรงตามเนื้อหาโดยให้ผู้เชี่ยวชาญเป็นผู้พิจารณาความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ รวมทั้งเกณฑ์การให้คะแนน มีค่าดัชนีความสอดคล้องตั้งแต่ .60 ถึง 1.00 ค่าความยากรายข้อมีค่าตั้งแต่ .32 ถึง .74 อำนาจจำแนกรายข้อมีค่าตั้งแต่ .24 ถึง .88 ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ

เลือกตอบฉบับที่ 1 และฉบับที่ 2 โดยใช้สูตร KR-20 ของคูเดอร์-ริชาร์ดสัน ฉบับที่ 1 มีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ .91 ฉบับที่ 2 มีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ .94 และความเชื่อมั่นของแบบทดสอบเขียนตอบฉบับที่ 3 โดยใช้สูตรสัมประสิทธิ์แอลฟา มีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ .93 ส่วนความเชื่อมั่นของเกณฑ์การให้คะแนนโดยผู้ตรวจ 2 คน มีค่าเท่ากับ .99 และมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 เกณฑ์ปกติของแบบทดสอบฉบับที่ 1 วัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์โดยอ้างอิงความรู้ มีคะแนน T ตั้งแต่ T_{16} ถึง T_{77} แบบทดสอบฉบับที่ 2 วัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์โดยอ้างอิงข้อมูลหรือข้อเท็จจริง มีคะแนน T ตั้งแต่ T_{21} ถึง T_{70} แบบทดสอบฉบับที่ 3 วัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์โดยการสร้างตาราง แผนภูมิ หรือแผนภาพ มีคะแนน T ตั้งแต่ T_{28} ถึง T_{67}

ธิติมา อุดมพรมนตรี (2555) ได้ศึกษาปัจจัยบางประการที่ส่งผลต่อความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 1 จังหวัดลพบุรี สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 5 ผลการวิจัยพบว่า การจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ เจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์กับการรับรู้ความสามารถของตนด้านคณิตศาสตร์ แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ และพฤติกรรมการเรียนคณิตศาสตร์กับความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ทั้ง 2 ด้าน มีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ตัวแปรปัจจัยแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์และพฤติกรรมการเรียนคณิตศาสตร์ส่งผลทางบวกต่อความสามารถในการให้เหตุผลเชิงอุปนัยและความสามารถในการให้เหตุผลเชิงนิรนัยอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ตัวแปรปัจจัยเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ ส่งผลทางบวกต่อความสามารถในการให้เหตุผลเชิงอุปนัยอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 แต่ส่งผลต่อความสามารถในการให้เหตุผลเชิงนิรนัยอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

หฤทัย เทพปัน (2557) ได้ศึกษาการสร้างแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงตรรกะ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จังหวัดกำแพงเพชร โดยการตรวจคุณภาพของแบบทดสอบ ได้แก่ ความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหามีค่าตั้งแต่ .60 ถึง 1.00 ค่าความยากมีค่าตั้งแต่ .12 ถึง .56 ค่าอำนาจจำแนกมีค่าตั้งแต่ .071 ถึง .929 ค่าความเชื่อมั่นมีค่า .82 กล่าวได้ว่า แบบทดสอบวัดความสามารถในการใช้เหตุผลเชิงตรรกะที่สร้างขึ้นสามารถใช้วัดความสามารถในการใช้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ได้ และพบว่านักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จังหวัดกำแพงเพชร มีความสามารถในการใช้เหตุผลเชิงตรรกะต่ำ โดยเพศหญิงและเพศชายมีความสามารถในการใช้เหตุผลเชิงตรรกะแตกต่างกัน

งานวิจัยต่างประเทศ

Enoch (1994) ได้ศึกษาการปรับพฤติกรรมทางปัญญาโดยวิธีการตระหนักในการรู้คิด (Metacognition) และการฝึกอ้างเหตุผล (Attribution training) ที่มีต่อความบกพร่องในการแก้ปัญหาและการรับรู้ความสามารถของตนเอง (Self-efficacy) มีจุดมุ่งหมายเพื่อการปรับพฤติกรรมทางปัญญาโดยวิธีการตระหนักในการรู้คิด และการฝึกการอ้างเหตุผลจะพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาและการรับรู้ความสามารถของตนเองหรือไม่ โดยการทดลองกับเด็ก 6 คน ซึ่งมีความบกพร่องในการแก้ปัญหา ทำการทดลองสัปดาห์ละ 2 วัน วันละ 1 ชั่วโมง โดยแบ่งการทดลองวิธีปรับพฤติกรรมทางปัญญาโดยการตระหนักในการรู้คิด และฝึกการอ้างเหตุผล ในแต่ละวันทั้งก่อนและหลังการฝึกจะใช้แบบทดสอบแก้ปัญหาเพื่อดูผลด้วย ผลการศึกษาพบว่า การปรับพฤติกรรมทางปัญญาโดยวิธีการตระหนักในการรู้คิด และฝึกการอ้างเหตุผล ช่วยส่งเสริมการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหา และรับรู้เกี่ยวกับความสามารถของตนเอง

Mansi (2004 อ้างถึงใน มนัส เมืองมัจฉา, 2551, หน้า 41) ได้ทำการศึกษาการให้เหตุผลและข้อพิสูจน์เรขาคณิตในวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา เพื่อตรวจสอบบทบาทการให้เหตุผลและข้อพิสูจน์เรขาคณิตที่ใช้ในการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ โดยสำรวจคำถามวิจัย 4 ข้อ ได้แก่ 1) นักเรียนจำเป็นต้องมีความรู้ความสามารถทางการให้เหตุผลอะไรบ้างเพื่อให้มีความพร้อมสำหรับข้อพิสูจน์ทางเรขาคณิต 2) มีหลักฐานอะไรที่แสดงว่านักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายไม่ประสบความสำเร็จกับข้อพิสูจน์ และยึดถือแนวความคิดที่ผิด ๆ เกี่ยวกับลักษณะธรรมชาติข้อพิสูจน์ 3) ความเชื่อและความเข้าใจของครูสามารถช่วยความสามารถของนักเรียนเกี่ยวกับข้อพิสูจน์ได้อย่างไรบ้าง 4) จะทำอะไรได้บ้างเพื่อส่งเสริมการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ และเพื่อปรับปรุงทักษะการเขียนข้อพิสูจน์ของนักเรียน วิธีการศึกษา ใช้การเปรียบเทียบตามทฤษฎีของเพียเจต์และแวนไฮเลอภิปรายวิธีการที่นักเรียนได้มาซึ่งทักษะการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์และเรขาคณิต และวิธีการที่ได้มานี้มีความสัมพันธ์กับความพร้อมของนักเรียนที่จะทำข้อพิสูจน์อย่างเป็นทางการออกมาได้อย่างไร ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนไม่อยู่ในระดับสูงพอสำหรับทฤษฎีของแวนไฮเล ที่จะประสบความสำเร็จกับข้อพิสูจน์ก่อนเวลาที่นักเรียนมาเข้าโรงเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย นอกจากนี้ ยังพบการพิสูจน์ทางเราขาคณิต เพื่อให้สัมฤทธิ์ผลได้ การสอนของครูมีผลต่อการเรียนเรขาคณิตของนักเรียน ครูผู้สอนจะสามารถช่วยเหลือนักเรียนในการปรับปรุงทักษะการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์และเรขาคณิตของนักเรียนเพื่อผลสำเร็จและความเข้าใจในการเรียนการสอนให้มากขึ้น

Christou and Papageorgiou (2006 อ้างถึงใน จิตติมา ชอบเอียด, 2551, หน้า 39-40) ได้ศึกษาเรื่อง โครงสร้างของการให้เหตุผลเชิงอุปนัยทางคณิตศาสตร์ ได้กล่าวถึงพื้นฐานบทวรรณกรรมในการให้เหตุผลเชิงอุปนัย โดยได้ทำการศึกษาโครงสร้างสำหรับการแนะนำและ

การประเมินการให้เหตุผลเชิงอุปนัยทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนในระดับประถมศึกษา เป็นการชี้แจงและทำให้สมบูรณ์ท่ามกลางคุณสมบัติและความสัมพันธ์ของความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์ ใช้ข้อมูลจากนักเรียนชั้นประถมศึกษาที่ 5 จำนวน 135 คน ในประเทศไซปรัส ได้ใช้ประโยชน์จากการวิเคราะห์ปัจจัยปัจจัยที่นำมายืนยันและพิสูจน์ความสอดคล้องกับข้อมูล แล้วนำมาสรุปให้เป็นกระบวนการเฉพาะที่มุ่งตรวจสอบความเหมือนและแตกต่างในคุณสมบัติหรือ/ และความสัมพันธ์ซึ่งเป็นการนำมาใช้สำหรับผลเฉลยของปัญหาคณิตศาสตร์เชิงอุปนัยที่ควบคุมด้วยคุณสมบัติหรือความสัมพันธ์ ผลจากการวิจัยโครงสร้างของการให้เหตุผลเชิงอุปนัยทางคณิตศาสตร์ได้ให้ประโยชน์ในการกำหนดพื้นฐานทางทฤษฎีสำหรับการออกแบบหลักสูตรและการกำหนดโปรแกรมในการให้เหตุผลเชิงอุปนัยทางคณิตศาสตร์

Akkus (2007 อ้างถึงใน ธิติมา อุดมพรมนตรี, 2555, หน้า 54) ได้ศึกษาเกี่ยวกับวิธีการสอนแบบค้นพบการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ด้วยตนเอง (Mathematics reasoning heuristic) ของครูที่สอนวิชาพีชคณิตในโรงเรียนมัธยมศึกษา 3 โรงเรียน ซึ่งเปลี่ยนจากการสอนแบบดั้งเดิมไปสู่การสอนด้วยวิธีการแบบค้นพบการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ด้วยตนเอง จากการศึกษาพบว่านักเรียนในกลุ่มควบคุมที่ถูกสอนโดยครูที่ยึดวิธีการสอบแบบดั้งเดิมมีผลคะแนนจากการทำแบบทดสอบพัฒนาการในการศึกษาของไอโอวา (Iowa test of development educational) แตกต่างกันกับนักเรียนในกลุ่มทดลองที่ถูกสอนโดยครูที่ยึดวิธีการสอนแบบค้นพบการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ด้วยตนเอง และนักเรียนในกลุ่มทดลองมีผลคะแนนที่ได้จากการทำแบบทดสอบมาตรฐานเพิ่มสูงขึ้นมากกว่านักเรียนในกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

Fah (2009) ได้ศึกษาความแตกต่างของความสามารถในการคิดหาเหตุผลเชิงตรรกะจากเพศ และระดับการศึกษา โดยทำการศึกษานักเรียน 4 พื้นที่ในเขต Sabah พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่มีความสามารถในการคิดหาเหตุผลเชิงตรรกะอยู่ในระดับต่ำ และพบว่า ความสามารถในการคิดหาเหตุผลเชิงตรรกะไม่มีความแตกต่างกันในเพศ แต่มีความแตกต่างกันในระดับชั้น

Writt (1988 อ้างถึงใน รุจิรัตน์ พรหมรักษ์, 2553, หน้า 57) ได้ศึกษาสำรวจผลของการใช้ยุทธวิธีแก้ปัญหากับกระบวนการให้เหตุผล โดยเฉพาะยุทธวิธีแก้ปัญหาทั้ง 4 ขั้นตอน ของโพลยา ซึ่งได้แก่ ขั้นทำความเข้าใจปัญหา ขั้นวางแผนการแก้ปัญหา ขั้นดำเนินการตามแผน และขั้นตรวจสอบกระบวนการการแก้ปัญหา โดยใช้ปัญหาเกี่ยวกับรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสเป็นเครื่องมือที่ใช้วัดทั้งยุทธวิธีแก้ปัญหาและกระบวนการให้เหตุผล กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้นและตอนปลายจากโรงเรียนในนิวยอร์ก 75 โรงเรียน ผลการศึกษาพบว่า การใช้ยุทธวิธีแก้ปัญหาและกระบวนการให้เหตุผล มีความเกี่ยวข้องโดยตรงกับวิธีการแก้ปัญหา ซึ่งบางส่วนของกระบวนการให้เหตุผลมีความสัมพันธ์กับตัวปัญหาเป็นอย่างมาก ขณะที่อีกส่วนหนึ่งของกระบวนการให้เหตุผล

มีความเกี่ยวข้องกับยุทธวิธีการแก้ปัญหา เมื่อพิจารณาถึงสัดส่วนยุทธวิธีการแก้ปัญหาทั้ง 4 ขั้น ของโพลยา พบว่า ในกลุ่มนักเรียนที่ใช้ยุทธวิธีแก้ปัญหาได้สำเร็จมีขั้นดำเนินการตามแผนแตกต่างกัน ส่วนใหญ่นักเรียนที่แก้ปัญหาไม่สำเร็จพบความแตกต่างในขั้นดำเนินการตามแผน และใช้เวลาส่วนมากในขั้นทำความเข้าใจปัญหาและขั้นวางแผนแก้ปัญหา ทั้งนี้ นักเรียนในกลุ่มที่ใช้ยุทธวิธีแก้ปัญหาไม่มีใครใช้ขั้นตอนตรวจสอบกระบวนการแก้ปัญหา

จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ จะพบว่า มีผู้สนใจศึกษาเกี่ยวกับความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์จำนวนมาก เนื่องจาก การให้เหตุผลเป็นกระบวนการที่จะช่วยให้การเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์มีประสิทธิภาพมากขึ้น และเป็นทักษะสำคัญที่จะช่วยให้ผู้เรียนสามารถคิดวิเคราะห์ปัญหาและสถานการณ์ในชีวิตประจำวันได้อย่างรอบคอบ ดังนั้น การทดสอบความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์จำเป็นต้องใช้เครื่องมือที่มีคุณภาพ ผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะสร้างแบบทดสอบความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

บทที่ 3
วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างแบบทดสอบความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เพื่อหาคุณภาพของแบบทดสอบความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ และเพื่อสร้างเกณฑ์ปกติ (Norms) ของแบบทดสอบความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาระยอง เขต 2 โดยมีการดำเนินการวิจัย ดังนี้

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง
2. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
3. การสร้างและหาคุณภาพของเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
4. การเก็บรวบรวมข้อมูล
5. สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2559 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาระยอง เขต 2 จำนวน 404 คน จากโรงเรียน 17 โรง ดังรายละเอียดในตารางที่ 3-1

ตารางที่ 3-1 จำนวนนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาระยอง เขต 2 (สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาระยอง เขต 2, 2559)

อำเภอ	โรงเรียน	จำนวนนักเรียน (คน)
แกลง	1. โรงเรียนบ้านคลองป่าไม้	14
	2. โรงเรียนบ้านทุ่งเค็ด	30
	3. โรงเรียนวัดเกาะลอย	10
	4. โรงเรียนวัดสุไพรวัน	68
	5. โรงเรียนชุมชนวัดตะเคียนงาม	46
	6. โรงเรียนบ้านสองสลึง	50

ตารางที่ 3-1 (ต่อ)

อำเภอ	โรงเรียน	จำนวนนักเรียน (คน)
วังจันทร์	1. โรงเรียนไทยรัฐวิทยา 43 (บ้านคลองเขต)	11
	2. โรงเรียนชุมชนบ้านวังจันทน์	23
	3. โรงเรียนบ้านพลงตาเอี่ยม	20
	4. โรงเรียนวัดป่ายุบ	18
เขาชะเมา	1. โรงเรียนบ้านสีระมัน	10
	2. โรงเรียนบ้านยางเอน	10
	3. โรงเรียนบ้านน้ำใส	10
	4. โรงเรียนบ้านมะเดื่อ	28
	5. โรงเรียนบ้านชำฆ้อ	14
	6. โรงเรียนบ้านสามแยกน้ำเป็น	33
	7. โรงเรียนบ้านเขาชะอางคร่อมคลอง	9
รวม	17 โรงเรียน	404

การวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยได้แบ่งประชากรออกเป็น 3 กลุ่ม ดังนี้

กลุ่มที่ 1 เป็นนักเรียนที่กำลังเรียนอยู่ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2559 จำนวน 50 คน จากโรงเรียนบ้านสองสลึง ซึ่งได้มาโดยการสุ่มอย่างง่าย (Random sampling) เป็นกลุ่มที่ใช้ทดลอง (Try out) ครั้งที่ 1 เพื่อหาคุณภาพของแบบทดสอบรายข้อ ด้านค่าความยาก และค่าอำนาจจำแนก

กลุ่มที่ 2 เป็นนักเรียนที่กำลังเรียนอยู่ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2559 จำนวน 30 คน จากโรงเรียนบ้านทุ่งเค็ด ซึ่งได้มาโดยการสุ่มอย่างง่าย (Random sampling) เป็นกลุ่มที่ใช้ทดลอง (Try out) ครั้งที่ 2 เพื่อหาคุณภาพของแบบทดสอบรายข้อ ด้านค่าความยาก ค่าอำนาจจำแนก และตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้าง

กลุ่มที่ 3 เป็นประชากร จำนวน 324 คน เป็นกลุ่มที่ใช้ทดสอบกับแบบทดสอบฉบับจริง เพื่อหาคุณภาพของแบบทดสอบด้านค่าความยาก ค่าอำนาจจำแนก ค่าความเชื่อมั่น และสร้างเกณฑ์ปกติ (Norms)

กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการทดลองครั้งนี้ ผู้วิจัยเลือกกลุ่มตัวอย่างด้วยวิธีการสุ่มแบบเจาะจง (Purposive sampling) ซึ่งเป็นนักเรียนที่กำลังเรียนอยู่ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2559 จำนวน 30 คน จากโรงเรียนบ้านทุ่งเค็ด เนื่องจากกลุ่มตัวอย่างกลุ่มนี้มีสภาพแวดล้อมที่ใกล้เคียงกับกลุ่มประชากรมากที่สุด เพื่อใช้ในการตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้าง

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นแบบทดสอบความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ จำนวน 2 ฉบับ ประกอบด้วย ฉบับที่ 1 ทดสอบความสามารถในการให้เหตุผลแบบอุปนัย เป็นแบบทดสอบชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ (คัดเลือกเป็นข้อสอบฉบับจริง 20 ข้อ) ฉบับที่ 2 ทดสอบความสามารถในการให้เหตุผลแบบนิรนัย เป็นแบบทดสอบต่อเนื่องสองขั้นตอน ชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ (คัดเลือกเป็นข้อสอบฉบับจริง 20 ข้อ)

ตัวอย่างแบบทดสอบ

แบบทดสอบฉบับที่ 1 ทดสอบความสามารถในการให้เหตุผลแบบอุปนัย ชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก

คำชี้แจง ให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้องเพียงข้อเดียว แล้วทำเครื่องหมาย x ลงในกระดาษคำตอบให้ตรงกับตัวอักษร ก ข ค หรือ ง ซึ่งตรงกับตัวเลือกที่นักเรียนตอบ

ข้อ 0) 3, 6, 11, 18, 27, 38, ... จำนวนที่ 10 คือข้อใด

ก. 84 ข. 96 ค. 102 ง. 115

ข้อ	ก	ข	ค	ง
0			x	

เฉลย ค. 102

เกณฑ์การตรวจให้คะแนน

เกณฑ์การตรวจให้คะแนนแบบทดสอบฉบับที่ 1 ทดสอบความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์แบบอุปนัย โดยมีคะแนนเต็มข้อละ 1 คะแนน

ตารางที่ 3-2 เกณฑ์การตรวจให้คะแนนแบบทดสอบฉบับที่ 1 ทดสอบความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์แบบอุปนัย

ระดับคะแนน	เกณฑ์การให้คะแนน
1	ตอบถูกต้อง
0	ตอบผิด หรือตอบมากกว่า 1 คำตอบ หรือเว้นว่างไว้ในข้อนั้น ๆ

แบบทดสอบฉบับที่ 2 เป็นแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลแบบนิรนัย เป็นแบบทดสอบต่อเนื่องสองขั้นตอน ชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ (คัดเลือกเป็นข้อสอบฉบับจริง 20 ข้อ)

คำชี้แจง ให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้องเพียงข้อเดียว และเลือกคำตอบแสดงเหตุผลของคำตอบในตอนที่ 1 แล้วทำเครื่องหมาย x ลงในกระดาษคำตอบให้ตรงกับตัวอักษร ก ข ค หรือ ง ซึ่งตรงกับตัวเลือกที่นักเรียนตอบ

(00) จากผลการสอบของโดม จำนวน 4 วิชา คือ คณิตศาสตร์ ภาษาอังกฤษ วิทยาศาสตร์ และภาษาไทย มีคะแนนเต็มแต่ละวิชาคือ 40 50 60 และ 70 คะแนน ตามลำดับ ซึ่งโดมทำข้อสอบได้คะแนนดังนี้

วิชาคณิตศาสตร์ ทำได้ 65%
วิชาภาษาอังกฤษ ทำได้ 54%
วิชาวิทยาศาสตร์ ทำได้ 50%
วิชาภาษาไทย ทำได้ 40%

ตอนที่ 1 อยากทราบว่าโดมสอบวิชาใดได้คะแนนมากที่สุด

ก. วิชาคณิตศาสตร์

ข. วิชาภาษาอังกฤษ

ค. วิชาวิทยาศาสตร์

ง. วิชาภาษาไทย

ตอนที่ 2 เพราะเหตุใด

ก. เพราะโดมสอบได้คะแนนวิชาคณิตศาสตร์ 27 คะแนน วิชาภาษาอังกฤษ 28 คะแนน วิชาวิทยาศาสตร์ 29 คะแนน และวิชาภาษาไทย 30 คะแนน

ข. เพราะโดมสอบได้คะแนนวิชาคณิตศาสตร์ 30 คะแนน วิชาภาษาอังกฤษ 26 คะแนน วิชาวิทยาศาสตร์ 29 คะแนน และวิชาภาษาไทย 28 คะแนน

ค. เพราะโดมสอบได้คะแนนวิชาคณิตศาสตร์ 26 คะแนน วิชาภาษาอังกฤษ 30 คะแนน วิชาวิทยาศาสตร์ 28 คะแนน และวิชาภาษาไทย 27 คะแนน

ง. เพราะโดมสอบได้คะแนนวิชาคณิตศาสตร์ 26 คะแนน วิชาภาษาอังกฤษ 27 คะแนน วิชาวิทยาศาสตร์ 30 คะแนน และวิชาภาษาไทย 28 คะแนน

ข้อ 0	**ก**	**ข**	**ค**	**ง**
ตอน 1			x	
ตอน 2				x

เฉลย ตอนที่ 1 ค.
ตอนที่ 2 ง.

เกณฑ์การตรวจให้คะแนน

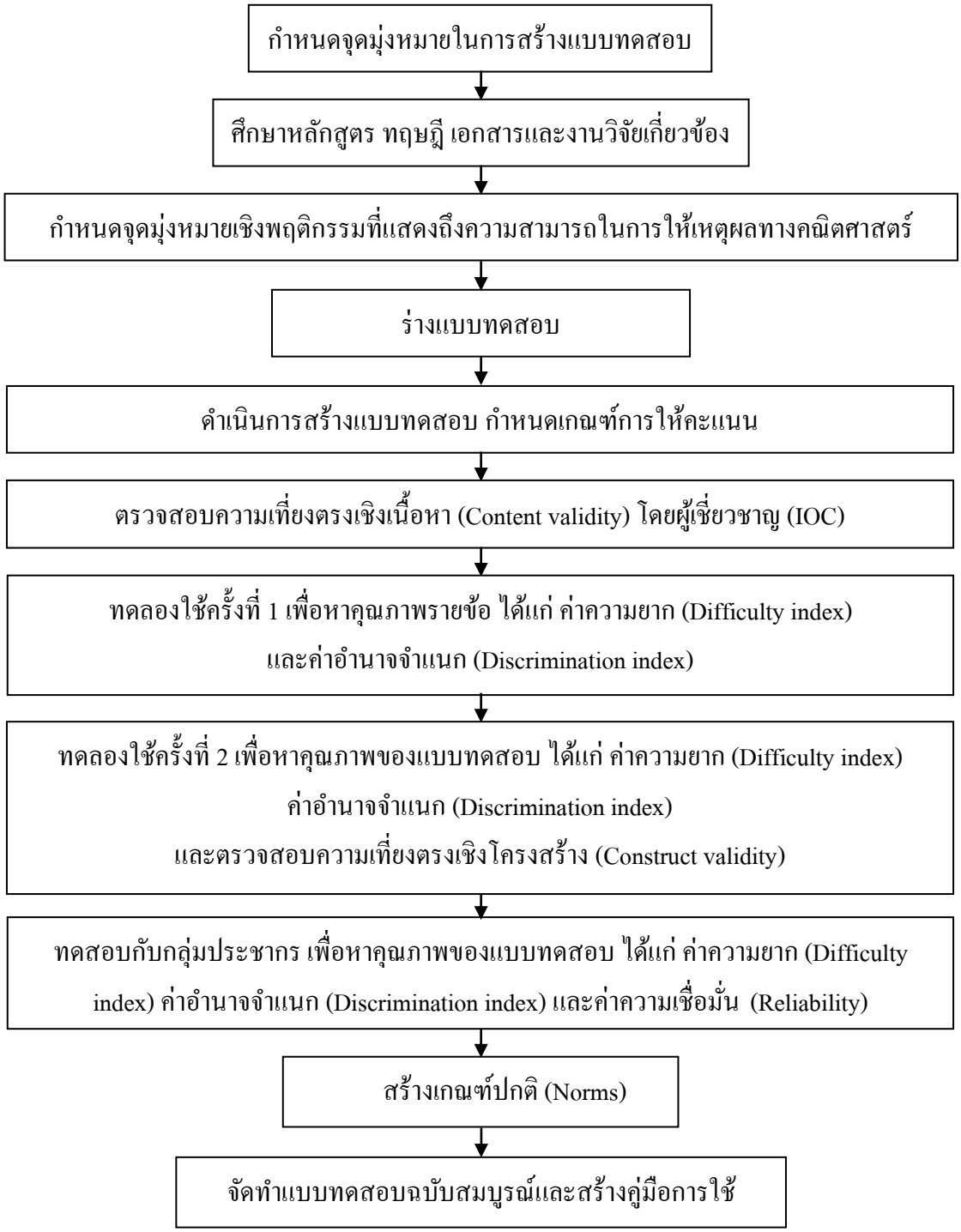
เกณฑ์การตรวจให้คะแนนแบบทดสอบฉบับที่ 2 ทดสอบความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์แบบนิรนัย โดยมีคะแนนเต็มข้อละ 2 คะแนน

ตารางที่ 3-3 เกณฑ์การตรวจให้คะแนนแบบทดสอบฉบับที่ 2 ทดสอบความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์แบบนิรนัย

ระดับคะแนน	**เกณฑ์การให้คะแนน**
1	ตอบถูกต้องทั้งตอนที่ 1 และตอนที่ 2
0	ตอบถูกเพียงตอนใดตอนหนึ่ง ตอบผิดทั้ง 2 ตอน หรือ ตอบมากกว่า 1 คำตอบ หรือเว้นว่างไว้ในข้อนั้น ๆ

การสร้างและหาคุณภาพของเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ในการสร้างแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ผู้วิจัยได้ดำเนินการสร้างแบบทดสอบตามลำดับขั้น ดังภาพที่ 3-1



ภาพที่ 3-1 ขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบวัดความสามารถการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

จากภาพที่ 3-1 ขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ มีรายละเอียดแต่ละขั้นตอนดังนี้

1. กำหนดจุดมุ่งหมายในการสร้างแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาระยอง เขต 2 ในประเด็นต่อไปนี้

1.1 เพื่อสร้างแบบทดสอบความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาระยอง เขต 2

1.2 เพื่อหาคุณภาพของแบบทดสอบความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาระยอง เขต 2

1.3 เพื่อสร้างเกณฑ์ปกติของแบบทดสอบความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาระยอง เขต 2

2. ศึกษาหลักสูตร ทฤษฎี เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

3. กำหนดจุดมุ่งหมายในเชิงพฤติกรรม ที่แสดงถึงความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ คือ

3.1 นักเรียนสามารถให้เหตุผลแบบอุปนัยได้

3.2 นักเรียนสามารถให้เหตุผลแบบนิรนัยได้

4. ร่างแบบทดสอบ ได้แก่ กำหนดจำนวนข้อสอบในแต่ละฉบับ สร้างข้อคำถามและตัวเลือกในแต่ละข้อ ดังตารางที่ 3-4

ตารางที่ 3-4 โครงสร้างแบบทดสอบ

ที่	สาระการเรียนรู้	จำนวนข้อสอบ (ข้อ)		รวม
		ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์แบบอุปนัย	ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์แบบนิรนัย	
1	สาระที่ 1 จำนวนและการดำเนินการ	6	6	12
2	สาระที่ 2 การวัด	6	6	12
3	สาระที่ 3 เรขาคณิต	6	6	12
4	สาระที่ 4 พีชคณิต	6	6	12
5	สาระที่ 5 การวิเคราะห์ข้อมูลและความน่าจะเป็น	6	6	12
	รวม	30	30	60

5. สร้างแบบทดสอบความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ จำนวน 2 ฉบับ ประกอบด้วย ฉบับที่ 1 ทดสอบความสามารถในการให้เหตุผลแบบอุปนัย เป็นแบบทดสอบชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ ฉบับที่ 2 ทดสอบความสามารถในการให้เหตุผลแบบนิรนัย เป็นแบบทดสอบต่อเนื่องสองขั้นตอน ชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ และนำเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษา เพื่อตรวจสอบความถูกต้องของเนื้อหา ภาษา สำนวนที่ใช้ในแบบทดสอบ และรูปแบบการพิมพ์ แล้วนำข้อเสนอแนะที่ได้ไปปรับปรุงแก้ไข

6. นำแบบทดสอบที่ปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะของอาจารย์ที่ปรึกษาให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบคุณภาพของแบบทดสอบด้านความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (Content validity) จำนวน 5 คน โดยผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบความถูกต้องเหมาะสมของข้อคำถามว่าตรงตามจุดมุ่งหมายของการวิจัย และเหมาะสมกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 แล้วนำผลการพิจารณาจากผู้เชี่ยวชาญมาคำนวณค่าดัชนีความสอดคล้อง (Index of item objective congruence) คัดเลือกข้อคำถามที่มีค่าดัชนีความสอดคล้องตั้งแต่ .60 ขึ้นไป และพิจารณาแก้ไขให้เหมาะสมตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ

7. นำแบบทดสอบที่ผ่านการตรวจสอบจากผู้เชี่ยวชาญไปทดลอง (Try out) ครั้งที่ 1 กับประชากรกลุ่ม 1 จำนวน 50 คน จากโรงเรียนบ้านสองสลึง เพื่อวิเคราะห์หาคุณภาพรายข้อ ด้านค่าความยาก และค่าอำนาจจำแนก

8. นำผลจากการทดลอง (Try out) ครั้งที่ 1 มาวิเคราะห์หาค่าความยากรายข้อ โดยพิจารณาข้อคำถามที่มีค่าความยากตั้งแต่ .20 ถึง .80 วิเคราะห์หาค่าอำนาจจำแนกรายข้อ โดยพิจารณาข้อคำถามที่มีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ .20 ขึ้นไป

9. นำแบบทดสอบที่คัดเลือกจากการทดลอง (Try out) ครั้งที่ 1 ไปทดลอง (Try out) ใช้ครั้งที่ 2 กับประชากรกลุ่ม 2 ซึ่งเป็นนักเรียนที่กำลังเรียนอยู่ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ปีการศึกษา 2559 จำนวน 30 คน จากโรงเรียนบ้านทุ่งเค็ด เพื่อวิเคราะห์หาคุณภาพรายข้อ ด้านค่าความยากและค่าอำนาจจำแนก และทดสอบกับกลุ่มตัวอย่างที่เคยเรียนเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 มาก่อน ซึ่งเป็นนักเรียนที่กำลังเรียนอยู่ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ปีการศึกษา 2559 จำนวน 30 คน จากโรงเรียนบ้านทุ่งเค็ด เพื่อตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้าง (Construct validity) โดยวิธีคำนวณจากกลุ่มที่รู้ชัดอยู่แล้ว (Known-group technique)

10. นำผลจากการทดลอง (Try out) ครั้งที่ 2 มาวิเคราะห์หาค่าความยากรายข้อ โดยพิจารณาข้อคำถามที่มีค่าความยากตั้งแต่ .20 ถึง .80 วิเคราะห์หาค่าอำนาจจำแนกรายข้อ โดยพิจารณาข้อคำถามที่มีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ .20 ขึ้นไป และคัดเลือกข้อคำถามให้เหลือฉบับละ 20 ข้อ และตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้าง (Construct validity) โดยจะต้องมีค่า t มากกว่า 1.75 ขึ้นไป

11. นำแบบทดสอบที่คัดเลือกจากการทดลอง (Try out) ใช้ครั้งที่ 2 ไปทดสอบครั้งที่ 3 เพื่อหาคุณภาพของแบบทดสอบฉบับจริงกับประชากรที่เหลือ จำนวน 324 คน เพื่อวิเคราะห์หาคุณภาพรายข้อด้านค่าความยากและค่าอำนาจจำแนก โดยการวิเคราะห์ข้อสอบด้วยเทคนิค 50% ของการจำแนกกลุ่มสูงและกลุ่มต่ำ และวิเคราะห์ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับ ด้วยวิธีของคูเดอร์-ริชาร์ดสัน (Kuder-Richardson method) โดยใช้สูตร KR-20

12. นำผลการทดสอบจากข้อ 10 มาวิเคราะห์หาค่าความยากและค่าอำนาจจำแนกรายข้อ วิเคราะห์หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับ โดยแบบทดสอบความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์นี้ควรมีค่าความเชื่อมั่นตั้งแต่ .70 ขึ้นไป

13. สร้างเกณฑ์ปกติในรูปของคะแนนทีปกติ (Normalized T-score) โดยแปลงคะแนนดิบให้อยู่ในรูปตำแหน่งเปอร์เซ็นต์ไทล์ แล้วนำตำแหน่งเปอร์เซ็นต์ไทล์ไปเทียบค่าทีปกติจากตารางที่ 3-5 ซึ่งแสดงคะแนนทีสำเร็จรูป เพื่อหาค่าทีปกติ โดยใช้ค่าที่ตรงกันหรือค่าที่ใกล้เคียงกันมากที่สุด

ตารางที่ 3-5 คะแนนทีสำเร็จรูป

T	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	0.003	0.004	0.007	0.011	0.016	0.023	0.03	0.05	0.07	0.1
2	0.13	0.19	0.26	0.35	0.47	0.62	0.82	1.07	1.39	1.79
3	2.28	2.87	3.59	4.46	5.48	6.68	8.08	9.68	11.51	13.57
4	15.87	18.41	21.19	24.20	27.43	30.85	34.46	38.21	42.07	46.02
5	50.00	53.98	57.93	61.79	65.54	69.15	72.57	75.80	78.81	81.59
6	84.13	86.43	88.49	90.32	91.92	93.32	94.52	95.54	96.41	97.13
7	97.72	98.21	98.61	98.93	99.18	99.38	99.53	99.65	99.74	99.81
8	99.87	99.90	99.93	99.95	99.96	99.97	99.98	99.98	99.99	99.99

หมายเหตุ: ค่าคะแนนทีปกติ ตามแนวตั้ง (แถวริมสุดทางซ้ายมือของผู้อ่าน คือ ตัวเลข 1-8) แสดงหลักสิบ ส่วนแนวนอน (แถวบนสุดของตาราง คือ ตัวเลข 0-9) แสดงหลักหน่วย

14. นำแบบทดสอบฉบับจริงไปให้ผู้เชี่ยวชาญด้านคณิตศาสตร์ จำนวน 3 คน ตรวจสอบข้อคำถามในด้านเนื้อหา เพื่อตรวจสอบความถูกต้องอีกครั้ง

15. จัดทำแบบทดสอบความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาระยอง เขต 2 ฉบับสมบูรณ์และจัดทำคู่มือการใช้

การเก็บรวบรวมข้อมูล

ในการเก็บรวบรวมข้อมูลการวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยดำเนินการตามขั้นตอน ดังนี้

1. ติดต่อขอหนังสือรับรองและแนะนำตัวผู้วิจัยจากคณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา ถึงผู้บริหารสถานศึกษาที่ทำการเก็บรวบรวมข้อมูล เพื่อขอความอนุเคราะห์ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

2. ติดต่อผู้อำนวยการโรงเรียนที่ทำการเก็บรวบรวมข้อมูล เพื่อนัดหมายเวลาที่ทำการเก็บรวบรวมข้อมูล

3. เตรียมแบบทดสอบให้เพียงพอกับจำนวนนักเรียนที่สอบในแต่ละครั้ง และติดต่อขอความร่วมมือครูที่เกี่ยวข้องในการวางแผนการคุมสอบ

4. นำแบบทดสอบไปเก็บข้อมูลตามวันเวลาที่นัดหมาย โดยแจ้งวัตถุประสงค์ของการสอบและอธิบายคำชี้แจงในการสอบให้นักเรียนทุกคนเข้าใจก่อนลงมือทำแบบทดสอบ เพื่อให้ได้ผลตามความเป็นจริง และดำเนินการสอบตามขั้นตอน ดังนี้

4.1 นำแบบทดสอบความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ไปทดลอง (Try out) ใช้ครั้งที่ 1 กับนักเรียนที่กำลังเรียนอยู่ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2559 จำนวน 50 คน จากโรงเรียนบ้านสองสลึง เพื่อวิเคราะห์หาคุณภาพรายข้อด้านค่าความยาก ค่าอำนาจจำแนก แล้วคัดเลือกและปรับปรุงแบบทดสอบ

4.2 นำแบบทดสอบความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ที่คัดเลือกจากการทดลอง (Try out) ใช้ครั้งที่ 1 ไปทดลอง (Try out) ใช้ครั้งที่ 2 กับนักเรียนที่กำลังเรียนอยู่ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2559 จำนวน 30 คน จากโรงเรียนบ้านทุ่งเค็ด เพื่อวิเคราะห์หาคุณภาพรายข้อด้านค่าความยาก และค่าอำนาจจำแนก และทดสอบกับกลุ่มตัวอย่างที่เคยเรียนเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 มาก่อน ซึ่งเป็นนักเรียนที่กำลังเรียนอยู่ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 30 คน เพื่อตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้างของแบบทดสอบ และคัดเลือกข้อสอบที่มีคุณภาพ

4.3 นำแบบทดสอบที่คัดเลือกไปทดสอบครั้งที่ 3 เพื่อหาคุณภาพของแบบทดสอบฉบับจริงกับกลุ่มประชากรที่เหลือ จำนวน 324 คน และสร้างเกณฑ์ปกติ

5. นำข้อมูลที่ได้ทั้งหมดมาตรวจให้คะแนนตามเกณฑ์การตรวจที่กำหนดไว้

6. นำคะแนนที่ได้ไปวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

6.1 ค่าความเที่ยงตรง (Validity)

6.2 ค่าความยาก (Difficulty index)

6.3 ค่าอำนาจจำแนก (Discrimination index)

6.4 ค่าความเชื่อมั่น (Reliability)

6.5 เกณฑ์ปกติ (Norms)

7. รายงานผลการวิจัย

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

1. สถิติพื้นฐาน

1.1 ร้อยละ (Percentage) โดยใช้สูตรดังนี้ (บุญชม ศรีสะอาด, 2545, หน้า 104)

$$P = \frac{f}{N} \times 100$$

เมื่อ P แทน ร้อยละ

f แทน ความถี่

N แทน จำนวนความถี่ทั้งหมด

1.2 ค่าเฉลี่ย (Mean) โดยใช้คำนวณจากสูตรต่อไปนี้ (สุนทรพจน์ ดำรงค์พานิช, 2554, หน้า 37)

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

เมื่อ μ แทน ค่าเฉลี่ย

$\sum X$ แทน ผลรวมของคะแนนทั้งหมดในกลุ่ม

N แทน จำนวนคะแนนในกลุ่ม

1.3 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard deviation) โดยใช้สูตรต่อไปนี้ (สุนทรพจน์ ดำรงค์พานิช, 2554, หน้า 62)

$$\sigma = \sqrt{\frac{N\sum X^2 - (\sum X)^2}{N(N-1)}}$$

เมื่อ σ แทน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

X แทน คะแนนแต่ละตัว

$\sum X$ แทน ผลรวมของคะแนนแต่ละตัว

N แทน จำนวนแต่ละตัว

2. สถิติที่ใช้ในการหาคุณภาพของเครื่องมือ

2.1 วิเคราะห์ข้อสอบรายฉบับ

2.1.1 หาค่าความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาของแบบทดสอบ โดยพิจารณาจากดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับจุดประสงค์ (Index of congruency) โดยใช้สูตรของโรวิเนลลีและแฮมเบลตัน (Rowinelli & Hambleton, 1977 อ้างถึงใน ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ, 2539, หน้า 249) ดังนี้

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

เมื่อ IOC แทน ค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับจุดประสงค์

$\sum R$ แทน ผลรวมของคะแนนการพิจารณาของผู้เชี่ยวชาญ

N แทน จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

2.1.2 ความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้าง (Construct validity)

โดยวิธีคำนวณจากกลุ่มที่รู้ชัดอยู่แล้ว (Known-group technique) (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ, 2543, หน้า 260) ดังนี้

$$t = \frac{\bar{X}_H - \bar{X}_N}{\sqrt{\frac{S_H^2}{n_H} + \frac{S_N^2}{n_N}}}$$

ที่ $df = n_H + n_N$

เมื่อ $\overline{X}_H$ แทน คะแนนเฉลี่ยของกลุ่มที่มี (Have: H) สิ่งที่ต้องการวัด (กลุ่มคณิตศาสตร์)

$\overline{X}_N$ แทน คะแนนเฉลี่ยของกลุ่มที่ไม่มี (Non: N) สิ่งที่ต้องการวัด (กลุ่มภาษาไทย)

S_H^2 แทน ความแปรปรวนของกลุ่มที่มีสิ่งที่ต้องการวัด

S_N^2 แทน ความแปรปรวนของกลุ่มที่ไม่มีสิ่งที่ต้องการวัด

n_H แทน จำนวนคนในกลุ่มที่มีสิ่งที่ต้องการวัด

n_N แทน จำนวนคนในกลุ่มที่ไม่มีสิ่งที่ต้องการวัด

2.1.3 การหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ด้วยวิธีของคูเดอร์-ริชาร์ดสัน (Kuder-Richardson method) โดยใช้สูตร KR-20 ดังนี้ (Mehrens & Lehmann, 1984, p. 276 อ้างถึงใน สมชาย วรกิจเกษมสกุล, 2554, หน้า 281)

$$KR-20 = \frac{k}{k-1}\left[1-\frac{\sum p_i q_i}{S_x^2}\right]$$

เมื่อ $KR-20$ แทน สัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นของคูเดอร์-ริชาร์ดสัน

p_i แทน สัดส่วนของผู้ตอบถูกในข้อที่ i

q_i แทน สัดส่วนของผู้ตอบผิดในข้อที่ i

S_x^2 แทน ความแปรปรวนของคะแนนรวม

k แทน จำนวนข้อสอบ

2.2 วิเคราะห์ข้อสอบรายข้อ

2.2.1 หาค่าอำนาจจำแนก (Discriminant index) ใช้เทคนิค 50% โดยการคำนวณจากสูตรดังนี้ (สมชาย วรกิจเกษมสกุล, 2554, หน้า 289)

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

โดยที่ r แทน ค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบแต่ละข้อ

R_H แทน จำนวนคนที่ตอบถูกของกลุ่มสูง

R_L แทน จำนวนคนที่ตอบถูกของกลุ่มต่ำ

N_H แทน จำนวนคนในกลุ่มสูง

(จำนวนคนในกลุ่มสูงและกลุ่มต่ำเท่ากัน)

2.2.2 หาค่าความยาก (Difficulty index) ใช้เทคนิค 50% โดยการคำนวณจากสูตรดังนี้ (สมชาย วรกิจเกษมสกุล, 2554, หน้า 291)

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

โดยที่ P แทน ค่าความยากของข้อสอบแต่ละข้อ

R_H แทน จำนวนผู้สอบที่ตอบถูกในกลุ่มสูง

R_L แทน จำนวนผู้สอบที่ตอบถูกในกลุ่มต่ำ

N_H แทน จำนวนผู้สอบที่ตอบในกลุ่มสูง

N_L แทน จำนวนผู้สอบที่ตอบในกลุ่มต่ำ

3. สถิติที่ใช้สร้างเกณฑ์ปกติ (Norms)

3.1 หาเกณฑ์ปกติ (Norms) ในรูปของคะแนนทีปกติ ซึ่งดำเนินการโดยคำนวณหาตำแหน่งเปอร์เซ็นต์ไทล์ ใช้สูตรดังนี้ (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ, 2543, หน้า 315-317)

$$PR = \left\{ cf + \frac{1}{2} f \right\} \times \frac{100}{N}$$

เมื่อ PR แทน ตำแหน่งเปอร์เซ็นต์ไทล์

cf แทน ความถี่สะสม

f แทน ความถี่ของแต่ละช่วงชั้น

แล้วนำค่าตำแหน่งเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ได้ไปเทียบคะแนนทีปกติจากตารางสำเร็จรูป เพื่อหาค่าทีปกติ โดยใช้ค่าที่ตรงกันหรือค่าที่ใกล้เคียงกันมากที่สุด

3.2 ขยายคะแนนทีปกติ (เสริม ทัศศรี, 2545, หน้า 116-120)

$$T_c = a + bX$$

เมื่อ $b = \dfrac{N\sum XY - \sum X\sum Y}{N\sum X^2 - \left(\sum X\right)^2}$

และ $a = \overline{Y} - b\overline{X}$

T_c แทน คะแนนทีปกติที่คำนวณจากสมการถดถอย

a แทน Y-intercept (ตำแหน่งที่เส้นตรงตัดแกน Y)

b แทน ความชันของเส้นตรง (ค่าสัมประสิทธิ์การทำนาย หรือการพยากรณ์)

X แทน คะแนนผลการสอบ

$\overline{X}$ แทน ค่าเฉลี่ยของคะแนนผลการสอบ

Y แทน คะแนนทีปกติ

$\overline{Y}$ แทน ค่าเฉลี่ยของคะแนนทีปกติ

บทที่ 4
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยเรื่อง การสร้างแบบทดสอบความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาระยอง เขต 2 ซึ่งผู้วิจัยได้นำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

1. สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล
2. ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

การเสนอผลการวิจัยเพื่อให้เกิดความเข้าใจตรงกัน ผู้วิจัยกำหนดสัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์เพื่อการนำเสนอผลการวิจัย ดังนี้

N	แทน	จำนวนนักเรียน
$\overline{X}$	แทน	ค่าเฉลี่ย
SD	แทน	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
IOC	แทน	ค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับจุดประสงค์
t	แทน	ค่าความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้าง (Construct validity)
KR – 20	แทน	สัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นของคูเดอร์-ริชาร์ดสัน
r	แทน	ค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบแต่ละข้อ
P	แทน	ค่าความยากของข้อสอบแต่ละข้อ
T	แทน	คะแนนทีปกติ
T_c	แทน	คะแนนทีปกติที่คำนวณจากสมการถดถอย

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้เสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลตามลำดับ ดังต่อไปนี้

1. การสร้างแบบทดสอบความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ พบว่า ประเภทของการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ส่วนใหญ่แบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ การให้เหตุผลแบบอุปนัย และการให้เหตุผลแบบนิรนัย ผู้วิจัยจึงนำมากำหนดเป็นจุดประสงค์

เชิงพฤติกรรมในการวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์เพื่อสร้างแบบทดสอบ จำนวน 2 ฉบับ คือ ฉบับที่ 1 ทดสอบความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์แบบอุปนัย และฉบับที่ 2 ทดสอบความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์แบบนิรนัย และจากหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 พบว่า กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ได้กำหนดสาระที่จำเป็นสำหรับผู้เรียนซึ่งประกอบด้วยเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์และทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์รวม 6 สาระ ได้แก่ สาระที่ 1 จำนวนและการดำเนินการ สาระที่ 2 การวัด สาระที่ 3 เรขาคณิต สาระที่ 4 พีชคณิต สาระที่ 5 การวิเคราะห์ข้อมูลและความน่าจะเป็น และสาระที่ 6 ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ซึ่งการให้เหตุผลถือเป็นหนึ่งในทักษะและกระบวนทางคณิตศาสตร์ที่สอดแทรกในทุกสาระ ผู้วิจัยนำไปสร้างแบบทดสอบฉบับละ 30 ข้อ และนำไปหาคุณภาพเพื่อคัดเลือกข้อคำถามที่มีคุณภาพให้เหลือฉบับละ 20 ข้อ ได้ผลดังตารางที่ 4-1

ตารางที่ 4-1 โครงสร้างแบบทดสอบ

ที่	สาระการเรียนรู้	จำนวนข้อสอบ (ข้อ)			
		ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์แบบอุปนัย		ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์แบบนิรนัย	
		ทดลอง	ใช้จริง	ทดลอง	ใช้จริง
1	สาระที่ 1 จำนวนและการดำเนินการ	6	4	6	4
2	สาระที่ 2 การวัด	6	2	6	4
3	สาระที่ 3 เรขาคณิต	6	4	6	6
4	สาระที่ 4 พีชคณิต	6	5	6	2
5	สาระที่ 5 การวิเคราะห์ข้อมูลและความน่าจะเป็น	6	5	6	4
	รวม	30	20	30	20

2. คุณภาพของแบบทดสอบ

2.1 ความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา ผู้วิจัยนำแบบทดสอบให้ผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 คน พิจารณาความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา ผลปรากฏว่า ฉบับที่ 1 ทดสอบความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์แบบอุปนัย มีค่าดัชนีความสอดคล้องตั้งแต่ .60 ถึง 1.00 และฉบับที่ 2 ทดสอบ

ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์แบบนิรนัย มีค่าดัชนีความสอดคล้องตั้งแต่ .60 ถึง 1.00 ผู้วิจัยได้ทำการปรับปรุงข้อสอบตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ ทำให้ได้แบบทดสอบฉบับที่ 1 จำนวน 30 ข้อ และฉบับที่ 2 จำนวน 30 ข้อ

2.2 การทดลอง (Try out) ครั้งที่ 1

2.2.1 ค่าความยากและค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบ

ผู้วิจัยได้นำแบบทดสอบความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่สร้างขึ้น และได้ผ่านการตรวจสอบจากผู้เชี่ยวชาญ ไปทดลอง (Try out) ครั้งที่ 1 กับประชากรกลุ่ม 1 ซึ่งเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2559 จำนวน 50 คน จากโรงเรียนบ้านสองสลึง เพื่อวิเคราะห์หาคุณภาพรายข้อด้านค่าความยากและค่าอำนาจจำแนก แล้วคัดเลือกเฉพาะข้อสอบที่มีค่าความยากตั้งแต่ .20 ถึง .80 และค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ .20 ขึ้นไป ผลปรากฏดังตารางที่ 4-2 และตารางที่ 4-3

ตารางที่ 4-2 ค่าความยากและค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบฉบับที่ 1 ทดสอบความสามารถในการให้เหตุผลแบบอุปนัย จากการทดลอง (Try out) ครั้งที่ 1

ข้อที่	P	ความหมาย	r	ความหมาย	ผลการพิจารณา
1	.66	ค่อนข้างง่าย	.44	จำแนกดีมาก	คัดเลือกไว้
2	.56	ปานกลาง	.40	จำแนกดีมาก	คัดเลือกไว้
3	.36	ค่อนข้างยาก	.48	จำแนกดีมาก	คัดเลือกไว้
4	.50	ปานกลาง	.52	จำแนกดีมาก	คัดเลือกไว้
5	.60	ค่อนข้างง่าย	.40	จำแนกดีมาก	คัดเลือกไว้
6	.56	ปานกลาง	.72	จำแนกดีมาก	คัดเลือกไว้
7	.42	ปานกลาง	.36	จำแนกดี	คัดเลือกไว้
8	.62	ค่อนข้างง่าย	.52	จำแนกดีมาก	คัดเลือกไว้
9	.62	ค่อนข้างง่าย	.60	จำแนกดีมาก	คัดเลือกไว้
10	.44	ปานกลาง	.72	จำแนกดีมาก	คัดเลือกไว้
11	.32	ค่อนข้างยาก	.24	จำแนกพอใช้	คัดเลือกไว้
12	.64	ค่อนข้างง่าย	.56	จำแนกดีมาก	คัดเลือกไว้
13	.56	ปานกลาง	.80	จำแนกดีมาก	คัดเลือกไว้
14	.62	ค่อนข้างง่าย	.60	จำแนกดีมาก	คัดเลือกไว้

ตารางที่ 4-2 (ต่อ)

ข้อที่	P	ความหมาย	r	ความหมาย	ผลการพิจารณา
15	.38	ค่อนข้างยาก	.36	จำแนกดี	คัดเลือกไว้
16	.54	ปานกลาง	.60	จำแนกดีมาก	คัดเลือกไว้
17	.50	ปานกลาง	-.04	จำแนกต่ำ	ตัดออก
18	.52	ปานกลาง	.32	จำแนกดี	คัดเลือกไว้
19	.48	ปานกลาง	.48	จำแนกดีมาก	คัดเลือกไว้
20	.64	ค่อนข้างง่าย	.16	จำแนกต่ำ	ตัดออก
21	.52	ปานกลาง	.40	จำแนกดีมาก	คัดเลือกไว้
22	.48	ปานกลาง	.32	จำแนกดี	คัดเลือกไว้
23	.62	ค่อนข้างง่าย	.36	จำแนกดี	คัดเลือกไว้
24	.44	ปานกลาง	.32	จำแนกดี	คัดเลือกไว้
25	.48	ค่อนข้างง่าย	.32	จำแนกดี	คัดเลือกไว้
26	.42	ค่อนข้างง่าย	.52	จำแนกดีมาก	คัดเลือกไว้
27	.62	ค่อนข้างง่าย	.44	จำแนกดีมาก	คัดเลือกไว้
28	.56	ปานกลาง	.32	จำแนกดี	คัดเลือกไว้
29	.60	ค่อนข้างง่าย	.32	จำแนกดี	คัดเลือกไว้
30	.60	ค่อนข้างง่าย	.24	จำแนกพอใช้	คัดเลือกไว้

จากตารางที่ 4-2 พบว่า แบบทดสอบฉบับที่ 1 ทดสอบความสามารถในการให้เหตุผลแบบอุปนัย จำนวน 30 ข้อ มีค่าความยากตั้งแต่ .32 ถึง .66 และค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ -.04 ถึง .80 ซึ่งมีข้อที่ไม่ผ่านเกณฑ์อยู่ 2 ข้อ คือ ข้อ 17 และข้อ 20 จึงตัดออก เหลือข้อสอบที่คัดเลือกไว้เพื่อทดลอง (Try out) ครั้งที่ 2 จำนวน 28 ข้อ ซึ่งมีค่าความยากตั้งแต่ .32 ถึง .66 และมีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ .24 ถึง .80

ตารางที่ 4-3 ค่าความยากและค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบฉบับที่ 2 ทดสอบความสามารถในการให้เหตุผลแบบนิรนัย จากการทดลอง (Try out) ครั้งที่ 1

ข้อที่	P	ความหมาย	r	ความหมาย	ผลการพิจารณา
1	.60	ค่อนข้างง่าย	.40	จำแนกดีมาก	คัดเลือกไว้
2	.52	ปานกลาง	.32	จำแนกดี	คัดเลือกไว้
3	.52	ปานกลาง	.32	จำแนกดี	คัดเลือกไว้
4	.46	ปานกลาง	.36	จำแนกดี	คัดเลือกไว้
5	.30	ค่อนข้างยาก	.12	จำแนกต่ำ	ตัดออก
6	.32	ค่อนข้างยาก	.08	จำแนกต่ำ	ตัดออก
7	.52	ปานกลาง	.48	จำแนกดีมาก	คัดเลือกไว้
8	.48	ปานกลาง	.48	จำแนกดีมาก	คัดเลือกไว้
9	.50	ปานกลาง	.36	จำแนกดี	คัดเลือกไว้
10	.58	ปานกลาง	.44	จำแนกดีมาก	คัดเลือกไว้
11	.42	ปานกลาง	.52	จำแนกดีมาก	คัดเลือกไว้
12	.60	ค่อนข้างง่าย	.40	จำแนกดีมาก	คัดเลือกไว้
13	.44	ปานกลาง	.64	จำแนกดีมาก	คัดเลือกไว้
14	.50	ปานกลาง	.36	จำแนกดี	คัดเลือกไว้
15	.46	ปานกลาง	.04	จำแนกต่ำ	ตัดออก
16	.72	ค่อนข้างง่าย	.32	จำแนกดี	คัดเลือกไว้
17	.30	ค่อนข้างยาก	.44	จำแนกดีมาก	คัดเลือกไว้
18	.50	ปานกลาง	.52	จำแนกดีมาก	คัดเลือกไว้
19	.60	ค่อนข้างง่าย	.48	จำแนกดีมาก	คัดเลือกไว้
20	.30	ค่อนข้างยาก	.44	จำแนกดีมาก	คัดเลือกไว้
21	.54	ปานกลาง	.36	จำแนกดี	คัดเลือกไว้
22	.56	ปานกลาง	.72	จำแนกดีมาก	คัดเลือกไว้
23	.68	ค่อนข้างง่าย	.48	จำแนกดีมาก	คัดเลือกไว้
24	.24	ค่อนข้างยาก	.00	จำแนกต่ำ	ตัดออก
25	.64	ค่อนข้างง่าย	.64	จำแนกดีมาก	คัดเลือกไว้
26	.66	ค่อนข้างง่าย	.52	จำแนกดีมาก	คัดเลือกไว้

ตารางที่ 4-3 (ต่อ)

ข้อที่	P	ความหมาย	r	ความหมาย	ผลการพิจารณา
27	.70	ค่อนข้างง่าย	.52	จำแนกดีมาก	คัดเลือกไว้
28	.60	ค่อนข้างง่าย	.56	จำแนกดีมาก	คัดเลือกไว้
29	.44	ปานกลาง	.48	จำแนกดีมาก	คัดเลือกไว้
30	.64	ค่อนข้างง่าย	.40	จำแนกดีมาก	คัดเลือกไว้

จากตารางที่ 4-3 พบว่า แบบทดสอบฉบับที่ 2 ทดสอบความสามารถในการให้เหตุผลแบบนิรนัย จำนวน 30 ข้อ มีค่าความยากตั้งแต่ .24 ถึง .72 และค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ .00 ถึง .72 ซึ่งมีข้อที่ไม่ผ่านเกณฑ์อยู่ 4 ข้อ คือ ข้อ 5, ข้อ 6, ข้อ 15 และข้อ 24 จึงตัดออก เหลือข้อสอบที่คัดเลือกไว้เพื่อทดลอง (Try out) ครั้งที่ 2 จำนวน 26 ข้อ ซึ่งมีค่าความยากตั้งแต่ .30 ถึง .72 และมีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ .32 ถึง .72

2.3 ทดลอง (Try out) ครั้งที่ 2

2.3.1 ความยากและอำนาจจำแนกของแบบทดสอบ

ผู้วิจัยได้นำแบบทดสอบที่คัดเลือกจากการทดลอง (Try out) ครั้งที่ 1 ไปทดลอง (Try out) ครั้งที่ 2 กับประชากรกลุ่ม 2 ซึ่งเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 30 คน จากโรงเรียนบ้านทุ่งเค็ด เพื่อวิเคราะห์หาคุณภาพรายข้อด้านค่าความยากและค่าอำนาจจำแนก แล้วคัดเลือกเฉพาะข้อสอบที่มีความยากตั้งแต่ .20 ถึง .80 และค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ .20 ขึ้นไป ผลปรากฏดังตารางที่ 4-4 และ ตารางที่ 4-5

ตารางที่ 4-4 ค่าความยากและค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบฉบับที่ 1 ทดสอบความสามารถในการให้เหตุผลแบบอุปนัย จากการทดลอง (Try out) ครั้งที่ 2

ข้อที่	P	ความหมาย	r	ความหมาย	ผลการพิจารณา
1	.20	ค่อนข้างยาก	.00	จำแนกต่ำ	ตัดออก
2	.47	ปานกลาง	.40	จำแนกดีมาก	คัดเลือกไว้
3	.33	ค่อนข้างยาก	.27	จำแนกพอใช้	คัดเลือกไว้
4	.60	ค่อนข้างง่าย	.40	จำแนกดีมาก	คัดเลือกไว้
5	.53	ปานกลาง	.53	จำแนกดีมาก	คัดเลือกไว้

ตารางที่ 4-4 (ต่อ)

ข้อที่	P	ความหมาย	r	ความหมาย	ผลการพิจารณา
6	.57	ปานกลาง	.33	จำแนกดี	คัดเลือกไว้
7	.83	ง่ายมาก	.20	จำแนกพอใช้	ตัดออก
8	.40	ปานกลาง	.27	จำแนกพอใช้	คัดเลือกไว้
9	.60	ค่อนข้างง่าย	.00	จำแนกต่ำ	ตัดออก
10	.50	ปานกลาง	.60	จำแนกดีมาก	คัดเลือกไว้
11	.73	ค่อนข้างง่าย	.40	จำแนกดีมาก	คัดเลือกไว้
12	.57	ปานกลาง	.47	จำแนกดีมาก	คัดเลือกไว้
13	.70	ค่อนข้างง่าย	-.07	จำแนกต่ำ	ตัดออก
14	.47	ปานกลาง	.53	จำแนกดีมาก	คัดเลือกไว้
15	.63	ค่อนข้างง่าย	.33	จำแนกดี	คัดเลือกไว้
16	.43	ปานกลาง	.33	จำแนกดี	คัดเลือกไว้
18	.33	ค่อนข้างยาก	.53	จำแนกดีมาก	คัดเลือกไว้
19	.47	ปานกลาง	.40	จำแนกดีมาก	คัดเลือกไว้
21	.43	ปานกลาง	.07	จำแนกต่ำ	ตัดออก
22	.40	ปานกลาง	.40	จำแนกดีมาก	คัดเลือกไว้
23	.60	ค่อนข้างง่าย	.40	จำแนกดีมาก	คัดเลือกไว้
24	.50	ปานกลาง	.47	จำแนกดีมาก	คัดเลือกไว้
25	.57	ปานกลาง	.07	จำแนกต่ำ	คัดเลือกไว้
26	.63	ค่อนข้างง่าย	.33	จำแนกดี	คัดเลือกไว้
27	.63	ค่อนข้างง่าย	.60	จำแนกดีมาก	คัดเลือกไว้
28	.77	ค่อนข้างง่าย	.33	จำแนกดี	คัดเลือกไว้
29	.43	ปานกลาง	.33	จำแนกดี	คัดเลือกไว้
30	.57	ปานกลาง	.33	จำแนกดี	คัดเลือกไว้

จากตารางที่ 4-4 พบว่า แบบทดสอบฉบับที่ 1 ทดสอบความสามารถในการให้เหตุผลแบบอุปนัย จำนวน 28 ข้อ มีค่าความยากตั้งแต่ .20 ถึง .83 และค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ -.07 ถึง .60 ซึ่งมีข้อที่ไม่ผ่านเกณฑ์อยู่ 6 ข้อ คือ ข้อ 1, ข้อ 7, ข้อ 9, ข้อ 14, ข้อ 21 และข้อ 25 จึงตัดออก และ

คัดเลือกข้อสอบที่มีค่าความยากและค่าอำนาจจำแนกเหมาะสมที่สุดให้เหลือ 20 ข้อ ซึ่งมีค่าความยากตั้งแต่ .33 ถึง .77 และมีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ .33 ถึง .60

ตารางที่ 4-5 ค่าความยากและค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบฉบับที่ 2 ทดสอบความสามารถในการให้เหตุผลแบบนิรนัย จากการทดลอง (Try out) ครั้งที่ 2

ข้อที่	P	ความหมาย	r	ความหมาย	ผลการพิจารณา
1	.57	ปานกลาง	.33	จำแนกดี	คัดเลือกไว้
2	.67	ค่อนข้างง่าย	.40	จำแนกดีมาก	คัดเลือกไว้
3	.70	ค่อนข้างง่าย	.33	จำแนกดี	คัดเลือกไว้
4	.33	ค่อนข้างยาก	.40	จำแนกดีมาก	คัดเลือกไว้
7	.57	ปานกลาง	.47	จำแนกดีมาก	คัดเลือกไว้
8	.63	ค่อนข้างง่าย	.47	จำแนกดีมาก	คัดเลือกไว้
9	.43	ปานกลาง	.07	จำแนกต่ำ	ตัดออก
10	.70	ค่อนข้างง่าย	.33	จำแนกดี	คัดเลือกไว้
11	.40	ปานกลาง	.40	จำแนกดีมาก	คัดเลือกไว้
12	.40	ปานกลาง	.27	จำแนกพอใช้	คัดเลือกไว้
13	.50	ปานกลาง	.33	จำแนกดี	คัดเลือกไว้
14	.50	ปานกลาง	.47	จำแนกดีมาก	คัดเลือกไว้
16	.43	ปานกลาง	.33	จำแนกดี	คัดเลือกไว้
17	.43	ปานกลาง	.47	จำแนกดีมาก	คัดเลือกไว้
18	.50	ปานกลาง	.60	จำแนกดีมาก	คัดเลือกไว้
19	.10	ยากมาก	.20	จำแนกพอใช้	ตัดออก
20	.57	ปานกลาง	.60	จำแนกดีมาก	คัดเลือกไว้
21	.13	ยากมาก	.00	จำแนกต่ำ	ตัดออก
22	.70	ค่อนข้างง่าย	.33	จำแนกดี	คัดเลือกไว้
23	.43	ปานกลาง	.33	จำแนกดี	คัดเลือกไว้
25	.30	ค่อนข้างยาก	.33	จำแนกดี	คัดเลือกไว้
26	.63	ค่อนข้างง่าย	-.07	จำแนกต่ำ	ตัดออก
27	.73	ค่อนข้างง่าย	.47	จำแนกดีมาก	คัดเลือกไว้

ตารางที่ 4-5 (ต่อ)

ข้อที่	P	ความหมาย	r	ความหมาย	ผลการพิจารณา
28	.70	ค่อนข้างง่าย	.40	จำแนกดีมาก	คัดเลือกไว้
29	.20	ค่อนข้างยาก	.33	จำแนกดี	คัดเลือกไว้
30	.53	ปานกลาง	.27	จำแนกพอใช้	คัดเลือกไว้

จากตารางที่ 4-5 พบว่า แบบทดสอบฉบับที่ 2 ทดสอบความสามารถในการให้เหตุผลแบบนิรนัย จำนวน 26 ข้อ มีค่าความยากตั้งแต่ .10 ถึง .73 และค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ -.07 ถึง .60 ซึ่งมีข้อที่ไม่ผ่านเกณฑ์อยู่ 4 ข้อ คือ ข้อ 9, ข้อ 19, ข้อ 21 และข้อ 26 จึงตัดออก และคัดเลือกข้อสอบที่มีค่าความยากและค่าอำนาจจำแนกเหมาะสมที่สุดให้เหลือ 20 ข้อ ซึ่งมีค่าความยากตั้งแต่ .30 ถึง .73 และมีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ .27 ถึง .60

2.3.2 ความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้าง

ผู้วิจัยได้นำแบบทดสอบไปทดสอบกับกลุ่มตัวอย่างที่เคยเรียนเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 มาก่อน ซึ่งเป็นนักเรียนที่กำลังเรียนอยู่ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 30 คน จึงจัดว่าเป็นกลุ่มที่มีประสบการณ์มากกว่า และนำผลคะแนนสอบระหว่างกลุ่มที่มีประสบการณ์มากกว่า (นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3) จำนวน 30 คน กับกลุ่มที่มีประสบการณ์น้อยกว่า (นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2) จำนวน 30 คน มาวิเคราะห์ผลคะแนนสอบ เพื่อตรวจสอบค่าความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้าง โดยวิธีคำนวณจากกลุ่มที่รู้ชัดอยู่แล้ว (Known-group) ผลปรากฏดังตารางที่ 4-6 และตารางที่ 4-7

ตารางที่ 4-6 เปรียบเทียบคะแนนสอบระหว่างกลุ่มที่มีประสบการณ์มากกว่า (นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3) กับกลุ่มที่มีประสบการณ์น้อยกว่า (นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2) เพื่อตรวจสอบค่าความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้างของแบบทดสอบฉบับที่ 1 ทดสอบความสามารถในการให้เหตุผลแบบอุปนัย

การทดสอบ	n	$\overline{X}$	SD	t	df	sig
กลุ่มที่มีประสบการณ์มากกว่า	30	17.40	3.597	2.118	54.663	.039*
กลุ่มที่มีประสบการณ์น้อยกว่า	30	15.13	4.629			

หมายเหตุ: *มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตารางที่ 4-6 พบว่า คะแนนสอบแบบทดสอบฉบับที่ 1 ทดสอบความสามารถในการให้เหตุผลแบบอุปนัยของกลุ่มที่มีประสบการณ์มากกว่า (นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3) มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 17.40 และกลุ่มที่มีประสบการณ์น้อยกว่า (นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2) มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 15.13 และมีค่า $t > 1.75$, $p < .05$ ดังนั้น กลุ่มที่มีประสบการณ์มากกว่า (นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3) มีความสามารถในการให้เหตุผลสูงกว่ากลุ่มที่มีประสบการณ์น้อยกว่า (นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แสดงว่า แบบทดสอบฉบับที่ 1 ทดสอบความสามารถในการให้เหตุผลแบบอุปนัยมีความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้าง

ตารางที่ 4-7 เปรียบเทียบคะแนนสอบระหว่างกลุ่มที่มีประสบการณ์มากกว่า (นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3) กับกลุ่มที่มีประสบการณ์น้อยกว่า (นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2) เพื่อตรวจสอบค่าความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้างของแบบทดสอบฉบับที่ 2 ทดสอบความสามารถในการให้เหตุผลแบบนิรนัย

การทดสอบ	n	$\overline{X}$	SD	t	df	sig
กลุ่มที่มีประสบการณ์มากกว่า	30	15.90	3.791	2.259	54.891	.028*
กลุ่มที่มีประสบการณ์น้อยกว่า	30	13.37	4.832			

หมายเหตุ: *มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตารางที่ 4-7 พบว่า คะแนนสอบแบบทดสอบฉบับที่ 2 ทดสอบความสามารถในการให้เหตุผลแบบนิรนัยของกลุ่มที่มีประสบการณ์มากกว่า (นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3) มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 15.90 และกลุ่มที่มีประสบการณ์น้อยกว่า (นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2) มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 13.37 และมีค่า $t > 1.75$, $p < .05$ ดังนั้นกลุ่มที่มีประสบการณ์มากกว่า (นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3) มีความสามารถในการให้เหตุผลสูงกว่ากลุ่มที่มีประสบการณ์น้อยกว่า (นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แสดงว่า แบบทดสอบฉบับที่ 2 ทดสอบความสามารถในการให้เหตุผลแบบนิรนัยมีความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้าง

2.4 ทดสอบครั้งที่ 3 เพื่อตรวจคุณภาพของแบบทดสอบฉบับจริง

2.4.1 ค่าความยากและค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบ

ผู้วิจัยได้นำแบบทดสอบที่คัดเลือกไว้ฉบับละ 20 ข้อ ไปทดสอบกับประชากรที่เหลือ จำนวน 324 คน แล้วนำคะแนนจากการทดสอบมาวิเคราะห์หาคุณภาพรายข้อด้านค่าความยาก

และค่าอำนาจจำแนก โดยการวิเคราะห์ข้อสอบด้วยเทคนิค 50% ของการจำแนกกลุ่มสูงและกลุ่มต่ำ ผลปรากฏดังตารางที่ 4-8 และตารางที่ 4-9

ตารางที่ 4-8 ค่าความยากและค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบฉบับที่ 1 ทดสอบความสามารถในการให้เหตุผลแบบอุปนัย จากการทดสอบครั้งที่ 3

ข้อที่	P	ความหมาย	r	ความหมาย	ผลการพิจารณา
1	.60	ปานกลาง	.59	จำแนกดีมาก	ใช้ได้
2	.52	ปานกลาง	.30	จำแนกดี	ใช้ได้
3	.52	ปานกลาง	.53	จำแนกดีมาก	ใช้ได้
4	.46	ปานกลาง	.46	จำแนกดีมาก	ใช้ได้
5	.30	ค่อนข้างยาก	.36	จำแนกดีมาก	ใช้ได้
6	.32	ค่อนข้างยาก	.38	จำแนกดีมาก	ใช้ได้
7	.52	ปานกลาง	.43	จำแนกดีมาก	ใช้ได้
8	.48	ปานกลาง	.57	จำแนกดีมาก	ใช้ได้
9	.50	ปานกลาง	.62	จำแนกดีมาก	ใช้ได้
10	.58	ปานกลาง	.69	จำแนกดีมาก	ใช้ได้
11	.42	ปานกลาง	.73	จำแนกดีมาก	ใช้ได้
12	.60	ปานกลาง	.46	จำแนกดีมาก	ใช้ได้
13	.44	ปานกลาง	.76	จำแนกดีมาก	ใช้ได้
14	.50	ปานกลาง	.51	จำแนกดีมาก	ใช้ได้
15	.46	ปานกลาง	.41	จำแนกดีมาก	ใช้ได้
16	.72	ค่อนข้างง่าย	.38	จำแนกดีมาก	ใช้ได้
17	.30	ค่อนข้างยาก	.36	จำแนกดีมาก	ใช้ได้
18	.50	ปานกลาง	.46	จำแนกดีมาก	ใช้ได้
19	.60	ปานกลาง	.37	จำแนกดีมาก	ใช้ได้
20	.30	ค่อนข้างยาก	.78	จำแนกดีมาก	ใช้ได้

จากตารางที่ 4-8 พบว่า แบบทดสอบฉบับที่ 1 ทดสอบความสามารถในการให้เหตุผลแบบอุปนัย มีจำนวนข้อสอบ 20 ข้อ มีค่าความยากตั้งแต่ .30-.72 โดยอยู่ในระดับค่อนข้างยากถึง

ค่อนข้างง่าย พิจารณาจากเกณฑ์การพิจารณาค่าความยาก (สมชาย วรกิจเกษมสกุล, 2554, หน้า 289) และมีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ .30-.78 โดยอยู่ในระดับจำแนกดีถึงจำแนกดีมาก พิจารณาจากเกณฑ์การพิจารณาค่าอำนาจจำแนก (สมชาย วรกิจเกษมสกุล, 2554, หน้า 291) ซึ่งข้อสอบทั้ง 20 ข้อ มีผลการพิจารณาว่าสามารถนำไปใช้ในการทดสอบความสามารถในการให้เหตุผลแบบอุปนัยได้

ตารางที่ 4-9 ค่าความยากและค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบฉบับที่ 2 ทดสอบความสามารถในการให้เหตุผลแบบนิรนัย จากการทดสอบครั้งที่ 3

ข้อที่	P	ความหมาย	r	ความหมาย	ผลการพิจารณา
1	.38	ค่อนข้างง่าย	.53	จำแนกดีมาก	ใช้ได้
2	.37	ค่อนข้างง่าย	.45	จำแนกดีมาก	ใช้ได้
3	.51	ปานกลาง	.60	จำแนกดีมาก	ใช้ได้
4	.35	ค่อนข้างง่าย	.51	จำแนกดีมาก	ใช้ได้
5	.38	ค่อนข้างง่าย	.41	จำแนกดีมาก	ใช้ได้
6	.44	ปานกลาง	.32	จำแนกดีมาก	ใช้ได้
7	.47	ปานกลาง	.73	จำแนกดีมาก	ใช้ได้
8	.32	ค่อนข้างง่าย	.51	จำแนกดีมาก	ใช้ได้
9	.55	ปานกลาง	.70	จำแนกดีมาก	ใช้ได้
10	.35	ค่อนข้างง่าย	.40	จำแนกดีมาก	ใช้ได้
11	.48	ปานกลาง	.41	จำแนกดีมาก	ใช้ได้
12	.30	ค่อนข้างยาก	.30	จำแนกดี	ใช้ได้
13	.36	ค่อนข้างยาก	.64	จำแนกดีมาก	ใช้ได้
14	.40	ปานกลาง	.41	จำแนกดีมาก	ใช้ได้
15	.58	ปานกลาง	.35	จำแนกดี	ใช้ได้
16	.68	ค่อนข้างง่าย	.52	จำแนกดีมาก	ใช้ได้
17	.52	ปานกลาง	.34	จำแนกดี	ใช้ได้
18	.56	ปานกลาง	.45	จำแนกดีมาก	ใช้ได้
19	.70	ค่อนข้างง่าย	.53	จำแนกดีมาก	ใช้ได้
20	.55	ปานกลาง	.51	จำแนกดีมาก	ใช้ได้

จากตารางที่ 4-9 พบว่า แบบทดสอบฉบับที่ 2 ทดสอบความสามารถในการให้เหตุผลแบบนิรนัย มีจำนวนข้อสอบ 20 ข้อ มีค่าความยากตั้งแต่ .30-.70 โดยอยู่ในระดับค่อนข้างยากถึงค่อนข้างง่าย พิจารณาจากเกณฑ์การพิจารณาค่าความยาก (สมชาย วรกิจเกษมสกุล, 2554, หน้า 289) และมีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ .30-.73 โดยอยู่ในระดับจำแนกดีถึงจำแนกดีมาก พิจารณาจากเกณฑ์การพิจารณาค่าอำนาจจำแนก (สมชาย วรกิจเกษมสกุล, 2554, หน้า 291) ซึ่งข้อสอบทั้ง 20 ข้อมีผลการพิจารณาว่าสามารถนำไปใช้ในการทดสอบความสามารถในการให้เหตุผลแบบนิรนัยได้

2.4.2 ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ

ผู้วิจัยได้นำคะแนนจากการทดสอบมาวิเคราะห์หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้ง 2 ฉบับ ด้วยวิธีของคูเดอร์-ริชาร์ดสัน (Kuder-Richardson method) โดยใช้สูตร KR-20 ผลปรากฏดังตารางที่ 4-10

ตารางที่ 4-10 ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้ง 2 ฉบับ

แบบทดสอบ	**KR-20**
ฉบับที่ 1	.87
ฉบับที่ 2	.86

จากตารางที่ 4-10 พบว่า แบบทดสอบฉบับที่ 1 ทดสอบความสามารถในการให้เหตุผลแบบอุปนัย มีค่าความเชื่อมั่น .87 แบบทดสอบฉบับที่ 2 ทดสอบความสามารถในการให้เหตุผลแบบนิรนัย มีค่าความเชื่อมั่น .86

3. สร้างเกณฑ์ปกติ

3.1 ผู้วิจัยนำคะแนนสอบที่ได้จากการทดสอบครั้งที่ 3 เพื่อหาคุณภาพของแบบทดสอบทั้ง 2 ฉบับ มาแปลงให้อยู่ในรูปตำแหน่งเปอร์เซ็นต์ไทล์ แล้วนำตำแหน่งเปอร์เซ็นต์ไทล์ไปเทียบค่าทีปกติ จากตารางสำเร็จรูป เพื่อหาค่าทีปกติ โดยใช้ค่าที่ตรงกันหรือค่าที่ใกล้เคียงกันมากที่สุด ผลปรากฏดังตารางที่ 4-11 และตารางที่ 4-12

ตารางที่ 4-11 เกณฑ์ปกติของแบบทดสอบฉบับที่ 1 ทดสอบความสามารถในการให้เหตุผลแบบอุปนัย

คะแนนดิบ	คะแนน T ปกติ	คะแนนดิบ	คะแนน T ปกติ
19	80	10	50
18	72	9	50
17	64	8	49
16	58	7	47
15	53	6	45
14	51	5	41
13	50	4	37
12	50	3	30
11	50	2	23

จากตารางที่ 4-11 พบว่า เกณฑ์ปกติของแบบทดสอบฉบับที่ 1 ทดสอบความสามารถในการให้เหตุผลแบบอุปนัยมีคะแนนดิบตั้งแต่ 2 ถึง 19 คะแนนทีปกติของแบบทดสอบมีค่าตั้งแต่ T_{23} ถึง T_{80}

ตารางที่ 4-12 เกณฑ์ปกติของแบบทดสอบฉบับที่ 2 ทดสอบความสามารถในการให้เหตุผลแบบนิรนัย

คะแนนดิบ	คะแนน T ปกติ	คะแนนดิบ	คะแนน T ปกติ
18	80	9	50
17	72	8	50
16	66	7	49
15	61	6	48
14	57	5	45
13	53	4	42
12	51	3	37
11	50	2	32
10	50	1	26

จากตารางที่ 4-12 พบว่า เกณฑ์ปกติของแบบทดสอบฉบับที่ 2 ทดสอบความสามารถในการให้เหตุผลแบบนิรนัยมีคะแนนดิบตั้งแต่ 1 ถึง 18 คะแนนทีปกติของแบบทดสอบมีค่าตั้งแต่ T_{26} ถึง T_{80}

จากผลการทดสอบความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ทั้ง 2 ฉบับ ผู้วิจัยได้นำคะแนนทั้ง 2 ฉบับมารวมกัน และสร้างเกณฑ์ปกติรวมของทดสอบความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาระยอง เขต 2 ผลปรากฏดังตารางที่ 4-13

ตารางที่ 4-13 เกณฑ์ปกติรวมของแบบทดสอบความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาระยอง เขต 2

คะแนนดิบ	**คะแนน T ปกติ**	**คะแนนดิบ**	**คะแนน T ปกติ**
36	80	19	48
35	76	18	47
34	72	17	46
33	68	16	44
32	67	15	42
31	66	14	40
30	65	13	38
29	64	12	37
28	62	11	37
27	60	10	36
26	58	9	34
25	56	8	33
24	54	7	33
23	53	6	32
22	52	5	29
21	50	4	27
20	49	3	23

จากตารางที่ 4-13 พบว่า เกณฑ์ปกติรวมของแบบทดสอบความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาระยอง เขต 2 มีคะแนนดิบตั้งแต่ 23 ถึง 36 คะแนนทีปกติของแบบทดสอบมีค่าตั้งแต่ T_{23} ถึง T_{80}

3.2 จากการทดสอบครั้งที่ 3 แล้วนำคะแนนดิบมาแปลงเป็นค่าทีปกติ พบว่า ค่าทีปกติยังไม่ครอบคลุมคะแนนดิบทั้งหมดที่อาจจะเป็นไปได้ จึงจำเป็นต้องขยายค่าทีปกติให้ครอบคลุมคะแนนดิบทุกคะแนน ผลปรากฏดังตารางที่ 4-14 ถึง 4-16

ตารางที่ 4-14 ขยายคะแนนทีปกติ (T_c) ของแบบทดสอบฉบับที่ 1 ทดสอบความสามารถในการให้เหตุผลแบบอุปนัย

คะแนนดิบ	**คะแนน T_c**	**คะแนนดิบ**	**คะแนน T_c**
20	72	9	47
19	70	8	44
18	67	7	42
17	65	6	40
16	63	5	37
15	60	4	35
14	58	3	33
13	56	2	30
12	53	1	28
11	51	0	25
10	49		

จากตารางที่ 4-14 พบว่า เกณฑ์ปกติของแบบทดสอบฉบับที่ 1 ทดสอบความสามารถในการให้เหตุผลแบบอุปนัย หลังขยายคะแนนทีปกติ (T_c) มีคะแนนดิบตั้งแต่ 0 ถึง 20 คะแนนทีปกติของแบบทดสอบมีค่าตั้งแต่ T_{25} ถึง T_{72}

ตารางที่ 4-15 ขยายคะแนนทีปกติ (T_c) ของแบบทดสอบฉบับที่ 2 ทดสอบความสามารถในการให้เหตุผลแบบนิรนัย

คะแนนดิบ	**คะแนน T_c**	**คะแนนดิบ**	**คะแนน T_c**
20	76	9	50
19	73	8	48
18	71	7	45
17	69	6	43
16	66	5	41
15	64	4	38
14	62	3	36
13	59	2	34
12	57	1	31
11	55	0	29
10	52		

จากตารางที่ 4-15 พบว่า เกณฑ์ปกติของแบบทดสอบฉบับที่ 2 ทดสอบความสามารถในการให้เหตุผลแบบนิรนัย หลังขยายคะแนนทีปกติ (T_c) มีคะแนนดิบตั้งแต่ 0 ถึง 20 คะแนนทีปกติของแบบทดสอบมีค่าตั้งแต่ T_{29} ถึง T_{76}

ตารางที่ 4-16 ขยายคะแนนทีปกติ (T_c) รวมของแบบทดสอบความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาระยอง เขต 2

คะแนนดิบ	**คะแนน T_c**	**คะแนนดิบ**	**คะแนน T_c**
40	80	19	49
39	79	18	47
38	77	17	46
37	76	16	44
36	74	15	43

ตารางที่ 4-16 (ต่อ)

คะแนนดิบ	คะแนน T_c	คะแนนดิบ	คะแนน T_c
35	73	14	41
34	71	13	40
33	70	12	38
32	68	11	37
31	67	10	35
30	65	9	34
29	64	8	32
28	62	7	31
27	61	6	29
26	59	5	28
25	58	4	26
24	56	3	25
23	55	2	23
22	53	1	22
21	52	0	20
20	50		

จากตารางที่ 4-16 พบว่า เกณฑ์ปกติรวมของแบบทดสอบความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาระยอง เขต 2 หลังขยายคะแนนทีปกติ (T_c) มีคะแนนดิบตั้งแต่ 0 ถึง 40 คะแนนทีปกติของแบบทดสอบมีค่าตั้งแต่ T_{20} ถึง T_{80}

บทที่ 5
สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การวิจัยเรื่อง การสร้างแบบทดสอบความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาระยอง เขต 2 มีวัตถุประสงค์ในการวิจัยดังนี้

1. เพื่อสร้างแบบทดสอบความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 สังกัดสำนักเขตงานพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาระยอง เขต 2
2. เพื่อหาคุณภาพของแบบทดสอบความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาระยอง เขต 2
3. เพื่อสร้างเกณฑ์ปกติของแบบทดสอบความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาระยอง เขต 2

ในการสร้างแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ผู้วิจัยได้ศึกษาหลักสูตร ทฤษฎี เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง แล้วกำหนดจุดมุ่งหมายในเชิงพฤติกรรมที่แสดงถึงความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ได้ 2 ลักษณะ คือ ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์แบบอุปนัยและแบบนิรนัย จึงสร้างแบบทดสอบความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ จำนวน 2 ฉบับ แบ่งตามจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรม ซึ่งลักษณะของแบบทดสอบความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เป็นเครื่องมือที่ใช้วัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ในรูปแบบข้อสอบ ดังนี้ ฉบับที่ 1 เป็นแบบทดสอบชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก และฉบับที่ 2 เป็นแบบทดสอบต่อเนื่องสองขั้นตอน ชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จากนั้นผู้วิจัยจึงร่างแบบทดสอบ โดยแต่ละฉบับมีข้อสอบฉบับละ 30 ข้อ และนำเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาเพื่อตรวจสอบความถูกต้องของเนื้อหา ภาษา สำนวนที่ใช้ในแบบทดสอบ และรูปแบบการพิมพ์ แล้วนำข้อเสนอแนะที่ได้ไปปรับปรุงแก้ไข ผู้วิจัยได้นำแบบทดสอบที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบคุณภาพของแบบทดสอบด้านความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (Content validity) จำนวน 5 คน แล้วนำผลการพิจารณาจากผู้เชี่ยวชาญมาคำนวณค่าดัชนีความสอดคล้อง (Index of item objective congruence) คัดเลือกข้อคำถามที่มีค่าดัชนีความสอดคล้องตั้งแต่ .60 ขึ้นไป และพิจารณาแก้ไขให้เหมาะสมตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ แล้วนำแบบทดสอบที่ผ่านการตรวจสอบจากผู้เชี่ยวชาญ ไปทดลอง (Try out) ครั้งที่ 1 เพื่อวิเคราะห์หาคุณภาพรายข้อ แล้วคัดเลือกข้อคำถามที่มีค่าความยากง่ายตั้งแต่ .20 ถึง .80 และค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ .20 ขึ้นไป ทดลอง (Try out) ครั้งที่ 2 เพื่อคัดเลือกข้อคำถามที่มีค่าความยากง่ายตั้งแต่ .20 ถึง .80 และค่าอำนาจจำแนกรายข้อตั้งแต่

.20 ขึ้นไป ให้เหลือฉบับละ 20 ข้อ และวิเคราะห์ค่าความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้าง โดยนำแบบทดสอบไปทดสอบกับกลุ่มตัวอย่างที่เคยเรียนเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 มาก่อน ซึ่งเป็นนักเรียนที่กำลังเรียนอยู่ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 30 คน จึงจัดว่าเป็นกลุ่มที่มีประสบการณ์มากกว่า และนำผลคะแนนสอบระหว่างกลุ่มที่มีประสบการณ์มากกว่า (นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3) จำนวน 30 คน กับกลุ่มที่มีประสบการณ์น้อยกว่า (นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2) จำนวน 30 คน มาวิเคราะห์ผลคะแนนสอบ โดยวิธีคำนวณจากกลุ่มที่รู้ชัดอยู่แล้ว (Known-group) แล้วนำแบบทดสอบที่คัดเลือกจากการทดลอง (Try out) ครั้งที่ 2 ไปทดสอบครั้งที่ 3 เพื่อหาคุณภาพของแบบทดสอบฉบับจริงกับประชากรที่เหลือ จำนวน 324 คน เพื่อวิเคราะห์หาคุณภาพรายข้อด้านค่าความยากและค่าอำนาจจำแนก โดยการวิเคราะห์ข้อสอบด้วยเทคนิค 50% ของการจำแนกกลุ่มสูงและกลุ่มต่ำ วิเคราะห์ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับ ด้วยวิธีของคูเดอร์-ริชาร์ดสัน (Kuder-Richardson method) โดยใช้สูตร KR-20 และสร้างเกณฑ์ปกติในรูปของคะแนนทีปกติ (Normalized T-score) และจัดทำคู่มือการใช้แบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาระยอง เขต 2

สรุปผลการวิจัย

1. จากการศึกษาเอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ผู้วิจัยได้นำมากำหนดจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมในการวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ คือ ความสามารถในการให้เหตุผลแบบอุปนัย และการให้เหตุผลแบบนิรนัย และนำไปสร้างแบบทดสอบจำนวน 2 ฉบับ คือ เป็นแบบทดสอบชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ ฉบับที่ 2 ทดสอบความสามารถในการให้เหตุผลแบบนิรนัย เป็นแบบทดสอบต่อเนื่องสองขั้นตอน ชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ และนำไปตรวจสอบคุณภาพของแบบทดสอบและคัดเลือกข้อคำถามที่มีคุณภาพเหมาะสมที่สุดให้เหลือฉบับละ 20 ข้อ

2. จากการตรวจสอบคุณภาพของแบบทดสอบที่ใช้ในการวิจัย เรื่องการสร้างแบบทดสอบความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาระยองเขต 2 ซึ่งมีจำนวน 2 ฉบับ ผู้วิจัยสรุปผลการวิจัยได้ดังนี้

2.1 คุณภาพด้านความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา โดยให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 คน ตรวจสอบความถูกต้องเหมาะสมของข้อคำถามว่าตรงตามจุดมุ่งหมายของการวิจัยและเหมาะสมกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 แล้วนำผลการพิจารณาจากผู้เชี่ยวชาญมาคำนวณค่าดัชนีความสอดคล้อง

(Index of item objective congruence) พบว่าแบบทดสอบฉบับที่ 1 ทดสอบความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์แบบอุปนัย มีค่าดัชนีความสอดคล้อง ตั้งแต่ .60 ถึง 1.00 และฉบับที่ 2 ทดสอบความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์แบบนิรนัย มีค่าดัชนีความสอดคล้องตั้งแต่ .60 ถึง 1.00 แสดงว่า ข้อคำถามของแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ทั้ง 2 ฉบับวัดตรงกับจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรมของความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

2.2 คุณภาพด้านค่าความยากและค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบ โดยการวิเคราะห์ข้อสอบด้วยเทคนิค 50% ของการจำแนกกลุ่มสูงและกลุ่มต่ำ

2.2.1 จากการทดลอง (Try out) ใช้ครั้งที่ 1 ทดสอบกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 50 คน จากโรงเรียนบ้านสองสลึง พบว่า แบบทดสอบฉบับที่ 1 ทดสอบความสามารถในการให้เหตุผลแบบอุปนัย จำนวน 30 ข้อ มีค่าความยากตั้งแต่ .32 ถึง .66 และค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ -.04 ถึง .80 ซึ่งมีข้อที่ไม่ผ่านเกณฑ์อยู่ 2 ข้อ คือ ข้อ 17 และข้อ 20 จึงตัดออก เหลือข้อสอบที่คัดเลือกไว้เพื่อทดลอง (Try out) ครั้งที่ 2 จำนวน 28 ข้อ แบบทดสอบฉบับที่ 2 ทดสอบความสามารถในการให้เหตุผลแบบนิรนัย จำนวน 30 ข้อ มีค่าความยากตั้งแต่ .24 ถึง .72 และค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ .00 ถึง .72 ซึ่งมีข้อที่ไม่ผ่านเกณฑ์อยู่ 4 ข้อ คือ ข้อ 5, ข้อ 6, ข้อ 15 และข้อ 24 จึงตัดออก เหลือข้อสอบที่คัดเลือกไว้เพื่อทดลอง (Try out) ครั้งที่ 2 จำนวน 26 ข้อ

2.2.2 จากการทดลอง (Try out) ใช้ครั้งที่ 2 ทดสอบกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 30 คน จากโรงเรียนบ้านทุ่งเค็ด พบว่า แบบทดสอบฉบับที่ 1 ทดสอบความสามารถในการให้เหตุผลแบบอุปนัย จำนวน 27 ข้อ มีค่าความยากตั้งแต่ .20 ถึง .83 และค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ -.07 ถึง .60 ซึ่งมีข้อที่ไม่ผ่านเกณฑ์อยู่ 6 ข้อ คือ ข้อ 1, ข้อ 7, ข้อ 9, ข้อ 14, ข้อ 21 และข้อ 25 จึงตัดออก และคัดเลือกข้อสอบที่มีค่าความยากและค่าอำนาจจำแนกเหมาะสมที่สุดให้เหลือ 20 ข้อ ซึ่งมีค่าความยากตั้งแต่ .33 ถึง .77 และมีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ .33 ถึง .60 แบบทดสอบฉบับที่ 2 ทดสอบความสามารถในการให้เหตุผลแบบนิรนัยจำนวน 26 ข้อ มีค่าความยากตั้งแต่ .10 ถึง .73 และค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ -.07 ถึง .60 ซึ่งมีข้อที่ไม่ผ่านเกณฑ์อยู่ 4 ข้อ คือ ข้อ 9, ข้อ 19, ข้อ 21 และข้อ 26 จึงตัดออก และคัดเลือกข้อสอบที่มีค่าความยากและค่าอำนาจจำแนกเหมาะสมที่สุดให้เหลือ 20 ข้อ ซึ่งมีค่าความยากตั้งแต่ .30 ถึง .73 และมีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ .27 ถึง .60 เพื่อนำไปทดสอบครั้งที่ 3 เพื่อหาคุณภาพของแบบทดสอบฉบับจริง

2.2.3 จากการทดสอบครั้งที่ 3 เพื่อหาคุณภาพของแบบทดสอบฉบับจริง โดยผู้วิจัยได้นำแบบทดสอบที่คัดเลือกไว้ฉบับละ 20 ข้อ ไปทดสอบกับประชากรที่เหลือ จำนวน 324 คน พบว่า แบบทดสอบฉบับที่ 1 ทดสอบความสามารถในการให้เหตุผลแบบอุปนัยมีค่าความยากตั้งแต่ .30-.72 โดยอยู่ในระดับค่อนข้างยากถึงค่อนข้างง่าย และมีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ .30-.78 โดยอยู่ใน

ระดับจำแนกดีถึงจำแนกดีมาก ซึ่งข้อสอบทั้ง 20 ข้อ มีผลการพิจารณาว่าสามารถนำไปใช้ในการทดสอบความสามารถในการให้เหตุผลแบบอุปนัยได้ แบบทดสอบฉบับที่ 2 ทดสอบความสามารถในการให้เหตุผลแบบนิรนัย มีค่าความยากตั้งแต่ .30-.70 โดยอยู่ในระดับค่อนข้างยากถึงค่อนข้างง่าย และมีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ .30-.73 โดยอยู่ในระดับจำแนกดีถึงจำแนกดีมาก ซึ่งข้อสอบทั้ง 20 ข้อ มีผลการพิจารณาว่าสามารถนำไปใช้ในการทดสอบความสามารถในการให้เหตุผลแบบนิรนัยได้

2.3 คุณภาพด้านความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้าง ผู้วิจัยนำแบบทดสอบไปทดสอบกับกลุ่มตัวอย่างที่เคยเรียนเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 มาก่อน ซึ่งเป็นนักเรียนที่กำลังเรียนอยู่ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 30 คน จึงจัดว่าเป็นกลุ่มที่มีประสบการณ์มากกว่า และนำผลคะแนนสอบระหว่างกลุ่มที่มีประสบการณ์มากกว่า (นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3) จำนวน 30 คน กับกลุ่มที่มีประสบการณ์น้อยกว่า (นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2) จำนวน 30 คน มาวิเคราะห์ผลคะแนนสอบเพื่อตรวจสอบค่าความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้าง โดยวิธีคำนวณจากกลุ่มที่รู้ชัดอยู่แล้ว (Known-group) พบว่า คะแนนสอบแบบทดสอบฉบับที่ 1 ทดสอบความสามารถในการให้เหตุผลแบบอุปนัยของกลุ่มที่มีประสบการณ์มากกว่า (นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3) มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 17.40 และกลุ่มที่มีประสบการณ์น้อยกว่า (นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2) มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 15.13 และมีค่า $t > 1.75$, $p < .05$ และแบบทดสอบฉบับที่ 2 ทดสอบความสามารถในการให้เหตุผลแบบนิรนัยของกลุ่มที่มีประสบการณ์มากกว่า (นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3) มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 15.90 และกลุ่มที่มีประสบการณ์น้อยกว่า (นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2) มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 13.37 และมีค่า $t > 1.75$, $p < .05$ ดังนั้นกลุ่มที่มีประสบการณ์มากกว่า (นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3) มีความสามารถในการให้เหตุผลสูงกว่ากลุ่มที่มีประสบการณ์น้อยกว่า (นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แสดงว่า แบบทดสอบทั้ง 2 ฉบับมีความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้าง

2.4 คุณภาพด้านความเชื่อมั่นของแบบทดสอบด้วยวิธีของคูเดอร์-ริชาร์ดสัน (Kuder-Richardson method) โดยใช้สูตร KR-20 พบว่า แบบทดสอบทั้ง 2 ฉบับมีค่าความเชื่อมั่นตามเกณฑ์ที่กำหนด ดังนี้

แบบทดสอบฉบับที่ 1 มีค่าความเชื่อมั่น .87

แบบทดสอบฉบับที่ 2 มีค่าความเชื่อมั่น .86

3. เกณฑ์ปกติของแบบทดสอบ

3.1 ผู้วิจัยนำคะแนนจากการทดสอบครั้งที่ 3 เพื่อหาคุณภาพของแบบทดสอบฉบับจริงทั้ง 2 ฉบับ มาแปลงให้อยู่ในรูปตำแหน่งเปอร์เซ็นต์ไทล์ แล้วนำตำแหน่งเปอร์เซ็นต์ไทล์ไปเทียบค่าทีปกติจากตารางสำเร็จรูปเพื่อหาค่าทีปกติ โดยใช้ค่าที่ตรงกันหรือค่าที่ใกล้เคียงกันมากที่สุด ดังนี้

เกณฑ์ปกติของแบบทดสอบฉบับที่ 1 ทดสอบความสามารถในการให้เหตุผลแบบอุปนัยมีคะแนนดิบตั้งแต่ 2 ถึง 19 คะแนนทีปกติของแบบทดสอบมีค่าตั้งแต่ T_{23} ถึง T_{80}

เกณฑ์ปกติของแบบทดสอบฉบับที่ 2 ทดสอบความสามารถในการให้เหตุผลแบบนิรนัยมีคะแนนดิบตั้งแต่ 1 ถึง 18 คะแนนทีปกติของแบบทดสอบมีค่าตั้งแต่ T_{26} ถึง T_{80}

เกณฑ์ปกติรวมของแบบทดสอบความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาระยอง เขต 2 มีคะแนนดิบตั้งแต่ 23 ถึง 36 คะแนนทีปกติของแบบทดสอบมีค่าตั้งแต่ T_{23} ถึง T_{80}

3.2 การปรับขยายคะแนนทีปกติ

จากการทดสอบครั้งที่ 3 แล้วนำคะแนนดิบมาแปลงเป็นคะแนนทีปกติ พบว่าคะแนนทีปกติยังไม่ครอบคลุมคะแนนดิบทั้งหมดที่อาจจะเป็นไปได้ จึงจำเป็นต้องขยายคะแนนทีปกติให้ครอบคลุมคะแนนดิบทุกคะแนน ดังนี้

เกณฑ์ปกติของแบบทดสอบฉบับที่ 1 ทดสอบความสามารถในการให้เหตุผลแบบอุปนัย หลังขยายคะแนนทีปกติ (T_c) มีคะแนนดิบตั้งแต่ 0 ถึง 20 คะแนนทีปกติของแบบทดสอบมีค่าตั้งแต่ T_{25} ถึง T_{72}

เกณฑ์ปกติของแบบทดสอบฉบับที่ 2 ทดสอบความสามารถในการให้เหตุผลแบบนิรนัย หลังขยายคะแนนทีปกติ (T_c) มีคะแนนดิบตั้งแต่ 0 ถึง 20 คะแนนทีปกติของแบบทดสอบมีค่าตั้งแต่ T_{29} ถึง T_{76}

เกณฑ์ปกติรวมของแบบทดสอบความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาระยอง เขต 2 หลังขยายคะแนนทีปกติ (T_c) มีคะแนนดิบตั้งแต่ 0 ถึง 40 คะแนนทีปกติของแบบทดสอบมีค่าตั้งแต่ T_{20} ถึง T_{80}

อภิปรายผลการวิจัย

ผู้วิจัยได้นำผลการวิจัยมาอภิปรายผลตามลำดับ ดังนี้

1. การสร้างแบบทดสอบความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

แบบทดสอบความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ที่สร้างขึ้นจากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ พบว่า ประเภทของการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ส่วนใหญ่แบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ การให้เหตุผลแบบอุปนัยและการให้เหตุผลแบบนิรนัย ผู้วิจัยจึงนำมากำหนดเป็นจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมในการวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์เพื่อสร้างแบบทดสอบ จำนวน 2 ฉบับ คือ ฉบับที่ 1

ทดสอบความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์แบบอุปนัย และฉบับที่ 2 ทดสอบความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์แบบนิรนัย และจากหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 พบว่า กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ได้กำหนดสาระที่จำเป็นสำหรับผู้เรียน ซึ่งประกอบด้วยเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์และทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ รวม 6 สาระ ได้แก่ สาระที่ 1 จำนวนและการดำเนินการ สาระที่ 2 การวัด สาระที่ 3 เรขาคณิต สาระที่ 4 พีชคณิต สาระที่ 5 การวิเคราะห์ข้อมูลและความน่าจะเป็น และสาระที่ 6 ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ซึ่งการให้เหตุผลถือเป็นหนึ่งในทักษะและกระบวนทางคณิตศาสตร์ที่สอดแทรกในทุกสาระ ผู้วิจัยนำไปสร้างแบบทดสอบฉบับละ 30 ข้อ โดยมีข้อคำถามสาระละ 6 ข้อเท่า ๆ กันทุกสาระ นำไปตรวจสอบคุณภาพของแบบทดสอบและคัดเลือกข้อคำถามที่มีคุณภาพเหมาะสมที่สุดให้เหลือฉบับละ 20 ข้อ

2. คุณภาพของแบบทดสอบ

2.1 จากการตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อโดยให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 คน ตรวจสอบความถูกต้องเหมาะสมของข้อคำถามว่าตรงตามจุดมุ่งหมายของการวิจัยและเหมาะสมกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 แล้วนำผลการพิจารณาจากผู้เชี่ยวชาญมาคำนวณค่าดัชนีความสอดคล้อง (Index of item objective congruence) พบว่า แบบทดสอบทั้ง 2 ฉบับ มีค่าดัชนีความสอดคล้องตั้งแต่ .60 ถึง 1.00 ซึ่งสอดคล้องกับพิชิต ฤทธิ์จรูญ (2555, หน้า 150-151) ที่กล่าวว่า ข้อสอบที่มีค่าดัชนีความสอดคล้องตั้งแต่ .05 ขึ้นไป ถือว่าเข้าเกณฑ์ แต่ถ้าข้อใดมีค่าน้อยกว่า .05 ให้ตัดทิ้ง และสมนึก ภัททิยธนี (2553, หน้า 218-222) ที่กล่าวว่า ให้พิจารณาคัดเลือกข้อสอบที่มีคะแนนเฉลี่ย .05 ถึง 1.00 ซึ่งแสดงว่าข้อสอบนั้นวัดได้ตรงตามจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม แสดงว่า แบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ทั้ง 2 ฉบับ มีความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา ซึ่งพบว่าสอดคล้องกับการวิจัยของณัฐชา แก้วคำ (2555) ได้พัฒนาแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 27 มีค่าความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาโดยให้ผู้เชี่ยวชาญเป็นผู้พิจารณาความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ มีค่าดัชนีความสอดคล้องตั้งแต่ .60 ถึง 1.00

2.2 คุณภาพด้านค่าความยากและค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบทั้ง 2 ฉบับ

จากการทดสอบเพื่อตรวจสอบคุณภาพรายข้อของแบบทดสอบทั้ง 2 ฉบับ โดยการวิเคราะห์ข้อสอบด้วยเทคนิค 50% ของการจำแนกกลุ่มสูงและกลุ่มต่ำ ได้ทดลองใช้แบบทดสอบ 2 ครั้ง และได้คัดเลือกข้อสอบที่มีค่าความยากและค่าอำนาจจำแนกที่ไม่ผ่านเกณฑ์พิจารณาค่าความยากตามเกณฑ์ของล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ (2543, หน้า 196) ที่กล่าวว่า

แบบทดสอบที่ดีต้องมีค่าความยากตั้งแต่ .20-.80 และสอดคล้องกับแนวคิดของสมบัติ ท้ายเรือคำ (2551, หน้า 88-89) ที่กล่าวว่า ความยาก คือสัดส่วนที่แสดงว่าข้อสอบนั้นมีผู้ที่ตอบถูกมากหรือน้อย ถ้ามีผู้ที่ตอบถูกมากก็ถือว่าเป็นข้อสอบที่ง่าย แต่ถ้ามีผู้ที่ตอบถูกน้อยก็ถือว่าเป็นข้อที่ยาก ข้อสอบที่คัดเลือกมาใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลควรเป็นข้อสอบที่มีความยากอยู่ในช่วง .20-.80 พิจารณาค่าอำนาจจำแนกตามเกณฑ์ของล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ (2543, หน้า 196) ที่กล่าวว่า ข้อสอบที่มีค่าอำนาจจำแนกที่ใช้ได้จะมีค่ามากกว่าหรือเท่ากับ .20 และถ้าข้อสอบนั้นมีค่าอำนาจจำแนกเข้าใกล้ 1.00 ก็แสดงว่า ข้อสอบข้อนั้นสามารถจำแนกคนเก่งและคนอ่อนได้ถูกต้องมาก และสอดคล้องกับแนวคิดของศิริชัย กาญจนวาสี (2556, หน้า 223) ที่กล่าวว่า ค่าอำนาจจำแนก คือ ความสามารถของข้อสอบในการจำแนกหรือแยกให้เห็นความแตกต่างระหว่างผู้สอบที่มีผลสัมฤทธิ์ต่างกัน ดังนั้น ข้อสอบที่ดีควรมีค่าอำนาจจำแนกที่เป็นบวก ตั้งแต่ .20 ขึ้นไป ซึ่งผู้วิจัยได้คัดเลือกข้อสอบที่มีผ่านเกณฑ์ได้ข้อสอบฉบับละ 20 ข้อ จากนั้นผู้วิจัยได้นำไปใช้จริงครั้งที่ 3 พบว่า แบบทดสอบฉบับที่ 1 มีค่าความยากตั้งแต่ .30-.72 และค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ .30-.78 แบบทดสอบฉบับที่ 2 มีค่าความยากตั้งแต่ .30-.70 และค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ .30-.73 สอดคล้องกับงานวิจัยของณัฐชา แก้วคำ (2555) การพัฒนาแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 27 มีค่าความยากรายข้อตั้งแต่ .33-.74 และมีค่าอาจจำแนกรายข้อตั้งแต่ .24-.88 สาคร สียางนอก (2556) การพัฒนาแบบวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในฉบับที่ 2 เป็นแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผล มีค่าความยากตั้งแต่ .45-.59 ค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ .40-.87 ดังนั้น แบบทดสอบความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมีคุณภาพด้านค่าความยากและค่าอำนาจจำแนก

2.3 คุณภาพด้านความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้าง โดยวิธีคำนวณจากกลุ่มที่รู้ชัดอยู่แล้ว (Known-group technique) พบว่า มีคะแนนเฉลี่ยของกลุ่มที่มีประสบการณ์มากกว่า (นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3) สูงกว่าคะแนนเฉลี่ยของกลุ่มที่มีประสบการณ์น้อยกว่า (นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 สอดคล้องกับศิริชัย กาญจนวาสี (2556, หน้า 125) ที่กล่าวว่า การตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้างนั้นจะต้องหาหลักฐานส่วนหนึ่งที่ใช้สนับสนุนความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้างด้วยการเปรียบเทียบคะแนนที่วัดได้ระหว่างกลุ่มที่ทราบแน่ชัดแล้วว่ามีลักษณะที่มุ่งวัดนั้นแตกต่างกัน (Known groups) ถ้าเครื่องมือนั้นสามารถวัดลักษณะที่สนใจนั้นได้ ผลการวัดจะต้องมีความแตกต่างกันระหว่างกลุ่ม และสอดคล้องกับงานวิจัยของนารีนารถ นาคหลวง (2548, หน้า 80-81) การพัฒนาแบบวัดเจตคติทางวิทยาศาสตร์ด้านความสนใจใฝ่รู้ ความมีเหตุผล และความใจกว้างของนักเรียนช่วงชั้นที่ 3 กลุ่มโรงเรียนเทศบาลเมืองอุตรดิตถ์

หาค่าความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้าง โดยใช้เทคนิคกลุ่มที่รู้ชัดอยู่แล้ว (Known-group technique) โดยใช้คะแนนที่ได้จากการประเมินความมีเจตคติทางวิทยาศาสตร์ด้านความสนใจใฝ่รู้ ความมีเหตุผล และความใจกว้าง ที่ประเมินโดยครูผู้สอน กำหนดกลุ่มตัวอย่างที่รู้ชัดว่าเป็นผู้ที่มีเจตคติทางวิทยาศาสตร์สูงและต่ำ และใช้การทดสอบที (t-test) ทดสอบความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ยที่ได้จากการวัดเจตคติทางวิทยาศาสตร์ระหว่างกลุ่มที่มีเจตคติทางวิทยาศาสตร์สูงกับกลุ่มที่มีเจตคติทางวิทยาศาสตร์ต่ำนั้น พบว่า มีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ดังนั้น แบบทดสอบความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นทั้ง 2 ฉบับ มีความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้าง

2.4 คุณภาพด้านความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ

จากการทดสอบเพื่อตรวจสอบคุณภาพด้านความเชื่อมั่นของแบบทดสอบความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ทั้ง 2 ฉบับ ด้วยวิธีของคูเดอร์-ริชาร์ดสัน (Kuder-Richardson method) โดยใช้สูตร KR-20 พบว่า แบบทดสอบความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ฉบับที่ 1 มีค่าความเชื่อมั่น .87 และฉบับที่ 2 มีค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ .86 สอดคล้องกับเกณฑ์การพิจารณา (Burns & Grove, 1997 อ้างถึงใน สมชาย วรกิจเกษมสกุล, 2554, หน้า 288) เครื่องมือที่สร้างและพัฒนาขึ้นควรมีความเชื่อมั่นอย่างน้อย .70 ดังนั้น แบบทดสอบที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมีคุณภาพด้านความเชื่อมั่น เหมาะที่จะนำไปวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

3. เกณฑ์ปกติ (Norms) และคู่มือการใช้แบบทดสอบ

3.1 ผู้วิจัยสร้างเกณฑ์ปกติในรูปคะแนนที โดยนำคะแนนจากการทดสอบครั้งที่ 3 เพื่อหาคุณภาพของแบบทดสอบทั้ง 2 ฉบับ มาแปลงให้อยู่ในรูปตำแหน่งเปอร์เซ็นต์ไทล์ แล้วนำตำแหน่งเปอร์เซ็นต์ไทล์ไปเทียบค่าทีปกติจากตารางสำเร็จรูป เพื่อหาค่าทีปกติ โดยใช้ค่าที่ตรงกันหรือค่าที่ใกล้เคียงกันมากที่สุด ดังนี้

เกณฑ์ปกติของแบบทดสอบฉบับที่ 1 ทดสอบความสามารถในการให้เหตุผลแบบอุปนัยมีคะแนนดิบตั้งแต่ 2 ถึง 19 คะแนนทีปกติของแบบทดสอบมีค่าตั้งแต่ T_{23} ถึง T_{80}

เกณฑ์ปกติของแบบทดสอบฉบับที่ 2 ทดสอบความสามารถในการให้เหตุผลแบบนิรนัยมีคะแนนดิบตั้งแต่ 1 ถึง 18 คะแนนทีปกติของแบบทดสอบมีค่าตั้งแต่ T_{26} ถึง T_{80}

เกณฑ์ปกติรวมของแบบทดสอบความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาระยอง เขต 2 มีคะแนนดิบตั้งแต่ 23 ถึง 36 คะแนนทีปกติของแบบทดสอบมีค่าตั้งแต่ T_{23} ถึง T_{80}

3.2 การปรับขยายคะแนนทีปกติ

จากการทดสอบครั้งที่ 3 แล้วนำคะแนนดิบมาแปลงเป็นคะแนนทีปกติ พบว่า คะแนนทีปกติ ยังไม่ครอบคลุมคะแนนดิบทั้งหมดที่อาจจะเป็นไปได้ จึงจำเป็นต้องขยายคะแนนทีปกติให้ครอบคลุมคะแนนดิบทุกคะแนน ดังนี้

เกณฑ์ปกติของแบบทดสอบฉบับที่ 1 ทดสอบความสามารถในการให้เหตุผลแบบอุปนัย หลังขยายคะแนนทีปกติ (T_c) มีคะแนนดิบตั้งแต่ 0 ถึง 20 คะแนนทีปกติของแบบทดสอบมีค่าตั้งแต่ T_{25} ถึง T_{72}

เกณฑ์ปกติของแบบทดสอบฉบับที่ 2 ทดสอบความสามารถในการให้เหตุผลแบบนิรนัย หลังขยายคะแนนทีปกติ (T_c) มีคะแนนดิบตั้งแต่ 0 ถึง 20 คะแนนทีปกติของแบบทดสอบมีค่าตั้งแต่ T_{29} ถึง T_{76}

เกณฑ์ปกติรวมของแบบทดสอบความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาระยอง เขต 2 หลังขยายคะแนนทีปกติ (T_c) มีคะแนนดิบตั้งแต่ 0 ถึง 40 คะแนนทีปกติของแบบทดสอบมีค่าตั้งแต่ T_{20} ถึง T_{80}

3.3 การแปลความหมายคะแนนทีปกติ

การแปลความหมายของคะแนนทีปกติ เมื่อสามารถวัดได้ว่านักเรียนได้คะแนนทีปกติเท่าใดแล้ว จะประเมินว่านักเรียนคนนั้นมีความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับใดนั้น ให้ตัดสินตามเกณฑ์ (ชวาล แพรัตกุล, 2520 ก, หน้า 53) ดังนี้

ตั้งแต่ T_{65} ขึ้นไป	แปลว่า	มีความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ในระดับสูงมาก
ตั้งแต่ T_{55} - T_{64}	แปลว่า	มีความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ในระดับสูง
ตั้งแต่ T_{45} - T_{54}	แปลว่า	มีความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ในระดับปานกลาง
ตั้งแต่ T_{35} - T_{44}	แปลว่า	มีความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ในระดับต่ำ
ตั้งแต่ T_{34} ลงไป	แปลว่า	มีความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ในระดับต่ำมาก

การนำเกณฑ์ที่สร้างขึ้นนี้ไปใช้เพื่อเป็นประโยชน์ในการวินิจฉัยว่านักเรียนมีความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับใด แล้วนำข้อมูลไปเป็นแนวทาง

ในการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมและพัฒนาให้ดียิ่งขึ้นต่อไป และเกณฑ์ปกตินี้ควรใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาระยอง เขต 2 เพราะถ้าเป็นกลุ่มตัวอย่างอื่น เกณฑ์ก็จะแตกต่างกันออกไปด้วย

3.4 คู่มือการใช้แบบทดสอบ ผู้วิจัยได้ดำเนินการสร้างคู่มือการใช้แบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาระยอง เขต 2 สำหรับใช้เป็นแนวทางในการดำเนินการสอบ เพื่อจะได้ทราบถึงรายละเอียดของแบบทดสอบ ซึ่งประกอบไปด้วยความหมาย ความมุ่งหมาย โครงสร้างของแบบทดสอบ การพัฒนาแบบทดสอบ วิธีการดำเนินการสอบ การตรวจให้คะแนน เกณฑ์ปกติของแบบทดสอบ และการแปลความหมายของคะแนน ดังนั้น ผู้นำแบบทดสอบที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นไปใช้ควรอ่านคู่มือการใช้แบบทดสอบทุกครั้ง ซึ่งจะช่วยให้การนำแบบทดสอบไปใช้บรรลุวัตถุประสงค์ที่ต้องการต่อไป

ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะสำหรับการนำไปใช้

1. การนำแบบทดสอบความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ไปใช้ ควรมีการศึกษาคู่มือการใช้แบบทดสอบให้เข้าใจ และอธิบายวิธีการทำแบบทดสอบให้ผู้สอบเข้าใจตรงกัน

2. แบบทดสอบความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 มีคุณภาพตามเกณฑ์มาตรฐาน จึงควรนำแบบทดสอบไปใช้เพื่อเป็นแนวทางในการปรับปรุงและพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนต่อไป

3. ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นการสร้างแบบทดสอบความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ที่ใช้สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาระยอง เขต 2 ดังนั้น ในการนำไปใช้กับนักเรียนในระดับชั้นอื่นหรือพื้นที่อื่นที่แตกต่างกัน ควรคำนึงถึงการนำไปใช้ เนื่องจากนักเรียนแต่ละระดับชั้นหรือแต่ละพื้นที่มีสภาพแวดล้อมที่แตกต่างกัน อาจส่งผลให้ผลการทดสอบมีความคลาดเคลื่อน

ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยครั้งต่อไป

1. ควรมีการพัฒนาแบบทดสอบความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ในระดับชั้นอื่น ๆ เพื่อให้นำผลการวิจัยไปพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์อย่างต่อเนื่อง

2. ควรมีการสร้างแบบทดสอบวัดทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ด้านอื่น ๆ เช่น การแก้ปัญหา การสื่อสารทางคณิตศาสตร์ การเชื่อมโยง และความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ เพื่อพัฒนานักเรียนให้เป็นไปตามเป้าหมายของหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ต่อไป

3. ควรทำการศึกษาปัจจัยที่ส่งผลต่อความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เพื่อให้ได้ข้อมูลที่เป็นประโยชน์ต่อการออกแบบกิจกรรมการเรียนการสอนที่ส่งเสริมความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน

บรรณานุกรม

กรมวิชาการ. (2542). *หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2544*. กรุงเทพฯ: กระทรวงศึกษาธิการ.

กระทรวงศึกษาธิการ. (2551). *หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.

เกรียงศักดิ์ รำพรรณ์. (2552). *การพัฒนาแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นปีที่ 1 ในเขตพื้นที่การศึกษาราชบุรี เขต 2*. วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาวิจัยและประเมินผลการศึกษา, คณะครุศาสตร์, มหาวิทยาลัยราชภัฏกาญจนบุรี.

จิตติมา ชอบเอียด. (2551). *การใช้ปัญหาปลายเปิดเพื่อส่งเสริมทักษะการให้เหตุผลและทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1*. วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต, สาขาวิชาการมัธยมศึกษา, บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

ชนาธิป พรกุล. (2554). *การสอนกระบวนการคิด ทฤษฎีและการนำไปใช้*. กรุงเทพฯ: เอ็กซเปอร์เน็ท.

ชวาล แพรัตกุล. (2520 ก). *คู่มือดำเนินการสอบแบบทดสอบมาตรฐานความถนัดทางการเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3*. กรุงเทพฯ: คุรุสภา.

ชวาล แพรัตกุล. (2520 ข). *เทคนิคการเขียนข้อทดสอบ*. กรุงเทพฯ: พิทักษ์อักษร.

เชิดศักดิ์ ตั้นภูมี. (2550). *การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยพหุระดับกับความสามารถในการใช้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาอุดรธานี เขต 1*. วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต, สาขาวิชาการวิจัยและสถิติทางการศึกษา, บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

ณัฐชา แก้วคำ. (2555). *การพัฒนาแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 27*. วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต, สาขาวิชาการวัดผลการศึกษา, คณะศึกษาศาสตร์, มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.

ธัญญา งามจรรยาภรณ์. (2552). *การศึกษาเปรียบเทียบความสามารถทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาชลบุรี เขต 1 ที่มีเพศและระดับการรับรู้ความสามารถของตนเองทางคณิตศาสตร์แตกต่างกัน*. วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต, สาขาวิชาการวิจัยและสถิติทางการศึกษา, บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

ธิติมา อุดมพรมนตรี. (2555). *การศึกษาปัจจัยบางประการที่ส่งผลต่อความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จังหวัดลพบุรี สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 5*. วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต, สาขาวิชาการวิจัยและสถิติทางการศึกษา, บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

นารีนารถ นาคหลวง. (2548). *การพัฒนาแบบวัดเจตคติทางวิทยาศาสตร์ด้านความสนใจใฝ่รู้ ความมีเหตุผล และความใจกว้าง ของนักเรียนช่วงชั้นที่ 3 กลุ่มโรงเรียนเทศบาลเมืองอุตรดิตถ์*. วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาวิจัยและประเมินผลการศึกษา, คณะครุศาสตร์, มหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรดิตถ์.

นิตยา ธรรมมิกะกุล. (2550). *พัฒนาการความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนช่วงชั้นที่ 2 ที่มีระดับการรับรู้ความสามารถของตนเองด้านคณิตศาสตร์ต่างกัน ของโรงเรียนในกลุ่มศรีนครินทร์ กรุงเทพมหานคร*. วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต, สาขาวิชาการวิจัยและสถิติทางการศึกษา, บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

บุญใจ ศรีสถิตย์นรากูร. (2547). *ระเบียบวิธีการวิจัยทางพยาบาลศาสตร์* (พิมพ์ครั้งที่ 3). กรุงเทพฯ: ยูแอนด์ไอ อินเตอร์มีเดีย.

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

ปรีดาวรรณ อ่อนนางใย. (2555). *การสร้างแบบทดสอบวัดความสามารถทางการคิดวิเคราะห์สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 สำนักการศึกษา กรุงเทพมหานคร*. วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต, สาขาวิชาการวัดผลการศึกษา, บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

พวงรัตน์ ทวีรัตน์. (2530). *การสร้างและพัฒนาแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์*. กรุงเทพฯ: สำนักทดสอบทางการศึกษาและจิตวิทยา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร.

พิชิต ฤทธิ์จรูญ. (2555). *หลักการวัดและประเมินผลการศึกษา* (พิมพ์ครั้งที่ 7). กรุงเทพฯ: เฮ้าส์ ออฟ เคอร์มิสท์.

พีชาณิกา เพชรสังข์. (2556). *ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้รูปแบบการเรียนการสอน 5E ร่วมกับคำถามปลายเปิดที่มีต่อความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์และความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2*. วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาการศึกษาคณิตศาสตร์, บัณฑิตวิทยาลัย, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ภูมิฤทัย วิทยวิจิน. (2556). *ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้กลวิธีการสร้างมโนทัศน์ CANGELOSI ที่มีต่อความคงทนในการเรียนและความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3*. วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาการศึกษาคณิตศาสตร์, บัณฑิตวิทยาลัย, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

มนัส เมืองมัจฉา. (2551). *การพัฒนาแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามหาสารคาม เขต 1*. วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต, สาขาวิชาการวัดผลการศึกษา, คณะศึกษาศาสตร์, มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.

มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช. (2537). *ประมวลสาระชุดวิชา 22712 สารัตถะและวิทยวิธีทางวิชาคณิตศาสตร์ หน่วยที่ 8-11*. นนทบุรี: สาขาวิชาศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.

รุจิรัตน์ พรหมรักษ์. (2553). *การศึกษาปัจจัยบางประการที่ส่งผลต่อความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์และการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษานครปฐม เขต 1*. วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต, สาขาวิชาการวิจัยและสถิติทางการศึกษา, บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. (2539). *เทคนิคการวัดผลการเรียนรู้*. กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.

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

วรรณี ธรรมโชติ. (2550). *หลักการคณิตศาสตร์*. สงขลา: คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา.

วิเชียร เกตุสิงห์. (2518). *หลักการสร้างและวิเคราะห์ข้อสอบ*. กรุงเทพฯ: บรรณกิจ.

ศิริชัย กาญจนวาสี. (2544). *ทฤษฎีการทดสอบแบบดั้งเดิม* (พิมพ์ครั้งที่ 4). กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ศิริชัย กาญจนวาสี. (2556). *ทฤษฎีการทดสอบแบบดั้งเดิม* (พิมพ์ครั้งที่ 7). กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ. (2558). *สรุปผลการทดสอบทางการศึกษาระดับชาติขั้นพื้นฐาน (O-NET) ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ปีการศึกษา 2558*. เข้าถึงได้จาก http://www.onetresult.niets.or.th/AnnouncementWeb/PDF/SummaryONETM3_2558.pdf

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2551). *ทักษะ/ กระบวนการทางคณิตศาสตร์*. กรุงเทพฯ: ส.เจริญการพิมพ์.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2555 ก). *การวัดผลประเมินผลคณิตศาสตร์*. กรุงเทพฯ: ซีเอ็ดยูเคชั่น.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2555 ข). *ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์* (พิมพ์ครั้งที่ 3). กรุงเทพฯ: 3-คิวมีเดีย.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2555 ค). *บทสรุปผลการวิจัย TIMSS2011 (ด้านนักเรียนและครูผู้สอน)*. เข้าถึงได้จาก http://www.ipst.ac.th/files/executive%20TIMSS%202011_PPT.pdf

สมชาย วรกิจเกษมสกุล. (2554). *ระเบียบวิธีการวิจัยทางพฤติกรรมศาสตร์และสังคมศาสตร์* (พิมพ์ครั้งที่ 2). อุดรธานี: อักษรศิลป์การพิมพ์.

สมเดช บุญประจักษ์. (2540). *การพัฒนาศักยภาพทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยใช้การเรียนแบบร่วมมือ*. ดุษฎีนิพนธ์การศึกษาดุษฎีบัณฑิต, สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา, บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร.

สมนึก ภัททิยธนี. (2553). *การวัดผลการศึกษา* (พิมพ์ครั้งที่ 7). กาฬสินธุ์: ประสานการพิมพ์.

สมบัติ ท้ายเรือคำ. (2551). *ระเบียบวิธีวิจัยสำหรับมนุษย์ศาสตร์และสังคมศาสตร์*. กาฬสินธุ์: ประสานการพิมพ์.

สมวงษ์ แปลงประสพโชค. (2551). *รากฐานเรขาคณิต: เอกสารคำสอนรายวิชา Foundations of geometry*. กรุงเทพฯ: คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร.

สาคร สียางนอก. (2556). *การพัฒนาแบบวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3*. วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาการวิจัยและประเมินผลการศึกษา, คณะครุศาสตร์, มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม.

สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาระยอง เขต 2. (2559). *ข้อมูลพื้นฐานทางการศึกษาประจำปีการศึกษา 2559*. เข้าถึงได้จาก http://www.rayong2.go.th/website/?p=204

สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา. (2551). *ตัวชี้วัดและสาระแกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.

สุนทรพจน์ ดำรงค์พานิช. (2554). *สถิติเพื่อการวิจัย* (พิมพ์ครั้งที่ 3). มหาสารคาม: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.

เสริม ทัศศรี. (2545). การสร้างเกณฑ์ปกติโดยใช้วิธีกำลังสองต่ำสุด. ใน *การสัมมนาการวิจัยการวัดและประเมินทางการศึกษา*. สงขลา: ภาควิชาการประเมินผลและวิจัย คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยทักษิณ.

หฤทัย เทพปัน. (2557). *การสร้างแบบทดสอบวัดความสามารถในการใช้เหตุผลเชิงตรรกะสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จังหวัดกำแพงเพชร*. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา, คณะวิทยาศาสตร์, มหาวิทยาลัยบูรพา.

อรทัย เศรษฐสักโก. (2514). *การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความคิดแบบสอบสวน (Inquiry) กับความคิดแบบอื่น ๆ (Cognitive styles) และความคิดสร้างสรรค์ (Creativity)*. วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต, วิทยาลัยวิชาการศึกษา.

อัมพร ม้าคนอง. (2553). *ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์: การพัฒนาเพื่อพัฒนาการ*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

อำพล ธรรมเจริญ. (2551). *หลักการคณิตศาสตร์*. ชลบุรี: ภาควิชาคณิตศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา.

อุเทน คำสิงห์นอก. (2551). *การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ และเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เรื่อง ระบบจำนวนเต็ม ระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ TGT และกิจกรรมการเรียนรู้ 4 MAT*. วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต, สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน, คณะศึกษาศาสตร์, มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.

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

Burrill, G. (1998). Let's talk about mathematical thinking and reasoning. *NCTH News Bulletin, 45*(3), 3.

Enoch, I. L. (1994). Cognitive behavior modification, metacognition, and attribution training: Their effects on problem-solving deficits and self-efficacy. *Dissertation Abstracts International, 54*(11), 403-A.

Fah, L. Y. (2009). Logical thinking abilities among from 4 students in the interior division of Sabah, Malaysia. In *International Conference on Thinking* (311-330). Miami: International Conference on Thinking.

O'Daffer, P. G. (1990). Inductive and deductive reasoning. *The Mathematics Teacher, 84*(5), 378-380.

Stiff, L. V. (1999). *Developing mathematical reasoning in grades K-12*. Virginia: National Council of Teachers of Mathematics.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

รายนามผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือในการวิจัย

สำเนาหนังสือขอความอนุเคราะห์ในการตรวจสอบความเที่ยงตรงของเครื่องมือเพื่อการวิจัย

รายนามผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือในการวิจัย

รายนามผู้เชี่ยวชาญด้านการวัดและประเมินผลทางการศึกษา ดังนี้

1. ดร.ศจี จิระโร สำนักทะเบียนและวัดผล มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช
2. ดร.เรวดี จันทร์รัศมีโชติ ครูชำนาญการพิเศษ โรงเรียนชลราษฎรอำรุง จังหวัดชลบุรี
3. ดร.ศิราพร งามแสง นักวิชาการสาธารณสุขชำนาญการ สำนักงานสาธารณสุขจังหวัดปราจีนบุรี
4. ดร.สุวัฒนา จิตต์รัตนอรุณ ผู้อำนวยการโรงเรียนบ้านสวายไตรภูมิ สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาสุรินทร์ เขต 1
5. ดร.รุ่งนภา จันทรา พยาบาลวิชาชีพชำนาญการพิเศษ (ด้านการสอน) รองผู้อำนวยการกลุ่มการวิจัย วิทยาลัยพยาบาลบรมราชชนนีสุราษฎร์ธานี

รายนามผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ ดังนี้

1. รองศาสตราจารย์ ดร.เวชฤทธิ์ อังกนะภัทรขจร อาจารย์ประจำสาขาคณิตศาสตร์ ภาควิชาการจัดการเรียนรู้ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา
2. ดร.ผลาดร สุวรรณโพธิ์ อาจารย์ประจำสาขาคณิตศาสตร์ ภาควิชาการจัดการเรียนรู้ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา
3. ดร.คงรัฐ นวลแปง อาจารย์ประจำสาขาคณิตศาสตร์ ภาควิชาการจัดการเรียนรู้ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา

ที่ ศธ ๖๒๑๘/ว ๑๐๑๗

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

๑๔ ธันวาคม ๒๕๕๙

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์ในการตรวจสอบความเที่ยงตรงของเครื่องมือเพื่อการวิจัย

เรียน ดร.รุ่งนภา จันทรา

สิ่งที่ส่งมาด้วย เค้าโครงย่อวิทยานิพนธ์ และเครื่องมือเพื่อการวิจัย จำนวน ๑ ชุด

ด้วย นางสาวดวงฤทัย โอนประจำ นิสิตระดับบัณฑิตศึกษา หลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิจัย วัดผลและสถิติการศึกษา มหาวิทยาลัยบูรพา ได้รับอนุมัติให้ทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง "การสร้างแบบทดสอบความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๒ สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาระยอง เขต ๒" ในความควบคุมดูแลของ ดร.เชวง ช้อนบุญ ประธานกรรมการ ขณะนี้อยู่ในขั้นตอนการสร้างเครื่องมือเพื่อการวิจัย ในการนี้ คณะศึกษาศาสตร์ ได้พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญในเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอความอนุเคราะห์จากท่านในการตรวจสอบความเที่ยงตรงของเครื่องมือเพื่อการวิจัยของนิสิตในครั้งนี้

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา หวังเป็นอย่างยิ่งว่าคงจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดี และขอขอบคุณอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

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

ภาควิชาวิจัยและจิตวิทยาประยุกต์
โทรศัพท์ ๐-๓๘๑๐-๒๐๗๖
โทรสาร ๐-๓๘๓๙-๓๒๕๑
ผู้วิจัยโทร. ๐-๘๖๑๕-๒๗๔๔

ที่ ศธ ๖๒๑๘/ว ๑๐๑๗

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

๑๘ ธันวาคม ๒๕๕๙

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์ในการตรวจสอบความเที่ยงตรงของเครื่องมือเพื่อการวิจัย

เรียน ดร.ศจี จิระโร

สิ่งที่ส่งมาด้วย เค้าโครงย่อวิทยานิพนธ์ และเครื่องมือเพื่อการวิจัย จำนวน ๑ ชุด

ด้วย นางสาวดวงฤทัย โอนประจำ นิสิตระดับบัณฑิตศึกษา หลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิจัย วัดผลและสถิติการศึกษา มหาวิทยาลัยบูรพา ได้รับอนุมัติให้ทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง "การสร้างแบบทดสอบความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๒ สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาระยอง เขต ๒" ในความควบคุมดูแลของ ดร.เชวง ช้อนบุญ ประธานกรรมการ ขณะนี้อยู่ในขั้นตอนการสร้างเครื่องมือเพื่อการวิจัย ในการนี้ คณะศึกษาศาสตร์ ได้พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญในเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอความอนุเคราะห์จากท่านในการตรวจสอบความเที่ยงตรงของเครื่องมือเพื่อการวิจัยของนิสิตในครั้งนี้

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา หวังเป็นอย่างยิ่งว่าคงจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดี และขอขอบคุณอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

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

ภาควิชาวิจัยและจิตวิทยาประยุกต์
โทรศัพท์ ๐-๓๘๑๐-๒๐๗๖
โทรสาร ๐-๓๘๓๙-๓๒๕๑
ผู้วิจัยโทร. ๐-๘๖๑๕-๒๗๔๔

ที่ ศธ ๖๒๑๘/ว ๑๐๑๗

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

๑๔ ธันวาคม ๒๕๕๙

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์ในการตรวจสอบความเที่ยงตรงของเครื่องมือเพื่อการวิจัย

เรียน ดร.เรวดี จันทร์รัศมีโชติ

สิ่งที่ส่งมาด้วย เค้าโครงย่อวิทยานิพนธ์ และเครื่องมือเพื่อการวิจัย จำนวน ๑ ชุด

ด้วย นางสาวดวงฤทัย โอนประจำ นิสิตระดับบัณฑิตศึกษา หลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิจัย วัดผลและสถิติการศึกษา มหาวิทยาลัยบูรพา ได้รับอนุมัติให้ทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง "การสร้างแบบทดสอบความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๒ สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาระยอง เขต ๒" ในความควบคุมดูแลของ ดร.เชวง ช้อนบุญ ประธานกรรมการ ขณะนี้อยู่ในขั้นตอนการสร้างเครื่องมือเพื่อการวิจัย ในการนี้ คณะศึกษาศาสตร์ ได้พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญในเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอความอนุเคราะห์จากท่านในการตรวจสอบความเที่ยงตรงของเครื่องมือเพื่อการวิจัยของนิสิตในครั้งนี้

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา หวังเป็นอย่างยิ่งว่าคงจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดี และขอขอบคุณอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

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

ภาควิชาวิจัยและจิตวิทยาประยุกต์
โทรศัพท์ ๐-๓๘๑๐-๒๐๗๖
โทรสาร ๐-๓๘๓๙-๓๒๕๑
ผู้วิจัยโทร. ๐-๘๖๑๕-๒๗๔๔

ที่ ศธ ๖๒๑๘/ว ๑๐๑๗

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

๑๙ ธันวาคม ๒๕๕๙

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์ในการตรวจสอบความเที่ยงตรงของเครื่องมือเพื่อการวิจัย

เรียน ดร.ศิราพร งามแสง

สิ่งที่ส่งมาด้วย เค้าโครงย่อวิทยานิพนธ์ และเครื่องมือเพื่อการวิจัย จำนวน ๑ ชุด

ด้วย นางสาวดวงฤทัย โอนประจำ นิสิตระดับบัณฑิตศึกษา หลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิจัย วัดผลและสถิติการศึกษา มหาวิทยาลัยบูรพา ได้รับอนุมัติให้ทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง "การสร้างแบบทดสอบความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๒ สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาระยอง เขต ๒" ในความควบคุมดูแลของ ดร.เชวง ช้อนบุญ ประธานกรรมการ ขณะนี้อยู่ในขั้นตอนการสร้างเครื่องมือเพื่อการวิจัย ในการนี้ คณะศึกษาศาสตร์ ได้พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญในเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอความอนุเคราะห์จากท่านในการตรวจสอบความเที่ยงตรงของเครื่องมือเพื่อการวิจัยของนิสิตในครั้งนี้

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา หวังเป็นอย่างยิ่งว่าคงจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดี และขอขอบคุณอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

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

ภาควิชาวิจัยและจิตวิทยาประยุกต์
โทรศัพท์ ๐-๓๘๑๐-๒๐๗๖
โทรสาร ๐-๓๘๓๙-๓๒๕๑
ผู้วิจัยโทร. ๐-๘๖๑๕-๒๗๔๔

ที่ ศธ ๖๒๑๘/ว ๑๐๑๗

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

๑๙ ธันวาคม ๒๕๕๙

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์ในการตรวจสอบความเที่ยงตรงของเครื่องมือเพื่อการวิจัย

เรียน ดร.สุวัฒนา จิตต์รัตนอรุณ

สิ่งที่ส่งมาด้วย เค้าโครงย่อวิทยานิพนธ์ และเครื่องมือเพื่อการวิจัย จำนวน ๑ ชุด

ด้วย นางสาวดวงฤทัย โอนประจำ นิสิตระดับบัณฑิตศึกษา หลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิจัย วัดผลและสถิติการศึกษา มหาวิทยาลัยบูรพา ได้รับอนุมัติให้ทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง "การสร้างแบบทดสอบความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๒ สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาระยอง เขต ๒" ในความควบคุมดูแลของ ดร.เชวง ช้อนบุญ ประธานกรรมการ ขณะนี้อยู่ในขั้นตอนการสร้างเครื่องมือเพื่อการวิจัย ในการนี้ คณะศึกษาศาสตร์ ได้พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญในเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอความอนุเคราะห์จากท่านในการตรวจสอบความเที่ยงตรงของเครื่องมือเพื่อการวิจัยของนิสิตในครั้งนี้

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา หวังเป็นอย่างยิ่งว่าคงจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดี และขอขอบคุณอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

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

ภาควิชาวิจัยและจิตวิทยาประยุกต์
โทรศัพท์ ๐-๓๘๑๐-๒๐๗๖
โทรสาร ๐-๓๘๓๙-๓๒๕๑
ผู้วิจัยโทร. ๐-๘๖๑๕-๒๗๔๔

บันทึกข้อความ

ส่วนงาน คณะศึกษาศาสตร์ ภาควิชาวิจัยและจิตวิทยาประยุกต์ โทร. ๒๐๗๖
ที่ ศธ ๖๒๑๘/ว ๓๓๒๘ **วันที่** ๑๗ ตุลาคม พ.ศ. ๒๕๖๐
เรื่อง ขอความอนุเคราะห์ในการตรวจสอบความเที่ยงตรงของเครื่องมือเพื่อการวิจัย

เรียน รองศาสตราจารย์ ดร.เวชฤทธิ์ อังกนะภัทรขจร

ด้วย นางสาวดวงฤทัย โอนประจำ นิสิตระดับบัณฑิตศึกษา หลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิจัย วัดผลและสถิติการศึกษา มหาวิทยาลัยบูรพา ได้รับอนุมัติให้ทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง "การสร้างแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๒ สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาระยอง เขต ๒" ในความควบคุมดูแลของ ดร.เชวง ช้อนบุญ ประธานกรรมการ ขณะนี้อยู่ในขั้นตอนการสร้างเครื่องมือเพื่อการวิจัย ในการนี้คณะศึกษาศาสตร์ได้พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญในเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอความอนุเคราะห์จากท่านในการตรวจสอบความเที่ยงตรงของเครื่องมือเพื่อการวิจัยของนิสิตในครั้งนี้

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา หวังเป็นอย่างยิ่งว่าคงจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดี และขอขอบคุณอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เชษฐ์ ศิริสวัสดิ์)
รองคณบดีฝ่ายบัณฑิตศึกษา ปฏิบัติการแทน
คณบดีคณะศึกษาศาสตร์

บันทึกข้อความ

ส่วนงาน คณะศึกษาศาสตร์ ภาควิชาวิจัยและจิตวิทยาประยุกต์ โทร. ๒๐๗๖
ที่ ศธ ๖๒๑๘/ว ๓๗๒๘ **วันที่** ๑๗ ตุลาคม พ.ศ. ๒๕๖๐
เรื่อง ขอความอนุเคราะห์ในการตรวจสอบความเที่ยงตรงของเครื่องมือเพื่อการวิจัย

เรียน ดร.ผลาดร สุวรรณโพธิ์

ด้วย นางสาวดวงฤทัย โอนประจำ นิสิตระดับบัณฑิตศึกษา หลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิจัย วัดผลและสถิติการศึกษา มหาวิทยาลัยบูรพา ได้รับอนุมัติให้ทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง "การสร้างแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๒ สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาระยอง เขต ๒" ในความควบคุมดูแลของ ดร.เชวง ช้อนบุญ ประธานกรรมการ ขณะนี้อยู่ในขั้นตอนการสร้างเครื่องมือเพื่อการวิจัย ในการนี้คณะศึกษาศาสตร์ ได้พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญในเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอความอนุเคราะห์จากท่าน ในการตรวจสอบความเที่ยงตรงของเครื่องมือเพื่อการวิจัยของนิสิตในครั้งนี้

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา หวังเป็นอย่างยิ่งว่าคงจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดี และขอขอบคุณอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เชษฐ์ ศิริสวัสดิ์)
รองคณบดีฝ่ายบัณฑิตศึกษา ปฏิบัติการแทน
คณบดีคณะศึกษาศาสตร์

บันทึกข้อความ

ส่วนงาน คณะศึกษาศาสตร์ ภาควิชาวิจัยและจิตวิทยาประยุกต์ โทร. ๒๐๗๖
ที่ ศธ ๖๒๑๘/ว ๓๓๒๘ **วันที่** ๑๗ ตุลาคม พ.ศ. ๒๕๖๐
เรื่อง ขอความอนุเคราะห์ในการตรวจสอบความเที่ยงตรงของเครื่องมือเพื่อการวิจัย

เรียน ดร.คงรัฐ นวลแปง

ด้วย นางสาวดวงฤทัย โอนประจำ นิสิตระดับบัณฑิตศึกษา หลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิจัย วัดผลและสถิติการศึกษา มหาวิทยาลัยบูรพา ได้รับอนุมัติให้ทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง "การสร้างแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๒ สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาระยอง เขต ๒" ในความควบคุมดูแลของ ดร.เชวง ช้อนบุญ ประธานกรรมการ ขณะนี้อยู่ในขั้นตอนการสร้างเครื่องมือเพื่อการวิจัย ในการนี้คณะศึกษาศาสตร์ได้พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญในเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอความอนุเคราะห์จากท่านในการตรวจสอบความเที่ยงตรงของเครื่องมือเพื่อการวิจัยของนิสิตในครั้งนี้

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา หวังเป็นอย่างยิ่งว่าคงจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดี และขอขอบคุณอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เชษฐ์ ศิริสวัสดิ์)
รองคณบดีฝ่ายบัณฑิตศึกษา ปฏิบัติการแทน
คณบดีคณะศึกษาศาสตร์

ภาคผนวก ข

ค่าดัชนีความสอดคล้องของแบบทดสอบ

ตารางที่ ข-1 ดัชนีความสอดคล้องของแบบทดสอบฉบับที่ 1 ทดสอบความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์แบบอุปนัย

ข้อที่	คะแนนของผู้เชี่ยวชาญ (คนที่)					IOC	ผลการพิจารณา
	1	2	3	4	5		
1	1	1	1	1	1	1.00	คัดเลือกไว้
2	1	1	1	1	1	1.00	คัดเลือกไว้
3	1	0	1	1	1	.80	คัดเลือกไว้
4	1	1	1	1	1	1.00	คัดเลือกไว้
5	1	1	1	0	1	.80	คัดเลือกไว้
6	1	1	1	0	1	.80	คัดเลือกไว้
7	1	1	1	1	1	1.00	คัดเลือกไว้
8	1	1	1	1	1	1.00	คัดเลือกไว้
9	0	1	1	1	1	.80	คัดเลือกไว้
10	1	1	1	0	1	.80	คัดเลือกไว้
11	1	1	1	0	1	.80	คัดเลือกไว้
12	1	1	1	1	1	1.00	คัดเลือกไว้
13	1	1	1	1	1	1.00	คัดเลือกไว้
14	1	1	1	1	0	.80	คัดเลือกไว้
15	1	1	1	1	1	1.00	คัดเลือกไว้
16	1	1	1	1	1	1.00	คัดเลือกไว้
17	0	1	1	1	1	.80	คัดเลือกไว้
18	1	1	1	1	1	1.00	คัดเลือกไว้
19	1	1	1	1	1	1.00	คัดเลือกไว้
20	1	1	1	0	1	.80	คัดเลือกไว้
21	1	1	1	1	1	1.00	คัดเลือกไว้
22	1	1	1	1	1	1.00	คัดเลือกไว้
23	1	0	1	1	0	.60	คัดเลือกไว้

ตารางที่ ข-1 (ต่อ)

ข้อที่	คะแนนของผู้เชี่ยวชาญ (คนที่)					IOC	ผลการพิจารณา
	1	**2**	**3**	**4**	**5**		
24	1	1	1	1	1	1.00	คัดเลือกไว้
25	1	1	0	1	0	.60	คัดเลือกไว้
26	1	1	1	1	1	1.00	คัดเลือกไว้
27	1	1	1	1	1	1.00	คัดเลือกไว้
28	1	1	1	1	1	1.00	คัดเลือกไว้
29	1	1	1	1	1	1.00	คัดเลือกไว้
30	1	1	1	1	1	1.00	คัดเลือกไว้

ตารางที่ ข-2 ดัชนีความสอดคล้องของแบบทดสอบฉบับที่ 2 ทดสอบความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์แบบนิรนัย

ข้อที่	คะแนนของผู้เชี่ยวชาญ (คนที่)					IOC	ผลการพิจารณา
	1	2	3	4	5		
1	1	1	1	1	1	1.00	คัดเลือกไว้
2	1	1	1	1	1	1.00	คัดเลือกไว้
3	1	1	1	1	1	1.00	คัดเลือกไว้
4	1	1	1	1	1	1.00	คัดเลือกไว้
5	1	1	1	1	1	1.00	คัดเลือกไว้
6	1	1	0	1	1	.80	คัดเลือกไว้
7	1	1	1	1	1	1.00	คัดเลือกไว้
8	1	1	1	1	1	1.00	คัดเลือกไว้
9	1	1	1	1	1	1.00	คัดเลือกไว้
10	1	1	1	1	1	1.00	คัดเลือกไว้
11	0	1	1	1	1	.80	คัดเลือกไว้
12	1	1	1	1	1	1.00	คัดเลือกไว้
13	1	1	1	0	0	.60	คัดเลือกไว้
14	1	1	1	1	1	1.00	คัดเลือกไว้
15	1	1	1	1	1	1.00	คัดเลือกไว้
16	1	1	1	1	1	1.00	คัดเลือกไว้
17	1	1	0	1	1	.80	คัดเลือกไว้
18	1	1	1	1	1	1.00	คัดเลือกไว้
19	1	1	1	1	1	1.00	คัดเลือกไว้
20	1	1	1	1	1	1.00	คัดเลือกไว้
21	1	1	1	1	1	1.00	คัดเลือกไว้
22	1	0	1	1	0	.60	คัดเลือกไว้
23	1	1	0	1	1	.80	คัดเลือกไว้

ตารางที่ ข-2 (ต่อ)

ข้อที่	คะแนนของผู้เชี่ยวชาญ (คนที่)					IOC	ผลการพิจารณา
	1	2	3	4	5		
24	1	1	1	0	1	.80	คัดเลือกไว้
25	1	1	1	1	1	1.00	คัดเลือกไว้
26	1	1	1	1	1	1.00	คัดเลือกไว้
27	1	1	1	1	1	1.00	คัดเลือกไว้
28	1	1	1	1	1	1.00	คัดเลือกไว้
29	1	1	1	1	1	1.00	คัดเลือกไว้
30	1	1	1	1	1	1.00	คัดเลือกไว้

ภาคผนวก ค

คู่มือการใช้แบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์
สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาระยอง เขต 2

คู่มือการใช้
แบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์
สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2
สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาระยอง เขต 2

ความหมาย

ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการรวบรวมข้อมูลจากข้อเท็จจริง หลักการ แนวคิด สถานการณ์ ความสัมพันธ์ และความรู้ทางคณิตศาสตร์ เพื่อหาข้อสรุปได้อย่างถูกต้องและสมเหตุสมผล แบ่งออกเป็น 2 ประเภท ดังนี้

1. ความสามารถในการให้เหตุผลแบบอุปนัย หมายถึง การให้เหตุผลจากการสังเกตหรือการทดลองซ้ำ ๆ เพื่อหาความสัมพันธ์ และสรุปเป็นกฎเกณฑ์ทั่วไป

2. ความสามารถในการให้เหตุผลแบบนิรนัย หมายถึง การให้เหตุผลจากการใช้หลักการ แนวคิด กฎเกณฑ์ทั่วไป หรือความรู้ทางคณิตศาสตร์ ในการสรุปอย่างสมเหตุสมผล

ความมุ่งหมาย

แบบทดสอบความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 สร้างขึ้นเพื่อใช้ทดสอบความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ แล้วนำข้อมูลไปใช้เพื่อเป็นประโยชน์ในการวินิจฉัยว่านักเรียนมีความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับใด และนำข้อมูลไปเป็นแนวทางในการจัดการเรียนรู้ เพื่อส่งเสริมและพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ให้ดียิ่งขึ้นต่อไป

โครงสร้างของแบบทดสอบ

โครงสร้างของแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ประกอบด้วย จำนวน 2 ฉบับ คือ

ฉบับที่ 1 ทดสอบความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์แบบอุปนัย จำนวน 20 ข้อ เวลาสอบ 50 นาที

ฉบับที่ 2 ทดสอบความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์แบบนิรนัย จำนวน 20 ข้อ เวลาสอบ 50 นาที

การพัฒนาแบบทดสอบ

ในการสร้างแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ผู้วิจัยได้ศึกษาหลักสูตร ทฤษฎี เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง แล้วกำหนดจุดมุ่งหมายในเชิงพฤติกรรมที่แสดงถึงความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตสตร์ได้ 2 ลักษณะ คือ ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์แบบอุปนัยและแบบนิรนัย จึงสร้างแบบทดสอบความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ จำนวน 2 ฉบับ แบ่งตามจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรม ซึ่งลักษณะของแบบทดสอบความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เป็นเครื่องมือที่ใช้วัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ในรูปแบบข้อสอบ ดังนี้ ฉบับที่ 1 เป็นแบบทดสอบชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก และฉบับที่ 2 เป็นแบบทดสอบต่อเนื่องสองขั้นตอน ชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จากนั้นผู้วิจัยจึงร่างแบบทดสอบ โดยแต่ละฉบับมีข้อสอบฉบับละ 30 ข้อ และนำเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาเพื่อตรวจสอบความถูกต้องของเนื้อหา ภาษา สำนวนที่ใช้ในแบบทดสอบ และรูปแบบการพิมพ์ แล้วนำข้อเสนอแนะที่ได้ไปปรับปรุงแก้ไข ผู้วิจัยได้นำแบบทดสอบที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบคุณภาพของแบบทดสอบด้านความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (Content validity) จำนวน 5 คน แล้วตรวจสอบความถูกต้องเหมาะสมของข้อคำถามว่าตรงตามจุดมุ่งหมายของการวิจัยและเหมาะสมกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 แล้วนำผลการพิจารณาจากผู้เชี่ยวชาญมาคำนวณค่าดัชนีความสอดคล้อง (Index of item objective congruence) พบว่า แบบทดสอบฉบับที่ 1 และฉบับที่ 2 มีค่าดัชนีความสอดคล้องตั้งแต่ .60 ถึง 1.00 และพิจารณาแก้ไขให้เหมาะสมตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ แล้วนำแบบทดสอบที่ผ่านการตรวจสอบจากผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบคุณภาพ ดังนี้

จากการทดลอง (Try out) ใช้ครั้งที่ 1 ทดสอบกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 50 คน จากโรงเรียนบ้านสองสลึง พบว่า แบบทดสอบฉบับที่ 1 ทดสอบความสามารถในการให้เหตุผลแบบอุปนัย จำนวน 30 ข้อ มีค่าความยากตั้งแต่ .32 ถึง .66 และค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ -.04 ถึง .80 ซึ่งมีข้อที่ไม่ผ่านเกณฑ์อยู่ 2 ข้อ คือ ข้อ 17 และข้อ 20 จึงตัดออก เหลือข้อสอบที่คัดเลือกไว้เพื่อทดลอง (Try out) ครั้งที่ 2 จำนวน 28 ข้อ แบบทดสอบฉบับที่ 2 ทดสอบความสามารถในการให้เหตุผลแบบนิรนัย จำนวน 30 ข้อ มีค่าความยากตั้งแต่ .24 ถึง .72 และค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ .00 ถึง .72 ซึ่งมีข้อที่ไม่ผ่านเกณฑ์อยู่ 4 ข้อ คือ ข้อ 5, ข้อ 4, ข้อ 15 และข้อ 24 จึงตัดออก เหลือข้อสอบที่คัดเลือกไว้เพื่อทดลอง (Try out) ครั้งที่ 2 จำนวน 26 ข้อ

จากการทดลอง (Try out) ใช้ครั้งที่ 2 ทดสอบกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 30 คน จากโรงเรียนบ้านทุ่งเค็ด พบว่า แบบทดสอบฉบับที่ 1 ทดสอบความสามารถในการให้เหตุผลแบบอุปนัย จำนวน 27 ข้อ มีค่าความยากตั้งแต่ .20 ถึง .83 และค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ -.07 ถึง .60

ซึ่งมีข้อที่ไม่ผ่านเกณฑ์อยู่ 6 ข้อ คือ ข้อ 1, ข้อ 7, ข้อ 9, ข้อ 14, ข้อ 21 และข้อ 25 จึงตัดออก และคัดเลือกข้อสอบที่มีค่าความยากและค่าอำนาจจำแนกเหมาะสมที่สุดให้เหลือ 20 ข้อ ซึ่งมีค่าความยากตั้งแต่ .33 ถึง .77 และมีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ .33 ถึง .60 แบบทดสอบฉบับที่ 2 ทดสอบความสามารถในการให้เหตุผลแบบนิรนัย จำนวน 26 ข้อ มีค่าความยากตั้งแต่ .10 ถึง .73 และค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ -.07 ถึง .60 ซึ่งมีข้อที่ไม่ผ่านเกณฑ์อยู่ 4 ข้อ คือ ข้อ 9, ข้อ 19, ข้อ 21 และข้อ 26 จึงตัดออก และคัดเลือกข้อสอบที่มีค่าความยากและค่าอำนาจจำแนกเหมาะสมที่สุดให้เหลือ 20 ข้อ ซึ่งมีค่าความยากตั้งแต่ .30 ถึง .73 และมีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ .27 ถึง .60 เพื่อนำไปทดสอบครั้งที่ 3 เพื่อหาคุณภาพของแบบทดสอบฉบับจริง นำแบบทดสอบไปทดสอบกับกลุ่มตัวอย่างที่เคยเรียนเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 มาก่อน ซึ่งเป็นนักเรียนที่กำลังเรียนอยู่ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 30 คน จึงจัดว่าเป็นกลุ่มที่มีประสบการณ์มากกว่า และนำผลคะแนนสอบระหว่างกลุ่มที่มีประสบการณ์มากกว่า (นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3) จำนวน 30 คน กับกลุ่มที่มีประสบการณ์น้อยกว่า (นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2) จำนวน 30 คน มาวิเคราะห์ผลคะแนนสอบเพื่อตรวจสอบค่าความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้าง โดยวิธีคำนวณจากกลุ่มที่รู้ชัดอยู่แล้ว (Known-group) พบว่า คะแนนสอบแบบทดสอบฉบับที่ 1 ทดสอบความสามารถในการให้เหตุผลแบบอุปนัยของกลุ่มที่มีประสบการณ์มากกว่า (นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3) มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 17.40 และกลุ่มที่มีประสบการณ์น้อยกว่า (นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2) มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 15.13 และมีค่า $t > 1.75$, $p < .05$ และแบบทดสอบฉบับที่ 2 ทดสอบความสามารถในการให้เหตุผลแบบนิรนัยของกลุ่มที่มีประสบการณ์มากกว่า (นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3) มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 15.90 และกลุ่มที่มีประสบการณ์น้อยกว่า (นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2) มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 13.37 และมีค่า $t > 1.75$, $p < .05$ ดังนั้น กลุ่มที่มีประสบการณ์มากกว่า (นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3) มีความสามารถในการให้เหตุผลสูงกว่ากลุ่มที่มีประสบการณ์น้อยกว่า (นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แสดงว่า แบบทดสอบทั้ง 2 ฉบับมีความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้าง

จากการทดสอบครั้งที่ 3 เพื่อหาคุณภาพของแบบทดสอบฉบับจริง โดยผู้วิจัยได้นำแบบทดสอบที่คัดเลือกไว้ฉบับละ 20 ข้อ ไปทดสอบกับประชากรที่เหลือ จำนวน 324 คน พบว่า แบบทดสอบฉบับที่ 1 ทดสอบความสามารถในการให้เหตุผลแบบอุปนัย มีค่าความยากตั้งแต่ .30-.72 โดยอยู่ในระดับค่อนข้างยากถึงค่อนข้างง่าย และมีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ .30-.78 โดยอยู่ในระดับจำแนกดีถึงจำแนกดีมาก ซึ่งข้อสอบทั้ง 20 ข้อ มีผลการพิจารณาว่าสามารถนำไปใช้ในการทดสอบความสามารถในการให้เหตุผลแบบอุปนัยได้ แบบทดสอบฉบับที่ 2 ทดสอบความสามารถในการให้เหตุผลแบบนิรนัย มีค่าความยากตั้งแต่ .30-.70 โดยอยู่ในระดับค่อนข้างยากถึงค่อนข้างง่าย และมีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ .30-.73 โดยอยู่ในระดับจำแนกดีถึงจำแนกดีมาก ซึ่งข้อสอบทั้ง 20 ข้อ

มีผลการพิจารณาว่าสามารถนำไปใช้ในการทดสอบความสามารถในการให้เหตุผลแบบนิรนัยได้ การตรวจสอบคุณภาพด้านความเชื่อมั่นของแบบทดสอบความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ทั้ง 2 ฉบับ พบว่า แบบทดสอบความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ฉบับที่ 1 มีค่าความเชื่อมั่น .87 และฉบับที่ 2 มีค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ .86

การสร้างเกณฑ์ปกติของแบบทดสอบ ผู้วิจัยนำคะแนนจากการทดสอบครั้งที่ 3 เพื่อหาคุณภาพของแบบทดสอบฉบับจริงทั้ง 2 ฉบับ มาแปลงให้อยู่ในรูปตำแหน่งเปอร์เซ็นต์ไทล์ แล้วนำตำแหน่งเปอร์เซ็นต์ไทล์ไปเทียบค่าทีปกติจากตารางสำเร็จรูป เพื่อหาค่าทีปกติโดยใช้ค่าที่ตรงกันหรือค่าที่ใกล้เคียงกันมากที่สุด พบว่า แบบทดสอบฉบับที่ 1 ทดสอบความสามารถในการให้เหตุผลแบบอุปนัยมีคะแนนดิบตั้งแต่ 2 ถึง 19 คะแนนทีปกติของแบบทดสอบมีค่าตั้งแต่ T_{23} ถึง T_{80} และแบบทดสอบฉบับที่ 2 ทดสอบความสามารถในการให้เหตุผลแบบนิรนัยมีคะแนนดิบตั้งแต่ 1 ถึง 18 คะแนนทีปกติของแบบทดสอบมีค่าตั้งแต่ T_{26} ถึง T_{80} เกณฑ์ปกติรวมของแบบทดสอบความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาระยอง เขต 2 มีคะแนนดิบตั้งแต่ 3 ถึง 36 คะแนนทีปกติของแบบทดสอบมีค่าตั้งแต่ T_{23} ถึง T_{80} จากการทดสอบครั้งที่ 3 แล้วนำคะแนนดิบมาแปลงเป็นคะแนนทีปกติ พบว่าคะแนนทีปกติยังไม่ครอบคลุมคะแนนดิบทั้งหมดที่อาจจะเป็นไปได้ จึงจำเป็นต้องขยายคะแนนทีปกติให้ครอบคลุมคะแนนดิบทุกคะแนน ดังนี้

เกณฑ์ปกติของแบบทดสอบฉบับที่ 1 ทดสอบความสามารถในการให้เหตุผลแบบอุปนัย หลังขยายคะแนนทีปกติ (T_c) มีคะแนนดิบตั้งแต่ 0 ถึง 20 คะแนนทีปกติของแบบทดสอบมีค่าตั้งแต่ T_{25} ถึง T_{72} เกณฑ์ปกติของแบบทดสอบฉบับที่ 2 ทดสอบความสามารถในการให้เหตุผลแบบนิรนัย หลังขยายคะแนนทีปกติ (T_c) มีคะแนนดิบตั้งแต่ 0 ถึง 20 คะแนนทีปกติของแบบทดสอบมีค่าตั้งแต่ T_{29} ถึง T_{76} และเกณฑ์ปกติรวมของแบบทดสอบความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาระยอง เขต 2 หลังขยายคะแนนทีปกติ (T_c) มีคะแนนดิบตั้งแต่ 0 ถึง 40 คะแนนทีปกติของแบบทดสอบมีค่าตั้งแต่ T_{20} ถึง T_{80}

วิธีการดำเนินการสอบ

การดำเนินการสอบแบ่งเป็น 3 ระยะ คือ การเตรียมตัวก่อนสอบ วิธีปฏิบัติขณะสอบ และเมื่อสอบเสร็จ มีลำดับขั้นตอนดังนี้

1. การเตรียมตัวก่อนสอบ ควรปฏิบัติดังนี้

1.1 กำหนดวัน เวลา สถานที่สอบ ขอบเขตเนื้อหาที่จะสอบ พร้อมแจ้งวัตถุประสงค์ให้ผู้สอบทราบล่วงหน้า

1.2 ผู้ดำเนินการสอบเตรียมวัสดุและอุปกรณ์ที่ใช้ในการสอบ คือ แบบทดสอบและกระดาษคำตอบให้เพียงพอกับจำนวนนักเรียนที่สอบในแต่ละครั้ง

1.3 การเตรียมตัวสำหรับผู้ดำเนินการสอบ ผู้ดำเนินการสอบต้องศึกษาคำชี้แจง วิธีทำแบบทดสอบอย่างละเอียด เพื่อให้สามารถดำเนินการสอบได้อย่างถูกต้อง

2. วิธีดำเนินการสอบ ควรปฏิบัติดังนี้

2.1 ผู้ดำเนินการสอบแจ้งวัตถุประสงค์ของการสอบ เพื่อให้ผู้สอบมีความกระตือรือร้นและทำข้อสอบอย่างเต็มความสามารถ ทำให้ได้ผลการสอบที่ตรงตามสภาพจริงมากที่สุด

2.2 ผู้ดำเนินการสอบอธิบายคำชี้แจงในการสอบให้นักเรียนทุกคนเข้าใจ

3. วิธีปฏิบัติเมื่อหมดเวลา ควรปฏิบัติดังนี้

3.1 เมื่อหมดเวลาในการทำแบบทดสอบ ผู้ดำเนินการสอบสั่งให้ผู้สอบวางปากกาเพื่อหยุดทำทันที แล้วเก็บแบบทดสอบและกระดาษคำตอบ

3.2 เมื่อเสร็จสิ้นการสอบแล้ว ก่อนจะให้ผู้สอบออกจากห้อง ผู้ดำเนินการสอบกล่าวชมเชย และขอบคุณผู้สอบที่ให้ความร่วมมือในการทำแบบทดสอบ

วิธีการตรวจให้คะแนน

1. เกณฑ์การตรวจให้คะแนนแบบทดสอบฉบับที่ 1 ทดสอบความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์แบบอุปนัย โดยมีคะแนนเต็มข้อละ 1 คะแนน

ตารางที่ 1 เกณฑ์การตรวจให้คะแนนแบบทดสอบฉบับที่ 1 ทดสอบความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์แบบอุปนัย

ระดับคะแนน	เกณฑ์การให้คะแนน
1	ตอบถูกต้อง
0	ตอบผิด หรือตอบมากกว่า 1 คำตอบ หรือเว้นว่างไว้ในข้อนั้น ๆ

2. เกณฑ์การตรวจให้คะแนนแบบทดสอบความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์แบบนิรนัย โดยมีคะแนนเต็มข้อละ 2 คะแนน

ตารางที่ 2 เกณฑ์การตรวจให้คะแนนแบบทดสอบฉบับที่ 2 ทดสอบความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์แบบนิรนัย

ระดับคะแนน	เกณฑ์การให้คะแนน
1	ตอบถูกต้องทั้งตอนที่ 1 และตอนที่ 2
0	ตอบถูกเพียงตอนใดตอนหนึ่ง ตอบผิดทั้ง 2 ตอน หรือตอบมากกว่า 1 คำตอบ หรือเว้นว่างไว้ในข้อนั้น ๆ

เกณฑ์ปกติ (Norms) ของแบบทดสอบ

ผู้วิจัยสร้างเกณฑ์ปกติในรูปคะแนนที โดยนำคะแนนจากการทดสอบประชากร จำนวน 324 คน เพื่อหาคุณภาพของแบบทดสอบทั้ง 2 ฉบับ มาแปลงให้อยู่ในรูปตำแหน่งเปอร์เซ็นต์ไทล์ แล้วนำตำแหน่งเปอร์เซ็นต์ไทล์ไปเทียบค่าทีปกติจากตารางสำเร็จรูป เพื่อหาค่าทีปกติโดยใช้ค่าที่ตรงกันหรือค่าที่ใกล้เคียงกันมากที่สุด ดังนี้

ตารางที่ 3 เกณฑ์ปกติของแบบทดสอบฉบับที่ 1 ทดสอบความสามารถในการให้เหตุผลแบบอุปนัย

คะแนนดิบ	คะแนน T ปกติ	คะแนนดิบ	คะแนน T ปกติ
19	80	10	50
18	72	9	50
17	64	8	49
16	58	7	47
15	53	6	45
14	51	5	41
13	50	4	37
12	50	3	30
11	50	2	23

ตารางที่ 4 เกณฑ์ปกติของแบบทดสอบฉบับที่ 2 ทดสอบความสามารถในการให้เหตุผลแบบนิรนัย

คะแนนดิบ	คะแนน T ปกติ	คะแนนดิบ	คะแนน T ปกติ
18	80	9	50
17	72	8	50
16	66	7	49
15	61	6	48
14	57	5	45
13	53	4	42
12	51	3	37
11	50	2	32
10	50	1	26

ตารางที่ 5 เกณฑ์ปกติรวมของแบบทดสอบความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาระยอง เขต 2

คะแนนดิบ	คะแนน T ปกติ	คะแนนดิบ	คะแนน T ปกติ
36	80	19	48
35	76	18	47
34	72	17	46
33	68	16	44
32	67	15	42
31	66	14	40
30	65	13	38
29	64	12	37
28	62	11	37
27	60	10	36
26	58	9	34
25	56	8	33

ตารางที่ 5 (ต่อ)

คะแนนดิบ	คะแนน T ปกติ	คะแนนดิบ	คะแนน T ปกติ
24	54	7	33
23	53	6	32
22	52	5	29
21	50	4	27
20	49	3	23

การปรับขยายคะแนนทีปกติ

จากการทดสอบครั้งที่ 3 แล้วนำคะแนนดิบมาแปลงเป็นค่าทีปกติ พบว่า คะแนนทีปกติยังไม่ครอบคลุมคะแนนดิบทั้งหมดที่อาจจะเป็นไปได้ จึงจำเป็นต้องขยายคะแนนทีปกติให้ครอบคลุมคะแนนดิบทุกคะแนน ดังนี้

ตารางที่ 6 ขยายคะแนนทีปกติ (T_c) ของแบบทดสอบฉบับที่ 1 ทดสอบความสามารถในการให้เหตุผลแบบอุปนัย

คะแนนดิบ	คะแนน T_c	คะแนนดิบ	คะแนน T_c
20	72	9	47
19	70	8	44
18	67	7	42
17	65	6	40
16	63	5	37
15	60	4	35
14	58	3	33
13	56	2	30
12	53	1	28
11	51	0	25
10	49		

ตารางที่ 7 ขยายคะแนนทีปกติ (T_c) ของแบบทดสอบฉบับที่ 2 ทดสอบความสามารถในการให้เหตุผลแบบนิรนัย

คะแนนดิบ	คะแนน T_c	คะแนนดิบ	คะแนน T_c
20	76	9	50
19	73	8	48
18	71	7	45
17	69	6	43
16	66	5	41
15	64	4	38
14	62	3	36
13	59	2	34
12	57	1	31
11	55	0	29
10	52		

ตารางที่ 8 ขยายคะแนนทีปกติ (T_c) รวมของแบบทดสอบความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาระยอง เขต 2

คะแนนดิบ	คะแนน T_c	คะแนนดิบ	คะแนน T_c
40	80	19	49
39	79	18	47
38	77	17	46
37	76	16	44
36	74	15	43
35	73	14	41
34	71	13	40
33	70	12	38
32	68	11	37

ตารางที่ 8 (ต่อ)

คะแนนดิบ	คะแนน T_c	คะแนนดิบ	คะแนน T_c
31	67	10	35
30	65	9	34
29	64	8	32
28	62	7	31
27	61	6	29
26	59	5	28
25	58	4	26
24	56	3	25
23	55	2	23
22	53	1	22
21	52	0	20
20	50		

การแปลความหมายคะแนนทีปกติ

การแปลความหมายของคะแนนทีปกติ เมื่อสามารถวัดได้ว่านักเรียนได้คะแนนทีปกติเท่าใดแล้ว จะประเมินว่านักเรียนคนนั้นมีความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับใดนั้น ให้ตัดสินตามเกณฑ์ (ชวาล แพรัตกุล, 2520 ก, หน้า 53) ดังนี้

ตั้งแต่ T_{65} ขึ้นไป	แปลว่า	มีความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ในระดับสูงมาก
ตั้งแต่ T_{55} - T_{64}	แปลว่า	มีความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ในระดับสูง
ตั้งแต่ T_{45} - T_{54}	แปลว่า	มีความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ในระดับปานกลาง
ตั้งแต่ T_{35} - T_{44}	แปลว่า	มีความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ในระดับต่ำ
ตั้งแต่ T_{34} ลงไป	แปลว่า	มีความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ในระดับต่ำมาก

ภาคผนวก ง

แบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาระยอง เขต 2

แบบทดสอบความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์
สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2
ฉบับที่ 1 ทดสอบความสามารถในการให้เหตุผลแบบอุปนัย

****

<u>คำชี้แจง</u>

1. แบบทดสอบความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์แบบอุปนัยนี้มีจำนวน 20 ข้อ เป็นแบบทดสอบชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก (คะแนนเต็มข้อละ 1 คะแนน)
2. เวลาในการทำแบบทดสอบ 60 นาที
3. ก่อนทำแบบทดสอบ ให้นักเรียนเขียนชื่อ-สกุล เลขที่ ชั้น ห้องเรียน และชื่อโรงเรียนลงในกระดาษคำตอบให้ชัดเจน
4. แบบทดสอบแต่ละข้อจะมีตัวเลือกที่ถูกต้องเพียงข้อเดียว ให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้อง แล้วทำเครื่องหมาย x ลงในกระดาษคำตอบ
5. ห้ามขีดเขียนข้อความใด ๆ ลงในแบบทดสอบชุดนี้
6. หากมีปัญหาใด ๆ โปรดสอบถามครูผู้คุมสอบ
7. ให้นักเรียนทำแบบทดสอบให้ครบทุกข้อ อย่างเต็มความสามารถ

ตัวอย่างการทำแบบทดสอบ

ข้อ 0) 3, 6, 11, 18, 27, 38, …… จำนวนที่ 10 คือข้อใด

ก. 84 ข. 96 ค. 102 ง. 115

ถ้านักเรียนเห็นว่าคำตอบข้อ ข. ถูกต้อง ให้ทำเครื่องหมาย x ในช่อง ข. ดังนี้

ข้อ	ก	ข	ค	ง
0		x		

ถ้านักเรียนต้องการเปลี่ยนคำตอบจากข้อ ข. เป็นข้อ ค. ให้ทำเครื่องหมายขีดคู่ (═) ทับเครื่องหมาย x ในช่อง ข. และทำเครื่องหมาย x ในช่อง ค. ดังนี้

ข้อ	ก	ข	ค	ง
0		~~x~~	x	

ข้อ 1) ถ้า $4^1 = 4$

$4^2 = 16$

$4^3 = 64$

$4^4 = 256$

อยากทราบว่า 4^{100} มีหลักหน่วยเท่ากับข้อใด

ก. 1 ข. 4

ค. 6 ง. 8

ข้อ 2) เด็ก 3 คน มีเงินคิดเป็นอัตราส่วน 1 : 2 : 5 ถ้าเด็กคนแรกมีเงินอยู่ 120 บาท คนที่สองมีเงิน 240 บาท อยากทราบว่าคนสุดท้ายจะมีเงินกี่บาท

ก. 360 บาท ข. 450 บาท

ค. 520 บาท ง. 600 บาท

ข้อ 3) ในทุก ๆ วันแป้งไปมหาวิทยาลัยโดยรถรับจ้าง ซึ่งคิดค่าโดยสารดังนี้

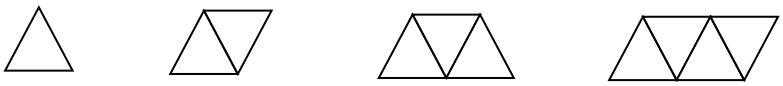
ระยะทาง (กิโลเมตร)	**ค่าโดยสาร (บาท)**
1	10
1.5	12.50
2	15
2.5	17.50

ถ้าระยะทางจากบ้านถึงมหาวิทยาลัยเป็น 4.5 กิโลเมตร อยากทราบว่าแป้งจะต้องจ่ายเงินค่าเดินทางเป็นเงินเท่าไร

ก. 27.50 บาท ข. 20 บาท

ค. 13.25 บาท ง. 12 บาท

ข้อ 4) จากแบบรูปกำหนดให้รูป มีความยาวด้านละ 1 หน่วย



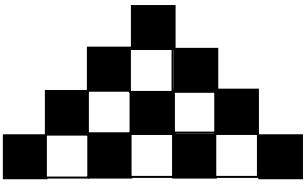
รูปที่ 1 **รูปที่ 2** **รูปที่ 3** **รูปที่ 4**

จงหาว่า ความยาวเส้นรอบรูปเท่ากับ 42 หน่วย จะมีจำนวนรูปสามเหลี่ยมด้านเท่ากี่รูป

ก. 34 ข. 40

ค. 44 ง. 50

ข้อ 5) เบียร์ต้องการปูพื้นเป็นลายขาวสลับดำลักษณะเป็นขั้นบันได ไว้ตรงกลางห้องรับแขกดังนี้



ถ้าเบียร์ใช้กระเบื้องปูลายนี้ทั้งหมด 169 แผ่น เบียร์จะปูกระเบื้องได้กี่แถว

ก. 11 แถว ข. 12 แถว

ค. 13 แถว ง. 14 แถว

ข้อ 6) เหล้าชนิดหนึ่งความเข้มข้นของแอลกอฮอล์ 50% ถ้าต้องนำไปแบ่งใส่ขวดให้มีปริมาณเหล้าดังตารางต่อไปนี้

ปริมาณเหล้า (ลิตร)	**ความเข้มข้นของแอลกอฮอล์ (มิลลิลิตร)**
1	500
0.75	375
0.5	250

อยากทราบว่าปริมาณเหล้า 0.25 ลิตร จะมีความเข้มข้นของแอลกอฮอล์กี่มิลลิลิตร

ก. 200 มิลลิลิตร ข. 175 มิลลิลิตร

ค. 150 มิลลิลิตร ง. 125 มิลลิลิตร

ข้อ 7) จงพิจารณารูปที่เกิดจากการแปลงทางเรขาคณิตต่อไปนี้

รูปที่ 1

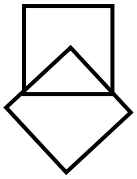
รูปที่ 2

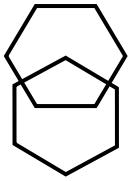
รูปที่ 3

อยากทราบว่ารูปที่ 4 จะเป็นรูปใด

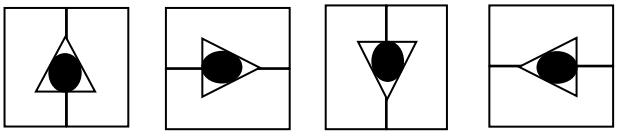
ก.

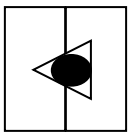
ข.

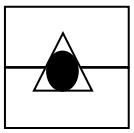
ค. 

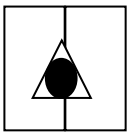
ง. 

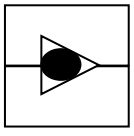
ข้อ 8) จากภาพที่เกิดจากการแปลงทางเรขาคณิตที่กำหนดให้ ภาพต่อไปจะเป็นภาพใด



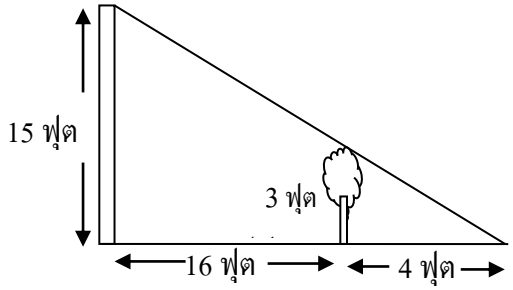
ก. 

ข. 

ค. 

ง. 

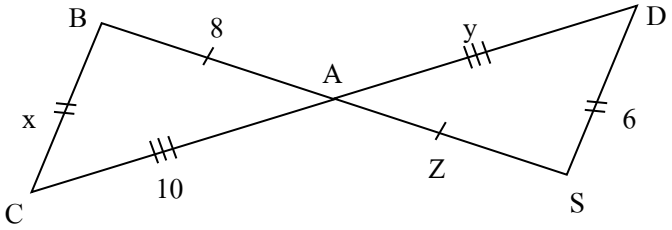
ข้อ 9) เสาต้นหนึ่งสูง 15 ฟุต และต้นไม้สูง 3 ฟุต ซึ่งอยู่ห่างกัน 16 ฟุต เงาของต้นไม้ทอดยาว 4 ฟุต อยากทราบว่า ถ้าต้องการขึงเชือกจากยอดเสามาถึงปลายเงาของต้นไม้จะต้องใช้เชือกกี่ฟุต



ก. 41 ฟุต ข. 33 ฟุต

ค. 27 ฟุต ง. 25 ฟุต

ข้อ 10) จากรูป กำหนดให้ $\Delta ABC \cong \Delta DAS$ แบบ ด้าน-ด้าน-ด้าน จงหาค่า $x + y - z$



ก. 7 ข. 8

ค. 9 ง. 10

ข้อ 11) พิจารณารูปแบบที่กำหนดให้

1	1	2	3	5	**x**
3	6	12	24	48	**y**

x + y มีค่าเท่ากับข้อใด

ก. 104 ข. 96

ค. 88 ง. 71

ข้อ 12) 0.5, 1, 1.5, 2, 2.5, 3, … จากแบบรูปที่กำหนด ข้อใดคือ พจน์ที่ n

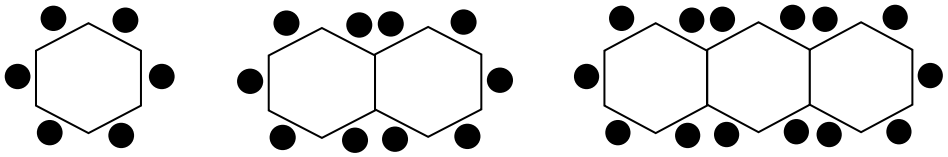
ก. 2n

ข. $\frac{n}{2}$

ค. n - 0.5

ง. 0.5 + n

ข้อ 13) จัดโต๊ะหกเหลี่ยมให้มีที่นั่งเป็นลักษณะดังรูป



อยากทราบว่า ถ้าต้องการต่อโต๊ะ 10 ตัว จะมีที่นั่งทั้งหมดกี่ที่

ก. 30 ที่

ข. 34 ที่

ค. 38 ที่

ง. 42 ที่

ข้อ 14) อ้วนอ่านหนังสือเล่มหนึ่ง ซึ่งมีจำนวน 40 หน้า ในแต่ละวันอ้วนจะบันทึกการอ่านหน้าสุดท้ายไว้ดังนี้

วันที่	1	2	3	4	...
หน้าสุดท้าย	5	9	13	17	...

ถ้าอ้วนเริ่มอ่านหนังสือวันที่ 25 มีนาคม ในอัตราเช่นนี้ไปเรื่อย ๆ อ้วนจะอ่านหนังสือเล่มนี้จบในวันที่เท่าใด

ก. 1 เมษายน

ข. 3 เมษายน

ค. 6 เมษายน

ง. 9 เมษายน

ข้อ 15) เอกฝากเงินกับธนาคารดังตารางต่อไปนี้

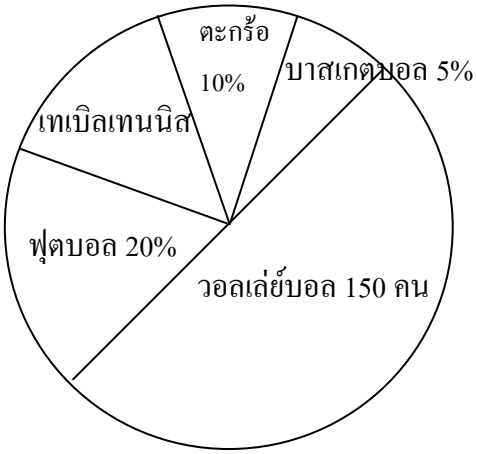
เดือน	ม.ค.	เม.ย.	ก.ค.	ต.ค.	...
เงินออม (บาท)	200	250	300	350	...

อยากทราบว่า เอกออมเงินครั้งต่อไปในเดือนใด และออมเงินเป็นจำนวนเท่าใด

ก. มกราคม, 400 บาท ข. ธันวาคม, 400 บาท

ค. มกราคม, 450 บาท ง. ธันวาคม, 450 บาท

ข้อ 16) จากการสอบถามนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ของนักเรียนโรงเรียนแห่งหนึ่ง จำนวน 300 คน เกี่ยวกับกีฬาที่ชอบ ได้ข้อมูลตามแผนภูมิวงกลมดังนี้



อยากทราบว่ามีนักเรียนที่ชอบกีฬาเทเบิลเทนนิสจำนวนกี่คน

ก. 30 คน ข. 45 คน

ค. 60 คน ง. 75 คน

ข้อ 17) ตารางสำรวจชุมนุมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ดังนี้

ชุมนุม	จำนวนนักเรียน (เปอร์เซ็นต์)	ขนาดของมุมที่จุดศูนย์กลาง (องศา)
คอมพิวเตอร์	40%	144
ศิลปะ	30%	108
กีฬา	20%	72
ดนตรี	10%	

ถ้าให้นำเสนอข้อมูลนี้โดยใช้แผนภูมิรูปวงกลม จงหาว่าขนาดของมุมที่จุดศูนย์กลางของชุมนุมดนตรีเป็นเท่าไร

ก. 108 ข. 72

ค. 42 ง. 36

ข้อ 18) ถุงใบหนึ่งใส่ลูกอมจำนวน 30 เม็ด มีรสบ๊วย รสกาแฟ รสส้ม และรสนม ถ้าสุ่มหยิบลูกอมขึ้นมา 1 เม็ด จะได้ผลดังตารางต่อไปนี้

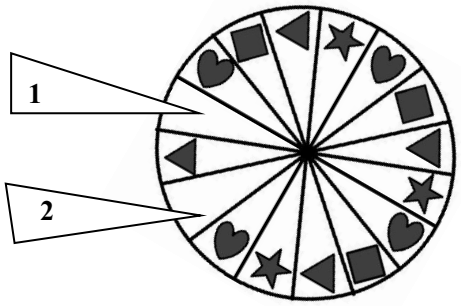
เหตุการณ์	รสบ๊วย (เม็ด)	รสกาแฟ (เม็ด)	รสส้ม (เม็ด)	รสนม (เม็ด)	โอกาสที่จะหยิบได้มากที่สุด
1	10	5	3	12	รสนม
2	8	10	8	4	รสกาแฟ
3	9	5	11	5	?

อยากทราบเหตุการณ์ที่ 3 จะมีโอกาสหยิบลูกอมรสใดมากที่สุด

ก. ส้ม ข. นม

ค. กาแฟ ง. บ๊วย

ข้อ 19) ถ้าปาลูกดอก 2 ดอกไปที่แป้นวงกลมดังรูป



อยากทราบว่า ลูกดอกหมายเลข 1 และหมายเลข 2 ตรงกับรูปภาพในข้อใด

ก.

ข.

ค.

ง.

ข้อ 20) จงพิจารณาข้อมูลในตารางต่อไปนี้

จำนวนเสื้อ	**จำนวนกระโปรง**	**จำนวนการจับคู่เสื้อกับกระโปรง**
เสื้อ 1 ตัว	กระโปรง 1 ตัว	1
เสื้อ 2 ตัว	กระโปรง 2 ตัว	4
เสื้อ 3 ตัว	กระโปรง 3 ตัว	9
เสื้อ 4 ตัว	กระโปรง 4 ตัว	16

อยากทราบว่า ถ้ามีเสื้อ 5 ตัว กระโปรง 5 ตัว จะจับคู่เสื้อกับกระโปรงได้ทั้งหมดกี่แบบ

ก. 25 แบบ ข. 30 แบบ

ค. 44 แบบ ง. 53 แบบ

****

กระดาษคำตอบแบบทดสอบ

ฉบับที่ 1 ทดสอบความสามารถในการให้เหตุผลแบบอุปนัย

****

คะแนน

ชื่อ-สกุล ..... ชั้น.....

โรงเรียน.....

<u>คำชี้แจง</u> ให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้องแล้วทำเครื่องหมาย x ลงในกระดาษคำตอบ

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

เฉลย

ฉบับที่ 1 ทดสอบความสามารถในการให้เหตุผลแบบอุปนัย

****

<u>คำชี้แจง</u> ให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้องแล้วทำเครื่องหมาย x ลงในกระดาษคำตอบ

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

แบบทดสอบความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์
สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2
ฉบับที่ 2 ทดสอบความสามารถในการให้เหตุผลแบบนิรนัย

****

<u>คำชี้แจง</u>

1. แบบทดสอบความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์แบบนิรนัยนี้มีจำนวน 30 ข้อ เป็นแบบทดสอบต่อเนื่องสองขั้นตอน ชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก (คะแนนเต็มข้อละ 2 คะแนน)
2. เวลาในการทำแบบทดสอบ 60 นาที
3. ก่อนทำแบบทดสอบ ให้นักเรียนเขียนชื่อ-สกุล เลขที่ ชั้น ห้องเรียน และชื่อโรงเรียนลงในกระดาษคำตอบให้ชัดเจน
4. แบบทดสอบแต่ละข้อจะมี 2 ตอน ในแต่ละตอนจะมีตัวเลือกที่ถูกต้องเพียงข้อเดียว ให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้องแล้วทำเครื่องหมาย x ลงในกระดาษคำตอบให้ครบทั้ง 2 ตอน
5. หากมีปัญหาใด ๆ โปรดสอบถามครูผู้คุมสอบ
6. ให้นักเรียนทำแบบทดสอบให้ครบทุกข้อ อย่างเต็มความสามารถ

ตัวอย่างการทำแบบทดสอบ

ข้อ 0) จากผลการสอบของโดม จำนวน 4 วิชา คือ คณิตศาสตร์ ภาษาอังกฤษ วิทยาศาสตร์ และภาษาไทย มีคะแนนเต็มแต่ละวิชาคือ 40 50 60 และ 70 คะแนน ตามลำดับ ซึ่งโดมทำข้อสอบได้คะแนนดังนี้

วิชาคณิตศาสตร์	ทำได้	65%
วิชาภาษาอังกฤษ	ทำได้	54%
วิชาวิทยาศาสตร์	ทำได้	50%
วิชาภาษาไทย	ทำได้	40%

<u>ตอนที่ 1</u> อยากทราบว่าโดมสอบวิชาใดได้คะแนนมากที่สุด

ก. วิชาคณิตศาสตร์

ข. วิชาภาษาอังกฤษ

ค. วิชาวิทยาศาสตร์

ง. วิชาภาษาไทย

<u>ตอนที่ 2</u> เพราะเหตุใด

ก. เพราะโดมสอบได้คะแนนวิชาคณิตศาสตร์ 27 คะแนน วิชาภาษาอังกฤษ 28 คะแนน วิชาวิทยาศาสตร์ 29 คะแนน และวิชาภาษาไทย 30 คะแนน

ข. เพราะโดมสอบได้คะแนนวิชาคณิตศาสตร์ 30 คะแนน วิชาภาษาอังกฤษ 26 คะแนน วิชาวิทยาศาสตร์ 29 คะแนน และวิชาภาษาไทย 28 คะแนน

ค. เพราะโดมสอบได้คะแนนวิชาคณิตศาสตร์ 26 คะแนน วิชาภาษาอังกฤษ 30 คะแนน วิชาวิทยาศาสตร์ 28 คะแนน และวิชาภาษาไทย 27 คะแนน

ง. เพราะโดมสอบได้คะแนนวิชาคณิตศาสตร์ 26 คะแนน วิชาภาษาอังกฤษ 27 คะแนน วิชาวิทยาศาสตร์ 30 คะแนน และวิชาภาษาไทย 28 คะแนน

ถ้านักเรียนเห็นว่าคำตอบข้อ ข. ตอนที่ 1 ถูกต้อง และข้อ ง. ตอนที่ 2 ถูกต้อง ให้ทำเครื่องหมาย x ในช่อง ข. และ ง. ดังนี้

ข้อ 0	**ก**	**ข**	**ค**	**ง**
ตอน 1			x	
ตอน 2				x

ถ้านักเรียนต้องการเปลี่ยนคำตอบจากข้อ ง. เป็นข้อ ค. ให้ทำเครื่องหมายขีดคู่ (═) ทับเครื่องหมาย x ในช่อง ง. และทำเครื่องหมาย x ในช่อง ค. ดังนี้

ข้อ 0	**ก**	**ข**	**ค**	**ง**
ตอน 1		x		
ตอน 2			x	═x═

ข้อ 1) จงพิจารณาจำนวนในแต่ละข้อต่อไปนี้

A $\frac{5}{10},\ -6,\ 2\frac{2}{5},\ 0.123,\ \frac{\sqrt{2}}{\sqrt{2}}$

B $-3^2,\ 0,\ \frac{2}{5},\ -1.54,\ 1000$

C $0,\ \frac{6}{3},\ -8,\ 5\frac{1}{2},\ 0.4454564567...$

D $\sqrt{9},\ -3,\ \frac{14}{7},\ 0.\dot{8},\ 0$

ตอนที่ 1 ข้อใด**ไม่ใช่**จำนวนตรรกยะทุกจำนวน

ก. A ข. B

ค. C ง. D

ตอนที่ 2 เพราะเหตุใด

ก. เพราะข้อ A มีบางจำนวนเป็นจำนวนอตรรกยะ นั่นคือ $\frac{\sqrt{2}}{\sqrt{2}}$

ข. เพราะข้อ B มีบางจำนวนเป็นจำนวนอตรรกยะ นั่นคือ -3^2

ค. เพราะข้อ C มีบางจำนวนเป็นจำนวนอตรรกยะ นั่นคือ $0.4454564567...$

ง. เพราะข้อ D มีบางจำนวนเป็นจำนวนอตรรกยะ นั่นคือ $0.\dot{8}$

ข้อ 2) จงพิจารณาจำนวนในแต่ละข้อต่อไปนี้

1) $\sqrt[3]{343} + \sqrt{9}$

2) $\sqrt[3]{8} \times \sqrt[3]{8} \times \sqrt[3]{8}$

3) $\sqrt{100} - \sqrt[3]{27}$

4) $\sqrt{625} \div \sqrt{25}$

ตอนที่ 1 ผลลัพธ์ในข้อใดน้อยที่สุด

ก. 1) ข. 2)

ค. 3) ง. 4)

ตอนที่ 2 เพราะเหตุใด

ก. เพราะ 1) มีผลลัพธ์เท่ากับ 2 ซึ่งมีค่าน้อยที่สุด

ข. เพราะ 2) มีผลลัพธ์เท่ากับ 3 ซึ่งมีค่าน้อยที่สุด

ค. เพราะ 3) มีผลลัพธ์เท่ากับ 4 ซึ่งมีค่าน้อยที่สุด

ง. เพราะ 4) มีผลลัพธ์เท่ากับ 5 ซึ่งมีค่าน้อยที่สุด

ข้อ 3) จงพิจารณาโจทย์ในแต่ละข้อต่อไปนี้

A $2^2 \times 2^2 \times 2 = 32$

B $(4^6 \div 4^2) \div 4 = 56$

C $4 \times 2 \times 3^2 = 72$

D $(5^3 \div 5) \times 2^2 = 100$

ตอนที่ 1 ข้อใด**ไม่ถูกต้อง**

ก. A ข. B

ค. C ง. D

ตอนที่ 2 เพราะเหตุใด

ก. เพราะข้อ D มีผลลัพธ์เท่ากับ 120

ข. เพราะข้อ C มีผลลัพธ์เท่ากับ 80

ค. เพราะข้อ B มีผลลัพธ์เท่ากับ 64

ง. เพราะข้อ A มีผลลัพธ์เท่ากับ 72

ข้อ 4) ร้านโทรศัพท์แห่งหนึ่งขาย iPhone 7 รุ่นความจุ 128 GB ราคา 30,500 บาท โดยมีโปรโมชั่นดังนี้

โปรโมชั่น 1 ซื้อ iPhone และหูฟังมูลค่า 650 บาท ด้วยเงินสดเป็นเงิน 31,150 บาท

โปรโมชั่น 2 ซื้อ iPhone ผ่านบัตรเครดิต เสียดอกเบี้ย 2% แถมหูฟังมูลค่า 650 บาท ฟรี

โปรโมชั่น 3 ซื้อ iPhone และหูฟังมูลค่า 650 บาท โดยจ่ายค่าโทรศัพท์ด้วยเงินสดครึ่งหนึ่งของราคาเครื่อง ส่วนที่เหลือผ่อนผ่านบัตรเครดิตซึ่งคิดดอกเบี้ย 2% ต่อราคาส่วนที่เหลือ

ตอนที่ 1 นักเรียนคิดว่าควรเลือกซื้อ iPhone ด้วยโปรโมชั่นใด

ก. โปรโมชั่น 1 ข. โปรโมชั่น 2

ค. โปรโมชั่น 3 ง. โปรโมชั่นใดก็ได้

ตอนที่ 2 เพราะเหตุใด

ก. เพราะโปรโมชั่น 1 ถูกที่สุด

ข. เพราะโปรโมชั่น 2 ถูกที่สุด

ค. เพราะโปรโมชั่น 3 ถูกที่สุด

ง. เพราะโปรโมชั่นทุกโปรโมชั่นมีราคาเท่ากัน

ข้อ 5) พิจารณาข้อความต่อไปนี้

A 18,000 วินาที

B 360 นาที

C 12 ชั่วโมง

D $\frac{3}{24}$ วัน

ตอนที่ 1 อยากทราบว่าข้อใดมีค่ามากที่สุด

ก. A ข. B

ค. C ง. D

ตอนที่ 2 เพราะเหตุใด

ก. เพราะเมื่อเปลี่ยนหน่วยเป็นหน่วยเดียวกันแล้วพบว่า A มากที่สุด

ข. เพราะเมื่อเปลี่ยนหน่วยเป็นหน่วยเดียวกันแล้วพบว่า B มากที่สุด

ค. เพราะเมื่อเปลี่ยนหน่วยเป็นหน่วยเดียวกันแล้วพบว่า C มากที่สุด

ง. เพราะเมื่อเปลี่ยนหน่วยเป็นหน่วยเดียวกันแล้วพบว่า D มากที่สุด

ข้อ 6) กรเก็บมะเขือเทศจำนวน 56 ผล โดยมะเขือเทศ 7 ผล เมื่อทำเป็นน้ำมะเขือเทศแล้วจะใส่ขวดแก้วขนาด 1 ลิตรได้พอดี กรจึงไปซื้อขวดแก้วที่ร้านค้าแห่งหนึ่ง มีขวดโหล 4 ขนาด ดังนี้

ขนาด 0.5 ลิตร จำนวน 16 ใบ

ขนาด 1 ลิตร จำนวน 8 ใบ

ขนาด 1.5 ลิตร จำนวน 5 ใบ

ขนาด 2 ลิตร จำนวน 4 ใบ

ตอนที่ 1 อยากทราบว่ากร**ไม่ควร**ซื้อขวดแก้วขนาดใด

ก. ขนาด 0.5 ลิตร ข. ขนาด 1 ลิตร

ค. ขนาด 1.5 ลิตร ง. ขนาด 2 ลิตร

ตอนที่ 2 เพราะเหตุใด

ก. เพราะขวดแก้วขนาด 1.5 ลิตร จำนวน 5 ใบ ใส่มะเขือเทศได้ 53 ผล

ข. เพราะขวดแก้วขนาด 2 ลิตร จำนวน 4 ใบ ใส่มะเขือเทศได้ 50 ผล

ค. เพราะขวดแก้วขนาด 1 ลิตร จำนวน 8 ใบ ใส่มะเขือเทศได้ 44 ผล

ง. เพราะขวดแก้วขนาด 0.5 ลิตร จำนวน 16 ใบ ใส่มะเขือเทศได้ 36 ผล

ข้อ 7) ปืนต้องการซื้อไม้ระแนงเพื่อมาทำกรอบรูปภาพศิลปะของตนเองซึ่งมีขนาดต่าง ๆ ดังนี้

ภาพวิวธรรมชาติ	กว้าง	38	เซนติเมตร	ยาว	40	เซนติเมตร
ภาพชุมชน	กว้าง	32	เซนติเมตร	ยาว	50	เซนติเมตร
ภาพการละเล่น	กว้าง	28	เซนติเมตร	ยาว	63	เซนติเมตร
ภาพคน	กว้าง	30	เซนติเมตร	ยาว	45	เซนติเมตร

ตอนที่ 1 อยากทราบว่าภาพใดจะใช้ไม้ระแนงสำหรับทำกรอบรูปน้อยที่สุด

ก. ภาพวิวธรรมชาติ ข. ภาพชุมชน

ค. ภาพการละเล่น ง. ภาพคน

ตอนที่ 2 เพราะเหตุใด

ก. เพราะภาพคนมีความยาวรอบรูปสั้นที่สุด

ข. เพราะภาพชุมชนเป็นภาพที่มีขนาดเล็กที่สุด

ค. เพราะภาพการละเล่นมีความกว้างน้อยที่สุด

ง. เพราะภาพวิวธรรมชาติมีความยาวน้อยที่สุด

ข้อ 8) นายติ๊กต้องการปูพื้นห้องน้ำรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสมีความยาวด้านละ 2 เมตร และห้องครัวรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้ากว้าง 3 เมตร ยาว 5 เมตร เขาจึงไปสอบถามค่าแรงจากช่างหลายคน ได้ข้อมูลดังนี้

ช่างตูน คิดเหมาค่าแรงปูพื้นห้องน้ำ 1,000 บาท และพื้นห้องครัวราคา 3,500 บาท

ช่างจ่อย คิดเหมาค่าแรงปูพื้นทั้งสองห้องในราคาตารางเมตรละ 220 บาท

ช่างพล คิดเหมาค่าแรงเป็นรายวัน วันละ 1,200 บาท

ช่างนัท คิดเหมาค่าแรงสองห้อง 4,000 บาท

โดยช่างแต่ละคนใช้เวลาในการทำ 3 วันเท่ากัน และมีฝีมือในการทำเท่ากัน

ตอนที่ 1 นายติ๊กควรจะเลือกคนใด

ก. ช่างตูน ข. ช่างจ่อย

ค. ช่างพล ง. ช่างนัท

ตอนที่ 2 เพราะเหตุใด

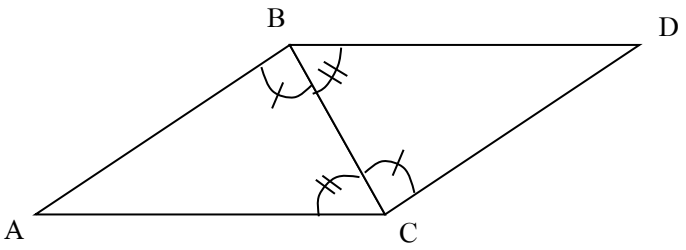
ก. เพราะช่างตูน คิดค่าแรงถูกที่สุด คิดเป็น 4,500 บาท

ข. เพราะช่างจ่อย คิดค่าแรงถูกที่สุด คิดเป็น 2,200 บาท

ค. เพราะช่างพล คิดค่าแรงถูกที่สุด คิดเป็น 3,600 บาท

ง. เพราะช่างนัท คิดค่าแรงถูกที่สุด คิดเป็น 4,000 บาท

ข้อ 9)



ตอนที่ 1 จากรูปที่กำหนดให้ รูปสามเหลี่ยมทั้งสองเท่ากันทุกประการแบบใด

ก. มุม-มุม-ด้าน ข. ด้าน-มุม-ด้าน

ค. ด้าน-ด้าน-ด้าน ง. มุม-ด้าน-มุม

ตอนที่ 2 เพราะเหตุใด

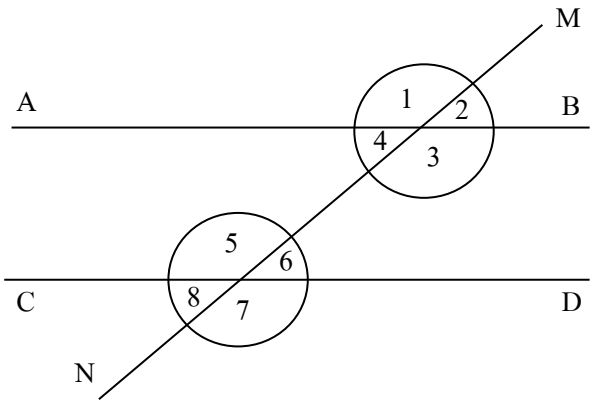
ก. เพราะมีมุมฉากเหมือนกันหนึ่งคู่ มีด้านตรงข้ามมุมฉากยาวเท่ากัน และด้านประกอบมุมฉากยาวเท่ากันอีกหนึ่งคู่

ข. เพราะมีด้านยาวเท่ากันสามคู่

ค. เพราะมีขนาดมุมเท่ากันสองคู่ และมีด้านซึ่งเป็นแขนร่วมของมุมทั้งสองมีขนาดเท่ากัน

ง. เพราะมีด้านยาวเท่ากันสองคู่ และมุมในระหว่างด้านที่ยาวเท่ากันมีขนาดเท่ากัน

ข้อ 10)



ตอนที่ 1 จากรูปที่กำหนดให้ $\overline{AB} \parallel \overline{CD}$ และมี $\overline{MN}$ เป็นเส้นตัด มุมคู่ใดมีขนาดเท่ากัน

ก. มุม 3 และ มุม 4 ข. มุม 4 และ มุม 6

ค. มุม 7 และ มุม 8 ง. มุม 2 และ มุม 3

ตอนที่ 2 เพราะเหตุใด

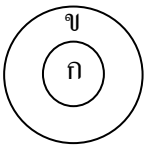
ก. เพราะเป็นมุมแย้ง

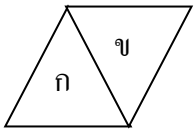
ข. เพราะเป็นมุมตรงข้าม

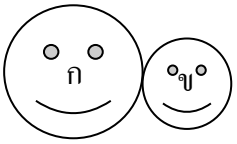
ค. เพราะเป็นมุมภายนอกและมุมภายใน

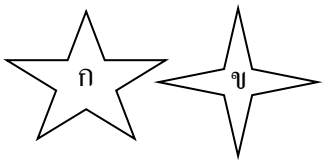
ง. เพราะเป็นมุมภายนอกที่อยู่บนข้างเดียวกันของเส้นตัด

ข้อ 11) กำหนดให้รูป ข เป็นรูปที่เกิดจากการแปลงทางเรขาคณิตของรูป ก พิจารณาภาพต่อไปนี้

A 

B 

C 

D 

<u>ตอนที่ 1</u> ข้อใดเป็นการแปลงทางเรขาคณิต

ก. A ข. B

ค. C ง. D

<u>ตอนที่ 2</u> เพราะเหตุใด

ก. เพราะเป็นการแปลงทางเรขาคณิตแบบเลื่อนขนาน

ข. เพราะเป็นการแปลงทางเรขาคณิตแบบย่อ

ค. เพราะเป็นการแปลงทางเรขาคณิตแบบหมุน

ง. เพราะเป็นการแปลงทางเรขาคณิตแบบสะท้อน

ข้อ 12) กำหนดรูป $\Delta A'B'C'$ เป็นรูปที่เกิดจากการเลื่อนขนานรูป ΔABC เมื่อพิกัด $A(2,3)$ $B(0,2)$ และ $C(1,1)$ โดยเลื่อนไปทางซ้ายตามแนวแกน X 2 หน่วย และเลื่อนขึ้นไปตามแนวแกน Y 4 หน่วย

<u>ตอนที่ 1</u> ข้อใดคือพิกัดของ $\Delta A'B'C'$

ก. $A(2,3)$, $B(0,2)$ และ $C(1,1)$ ข. $A(0,5)$, $B(2,3)$ และ $C(3,3)$

ค. $A(0,-1)$, $B(-2,-2)$ และ $C(-1,-3)$ ง. $A(0,7)$, $B(-2,6)$ และ $C(-1,5)$

<u>ตอนที่ 2</u> เพราะเหตุใด

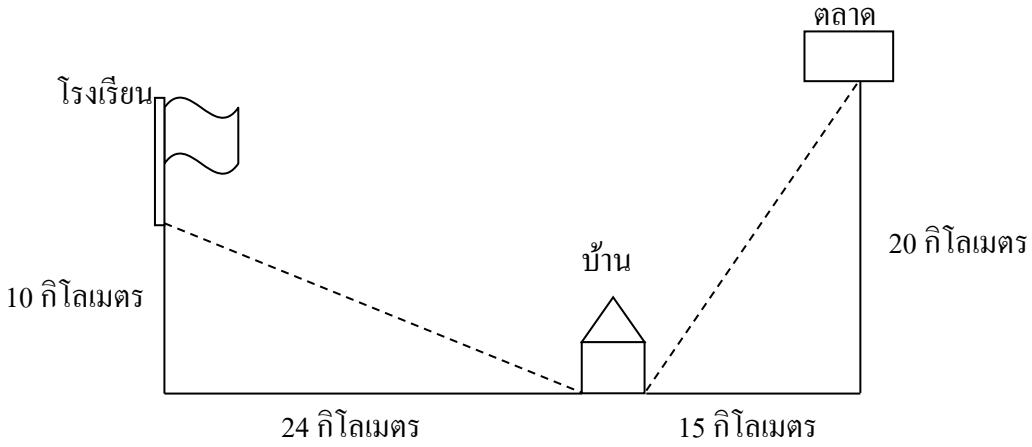
ก. เพราะเลื่อนไปทางซ้ายตามแนวแกน X ค่า X จะเพิ่มขึ้น 2 หน่วย และเลื่อนขึ้นไปตามแนวแกน Y ค่า Y จะเพิ่มขึ้น 2 หน่วย

ข. เพราะเลื่อนไปทางซ้ายตามแนวแกน X ค่า X จะเพิ่มขึ้น 3 หน่วย และเลื่อนขึ้นไปตามแนวแกน Y ค่า Y จะเพิ่มขึ้น 2 หน่วย

ค. เพราะเลื่อนไปทางซ้ายตามแนวแกน X ค่า X จะลดลง 2 หน่วย และเลื่อนขึ้นไปตามแนวแกน Y ค่า Y จะเพิ่มขึ้น 4 หน่วย

ง. เพราะเลื่อนไปทางซ้ายตามแนวแกน X ค่า X จะลดลง 5 หน่วย และเลื่อนขึ้นไปตามแนวแกน Y ค่า Y จะเพิ่มขึ้น 3 หน่วย

ข้อ 13) จากแผนที่บ้าน โรงเรียน และตลาดของหนูดี ดังนี้



<u>ตอนที่ 1</u> อยากทราบว่าระยะทางที่ใกล้ที่สุดจากบ้านไปโรงเรียน หรือจากบ้านไปตลาด ทางใดใกล้กว่ากัน และใกล้ว่ากันกี่กิโลเมตร

ก. จากบ้านไปโรงเรียนใกล้กว่า 1 กิโลเมตร

ข. จากบ้านไปโรงเรียนใกล้กว่า 4 กิโลเมตร

ค. จากบ้านไปตลาดใกล้กว่า 1 กิโลเมตร

ง. จากบ้านไปตลาดใกล้กว่า 4 กิโลเมตร

<u>ตอนที่ 2</u> เพราะเหตุใด

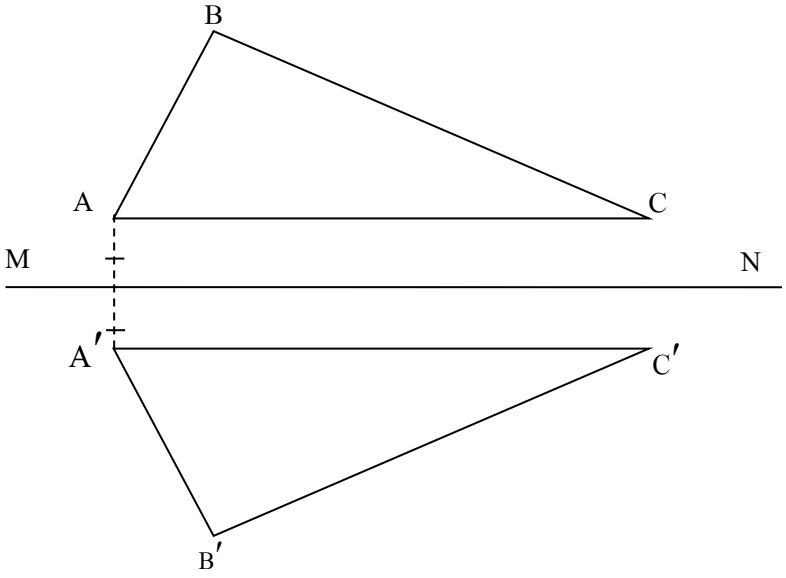
ก. เพราะระยะทางที่ใกล้ที่สุดจากบ้านไปโรงเรียนมีระยะทาง 26 กิโลเมตร และทางลัดจากบ้านไปตลาดมีระยะทาง 25 กิโลเมตร

ข. เพราะระยะทางที่ใกล้ที่สุดจากบ้านไปโรงเรียนมีระยะทาง 20 กิโลเมตร และทางลัดจากบ้านไปตลาดมีระยะทาง 24 กิโลเมตร

ค. เพราะระยะทางที่ใกล้ที่สุดจากบ้านไปโรงเรียนมีระยะทาง 34 กิโลเมตร และทางลัดจากบ้านไปตลาดมีระยะทาง 35 กิโลเมตร

ง. เพราะระยะทางที่ใกล้ที่สุดจากบ้านไปโรงเรียนมีระยะทาง 24 กิโลเมตร และทางลัดจากบ้านไปตลาดมีระยะทาง 25 กิโลเมตร

ข้อ 14) พิจารณารูปต่อไปนี้



ตอนที่ 1 จากรูปที่กำหนด ข้อความใด**ไม่ถูกต้อง**

ก. $\overline{MN}$ จะแบ่งครึ่งและตั้งฉากกับ $\overline{AA'}$

ข. เป็นรูปที่เกิดจากการสะท้อนของรูป ΔABC โดยมี $\overline{MN}$ เป็นเส้นสะท้อน

ค. $\Delta ABC \cong \Delta A'B'C'$

ง. $\overline{BB'}$ ตั้งฉากกับ $\overline{CC'}$

ตอนที่ 2 เพราะเหตุใด

ก. เพราะ $\overline{BB'}$ ขนานกัน $\overline{CC'}$

ข. เพราะ $\overline{AA'}$ เป็นเส้นสะท้อน

ค. เพราะ $\overline{BB'}$ ตั้งฉากกับ $\overline{MN}$

ง. เพราะ $\Delta A'B'C'$ เป็นภาพที่เกิดจากการสะท้อน

ข้อ 15) จงพิจารณาเงื่อนไขต่อไปนี้

1) เป็นจำนวนที่มีสามหลักตั้งแต่ 000 ถึง 999

2) เลขโดดแต่ละหลักแตกต่างกันหมด

3) เลขโดดในแต่ละหลักมีค่าเพิ่มขึ้นทีละ 1 เมื่ออ่านจากขวาไปซ้าย

4) จำนวนนั้นเป็นจำนวนคี่

ตอนที่ 1 อยากทราบว่าจำนวนในข้อใด**ไม่เป็น**ไปตามเงื่อนไขที่กำหนด

ก. 765 ข. 987

ค. 321 ง. 654

ตอนที่ 2 เพราะเหตุใด

ก. เพราะจำนวน 654 ไม่เป็นไปตามเงื่อนไข 1 ข้อ

ข. เพราะจำนวน 321 ไม่เป็นไปตามเงื่อนไข 2 ข้อ

ค. เพราะจำนวน 987 ไม่เป็นไปตามเงื่อนไข 3 ข้อ

ง. เพราะจำนวน 765 ไม่เป็นไปตามเงื่อนไข 4 ข้อ

ข้อ 16) พิจารณาความสัมพันธ์ของคู่อันดับต่อไปนี้

(0, 5), (2, 2), (4, -1), (6, -4), (8, -7), (10, -10), (12, -13), (x, y)

ตอนที่ 1 จงหาค่า x และ y จากคู่อันดับ (x, y)

ก. x = 13 และ y = 15

ข. x = 14 และ y = -16

ค. x = -10 และ y = -13

ง. x = -12 และ y = 11

ตอนที่ 2 เพราะเหตุใด

ก. เพราะค่า x จะเพิ่มขึ้นทีละ 2 และค่า y จะลดลงทีละ 3

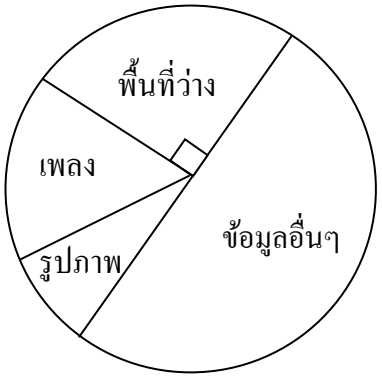
ข. เพราะค่า x จะเพิ่มขึ้นทีละ 1 และค่า y จะลดลงทีละ 3

ค. เพราะค่า x จะเพิ่มขึ้นทีละ 3 และค่า y จะเพิ่มขึ้นทีละ 1

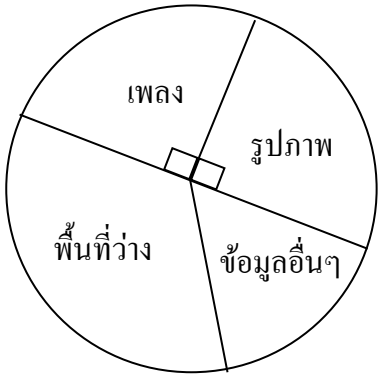
ง. เพราะค่า x จะเพิ่มขึ้นทีละ 2 และค่า y จะเพิ่มขึ้นทีละ 3

ข้อ 17) แผนภูมิวงกลมต่อไปนี้ แสดงพื้นที่ของแฟรตไดร์ A และ แฟรตไดร์ B

แฟรตไดร์ A



แฟรตไดร์ B



ตอนที่ 1 จากแผนภูมิข้างต้นข้อใด**ไม่ถูกต้อง**

ก. แฟรตไดร์ A มีพื้นที่ว่างน้อยกว่า แฟรตไดร์ B

ข. แฟรตไดร์ A มีไฟล์เพลงเท่ากับไฟล์เพลงของแฟรตไดร์ B

ค. แฟรตไดร์ B มีไฟล์รูปภาพเป็นครึ่งหนึ่งของไฟล์ข้อมูลอื่น ๆ ของแฟรตไดร์ A

ง. แฟรตไดร์ B มีพื้นที่ว่างใหญ่ที่สุด

ตอนที่ 2 เพราะเหตุใด

ก. เพราะจากแผนภูมิแฟรตไดร์ B มีไฟล์ข้อมูลอื่น ๆ ใหญ่ที่สุด

ข. เพราะจากแผนภูมิแฟรตไดร์ A มีพื้นที่ว่างมากกว่า แฟรตไดร์ B

ค. เพราะจากแผนภูมิแฟรตไดร์ B มีไฟล์รูปภาพเป็นสองเท่าของไฟล์ข้อมูลอื่น ๆ ของแฟรตไดร์ A

ง. เพราะจากแผนภูมิไฟล์เพลงของแฟรตไดร์ A น้อยกว่า แฟรตไดร์ B

ข้อ 18) กล่องใบหนึ่งมีลูกแก้วจำนวน 60 ลูก หนึ่งในสี่ของลูกแก้วทั้งหมดเป็นสีแดง มีสีเขียวเป็นสองเท่าของสีแดง มีสีขาวเป็น 8 ลูก และที่เหลือเป็นสีฟ้า

ตอนที่ 1 ถ้าสุ่มหยิบลูกแก้วขึ้นมา 1 ลูก จะมีโอกาสได้สีใดมากที่สุด

ก. แดง ข. เขียว

ค. ขาว ง. ฟ้า

ตอนที่ 2 เพราะเหตุใด

ก. เพราะความน่าจะเป็นที่จะหยิบได้ลูกแก้วสีแดงมีค่าเท่ากับ 0.25

ข. เพราะความน่าจะเป็นที่จะหยิบได้ลูกแก้วสีเขียวมีค่าเท่ากับ $\frac{1}{2}$

ค. เพราะความน่าจะเป็นที่จะหยิบได้ลูกแก้วสีขาวมีค่าเท่ากับ $\frac{30}{60}$

ง. เพราะความน่าจะเป็นที่จะหยิบได้ลูกแก้วสีฟ้ามีค่าเท่ากับ 1

ข้อ 19) ตารางต่อไปนี้แสดงสาเหตุของการเกิดอุบัติเหตุจากการขับขี่รถจักรยานยนต์ในเดือนมกราคมของอำเภอแห่งหนึ่ง

สาเหตุของการเกิด	**จำนวนครั้ง**
ฝนตก	5
เมาสุรา	28
ประมาท	19
ประสิทธิภาพของรถต่ำ	3

ตอนที่ 1 จากตารางพบว่า อุบัติเหตุเกิดจากสาเหตุใดมากที่สุด

ก. ฝนตก ข. เมาสุรา

ค. ประมาท ง. ประสิทธิภาพของรถต่ำ

ตอนที่ 2 เพราะเหตุใด

ก. เพราะจากข้อมูลในตารางมีจำนวนการเกิดอุบัติเหตุจากสาเหตุเมาสุรามากที่สุด

ข. เพราะจากข้อมูลในตารางมีจำนวนการเกิดอุบัติเหตุจากสาเหตุประมาทมากที่สุด

ค. เพราะจากข้อมูลในตารางมีจำนวนการเกิดอุบัติเหตุจากสาเหตุฝนตกมากที่สุด

ง. เพราะจากข้อมูลในตารางมีจำนวนการเกิดอุบัติเหตุจากสาเหตุประสิทธิภาพของรถต่ำมากที่สุด

ข้อ 20) สำรวจข้อมูลนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ของโรงเรียนแห่งหนึ่ง จำนวน 500 คน ดังนี้

ข้อมูลนักเรียน	**จำนวนผู้ป่วย (คน)**
จบการศึกษา	357
ออกกลางคัน	53
ย้าย	80
เรียนซ้ำชั้น	10

<u>ตอนที่ 1</u> จากข้อมูลควรนำเสนอข้อมูลรูปแบบใดจึงจะเหมาะสม

ก. แผนภูมิรูปภาพ ข. แผนภูมิวงกลม

ค. แผนภูมิแท่ง ง. กราฟเส้น

<u>ตอนที่ 2</u> เพราะเหตุใด

ก. เพราะข้อมูลมีช่วงห่างกันมาก

ข. เพราะข้อมูลมีจำนวนมาก

ค. เพราะเป็นรูปแบบที่น่าสนใจ

ง. เพราะทำให้เห็นผลการพัฒนาของข้อมูลนักเรียน

****

กระดาษคำตอบแบบทดสอบ

ฉบับที่ 2 ทดสอบความสามารถในการให้เหตุผลแบบนิรนัย

****

คะแนน

ชื่อ-สกุล ..... ชั้น.....

โรงเรียน.....

<u>คำชี้แจง</u> ให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้องแล้วทำเครื่องหมาย x ลงในกระดาษคำตอบ

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

เฉลย

ฉบับที่ 2 ทดสอบความสามารถในการให้เหตุผลแบบนิรนัย

****

<u>คำชี้แจง</u> ให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้องแล้วทำเครื่องหมาย x ลงในกระดาษคำตอบ

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