

การสร้างแบบทดสอบปรีกามีวิชาคณิตศาสตร์สำหรับทดสอบด้วยคอมพิวเตอร์ของนักเรียน
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่องภาคตัดกรวย

บทคัดย่อ
ของ
สิรินทร ไสยะหุด

เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการวัดผลการศึกษา
พฤษภาคม 2548

สิรินธร ไสยะหุด.(2548).การสร้างแบบทดสอบปรัามิตสำหรับทดสอบด้วยคอมพิวเตอร์
วิชา คณิตศาสตร์ ค 012 ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง ภาคตัดกรวย.สารนิพนธ์
กศ.ม(การวัดผลการศึกษา).กรุงเทพฯ:บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
อาจารย์ที่ปรึกษาสารนิพนธ์: รองศาสตราจารย์อังคณา สายยศ.

การศึกษาครั้งนี้ มีจุดมุ่งหมายเพื่อสร้างแบบทดสอบปรัามิตสำหรับทดสอบด้วย
คอมพิวเตอร์วิชา คณิตศาสตร์ ค 012 ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่องภาคตัดกรวย
ซึ่งมีวิธีการดำเนินการสร้างแบบทดสอบ โดยทำการทดสอบ 3 ครั้ง ในการทดสอบครั้งแรก
เป็นการนำผลมาหาค่าความยาก ค่าความยากมาตรฐานและค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบ
จำนวน 180 ข้อ ซึ่งทดสอบกับนักเรียนจำนวน 550 คน ได้ค่าความยากระหว่าง 0.08 – 0.87
ค่าความยากมาตรฐานระหว่าง 8.46 – 22.34 และค่าอำนาจจำแนกระหว่าง -0.12 – 0.95
จากนั้นคัดเลือกข้อสอบเพียง 90 ข้อ ที่มีค่าความยากระหว่าง 0.17 – 0.87 ค่าความยาก
มาตรฐานระหว่าง 8.46 – 16.78 และค่าอำนาจจำแนกระหว่าง 0.17 – 0.90 เพื่อนำมาสร้างเป็น
แบบทดสอบปรัามิตโดยใช้กฎการเพิ่ม 1 ลด 1 สำหรับทดสอบด้วยคอมพิวเตอร์โดยใช้ข้อสอบ
เพียง 55 ข้อ จากข้อสอบที่คัดเลือกไว้ โดยมีค่าความยากระหว่าง 0.17 – 0.87 ค่าความยาก
มาตรฐานระหว่าง 8.46 – 16.78 และค่าอำนาจจำแนกระหว่าง 0.17- 0.90 แล้วจากนั้นนำ
แบบทดสอบปรัามิตสำหรับทดสอบด้วยคอมพิวเตอร์ฉบับนี้ไปทดสอบกับนักเรียนกลุ่มเป้าหมาย
จำนวน 130 คน แล้วนำมาหาค่าความเชื่อมั่นด้วยวิธีการสอบซ้ำซึ่งมีค่าเท่ากับ 0.87 ดังนั้น
จึงได้แบบทดสอบปรัามิตสำหรับทดสอบด้วยคอมพิวเตอร์วิชาคณิตศาสตร์ ค 012 ของนักเรียน
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ตามต้องการ

THE CONSTRUCTION OF COMPUTERIZED PYRAMIDAL TEST ON CONIC SECTION
IN MATHEMATICS FOR MATHAYOMSUKSA IV

AN ABSTRACT
BY
MISS SIRINATE SAIYAHUT

Presented in partial fulfillment of the requirements
For the Master of Education degree in Educational Measurement
at Srinakharinwirot University
May 2005

Sirinate Saiyahut. (2005). *The Construction of Computerized Pyramidal test on Conic section in Mathematics for Mathayomsuksa IV*. Master Project, M.Ed. (Educational Measurement). Bangkok : Graduate School, Srinakharinwirot University. Advisor : Assoc. Prof. Aungkana Saiyos.

The study of this research was the Construction of Computerized Pyramidal test on Conic section in Mathematics for Mathayomsuksa IV. The procedure in construction used three time study. In the first study defined a value difficulty, standard of difficulty and discrimination. The test, 180 items, was administered to a sample of 550 students. The results show a value of difficulty between 0.08-0.87, standard of difficulty between 8.46 – 22.34 and discrimination between -0.12 – 0.95. And then, the new, 90 items was produced from study I, was selected the difficulty between 0.17 – 0.87, standard of difficulty between 8.46 – 16.78 and discrimination between 0.17 – 0.90 to construct the Computerized Pyramidal test with rules +1,-1 about 55 items were a value of difficulty between 0.17 – 0.87, standard of difficulty between 8.46 – 16.78 and discrimination between 0.17 – 0.90. From the test retest of 55 items was administered to a target groups of 130 students to analyzed the reliability. The reliability coefficient is about 0.87. Finally the Computerized Pyramidal test on Conic section in Mathematics for Mathayomsuksa IV, which were developed by this research had reasonable reliability and validity.

การสร้างแบบทดสอบปริมาตรวิชาคณิตศาสตร์สำหรับทดสอบด้วยคอมพิวเตอร์ของนักเรียน
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่องภาคตัดกรวย

สารนิพนธ์
ของ
นางสาวสิริเนตร ไสยะหุด

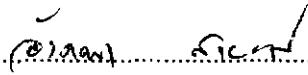
เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการศึกษา

พฤษภาคม 2548

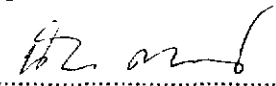
ลิขสิทธิ์เป็นของ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

อาจารย์ที่ปรึกษา ประธานคณะกรรมการการบริหารหลักสูตร และคณะกรรมการสอบได้
พิจารณาสารนิพนธ์ฉบับนี้แล้ว เห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญา
การศึกษามหาบัณฑิต วิชาเอกการวัดผลการศึกษา ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒได้

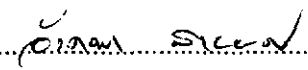
อาจารย์ที่ปรึกษาสารนิพนธ์

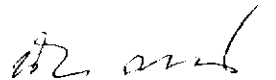

.....
(รองศาสตราจารย์อังคณา สายยศ)

ประธานคณะกรรมการบริหารหลักสูตร


.....
(รองศาสตราจารย์นิภา ศรีไพโรจน์)

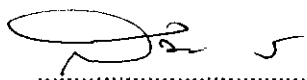
คณะกรรมการสอบ


..... ประธาน
(รองศาสตราจารย์อังคณา สายยศ)


..... กรรมการ
(รองศาสตราจารย์นิภา ศรีไพโรจน์)


..... กรรมการ
(อาจารย์ชวลิต รวยอาจิณ)

อนุมัติให้รับสารนิพนธ์ฉบับนี้ เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญา
การศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการวัดผลการศึกษา ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ


..... คณบดีคณะศึกษาศาสตร์
(รองศาสตราจารย์ ดร.สมชาย ชูชาติ)

วันที่ 16 เดือน พฤษภาคม พ.ศ. 2548

ประกาศคุณูปการ

สารนิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยความช่วยเหลือ แนะนำ ให้ข้อคิดเห็นและแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ อย่างดียิ่งจากรองศาสตราจารย์อังคณา สายยศ อาจารย์ที่ปรึกษาสารนิพนธ์ รองศาสตราจารย์นภา ศรีไพโรจน์ และอาจารย์ชวลิต รวยอาจิณ คณะกรรมการสอบสารนิพนธ์ ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ ที่นี้

ผู้วิจัยยังได้รับความอนุเคราะห์ในการตรวจเครื่องมือจากผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน คือ ดร.จรรยา ภูอุดม อาจารย์พรรณี จินตมาศ และอาจารย์อรรพรรณ รัตนพิมาน และได้รับความเอื้อเฟื้อเป็นอย่างดีในการทดลองเครื่องมือตลอดจนการทดลองและเก็บข้อมูลจากโรงเรียนคอนเมืองจตุรจินดา โรงเรียนเทพศิรินทร์นนทบุรี โรงเรียนไทรน้อย โรงเรียนลำลูกกาและโรงเรียนหนองเสือ นอกจากนี้ยังได้รับความช่วยเหลือในการวิเคราะห์ข้อมูลและการสร้างโปรแกรมคอมพิวเตอร์จาก อาจารย์พรชัย บัวเกิด อาจารย์สมศรี บัวเกิด อาจารย์เนาวรัตน์ ผอบนาค และอาจารย์อัจฉรา ไสยะหุด ผู้วิจัยขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงและขอขอบใจนักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง

สิรินธร ไสยะหุด

สารบัญ

บทที่	หน้า
1 บทนำ	1
ภูมิหลัง	1
จุดมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า	2
ความสำคัญของการศึกษาค้นคว้า	3
ขอบเขตของการศึกษาค้นคว้า	3
นิยามศัพท์เฉพาะ	3
2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	6
เอกสารที่เกี่ยวข้องกับแบบทดสอบปิรามิด	7
ความหมายของแบบทดสอบปิรามิด	7
ชนิดของแบบทดสอบปิรามิด	7
วิธีการให้คะแนนของแบบทดสอบปิรามิด	24
ข้อดีและข้อเสียของแบบทดสอบปิรามิด	29
หลักสูตรวิชาคณิตศาสตร์ในระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย	30
พฤติกรรมที่วัดผลการสอบวิชาคณิตศาสตร์	30
จุดประสงค์การเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ในระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย	37
เนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ ค 012 เรื่องภาคตัดกรวย	37
จุดประสงค์การเรียนรู้เรื่องภาคตัดกรวย	38
รูปแบบของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน	38
ความหมายของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน	38
บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนประเภทแบบทดสอบ	40
การประยุกต์คอมพิวเตอร์ช่วยสอนมาใช้ในการทดสอบ	41
คุณภาพของแบบทดสอบอิงกลุ่ม	41
ความยากของแบบทดสอบอิงกลุ่ม	41
ค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบอิงกลุ่ม	43
ค่าความเชื่อมั่น	45
ค่าความเที่ยงตรง	49
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	50
งานวิจัยภายในประเทศ	50

สารบัญ(ต่อ)

บทที่	หน้า
2 (ต่อ) งานวิจัยต่างประเทศ	52
3 วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า	55
กลุ่มเป้าหมายที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า	55
เนื้อหาที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า	55
เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า	55
วิธีการการสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า	56
ลักษณะของเครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า	62
วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล	63
ขั้นตอนสำหรับการดำเนินการสอบด้วยคอมพิวเตอร์	64
สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล	69
4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	72
สัญลักษณ์และอักษรย่อที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล	72
การเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล	72
5 สรุปผล อภิปราย และข้อเสนอแนะ	79
จุดมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า	79
กลุ่มเป้าหมายที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า	79
เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า	79
วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า.....	79
สรุปผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	80
อภิปราย	80
ข้อเสนอแนะ	81
บรรณานุกรม.....	82
ภาคผนวก.....	86

สารบัญ(ต่อ)

บทที่

หน้า

ประวัติย่อผู้วิจัย 97

บัญชีตาราง

ตาราง	หน้า
1 จำนวนนักเรียนกลุ่มเป้าหมายที่ใช้ในการทดสอบครั้งที่ 1, 2, 3.....	55
2 ตารางวิเคราะห์รายละเอียดวิชาคณิตศาสตร์ ค 012 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4.....	57
3 ค่าความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (IOC) ของแบบทดสอบชนิดเลือกตอบ 5 ตัวเลือก วิชาคณิตศาสตร์ ค 012 เรื่องภาคตัดกรวย ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4.....	73
4 ค่าความยาก ค่าความยากมาตรฐานและค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบ ชนิดเลือกตอบ 5 ตัวเลือก วิชาคณิตศาสตร์ ค 012 ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่องภาคตัดกรวย	74
5 ค่าความยากมาตรฐานและค่าอำนาจจำแนกทดสอบชนิดเลือกตอบ 5 ตัวเลือก วิชาคณิตศาสตร์ที่ใช้สร้างเป็นแบบทดสอบปริมาตรที่ทดสอบด้วยคอมพิวเตอร์ วิชาคณิตศาสตร์ จำนวน 55 ข้อ และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบปริมาตร วิชาคณิตศาสตร์	77
6 ค่าความยาก (p) ค่าความยากมาตรฐาน (Δ) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของ แบบทดสอบเลือก 5 ตัวเลือก วิชาคณิตศาสตร์ ค 012 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง ภาคตัดกรวย จำนวน 180 ข้อ จำแนกตามเนื้อหา	90
7 ค่าความยาก (p) ค่าความยากมาตรฐาน (Δ) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของ แบบทดสอบเลือก 5 ตัวเลือก วิชาคณิตศาสตร์ ค 012 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง ภาคตัดกรวย ที่คัดเลือกแล้วจำนวน 90 ข้อ จำแนกตามเนื้อหา	93
8 ค่าความยาก (p) ค่าความยากมาตรฐาน (Δ) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของ แบบทดสอบปริมาตรวิชาคณิตศาสตร์สำหรับทดสอบด้วยคอมพิวเตอร์ของ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่องภาคตัดกรวย	95

บัญชีภาพประกอบ

ภาพประกอบ	หน้า
1 โครงสร้างและเส้นทางการตอบข้อสอบของแบบทดสอบปิรามิด ที่ใช้กฎการแยกทางแบบเพิ่ม 1 ลด 1	9
2 โครงสร้างและเส้นทางการตอบข้อสอบของแบบทดสอบปิรามิด ที่ใช้กฎการแยกทางแบบเพิ่ม 1 ลด 2	11
3 โครงสร้างและเส้นทางการตอบข้อสอบของแบบทดสอบปิรามิด ที่ใช้กฎการแยกทางลงชั้นละครึ่งอย่างคงที่	15
4 โครงสร้างของแบบทดสอบปิรามิดชนิด 6 ชั้น ที่กฎการแยกทาง โดยลดค่าความแตกต่างระหว่างค่าความยากของข้อสอบในชั้นที่อยู่ติดกัน ของ Robbin - Monro	16
5 โครงสร้างของแบบทดสอบปิรามิดข้างตัด วิธีการสกัดการสะท้อนกลับ	18
6 โครงสร้างของแบบทดสอบปิรามิดข้างตัด วิธีการสกัดการเก็บรักษา	19
7 โครงสร้างของแบบทดสอบปิรามิดชนิดที่นักเรียนทำข้อสอบชั้นละ 3 ข้อ.....	21
8 โครงสร้างของแบบทดสอบปิรามิดชนิดที่ให้นักเรียนเลือกตัวเลือกของข้อสอบ เพื่อการแยกทาง	23
9 การให้คะแนนตามค่าความยากของข้อสอบที่ถัดจากข้อสุดท้ายที่ได้ตอบ	25
10 การให้คะแนนตามผลการตอบข้อสอบข้อสุดท้าย	26
11 โครงสร้างทั่วไปของบทเรียนประเภทแบบทดสอบ	40
12 แผนภูมิแสดงขั้นตอนการดำเนินการสร้างแบบทดสอบปิรามิด สำหรับทดสอบด้วยคอมพิวเตอร์วิชาคณิตศาสตร์ ค 012	56
13 การสร้างแบบทดสอบปิรามิดสำหรับใช้ทดสอบด้วยคอมพิวเตอร์ โดยใช้ค่าความยากมาตรฐาน	60
14 คอมพิวเตอร์แสดงโปรแกรม Pyramid test	64
15 แบบทดสอบปิรามิดที่ทดสอบด้วยคอมพิวเตอร์ ชั้นตอนที่ 1	65
16 แบบทดสอบปิรามิดที่ทดสอบด้วยคอมพิวเตอร์ ชั้นตอนที่ 2	66
17 แบบทดสอบปิรามิดที่ทดสอบด้วยคอมพิวเตอร์ ชั้นตอนที่ 3	67
18 แบบทดสอบปิรามิดที่ทดสอบด้วยคอมพิวเตอร์ ชั้นตอนที่ 4	68
19 แบบทดสอบปิรามิดที่ทดสอบด้วยคอมพิวเตอร์ ชั้นตอนสุดท้าย	69
20 การสร้างแบบทดสอบปิรามิดสำหรับใช้ทดสอบด้วยคอมพิวเตอร์ โดยใช้ค่าความยากมาตรฐาน	76

บัญชีภาพประกอบ(ต่อ)

ภาพประกอบ	หน้า
21 วิธีการพิมพ์คำตอบบนแบบทดสอบปริมาตรวิชาคณิตศาสตร์	89

บทที่ 1

บทนำ

ภูมิหลัง

การพัฒนาประเทศในแง่เศรษฐกิจ การเมือง การปกครอง ย่อมต้องอาศัยทรัพยากรในสังคมเป็นหลักและทรัพยากรที่สำคัญที่สุด คือ ทรัพยากรมนุษย์ ทุกสังคมจึงต้องพยายามทุกวิถีทางที่จะพัฒนาทรัพยากรมนุษย์ให้มีคุณภาพสูงสุด เพื่อรับภารกิจของสังคม โดยผ่านกระบวนการที่เรียกว่า "การศึกษา" (แอนก เพียรอนกุลบุตร.2522:2) และหัวใจของการจัดการศึกษาคือ การจัดการเรียน การสอน และการสอบ ทั้งสามอย่างนี้จะต้องสอดคล้องและดำเนินไปในทิศทางเดียวกัน ในสมัยก่อนจำนวนนักเรียนยังมีน้อย การสอนใช้วิธีแบบตัวต่อตัว การสอบก็ใช้วิธีสอบปากเปล่าเป็นรายบุคคล ต่อมาจำนวนนักเรียนเพิ่มขึ้นการสอนก็ใช้วิธีการสอนแบบเป็นกลุ่มหรือเป็นชั้นเรียนเล็ก ๆ ส่วนการสอบก็ใช้วิธีเขียนตอบแบบความเรียง (Essay test) สอบเป็นกลุ่มหรือเป็นชั้นเรียน และต่อมาจำนวนนักเรียนได้เพิ่มมากขึ้นอีกห้องเรียนได้ขยายใหญ่ขึ้นสำหรับการสอนของครูคนหนึ่งต้องสอนหลาย ๆ ห้องเรียน การสอบก็ได้พัฒนาเป็นการใช้ข้อสอบแบบปรนัย (Objective test) ทั้งนี้เพื่อให้การตรวจให้คะแนนทำได้ง่ายขึ้นข้อสอบมีความเป็นปรนัยมากขึ้นและให้ค่าความเชื่อมั่นสูงขึ้น(ซวาล แพร์ตกุล.2509 : 2) แต่ในการวัดผลทางการศึกษาและจิตวิทยานั้นสิ่งที่เราต้องการจะวัดและตรวจสอบมักเป็นคุณลักษณะ (Traits) ต่าง ๆ ซึ่งเป็นคุณสมบัติภายใน (Latent traits) ที่ไม่สามารถสังเกตได้โดยตรง ข้อสอบจะเป็นสิ่งเร้าอย่างหนึ่งที่กระตุ้นให้บุคคลแสดงพฤติกรรมภายนอกด้วยการตอบข้อสอบเหล่านั้น แล้วก็พิจารณาว่าบุคคลนั้นทำข้อสอบได้ถูกต้องกี่ข้อ ได้กี่คะแนน ต่อจากนั้นก็อ้างอิงจากพฤติกรรมการทำข้อสอบไปยังความสามารถที่แท้จริงซึ่งเป็นคุณสมบัติภายในของผู้สอบ (ขรรค์ชัย คงเสน่ห์.2532 : 41)

การจัดการสอบโดยทั่ว ๆ ไปแล้วผู้สอบทุกคนจะต้องทำแบบทดสอบเหมือนกันหมด เพื่อที่จะได้นำผลจากการสอบมาเปรียบเทียบว่าใครเป็นอย่างไร (ขรรค์ชัย คงเสน่ห์.2532 : 41) ซึ่งการจัดการสอบแบบนี้จะเหมาะสมกับผู้ที่มีความสามารถระดับปานกลางเท่านั้นแต่ในสภาพการทดสอบจริง ๆ แล้วผู้สอบแต่ละคนจะมีความสามารถในระดับที่แตกต่างกัน นั่นคือไม่ว่าผู้สอบจะมีความสามารถในระดับใดก็จะต้องทำแบบทดสอบฉบับเดียวกันหรือทำข้อสอบเหมือนกันหมดทุกคน ดังนั้นในการทดสอบแบบนี้จะมีความเหมาะสมในกรณีที่ผู้สอบมีความสามารถระดับปานกลางหรืออยู่ในช่วงใกล้ค่าเฉลี่ยของกลุ่มผู้สอบ ส่วนผู้สอบที่มีความสามารถสูงหรือต่ำกว่าระดับความสามารถเฉลี่ยของกลุ่มผู้สอบมาก ๆ จะได้ข้อมูลเกี่ยวกับตัวผู้สอบต่ำ (ระจิต ศรีพุทธรัตน์ ไพศาล สุวรรณน้อยและสมพงษ์ พันธุรัตน์.2535:1-2 ; อ้างอิงจาก Vale and Weiss . 1975)

ปัจจุบันปัญหานี้สามารถแก้ไขได้โดยการใช้การทดสอบแบบเทเลอร์ (Tailored Testing) เพราะการทดสอบแบบเทเลอร์มุ่งที่จะเลือกข้อสอบให้มีระดับความยากที่เหมาะสมกับระดับความสามารถของผู้สอบแต่ละคน การสอบในแต่ละครั้งผู้สอบแต่ละคนอาจไม่จำเป็นต้องทำข้อสอบเหมือนกันหมดทุกข้อทั้งฉบับ แต่ทั้งนี้จำนวนข้อที่แต่ละคนทำขึ้นอยู่กับผลการตอบข้อสอบแต่ละข้อในแบบทดสอบของแต่ละคน (ระจิต ตรีพุทธรัตน์,ไพศาล สุวรรณน้อยและสมพงษ์ พันธุ์รัตน์.2535:1-2 ; อ้างอิงจาก Weiss and Kingbury.1984) การประมาณค่าความสามารถของผู้สอบด้วยการทดสอบแบบเทเลอร์นั้น โดยปกติจะเริ่มให้ผู้สอบทำข้อสอบที่มีความยากปานกลางก่อนถ้าทำถูกข้อต่อไปก็จะทำข้อที่ยากขึ้น แต่ถ้าทำผิดข้อต่อไปก็จะทำข้อที่ง่ายขึ้น การทำข้อสอบในข้อต่อ ๆ ไปก็จะปฏิบัติเช่นเดียวกันนี้จนสิ้นสุดการทดสอบแบบเทเลอร์ สำหรับการคัดเลือกข้อสอบที่จะให้ผู้สอบทำในแต่ละขั้นนั้นจะเป็นไปตามรูปแบบและเงื่อนไขของการทดสอบแบบเทเลอร์นั้น ๆ (ค่าย เชียงฉวี .2534 : 2-3)

ในปีค.ศ.1973 เบทและเวส (ระจิต ตรีพุทธรัตน์ ไพศาล สุวรรณน้อยและสมพงษ์ พันธุ์รัตน์.2535:1-2 ; อ้างอิงจาก Larkin and Weiss . 1975) ได้ทำการศึกษาพบว่า การทดสอบแบบเทเลอร์จะใช้ข้อสอบน้อย จึงใช้เวลาในการทำข้อสอบน้อยลง ในขณะที่ความเชื่อมั่นและความเที่ยงตรงคงเดิมในทุกระดับความสามารถของผู้สอบตลอดจนช่วยกระตุ้นให้ผู้สอบได้ใช้ความรู้และความสามารถในการทำแบบทดสอบอย่างเต็มที่อีกด้วย นอกจากนี้ยังพบว่าการทดสอบแบบเทเลอร์ที่ดำเนินด้วยการคอมพิวเตอร์ยังมีประโยชน์อีกหลายประการดังนี้(ระจิต ตรีพุทธรัตน์ ไพศาล สุวรรณน้อยและสมพงษ์ พันธุ์รัตน์.2535:1-2 ; อ้างอิงจาก Urry . 1977)

1. การดำเนินการสอบมีมาตรฐานข้อจัดข้อคิดที่อาจเกิดจากผู้ดำเนินการสอบ
2. เลี่ยงข้อข้อครหาต่ำกว่าเพราะข้อสอบไม่มีการพิมพ์และผู้สอบแต่ละคนก็สอบด้วย

ข้อคำถามที่ต่างกัน

3. ช่วยปรับปรุงการวางแผนการสอบสำหรับผู้สมัครเป็นจำนวนมาก
4. ช่วยปรับปรุงความเชื่อถือในการวัด

จากการที่กล่าวมาข้างต้นทั้งหมดทำให้ผู้วิจัยมีความสนใจแบบทดสอบแบบเทเลอร์ในรูปแบบของแบบทดสอบปิรามิดชนิด 10 ชั้นภายใต้กฎการเพิ่ม 1 ลด 1 โดยการสร้างแบบทดสอบลงในโปรแกรม Visual Basic เพื่อเป็นการลดปัญหาในการจัดการทดสอบและสามารถวัดความสามารถของผู้สอบแต่ละคนได้อย่างชัดเจน

จุดมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า

1. เพื่อสร้างแบบทดสอบปิรามิดวิชาคณิตศาสตร์ที่ใช้ทดสอบด้วยคอมพิวเตอร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

2. เพื่อหาคุณภาพของแบบทดสอบปิรามิดที่ใช้ทดสอบด้วยคอมพิวเตอร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

ความสำคัญของการศึกษาค้นคว้า

ผลของการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ทำให้ได้แบบทดสอบปิรามิดสำหรับทดสอบด้วยคอมพิวเตอร์วิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่องภาคตัดกรวย ที่เป็นประโยชน์ต่อการเรียนการสอนและการสอบที่นำคอมพิวเตอร์มาประยุกต์ใช้แทนการสอบแบบเก่าที่ใช้กระดาษและดินสอในการทำแบบทดสอบและเป็นแนวทางในการสร้างแบบทดสอบปิรามิดที่ทดสอบด้วยคอมพิวเตอร์วิชาคณิตศาสตร์เรื่องอื่นต่อ ๆ ไป

ขอบเขตของการศึกษาค้นคว้า

1. กลุ่มเป้าหมายที่ใช้ในการสร้างแบบทดสอบปิรามิดสำหรับทดสอบด้วยคอมพิวเตอร์วิชาคณิตศาสตร์ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2545 ในจังหวัดกรุงเทพมหานคร จังหวัดนนทบุรีและจังหวัดปทุมธานี สังกัดกรมสามัญศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ กรุงเทพมหานคร จำนวน 680 คน

2. เนื้อหาที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าเป็นเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ ค 012 เรื่องภาคตัดกรวย ตามหลักสูตรมัธยมศึกษาตอนปลาย พุทธศักราช 2524 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2533)

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. แบบทดสอบคณิตศาสตร์ หมายถึง ชุดของข้อคำถามวิชาคณิตศาสตร์ที่ใช้วัดพฤติกรรมที่สำคัญ 4 ด้าน คือ ความรู้ด้านการคิดคำนวณ (ความจำ) ความเข้าใจ การนำไปใช้และการวิเคราะห์

2. แบบทดสอบปิรามิด หมายถึง (Pyramidal Test) หมายถึง แบบทดสอบที่จัดเรียงข้อคำถามโดยอาศัยโครงสร้างของแบบจำลองรูปปิรามิดที่มีลักษณะเป็นรูปสามเหลี่ยมโดยมีจุดยอดเป็นจุดเริ่มต้นของข้อสอบมีข้อสอบเพียงข้อเดียวและค่า ความยากปานกลาง ส่วนขั้นตอนมาจะมีจำนวนข้อเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ เท่ากับจำนวนขั้นที่เพิ่มขึ้นจนถึงฐานที่เป็นขั้นสุดท้าย จะมีข้อสอบหลายข้อจากข้อที่มีค่าความยากเรียงลำดับตั้งแต่ง่ายสุดไปจนถึงยากที่สุด

3. แบบทดสอบปิรามิดวิชาคณิตศาสตร์ หมายถึง แบบทดสอบปิรามิดที่ใช้สำหรับทดสอบวิชาคณิตศาสตร์ โดยนำข้อสอบวิชาคณิตศาสตร์ที่มีการจัดกลุ่มตามค่าความยากของแบบทดสอบแล้วนำมาสร้างเป็นแบบทดสอบปิรามิดชนิด 10 ชั้น ภายใต้กฎการเพิ่ม 1 ลด 1 ซึ่ง

จำนวนแบบทดสอบสอบในแต่ละชั้นจะเท่ากับลำดับที่ของชั้นกล่าวคือในชั้นที่ 1 จะมีจำนวนแบบทดสอบ 1 ข้อ และในชั้นที่ 10 จะมีจำนวนแบบทดสอบ 10 ข้อ ดังนั้นแบบทดสอบฉบับนี้มีจำนวนแบบทดสอบทั้งหมด 55 ข้อ และค่าความยากของแบบทดสอบในชั้นที่อยู่ติดกันจะมีและค่าความยากของแบบทดสอบในชั้นที่อยู่ติดกันจะมีค่าแตกต่างกันระหว่างค่าความยากเท่ากันหรือคงที่ นักเรียนต้องตอบแบบทดสอบสอบชั้นละ 1 ข้อ รวมแบบทดสอบที่จะต้องตอบทั้งหมด 10 ข้อที่บันทึกไว้ในเครื่องคอมพิวเตอร์โดยใช้โปรแกรม Visual Basic

4. กฎการเพิ่ม 1 ลด 1 หมายถึง แบบทดสอบปิรามิดที่สร้างขึ้นตามค่าความยากของแบบทดสอบ โดยข้อสอบข้อที่อยู่ตรงกลางจะมีค่าความยากปานกลาง ข้อสอบชั้นต่อมาที่อยู่ทางซ้ายมือจะมีค่าความยากเพิ่มขึ้น 0.5 และข้อสอบชั้นถัดมาที่อยู่ทางขวามือจะมีค่าความยากลดลง 0.5

5. โปรแกรม Visual Basic หมายถึง การนำคอมพิวเตอร์มาประยุกต์ใช้กับกระบวนการเรียนการสอนโดยใช้ชื่อว่าคอมพิวเตอร์ช่วยสอนโดยจัดทำบทเรียนไว้ในแผ่นสำรองข้อมูล (Diskett)

6. แบบทดสอบปิรามิดสำหรับทดสอบด้วยคอมพิวเตอร์ หมายถึง แบบทดสอบที่อาศัยโครงสร้างของแบบจำลองรูปปิรามิดหรือแบบจำลองโครงสร้างต้นไม้ดังนิยามในข้อ 3 แล้วนำมาสร้างเป็นแบบทดสอบที่ใช้ทดสอบด้วยคอมพิวเตอร์

7. คุณภาพของแบบทดสอบ หมายถึง คุณสมบัติที่พึงประสงค์ของแบบทดสอบที่มีลักษณะ ดังนี้

7.1 ความยากของข้อสอบ หมายถึง ค่าที่แสดงถึงจำนวนนักเรียนที่ตอบถูกในแต่ละข้อซึ่งคำนวณจากสัดส่วนของนักเรียนที่ทำข้อสอบข้อนั้นถูกกับจำนวนนักเรียนที่ทำข้อสอบข้อนั้น ทั้งหมดการวิจัยครั้งนี้คำนวณค่าความยากจากสัดส่วนของนักเรียนที่ทำข้อสอบข้อนั้นถูกกับจำนวนนักเรียนที่ทำข้อสอบทั้งหมด

7.2 ค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบ หมายถึง ค่าที่แสดงลักษณะของข้อสอบที่สามารถแบ่งแยกนักเรียนออกเป็นกลุ่มอ่อนและกลุ่มเก่งได้อย่างชัดเจน การวิจัยครั้งนี้ คำนวณจากสูตรสหสัมพันธ์แบบไบซีเรียล

7.3 ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ หมายถึง คุณสมบัติของแบบทดสอบที่แสดงถึงความคงที่ในการสอบได้คะแนนของนักเรียนแต่ละคนจากการทำแบบทดสอบ โดยคำนวณจากสูตรค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของเพียร์สัน (Pearson product-moment coefficient correlation)

7.4 ความเที่ยงตรงของแบบทดสอบ หมายถึง คุณสมบัติของแบบทดสอบที่สามารถวัดได้ตรงตามลักษณะหรือจุดประสงค์ที่ต้องการวัดได้จริงคำนวณจากสูตรการหาค่าดัชนีความสอดคล้อง(IOC)

8. ผู้เชี่ยวชาญ หมายถึง ผู้ที่จบการศึกษาระดับปริญญาโทเอกวัดผลการศึกษาร้อย 2 ท่าน และผู้ที่มีประสบการณ์ในการสอนวิชาคณิตศาสตร์ไม่ต่ำกว่า 5 ปี จำนวน 1 ท่าน

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ทำการศึกษา
เนื้อหาต่าง ๆ ตามลำดับ ดังนี้

- 1.เอกสารที่เกี่ยวข้องกับแบบทดสอบปรีรามิด
 - 1.1 ความหมายของแบบทดสอบปรีรามิด
 - 1.1 ชนิดของแบบทดสอบปรีรามิด
 - 1.3 วิธีการให้คะแนนของแบบทดสอบปรีรามิด
 - 1.4 ข้อดีและข้อเสียของแบบทดสอบปรีรามิด
- 2.หลักสูตรวิชาคณิตศาสตร์ในระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย
 - 2.1 พฤติกรรมที่วัดผลการสอนวิชาคณิตศาสตร์
 - 2.2 จุดประสงค์การเรียนรู้การสอนวิชาคณิตศาสตร์
ในระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย
 - 2.3 เนื้อหารายวิชา ค 012 คณิตศาสตร์ เรื่อง ภาคตัดกรวย
 - 2.4 จุดประสงค์การเรียนรู้เรื่อง ภาคตัดกรวย
- 3.รูปแบบของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
 - 3.1 ความหมายของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
 - 3.2 บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนประเภทแบบทดสอบ
 - 3.3 การประยุกต์คอมพิวเตอร์ช่วยสอนมาใช้ในการทดสอบ
- 4.คุณภาพของแบบทดสอบอิงกลุ่ม
 - 4.1 ค่าความยากของแบบทดสอบอิงกลุ่ม
 - 4.2 ค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบอิงกลุ่ม
 - 4.3 ค่าความเชื่อมั่น
 - 4.4 ค่าความเที่ยงตรง
- 5.เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
 - 5.1 งานวิจัยภายในประเทศ
 - 5.2 งานวิจัยต่างประเทศ

1. เอกสารที่เกี่ยวข้องกับแบบทดสอบปิรามิด

1.1 ความหมายของแบบทดสอบปิรามิด

นริศ สวัสดิ์ (2533:24) กล่าวว่า แบบทดสอบปิรามิด คือ แบบทดสอบที่จัดรูปแบบของแบบทดสอบโดยอาศัยโครงสร้างของแบบจำลองรูปปิรามิด(Pyramidal Models) หรือแบบจำลองโครงสร้างต้นไม้ (Tree Structure Models) มีลักษณะเป็นรูปสามเหลี่ยมโดยมีจุดยอดเป็นจุดเริ่มต้นซึ่งมีข้อสอบเพียงข้อเดียวและมีค่าความยากปานกลางส่วนชั้นต่อมาจะมีจำนวนข้อสอบเพิ่มขึ้นเรื่อยๆจนถึงฐานซึ่งเป็นชั้นสุดท้ายจะมีข้อสอบหลายข้อที่มีค่าความยากเรียงลำดับกันไปตั้งแต่้ง่ายที่สุดจนถึงยากที่สุด

ระจิต ตรีพุทธรัตน์ ไพศาล สุวรรณน้อยและสมพงษ์ พันธุ์รัตน์ (2535:24) กล่าวว่าแบบทดสอบปิรามิด คือ แบบทดสอบที่สามารถจัดรูปแบบได้โดยอาศัยโครงสร้างแบบจำลองรูปปิรามิด (Pyramidal Models) หรือแบบจำลองโครงสร้างต้นไม้ (Pyramidal Test) ซึ่งเป็นรูปแบบหนึ่งของแบบทดสอบเทเลอร์

คำย เชียงฉวี (2534:39) กล่าวว่า แบบทดสอบปิรามิด คือ แบบทดสอบที่จัดอยู่ในรูปของสามเหลี่ยม โดยมีจำนวนข้อสอบในแต่ละชั้นเท่ากับลำดับที่ของชั้น

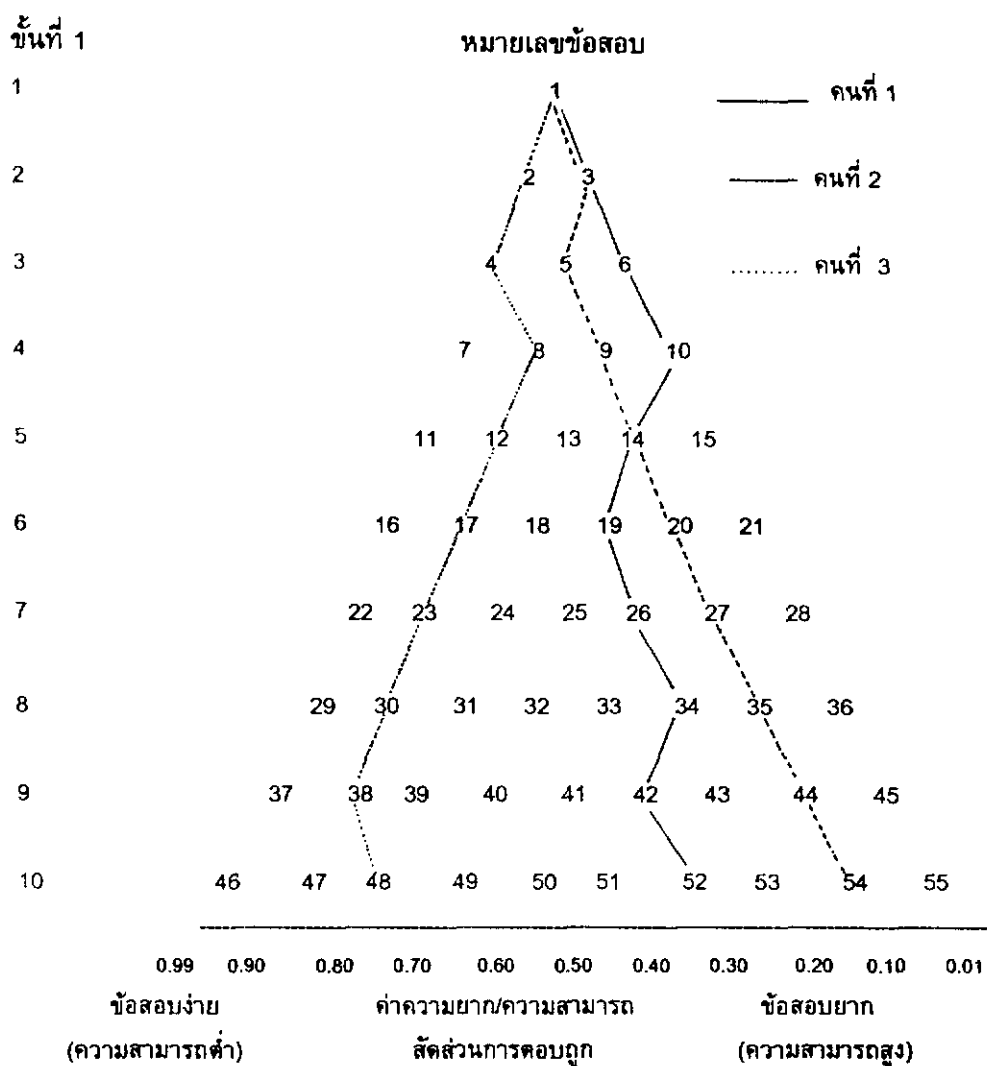
จากการที่นักการศึกษาหลายท่านได้กล่าวถึงแบบทดสอบปิรามิดสามารถสรุปได้ว่าแบบทดสอบปิรามิด หมายถึง แบบทดสอบที่อาศัยโครงสร้างของแบบจำลองรูปปิรามิดที่มีลักษณะเป็นสามเหลี่ยมโดยมีจุดยอดเป็นจุดเริ่มต้นของข้อสอบ มีข้อสอบเพียงข้อเดียวและมีค่าความยาก ปานกลาง ส่วนชั้นต่อมาจะมีจำนวนข้อเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ เท่ากับจำนวนชั้นที่เพิ่มขึ้นจนถึงฐานที่เป็นชั้นสุดท้าย จะมีข้อสอบหลายข้อจากข้อที่มีค่าความยากเรียงลำดับตั้งแต่้ง่ายสุดไปจนถึงยากที่สุด

1.2 ชนิดของแบบทดสอบปิรามิด (Pyramidal Test)

จิราพร ไกรสรสิ่วเวท (2529:20) นริศ สวัสดิ์ (2533:24) ระจิต ตรีพุทธรัตน์ ไพศาล สุวรรณน้อยและสมพงษ์ พันธุ์รัตน์ (2535:25) และคำย เชียงฉวี (2534:38 – 39 อ้างอิงจาก Lord.1971:3-4) ได้แบ่งชนิดของแบบทดสอบปิรามิดไว้ดังนี้คือ แบบทดสอบปิรามิด (Pyramidal Test) สามารถจัดรูปแบบของแบบทดสอบได้โดยอาศัยโครงสร้างของแบบจำลองรูปปิรามิด (Pyramidal Models) หรือแบบจำลองโครงสร้างต้นไม้ (Tree Structure Models) ซึ่งเป็นรูปแบบหนึ่งของแบบทดสอบเทเลอร์ประเภทวิธีการหลายชั้นที่มีแบบจำลองการแยกทางคงที่เขียนเป็นแบบจำลองแบบแรกของการทดสอบเทเลอร์ที่ได้มีการศึกษาอย่างกว้างขวางในปัจจุบันซึ่งงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับจำลองรูปปิรามิดเริ่มต้นจากการศึกษาของ แครทว็อลและฮายเซอร์ (Kraithwohl and Huyser.1956. อ้างอิงจากจิราพร ไกรสรสิ่วเวท2529 : 20) และต่อ ๆ มาก็คมีเบย์รอฟฟ์และคณะ(Bayroff and other.1960,1967.อ้างอิงจากจิราพร ไกรสรสิ่วเวท

2529 : 20) แพทเทอร์สัน (Patterson.1962.อ้างอิงจากจิราพร ไกรสรศิวเวท 2529 : 20) แชนแซน (Hansen.1969. อ้างอิงจากจิราพร ไกรสรศิวเวท 2529:20) และลอร์ด (Lord .1970 ,1971) ซึ่งงานวิจัยต่าง ๆ ที่ผ่านมามีได้รับการสนับสนุนจากงานวิจัยของมุสซิโอ (Mussio .1973)และงานวิจัยของลาร์กินและไวส์ (Larkin and Weiss.1975)ได้สรุปว่าแบบทดสอบปิรามิดได้มีการศึกษากัน 5 รูปแบบ ดังนี้

1.2.1 แบบทดสอบปิรามิดที่ใช้ขนาดขั้นคงที่ (Constant Step Size Pyramids) จะมีจำนวนข้อสอบในแต่ละชั้นเท่ากับลำดับที่ของชั้น คือ ในชั้นที่ 1 จะมีจำนวนข้อสอบ 1 ข้อ ในชั้นที่ 5 จะมีจำนวนข้อสอบ 5 ข้อ หรือ ในชั้นที่ 8 จะมีข้อสอบ 8 ข้อ ดังนั้นถ้าเป็นแบบทดสอบปิรามิดชนิด 10 ชั้น ก็จะมีจำนวนข้อสอบทั้งหมด 55 ข้อ ดังภาพประกอบ 1 แนวแกนนอนแสดงความยากของข้อสอบที่สัมพันธ์กับข้อสอบในแบบทดสอบปิรามิดค่าความยากของข้อสอบจะอยู่ในช่วง 0.05 ถึง 0.95 ข้อสอบที่อยู่ในแนวตั้งเดียวกันจะเป็นข้อสอบที่มีระดับความยากเท่ากันคือเท่ากับ 0.05 หรือมีขนาดขั้นคงที่นั่นเองซึ่งแสดงโครงสร้างดังภาพประกอบ 1



ภาพประกอบ 1 โครงสร้างและเส้นทางการตอบข้อสอบของแบบทดสอบรูปปิรามิดที่ใช้กฎการแยกทางแบบเพิ่ม 1 ลด 1

จากภาพประกอบ 1 เส้นทางการตอบข้อสอบตามโครงสร้างของแบบทดสอบปิรามิดชนิดนี้ คือ ผู้สอบทุกคนจะเริ่มทำข้อสอบหมายเลข 1 ในชั้นที่ 1 คำตอบของผู้สอบในชั้นนี้ จะถูกหรือผิด ซึ่งจะนำไปพิจารณาเพื่อแยกทางในการที่ผู้สอบจะตอบข้อสอบข้อต่อไปในชั้นที่ 2 ภายใต้กฎการแยกทางแบบเพิ่ม 1 ลด 1 จากกฎการแยกทางลักษณะนี้ถ้าผู้สอบตอบข้อสอบถูกผู้สอบจะได้ข้อสอบที่มีความยากสูงขึ้นหรือเป็นข้อสอบที่ยากมากกว่าข้อเดิมที่ได้ทำเป็นข้อต่อไป แต่ถ้าผู้สอบตอบข้อสอบข้อนั้นผิดจะถูกแยกทางให้ตอบข้อที่มีความยากลดลงหรือเป็นข้อสอบที่ง่ายกว่าข้อเดิมเป็นข้อต่อไป จากตัวอย่างผู้สอบ 3 คน เริ่มทำข้อสอบหมายเลข 1 ในชั้นที่ 1 เหมือนกัน เส้นที่แสดงการตอบของคนที่ 1 มีความสามารถปานกลาง เมื่อเขาตอบข้อสอบหมายเลข 1 ($p = 0.50$) ถูกจะถูกแยกทางให้ตอบข้อสอบหมายเลข 3

($p = 0.45$) ในขั้นที่ 2 เขาตอบถูกอีก ในขั้นที่ 3 เขาจึงตอบข้อสอบหมายเลข 6 ($p = 0.40$) และตอบถูกอีกจึงได้ทำข้อสอบหมายเลข 10 ($p = 0.35$) ในขั้นที่ 4 ซึ่งเขาตอบผิดเป็นข้อแรก ดังนั้นในขั้นที่ 5 เขาจึงได้ทำข้อสอบหมายเลข 14 ($p = 0.40$) ซึ่งข้อที่มีความยากลดลง และเขาตอบข้อสอบในขั้นที่ 5 ผิดอีก จึงถูกแยกทางให้ไปทำข้อสอบหมายเลข 19 ($p = 0.45$) ในขั้นที่ 6 ซึ่งเป็นข้อสอบที่ง่ายกว่าเดิมอีก ผลการตอบในขั้นที่ 6 นี้ปรากฏว่าเขาตอบถูกจึงได้ตอบข้อสอบหมายเลข 34 ($p = 0.35$) ในขั้นที่ 8 ซึ่งเป็นข้อสอบที่ยากขึ้นและเขาตอบผิดจึงได้ทำข้อสอบหมายเลข 42 ($p = 0.40$) ในขั้นที่ 9 ซึ่งมีความยากลดลงและเขาตอบถูกเขาจึงได้ตอบข้อสอบที่ยากขึ้นในขั้นที่ 10 คือได้ข้อสอบหมายเลข 52 ($p = 0.35$) ซึ่งเป็นข้อสอบข้อสุดท้ายรวมทำข้อสอบทั้งหมด 10 ข้อ

เส้นทางการตอบของคนที่ 2 ในภาพประกอบ 1 แสดงด้วยเส้นประเป็นคนที่มีความสามารถค่อนข้างสูง เขาตอบข้อสอบทั้งหมด 10 ข้อ ตอบขั้นละ 1 ข้อ เช่นเดียวกันแต่เขาตอบผิดเพียง 1 ข้อเท่านั้น คือข้อสอบหมายเลข 3 ($p = 0.45$) เส้นประจึงแสดงเส้นทางการตอบข้อสอบที่มีความยากสูงขึ้นเรื่อย ๆ จนถึงข้อสอบหมายเลข 54 ($p = 0.15$) ในขั้นที่ 10 ซึ่งเป็นขั้นสุดท้ายและแนวจุดไขว้ปลาเป็นเส้นทางการตอบของคนที่ 3 จะเห็นว่าเขาตอบข้อสอบ 10 ขั้นถูกเพียง 2 ข้อเท่านั้น คือข้อสอบหมายเลข 4 ($p = 0.60$) และข้อสอบหมายเลข 38 ($p = 0.80$) และข้อสอบข้อสุดท้ายที่เขาได้ตอบคือข้อสอบหมายเลข 48 ($p = 0.75$) ในขั้นที่ 10

โดยสรุปแล้ว จากภาพประกอบ 1 จะเห็นได้ว่าค่าความยากในขั้นที่อยู่ติดกันจะแตกต่างกันเท่ากับ 0.05 คงที่ในกฎการแยกทางแบบเพิ่ม 1 ลด 1 โดยมีจำนวนขั้นที่แยกทางไปให้ทำข้อที่ยากขึ้น เท่ากับจำนวนขั้นที่แยกไปทำข้อที่ง่ายลง (Equal Offset) ผู้สอบทุกคนจะได้เริ่มทำข้อสอบข้อแรก คือ ข้อสอบหมายเลข 1 ในขั้นที่ 1 ถ้าตอบถูกก็จะได้ทำข้อสอบไปจนกว่าจะครบทั้ง 10 ขั้น หรือ k ขั้น เมื่อแบบทดสอบมี k ขั้น และผู้สอบจะได้ทำข้อสอบ 1 ข้อในแต่ละขั้น

เนื่องจากข้อสอบชนิดเลือกตอบ (Multiple – Choice Item) ผู้สอบอาจใช้วิธีคาดเดาในข้อใดก็ได้ จึงมีการศึกษาจัดรูปแบบการแยกทางการตอบข้อสอบเพื่อจัดผลที่เกิดจากการเดา โดยใช้กฎการแยกทางแบบเพิ่ม 1 ลด 2 ซึ่งมีจำนวนขั้นที่แยกทางไม่เท่ากัน (Unequal Offset) ดังแสดงในภาพประกอบ 2 การแยกทางในการตอบข้อสอบรูปแบบที่กำหนดไว้ดังนี้ ถ้าตอบข้อสอบถูกจะได้ทำข้อสอบข้อต่อไปที่มีความยากเพิ่มขึ้นจากเดิมเท่ากับ 0.05 แต่ถ้าตอบผิดจะได้ทำข้อสอบข้อต่อไปที่มีความยากลดลงกว่าเดิม 0.10 เสมอตัวอย่างเส้นทางการตอบในภาพประกอบ 2

($p = 0.65$) ส่วนแนวเส้นประแสดงเส้นทางการตอบข้อสอบของผู้สอบที่ตอบข้อสอบหมายเลข 11 ($p = 0.70$) หมายเลข 30 ($p = 0.75$) และหมายเลข 39 ($p = 0.70$) ถูกต้องในแต่ละครั้งที่เขาตอบถูกเขาจะได้ตอบข้อสอบที่มีความยากเพิ่มขึ้น 0.05 ในขั้นถัดไปเป็นข้อต่อไป แต่ถ้าเขาตอบข้อสอบผิดเขาจะได้ตอบข้อสอบที่มีความยากลดลงกว่าเดิม 0.10 ในอีก 2 ขั้นถัดไปเป็นข้อต่อไป

ข้อแตกต่างของโครงสร้างแบบทดสอบปิรามิดทั้งสองลักษณะนี้อีกประการหนึ่งคือผู้สอบที่มีเส้นทางการตอบต่างกันจะได้ทำข้อสอบจำนวนไม่เท่ากัน นั่นคือโครงสร้างแบบทดสอบปิรามิดที่มีขนาดขั้นคงที่ ภายใต้กฎการแยกทางแบบเพิ่ม 1 ลด 1 ผู้สอบแต่ละคนจะได้ทำข้อสอบเท่ากันคือเท่ากับจำนวนขั้นของโครงสร้างแบบทดสอบพอดี แต่ถ้าเป็นโครงสร้างแบบทดสอบปิรามิดที่มีขนาดขั้นคงที่ภายใต้กฎการแยกทางแบบเพิ่ม 1 ลด 2 จำนวนข้อสอบที่ผู้สอบแต่ละคนจะต้องทำจะแตกต่างกันขึ้นอยู่กับจำนวนข้อที่เขาตอบถูก เช่นผู้สอบที่ตอบตามแนวเส้นทึบและเส้นประในภาพประกอบ 2 จะได้ตอบข้อสอบเพียง 7 ข้อ ในแบบทดสอบปิรามิด 10 ขั้น ถ้าผู้สอบคนใดตอบข้อสอบถูกทุกข้อเขาจะได้ทำข้อสอบทั้งหมด 10 ข้อ และถ้าผู้สอบคนใดตอบข้อสอบผิดหมดทุกข้อเขาจะได้ทำข้อสอบเพียง 5 ข้อเท่านั้น

การศึกษาแบบทดสอบปิรามิดขนาดขั้นคงที่นอกจากศึกษากฎการแยกทางแบบเพิ่ม 1 ลด 1 และแบบเพิ่ม 1 ลด 2 แล้วยังมีการศึกษาภายใต้กฎการแยกทางแบบเพิ่ม 1 ลด 3 และการแยกทางแบบเพิ่ม 2 ลด 3 ด้วย ซึ่งวิธีการดำเนินการก็คล้ายกับ 2 วิธีดังกล่าวนั่นเอง

1.2.2 แบบทดสอบรูปปิรามิดที่ใช้ขนาดขั้นแปรผัน (Variable Step Size Pyramids) (ค่าย เชียงฉวี.2534:40-42. อ้างอิงจาก Paterson and Lord) ได้ให้ข้อเสนอแนะว่าแบบทดสอบปิรามิดที่มีขนาดขั้นคงที่ไม่มีประสิทธิภาพเกี่ยวกับความไวต่อการกำหนดเส้นทางการตอบ ข้อสอบจึงมีการเสนอแนะว่าขั้นที่อยู่ติดกันในขั้นแรก ๆ ของโครงสร้างรูปปิรามิดนั้นควรให้มีค่าความแตกต่างระหว่างค่าความยากของข้อสอบมาก ๆ และขั้นที่อยู่ติดกันในขั้นหลัง ๆ ของโครงสร้างรูปปิรามิดให้มีค่าความยากแตกต่างกันน้อยลง วิธีการดำเนินการลักษณะเช่นนี้จะช่วยให้สามารถวัดระดับความสามารถของผู้ถูกสอบแต่ละคนได้เที่ยงตรงมากขึ้น

ใน ค.ศ. 1962 (จิราพร ไกรสรสิทเวท.2529:25. อ้างอิงจาก Paterson.1962) ได้กำหนดโครงสร้างของแบบทดสอบปิรามิดที่ใช้วิธีแยกทางโดยลดค่าความยากลงขั้นละครึ่งอย่างคงที่ซึ่งแสดงไว้ในภาพประกอบ 3 จะเห็นว่าข้อสอบข้อแรกจะมีค่าความยากอยู่ที่มัธยฐาน ($p=0.50$) ข้อสอบในขั้นที่ 2 คือ ข้อสอบหมายเลข 2 และ 3 จะมีค่าความยากอยู่กึ่งกลางระหว่างค่าความยากของข้อสอบในขั้นที่ 1 กับค่าความยากของข้อสอบที่มากที่สุดที่มีในแบบทดสอบ นั่นคือข้อสอบหมายเลข 2 มีค่าความยากเท่ากับ 0.87 และข้อสอบหมายเลข 3 มีค่าความยากเท่ากับ 0.25 ตามลำดับ ดังนั้นความแตกต่างระหว่างค่าความยากของข้อสอบจากขั้นที่ 1 ไปยังขั้นที่ 2 เท่ากับ 0.25 ซึ่งผลทำให้ค่าแตกต่างระหว่างค่าความยากของข้อสอบในขั้นที่ 1 และขั้นที่

2 มีค่ามากทำให้การประมาณค่าความสามารถของผู้สอบในการทำข้อสอบข้อแรกนั้นเป็นการประมาณไปสู่จุดกึ่งกลางระหว่างระดับความสามารถที่สูงกว่าและต่ำกว่า ในระดับความสามารถที่กระจายกันอยู่ทั้งหมดในชั้นที่ 3 จะมีข้อสอบอยู่ 3 ข้อ ซึ่งมีค่าความยากของข้อสอบเท่ากับค่ากึ่งกลางระหว่างค่าความยากของข้อสอบในชั้นที่ 2 หรือระหว่างค่าความยากของข้อสอบในชั้นที่ 2 กับระดับความสามารถที่มากที่สุดหรือน้อยที่สุด ดังนั้นข้อสอบหมายเลข 4 และหมายเลข 5 และหมายเลข 6 จะมีค่าความยากเท่ากับ 0.75 , 0.50 และ 0.12 ตามลำดับ นั่นคือค่าความยากของข้อสอบในชั้นที่ 2 กับชั้นที่ 3 จึงมีค่าความยากเท่ากับ 0.12 หรือมีค่าเป็นครึ่งหนึ่งของค่าความแตกต่างระหว่างค่าความยากของข้อสอบในชั้นที่ 1 กับชั้นที่ 2 สำหรับค่าความแตกต่างระหว่างค่าความยากของข้อสอบในชั้นที่อยู่ติดกันอื่น ๆ ก็คำนวณได้โดยวิธีการเดียวกันนี้ กล่าวคือสำหรับข้อสอบที่อยู่ในตำแหน่งปลายบนสุดหรือปลายล่างสุดของชั้นค่าความยากของข้อสอบจะเป็นค่าที่อยู่กึ่งกลางระหว่างค่าความยากของข้อสอบที่อยู่ปลายสุดของชั้นที่อยู่ติดกันที่มาก่อนระดับความยากที่สูงสุดหรือต่ำสุดที่เป็นไปได้ของแบบทดสอบฉบับนั้นสำหรับข้อสอบที่อยู่ระหว่างข้อที่มีค่าความยากสูงสุดและต่ำสุดในชั้นนั้นค่าความยากของข้อสอบจะประมาณจากครึ่งหนึ่งของค่าความยากของข้อสอบข้อที่อยู่เหนือข้อสอบข้อนั้น ๆ ในชั้นที่อยู่ติดกันมาก่อน แสดงโครงสร้างในภาพประกอบ 3

โครงสร้างแบบทดสอบปรัมาติลักษณะนี้ค่าความแตกต่างระหว่างค่าความยากของข้อสอบในชั้นที่อยู่ติดกันจะลดลงเร็วมากเมื่อข้อสอบนั้นอยู่ใกล้กับค่าความยากที่สูงที่สุดหรือต่ำสุดในแบบทดสอบทั้งฉบับนั้นและลดลงมากกว่าข้อสอบข้อที่อยู่ใกล้ค่าความยากตรงกลาง ๆ นอกจากนี้โครงสร้างปรัมาติลักษณะนี้ยังมีผลทำให้บริเวณระดับค่าความยากสูงสุดหรือต่ำสุดมีจำนวนข้อสอบมากกว่าบริเวณที่มีค่าระดับความยากตรงกลางซึ่งต่างกับโครงสร้างปรัมาติที่ใช้ขนาดขั้นคงที่ ที่มีข้อสอบจำนวนมากข้อในบริเวณที่มีระดับความยากตรงกลาง ๆ จากลักษณะที่สำคัญของโครงสร้างรูปปรัมาติที่ใช้ขนาดขั้นแปรผันนี้จะทำให้มีความเที่ยงตรงในการให้คะแนนเท่า ๆ กัน ในทุกระดับความสามารถของผู้สอบโดยที่จำนวนข้อสอบไม่มีมากไปกว่าโครงสร้างปรัมาติที่ใช้ขนาดขั้นคงที่

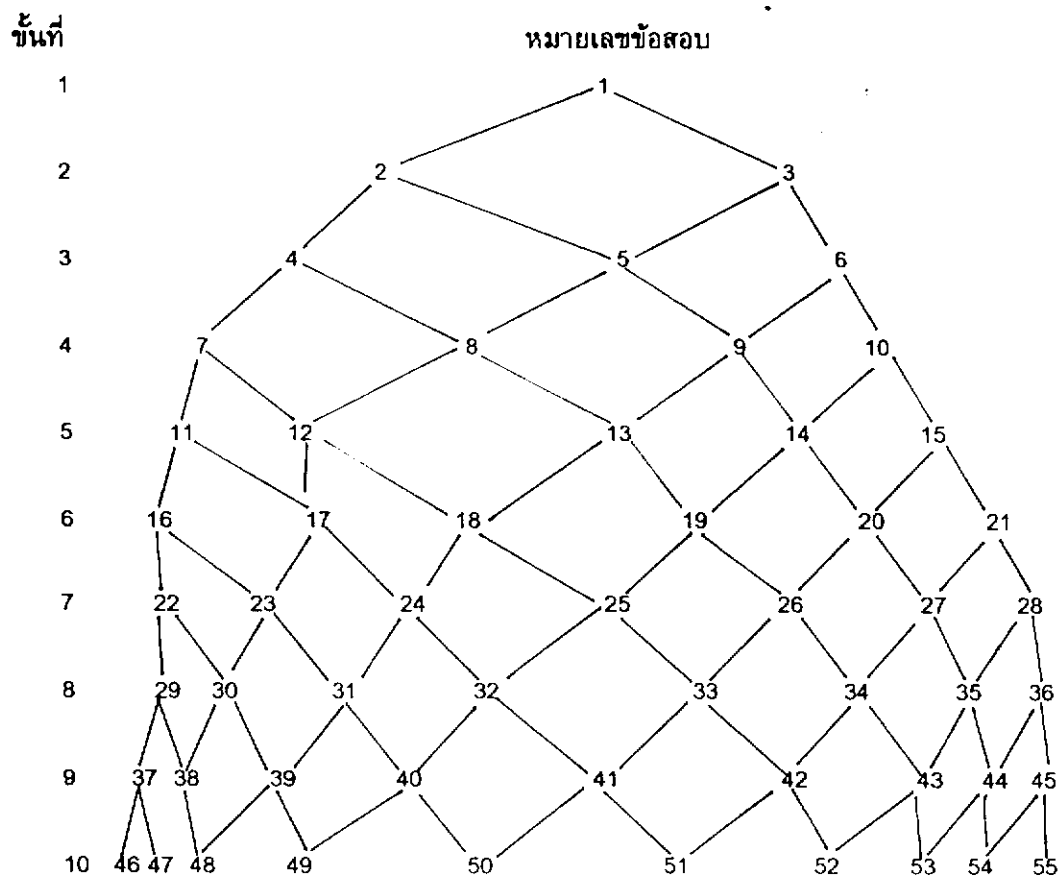
ในปี ค.ศ. 1971 (จิราพร ไกรสรตีวาท.2529:25. อ้างอิงจาก Weiss.1974:20 citing.1971) ได้เสนอวิธีการกำหนดค่าความแตกต่างระหว่างค่าความยากของข้อสอบในชั้นที่อยู่ติดกันในโครงสร้างปรัมาติแบบใช้ขนาดขั้นแปรผันอีกวิธีหนึ่งซึ่งคาดว่าจะมีความเที่ยงตรงต่อการวัดระดับความสามารถของผู้สอบแต่ละคน วิธีการดังกล่าวนี้อาศัยกระบวนการ Robbins-Monro โครงสร้างปรัมาติลักษณะนี้แสดงไว้ในภาพประกอบ 4 เป็นชนิด 6 ชั้น ในชั้นที่ 1 มีข้อสอบหมายเลข 1 มีค่าความยากเท่ากับ 0.50 ในชั้นที่ 2 มีข้อสอบหมายเลข 2 และหมายเลข 3 ซึ่งมีค่าความยากเท่ากับ 0.75 และ 0.25 ตามลำดับ จะเห็นว่าค่าความแตกต่างระหว่างค่าความยากของข้อสอบของข้อสอบในชั้นที่ 2 กับชั้นที่ 3 จะเท่ากับครึ่งหนึ่งของค่าความแตกต่างระหว่างค่าความยากของข้อสอบในชั้นที่ 1 กับชั้นที่ 2 คือเท่ากับ 0.12 ดังนั้น

ข้อสอบในชั้นที่ 3 คือข้อสอบหมายเลข 4,5,6 และ 7จะมีค่าความยากของข้อสอบเป็น 0.87,0.62,0.37 และ 0.12 ตามลำดับ ค่าความแตกต่างระหว่างค่าความยากของข้อสอบในชั้นที่ 3 กับชั้นที่4 ก็จะเท่ากับครึ่งหนึ่งของค่าความแตกต่างระหว่างค่าความยากของข้อสอบจะเพิ่มขึ้นทุก ๆ ชั้น ครึ่งละครึ่งหนึ่งของค่าความยากในชั้นที่มีมาก่อนแสดงโครงสร้างในภาพประกอบ 4

จากกระบวนการของ Robbins-Monro จำนวนข้อสอบในแต่ละชั้นที่เพิ่มขึ้นจะเป็น 2 เท่าของจำนวนข้อสอบที่มีมาก่อนเสมอ กล่าวคือในชั้นที่ 2 จะมีข้อสอบ 2 ข้อในชั้นที่ 3 จะมีข้อสอบ 4 ข้อ และในชั้นที่ 4 จะมีข้อสอบ 8 ข้อ ซึ่งเป็นดังนี้เรื่อย ๆ ไปหรือกล่าวอีกนัยหนึ่งได้ว่า จะมีข้อสอบจำนวน 2^{n-1} ข้อ ในชั้นที่ n ดังนั้นแบบทดสอบปิรามิดชนิด 6 ชั้น ถ้าใช้วิธีการ Robbins-Monro จะมีข้อสอบทั้งหมด 63 ข้อ โดยชั้นที่ 6 จะมีข้อสอบ 2^{6-1} คือ 32 ข้อ

กระบวนการที่ใช้การแยกทางคงที่มีจุดอ่อนคือ วัดระดับความสามารถได้ถูกต้องมากเฉพาะระดับความสามารถที่อยู่ใกล้ ๆ กับค่าเฉลี่ยเท่านั้น ส่วนโครงสร้างปิรามิดชนิดแยกทาง แปรผันที่ใช้กระบวนการ Robbins-Monro ก็มีจุดอ่อนตรงที่ต้องใช้ข้อสอบจำนวนมาก เพื่อจัดเข้าโครงสร้างแบบทดสอบปิรามิด เช่นโครงสร้างของแบบ Robbins-Monro ชนิด 6 ชั้น ต้องใช้ข้อสอบจำนวน 63 ข้อ แต่แบบทดสอบปิรามิดชนิด 10 ชั้นที่ใช้ขนาดชั้นคงที่ใช้ข้อสอบเพียง 55 ข้อเท่านั้น นอกจากนี้โครงสร้างของ Robbins-Monro ยังมีจุดอ่อนที่น่าสนใจอีกประการหนึ่งคือ มีความไวต่อโอกาสการตอบถูกมากกว่า ตัวอย่างเช่น กรณีที่ผู้สอบมีความสามารถต่ำแต่โชคดีที่เดาข้อสอบหมายเลข 1 ถูก ก็จะได้ทำข้อสอบหมายเลข 3 ($p=0.25$) และเขาตอบผิดจึงถูกแยกทางให้ตอบข้อสอบหมายเลข 6 ซึ่งมีค่าความยากลดลงเป็น 0.37 ถ้าสมมติว่าต่อไปเขาตอบข้อสอบทุกข้อตามแนวการแยกทางผิดหมดข้อสอบข้อสุดท้ายที่เขาได้ตอบ คือ หมายเลข 48 ที่มีความยากเท่ากับ 0.50 ซึ่งมีความหมายที่ดีกว่าผู้สอบที่มีความยาก 0.80 ได้ถูก แม้ว่าจะมีการกำหนดจำนวนชั้นมากขึ้นแต่ก็ยังคงขึ้นอยู่กับโอกาสการตอบข้อสอบข้อแรกอยู่นั่นเอง ดังนั้นกระบวนการของ Robbins-Monro ที่ใช้กับข้อสอบที่ให้ตอบอย่างอิสระจะต้องไม่มีการตอบโดยการเดาเกิดขึ้นเลย

แบบทดสอบปิรามิดที่ใช้ขนาดชั้นลดลงครึ่งละครึ่งอย่างคงที่ในลักษณะที่แสดงในภาพประกอบ 3 จะมีความไวเกี่ยวกับผลการเดาในลักษณะนี้น้อยกว่าที่จะใช้กระบวนการ Robbins-Monro เช่น ผู้สอบที่เดาตอบข้อสอบหมายเลข 1 ถูกแต่เดาตอบข้อสอบข้ออื่น ๆ ผิดหมด ถ้าโครงสร้างแบบทดสอบนี้มี 6 ชั้น เขาจะได้ตอบข้อสอบหมายเลข 1 , 3 , 5 , 8 , 12



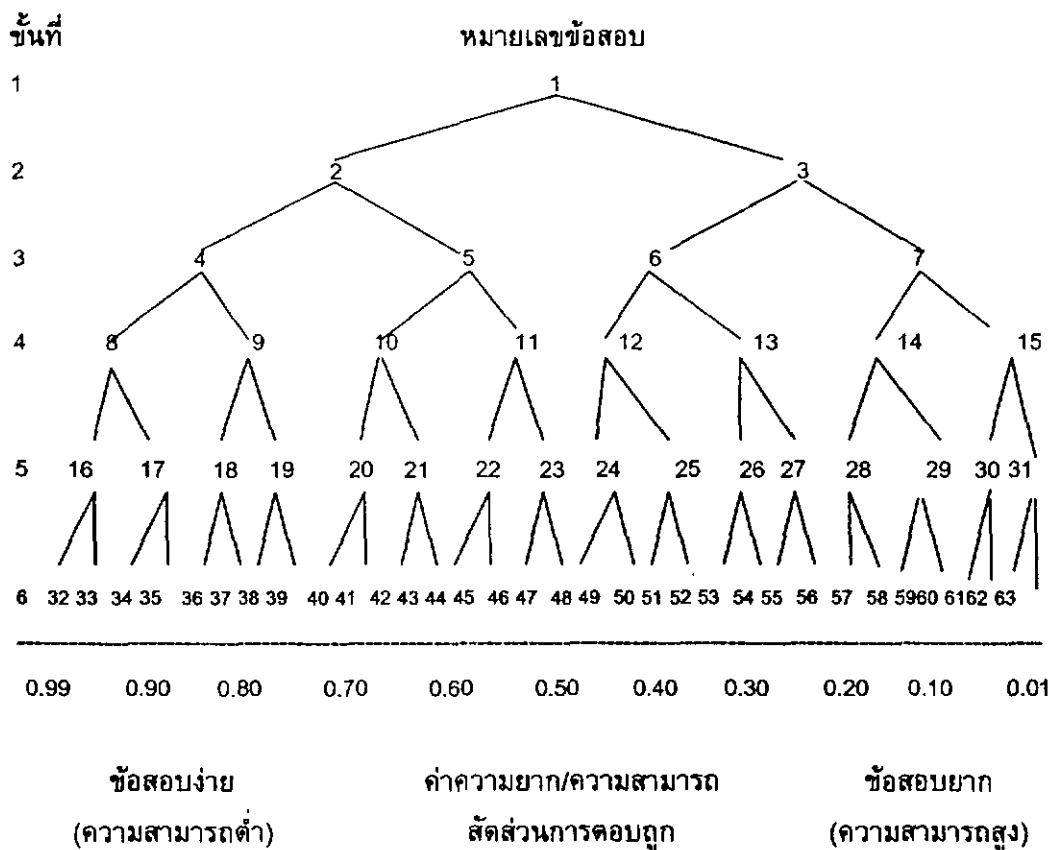
ภาพประกอบ 3 โครงสร้างและเส้นทางการตอบข้อสอบของแบบทดสอบรูปปิรามิดที่ใช้
การแยกทางลงชั้นและครั้งอย่างคงที่

และ 17 ซึ่ง ข้อสอบหมายเลข 17 จะมีค่าความยาก 0.80 แต่การเดาตอบในลักษณะ
เช่นเดียวกันนี้ ถ้าเป็น แบบทดสอบปิรามิดที่ใช้ขนาดชั้นคงที่ดังภาพประกอบ 1 จะยังมี
ความไวต่อการเดาน้อยกว่า คือการที่ผู้สอบจะถูกประมาณระดับความสามารถโดยค่าความยาก
ของข้อสอบข้อสุดท้ายที่ระดับความยาก 0.80 ได้ นั่นเมื่อเขาเดาตอบถูกในชั้นที่ 1 เขาจะต้อง
ตอบผิดอีก 7 ข้อ ดังนั้น แบบทดสอบเลือกตอบที่จะนำมาใช้กับแบบทดสอบปิรามิด หากผู้สอบ
มีโอกาสเดาตอบถูกสูงแล้ว กระบวนการของ Robbins-Monro จะไม่เหมาะที่จะนำมาใช้
ควรพิจารณาใช้วิธีอื่นแทน

รูปแบบโครงสร้างแบบทดสอบปิรามิดที่ใช้ขนาดชั้นแปรผันหรือขนาดชั้นลดลงดังที่
แสดงในภาพประกอบ 3 และภาพประกอบ 4 นี้เป็นเพียง 2 รูปแบบในหลาย ๆ รูปแบบ ในทาง
ปฏิบัติถ้าต้องการแบบทดสอบปิรามิดที่สามารถวัดในทุกๆระดับความสามารถได้ถูกต้องมากที่สุด

เราก็สามารถใช้วิธีการที่ใช้ขนาดขั้นคงที่ร่วมกับวิธีการที่ใช้ขนาดขั้นแปรผันร่วมกันในขั้นต่างๆ ได้

1.2.3 แบบทดสอบปิรามิดข้างตัด (Truncated Pyramids) เนื่องจากแบบทดสอบปิรามิดที่ใช้กระบวนการ Robbins-Monro แบบทดสอบปิรามิดที่ใช้ขนาดขั้นลดลง และแบบทดสอบปิรามิดที่ใช้ขนาดขั้นคงที่ จำเป็นต้องใช้ข้อสอบมากในกลุ่มข้อสอบลง (Item Pool) ดังนั้นมุสสิโอ (จิราพร ไกรสรสิวะ.2529:30.อ้างอิงจาก Weiss. 1974: 22 citing Mussio.1973) จึงได้เสนอวิธีการลดจำนวนข้อสอบในโครงสร้างปิรามิด อาศัย Markov Chain Stochastic Model ซึ่งวิธีการสะท้อนกลับ หรือ วิธีการเก็บรักษา มุสสิโอเสนอแนะว่าให้ตัดหางแบบทดสอบปิรามิด ออก กล่าวคือตัดข้อสอบที่มีระดับความยากสูงสุดและต่ำสุดออกไป จะทำให้ได้ข้อสอบปิรามิด

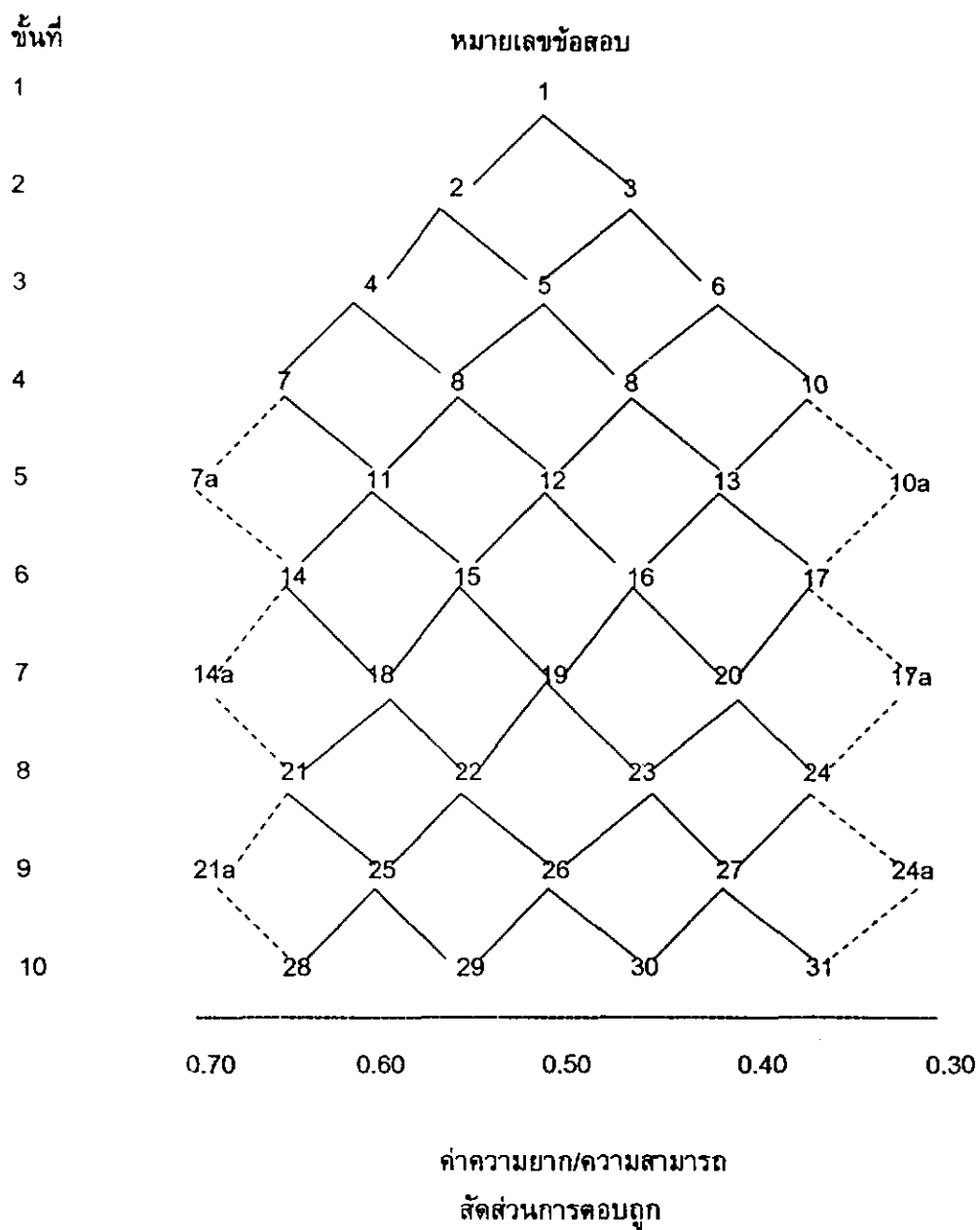


ภาพประกอบ 4 โครงสร้างของแบบทดสอบปิรามิดชนิด 6 ขั้น ที่ใช้กฎการแยกทางโดยลดค่าความแตกต่างระหว่างค่าความยากของข้อสอบในขั้นที่อยู่ติดกันของRobbins-Monro

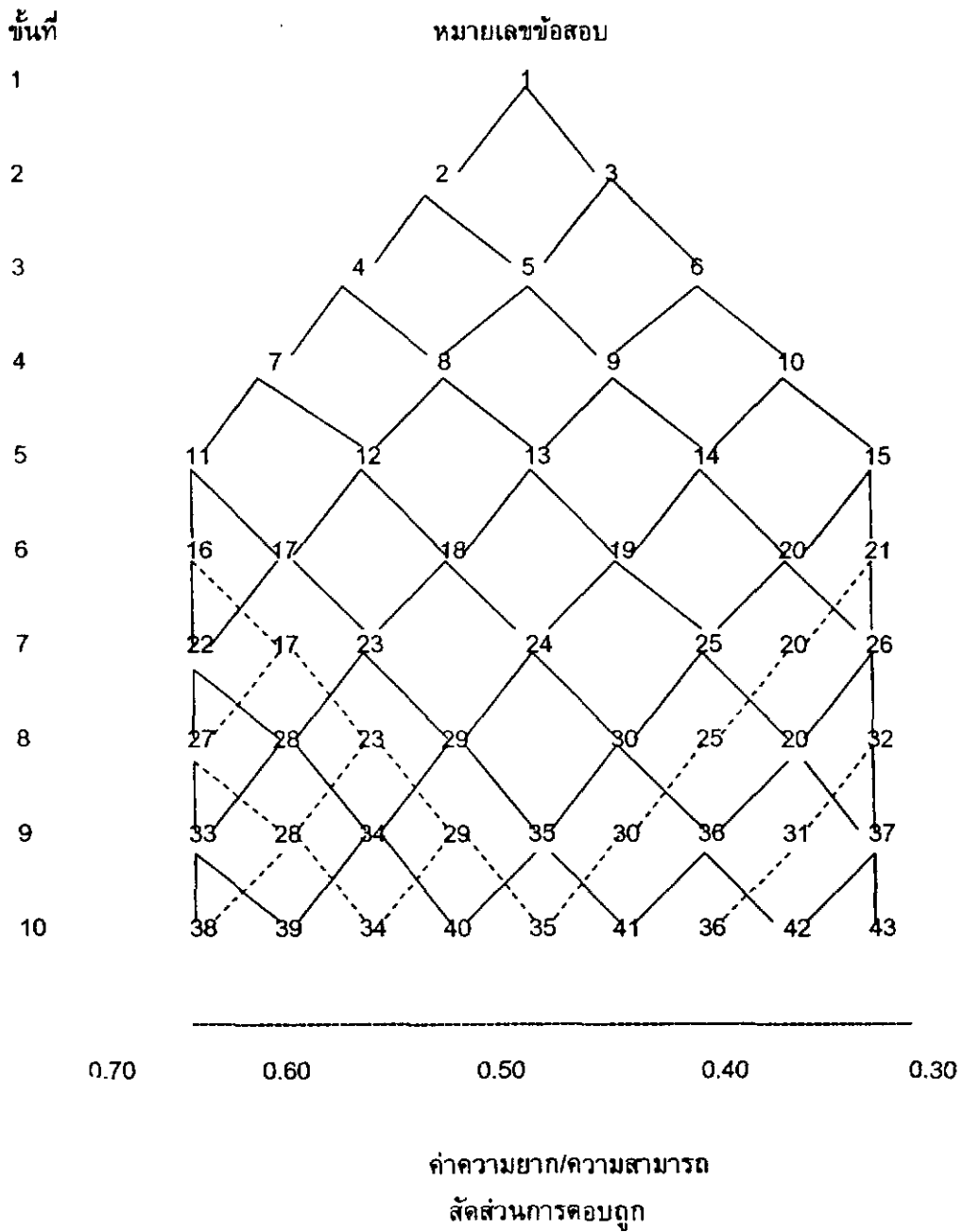
ข้างตัดซึ่งวิธีการแยกทางในการตอบข้อสอบมีอยู่ 2 วิธี คือ วิธีสกัดการสะท้อนกลับกับวิธีสกัดการเก็บรักษา

โครงสร้างแบบทดสอบปรัมาติดชนิด 10 ชั้นที่ใช้วิธีสกัดการสะท้อนกลับกับวิธีสกัดการเก็บรักษา ในภาพประกอบ 5 เป็นวิธีสกัดการสะท้อนกลับ ข้อสอบจะมีระดับความยากอยู่ในช่วง 0.65 ถึง 0.35 เท่านั้น ข้อสอบที่มีระดับความยากสูงและต่ำกว่านี้จะไม่จัดเข้าในโครงสร้างข้อสอบ จึงทำให้มีข้อสอบเพียง 31 ข้อ ใน 10 ชั้น วิธีการแยกทางในการทำข้อสอบใน 4 ชั้นแรกจะดำเนินการตามปกติ คือ ถ้าผู้สอบตอบข้อสอบถูกต้องจะได้ทำข้อสอบที่ยากขึ้นต่อไป ถ้าตอบผิดจะได้ทำข้อสอบข้อที่ง่ายลงเป็นข้อต่อไป เมื่อผู้สอบตอบข้อสอบผิดถึงข้อสอบหมายเลข 7 หรือตอบข้อสอบถูกต้องถึง ข้อสอบหมายเลข 10 แล้วต่อไปจะใช้วิธีการของวิธีสกัดการสะท้อนกลับ ซึ่งมีลักษณะดังนี้คือ ถ้าผู้สอบตอบข้อสอบหมายเลข 7, 14 หรือ 21 ผิด ข้อสอบที่ควรจะได้ตอบเป็นข้อต่อไป คือข้อสอบหมายเลข 7a , 14a หรือ 21a แต่ตามวิธีการสกัดการสะท้อนกลับในแบบทดสอบปรัมาติดข้างตัดจะให้ตอบข้อสอบหมายเลข 14, 21 หรือ 28 แทน ดังนั้นการใช้วิธีสกัดการสะท้อนกลับเมื่อผู้สอบตอบข้อสอบหมายเลข 7 ผิดจะถูกแยกทางให้ตอบข้อสอบหมายเลข 14 แต่ถ้าผู้สอบตอบข้อสอบหมายเลข 7 ถูกจะถูกแยกทางให้ตอบข้อสอบหมายเลข 11 ลักษณะสำคัญของวิธีสกัดการสะท้อนกลับก็คือ ข้อสอบ ณ จุดสกัด หรือข้อสอบ ณ จุดตัดของปรัมาติดเป็นข้อสอบที่สมมติเอาว่าไม่มีความแตกต่างในการแยกทางเพื่อทำข้อสอบจึงสามารถตัดออกจากโครงสร้างข้อสอบได้ จึงทำให้ข้อสอบในโครงสร้างของแบบทดสอบน้อยลง คือ แบบทดสอบปรัมาติดชนิด 10 ชั้น ปกติจะมีข้อสอบ 55 ข้อ แต่ถ้าเป็นแบบทดสอบปรัมาติดชนิดข้างตัดวิธีสกัดการสะท้อนกลับจะมีข้อสอบเพียง 31 ข้อ เท่านั้นซึ่งช่วยแก้ปัญหาการสร้างแบบทดสอบปรัมาติด ที่ต้องใช้กลุ่มข้อสอบขนาดใหญ่ในการสร้างได้ แต่อย่างไรก็ตามการตัดข้อสอบที่มีค่าความยากมากกว่า 0.65 และน้อยกว่า 0.35 ออกจากโครงสร้างของแบบทดสอบตามวิธีการนี้ จะมีผลทำให้แบบทดสอบใช้วัดความสามารถของผู้สอบได้ในช่วงที่แคบลง แสดงโครงสร้างในภาพประกอบ 5 และภาพประกอบ 6

วิธีการสกัดการเก็บรักษาจากภาพประกอบ 6 แสดงการแยกทางของแบบทดสอบปรัมาติดข้างตัดโดยวิธีการเก็บรักษา ซึ่งถือว่าข้อสอบที่มีระดับความยากที่ปลายทั้งสองข้างของปรัมาติดจะถูกสกัดกันโดยข้อสอบที่มีระดับความยากของข้อสอบเท่ากับข้อสอบเดิมที่ได้ตอบมา ดังนั้น โครงสร้างของแบบทดสอบลักษณะนี้จะมีข้อสอบเพิ่มเข้ามา ณ จุดสกัดในโครงสร้าง เช่น ที่ระดับความยาก 0.70 จะมีข้อสอบเพิ่มเข้ามา 3 ข้อ คือข้อสอบหมายเลข 16 , 27 และ 38 และที่ระดับความยาก 0.30 ก็มีข้อสอบเพิ่มเข้ามา 3 ข้อเช่นกัน คือข้อสอบหมายเลข 21 , 32 และ 43



ภาพประกอบ 5 โครงสร้างของแบบทดสอบปิรามิดข้างตัด วิธีการสกัดการสะท้อนกลับ



ภาพประกอบ 6 โครงสร้างของแบบทดสอบปิรามิดข้างตัด วิธีการสกัดการเก็บรักษา

การแยกทางในการตอบข้อสอบถามวิธีสกัดการเก็บรักษาในช่วงแรกจะเป็นไปตามปกติของการตอบแบบทดสอบแบบทดสอบปิรามิดจนถึงจุดสกัดกัน คือ ผู้สอบตอบข้อสอบ 4 ข้อแรก

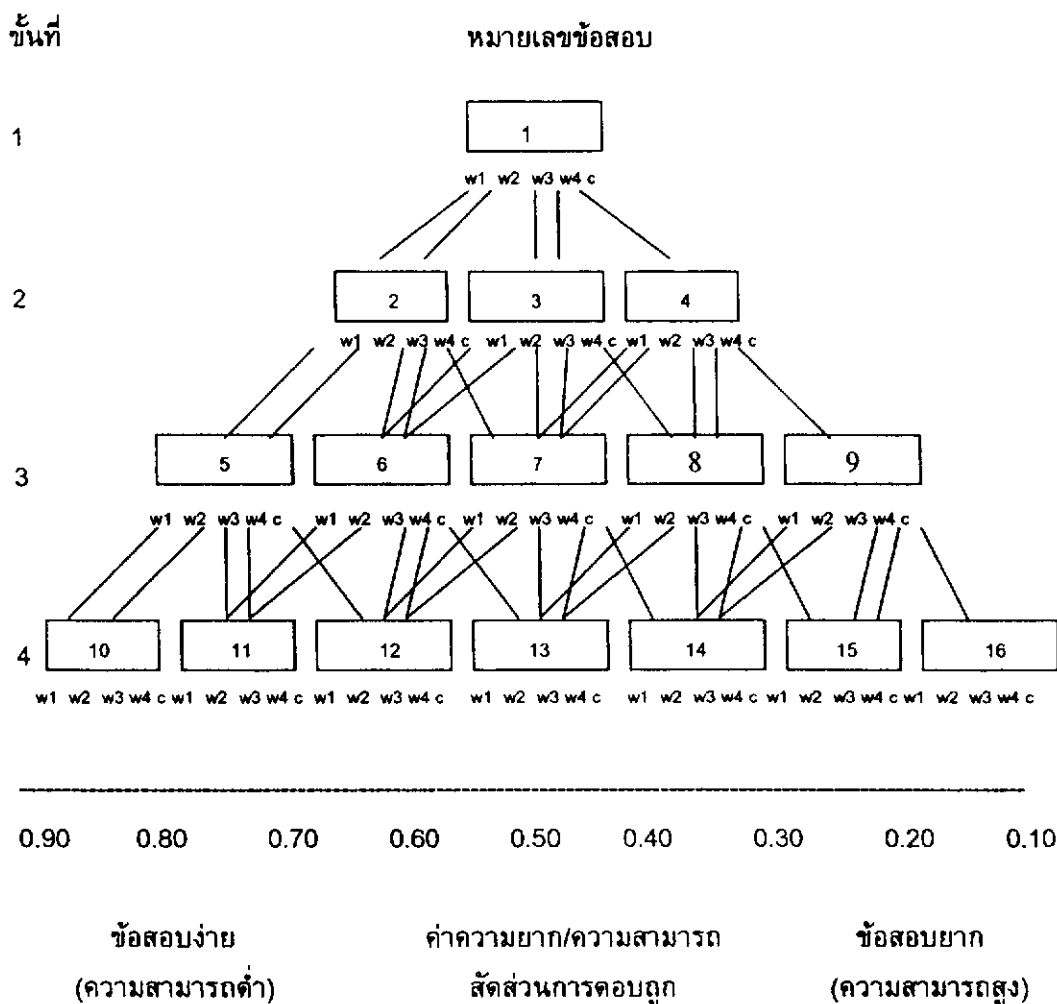
ใน 4 ชั้นแรกก็จะทำได้ทำข้อสอบข้อที่ง่ายจากข้อสอบข้อ 1 , 2 , 4 และ 7 จนถึงข้อสอบหมายเลข 11 ถ้าตอบข้อสอบหมายเลข 11 ถูกก็จะถูกแยกให้ตอบข้อสอบหมายเลข 17 เป็นข้อต่อไป แต่ถ้าตอบข้อสอบข้อที่ 11 ผิด จะต้องตอบข้อสอบหมายเลข 16 ซึ่งมีค่าความยากเท่ากับข้อสอบหมายเลข 11 เป็นข้อต่อไป และในทำนองเดียวกันถ้าตอบข้อสอบหมายเลข 16 ผิดอีกก็จะได้ข้อสอบที่มีระดับความยากเท่าเดิมจนถึงข้อสอบหมายเลข 38

ในกรณีผู้สอบตอบข้อสอบข้อใดข้อหนึ่งในจำนวนที่เพิ่มนี้ถูก ความวิวิธศักดิ์การเก็บรักษา ก็จะทำให้ทำข้อสอบที่ยากขึ้นตามรูปแบบการแยกทางที่แสดงไว้โดยเส้นประในภาพประกอบ 6 กล่าวคือถ้าตอบข้อสอบหมายเลข 16 ในชั้นที่ 6 ถูกจะได้ข้อสอบหมายเลข 17 ในชั้นที่ 7 ซึ่งจะเห็นว่า การตอบข้อสอบในแนวเส้นประนี้มีข้อสอบที่มีหมายเลขซ้ำกับหมายเลขในโครงสร้าง เหล่านี้ที่อยู่ในวงเล็บครบหมดทุกข้อแล้วจะถือว่าถึงจุดยุติการสอบ

มัสซิโอ (จิราพร ไกรสรศิริเวท.2529:30.อ้างอิงจาก Weiss. 1974: 22 citing Mussio.1973) ได้เสนอว่าจำนวนข้อสอบที่ใช้ในโครงสร้างของแบบทดสอบปิรามิดข้างตัดชนิด 10 ชั้น ความวิวิธศักดิ์การสะท้อนกลับจะมี 31 ข้อ ส่วนความวิวิธศักดิ์การเก็บรักษาจะมี 43 ข้อ ระดับความยากของข้อสอบในวิวิธศักดิ์การสะท้อนกลับจะมีเพียง 7 ระดับ ส่วนความวิวิธศักดิ์การเก็บรักษาจะมีถึง 9 ระดับ ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบกับโครงสร้างแบบทดสอบปิรามิดที่ใช้ระดับชั้นคงที่แล้ว จะต้องใช้ข้อสอบจำนวน 55 ข้อที่มีระดับความยากของข้อสอบถึง 19 ระดับ จะเห็นว่าโครงสร้างแบบทดสอบปิรามิดข้างตัดทั้งวิวิธศักดิ์การสะท้อนกลับและวิธีการสัดการเก็บรักษาที่ Mussio เสนอไว้ นอกจากสามารถใช้ในการกำหนดชั้นได้ทั้งขนาดชั้นคงที่และขนาดชั้นแปรผันแล้ว ประโยชน์ที่สำคัญของแบบทดสอบปิรามิดข้างตัดอีกประการหนึ่งคือใช้ข้อสอบน้อยกว่าแบบทดสอบปิรามิดที่ใช้ขนาดชั้นคงที่และใช้ข้อสอบที่ระดับความยากที่แคบกว่าจึงสามารถสร้างได้สะดวกกว่า อย่างไรก็ตามจุดอ่อนที่สำคัญของแบบทดสอบปิรามิดข้างตัดเมื่อมีช่วงความยากของข้อสอบแคบลงก็จะทำให้สามารถวัดระดับความสามารถของผู้สอบในช่วงที่แคบลงด้วยแบบทดสอบปิรามิดที่มีข้อสอบหลายข้อในแต่ละชั้น (Multiple - Item Model) เวส (จิราพร ไกรสรศิริเวท.2529:34.อ้างอิงจาก Weiss.1974:25) ได้ศึกษาและเสนอรูปแบบการแยกทางในการดำเนินการสอบแบบทดสอบแบบปิรามิดขึ้นอีกลักษณะหนึ่ง คือใช้ข้อสอบมากกว่า 1 ข้อในแต่ละชั้นของโครงสร้างแบบทดสอบแบบปิรามิด ทั้งนี้เพื่อต้องการปรับปรุงความเชื่อมั่นของการแยกทางให้สูงขึ้นและยังเป็นการลดจำนวนชั้นของแบบทดสอบลงด้วย ซึ่งวิธีการโดยทั่วไปของวิธีการนี้จะใช้ผลการตอบข้อสอบทุกข้อในแต่ละชั้นเป็นเกณฑ์ในการกำหนดการแยกทางเพื่อทำข้อสอบในชั้นถัดไป ภาพประกอบ 7 แสดงโครงสร้างแบบทดสอบปิรามิดที่มีข้อสอบชุดละ 3 ข้อในแต่ละชั้น ข้อสอบ 3 ข้อ ในชุดแรกในชั้นที่ 1 เป็นข้อสอบปิรามิดที่มีระดับความยากระหว่าง 0.55 กับ 0.45 ผู้สอบทุกคนจะเริ่มทำข้อสอบ 3 ข้อนี้เหมือนกันเมื่อตอบข้อสอบ 3 ข้อนี้แล้วจะตรวจผลการตอบข้อสอบแต่ละข้อโดยถ้าตอบถูกจะได้ 1 คอบผิดจะได้ 0 จากการตอบ

โครงสร้างแบบทดสอบปิรามิดที่มีข้อสอบหลายข้อในแต่ละชั้นสามารถกำหนดได้หลายลักษณะ คือจะใช้ขนาดชั้นคงที่ ขนาดชั้นแปรผัน หรือจำนวนชั้นที่ให้แยกทางไปทำข้อสอบที่ยากกับจำนวนชั้นที่ให้แยกทางไปทำข้อสอบที่ง่ายไม่เท่ากันก็ได้ นอกจากนี้ยังสามารถกำหนดจำนวนข้อสอบในแต่ละชั้นไม่ให้เท่ากันก็ได้ อาจใช้จำนวนข้อสอบมากกว่าชั้นหลัง ๆ ทั้งนี้เพื่อให้สามารถจำแนกระดับความสามารถของผู้สอบได้ดีขึ้นในช่วงแรก ๆ ซึ่งกล่าวได้ว่าเป็นการเพิ่มค่าอำนาจจำแนกในช่วงแรกของแบบทดสอบให้สูงขึ้นนั่นเอง จากการใช้คะแนนผลการตอบในแต่ละชั้นเป็นเกณฑ์ในการแยกทางแบบทดสอบปิรามิดชนิดนี้ จึงคล้ายกับเป็นการรวมเอาแบบทดสอบชนิดสองชั้นมารวมเข้ากับแบบทดสอบปิรามิดซึ่งประโยชน์ที่สำคัญของแบบทดสอบปิรามิดที่มีข้อสอบหลายข้อในแต่ละชั้นนี้คือช่วยทำให้ลดผลจากการเดาถูกที่มีต่อการวัดได้นั้นคือการแยกทางที่อาศัยผลการตอบข้อสอบมากกว่า 1 ข้อในแต่ละชั้นนั้นจะมีความถูกต้องหรือมีความเชื่อมั่นสูงขึ้น ซึ่งถือว่าเป็นการปรับปรุงการวัดผลที่ถูกต้องมากยิ่งขึ้น

1.2.5 แบบทดสอบปิรามิดที่ให้น้ำหนักตัวเลือกของข้อสอบเพื่อการแยกทาง (Differential Response Option Branching) แบบทดสอบปิรามิดชนิดนี้จะใช้สารสนเทศทั้งหมดจากคำตอบของผู้สอบที่ตอบข้อสอบเพื่อกำหนดการแยกทางให้ทำข้อสอบข้อต่อไปในชั้นถัดไป ซึ่งจะใช้ระดับการตอบผิด (Degree of Wrongness) ของคำตอบที่ผิดในแต่ละข้อเป็นเกณฑ์ในการแยกทาง รูปแบบการแยกทางลักษณะนี้สามารถใช้กับข้อสอบที่เป็นแบบเลือกตอบและข้อสอบที่ให้ตอบอย่างอิสระ (Free Response Items) ที่สามารถกำหนดค่าความยาก ของแต่ละคำตอบได้วิธีการนี้เสนอโดยเบย์รอฟท์ (จิราพร ไกรสรทิวเวท.2529:36 อ้างอิงจาก Wiess.1974 : 28 citing Bayroff and Seeley.1967) ซึ่งได้ศึกษาวิธีการนี้ในชั้นที่ 1 ของแบบทดสอบชนิด 5 ชั้น เท่านั้น จากภาพประกอบ 8 แสดงรูปแบบหนึ่งของแบบทดสอบปิรามิดที่ให้น้ำหนักของตัวเลือกของข้อสอบเพื่อการแยกทางในชั้นที่ 1 จะมีข้อสอบ 1 ข้อชั้นที่ 2 จะมีข้อสอบ 3 ข้อ ชั้นที่ 3 มีข้อสอบ 5 ข้อ และในชั้นที่ 4 มีข้อสอบ 7 ข้อ จะเห็นว่าจำนวนข้อสอบในชั้นถัดไปจะเพิ่มขึ้นจากชั้นเดิม 2 ข้อ ข้อสอบข้อที่แสดงในภาพประกอบ 8 เป็นข้อสอบแบบ 5 ตัวเลือก ที่มีคำตอบถูกอยู่เพียง 1 ตัวเลือก (c) และคำตอบที่ผิดอีก 4 ตัวเลือก (w_1 , w_2 , w_3 , และ w_4) ตัวเลือกที่ผิดมากที่สุดแทนด้วย w_1 และตัวเลือกที่ผิดน้อยที่สุดหรือเกือบจะถูกต้องแทนด้วย w_4 โดยถือเอาคำตอบของกลุ่มคนปกติในการกำหนดน้ำหนักของคำตอบแสดงโครงสร้างในภาพประกอบ 8



ภาพประกอบ 8 โครงสร้างของแบบทดสอบปิรามิดชนิดที่ให้นักเรียนเลือกตัวเลือกของข้อสอบเพื่อการแยกทาง

จากภาพประกอบ 8 ในชั้นที่ 1 เมื่อผู้สอบตอบข้อสอบหมายเลข 1 ถูกหรือเลือกตัวเลือก c จะถูกแยกทางให้ไปตอบข้อสอบหมายเลข 4 ในชั้นที่ 2 ซึ่งเป็นข้อสอบที่มีความยากมากที่สุด ในชั้นที่ 2 ถ้าตอบตัวเลือกที่มีระดับความผิด w1 หรือ w2 จะถูกแยกทางให้ไปตอบข้อสอบหมายเลข 2 ในชั้นที่ 2 ซึ่งมีความยากน้อยกว่าข้อสอบหมายเลข 1 ในชั้นที่ 1 ส่วนผู้สอบที่ตอบตัวเลือก w3 หรือ w4 ซึ่งมีระดับความผิดน้อยกว่า w1 หรือ w2 แต่ยังไม่ใช่คำตอบที่ถูกต้อง และถูกแยกทางให้ไปเลือกข้อสอบหมายเลข 3 ในชั้นที่ 2 ซึ่งมีความยากของข้อสอบหมายเลข 1 ในชั้นที่ 1 ทั้งนี้เพราะเหตุผลว่าผู้สอบจะเลือกตอบตัวเลือก w3 และ w4 ส่วนใหญ่จะเป็นคนมีความสามารถในระดับเฉลี่ยของกลุ่มปกติส่วนผู้ที่มีความสามารถที่สูงหรือต่ำกว่านี้จะไม่

ถูกแยกทางให้ตอบข้อสอบที่มีความยากสูงหรือต่ำกว่า และจะดำเนินการเช่นนี้จนถึงขั้นสุดท้ายของโครงสร้างของแบบทดสอบลักษณะนี้

แบบทดสอบที่ให้น้ำหนักตัวเลือกของข้อสอบนี้ จะให้ข้อสารสนเทศของผู้สอบ จากคำตอบที่เลือกได้มากกว่าแบบทดสอบปรัมาติคที่ให้คำตอบถูกเป็น 1 หรือผิดเป็น 0 ทั้งนี้ เพราะการเลือกตอบในแต่ละตัวเลือกที่ระดับความถูกต้องแตกต่างกันนี้จะทำให้ทราบว่าผู้สอบ เข้าใจผิดในลักษณะใดในแต่ละเนื้อหาที่วัดของข้อสอบแต่ละข้อ ซึ่งจะเป็นประโยชน์มากสำหรับการ สร้างแบบทดสอบเพื่อการวินิจฉัยข้อบกพร่องในการเรียน อย่างไรก็ตามแบบทดสอบปรัมาติค ที่ให้น้ำหนักของตัวเลือกของข้อสอบเพื่อการแยกทางที่แสดงในภาพประกอบ 8 เป็นเพียง รูปแบบหนึ่งเท่านั้นซึ่งจะให้การแยกทางตามน้ำหนักตัวเลือกที่สมบูรณ์ที่ควรจะให้แยกทางไปทำ ข้อสอบที่แตกต่างกันในแต่ละตัวเลือกที่ผิด คือถ้าผู้สอบที่ตอบตัวเลือกที่มีระดับความผิดเป็น w_1 จะได้ตอบข้อสอบที่มีความยากน้อยกว่าข้อสอบที่ผู้เลือกตอบตัวเลือก w_2 ในขั้นถัดไป วิธีการนี้ เมื่อใช้กับข้อสอบแบบเลือกตอบชนิด 5 ตัวเลือก การตอบข้อสอบในขั้นหนึ่ง ๆ ก็มีทางเลือกในการ แยกทางเพื่อทำข้อสอบในขั้นถัดไป 5 ทาง ซึ่งมีผลทำให้โครงสร้างแบบทดสอบไม่สมมาตร โดยมีทางเลือกที่มีโอกาสไปทางซ้ายมากกว่าทางขวาและจำเป็นต้องมีกลุ่มข้อสอบขนาดใหญ่ขึ้น ซึ่งเป็นข้อจำกัดทำให้สร้างได้ยาก แต่อย่างไรก็ตามแบบทดสอบปรัมาติครูปแบบนี้มีความถูกต้อง ในการวัดมากขึ้นจำนวนข้อสอบที่ผู้สอบแต่ละคนทำมีจำนวนคงที่และการตอบข้อสอบแต่ละข้อ ของผู้สอบแต่ละคนจะให้สารสนเทศเกี่ยวกับผู้สอบมากในด้านการวินิจฉัยข้อบกพร่องในการ เรียนรู้ แบบทดสอบปรัมาติครูปแบบนี้จึงได้รับความสนใจอย่างกว้างขวาง

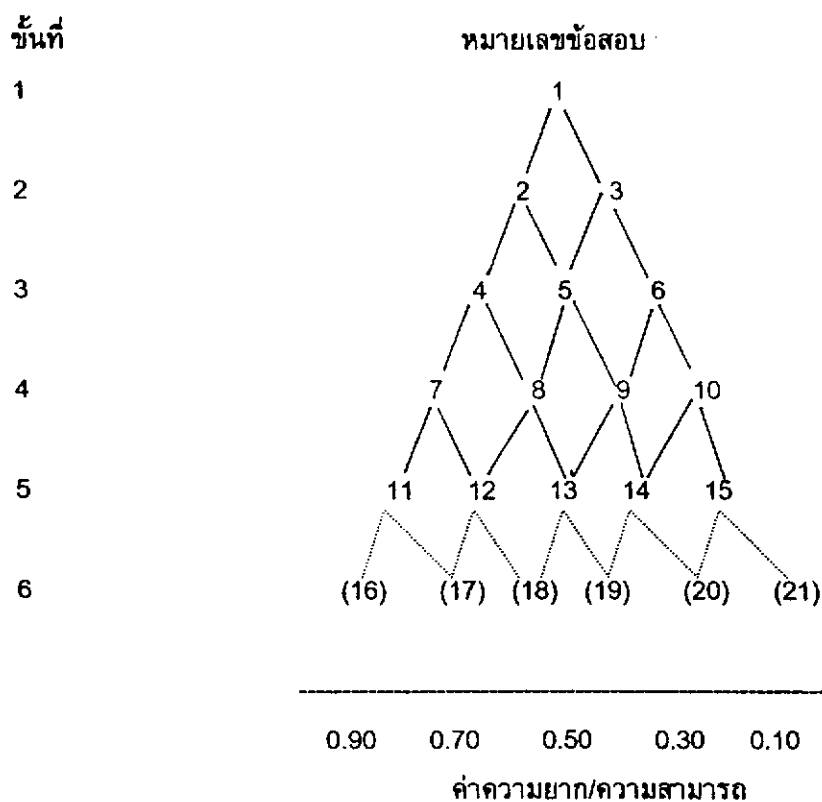
1.3 วิธีการให้คะแนนของแบบทดสอบปรัมาติค

แบบทดสอบปรัมาติคทั้ง 5 รูปแบบที่กล่าวมานั้น สามารถให้คะแนนวิธีเดียวกันหรือ ต่างกันก็ได้ การให้คะแนนแต่ละวิธีขึ้นอยู่กับแนวทางในการแยกทางเพื่อทำข้อสอบในขั้นถัดไป และค่าความยากของข้อสอบที่ได้ตอบ ดังนั้นจึงมีข้อดกตกลงว่ากลุ่มข้อสอบที่นำมาสร้าง แบบทดสอบปรัมาติคจะต้องวัดในเนื้อหาเดียวกันหรือมีมิติเดียวและมาตรวัดระดับความยากของ ข้อสอบกับมาตรวัดระดับความสามารถของผู้สอบเป็นมาตรวัดระดับความยากของข้อสอบกับ มาตรวัดระดับความสามารถของผู้สอบเป็นมาตรวัดเดียวกันการให้คะแนนแบบทดสอบปรัมาติค มีอยู่ 7 วิธีดังต่อไปนี้ (จิราพร ไกรสรศิริเวท.2529:39.,ระจิต ตรีพุทธรัตน์ ไพศาล สุวรรณน้อย และสมพงษ์ พันธุ์รัตน์2535 : 42-46 และละมัย พรหมศร.2540:38 - 45.อ้างอิงจาก Weiss.1974:30)

1.3.1 ให้คะแนนค่าความยากของข้อสอบข้อสุดท้ายที่ได้ตอบ (Difficulty of the Final Item) การให้คะแนนวิธีนี้มีข้อสมมติว่าเป็นการให้คะแนนตามความสามารถในการสอบที่ปฏิบัติ ได้สูงสุด(Maximum Performance) คะแนนที่ให้จะเชื่อถือได้น้อยลงเมื่อมีการตอบข้อสอบโดย การเดาและถ้าจำนวนขั้นในแบบทดสอบมีน้อยคะแนนที่ให้ก็จะน้อยเกินไปมีผลให้ค่าสหสัมพันธ์

ระหว่างคะแนนแบบทดสอบปรัมิติที่ให้โดยวิธีนี้กับแบบทดสอบอื่น ๆ มีค่าค่า กล่าวคือความเที่ยงตรงเชิงสัมพันธ์มีค่าต่ำคั้งนั้นในทางปฏิบัติแล้วการให้คะแนนวิธีนี้จึงมีประโยชน์น้อย

1.3.2 ให้คะแนนตามค่าความยากของข้อสอบที่ถัดจากข้อสุดท้ายที่ได้ตอบ (Difficulty of the $N+1^{\text{th}}$ Item) วิธีการให้คะแนนตามค่าความยากของข้อสอบข้อสุดท้ายที่ได้ตอบนั้น ไม่ได้พิจารณาถึงคำตอบข้อสุดท้ายว่าถูกหรือผิด คะแนนของผู้สอบที่ทำข้อสุดท้ายข้อเดียวกัน จึงเท่ากันไม่ว่าจะตอบถูกหรือผิดการให้คะแนนตามค่าความยากของข้อสอบที่ถัดจากข้อสุดท้ายที่ได้ตอบ ($N+1^{\text{th}}$) ซึ่งสมมติว่าเป็นข้อสอบที่ควรจะได้ทำต่อไปจากผลการตอบข้อสอบข้อสุดท้าย การให้คะแนนโดยวิธีการนี้จึงมีข้อสมมติว่ามีข้อสอบขั้นสุดท้ายที่ต่อจากขั้นที่ N ของแบบทดสอบจริง ดังแสดงโครงสร้างในภาพประกอบ 9



ภาพประกอบ 9 การให้คะแนนตามค่าความยากของข้อสอบที่ถัดจากข้อสุดท้ายที่ได้ตอบ

จากภาพประกอบ 9 ในชั้นที่ 5 จะมีข้อสอบหมายเลข 11 ถึง 15 และข้อสอบหมายเลข 16 ถึง 21 ในชั้นที่ 6 ซึ่งเป็นข้อสอบที่สมมติขึ้นสำหรับการพิจารณาให้คะแนนตามผลการตอบข้อสอบข้อสุดท้าย เช่น ถ้าผู้สอบทำข้อสอบหมายเลข 12 ซึ่งมีค่าความยากเท่ากับ 0.70 เป็นข้อสุดท้ายถ้าให้คะแนนตามค่าความยากของข้อสอบข้อสุดท้ายผู้สอบจะได้คะแนนเท่ากับ 0.70

1.3.4 การให้คะแนนตามค่าความยากเฉลี่ยของข้อสอบที่ได้ตอบ (Average Difficulty) ลอร์ด (จิราพร ไกรสรศิวเวท.2539:42.อ้างอิงจาก Wiss.1974 : 33 citing Lord.1970) ได้เสนอ การให้คะแนนตามค่าความยากเฉลี่ยของข้อสอบที่ได้ตอบขึ้น วิธีการนี้จะนำค่าความยากของ ข้อสอบทุกข้อที่ผู้สอบได้ตอบโดยไม่คำนึงถึงว่าตอบถูกหรือผิดมาหาค่าเฉลี่ยเป็นคะแนน ลอร์ด (จิราพร ไกรสรศิวเวท.2539:42.อ้างอิงจาก Wiss.1974 : 33 citing Lord.1970) ไม่ได้ นำค่าความยากของข้อสอบข้อแรกมาคิดด้วยแต่จะใช้ค่าความยากข้อสอบข้อที่ถัดจากข้อสุดท้าย ($N+1^{\text{th}}$ Item) ที่ได้ตอบที่สมมติขึ้นมาคิดแทน วิธีการให้คะแนนโดยวิธีนี้ จะให้สารสนเทศ ของคะแนนเช่นเดียวกับวิธีการให้คะแนนตามจำนวนข้อสอบที่ตอบถูกในแบบทดสอบปรัมาติที่ ใช้ขนาดขั้นคงที่ถึงแม้ว่าคะแนนที่ได้จากค่าความยากเฉลี่ยของข้อสอบที่ได้ตอบจะสูงกว่าการให้ โดยวิธีอื่นบางวิธี เช่น มากกว่าคะแนนที่ให้ตามค่าความยากของข้อสอบข้อสุดท้ายที่ได้ตอบ ก็ตาม การให้คะแนนตามวิธีนี้ยังมีข้อจำกัดในการวัดระดับความสามารถของผู้สอบได้ไม่กว้าง มากนัก เพราะวิธีนี้จะให้คะแนนการรวมค่าความยากของข้อสอบที่มีค่าความยากใกล้เคียง กับ ความสามารถเฉลี่ยของผู้สอบแล้วนำมาคิดเป็นค่าเฉลี่ยเพื่อเป็นคะแนน คะแนนที่ได้จึง ไม่สามารถกระจายให้ครอบคลุมถึงระดับความสามารถที่สูงหรือต่ำมาก ๆ ได้ ตัวอย่างจาก โครงสร้างแบบทดสอบปรัมาติ 5 ชั้นในภาพประกอบ 9 ถ้าผู้สอบมีความสามารถสูงสุดตอบ ข้อสอบหมดทุกข้อคือได้ตอบข้อสอบหมายเลข 1,3,6,10 และ 15 ถูกทั้งหมด ถ้าเป็นการให้ คะแนนตามวิธีนี้ให้ตามค่าความยากของข้อสอบหมายเลข 21 ในชั้นที่สมมติขึ้นซึ่งจะมี ค่าความยากสูงกว่า 0.10 อยู่ 10% หรือกล่าวได้ว่ามี ความสามารถสูงกว่า 0.10 แต่การให้ คะแนนตามค่าความยากเฉลี่ยของข้อสอบที่ได้ตอบซึ่งจะได้คะแนนเท่ากับค่าเฉลี่ยของความยาก ของข้อสอบหมายเลข 3 , 6 , 10 , 15 และ 21 มีค่าเท่ากับ 0.20 ซึ่งหมายความว่า มีความสามารถต่ำกว่าระดับความสามารถ 0.10 ดังนั้นจึงสรุปได้ว่าการให้คะแนนตาม ค่าความยากเฉลี่ยของข้อสอบที่ได้ตอบจะให้ค่าคะแนนสูงกว่าการให้คะแนนโดยวิธีอื่นและเป็น การพิจารณาจากคำตอบทั้งหมดของผู้สอบซึ่งถือว่าเป็นการประมาณความสามารถของผู้สอบ หลายครั้งหรือจากข้อสอบหลายข้อ ซึ่งแตกต่างจากวิธีอื่นที่ประมาณความสามารถของผู้สอบ จากข้อสอบเพียงข้อเดียวก็ตาม การให้คะแนนโดยวิธีนี้ก็ยังคงให้ความหมายที่ไม่ดีว่าการให้ คะแนนโดยวิธีอื่น ๆ

1.3.5 ให้คะแนนตามค่าความยากเฉลี่ยของข้อสอบที่ตอบถูก (Average Difficulty of All Item Answered Correctly or Difficulty correct) การให้คะแนนตามค่าความยากเฉลี่ย ของข้อสอบที่ตอบถูกเป็นวิธีการจัดข้อบกพร่องของการให้คะแนนตามค่าความยากเฉลี่ยของ ข้อสอบที่ได้ตอบ วิธีนี้จะนำเอาค่าความยากของข้อสอบที่ตอบถูกเท่านั้นมาหาค่าเฉลี่ย ซึ่งคะแนนที่ได้จากค่าเฉลี่ยนี้จะมีความหมายในการบอกระดับความสามารถของผู้สอบได้ มากขึ้น คะแนนที่ได้จากวิธีนี้จะมากพอ ๆ กับการให้คะแนนตามผลการตอบข้อสอบข้อสุดท้าย และการให้คะแนนตามค่าความยากของข้อสอบข้อสุดท้ายที่ได้ตอบ การให้คะแนนตาม

ค่าความยากเฉลี่ยของข้อสอบที่ตอบถูกจะมีความคงที่ของคะแนนและการให้สารสนเทศของคะแนนมากกว่าการให้คะแนนตามผลการตอบข้อสอบข้อสุดท้ายและการให้คะแนนตามค่าความยากของข้อสอบข้อสุดท้ายที่ได้ตอบ อย่างไรก็ตามการให้คะแนนตามค่าความยากเฉลี่ยของข้อสอบที่ตอบถูกนี้จะมีค่าความไวต่อการเดาตอบถูกมากกว่าการให้คะแนนตามค่าความยากเฉลี่ยของข้อสอบที่ได้ตอบ ซึ่งอาจมีผลทำให้ค่าความเชื่อมั่นต่ำลง

1.3.6 ให้คะแนนข้อสอบทุกข้อ (All Item Score) แอนเซน (จิราพร ไกรสร สิวเวท.2539 :43 อ้างอิงจาก Wiss.1974 : 34 citing Hansen.1969 : 211 -213) ได้เสนอวิธีการให้คะแนนข้อสอบทุกข้อซึ่งสามารถใช้ได้กับการประมาณค่าความเชื่อมั่นชนิดความคงที่ภายใน (Internal Consistency) ของแบบทดสอบปรัมิติที่ทดสอบกับผู้สอบเป็นกลุ่มและผู้สอบทุกคนจะต้องตอบข้อสอบตามเส้นทางการตอบทุกข้อ โดยมีข้อตกลงว่าค่าความยากของข้อสอบและระดับความสามารถของผู้สอบถือว่าเป็นเรื่องเดียวกัน วิธีการให้คะแนนตามวิธีการนี้ข้อสอบที่ตอบถูกทุกข้อจะให้คะแนน 2 คะแนน ให้คะแนนข้อที่ง่ายกว่าข้อที่ตอบถูกในขั้นเดียวกันอีกข้อละ 2 คะแนน ให้คะแนนข้อสอบข้อถัดไปในขั้นเดียวกันที่มีค่าความยากมากกว่าข้อสอบที่ตอบถูก 1 คะแนน ส่วนข้อที่มีความยากมากกว่าข้อที่ตอบถูกในขั้นเดียวกันที่เหลือจะให้ 0 คะแนน การให้คะแนนข้อที่ตอบผิดจะให้ 0 คะแนน ให้คะแนนข้อสอบที่มีความยากน้อยกว่าและอยู่ติดกับข้อสอบที่ตอบผิดในขั้นเดียวกัน 1 คะแนน และให้คะแนนข้อสอบที่มีค่าความยากน้อยกว่าข้อสอบที่ตอบผิดที่เหลือทุกข้อ ๑ ละ 2 คะแนน เฮนเซน ได้เสนอวิธีการให้คะแนนไว้เท่า่นั้นไม่ได้ศึกษาประสิทธิภาพของวิธีการนี้ ต่อมา ลาคินส์และเวส ได้วิจัยเพื่อการศึกษาวิธีการให้คะแนนวิธีนี้ในปี ค.ศ. 1974 ผลการวิจัยพบว่า คะแนนที่ให้โดยวิธีนี้มีความสัมพันธ์กับคะแนนที่ให้ตามค่าความยากเฉลี่ยของข้อสอบที่ได้ตอบซึ่งเสนอโดยลอร์ดสูงถึง 0.99

1.3.7 ให้คะแนนตามจำนวนข้อสอบที่ตอบถูก (Number Correct) วิธีการนี้จะให้คะแนนตามจำนวนข้อสอบที่ตอบถูก คือ ให้ข้อที่ตอบถูกข้อละ 1 คะแนน การให้คะแนนวิธีนี้ความไวต่อการเดาตอบของผู้สอบมากและถ้าแบบทดสอบปรัมิติที่มีจำนวนขั้นน้อยคะแนนที่ได้ก็จะน้อย เกินไปทำให้ความเที่ยงตรงเชิงเปรียบเทียบมีค่าต่ำ การให้คะแนนวิธีนี้จึงให้ประโยชน์ในทางปฏิบัติน้อย

การให้คะแนนวิธีต่าง ๆ ที่เสนอไปนั้นทำให้การวิจัยที่เกี่ยวกับแบบทดสอบปรัมิติมีความน่าสนใจมากขึ้น วิธีการให้คะแนนอาจเปลี่ยนแปลงไปตามเนื้อหาวิชาที่วัดลักษณะทางจิตวิทยาหรือความสัมพันธ์กับคะแนนจากการทดสอบแบบอื่น ๆ วิธีการให้คะแนนอาจเปลี่ยนแปลงไปตามความเที่ยงตรงและวัตถุประสงค์ของการวัดผล ว่าต้องการนำผลการวัดไปใช้ประโยชน์อะไร ซึ่งวิธีการให้คะแนนบางวิธีอาจดีที่สุดในการทำนายเกณฑ์ภายนอกหรือใช้ได้ติดในสถานการณ์ที่ต่างกัน นอกจากนี้วิธีการให้คะแนนยังสามารถเปลี่ยนแปลงไปตามลักษณะของการวิจัยได้ด้วย เช่น การวิจัยเชิงประจักษ์ การวิจัยในสถานการณ์จำลองหรือการวิจัยเชิงทฤษฎี

ดังนั้นการที่จะกล่าว่วิธีการให้คะแนนวิธีใดจึงเหมาะสมกับสถานการณ์ใดนั้นจึงจำเป็นต่ออาศัยจากผลการศึกษาวิจัย

1.4 ข้อดีและข้อเสียของแบบทดสอบปิรามิด

จิราพร ไกรสรสิ่วเวท (2529 : 244) นริศ สวัสดิ์ (2533 : 33) ระจิต ตรีพุทธรัตน์ ไพศาล สุวรรณน้อยและสมพงษ์ พันธุรัตน์ (2535 : 47) และละมัย พรหมสร (2540:45) ได้กล่าวไว้เกี่ยวกับข้อดีและข้อเสียของแบบทดสอบปิรามิดโดยสรุปในภาพรวมดังนี้คือ แบบทดสอบปิรามิดได้แบ่งชนิดเมื่อเปรียบเทียบกับแบบทดสอบชนิด 2 ชั้น (Two – Stage Test) ซึ่งเป็นรูปแบบหนึ่งของการทดสอบเทเลอร์แล้ว แบบทดสอบปิรามิดมีศักยภาพในการวัดระดับความสามารถของผู้สอบได้กว้างกว่าและใช้จำนวนข้อสอบน้อยกว่าเพราะว่าแบบทดสอบชนิด 2 ชั้นต้องมีแบบทดสอบชุดแรกสำหรับใช้วัดเพื่อการแยกทางหรือจัดแบบทดสอบเพื่อการวัดผลชุดที่เหมาะสมกับผู้สอบแต่ละคนและจำเป็นต้องมีแบบทดสอบสำหรับการวัดผลหลายชุดตามความกว้างของระดับความสามารถที่ต้องการวัด ดังนั้นถ้าต้องการวัดระดับความสามารถของผู้สอบในช่วงที่กว้างเท่ากันแล้ว แบบทดสอบชนิด 2 ชั้นจะต้องใช้จำนวนข้อสอบมากกว่าแบบทดสอบปิรามิดเพราะต้องสร้างแบบทดสอบเพื่อการวัดความสามารถหลายชุดตามจำนวนระดับความสามารถที่ต้องการวัด ส่วนแบบทดสอบปิรามิดใช้แบบทดสอบเพียงชุดเดียวในการทดสอบซึ่งการตอบข้อสอบแต่ละข้อของผู้สอบนั้นจะได้ผลการตอบเป็นข้อมูลสำหรับการพิจารณาในการแยกทางหรือจัดข้อสอบที่มีความยากเหมาะสมกับผู้สอบแต่ละคนและใช้เป็นข้อสอบเพื่อการวัดความสามารถไปพร้อม ๆ กันด้วย จึงถือว่าเป็นข้อดีของแบบทดสอบปิรามิดที่ใช้จำนวนข้อในการวัดน้อยข้อ ทำให้ใช้เวลาในการดำเนินการสอบน้อยและยังสามารถวัดระดับความสามารถของผู้สอบในช่วงกว้างได้ดี ตัวอย่าง เช่น แบบทดสอบปิรามิด 10 ชั้นจะใช้จำนวนข้อสอบ 55 ข้อ ส่วนแบบทดสอบชนิด 2 ชั้น ที่มีแบบทดสอบสำหรับการแยกทางชนิด 10 ข้อ และแบบทดสอบเพื่อการวัดผล 4 ฉบับ ฉบับละ 20 ข้อ จะต้องใช้ข้อสอบถึง 90 ข้อ ทำให้ต้องใช้กลุ่มข้อสอบที่มากกว่าในการสร้างแบบทดสอบชนิด 2 ชั้น

อย่างไรก็ตามแบบทดสอบปิรามิดก็มีข้อจำกัดในการวัดที่สำคัญอยู่ 2 ประการคือ ประการแรกคะแนนที่ได้จากแบบทดสอบปิรามิดจะมีผลกระทบมาจากการเดาข้อสอบถูกเมื่อข้อสอบมีค่าการเดาสูงหรือข้อสอบนั้นเปิดโอกาสให้มีการเดาและคะแนนที่ได้ยังอาจมีผลกระทบจากการตอบผิดที่เนื่องจากข้อสอบไม่เหมาะสมกับระดับความสามารถของผู้สอบซึ่งถือว่าเป็นความคลาดเคลื่อนของการตอบข้อสอบ ดังนั้นถ้าผู้สอบที่มีระดับความสามารถสูงมากตอบข้อสอบข้อใดข้อหนึ่งผิดโดยไม่ได้ตั้งใจจะถูกแยกทางให้ไปตอบข้อสอบที่ง่ายขึ้นทำให้คะแนนที่ได้น้อยกว่าที่ควรจะเป็นหรือไม่มีโอกาสที่จะได้คะแนนสูงตรงกับระดับความสามารถที่แท้จริงของตน ส่วนในกรณีที่ผู้สอบที่มีความสามารถต่ำมาก ๆ ที่ตอบข้อสอบถูกโดยการเดาแล้วก็จะทำให้ได้คะแนนที่สูงกว่าที่ควรจะเป็นหรือได้คะแนนไม่ตรงกับระดับความสามารถที่แท้จริง

ของผู้สอบเช่นกันผลที่เกิดขึ้นในทั้งสองลักษณะดังกล่าวนี้จึงเป็นข้อจำกัดของแบบทดสอบปิรามิดที่ส่งผลต่อค่าความเชื่อมั่นในการวัดของแบบทดสอบปิรามิด ดังนั้นถ้าต้องการวัดให้ใกล้เคียงกับความเป็นจริงแล้วจึงจำเป็นต้องเป็นต้องสร้างแบบทดสอบให้มีค่าความเชื่อมั่นสูง ๆ

ข้อจำกัดประการที่สองจากลักษณะที่สำคัญประการหนึ่งของแบบทดสอบเทเลอร์ คือ การให้ผู้สอบแต่ละคนได้ทำข้อสอบที่มีความยากเหมาะสมกับความสามารถของตนดังนั้นเพื่อให้แบบทดสอบปิรามิดซึ่งเป็นรูปแบบหนึ่งของแบบทดสอบเทเลอร์เป็นไปตามลักษณะดังกล่าว จึงจำเป็นต้องจัดโครงสร้างของแบบทดสอบให้มีข้อสอบที่มีความยากที่ผู้สอบในแต่ละระดับความสามารถตอบถูกประมาณ 50% ของข้อสอบทั้งหมด ซึ่งถือว่าเป็นข้อสอบที่ให้สารสนเทศสูงสุดในแต่ละระดับความสามารถของผู้สอบแต่จากโครงสร้างของแบบทดสอบปิรามิด ช่วงระดับความสามารถที่สูงและต่ำมาก ๆ ซึ่งอยู่ที่ฐานของโครงสร้างปิรามิดจะมีข้อสอบลดลงตามจำนวนชั้นของแบบทดสอบ นั่นคือที่ระดับความสามารถที่ปลายทั้งสองข้างของฐานและข้อสอบจำนวนน้อยข้อ ถ้าต้องการให้มีจำนวนข้อสอบมากขึ้นก็ต้องขยายช่วงระดับความสามารถที่จะวัดให้กว้างขึ้น ซึ่งก็จะสัมพันธ์กับจำนวนชั้นของแบบทดสอบที่ต้องมีจำนวนชั้นมากขึ้นด้วยจากลักษณะดังกล่าวนี้ทำให้ต้องใช้กลุ่มข้อสอบที่มีขนาดใหญ่ในการสร้างแบบทดสอบปิรามิดซึ่งในทางปฏิบัติแล้วการสร้างให้มีจำนวนชั้นมากขึ้นเท่าไรผู้สอบก็ต้องทำข้อสอบมากขึ้นและใช้เวลาในการสอบมากขึ้นด้วยอันก่อให้เกิดปัญหาในการทดสอบที่ไม่ต้องการให้เกิดขึ้นลักษณะของแบบทดสอบปิรามิดที่ศึกษากันส่วนใหญ่จึงพยายามลดจำนวนชั้นลงให้เหมาะสมที่สุดที่จะดำเนินการสอบและมีความเชื่อมั่นในการประมาณความสามารถของผู้สอบได้สูงสุด

2. หลักสูตริวิชาคณิตศาสตร์ในระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

2.1 พฤติกรรมที่วัดผลการสอบวิชาคณิตศาสตร์

บลูมและคณะ(ลิวิน สายยศและอังคณา สายยศ.2539 : 124 – 167 ; อ้างอิงจาก Bloom and others.1956) ได้เสนอแนวคิดในการวัดพฤติกรรมการเรียนรู้ด้านสติปัญญา (Cognitive Domain) ไว้ 6 ด้านประกอบด้วย

1.วัดความจำ (Knowledge) หมายถึง วัดความสามารถในการระลึกเรื่องราว ประสบการณ์หรือสิ่งที่ตนเคยเรียนมาแล้วได้

1.1 วัดความจำในเนื้อเรื่อง (Knowledge of Specific) แบ่งแยกได้ 2 ประเภทคือ

1.1.1 ความรู้ความจำเกี่ยวกับศัพท์และนิยาม (Knowledge of Terminology)

เป็นความสามารถในการระลึกถึงศัพท์หรือนิยามต่าง ๆ ที่เคยท่องจำเอาไว้ได้

1.1.2 ความรู้ความจำเกี่ยวกับกฎและความจริง (Knowledge of Specific Facts)

เป็นความสามารถในการระลึกความจริงเกี่ยวกับบุคคล เวลา เหตุการณ์ในประวัติศาสตร์การค้นคว้าวากฎและสูตร หรือสิ่งที่ใช้เป็นนิกคิตกกลงกันว่าเป็นจริง

1.2 วัตถุประสงค์ในการดำเนินการ (Knowledge of Ways and Means of Dealing With Specifics) จำแนกได้ดังนี้

1.2.1 ความรู้เกี่ยวกับระเบียบแบบแผน (Knowledge of Conventions) เป็นความสามารถที่จะบอกถึงสิ่งที่นิยมกันในทางวิชาการจนเป็นนิสัยหรือประเพณีหรือเป็นสิ่งที่ได้ตกลงกันวางแผนเอาไว้ว่า ควรทำกันอย่างไรได้ (ประเพณีหรือแบบแผนที่วางไว้นี้ก็เพื่อความสะดวกของสังคม)

1.2.2 ความรู้เกี่ยวกับแนวโน้มและลำดับขั้น (Knowledge of Trends and Sequences) เป็นความสามารถที่จะบอกถึงแนวโน้มที่เกิดขึ้นในปัจจุบันและบอกถึงขั้นตอนของการดำเนินการสิ่งนั้น ๆ ได้

1.2.3 ความรู้เกี่ยวกับการจัดประเภท (Knowledge of Classifications and Categories) เป็นความสามารถจัดประเภทสิ่งของ เรื่องราว หรือเหตุการณ์ต่าง ๆ ว่าอันไหนที่อยู่นามสกุลเดียวกัน หรืออันไหนที่แตกต่างพวกเขาไปได้

1.2.4 ความรู้เกี่ยวกับเกณฑ์ (Knowledge of Criteria) เป็นความสามารถบอกถึงตัวเกณฑ์ที่จะนำไปใช้ในการตัดสินพิจารณาหรือตรวจสอบสิ่งใด ๆ ได้โดยไม่ต้องมีการนำเกณฑ์ไปใช้ เพราะถ้านักเรียนนำเกณฑ์ไปใช้ได้ก็จะเป็นสมรรถภาพที่สูงกว่าความจำ

1.2.5 ความรู้เกี่ยวกับวิธีการ (Knowledge of Methodology) เป็นความสามารถบอกถึงวิธีการในการทำอะไรร่าง ๆ ได้ผลสำเร็จโดยเป็นเรื่องที่เรียนมาแล้ว ผู้เรียนสามารถตอบคำถามที่เกี่ยวกับวิธีการต่าง ๆ ที่ได้ซึ่งผลลัพธ์

1.3 วัตถุประสงค์รวบยอดในเนื้อเรื่อง (Knowledge of Universals and Abstractic in the Field) เป็นการวัดความสามารถที่จะบอกความคิดรวบยอดของเนื้อหาวิชาต่าง ๆ คือลงสรุปเป็นหลักวิชาการ ความสามารถด้านนี้แบ่งออกเป็นการวัดสมรรถภาพย่อยได้ 2 แบบคือ

1.3.1 ความรู้เกี่ยวกับหลักวิชาการและขยายความ (Knowledge of Principles and Generalizations) จำแบบนี้มีอยู่ 2 คำ คือ จำหลักวิชากับขยายความ โดยเนื้อแท้แล้วเป็นอันเดียวกัน หลักวิชา หมายถึง ความสัมพันธ์ของมโนภาพตั้งแต่ 2 อันขึ้นไป เช่น สิบบวกห้า เป็นสิบห้า รูปสามมิติหกด้าน ความดันก๊าซจำนวนหนึ่งเพิ่มขึ้นขึ้นอยู่กับอุณหภูมิที่เพิ่มขึ้น การขยายความ ก็เป็นการนำหลักวิชาไปอ้างอิงอีกรูปหนึ่ง โดยอาศัยความสัมพันธ์ของมโนภาพหลาย ๆ อัน เช่นกัน เป็นต้นว่า อ่านเรื่อง ๆ หนึ่งแล้วนำความรู้จากเรื่องนี้ไปอิงยังเรื่องอื่น

1.3.2 ความรู้เกี่ยวกับทฤษฎีและโครงสร้าง (Knowledge of Theories and Structures) เป็นความสามารถบอกถึงทฤษฎีและโครงสร้างของเรื่องที่เรียนมาแล้ว ได้โดยคำว่า "ทฤษฎี" หมายถึง การนำหลักวิชาหลายอันมาเกี่ยวพันกันและทำการพิสูจน์จนเป็นที่แน่ใจส่วนคำว่า "โครงสร้าง" หมายถึง สิ่งที่มาประกอบให้บังเกิดสิ่งนั้นขึ้นหรือพูดอีกอย่างเป็นเนื้อในที่สำคัญนั่นเองเสมือนโครงสร้างของรูปคนฉะนั้น

2. วัดความเข้าใจ (Comprehension) เป็นการวัดความสนใจการแปลความ ตีความ และขยายความจากสื่อความหมายต่าง ๆ ที่ได้พบเห็น นั่นคือ พฤติกรรมด้านความเข้าใจเป็น พฤติกรรมที่สามารถดัดแปลง แก้ไขสิ่งที่ยากมากเป็นสิ่งที่ง่าย สิ่งซับซ้อนเป็นสิ่งธรรมดา นั่นเอง ความเข้าใจสามารถแบ่งออกเป็นได้ 3 ประการ ได้แก่

2.1 การแปลความ (Translation) เป็นการวัดความสามารถในการถ่ายความหมาย จากภาษาหนึ่งมาเป็นอีกภาษาหนึ่งอย่างได้ความหมายเป็นต้นว่า แปลภาษาคนต่างชาติต่าง ๆ แปลสัญลักษณ์ แปลลักษณะอาการ แปลเนื้อความ แปลบทประพันธ์ แปลคำพังเพย และ สุภาษิต ฯลฯ ให้อยู่ในภาษาที่รู้เรื่องได้อย่างดี ดังนั้น สมรรถภาพด้านแปลความจึงสรุปใหญ่ ๆ ได้ 3 ประการ คือ 1. การแปลจากระดับหนึ่งไปสู่ระดับหนึ่ง เช่น แปลสิ่งที่เป็นนามธรรมให้เป็น สิ่งที่เราจะรู้เรื่องกันได้ 2. การแปลสัญลักษณ์ เช่น แปลการ์ตูน แผนที่ ตาราง กราฟและ เครื่องหมายอื่น ๆ มาเป็นภาษาธรรมดา 3. แปลภาษาหนึ่งเป็นอีกภาษาอีกภาษาหนึ่ง เช่น แปลภาษาโบราณ เป็นภาษาปัจจุบัน แปลภาษาต่างประเทศเป็นภาษาไทยธรรมดา

2.2 การตีความ (Interpretation) เป็นการวัดความสามารถในการเอาแปลความมา หลายอันมาร้อยกรองสรุปย่อเป็นเนื้อความใหม่ได้ พยายาม ๆ ว่าการตีความมุ่งให้นักเรียน ค้นหาคำสำคัญและความสัมพันธ์ของส่วนย่อย ๆ ของเนื้อหา นั้น แล้วตีความจากเรื่องราวที่ กำหนดให้ทั้งหมดนั้น การตีความมองเห็น ๆ คล้ายกับการวิเคราะห์ และการประเมินค่า แต่ความจริงไม่เป็นเพราะการวิเคราะห์และการประเมินนั้นใช้ความรู้จากแหล่งอื่นมาเกี่ยวข้อง มากมาย แต่การตีความยึดเนื้อความที่ให้ไว้เป็นเท่านั้น ไม่ต้องอาศัยเกณฑ์ใดไปใช้การ แปลความ เป็นเพียงแปลจากความหมายหนึ่งไปอีกความหมายหนึ่ง คล้ายเป็นจุดเป็นตอนเท่านั้น แต่การตีความของสิ่งที่กำหนดให้คลุมหมคนั้นคือ เด็กจะต้องเก็บความเดิมมาเรียบเรียงและ ร้อยกรองใหม่เพื่อจะได้มองเห็นเรื่องราวในแง่ใหม่ การตีความจึงตีเฉพาะในขอบเขตของเนื้อหา ที่จะใช้ตีความเท่านั้น

2.3 การขยายความ (Extrapolation) เป็นสมรรถภาพที่สามารถทำนายหรือคาดคะเน เหตุการณ์ล่วงหน้าได้อย่างดี โดยอาศัยข้อมูลและแนวโน้มต่าง ๆ เป็นเครื่องช่วยการคาดคะเน ในที่ที่ไม่มีแนวโน้มหรือข้อมูลประกอบไม่ถึงว่าเป็นการขยายความ แต่ถือว่าเป็นการเดาสั่งเดา ไม่ควรเชื่อถือ การขยายความอาจจะมองในแง่ขยายความตามจำนวน ขยายความตามเวลา และ ขยายความตามเรื่องราวก็ได้ การขยายความจะต้องรู้แนวโน้มว่าเป็นอย่างไร ในปัจจุบัน เมื่อได้แนวโน้มแล้วเราก็สามารถทายอนาคตหรือทายอดีตที่เรายังไม่รู้ได้

3. วัดการนำไปใช้ (Application) หมายถึง ความสามารถในการแก้ปัญหาโดยตรงมิได้ หมายถึงความสามารถที่จะเอาสิ่งหนึ่งสิ่งใดไปใช้ได้อย่างรวดเร็ว แต่เป็นความสามารถในการนำ ความรู้ความเข้าใจเดิมมาช่วยแก้ปัญหาในสถานการณ์ใหม่ นั่นคือ การแก้ปัญหาในรูปแบบใหม่ แต่อาศัยประสบการณ์เดิมนั่นเอง เมื่อเผชิญปัญหาใหม่ ซึ่งไม่เคยพบเห็นมาก่อนเลยถ้า สามารถแก้ปัญหาได้แสดงว่าเด็กคนนั้นมีความสามารถด้านการนำไปใช้วิธีเขียนข้อสอบจึง

สร้างสถานการณ์ใหม่ให้แปลกแตกต่างจากบทเรียน แล้วครูก็สร้างคำถามไปตามเด็กในสถานการณ์ใหม่นั้น

4. วัตการวิเคราะห์ (Analysis) สมรรถภาพด้านการวิเคราะห์นี้เป็นสมรรถภาพที่สามารถแยกแยะส่วนย่อย ๆ ของเหตุการณ์ เรื่องราวหรือเนื้อหาต่าง ๆ ว่าประกอบด้วยอะไรมีจุดมุ่งหมายหรือความประสงค์สิ่งใด นอกจากนั้นยังมองถึงว่า ส่วนย่อย ๆ ที่สำคัญนั้น แต่ละเหตุการณ์เกี่ยวข้องกับอย่างไรและเกี่ยวพันโดยอาศัยหลักการใด สมรรถภาพด้านการวิเคราะห์จะเต็มไปด้วยการหาเหตุและผลมาเกี่ยวข้องกันอยู่เสมอและพยายามมองให้ลึกลงไปถึงแก่นแท้ของเนื้อเรื่องและเหตุการณ์นั้น ๆ โดยต้องอาศัยพฤติกรรมด้านการวิเคราะห์แบ่งออกเป็น 3 ประเภท คือ

4.1 การวิเคราะห์ความสำคัญ (Analysis of Elements) เป็นความสามารถในการหามูลเหตุ ต้นกำเนิด ผลลัพธ์ และความสำคัญของเรื่องราวทั้งปวง การสร้างคำถามจะต้องให้เด็กมองหาสิ่งที่มีให้เลือกตั้งนั้นการสร้างคำถามจึงมักมีคำว่า “ที่สุด” อยู่ด้วยเสมอ ส่วนการเขียนตัวเลือกจะต้องให้เป็นตัวถูกทุกตัว แต่พยายามให้มีตัวหนึ่งถูกต้องมากที่สุด

4.2 การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ (Analysis of Relationships) เป็นความสามารถในการค้นหาว่าความสำคัญย่อย ๆ ของเรื่องราวหรือเหตุการณ์นั้นต่างติดต่อกันอย่างไร การวิเคราะห์ความสัมพันธ์อาจจะถามความสัมพันธ์ของเนื้อเรื่องกับเหตุ เนื้อเรื่องกับผลก็ได้ โดยต้องการให้พยายามค้นหาว่าแต่ละเหตุการณ์นั้นมีความสำคัญอะไรที่เกี่ยวข้องกันเป็นตัวร่วม

4.3 การวิเคราะห์หลัก (Analysis of Organizational Principles) เป็นความสามารถที่จะจับเค้าเงื่อนของเรื่องราวที่น่ายึดถือหลักการใด มีเทคนิคการเขียนอย่างไร จึงชวนให้คนอ่าน มีมโนภาพหรือยึดหลักปรัชญาใด อาศัยหลักการใดเป็นสื่อสารสัมพันธ์เพื่อให้เกิดความเข้าใจคำถามเชิงวิเคราะห์หลักการมักจะมีคำสั่งท้ายว่า ยึดหลักการใดหรือ.....มีหลักการใดอยู่เสมอ

5. วัตการสังเคราะห์ (Synthesis) เป็นการวัดความสามารถในการรวมสิ่งต่าง ๆ ตั้งแต่สองสิ่งขึ้นไปด้วยกันเพื่อให้เป็นสิ่งใหม่อีกรูปหนึ่ง มีคุณลักษณะ โครงสร้าง หรือหน้าที่ใหม่แปลก แตกต่างไปจากของเดิมก่อนนำมารวมกัน การสังเคราะห์มีทั้งระดับง่ายและระดับยาก เด็กเล็กหรือเด็กโตก็สามารถสอนให้เกิดได้คนละระดับการสังเคราะห์เป็นการวัดความสามารถด้านความคิดสร้างสรรค์หรือคิดริเริ่มสิ่งแปลกใหม่ขึ้น แบ่งออกเป็น 3 ด้านคือ

5.1 การสังเคราะห์ข้อความ (Production of Unique Communication) เป็นความสามารถในการสังเคราะห์ข้อความโดยสื่อหรือโดยการพูด การเขียน กิจกรรมในด้านนี้จะเต็มไปด้วยการแสดงความคิดเห็นอย่างอิสระต่อเรื่องราวที่กำหนด การวิจารณ์ และการหาข้อยุติบางประการ อาจเป็นข้อความที่มีจุดมุ่งหมายเพื่อบอกเล่า บรรยาย ชักชวน ให้ความประทับใจ หรือเพื่อให้เกิดความสนุกสนาน

5.2 การสังเคราะห์แผนงาน (Production of Plans and Proposed Set of Operations) เป็นความสามารถด้านวางแผนล่วงหน้าเพื่อให้งานนั้นดำเนินไปด้วยดี นอกจากการวางแผนแล้ว ยังเป็นความสามารถด้านออกแบบลักษณะต่าง ๆ เช่น ออกแบบบ้านเรือน ออกแบบเรือ ออกแบบรถ ออกแบบเสื้อผ้า ฯลฯ

5.3 การสังเคราะห์ความสัมพันธ์ (Production of et of Abstract relationships) เป็นความสามารถในการนำเอานามธรรมย่อย ๆ ทั้งหลายมาผสมกลมกลืนกันเพื่อให้เป็นรูปแบบใหม่ นามธรรมในที่นี้ อาจจะเป็นปรากฏการณ์ ข้อความ สัญลักษณ์ คุณลักษณะใดก็ได้ เมื่อนำมาเกี่ยวกับแล้วจะทำให้เปลี่ยนลักษณะออกไป เป็นลักษณะของการสร้างสรรค์สิ่งใหม่ขึ้น ทั้งนี้เพราะ เป็นการนำเอาหลักวิชา มโนภาพ ทฤษฎี หรือโครงสร้างมาผสมกลมกลืนนั่นเอง

6. การวัดประเมินค่า (Evaluation) เป็นการวัดความสามารถในพิจารณาตัดสินเกี่ยวกับคุณค่าของความคิดทุกชนิด เพื่อเปรียบเทียบกับเกณฑ์หรือมาตรฐานที่กำหนดให้การประเมินเป็นการแสดงความคิดเห็นเฉยๆ การพิจารณาอาจจะเป็นในรูปของปริมาณหรือคุณภาพก็ได้ การประเมินแบ่งออกเป็น 2 อย่าง คือ

6.1 การประเมินโดยการอาศัยข้อเท็จจริงภายใน (Judgement in Terms of internal Evidence) การประเมินแบบนี้จะพิจารณาความถูกต้องสมเหตุสมผล ความสอดคล้อง และเกณฑ์ภายในอื่น ๆ

6.2 การประเมินโดยเกณฑ์ภายนอก (Judgement in Terms of External Criteria) การประเมินแบบนี้อาศัยเกณฑ์หรือมาตรฐานจากภายนอกไว้เปรียบเทียบ เกณฑ์เหล่านี้จะเป็นเกณฑ์สังคมหรือระเบียบประเพณีที่กำหนดก็ได้

ส่วนวิลสัน (Wilson.1971 : 645 – 696 citing Bloom and others.1956) ได้เสนอแนวคิดในการวัดพฤติกรรมการเรียนรู้ด้านสติปัญญา) ได้จำแนกพฤติกรรมที่พึงประสงค์ด้านสติปัญญาในการเรียนคณิตศาสตร์ออกเป็น 4 ระดับคือ

1. ความรู้ ความจำ ด้านการคิดคำนวณ (Computation) ในระดับนี้ถือว่าเป็นพฤติกรรมที่อยู่ในระดับต่ำสุดแบ่งเป็น 3 ชั้น ดังนี้

1.1 ความรู้ความจำเกี่ยวกับข้อเท็จจริง (Specific Facts) เป็นความสามารถที่เกี่ยวกับข้อเท็จจริง ตลอดจนความรู้พื้นฐานซึ่งนักเรียนได้สั่งสมมาเป็นระยะเวลาอันนาน

1.2 ความรู้ความจำเกี่ยวกับศัพท์และนิยาม (Knowledge of Terminology) เป็นความสามารถในการใช้ข้อเท็จจริงหรือนิยามกระบวนการที่ได้เรียนมาแล้ว ข้อสอบวัดความสามารถด้านนี้ต้องเป็นใจที่ย่าง คล้ายคลึงกับตัวอย่าง นักเรียนไม่ต้องพบความยุ่งยากในการตัดสินใจเลือกใช้กระบวนการ

2. ความเข้าใจ (Comprehension) เป็นพฤติกรรมที่ใกล้เคียงกับพฤติกรรมระดับความรู้ ความจำเกี่ยวกับการคิดคำนวณ แต่ซับซ้อนมากกว่า แบ่งได้ 6 ชั้นดังนี้

2.1 ความเข้าใจเกี่ยวกับมโนคติ (Concepts) เป็นความสามารถที่เป็นนามธรรม ซึ่งประมวลจากข้อเท็จจริงต่าง ๆ ต้องอาศัยการตัดสินใจในการตีความหรือยกตัวอย่างของมโนคตินั้นได้โดยใช้คำพูดของคนหรือเลือกความหมายที่กำหนดให้ซึ่งเขียนในรูปใหม่หรือยกตัวอย่างให้มาที่แตกต่างไปจากที่เคยเรียนมีฉะนั้นจะเป็นการวัดความจำ

2.2 ความเข้าใจเกี่ยวกับหลักการ กฎทางคณิตศาสตร์ และการสรุปอ้างอิงเป็นกรณีทั่วไป (Principles, Rules and Generalization) เป็นความสามารถในการนำเอาหลักการ กฎ และความเข้าใจเกี่ยวกับมโนคติไปสัมพันธ์กับโจทย์ปัญหาจนได้แนวทางในการแก้ปัญหาได้ ถ้าคำถามนั้นเป็นคำถามเกี่ยวกับหลักการและกฎที่นักเรียนเพิ่งเคยพบเป็นครั้งแรกอาจจัดเป็นพฤติกรรมในระดับการวิเคราะห์ได้

2.3 ความเข้าใจในโครงสร้างทางคณิตศาสตร์ (Mathematic Structure) คำถามที่วัดพฤติกรรมระดับนี้ เป็นคำถามที่วัดเกี่ยวกับคุณสมบัติของระบบจำนวนและโครงสร้างทางพีชคณิต

2.4 ความสามารถในการเปลี่ยนรูปแบบปัญหาจากแบบหนึ่งไปเป็นอีกแบบหนึ่ง (Ability to Transform Problem Elements From One Mode to Another) เป็นความสามารถในการแปลข้อความที่กำหนดให้เป็นข้อความใหม่หรือภาษาใหม่

เช่น แปลจากภาษาพูดให้เป็นในรูปของสมการซึ่งมีความหมายคงเดิม โดยไม่รวมถึงกระบวนการแก้ปัญหา หลังจากแปรแล้วอาจกล่าวได้ว่าเป็นพฤติกรรมที่ง่ายที่สุดของพฤติกรรมกับความเข้าใจ

2.5 ความสามารถในการติดตามเหตุผล (Ability to Follow a line of Reasoning) เป็นความสามารถในการอ่านและเข้าใจข้อความทางคณิตศาสตร์ ซึ่งแตกต่างไปจากความสามารถในการอ่านทั่ว ๆ ไป

2.6 ความสามารถในการอ่านและตีความโจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ (Ability to Read and Interpret a Problem) ข้อสอบที่วัดความสามารถในขั้นนี้ อาจคัดแปลงมาจากข้อสอบที่วัดความสามารถในขั้นอื่น ๆ โดยให้นักเรียนตีความโจทย์ซึ่งอาจจะอยู่ในรูปของข้อความ ตัวเลข ข้อมูลทางสถิติและกราฟ

3. การนำไปใช้ (Application) เป็นความสามารถในการตัดสินใจแก้ปัญหาที่นักเรียนคุ้นเคยเพราะคล้ายกับปัญหาที่นักเรียนประสบอยู่ในระหว่างเรียนหรือแบบฝึกหัดที่นักเรียนเลือกกระบวนการแก้ปัญหาและดำเนินการแก้ปัญหาได้ไม่ยาก พฤติกรรมในระดับนี้แบ่งออกเป็น 4 ขั้นคือ

3.1 ความสามารถในการแก้ปัญหาคลี่คลายปัญหา (Ability to Solve Problems) นักเรียนต้องอาศัยความสามารถในระดับความสามารถในระดับความเข้าใจและเลือกกระบวนการแก้ปัญหาจนได้คำตอบออกมา

3.2 ความสามารถในการเปรียบเทียบ (Ability to Make Comparisons) เป็นความสามารถในการค้นหาความสามารถในการค้นหาความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูล 2 ชุดเพื่อสรุปการตัดสินใจ ซึ่งในการแก้ปัญหา ชั้นนี้อาจต้องใช้วิธีการคิดคำนวณและจำเป็นต้องอาศัยความรู้ที่เกี่ยวข้อง รวมทั้งความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผล

3.3 ความสามารถในการวิเคราะห์ข้อมูล (Ability to Analyze Data) เป็นความสามารถในการตัดสินใจอย่างต่อเนื่องในการหาคำตอบจากข้อมูลที่ไม่เกี่ยวข้อง พิจารณาว่าอะไรคือข้อมูลที่ต้องการเพิ่มเติม มีปัญหาอื่นใดบ้างที่อาจเป็นตัวอย่างในการหาคำตอบของปัญหาที่กำลังประสบอยู่ หรือต้องแยกโจทย์ปัญหาออกพิจารณาเป็นส่วน ๆ มีการตัดสินใจหลายครั้งอย่างต่อเนื่องตั้งแต่ต้นจนได้คำตอบหรือผลลัพธ์ที่ต้องการ

3.4 ความสามารถในการมองเห็นแบบลักษณะโครงสร้างที่เหมือนกันและการสมมาตร (Ability to Recognize Patterns Tsomorphisms and Symetries) เป็นความสามารถที่ต้องอาศัยพฤติกรรมอย่างต่อเนื่อง ตั้งแต่การระลึกถึงข้อมูลที่กำหนดให้ การเปลี่ยนรูปปัญหา การจัดกระทำกับข้อมูล และการระลึกถึงความสัมพันธ์ นักเรียนต้องสำรวจหาสิ่งที่คุ้นเคยกันจากข้อมูลหรือสิ่งที่กำหนดจากโจทย์ปัญหาที่พบ

4. การวิเคราะห์ (Analysis) เป็นความสามารถในการแก้ปัญหาที่นักเรียนไม่เคยเห็นหรือไม่เคยทำแบบฝึกหัดมาก่อน ซึ่งส่วนใหญ่เป็นโจทย์พลิกแพลงแต่ก็อยู่ในขอบเขตของเนื้อหาวิชาที่เรียน การแก้โจทย์ปัญหาดังกล่าวต้องอาศัยความรู้ที่ได้เรียนมาพร้อมกับความคิดสร้างสรรค์ผสมผสานกันเพื่อแก้ปัญหา พฤติกรรมในระดับนี้ถือว่าเป็นพฤติกรรมขั้นสูงสุดของการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ ซึ่งต้องใช้สมรรถภาพสมองระดับสูง แบ่งเป็น 5 ชั้นดังนี้

4.1 ความสามารถในการแก้โจทย์ที่ไม่เคยประสบมาก่อน (Ability to Solve Nonroutine Problem) คำถามในชั้นนี้เป็นคำถามที่ซับซ้อน ไม่มีในแบบฝึกหัดหรือตัวอย่างไม่เคยเห็นมาก่อนนักเรียนต้องอาศัยความคิดสร้างสรรค์ผสมผสานกับความเข้าใจในเมตานิยาม ตลอดจนทฤษฎีต่าง ๆ ที่เรียนมาแล้วเป็นอย่างดี

4.2 ความสามารถในการค้นหาความสัมพันธ์ (Ability to Discover Relationships) เป็นความสามารถในการจัดส่วนต่าง ๆ ที่โจทย์กำหนดให้ใหม่ แล้วสร้างความสัมพันธ์ขึ้นใหม่เพื่อใช้ในการแก้ปัญหา แทนการจำความสัมพันธ์ที่เคยพบมาแล้วมาใช้กับข้อมูลชุดใหม่เท่านั้น

4.3 ความสามารถในการพิสูจน์ (Ability to Construct Proofs) เป็นความสามารถ ในการพิสูจน์โจทย์ปัญหาที่ไม่เคยพบเห็นมาก่อน นักเรียนจะต้องอาศัยนิยามทฤษฎีต่าง ๆ ที่เรียนมาแล้ว มาช่วยในการแก้ปัญหา

4.4 ความสามารถในการวิจารณ์การพิสูจน์ (Ability to Criticize Proofs) ความสามารถในชั้นนี้เป็นการใช้เหตุผลที่ควบคุมกับความสามารถในการเขียนพิสูจน์ แต่ความสามารถในการวิจารณ์เป็นพฤติกรรมที่ยุ่ยากซับซ้อนกว่า ความสามารถในชั้นนี้ต้องการ

ให้นักเรียนมองเห็นและเข้าใจการพิสูจน์นั้นว่าถูกต้องหรือไม่ มีคอนไดคิพลาตไปจากมโนคติ หลักการกฎนิยาม หรือวิธีการทางคณิตศาสตร์

4.5 ความสามารถเกี่ยวกับการสร้างสูตรและทดสอบความถูกต้องของสูตร

2.2 จุดประสงค์ของการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์ในระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย ตามหลักสูตรมัธยมศึกษาตอนปลาย พุทธศักราช 2524 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2533) จาก พุทธิกรรมที่วัดการสอบวิชาคณิตศาสตร์ดังกล่าวข้างต้นทำให้กรมวิชา กระทรวงศึกษาธิการได้ เขียนจุดมุ่งหมายในการวัดผลการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ในระดับมัธยมปลายให้ครอบคลุม พุทธิกรรมที่จะใช้วัดวิชาคณิตศาสตร์ดังนี้คือ

1. เพื่อให้มีความรู้ความเข้าใจในหลักการและโครงสร้างของคณิตศาสตร์ สามารถ คิดอย่างมีเหตุผล และใช้เหตุผลในการแสดงความคิดเห็นอย่างเป็นระเบียบชัดเจนและรัดกุม
2. เพื่อให้มีทักษะในการคิดคำนวณ และนำคณิตศาสตร์ไปใช้แก้ปัญหา
3. เพื่อให้ตระหนักในคุณค่าของคณิตศาสตร์ และมีเจตคติที่ดีต่อวิชาคณิตศาสตร์
4. เพื่อให้เป็นพื้นฐานในการเรียนวิชาที่ต้องใช้คณิตศาสตร์ หรือในการเรียน คณิตศาสตร์ขั้นสูง

2.3 เนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ ค 012 เรื่อง ภาคตัดกรวย (คู่มือครูคณิตศาสตร์ ค 012 ระดับ มัธยมศึกษาตอนปลาย)

ภาคตัดกรวย (conic section) เป็นคำที่ใช้เรียกวงกลม พาราโบลา วงรี และ ไฮเพอร์โบลา เพราะสิ่งเหล่านี้เกิดจากการตัดกรวยกลมตรงด้วยระนาบในลักษณะต่าง ๆ นอกจากนี้นักวิทยาศาสตร์พบว่าดาวเคราะห์เป็นวงรี โดยมีดวงอาทิตย์อยู่ที่โฟกัสจุดหนึ่ง และการโคจรของดาวหางและดาวเทียมยังเป็นวงรีด้วย มีการนำเอาสมบัติของภาคตัดกรวยไปใช้ อย่างกว้างขวาง เช่น ในการศึกษาเกี่ยวกับโครงสร้างของอะตอม ในการประดิษฐ์เลนส์ที่ใช้ใน กล้องส่องทางไกล เลนส์กล้องจุลทรรศน์และเลนส์แว่นตา และการประดิษฐ์โคมไพร์ถยนต์และ เรดาร์ ซึ่งพื้นผิว ด้านในเกิดจากการหมุนพาราโบลารอบแกนพาราโบลา

นอกจากนี้ในการหาต้นกำเนิดเสียง เช่น ในการหาที่ตั้งปืนใหญ่ อาจอาศัยสมบัติของ ไฮเพอร์โบลา โดยให้ทหารสองคนยืนอยู่คนละแห่งจดเวลาที่ได้ยินเสียงปืน จากผลต่างของเวลา ทั้งสองนี้ ทำให้สามารถหาผลต่างของระยะทางจากที่ตั้งปืนใหญ่ไปยังจุดที่ทหารยืนอยู่โดยที่ตั้ง ปืนใหญ่จะอยู่บนไฮเพอร์โบลา ซึ่งมีโฟกัสทั้งสองเป็นจุดที่ทหารยืนอยู่จุดโฟกัส ที่สามจะช่วยให้หา ตำแหน่งที่ตั้งของปืนได้ สำหรับการหาตำแหน่งของเครื่องบินก็ใช้วิธีการทำนองเดียวกัน โดยสถานีจากภาคพื้นดินสามแห่งคอยรับสัญญาณจากเครื่องบินแล้วนำผลต่างของเวลาที่ได้รับ สัญญาณมาคำนวณหาตำแหน่งเครื่องบิน

ในเรื่องนี้ผู้เรียนจะได้ศึกษาเกี่ยวกับวงกลมที่มีจุดศูนย์กลางเป็นจุดใด ๆ ในระนาบและ ภาคตัดกรวยอื่น ๆ ที่แกนของรูปขนานกับแกนพิกัด

2.4 จุดประสงค์การเรียนรู้เรื่องภาคตัดกรวย เมื่อนักเรียนเรียนแล้วสามารถ

- 2.4.1 นำความรู้เรื่องการเลื่อนแกนทางขนานไปใช้ในการเขียนกราฟได้
- 2.4.2 บอกได้ว่าสมการที่กำหนดให้เป็นสมการของวงกลม พาราโบลา วงรี หรือไฮเพอร์โบลา พร้อมทั้งเขียนกราฟ
- 2.4.3 บอกส่วนต่าง ๆ ของภาคตัดกรวย เมื่อกำหนดความสัมพันธ์ที่มีกราฟเป็นภาคตัดกรวย
- 2.4.4 เขียนความสัมพันธ์ที่มีกราฟเป็นภาคตัดกรวย เมื่อกำหนดส่วนต่าง ๆ ของภาคตัดกรวยให้ พร้อมทั้งเขียนกราฟของความสัมพันธ์ได้
- 2.4.5 นำความรู้เรื่องภาคตัดกรวยไปใช้แก้ปัญหาได้

3. รูปแบบของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

3.1 ความหมายของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

คอมพิวเตอร์ช่วยสอนมาจากภาษาอังกฤษว่า Computer Assisted Instruction หรือใช้คำย่อว่า CAI และมีผู้ให้ความหมายของคอมพิวเตอร์ช่วยสอนไว้หลายท่านดังนี้

เคนเนล ซินน์ (Zinn.K.L.1976:28) ได้ให้ความหมายว่า คอมพิวเตอร์ช่วยสอนหมายถึง การใช้คอมพิวเตอร์แสดงการฝึกฝน ฝึกหัดแบบฝึกหัด และทบทวนลำดับบทเรียนให้แก่ นักเรียนและบางส่วนของช่วยนักเรียนในด้านการโต้ตอบเกี่ยวกับเนื้อหาของ การเรียน การสอน

พรีนิส (Prenis.1977:20) ได้ให้ความหมายว่าคอมพิวเตอร์ช่วยสอน หมายถึง คอมพิวเตอร์ที่ช่วยทำให้นักเรียนเรียนรู้รายวิชาไปที่ละขั้นตอน โดยขณะที่มีการเรียนการสอนที่ ขึ้นอยู่กับการตอบสนองของนักเรียนนั้น คอมพิวเตอร์จะทำหน้าที่ ถามคำถามให้ คอมพิวเตอร์ สามารถย้อนกลับไปสู่รายละเอียดที่ผ่านมาแล้วได้ หรือสามารถฝึกฝนซ้ำให้แก่ นักเรียนได้

ยีน กูวรวรรณ (2531:120 -129) ได้กล่าวถึงคอมพิวเตอร์ช่วยสอน คือ โปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่ได้นำเนื้อหาวิชาและลำดับวิธีการสอนมาบันทึกเก็บไว้ คอมพิวเตอร์จะช่วย นำบทเรียนที่เตรียมไว้อย่างเป็นระบบมาเสนอในรูปแบบที่เหมาะสมสำหรับนักเรียนแต่ละคน

วีระ ไทยพานิช (2527:10) ได้กล่าวว่าการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนหรือ CAI หมายถึง วิธีการสอนซึ่งคอมพิวเตอร์เป็นสื่อให้เนื้อหา เรื่องราว เป็นการเรียนโดยตรงและเป็น การเรียนแบบ Interactive ระหว่างนักเรียนกับคอมพิวเตอร์ การใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนนั้นเป็น กระบวนการที่มุ่งตอบสนองการเรียนเป็นรายคน

จากความหมายที่กล่าวมาข้างต้นสามารถสรุปความหมายของคอมพิวเตอร์ช่วยสอนว่า คอมพิวเตอร์ช่วยสอนหมายถึง การนำคอมพิวเตอร์กับโปรแกรมบทเรียนมาช่วยในการเรียน

การสอนมีการวางแผนเนื้อหาวิชาอย่างเป็นขั้นคนสามารถตอบสนองกับผู้เรียนมีการทบทวน การทำแบบฝึกหัด และการประเมินผล

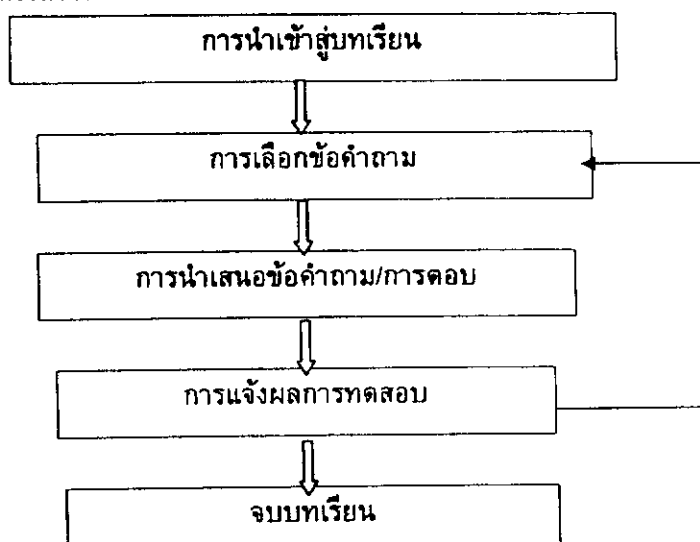
พรเทพ เมืองแมน (2544:2-10)กล่าวว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่มีผู้ออกแบบ และสร้างขึ้น เพื่อใช้ช่วยในการเรียนการสอนนั้น มีรูปแบบแตกต่างกันขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ใน การใช้บทเรียน ซึ่งพอจะแบ่งได้ดังนี้

1. บทเรียนแบบเสนอเนื้อหา (Tutorial) เป็นบทเรียนที่มุ่งเน้นเสนอเนื้อหาเป็นหลักไม่ว่า เป็นการเสนอเนื้อหาเดิมก็ตาม บทเรียนในลักษณะนี้จะทำหน้าที่คล้ายคิวเตอร์ ซึ่งอาจจะใช้ สอนเนื้อหาใหม่หรือใช้ในการทบทวนหรือสอนเสริม โดยอาศัยแนวคิดเช่นเดียวกับบทเรียน โปรแกรมที่เป็นสิ่งพิมพ์ แต่ใช้ความสามารถของคอมพิวเตอร์ที่มีเหนือกว่าอันได้แก่การนำเสนอ ในลักษณะของสื่อประสม การให้ข้อมูลย้อนกลับ (Feedback) การเก็บข้อมูลการเรียนการสอน และการประเมินผลการเรียนเป็นต้น บทเรียนแบบเสนอเนื้อหาเป็นบทเรียนที่มีผู้สร้างและ นำมาใช้กันค่อนข้างจะแพร่หลายมากที่สุดรูปแบบหนึ่ง โดยในปัจจุบันผู้สอนอาจหาซื้อมาใช้ในการ เรียนการสอนได้หรืออาจสร้างขึ้นเองโดยใช้โปรแกรมช่วยสร้างได้โดยไม่ยากนัก
2. บทเรียนแบบฝึกหัด (Drill and Practice) เป็นบทเรียนที่มุ่งเน้นให้ผู้เรียนได้ฝึกทำ แบบฝึกหัด เพื่อให้เกิดทักษะในเนื้อหาที่ได้เรียนมาแล้วมากยิ่งขึ้น บทเรียนประเภทนี้จะไม่มี การเสนอเนื้อหา แต่จะมีคำถามหรือแบบฝึกหัดให้ผู้เรียนได้ฝึกทำและจะมีการให้ข้อมูลย้อนกลับ (Feedback) เช่น มีคำเฉลยหรือคำอธิบายเพิ่มเติมหรือประเมินผลการเรียนทันทีทำให้ผู้เรียน สามารถฝึกหัดได้ด้วยตนเองจนเป็นที่พอใจ
3. บทเรียนแบบทดสอบ (Test) มีลักษณะเป็นแบบทดสอบเพื่อให้ผู้เรียนได้ทดสอบเพื่อ ประเมินผลการเรียนของผู้เรียนก็ได้ โดยบทเรียนในลักษณะของแบบทดสอบนี้จะมีการ ประเมินผลการเรียนได้ทันที
4. บทเรียนแบบสถานการณ์จำลอง (Simulation) เป็นบทเรียนในลักษณะของการ จำลองสถานการณ์ ซึ่งเป็นข้อเด่นของสื่อประเภทคอมพิวเตอร์ เนื่องจากคอมพิวเตอร์มี ความสามารถ ในด้านต่าง ๆ อันทำให้สามารถสร้างสถานการณ์จำลองที่เหมือนจริงได้ทำให้ บทเรียนมีความสมจริงและน่าสนใจมากยิ่งขึ้น บทเรียนประเภทนี้ค่อนข้างจะสร้างยากต้องใช้ผู้ที่ มีความรู้ทางคอมพิวเตอร์และต้องใช้เวลามากในการสร้างแต่อย่างไรก็ตามนับเป็นบทเรียนที่ให้ผล การเรียนรู้ที่ตีประเภทหนึ่งเช่นกัน
5. เกมเพื่อการเรียนการสอน (Instructional Games) มีลักษณะเป็นเกมที่มุ่งเน้นให้ ผู้เรียนเกิดความสุขสนุกสนานและท้าทาย แต่มิใช่จะเป็นเพียงแต่สนุกสนานอย่างเดียวเหมือนเกม ทั่ว ๆ ไป แต่เป็นเกมที่ให้เกิดการเรียนรู้ด้วย ซึ่งบทเรียนในลักษณะนี้จะช่วยให้ผู้เรียนเรียนรู้ได้ อย่างสนุกสนาน มีเจตคติที่ดีต่อบทเรียนอีกด้วย

3.2 บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนประเภทแบบทดสอบ (Test)

บทเรียนประเภทแบบทดสอบนี้จะมีลักษณะคล้ายบทเรียนประเภทแบบฝึกหัดคือมีข้อคำถามลักษณะต่าง ๆ ให้ผู้เรียนทำ เพียงแต่มีวัตถุประสงค์ต่างกัน กล่าวคือ บทเรียนประเภทแบบฝึกหัดนั้นมีวัตถุประสงค์เพื่อให้ผู้เรียนได้ฝึกปฏิบัติเพื่อให้เกิดความเข้าใจและเกิดทักษะมากขึ้น ส่วนบทเรียนประเภทแบบทดสอบนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเป็นการทดสอบว่าผู้เรียนเกิดการเรียนรู่มากน้อยเพียงใด ดังนั้นในส่วนของกาให้ผลย้อนกลับของบทเรียนแบบนี้จึงเป็นการให้ผู้เรียนทราบผลการทำข้อสอบหรือข้อคำถามว่าผู้เรียนทำถูกหรือผิดและจะมีการคิดคำนวณคะแนนหรือผลการทำแบบทดสอบว่าผู้เรียนทำคะแนนได้มากน้อยเพียงใดโดยไม่ต้องมีคำอธิบายอย่างเช่นที่มีในบทเรียนประเภทแบบฝึกหัด

โครงสร้างทั่วไปของบทเรียนประเภทแบบทดสอบ



ภาพประกอบ 11 โครงสร้างทั่วไปของบทเรียนประเภทแบบทดสอบ

3.3 การประยุกต์คอมพิวเตอร์ช่วยสอนมาใช้ในการทดสอบ

ในปัจจุบันได้มีโปรแกรมช่วยสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่มีความสามารถในการสร้างบทเรียนประเภทแบบทดสอบที่สามารถสร้างแบบทดสอบในลักษณะต่าง ๆ ได้เป็นอย่างดี เช่น โปรแกรม Authorware โปรแกรม Multimedia Toolbook เป็นต้น ซึ่งผู้ออกแบบสามารถสร้างบทเรียนประเภทแบบทดสอบได้อย่างมีประสิทธิภาพ ไม่ว่าจะสร้างในลักษณะคลังข้อสอบ การสุ่มเลือกข้อสอบ การจำกัดเวลาในการทำแบบทดสอบ การนำเสนอข้อคำถามในลักษณะมัลติมีเดีย การใช้วิธีการต่าง ๆ ในการทำแบบทดสอบ การคิดคะแนนหรือการเปรียบเทียบคะแนนกับเกณฑ์ที่ตั้งไว้ เป็นต้น สำหรับข้อควรคำนึงในการออกแบบบทเรียนประเภทแบบทดสอบได้แก่

1. วัตถุประสงค์ของบทเรียนประเภทแบบทดสอบนั้นมีลักษณะแตกต่างกันอยู่ 2 ประการคือ

- เพื่อให้ทราบผลการเรียนของผู้เรียนว่าเข้าใจบทเรียนมากน้อยเพียงใด หรือไม่เข้าใจส่วนใดเพื่อทำการทบทวนบทเรียนได้ถูกต้อง
- เพื่อการประเมินผลการเรียนรู้ของผู้เรียนหรือวัดมาตรฐานความรู้ของผู้เรียน ว่าถึงเกณฑ์ที่กำหนดไว้หรือไม่

2. รูปแบบของการให้ผลย้อนกลับ ขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ในการใช้บทเรียน เช่น ถ้ามี วัตถุประสงค์เพื่อให้ทราบผลการเรียนของผู้เรียนว่าไม่เข้าใจส่วนใดบ้างเพื่อที่จะได้ทบทวน บทเรียนได้ถูกต้อง การให้ผลย้อนกลับก็อาจจะมี การบอกส่วนที่ผิด ส่วนที่ไม่เข้าใจหรือมี คำอธิบายเพิ่มเติมแต่ถ้ามีวัตถุประสงค์เพื่อเป็นการสอบวัดมาตรฐานการเรียนหรือประเมินผล การเรียนก็จะไม่บอกส่วนที่ผิด แต่จะมีการให้คะแนนและแสดงผลการสอบเป็นต้น

3. ในการจัดสอบควรคำนึงถึงหลักสำคัญ 3 ประการคือ

- การเข้าถึงข้อมูลที่ต้องการอย่างสะดวก เช่น คำชี้แจง หรือข้อมูลเกี่ยวกับการสอบ เป็นต้น
- การให้ผู้เรียนได้ควบคุมการสอบด้วยตนเอง เช่น การให้ผู้เรียนสามารถ เลือกตอบข้อใดก่อนหลังได้หรือการเปลี่ยนคำตอบได้อย่างสะดวก เป็นต้น
- การป้องกันความผิดพลาดที่เกิดขึ้นโดยไม่ได้ตั้งใจ เช่น การกดปุ่มผิด จึงควรมีการให้สามารถแก้ไขคำตอบได้หรือมีการยืนยันว่าจะออกจากบทเรียนเพื่อย้ำความแน่ใจอีกครั้ง เป็นต้น

4. คุณภาพของแบบทดสอบอิงกลุ่ม

4.1 ความยากของแบบทดสอบอิงกลุ่ม

4.1.1 ความหมายค่าความยากของข้อสอบ

เสริมศักดิ์ วิชาลาภรณ์และเอนกกุล กรีนแสง (2522.222) กล่าวว่า ความยาก หมายถึง อัตราส่วนของนักเรียนที่ตอบถูก

สุนันท์ ศลโกสุม (2524.341) กล่าวว่า ค่าความยากของข้อสอบได้มาจากการหาสัดส่วนระหว่างจำนวนนักเรียนที่ตอบถูกในข้อสอบข้อนั้นกับจำนวนนักเรียนที่เข้าสอบทั้งหมด

ภัทรา นิคมานนท์ (2532.126)กล่าวว่า ความยากง่ายของข้อสอบพิจารณาได้จาก ผลสอบของผู้สอบเป็นสำคัญ ข้อสอบที่มีคนตอบถูกสูงกว่า 50% จะเป็นข้อสอบที่ง่าย และ ข้อสอบที่มีคนตอบถูกต่ำกว่า 50% จะเป็นข้อสอบที่ยาก

ระวีวรรณ พันธุ์พานิช (2532.148) กล่าวว่าความยากของข้อสอบ หมายถึง อัตราส่วนที่นักเรียนทั้งหมดที่ตอบข้อคำถามถูก

ลัวัน สายยศและอังคณา สายยศ (2539:182) กล่าวว่า ค่าความยากของข้อสอบซึ่งเป็นค่าที่แสดงคุณสมบัติของข้อสอบว่ามีนักเรียนทำผิดกี่คนในจำนวนนักเรียนที่ทำข้อสอบนั้นทั้งหมดจากการที่นักการศึกษาหลาย ๆ ท่านให้ความหมายของค่าความยากของข้อสอบพอที่จะสรุปได้ว่า ค่าความยากของข้อสอบ หมายถึง ค่าที่แสดงถึงจำนวนนักเรียนที่ตอบถูกในแต่ละข้อซึ่งคำนวณจากสัดส่วนของนักเรียนที่ทำข้อสอบข้อนั้นถูกกับจำนวนนักเรียนที่ทำข้อสอบข้อนั้นทั้งหมด

4.1.2 การคำนวณค่าความยากของข้อสอบ

ลัวัน สายยศและอังคณา สายยศ (2539:182-184) กล่าวถึงวิธีการคำนวณดัชนีค่าความยากไว้ว่าสามารถคำนวณหาได้จากสูตรต่อไปนี้

4.1.2.1. วิธีคำนวณจากดัชนีค่าความยากของข้อสอบ (Difficulty index) ซึ่งเป็นค่าที่แสดงคุณสมบัติของข้อสอบว่ามีนักเรียนทำผิดกี่คนในจำนวนนักเรียนที่ทำข้อสอบนั้นทั้งหมดถ้ามีจำนวนนักเรียนทำผิดมากก็จะมีดัชนีค่าความยากสูง ซึ่งแปลว่าเป็นข้อสอบที่ยากมาก แต่ถ้ามีจำนวนนักเรียนทำผิดน้อยก็จะมีดัชนีค่าความยากต่ำ ซึ่งแปลว่าข้อสอบที่มีความยากต่ำหรือเป็นข้อสอบที่ง่ายนั่นเองซึ่งเป็นค่าดัชนีที่คำนวณจากสัดส่วนของนักเรียนที่ทำข้อนั้นผิดโดยคำนวณจากสูตรดังนี้

$$P_D = \frac{N_w}{N_t}$$

P_D แทน ดัชนีค่าความยาก

N_w แทน จำนวนนักเรียนที่ทำข้อนั้นผิด

N_t แทน จำนวนนักเรียนทั้งหมดที่ทำข้อสอบข้อนั้น

4.1.2.2 ค่าคำนวณจากดัชนีค่าความง่ายของข้อสอบ (Easiness index) เป็นค่าที่แสดงคุณสมบัติของข้อสอบว่ามีนักเรียนทำถูกกี่คนในจำนวนนักเรียนที่ทำข้อสอบข้อนั้นทั้งหมดถ้ามีจำนวนนักเรียนทำถูกก็จะมีดัชนีค่าความง่ายสูง ซึ่งแปลว่าเป็นข้อสอบที่ง่ายมาก แต่ถ้ามีจำนวนนักเรียนทำถูกน้อยก็จะมีค่าดัชนีความง่ายต่ำ ซึ่งแปลว่าเป็นข้อสอบที่ง่ายน้อยหรือเป็นข้อสอบที่ยากมาก เป็นค่าดัชนีที่คำนวณจากสัดส่วนนักเรียนที่ทำข้อนั้นถูกโดยคำนวณจากสูตรดังนี้

$$P_E = \frac{N_r}{N_t}$$

P_E	แทน	ดัชนีค่าความง่าย
N_r	แทน	จำนวนนักเรียนที่ทำข้อนั้นถูก
N_t	แทน	จำนวนนักเรียนทั้งหมดที่ทำข้อสอบข้อนั้น

4.2 ค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบอิงกลุ่ม

4.2.1 ความหมายของค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบ

นักการศึกษาหลายท่าน อาทิเช่น เสริมศักดิ์ วิชาลาภรณ์ และเอนกกุล กรีแสง (2522.223), สุนันท์ ศลโกสม (2524.341), ภัทรา นิคมานนท์ (2532.127), ระวีวรรณ พันธุ์พานิช (2532.148) และล้วน สายยศและอังคณา สายยศ (2539.185) ได้กล่าวถึงค่าอำนาจจำแนกของข้อทดสอบอิงกลุ่มว่า ค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบ หมายถึง ค่าที่แสดงลักษณะของข้อสอบที่สามารถแบ่งแยกนักเรียนออกเป็นกลุ่มอ่อนและกลุ่มเก่งได้อย่างชัดเจน

4.2.2 การคำนวณค่าอำนาจจำแนก

ล้วน สายยศและอังคณา สายยศ (2539.185 - 190) กล่าวถึงการคำนวณค่าอำนาจจำแนกไว้หลายวิธีดังนี้

4.2.2.1 ใช้สูตรแบบง่าย สูตรนี้ใช้กับข้อสอบที่ตรวจให้คะแนนชนิดที่ทำถูกได้ 1 คะแนน ทำผิดได้ 0 คะแนน โดยแบ่งนักเรียนที่ทำข้อสอบข้อนั้นเป็นกลุ่มที่ได้คะแนนสูงกับกลุ่มที่ได้คะแนนต่ำ ซึ่งมักใช้เปอร์เซ็นต์ในการแบ่งกลุ่มสูงกลุ่มต่ำเป็น 27% ถ้ากลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยมากกว่า 100 คนไป 33% หรือ 50% ถ้ากลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยน้อยกว่า 100 คน โดยใช้สูตรในการคำนวณดังนี้

$$D = \frac{U}{n_U} - \frac{L}{n_L}$$

เมื่อ	D	แทน	ดัชนีค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบ
	U	แทน	จำนวนนักเรียนที่ตอบถูกในกลุ่มคะแนนสูง
	L	แทน	จำนวนนักเรียนที่ตอบถูกในกลุ่มคะแนนต่ำ
	n_U	แทน	จำนวนนักเรียนที่ตอบถูกในกลุ่มคะแนนต่ำ
	n_L	แทน	จำนวนนักเรียนทั้งหมดที่ตอบถูกในกลุ่มคะแนนต่ำ

4.2.2.2 สูตรสัดส่วน คำนวณจากสูตรดังนี้

$$D = P_H - P_L$$

เมื่อ	P_H	แทน	สัดส่วนของกลุ่มเก่งหาได้จาก $\frac{U}{n_H}$
	P_L	แทน	สัดส่วนของกลุ่มอ่อนหาได้จาก $\frac{L}{n_L}$

4.2.2.3 ค่าสหสัมพันธ์แบบพอยท์ไบซีเรียล (Point biserial correlation $r_{p,bis}$) การหาค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบโดยใช้ค่าสหสัมพันธ์แบบพอยท์ไบซีเรียลมีข้อตกลงเบื้องต้นว่า ข้อสอบแต่ละข้อจะต้องให้คะแนนโดยทำถูกได้ 1 และทำผิดได้ 0 เท่านั้นโดยใช้คำนวณจากสูตรดังนี้

$$r_{p,bis} = \frac{\mu_p - \mu}{\sigma} \sqrt{\frac{p}{q}}$$

เมื่อ	$r_{p,bis}$	แทน	ดัชนีค่าอำนาจจำแนกแบบพอยท์ไบซีเรียล
	μ_p	แทน	คะแนนเฉลี่ยของกลุ่มที่ทำข้อนั้นถูก
	μ	แทน	คะแนนเฉลี่ยของแบบทดสอบ
	σ	แทน	คะแนนเบี่ยงเบนมาตรฐานของแบบทดสอบ
	P	แทน	สัดส่วนของนักเรียนที่ทำข้อนั้นถูก
	q	แทน	$1-p$
	n_p	แทน	จำนวนนักเรียนที่ทำถูก
	n_q	แทน	จำนวนนักเรียนที่ทำผิด

4.2.2.4 ค่าสหสัมพันธ์แบบไบซีเรียล (Biserial Correlation: r_{bis}) การคำนวณดัชนีค่าอำนาจจำแนกแบบสหสัมพันธ์ไบซีเรียลนั้นข้อมูลจะต้องแจกแจงเป็นโค้งปกติ นั่นคือจำนวนกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการทดสอบจะต้องมีจำนวนมากคืออย่างน้อย 100 คน ขึ้นไป ซึ่งคำนวณจากสูตรดังนี้

$$r_{bis} = \frac{\mu_p - \mu}{\sigma} \times \frac{P}{v}$$

เมื่อ	r_{bis}	แทน	ดัชนีค่าอำนาจจำแนกแบบไบซีเรียล
	μ_p	แทน	คะแนนเฉลี่ยของกลุ่มที่ทำข้อนั้นถูก
	μ	แทน	คะแนนเฉลี่ยของแบบทดสอบ
	σ	แทน	คะแนนเบี่ยงเบนมาตรฐานของแบบทดสอบ

p	แทน	สัดส่วนของนักเรียนที่ทำข้อนี้ถูก
q	แทน	1-p
y	แทน	ค่า ordinate (เปิดจากตารางโค้งปกติ)

✓ 4.3 ความเชื่อมั่น

4.3.1 ความหมายของความเชื่อมั่น

นักการศึกษาและนักจิตวิทยา ได้ให้ความหมายของความเชื่อมั่นหลายท่านดังนี้
อนันต์ ศรีโสภา (2522:5) กล่าวว่า ความเชื่อมั่นหมายถึงการที่นำแบบทดสอบหรือแบบสอบถามนั้นไปวัดสิ่งเดียวกันสองครั้งจะให้ระดับไม่เปลี่ยนแปลง (Consistency) หรือมีความคงที่ของคะแนนสูง

ชวาล แพรัตกุล (2516:136) สำเรง บุญเรืองรัตน์ (2529:35) บุญเชิด ภิญโญอนันตพงษ์ (2521:269) ล้วน สายยศและอังคณา สายยศ (2539:209) ให้ความหมายของความเชื่อมั่นไว้คล้ายคลึงกัน สรุปได้ว่า ความเชื่อมั่น หมายถึง ความคงที่ของคะแนนที่ได้จากการทดสอบของกลุ่มตัวอย่างกลุ่มเดียวกันด้วยแบบทดสอบฉบับเดียวกันหลาย ๆ ครั้ง

4.3.2 วิธีคำนวณหาค่าความเชื่อมั่นมีอยู่ 3 วิธี(ล้วน สายยศและอังคณา สายยศ, 2539:210)

4.3.2.1 ความเชื่อมั่นแบบความคงที่ของคะแนน (Stability reliability) เป็นการประมาณค่าความเชื่อมั่นโดยพิจารณาจากคะแนนที่ได้จากการทดสอบ 2 ครั้งในเครื่องมือวัดชุดเดียวกันว่ายัง คงมีค่าเท่ากันเหมือนเดิมหรือไม่ วิธีนี้เป็นวิธีการสอบซ้ำ (Test – retest method) โดยจะคำนวณหาค่าโดยหาความสัมพันธ์ระหว่างคะแนนการสอบสองครั้งโดยใช้สูตรการคำนวณหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของเพียร์สัน (Pearson product-moment coefficient correlation) โดยใช้สูตร

$$r_{tt} = \frac{N\sum XY - \sum X \sum Y}{\sqrt{[N\sum X^2 - (\sum X)^2][N\sum Y^2 - (\sum Y)^2]}}$$

r_{tt}	แทน	สัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ
N	แทน	จำนวนนักเรียนที่เข้าสอบ
$\sum X$	แทน	ผลรวมทั้งหมดของคะแนนการสอบครั้งแรก
$\sum X^2$	แทน	ผลรวมทั้งหมดของคะแนนแต่ละตัวยกกำลังสองของการสอบครั้งแรก
$\sum Y$	แทน	ผลรวมทั้งหมดของคะแนนของการสอบครั้งที่สอง

$\sum Y^2$ แทน ผลรวมทั้งหมดของคะแนนแต่ละตัวยกกำลังสองของการสอบครั้งที่สอง
 $\sum XY$ แทน ผลรวมทั้งหมดของผลคูณระหว่างคะแนนการสอบครั้งแรกกับครั้งที่สอง

4.3.2.2 ความเชื่อมั่นโดยใช้แบบทดสอบที่เหมือนกันสองฉบับ (Equivalent from reliability) เป็นการประมาณค่าความเชื่อมั่น โดยการใช้แบบทดสอบที่มีลักษณะวัดสิ่งเดียวกันหรือคู่ขนานกัน (Parallel forms) ไปทดสอบกับนักเรียนกลุ่มเดียวกัน วิธีนี้มีจุดอ่อนคือ ปัญหาการสร้างเครื่องมือวัดเนื้อหาเดียวกัน และยังคงมีคะแนนเฉลี่ย ความแปรปรวนและค่าสถิติอื่น ๆ เท่ากันด้วย จึงเป็นเรื่องค่อนข้างยากที่จะสร้างเครื่องมือให้คู่ขนานกันได้

4.3.2.3 ความเชื่อมั่นโดยใช้ความสอดคล้องภายใน (Internal consistency reliability) เป็นการหาความเชื่อมั่นที่ใช้แบบทดสอบฉบับเดียวทำการทดสอบเพียงครั้งเดียว ซึ่งมีวิธีประมาณความเชื่อมั่น ดังนี้

4.3.2.3.1 วิธีแบ่งครึ่งแบบทดสอบ (Split-half method) วิธีนี้จะแบ่งแบบทดสอบเป็นสองส่วน โดยแบ่งให้แต่ละส่วนมีลักษณะเป็นคู่ขนานกัน ดังนั้นจึงนิยมแบ่งเป็นฉบับข้อคู่กับฉบับข้อคี่แล้วนำมาหาค่าสหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนข้อคู่กับคะแนนข้อคี่ โดยใช้สูตรของเพียร์สัน (Pearson product-moment coefficient correlation) จะได้ค่าความเชื่อมั่นของเพียงครึ่งฉบับ ($r_{1/2}$) จากนั้นจึงนำไปหาค่าความเชื่อมั่นของทั้งฉบับโดยใช้สูตรขยายของสเปียร์แมนบราวน์ (Spearman - Brown formula)

$$r_{tt} = \frac{2 r_{\frac{1}{2}}}{1 + r_{\frac{1}{2}}}$$

เมื่อ r_{tt} แทน ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับ

$r_{\frac{1}{2}}$ แทน ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบครึ่งฉบับ

4.3.2.3.2 วิธีของคูเดอร์-ริชาร์ดสัน (Kuder-Richardson procedure)

ในค.ศ.1937 คูเดอร์และริชาร์ดสัน ได้พัฒนาสูตรที่หาความเชื่อมั่นให้ง่ายขึ้น โดยที่เครื่องมือที่จะหาความเชื่อมั่นโดยวิธีนี้จะต้องมีลักษณะองค์ประกอบร่วมกันและการให้คะแนนในลักษณะทำถูกได้ 1 คะแนน ทำผิดได้ 0 คะแนน และมีสูตรความเชื่อมั่นอยู่ 2 สูตรคือ KR-20 และ KR-21

KR.20

$$r_{ii} = \frac{k}{n-1} \left[1 - \frac{\sum pq}{\sigma^2} \right]$$

- เมื่อ r_{ii} แทน ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับ
 k แทน จำนวนข้อสอบ
 p แทน สัดส่วนของคนที่ทำข้อนั้นได้
 q แทน สัดส่วนของนักเรียนที่ทำข้อสอบข้อนั้นผิด
 σ^2 แทน คะแนนความแปรปรวนของข้อสอบทั้งสองฉบับ

KR.21

$$r_{ii} = \frac{k}{k-1} \left[1 - \frac{\mu(k-\mu)}{k\sigma^2} \right]$$

- เมื่อ k แทน จำนวนข้อสอบ
 μ แทน คะแนนเฉลี่ย
 σ^2 แทน คะแนนความแปรปรวน

4.3.2.3.3 วิธีของครอนบัค (Cronbach Alpha procedure) ครอนบัคได้

พัฒนาสูตรหาความเชื่อมั่นในรูปสัมประสิทธิ์แอลฟา (Alpha-Coefficient) ในปีค.ศ.1951 โดยพัฒนาจาก KR-20 ทั้งนี้เพื่อใช้กับการตรวจให้คะแนนลักษณะใดก็ได้ที่ไม่ใช่การตรวจให้คะแนนแบบ 1 กับ 0

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

- เมื่อ α แทน สัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่น
 k แทน จำนวนข้อสอบ
 σ_i^2 แทน คะแนนความแปรปรวนเป็นรายข้อ

4.3.2.3.4 วิธีของฮอยท์ (Hoyt's ANOVA Procedure) การหาค่าความ

เชื่อมั่นโดยวิธีนี้เหมาะสำหรับเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บข้อมูลประเภทตรวจให้คะแนนต่าง ๆ กันในแต่ละข้อ เช่นเดียวกับแบบสัมประสิทธิ์แอลฟา แต่วิธีการคำนวณใช้หลักสถิติของการวิเคราะห์ ความแปรปรวน โดยหาได้จากสูตร

$$r_u = 1 - \frac{MS_E}{MS_p}$$

เมื่อ r_u แทน ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ
 MS_E แทน คะแนนความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อน
 MS_p แทน คะแนนความแปรปรวนระหว่างคน

4.3.2.3.5 ความเชื่อมั่นที่ผู้ให้คะแนนมากกว่า 1 คน เป็นการหาความเชื่อมั่นที่ใช้แบบทดสอบฉบับเดียวทำการทดสอบเพียงครั้งเดียว และมีผู้ตรวจให้คะแนนมากกว่า 1 คน เช่นแบบทดสอบเรียงความ เป็นต้น ซึ่งหาในรูปของสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิง (Generalizability Coefficient : ρ^2) ที่ครอนบัค, เกลเซอร์ และราชา รัตมัน (Cronbach, Gleser and Rajaratman, 1963) และเบรนแมน (Brennam, 1983) ได้เสนอสูตรในการคำนวณดังนี้

$$\rho^2 = \frac{\sigma_p^2}{\sigma_p^2 + \sigma_i^2 + \sigma_e^2}$$

เมื่อ ρ^2 แทน สัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นหรือสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิง
 σ_p^2 แทน การประมาณค่าคะแนนความแปรปรวนของผู้สอบ
 σ_e^2 แทน การประมาณค่าคะแนนความคลาดเคลื่อนความแปรปรวนซึ่งคำนวณจากค่า MS_e
 σ_i^2 แทน การประมาณค่าคะแนนความแปรปรวนของผู้ให้คะแนนซึ่งมีค่าเท่ากับ $\frac{MS_i - MS_e}{n_p}$

4.3.2.3.6 ความเชื่อมั่นของคะแนนผลต่างของแบบทดสอบ คะแนนผลต่าง

(Difference Score : $D = X - Y$) มี 3 ลักษณะคือ

1. คะแนนผลต่างระหว่างนักเรียน 2 คนที่สอบแบบทดสอบฉบับเดียวกัน
2. คะแนนผลต่างระหว่างคะแนนของแบบทดสอบ 2 ฉบับที่สอบกับนักเรียนคนเดียว
3. คะแนนผลต่างของการสอบ 2 ครั้งในแบบทดสอบฉบับเดียวกันของนักเรียนคน

เดียวกัน (Pretest-Posttest)

4.3.2.3.7 ความเชื่อมั่นจากการแบ่งส่วนย่อยของแบบทดสอบ ในบางครั้งแบบทดสอบที่สร้างขึ้นจะแบ่งออกเป็นส่วนย่อย ๆ แต่ละส่วนย่อย ๆ (Part) นั้นมีจำนวนข้อสอบไม่เท่ากัน

หรือจำนวนข้อเท่ากัน แต่จะมีการกระจายคะแนนไม่เท่ากันและส่วนย่อย ๆ นั้นวัดเนื้อหาเดียวกัน เช่น แบบทดสอบวัดความเข้าใจในการอ่านจะเป็นแบบทดสอบที่ประกอบด้วยหลายสถานการณ์ แต่ละสถานการณ์จะมีข้อสอบประมาณ 2-6 ข้อ แบบทดสอบที่ประกอบด้วยข้อสอบเป็นส่วน ๆ วัดเกี่ยวกับความเข้าใจในการอ่านเหมือนกัน ดังนั้นการหาความเชื่อมั่นของแบบทดสอบที่เหมาะสมควรจะหาในรูปแบบของคอนเจนเนอริก (Congeneric form) คือ มีข้อตกลงเบื้องต้น (Assumption) ว่าส่วนย่อยแต่ละส่วนนั้นมีคะแนนจริง (True score) สัมพันธ์กันในเชิงเส้นตรงและการหาความเชื่อมั่นประเภทนี้ เป็นแบบความสอดคล้องภายใน (Internal Consistency) โดยเอาคะแนนจากการทดสอบเพียงครั้งเดียวของแบบทดสอบมาคำนวณ

ในการคำนวณหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบที่มาจากการสอบเพียงครั้งเดียว หรือคำนวณหาแบบสอดคล้องภายในนั้น สูตรที่หานั้นจำนวนข้อสอบมีผลต่อความเชื่อมั่นเพราะจำนวนข้อสอบมากข้อทำให้ความแปรปรวนสูง การคำนวณค่าความเชื่อมั่นก็มีค่าสูงด้วยและทำนองเดียวกัน จำนวนข้อสอบน้อยลง ทำให้ความแปรปรวนต่ำ การหาความเชื่อมั่นจะมีค่าต่ำด้วย ดังนั้น ถ้าต้องการให้แบบทดสอบมีความเชื่อมั่นสูง ๆ ควรจะออกข้อสอบมาก ๆ ข้อ และข้อสอบมาก ๆ ข้อ จะสามารถวัดได้ครอบคลุมกับสิ่งที่ต้องการวัด ทำให้แบบทดสอบวัดได้เที่ยงตรง (Validity) ซึ่งเป็นคุณสมบัติของแบบทดสอบที่ต้องการนั่นเอง (ล้วน และอังคณา สายยศ. 2539:210-232)

4.4 ความเที่ยงตรง

4.4.1 ความหมายของความเที่ยงตรง

นักการศึกษาหลายท่าน อาทิเช่น อนันต์ ศรีโสภา (2522:57) ล้วน สายยศและอังคณา สายยศ (2539:246) และพวงรัตน์ ทวีรัตน์(2531:122) ต่างก็ให้ความหมายของแบบทดสอบไว้คล้าย ๆ กันซึ่งพอจะสรุปได้ดังนี้คือ ความเที่ยงตรง หมายถึง คุณสมบัติของเครื่องมือที่แสดงให้เห็นว่าเครื่องมือนั้นๆสามารถวัดได้ในสิ่งที่ต้องการวัดหรือต้องการศึกษาได้ถูกต้องและครบถ้วน เพียงใด

4.4.2 วิธีการคำนวณหาค่าความเที่ยงตรง

ล้วน สายยศและอังคณา สายยศ (2539:246) กล่าวว่า ความเที่ยงตรงของแบบทดสอบอิงกลุ่มจะเป็นความเที่ยงตรงเชิงเหตุผลเพื่อพิจารณาว่าข้อสอบแต่ละข้อนั้นวัดได้ตรงตามตารางวิเคราะห์รายละเอียด โดยใช้สูตรในการคำนวณคือ

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

เมื่อ IOC แทน	ดัชนีความสอดคล้อง
$\sum R$ แทน	ผลรวมของการพิจารณาของผู้เชี่ยวชาญ
N แทน	จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

5. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้องทั้งในประเทศและต่างประเทศดังต่อไปนี้

งานวิจัยภายในประเทศ

จิราพร ไกรสรทิเวท (2529) มีจุดมุ่งหมายในการศึกษาเพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างผลสอบที่ใช้แบบทดสอบรูปปริมาตรสามฉบับ คือ แบบทดสอบรูปปริมาตรแบบที่ใช้ขนาดขั้นคงที่ แบบที่ใช้ขนาดขั้นแปรผันและแบบข้างตัดกับความสามารถทางการเรียนของนักเรียน ในวิชาคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่องสมการและอสมการ ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างวิธีการตรวจให้คะแนนของแบบทดสอบรูปปริมาตร 3 วิธี คือ วิธีการตรวจให้คะแนนตามค่าความยากเฉลี่ยของข้อสอบที่ทำวิธีการตรวจให้คะแนนตามค่าความยากเฉลี่ยของข้อสอบที่ตอบถูกและวิธีการตรวจให้คะแนนข้อสอบทุกข้อและศึกษาเปรียบเทียบค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างแบบทดสอบรูปปริมาตรแต่ละฉบับกับความสามารถทางการเรียนและเปรียบเทียบค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ภายในระหว่างวิธีการตรวจให้คะแนนทั้ง 3 วิธี เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยคือแบบทดสอบที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นจากการวิเคราะห์ค่าพารามิเตอร์ของข้อสอบตามทฤษฎีการตอบข้อคำถาม โดยใช้โปรแกรมโลจิส 5 แล้วจัดลำดับข้อสอบเข้าลักษณะของแบบทดสอบรูปปริมาตรฉบับต่าง ๆ กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ปีการศึกษา 2528 โรงเรียนในสังกัดกรมสามัญศึกษา จังหวัดกำแพงเพชร จำนวน 1,740 คน เลือกมาโดยการสุ่มอย่างง่าย ผลของการศึกษาค้นคว้าสรุปได้ดังนี้คือ ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างผลการสอบที่ใช้แบบทดสอบรูปปริมาตรแต่ละฉบับซึ่งตรวจให้คะแนนในแต่ละวิธีกับความสามารถทางการเรียนมีค่าเป็นบวกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 และ 0.5 และผลการทดสอบค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างคู่พบว่า เมื่อตรวจให้คะแนนตามค่าความยากเฉลี่ยของข้อสอบที่ทำค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างแบบทดสอบรูปปริมาตรแบบที่ใช้ขนาดขั้นคงที่และแบบที่ใช้ขนาดขั้นแปรผันกับความสามารถทางการเรียนมีค่าสูงกว่าค่าสัมประสิทธิ์ระหว่างแบบทดสอบรูปปริมาตรแบบข้างตัดกับความสามารถทางการเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 และ 0.01 ส่วนค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างแบบทดสอบรูปปริมาตรที่ใช้ขนาดขั้นคงที่และแบบที่ใช้ขนาดขั้นแปรผันกับความสามารถทางการเรียน

แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติวิธีการตรวจให้คะแนนตามค่าความยากเฉลี่ยของ ข้อสอบที่ตอบถูกค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างแบบทดสอบรูปปริมาตรแบบที่ใช้ขนาดชั้นคงที่ และแบบข้างตัดกับความสามารถทางการเรียนสูงกว่าค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่าง แบบทดสอบรูปปริมาตรแบบที่ใช้ขนาดชั้นแปรผันกับความสามารถทางการเรียนอย่างมีนัยสำคัญ ทางสถิติที่ระดับ 0.01 ส่วนค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างแบบทดสอบรูปปริมาตรแบบที่ใช้ ขนาดชั้นคงที่และแบบข้างตัดกับความสามารถทางการเรียนแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญ ทางสถิติ วิธีการตรวจให้คะแนนข้อสอบทุกข้อ ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างแบบทดสอบ รูปปริมาตรที่ใช้ขนาดชั้นแปรผันกับความสามารถทางการเรียนสูงกว่าค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ แบบทดสอบรูปปริมาตรแบบที่ใช้ขนาดชั้นคงที่และแบบข้างตัดกับความสามารถทางการเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 และ 0.01 ส่วนค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่าง แบบทดสอบรูปปริมาตรแบบที่ใช้ขนาดชั้นคงที่และแบบข้างตัดกับความสามารถทางการเรียน แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

สว่าง บัญปลุก (2534) ได้ศึกษาความเที่ยงตรงในการจำแนกความรู้เพื่อ เปรียบเทียบผลการจำแนกความรู้เปรียบเทียบการประมาณค่าความสามารถจาก แบบทดสอบอิงเกณฑ์ แบบทดสอบเทเลอร์ชนิดแยกทางและแบบทดสอบเทเลอร์ชนิดทดสอบ ตามสภาพ โดยทำการศึกษากับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 4,378 คน พบว่าค่าความ เที่ยงตรงในการจำแนกความรู้แบบทดสอบอิงเกณฑ์มีค่า 0.83 แบบทดสอบเทเลอร์ชนิด แยกทาง มีค่า 0.85 และแบบทดสอบเทเลอร์ชนิดทดสอบตามสภาพมีค่าเท่ากับ 0.90 ค่าความ เที่ยงตรงระหว่างแบบทดสอบอิงเกณฑ์กับแบบทดสอบเทเลอร์ชนิดแยกทางแตกต่างกันอย่าง ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนค่าความเที่ยงตรงระหว่างแบบทดสอบอิงเกณฑ์กับแบบทดสอบชนิด ตามสภาพและค่าความเที่ยงตรงในการจำแนกความรู้ระหว่างแบบทดสอบเทเลอร์ชนิด แยกทาง และแบบทดสอบเทเลอร์ชนิดทดสอบตามสภาพทั้งสองคู่ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทาง สถิติที่ระดับ 0.01 ผลการจำแนกความรู้ จากแบบทดสอบพบว่าแบบทดสอบอิงเกณฑ์กับ แบบทดสอบเทเลอร์ชนิดแยกทางให้ผลการจำแนกความรู้แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญ ทางสถิติ ส่วนผลการจำแนกความรู้ระหว่างแบบทดสอบอิงเกณฑ์กับแบบทดสอบเทเลอร์ ชนิดทดสอบตามสภาพและผลการจำแนกความรู้ระหว่างแบบทดสอบเทเลอร์ชนิดแยกทาง กับแบบทดสอบเทเลอร์ชนิดทดสอบตามสภาพทั้งสองคู่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ ระดับ 0.05 และประมาณค่าความสามารถของนักเรียนจากแบบทดสอบอิงเกณฑ์แบบเทเลอร์ชนิด แยกทางและแบบทดสอบเทเลอร์ชนิดทดสอบตามสภาพแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

ละมัย พรหมศร (2540) ได้สร้างแบบทดสอบปริมาตรสำหรับใช้ทดสอบด้วยคอมพิวเตอร์ วิชา คณิตศาสตร์ ค 012 เรื่อง ภาคตัดกรวย ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ได้ข้อสอบจำนวน 78 ข้อ

นำมาสร้างเป็นแบบทดสอบปรามิตชนิด 12 ชั้น โดยใช้โปรแกรม Authorware Professional 2.0 ที่มีค่าจำแนก 0.31 - 0.77 ค่าความยาก -3.17 - +3.09 และค่าสัมประสิทธิ์การเดาอยู่ระหว่าง 0.07 - 0.29

สงกรานต์ ขุนพรม (2542:84) ได้สร้างแบบทดสอบวัดจุดประสงค์การเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ของโรงเรียนสมุทรปราการ ได้ข้อสอบจำนวน 15 ฉบับ ได้คะแนนจุดตัดที่เหมาะสม 50 - 80 % คำนวณค่าความยากตั้งแต่ 0.32 - 0.88 ค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.11 - 0.81 ค่าความเชื่อมั่นตั้งแต่ 0.61 - 0.91 และค่าความเที่ยงตรงตั้งแต่ 0.5 - 0.1

ทิพย์รัตน์ กิจเฉลา (2543) ได้สร้างแบบทดสอบอิงเกณฑ์วิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง สมบัติของจำนวนนับ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยศึกษาจากนักเรียนจำนวน 36 คน ของวิทยาลัยนาฏศิลป์ ผลการวิจัยปรากฏว่าได้แบบทดสอบอิงเกณฑ์ 2 ฉบับ มีค่าความเที่ยงตรงตามเนื้อหา 0.80 - 1.00 และ 0.60 - 1.00 มีค่าความยากก่อนเรียนเท่ากับ 0.12 - 0.39 และ 0.22 - 0.39 และค่าความยากหลังเรียน 0.78 - 0.94 และ 0.78 - 0.97 ตามลำดับ มีค่าอำนาจจำแนก 0.48 - 0.77 และ 0.50 - 0.78 มีคะแนนจุดตัด 52 % และ 53 % มีค่าความเชื่อมั่น 0.73 และ 0.74

งานวิจัยต่างประเทศ

แบลคเมอร์ (Blackmor. 1987 : 2554-A) ได้ทำการเปรียบเทียบการดำเนินการสอบ 3 วิธี คือใช้เครื่องคอมพิวเตอร์ดำเนินการสอบ (Computerized) ใช้เครื่องคอมพิวเตอร์ปรับค่าความยากให้เหมาะสมกับความสามารถของผู้สอบ (Computerized Adaptive Testing) และการดำเนินการสอบแบบดั้งเดิม คือ ใช้กระดาษและดินสอ (Paper and Pencil) ได้ทำการศึกษานักเรียนเกรดสองที่กำลังจะจบการศึกษาในปี ค.ศ.1986 จำนวน 24 คน โดยแบ่งออกเป็นกลุ่มจำนวน 3 กลุ่ม ๆ ละ 8 คน เพื่อดำเนินการสอบด้วยวิธีการทดสอบ 3 วิธี ดังกล่าว ผลการศึกษาพบว่าคะแนนจากแบบทดสอบย่อยทุกฉบับจากการดำเนินการสอบทั้ง 3 วิธีไม่แตกต่างกัน ส่วนทัศนคติและความคิดเห็นต่าง ๆ เกี่ยวกับการดำเนินการสอบทั้ง 3 วิธี จากการใช้แบบสอบถาม และสัมภาษณ์ ปรากฏว่า แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

โฮ (Ho. 1989 : 421-A) ได้ใช้ไมโครคอมพิวเตอร์ศึกษาเปรียบเทียบยุทธวิธีการใช้การทดสอบเทเลอร์ 3 วิธี คือ ยุทธวิธีของเบส โมดัลเบส และวิธีเป็นไปได้สูงสุดทั้ง 3 นี้ใช้เปรียบเทียบโดยใช้ขนาดของคลังข้อสอบ 3 แบบ คือ ขนาด 86 ข้อ 71 ข้อ และ 56 ข้อ ชนิดคลังคลังข้อสอบ 3 แบบ คือ แบบที่มีข้อสอบแบบกลุ่ม มีเฉพาะข้อสอบที่มีจำนวนเฉพาะจากแต่ละ

และแบบที่มีเฉพาะข้อสอบที่ง่าย ๆ ส่วนระดับความสามารถของผู้สอบมี 3 ระดับ คือ สูง ปานกลาง และต่ำการวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้การวิเคราะห์ 3 ทาง ผลการศึกษาพบว่า

1. ยุทธวิธีของโมดัลเบส จะมีประสิทธิภาพสูงสุด ยุทธวิธีของเบส จะให้ค่าความเชื่อมั่นสูงสุด และยุทธวิธีความเป็นไปได้สูงสุด จะให้ค่าไม่คงที่ ภายใต้การทดสอบในสถานการณ์ต่าง ๆ
2. การเลือกขนาดของคลังข้อสอบ จะส่งผลน้อยมาก ยกเว้นในกลุ่มผู้สอบที่มีความสามารถต่ำ เมื่อใช้ข้อสอบเริ่มต้นที่มีความยากสูงกว่าความสามารถที่แท้จริงของผู้สอบ
3. ถ้าใช้ข้อสอบเริ่มต้นที่มีความยากเท่ากับหรือน้อยกว่าความสามารถที่แท้จริงของผู้สอบแล้ว ความถูกต้องในการประมาณค่าจะมีมากขึ้น
4. มีปฏิสัมพันธ์ระหว่างชนิดของคลังข้อสอบ กับยุทธวิธีการทดสอบเทเลอร์ทดสอบ และระหว่างชนิดคลังข้อสอบกับระดับความสามารถของผู้สอบ
5. ความแตกต่างระหว่างคุณลักษณะทางสถิติของการเลือกข้อสอบกับไม่เลือกข้อสอบมีความสัมพันธ์กันต่ำ

วูด (Larkin and Weiss. 1975 ; citing Wood. 1969) ได้ศึกษาการทดสอบเทเลอร์รูปแบบปิรามิดที่มี 4, 5 และ 6 ชั้น โดยใช้กฎการแยกทางแบบทำถูกเพิ่ม 1 และทำผิดลด 1 ชั้น โดยใช้ขนาดชั้นคงที่ซึ่งเท่ากับ 0.05 และ ให้คะแนนตามจำนวนข้อที่ตอบถูก ทำการทดสอบกับกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 91 คน ผลการศึกษาพบว่า ความสัมพันธ์ระหว่างคะแนนรวมทั้ง 3 ฉบับ ที่ได้จากการทดสอบเทเลอร์รูปปิรามิด กับเกรดเฉลี่ยในชั้นเรียนเท่ากับ 0.51 ในขณะที่เมื่อใช้การทดสอบแบบดั้งเดิมจำนวน 45 ข้อ คะแนนมีความสัมพันธ์กับเกรดเฉลี่ยเท่ากับ 0.68

ลาคิน และไวสส์ (Larkin and Weiss. 1975) ได้ศึกษาเปรียบเทียบแบบทดสอบ 2 ชั้นตอน ที่ประกอบด้วยแบบทดสอบแยกกลุ่มจำนวน 10 ข้อ และแบบทดสอบหลัก 4 ชุด ๆ ละ 30 ข้อ กับแบบทดสอบรูปปิรามิดที่ใช้ขนาดชั้นคงที่ชนิด 15 ชั้น ใช้วิธีการตรวจให้คะแนน 4 วิธี คือ ให้คะแนนตามจำนวนข้อที่ตอบถูก ให้คะแนนตามค่าความยากเฉลี่ยของข้อสอบที่ตอบ ให้คะแนนตามค่าความยากเฉลี่ยของข้อสอบที่ตอบถูกและให้คะแนนตามค่าความยากของข้อสอบข้อสุดท้ายที่ได้ตอบ ดำเนินการทดสอบด้วยเครื่องคอมพิวเตอร์ ทดสอบกับนักศึกษา 11 คน พบว่า คะแนนเฉลี่ยที่ได้จากการจัดลำดับก่อนหลังในการทดสอบ ระหว่างแบบทดสอบสองชั้นตอนกับแบบทดสอบรูปปิรามิด โดยใช้การวิเคราะห์หาความแปรปรวนปรากฏว่าแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ จึงถือได้ว่าในการจัดการสอบนั้นจะจัดให้ผู้สอบสอบแบบทดสอบชนิดใดก่อนหรือหลังไม่มีผลต่อคะแนนที่ได้รับ สำหรับความสัมพันธ์ของคะแนนที่ได้จากแบบทดสอบสองชั้นตอนกับแบบทดสอบรูปปิรามิด พบว่า ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สันระหว่างคะแนนที่ได้รับจากแบบทดสอบสองชั้นตอนกับแบบทดสอบรูปปิรามิดที่ใช้วิธีการตรวจให้คะแนนตามวิธีที่ 1 ถึง 4 มีค่าเท่ากับ 0.80, 0.81, 0.79, และ 0.93 ตามลำดับ ส่วน

ค่าสหสัมพันธ์ภายในของคะแนนที่ได้รับจาก แบบทดสอบรูปปริมาตรที่ใช้วิธีตรวจให้คะแนนทั้ง 4 วิธีนั้น ปรากฏว่า ความสัมพันธ์ของคะแนนตามวิธีที่ 2 กับวิธีที่ 3 มีค่าสูงสุดถึง 0.99 การให้คะแนนตามวิธีที่ 1 มีความสัมพันธ์ต่ำมากกับคะแนนที่ให้ตามวิธีที่ 2 และวิธีที่ 3 แม้มีความสัมพันธ์กันสูงกับคะแนนที่ให้ตามวิธีที่ 4 ส่วนคะแนนที่ให้ตามวิธีที่ 4 มีความสัมพันธ์ปานกลางกับคะแนนที่ให้ตามวิธีที่ 2 และวิธีที่ 3

บทที่ 3 วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า

กลุ่มเป้าหมายที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า

กลุ่มเป้าหมายที่ใช้ในการสร้างแบบทดสอบปรีมาตรสำหรับทดสอบด้วยคอมพิวเตอร์ วิชาคณิตศาสตร์ ค 012 เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2545 ในจังหวัดกรุงเทพมหานคร จังหวัดนนทบุรีและจังหวัดปทุมธานี สังกัดกรมสามัญศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ จำนวน 680 คน โดยจำแนกตามจังหวัด โรงเรียน และการทดสอบในแต่ละครั้ง ในตาราง 1 ดังนี้

ตาราง 1 จำนวนนักเรียนกลุ่มเป้าหมายที่ใช้ในการทดสอบครั้งที่ 1 , 2 และ 3

จังหวัด	โรงเรียน	สอบครั้งที่ 1	สอบครั้งที่ 2 และ 3 (Test – retest) (เพื่อหาค่าความเชื่อมั่น)
กรุงเทพมหานคร	ดอนเมืองจตุรจินดา	225	130
นนทบุรี	เทพศิรินทร์นนทบุรี	120	
	ไทรน้อย	50	
ปทุมธานี	ลำลูกกา	100	
	หนองเสือ	55	
รวม		550	130

เนื้อหาที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า

เนื้อหาที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า เป็นเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ ค 012 เรื่องภาคตั้งกรวย ความหลักร้อยมัธยมศึกษาตอนปลาย พุทธศักราช 2524 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2533)

เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า

เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าเป็นแบบทดสอบปรีมาตรวิชาคณิตศาสตร์ ค 012 ที่ใช้ทดสอบด้วยคอมพิวเตอร์ของชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่องภาคตั้งกรวย ที่ผู้วิจัยสร้างเป็นแบบทดสอบเลือกตอบจำนวน 180 ข้อ และเพื่อให้ในการสอบมีประสิทธิภาพผู้วิจัยจึงได้จัดทำแบบทดสอบออกเป็น 3 ฉบับ ฉบับละ 60 ข้อ ดังรายละเอียดดังนี้

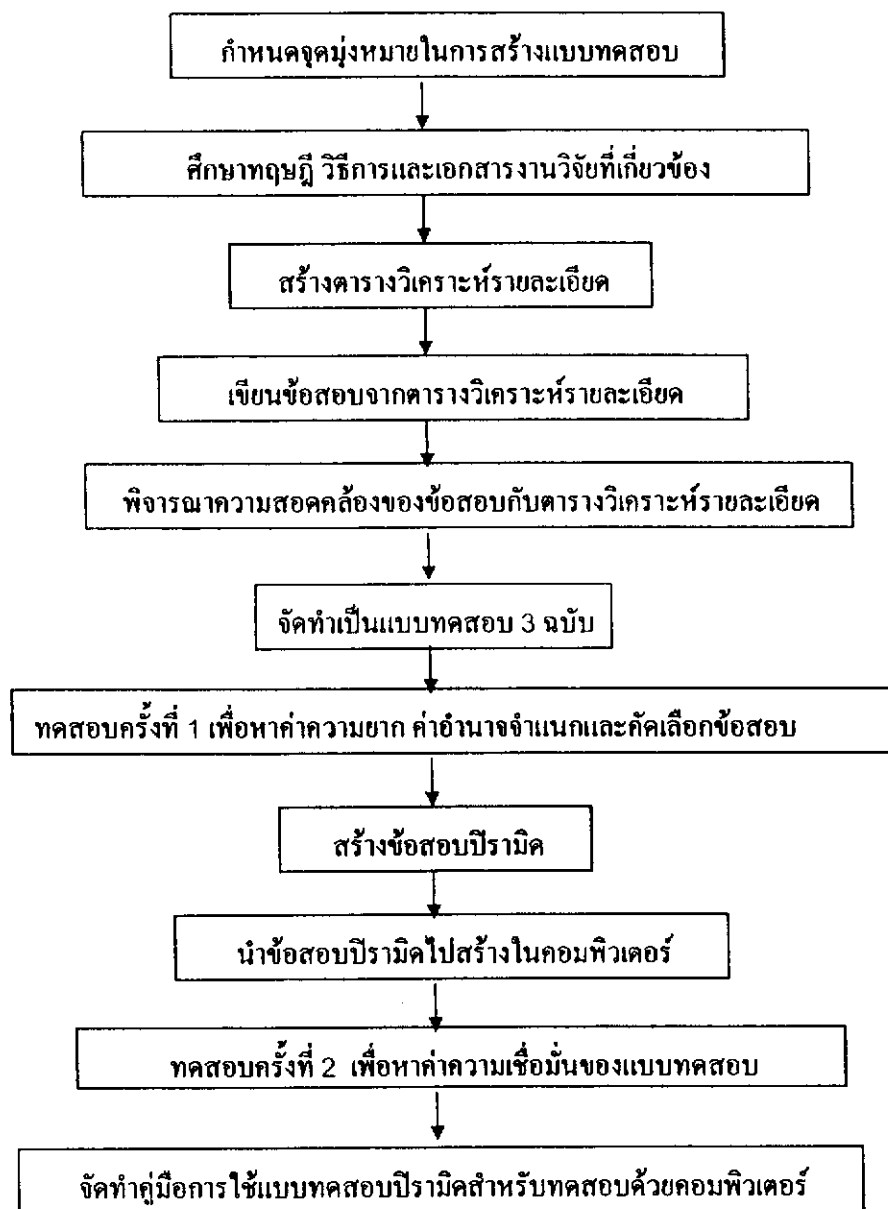
ฉบับที่ 1 ประกอบด้วยเนื้อหาเรื่องการเลื่อนแกนทางขนาน จำนวน 22 ข้อ และ
เรื่องวงกลมจำนวน 38 ข้อ รวมทั้งหมด 60 ข้อ

ฉบับที่ 2 ประกอบด้วยเนื้อหาเรื่องวงกลม จำนวน 12 ข้อ และ เรื่องพาราโบลา

จำนวน 45 ข้อ เรื่องวงรี 3 ข้อ รวมทั้งหมด 60 ข้อ
 ฉบับที่ 3 ประกอบด้วยเนื้อหาเรื่องวงรี จำนวน 33 ข้อ และเรื่องไฮเปอร์โบล่า 27 ข้อ
 รวมทั้งหมด 60 ข้อ

วิธีการสร้างเครื่องมือในการศึกษาค้นคว้า

ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ดำเนินการสร้างเครื่องมือซึ่งเป็นแบบทดสอบอิงกลุ่มที่นำมาใช้สำหรับการสร้างแบบทดสอบปิรามิดที่ทดสอบด้วยคอมพิวเตอร์ โดยมีวิธีการสร้างตามลำดับขั้นตอนดังภาพประกอบ 12



ภาพประกอบ 12 แผนภูมิแสดงขั้นตอนการดำเนินการสร้างแบบทดสอบปิรามิดสำหรับทดสอบด้วยคอมพิวเตอร์ วิชาคณิตศาสตร์ ค 012

จากภาพประกอบ 12 แสดงขั้นตอนการดำเนินการสร้างแบบทดสอบปรัามาตรฐานสำหรับทดสอบด้วยคอมพิวเตอร์ วิชาคณิตศาสตร์มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1. กำหนดจุดมุ่งหมายในการสร้างแบบทดสอบปรัามาตรฐานวิชาคณิตศาสตร์ ค 012 เพื่อสร้างแบบทดสอบปรัามาตรฐานวิชาคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง ภาคตัดกรวย ที่ใช้ในการทดสอบด้วยคอมพิวเตอร์

2. ศึกษาเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสร้างแบบทดสอบวิชาคณิตศาสตร์ ค012 เนื่องจากการสร้างแบบทดสอบปรัามาตรฐานวิชาคณิตศาสตร์ ค 012 ครั้งนี้จะสร้างแบบทดสอบอิงกลุ่ม ดังนั้นจึงศึกษาจากหลักสูตรมัธยมศึกษาตอนปลายพุทธศักราช 2524 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2533) คู่มือครูวิชาคณิตศาสตร์ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 2 และเทคนิคการสร้างแบบทดสอบอิงกลุ่ม (ล้วน สายยศและอังคณา สายยศ.2539 :167 - 170)

3. สร้างตารางวิเคราะห์รายละเอียดวิชาคณิตศาสตร์ ค 012 เรื่องภาคตัดกรวย ร่วมกับอาจารย์สุบิน ขำวิจิตรและอาจารย์จรรุณีย์ เอกฉนวนนท์ ซึ่งเป็นอาจารย์ผู้สอนวิชาคณิตศาสตร์ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยการนำเนื้อหาเรื่อง ภาคตัดกรวย ซึ่งประกอบด้วยหัวข้อสำคัญ 5 หัวข้อ คือ การเลื่อนแกนทางขนาน วงกลม พาราโบลา วงรีและไฮเพอร์โบลา และพฤติกรรมที่ต้องการวัดทั้ง 4 ด้าน คือ ความรู้ ความเข้าใจ การนำไปใช้ และการวิเคราะห์ มากำหนดน้ำหนักความสำคัญของเนื้อหาและพฤติกรรมที่ต้องการวัด ดังตาราง 2 ดังนี้

ตาราง 2 ตารางวิเคราะห์รายละเอียดวิชาคณิตศาสตร์ ค 012 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

พฤติกรรม เนื้อหา	ความรู้	ความ เข้าใจ	การนำไปใช้	การวิเคราะห์	รวม
1.การเลื่อนแกนทางขนาน	5	8	5	4	22
2.วงกลม	4	14	23	9	50
3.พาราโบลา	3	13	18	11	45
4.วงรี	3	11	14	8	36
5.ไฮเพอร์โบลา	4	10	9	4	27
รวม	19	56	69	36	180

4. สร้างข้อสอบให้ครอบคลุมเนื้อหาและพฤติกรรมด้านต่างๆ ให้สอดคล้องดังตารางวิเคราะห์รายละเอียดจำนวนทั้งสิ้น 180 ข้อ

5. หลังจากสร้างข้อสอบตามตารางวิเคราะห์รายละเอียดแล้ว ผู้วิจัยนำข้อสอบที่สร้างขึ้นจำนวน 180 ข้อ ซึ่งเป็นข้อสอบแบบเลือกตอบ 5 ตัวเลือก ให้อาจารย์ผู้ควบคุมการทำวิจัยตรวจสอบความถูกต้องของวิธีการสร้างแบบทดสอบอิงกลุ่มวิชาคณิตศาสตร์แล้วนำไปให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน

3 ท่าน ดังนี้คือ ดร.จรรยา ภูอุดม ผู้เชี่ยวชาญด้านวิชาคณิตศาสตร์ อาจารย์พรรณี จินตมาศและ อาจารย์อรวรรณ รัตนะพิมาน ผู้เชี่ยวชาญทางการวัดผล พิจารณาความสอดคล้องของข้อคำถาม แต่ละข้อกับพฤติกรรมที่วัดในแต่ละเนื้อหา โดยวิธีของโรวินเนลลีและแฮมเบิลตัน (ล้วน สายยศและ อังคณา สายยศ. 2539 : 248-249 ; อ้างอิงมาจาก Rovinelli and Hambleton.1977) จากการ พิจารณาของผู้เชี่ยวชาญ ปรากฏว่าข้อสอบที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นทั้งหมด 180 ข้อ มีค่าดัชนีความ สอดคล้อง (IOC) ตั้งแต่ 0.66 ถึง 1.00

6.ผู้วิจัยนำข้อสอบที่ผ่านการพิจารณาความสอดคล้องของข้อคำถามกับพฤติกรรมที่วัดทั้ง 180 ข้อ จัดทำเป็นแบบทดสอบ 3 ฉบับ ฉบับละ 60 ข้อ เพื่อความเหมาะสมและควมมี ประสิทธิภาพในการทำแบบทดสอบของกลุ่มตัวอย่าง ดังรายละเอียดดังนี้

ฉบับที่ 1 ประกอบด้วยเนื้อหาเรื่องการเลื่อนแกนทางขนาน จำนวน 22 ข้อ และ

เรื่องวงกลมจำนวน 38 ข้อ รวมทั้งหมด 60 ข้อ

ฉบับที่ 2 ประกอบด้วยเนื้อหาเรื่องวงกลม จำนวน 12 ข้อ และ เรื่องพาราโบลาจำนวน

45 ข้อ เรื่องวงรี 3 ข้อ รวมทั้งหมด 60 ข้อ

ฉบับที่ 3 ประกอบด้วยเนื้อหาเรื่องวงรี 33 ข้อ และเรื่องไฮเปอร์โบลา 27 ข้อ

รวมทั้งหมด 60 ข้อ

7.นำข้อสอบทั้ง 3 ฉบับไปทดสอบกับกลุ่มตัวอย่าง โดยแบบทดสอบฉบับที่ 1 ทดสอบกับ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนคอนเมืองจตุรจินดา จำนวน 200 คน ทดสอบวันจันทร์ที่ 2 ธันวาคม 2545 แบบทดสอบฉบับที่ 2 ทดสอบกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนเทพศิริ นทร์นทบุรีจำนวน 120 คน โรงเรียนหนองเสือจำนวน 55 คน โรงเรียนคอนเมืองจตุรจินดาจำนวน 25 คน รวมทั้งสิ้น 200 คน ทดสอบวันอังคารที่ 3 ธันวาคม 2545 และแบบทดสอบฉบับที่ 3 ทดสอบกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนสำลุูกกาจำนวน 100 คน โรงเรียนไทรน้อย จำนวน 50 คน รวมทั้งสิ้น 150 คน ทดสอบ วันพุธที่ 4 ธันวาคม 2545 หลังจากนั้นจึงนำผลมา วิเคราะห์รายข้อเพื่อหาค่าความยาก ค่าความยากมาตรฐาน และค่าอำนาจจำแนกโดยใช้โปรแกรม วิเคราะห์ข้อสอบ CTIA ได้ผลดังนี้

แบบทดสอบฉบับที่ 1 ได้ค่าความยากตั้งแต่ 0.01 ถึง 0.72 ค่าความยากมาตรฐาน ตั้งแต่ 10.57 ถึง 22.34 ค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.10 ถึง 0.80 คัดเลือกข้อสอบจากแบบทดสอบฉบับที่ 1 จำนวน 30 ข้อ ได้ค่าความยากตั้งแต่ 0.34 ถึง 0.72 ค่าความยากมาตรฐานตั้งแต่ 10.57 ถึง 14.69 และ ค่าอำนาจจำแนก ตั้งแต่ 0.26 ถึง 0.72

แบบทดสอบฉบับที่ 2 ได้ค่าความยากตั้งแต่ 0.17 ถึง 0.62 ค่าความยากมาตรฐานตั้งแต่ 11.69 ถึง 16.78 ค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ -0.12 ถึง 0.95 คัดเลือกข้อสอบจากแบบทดสอบฉบับที่ 2 จำนวน 30 ข้อ ได้ค่าความยากตั้งแต่ 0.17 ถึง 0.67 ค่าความยากมาตรฐานตั้งแต่ 11.20 ถึง 16.78 ค่าอำนาจจำแนก ตั้งแต่ 0.21 ถึง 0.90

แบบทดสอบฉบับที่ 3 ได้ค่าความยากตั้งแต่ 0.08 ถึง 0.87 ค่าความยากมาตรฐานตั้งแต่ 8.46 ถึง 18.66 และ ค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ -0.10 ถึง 0.66 คัดเลือก ข้อสอบจากแบบทดสอบฉบับที่ 3 จำนวน 30 ข้อ ได้ค่าความยากตั้งแต่ 0.23 ถึง 0.87 ค่าความยากมาตรฐานตั้งแต่ 8.46 ถึง 15.93 และค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.17 ถึง 0.68

จากแบบทดสอบทั้ง 3 ฉบับ มีข้อสอบทั้งหมด 180 ข้อ คัดเลือกเพื่อนำมาสร้างเป็นแบบทดสอบปริมาตรสำหรับทดสอบด้วยคอมพิวเตอร์จำนวน 90 ข้อ มีค่าความยากตั้งแต่ 0.17 – 0.87 ค่าความยากมาตรฐานตั้งแต่ 8.46 – 16.78 และค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.17 – 0.90

8.สร้างแบบทดสอบปริมาตรสำหรับใช้ทดสอบด้วยคอมพิวเตอร์ โดยนำข้อสอบที่คัดเลือกไว้ทั้ง 90 ข้อ มาเลือกข้อที่ตรงกับเกณฑ์การสร้างแบบทดสอบปริมาตรซึ่งมีทั้งหมด 10 ชั้น ดังนี้

ชั้นที่ 1 มีข้อสอบ 1 ข้อ มีค่าความยากมาตรฐานเท่ากับ 13

ชั้นที่ 2 มีข้อสอบ 2 ข้อ คือข้อที่ 2 ค่าความยากมาตรฐานเท่ากับ 12.51 และข้อที่ 3 ค่าความยากมาตรฐานเท่ากับ 13.49

ชั้นที่ 3 มีข้อสอบ 3 ข้อ คือข้อที่ 4 ค่าความยากมาตรฐานเท่ากับ 12 ข้อที่ 5 ค่าความยากมาตรฐานเท่ากับ 13.04 ข้อที่ 6 ค่าความยากมาตรฐานเท่ากับ 14.1

ชั้นที่ 4 มีข้อสอบ 4 ข้อ คือข้อที่ 7 ค่าความยากมาตรฐานเท่ากับ 11.58 ข้อที่ 8 ค่าความยากมาตรฐานเท่ากับ 12.46 ข้อที่ 9 ค่าความยากมาตรฐานเท่ากับ 13.44 และข้อที่ 10 ค่าความยากมาตรฐานเท่ากับ 14.53

ชั้นที่ 5 มีข้อสอบ 5 ข้อ คือข้อที่ 11 ค่าความยากมาตรฐานเท่ากับ 11.20 ข้อที่ 12 ค่าความยากมาตรฐานเท่ากับ 12.10 ข้อที่ 13 ค่าความยากมาตรฐานเท่ากับ 10.40 ข้อที่ 14 ค่าความยากมาตรฐานเท่ากับ 14.10 และข้อ 15 ค่าความยากมาตรฐานเท่ากับ 14.91

ชั้นที่ 6 มีข้อสอบ 6 ข้อ คือข้อสอบข้อที่ 16 ค่าความยากมาตรฐานเท่ากับ 10.81 ข้อที่ 17 ค่าความยากมาตรฐานเท่ากับ 11.69 ข้อที่ 18 ค่าความยากมาตรฐานเท่ากับ 12.51 ข้อที่ 19 ค่าความยากมาตรฐานเท่ากับ 13.49 ข้อที่ 20 ค่าความยากมาตรฐานเท่ากับ 14.42 และข้อที่ 21 ค่าความยากมาตรฐานเท่ากับ 15.55

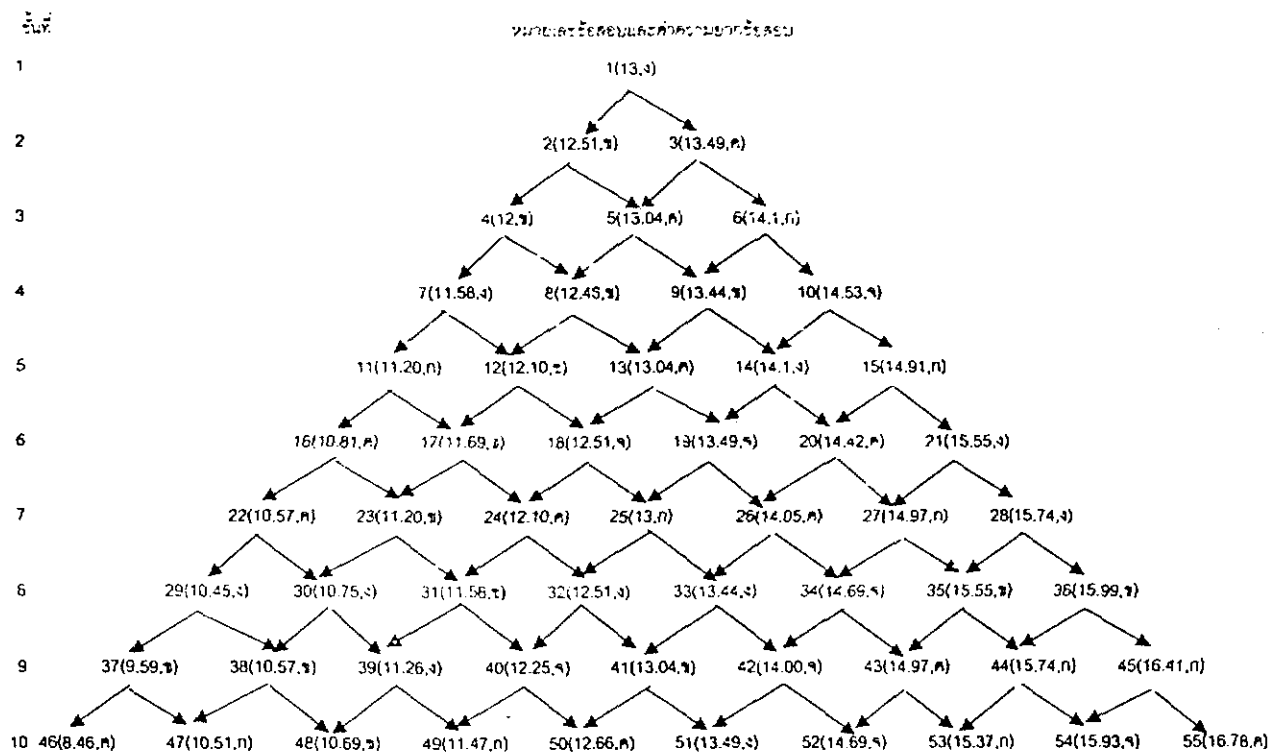
ชั้นที่ 7 มีข้อสอบ 7 ข้อ คือข้อสอบข้อที่ 22 ค่าความยากมาตรฐานเท่ากับ 10.57 ข้อที่ 23 ค่าความยากมาตรฐานเท่ากับ 11.20 ข้อที่ 24 ค่าความยากมาตรฐานเท่ากับ 12.10 ข้อที่ 25 ค่าความยากมาตรฐานเท่ากับ 13 ข้อที่ 26 ค่าความยากมาตรฐานเท่ากับ 14.05 ข้อที่ 27 ค่าความยากมาตรฐานเท่ากับ 14.97 และข้อที่ 28 ค่าความยากมาตรฐานเท่ากับ 15.74

ชั้นที่ 8 มีข้อสอบ 8 ข้อ คือข้อสอบข้อที่ 29 ค่าความยากมาตรฐานเท่ากับ 10.45 ข้อที่ 30 ค่าความยากมาตรฐานเท่ากับ 10.75 ข้อที่ 31 ค่าความยากมาตรฐานเท่ากับ 11.58 ข้อที่ 32 ค่าความยากมาตรฐานเท่ากับ 12.51 ข้อที่ 33 ค่าความยากมาตรฐานเท่ากับ 13.44 ข้อที่ 34

ค่าความยากมาตรฐานเท่ากับ 14.69 ข้อที่ 35 ค่าความยากมาตรฐานเท่ากับ 15.55 และข้อที่ 36
ค่าความยากมาตรฐานเท่ากับ 15.99

ชั้นที่ 9 มีข้อสอบ 9 ข้อ คือข้อสอบข้อที่ 37 ค่าความยากมาตรฐานเท่ากับ 9.59 ข้อที่ 38
ค่าความยากมาตรฐานเท่ากับ 10.57 ข้อที่ 39 ค่าความยากมาตรฐานเท่ากับ 11.26 ข้อที่ 40
ค่าความยากมาตรฐานเท่ากับ 12.25 ข้อที่ 41 ค่าความยากมาตรฐานเท่ากับ 13.04 ข้อที่ 42
ค่าความยากมาตรฐานเท่ากับ 14.00 ข้อที่ 43 ค่าความยากมาตรฐานเท่ากับ 14.97 ข้อที่ 44
ค่าความยากมาตรฐานเท่ากับ 15.74 และข้อที่ 45 ค่าความยากมาตรฐานเท่ากับ 16.41

ชั้นที่ 10 มีข้อสอบ 10 ข้อ คือข้อสอบข้อที่ 46 ค่าความยากมาตรฐานเท่ากับ 8.46 ข้อที่
47 ค่าความยากมาตรฐานเท่ากับ 10.51 ข้อที่ 48 ค่าความยากมาตรฐานเท่ากับ 10.69 ข้อที่ 49
ค่าความยากมาตรฐานเท่ากับ 11.47 ข้อที่ 50 ค่าความยากมาตรฐานเท่ากับ 12.66 ข้อที่ 51
ค่าความยากมาตรฐานเท่ากับ 13.49 ข้อที่ 52 ค่าความยากมาตรฐานเท่ากับ 14.69 ข้อที่ 53
ค่าความยากมาตรฐานเท่ากับ 15.37 ข้อที่ 54 ค่าความยากมาตรฐานเท่ากับ 15.93 และข้อที่ 55
ค่าความยากมาตรฐานเท่ากับ 16.78 ดังภาพประกอบ 13



ภาพประกอบ 13 การสร้างแบบทดสอบปิรามิดสำหรับใช้ทดสอบตัวคอมพิวเตอรีโดยใช้ค่าความยากมาตรฐาน

9. นำแบบทดสอบปิรามิดดังกล่าวมาสร้างเป็นแบบทดสอบปิรามิดสำหรับทดสอบด้วยคอมพิวเตอร์ โดยให้ผู้เชี่ยวชาญในการเขียนโปรแกรมดำเนินการเขียนโปรแกรมแบบทดสอบปิรามิดสำหรับทดสอบด้วยคอมพิวเตอร์ ในรายวิชาคณิตศาสตร์ ค 012 ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 2 เรื่องภาคตัดกรวย โดยใช้ภาษาคอมพิวเตอร์โปรแกรม Visual Basic ร่วมกับฐานข้อมูลในโปรแกรม Microsoft Access ดังรายละเอียดต่อไปนี้

9.1 นำข้อสอบแต่ละข้อทำเป็นแฟ้มข้อมูลรูปภาพโดยใช้ชื่อข้อสอบเป็นชื่อแฟ้ม เช่น ข้อสอบข้อที่ 1 ให้ชื่อแฟ้มเป็น 01.jpg ข้อสอบข้อที่ 2 ให้ชื่อแฟ้มเป็น 02.jpg ข้อสอบข้อที่ 3 ให้ชื่อแฟ้มเป็น 03.jpg ตามลำดับ

9.2 นำแฟ้มข้อมูลคำตอบ (answer) แฟ้มค่าความยาก (difficulty) แฟ้มตอบถูกทำข้อที่ยากขึ้น (correct) และแฟ้มตอบผิดทำข้อที่ง่ายขึ้น (wrong) ของข้อสอบแต่ละข้อไว้ที่ฐานข้อมูลชื่อ Test.mdb ในตาราง Pyramid

9.3 เมื่อนักเรียนทำแบบทดสอบปิรามิดจะเก็บบันทึกข้อมูล ชื่อ (name) ข้อที่ทำทั้ง 10 ข้อ (item[1..10]) คำตอบทั้ง 10 ข้อ (an[1..10]) ผลการตอบทั้ง 10 ข้อ (re[1..10]) ค่าความยากทั้ง 10 ข้อ ([1..10]) และคะแนนที่ได้ไว้ที่ฐานข้อมูลชื่อ Test.mdb ในตาราง test

10. นำโปรแกรมแบบทดสอบปิรามิดสำหรับทดสอบด้วยคอมพิวเตอร์วิชาคณิตศาสตร์ ค 012 เรื่องภาคตัดกรวย ไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2545 ของโรงเรียนดอนเมืองจตุรจินดา จำนวน 130 คน ตามวันและเวลาดังนี้

ทดสอบครั้งที่ 1 กับนักเรียน ชั้น ม.4/1 จำนวน 45 คน วันพุธที่ 11 ธันวาคม 2545 และทดสอบครั้งที่ 2 วันอังคารที่ 24 ธันวาคม 2545

ทดสอบครั้งที่ 1 กับนักเรียน ชั้น ม.4/5 จำนวน 42 คน วันพฤหัสบดีที่ 12 ธันวาคม 2545 และทดสอบครั้งที่ 2 วันพุธที่ 25 ธันวาคม 2545

ทดสอบครั้งที่ 1 กับนักเรียน ชั้น ม.4/6 จำนวน 43 คน วันศุกร์ที่ 13 ธันวาคม 2545 และทดสอบครั้งที่ 2 วันพฤหัสบดีที่ 26 ธันวาคม 2545

แล้วนำมาหาค่าความเชื่อมั่นด้วยวิธีการสอบซ้ำ (Test - retest method) โดยใช้วิธีของค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของเพียร์สัน (Pearson - moment coefficient correlation) ผลปรากฏว่ามีค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบปิรามิดที่ทดสอบด้วยคอมพิวเตอร์ มีค่าความเชื่อมั่น 0.87

11. จัดทำคู่มือการใช้แบบทดสอบปิรามิดสำหรับทดสอบด้วยคอมพิวเตอร์ ในรายวิชาคณิตศาสตร์ ค 012 ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 2 เรื่อง ภาคตัดกรวย

ลักษณะของเครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า

การศึกษาค้นคว้าครั้งนี้เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าเป็นแบบทดสอบปรนัยแบบเลือกตอบชนิด 5 ตัวเลือก ดังต่อไปนี้

ทักษะการคำนวณ (0) วงกลมวงหนึ่งมีรัศมียาว 8 หน่วยจะมีความยาวของเส้นผ่านศูนย์กลางเท่าไร

- ก. 4 หน่วย
- ข. 8 หน่วย
- ค. 10 หน่วย
- ง. 16 หน่วย
- จ. 20 หน่วย

คำตอบที่ถูกต้องคือ ง

ความเข้าใจ (00) วงกลมที่มีจุดศูนย์กลางที่ $(2,-1)$ และรัศมีเท่ากับ 3 สมการรูปทั่วไปของวงกลมวงนี้คือข้อใด

- ก. $x^2 + y^2 - 4x + 2y - 4 = 0$
- ข. $x^2 + y^2 + 4x + 2y - 4 = 0$
- ค. $x^2 + y^2 - 4x - 2y - 4 = 0$
- ง. $x^2 + y^2 - 4x + 2y + 4 = 0$
- จ. $x^2 + y^2 + 4x + 2y + 4 = 0$

คำตอบที่ถูกต้องคือ ก

การนำไปใช้ (000) เส้นตรง $3x^2 + 3(y + 3)^2 = 3$ มีจุดศูนย์กลางและรัศมีของวงกลมคือข้อใด

- ก. จุดศูนย์กลางอยู่ที่ $(0,-3)$ และรัศมียาว 1 หน่วย
- ข. จุดศูนย์กลางอยู่ที่ $(-3,0)$ และรัศมียาว $\sqrt{3}$ หน่วย
- ค. จุดศูนย์กลางอยู่ที่ $(0,0)$ และรัศมียาว $\sqrt{3}$ หน่วย
- ง. จุดศูนย์กลางอยู่ที่ $(-3,0)$ และรัศมียาว $\sqrt{3}$ หน่วย
- จ. จุดศูนย์กลางอยู่ที่ $(0,-3)$ และรัศมียาว $\sqrt{3}$ หน่วย

คำตอบที่ถูกต้องคือ ก

การวิเคราะห์ (0000) กำหนดให้ C เป็นวงกลมที่บรรจุอยู่ในและสัมผัสกับด้านทั้งสามของรูปสามเหลี่ยมที่เกิดจากแกน x และ แกน y และเส้นตรง $3x + 4y - 1 = 0$ ข้อใดต่อไปนี้ถูกต้อง

- ก. รัศมีของวงกลม C มีค่ามากกว่า $\frac{1}{6}$
- ข. สมการของวงกลม C คือ $x^2 + y^2 - \frac{x}{6} - \frac{y}{6} + \frac{1}{72} = 0$
- ค. จุดศูนย์กลางของวงกลม C คือ $\left(\frac{1}{2}, \frac{1}{2}\right)$
- ง. วงกลม C ผ่านจุด $\left(\frac{2}{15}, \frac{3}{20}\right)$
- จ. วงกลม C สัมผัสแกน x ที่จุด $\left(\frac{1}{2}, \frac{1}{2}\right)$ คำตอบที่ถูกต้องคือ ง

วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล

ในการดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อหาค่าความยาก ค่าความยากมาตรฐาน และค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบ ผู้วิจัยได้ดำเนินการดังนี้

1. ขอหนังสือราชการจากทางมหาวิทยาลัยเพื่อขอความอนุเคราะห์ในการเก็บข้อมูลกับโรงเรียนดอนเมืองจตุรจินดา โรงเรียนเทพศิรินทร์นนทบุรี โรงเรียนไทรน้อย โรงเรียนลำลูกกา และโรงเรียนหนองเสือ ที่ใช้เป็นกลุ่มเป้าหมายกลุ่มที่ 1 เพื่อขอความร่วมมือจากผู้บริหารและครูผู้สอนวิชาคณิตศาสตร์ ในการนำแบบทดสอบไปทดสอบกับนักเรียนพร้อมกำหนดวันเวลาสอบ
2. ผู้วิจัยประสานงานกับอาจารย์ผู้สอนวิชาคณิตศาสตร์เพื่อเตรียมดำเนินการสอบพร้อมทั้งชี้แจงขั้นตอนวิธีการและระยะเวลาในการทำแบบทดสอบพร้อมทั้งจัดเตรียมสถานที่ที่ใช้การดำเนินการสอบ
3. นำข้อสอบที่กลุ่มตัวอย่างทำแล้วมาตรวจให้คะแนนแล้ววิเคราะห์หาค่าความยาก ค่าความยากมาตรฐาน และค่าอำนาจจำแนก โดยใช้โปรแกรมวิเคราะห์ข้อสอบ CTIA

ในการดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อหาคุณภาพของแบบทดสอบปรีามิคสำหรับทดสอบด้วยคอมพิวเตอร์ ผู้วิจัยได้ดำเนินการดังนี้

1. ขอหนังสือราชการจากทางมหาวิทยาลัยเพื่อขอความอนุเคราะห์ในการเก็บข้อมูลกับโรงเรียนดอนเมืองจตุรจินดา ที่ใช้เป็นกลุ่มเป้าหมายกลุ่มที่ 2 เพื่อขอความร่วมมือจากผู้บริหารและครูผู้ควบคุมห้องคอมพิวเตอร์ ในการนำแบบทดสอบปรีามิคสำหรับทดสอบด้วยคอมพิวเตอร์ไปทดสอบกับนักเรียนพร้อมกำหนดวันเวลาสอบ
2. ผู้วิจัยประสานงานกับอาจารย์ผู้ควบคุมห้องคอมพิวเตอร์ของโรงเรียนดอนเมืองจตุรจินดาเพื่อจัดเตรียมเครื่องคอมพิวเตอร์และลงโปรแกรมแบบทดสอบปรีามิคให้สามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ

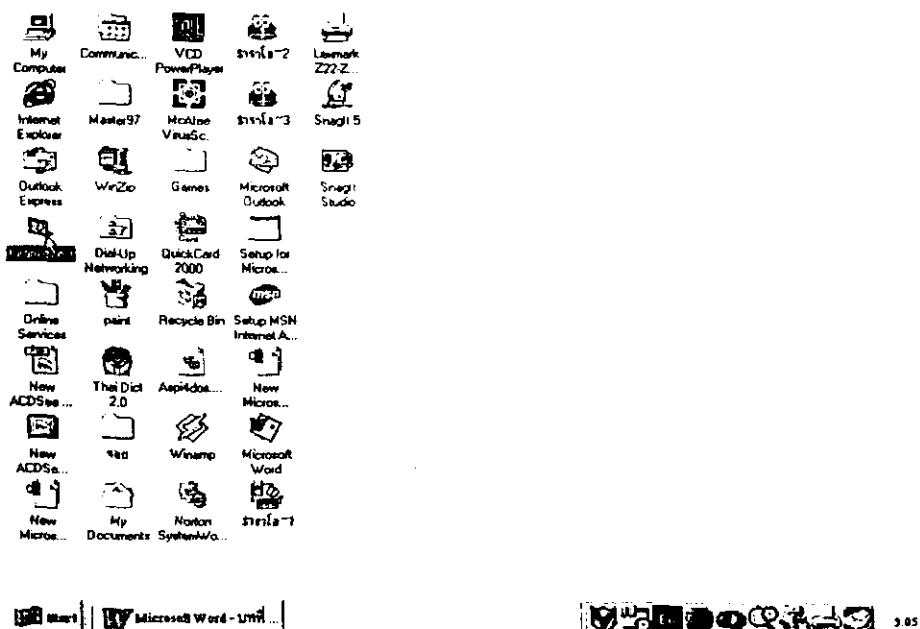
3. ดำเนินการทดสอบครั้งที่ 1 และครั้งที่ 2 กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 3 ห้อง ดังนี้ ม.4/1 จำนวน 45 คน ม. 4/5 จำนวน 42 คน และ ม.4/6 จำนวน 43 คน รวมทั้งหมด 130 คน และ ใช้เวลาในการสอบแต่ละห้อง ๑ ละ 50 นาที กำหนดให้ระยะเวลาในการสอบ 12 วัน ดังรายละเอียด

ทดสอบครั้งที่ 1 กับนักเรียน ม.4/1 จำนวน 45 คน ม. 4/5 จำนวน 42 คน และ ม.4/6 จำนวน 43 คน รวมทั้งหมด 130 คน ในวันที่ 11 , 12 และ 13 ธันวาคม 2545 ตามลำดับ หลังจากทดสอบครั้งที่ 1 12 วันแล้วจึงทดสอบครั้งที่ 2 กับนักเรียนกลุ่มเดิมในวันที่ 24 25 และ 26 ธันวาคม 2545 ตามลำดับ หลังจากนั้นนำผลการทดสอบทั้ง 2 ครั้งมาหาค่าความเชื่อมั่น ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ขั้นตอนสำหรับการดำเนินการสอบด้วยคอมพิวเตอร์

เริ่มจากที่ทุกคนทำการเปิดเครื่องคอมพิวเตอร์เพื่อเข้าโปรแกรมวินโดว 98 แล้วดำเนินการดังต่อไปนี้

1. นำ Mouse ดับเบิลคลิกที่ Icon ที่ปรากฏบน Desktop ชื่อ Pyramid test หน้าจอจะแสดงดังภาพประกอบ 14



ภาพประกอบ 14 คอมพิวเตอร์แสดงโปรแกรม Pyramid test

2. เมื่อดับเบิลคลิกที่ Pyramid test คอมพิวเตอร์จะแสดงหน้าจอดังภาพประกอบ 15 ผู้สอบพิมพ์ชื่อ - สกุล เลขที่ ห้อง แล้ว กด Enter 1 ครั้ง

แบบทดสอบปรามิต วิชาคณิตศาสตร์ เรื่องวงกลมรวม

แบบทดสอบวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องวงกลมรวม

1. เส้นตรง AB สัมผัสกับกราฟวงกลม $((x, y) | x^2 + y^2 = 9)$ ที่จุด A $(2, \sqrt{5})$ และตัดแกน x ที่จุด B จากจุด A ลากเส้นตั้งฉากกับแกน x ที่จุด C แล้ว BC มีความยาวกี่หน่วย

ก. 1
ข. 1.5
ค. 2
ง. 2.5
จ. 3

คะแนนที่ตอบ

ข้อ 1	ตอบ		ได้คะแนน	
ข้อ 2	ตอบ		ได้คะแนน	
ข้อ 3	ตอบ		ได้คะแนน	
ข้อ 4	ตอบ		ได้คะแนน	
ข้อ 5	ตอบ		ได้คะแนน	
ข้อ 6	ตอบ		ได้คะแนน	
ข้อ 7	ตอบ		ได้คะแนน	
ข้อ 8	ตอบ		ได้คะแนน	
ข้อ 9	ตอบ		ได้คะแนน	
ข้อ 10	ตอบ		ได้คะแนน	
ข้อ 11	ตอบ		ได้คะแนน	
ข้อ 12	ตอบ		ได้คะแนน	
ข้อ 13	ตอบ		ได้คะแนน	
ข้อ 14	ตอบ		ได้คะแนน	
ข้อ 15	ตอบ		ได้คะแนน	
ข้อ 16	ตอบ		ได้คะแนน	
ข้อ 17	ตอบ		ได้คะแนน	
ข้อ 18	ตอบ		ได้คะแนน	
ข้อ 19	ตอบ		ได้คะแนน	
ข้อ 20	ตอบ		ได้คะแนน	
จำนวนคะแนน			รวมได้คะแนนทั้งหมด	

กรุณาป้อนคำตอบ

บันทึกผลคำตอบ

เริ่มใหม่

พิมพ์กระดาษคำตอบ

จบการสอบ

ภาพประกอบ 16 แบบทดสอบปรามิตที่ทดสอบด้วยคอมพิวเตอร์ขั้นตอนที่ 2

4. นำ Mouse มาคลิกที่ช่องสี่เหลี่ยมที่เขียนว่า เป็นคำตอบสุดท้าย หน้าจอคอมพิวเตอร์จะแสดงคำตอบที่ผู้สอบตอบคำถาม พร้อมตรวจคำตอบและให้คะแนนทางด้านขวามือของโจทย์ และคอมพิวเตอร์จะแสดงโจทย์ที่ผู้สอบต้องทำข้อต่อไป ถ้าผลการตอบข้อที่ 1 ถูกต้อง คอมพิวเตอร์จะแสดงข้อสอบข้อที่ 3 ที่มีค่าความยากมากกว่าข้อสอบข้อที่ 1 แต่ถ้าผู้สอบตอบคำถามข้อที่ 1 ผิด คอมพิวเตอร์จะแสดงข้อสอบข้อที่ 2 ที่มีค่าความยากน้อยกว่าข้อสอบข้อที่ 1 ดังภาพประกอบ 17 และ ภาพประกอบ 18

แบบทดสอบปริมาตร วิชาคณิตศาสตร์ (เรื่องสถิติสองขง)

ประเภทสอบวิชาคณิตศาสตร์ โรงเรียนวัดจตุรกราย

3 ถ้า A เป็นจุดกึ่งกลางระหว่างจุด $(-3, 8)$ และ $(9, 16)$ แล้วความยาวของเส้นผ่านศูนย์กลางวงกลมที่มี A เป็นจุดศูนย์กลาง และมีเส้นตรง $x = 1$ ทำกับรัศมี

ก. 2
ข. 3
ค. 4
ง. 5
จ. 6

คะแนนคำตอบ

ชื่อ

50 ตอบ ได้คะแนน

50 ตอบ ได้คะแนน

50 ตอบ ได้คะแนน

50 ตอบ ได้คะแนน

50 ตอบ ได้คะแนน

50 ตอบ ได้คะแนน

50 ตอบ ได้คะแนน

50 ตอบ ได้คะแนน

50 ตอบ ได้คะแนน

50 ตอบ ได้คะแนน

จำนวนคะแนน รวมได้คะแนนทั้งสิ้น

รวมเวลาในคำตอบ

ภาพประกอบ 17 แบบทดสอบปริมาตรที่ทดสอบด้วยคอมพิวเตอร์ขึ้นตอนที่ 3

5. เมื่อผู้สอบทำข้อสอบครบ 10 ข้อ นำ Mouse มาคลิกที่ช่องสี่เหลี่ยมที่เขียนว่า **คำนวณคะแนน** คอมพิวเตอร์จะทำการคำนวณคะแนนโดยการนำคะแนนจากการตอบทั้ง 10 ข้อมารวมกันแล้วหารด้วย 10 คะแนนจะแสดงในช่องสี่เหลี่ยมที่เขียนว่า **รวมคะแนนทั้งสิ้น** ดังภาพประกอบ 19

แบบทดสอบปิรามิด วิชาคณิตศาสตร์ เรื่องเรขาคณิต

แบบทดสอบวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องเรขาคณิต

คะแนนที่ตอบ

53 ให้ AB คือความกว้างของพาราโบลาที่จุด D เมื่อ D อยู่ห่างจากจุดยอด 6 นิ้ว AB มีความยาวเท่ากับ 16 นิ้ว แล้วความกว้างของพาราโบลารูปนี้ที่จุดให้ลีสวยกี่หน่วย

ก. $10\frac{2}{3}$

ข. $10\frac{3}{4}$

ค. $18\frac{1}{3}$

ง. $18\frac{2}{3}$

จ. $18\frac{3}{4}$

ข้อ

คำตอบ

ได้คะแนน

คำนวณคะแนน

รวมได้คะแนนทั้งสิ้น 11.442

กรุณาเลือกคำตอบ

เป็นคำตอบสุดท้าย

เริ่มใหม่

พิมพ์กระดาษคำตอบ

จบการทำงาน

ภาพประกอบ 19 แบบทดสอบปิรามิดที่ทดสอบด้วยคอมพิวเตอร์ขั้นตอนสุดท้าย

6. นำ Mouse มาคลิกที่ช่องสี่เหลี่ยมที่เขียนคำว่า **พิมพ์กระดาษคำตอบ** คอมพิวเตอร์จะพิมพ์กระดาษคำตอบของผู้สอบแต่ละคนออกมาเพื่อนำคะแนนรวมที่ได้จากการทดสอบด้วยแบบทดสอบปิรามิดที่สอบด้วยคอมพิวเตอร์มาคำนวณหาค่าความเชื่อมั่นโดยใช้วิธีของค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของเพียร์สัน (Pearson product-moment coefficient correlation)

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

1. หาค่าสถิติพื้นฐาน ได้แก่ ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
2. ค่าความเที่ยงตรงตามเนื้อหาใช้วิธีของโรวินेलลี (Rovinelli) และแฮมเบิลตัน (R.K.Hambleton) (ล้วน สายยศและอังคณา สายยศ.2539 : 249 ;อ้างอิงจาก Rovinelli and Hambleton.1977)

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

เมื่อ IOC แทน ความเที่ยงตรงตามเนื้อหา
 $\sum R$ แทน ผลรวมคะแนนการพิจารณาของผู้เชี่ยวชาญ
 N แทน จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

3.ดัชนีค่าความยากของแบบสอบคำนวณโดยใช้โปรแกรมวิเคราะห์ข้อสอบ CTIA โดยคำนวณจากสูตร (ลัวัน สายยศและอังคณา สายยศ.2539:183 ; อ้างอิงจาก Hopkins and Antes ; 1985 : 249)

$$P_E = \frac{N_r}{N_i}$$

เมื่อ P_E แทน ดัชนีค่าความง่าย
 N_r แทน จำนวนนักเรียนที่ทำข้อนั้นถูก
 N_i แทน จำนวนนักเรียนทั้งหมดที่ทำข้อสอบข้อนั้น

4.ค่าความยากมาตรฐานของแบบสอบคำนวณโดยใช้โปรแกรมวิเคราะห์ข้อสอบ CTIA โดยคำนวณจากสูตร (ลัวัน สายยศและอังคณา สายยศ.2539:194)

$$\Delta = 13 + 4x$$

เมื่อ Δ แทน ค่าความยากมาตรฐาน
 x แทน คะแนนมาตรฐานภายใต้โค้งปกติ

5.ดัชนีค่าอำนาจจำแนกของแบบสอบคำนวณโดยใช้โปรแกรมวิเคราะห์ข้อสอบ CTIA โดยคำนวณจากสูตรสหสัมพันธ์ไบซีเรียล (ลัวัน สายยศและอังคณา สายยศ.2539:183 ; อ้างอิงจาก Hopkins and Antes ; 1985 : 249)

$$r_{bs} = \frac{\mu_r - \mu}{S} \times \frac{P}{y}$$

เมื่อ	r_{hs}	แทน	ดัชนีค่าอำนาจจำแนกแบบไบซีเรียล
	μ_p	แทน	คะแนนเฉลี่ยของกลุ่มที่ทำข้อนั้นถูก
	μ	แทน	คะแนนเฉลี่ยของแบบทดสอบ
	S	แทน	คะแนนเบี่ยงเบนมาตรฐานของแบบทดสอบ
	p	แทน	สัดส่วนของนักเรียนที่ทำข้อนั้นถูก
	q	แทน	$1 - p$
	y	แทน	ค่า ordinate

5. ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบด้วยวิธีการทดสอบซ้ำ (Test – retest method) โดยใช้วิธีของค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของเพียร์สัน (Pearson product-moment coefficient correlation) คำนวณได้จากสูตร (ล้วน สายยศและอังคณา สายยศ .2539 : 210)

$$r_{tt} = \frac{N \sum XY - \sum X \sum Y}{\sqrt{[N \sum X^2 - (\sum X)^2][N \sum Y^2 - (\sum Y)^2]}}$$

r_{tt}	แทน	สัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ
N	แทน	จำนวนนักเรียนที่เข้าสอบ
$\sum X$	แทน	ผลรวมทั้งหมดของคะแนนการสอบครั้งแรก
$\sum X^2$	แทน	ผลรวมทั้งหมดของคะแนนแต่ละตัวยกกำลังสองของการสอบครั้งแรก
$\sum Y$	แทน	ผลรวมทั้งหมดของคะแนนของการสอบครั้งที่สอง
$\sum Y^2$	แทน	ผลรวมทั้งหมดของคะแนนแต่ละตัวยกกำลังสองของการสอบครั้งที่สอง
$\sum XY$	แทน	ผลรวมทั้งหมดของผลคูณระหว่างคะแนนการสอบครั้งแรกกับครั้งที่สอง

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

สัญลักษณ์และอักษรย่อที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยได้กำหนดสัญลักษณ์และอักษรย่อที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล เพื่อให้เกิดความเข้าใจตรงกันในการแปลความหมาย ดังนี้

IOC	แทน	ความเที่ยงตรงตามเนื้อหา
P_E	แทน	ดัชนีความง่าย
Δ	แทน	ค่าความยากมาตรฐานของแบบทดสอบ
r_{bn}	แทน	ดัชนีค่าอำนาจจำแนกสหสัมพันธ์ไบซีเรียล
r_{nn}	แทน	สัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของเพียร์สัน
k	แทน	จำนวนข้อคำถาม

การเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การศึกษาครั้งนี้ผู้วิจัยได้เสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลตามลำดับดังนี้

1. ค่าความเที่ยงตรงตามเนื้อหาของแบบทดสอบ
2. ค่าความยาก ค่าความยากมาตรฐานและค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบวิชา

คณิตศาสตร์ ค 012 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง ภาคตัดกรวย

3. ค่าความยาก ความยากมาตรฐานและค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบที่คัดเลือกมาใช้ในการทำแบบทดสอบปริมาตรที่ทดสอบด้วยคอมพิวเตอร์จำนวน 55 ข้อและค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ

1. ค่าความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาของแบบทดสอบ

จากการที่ผู้วิจัยได้สร้างแบบทดสอบชนิดเลือกตอบ 5 ตัวเลือกวิชา ค 012 คณิตศาสตร์ เรื่อง ภาคตัดกรวย ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 180 ข้อ แล้วนำไปให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่านพิจารณาความสอดคล้องของข้อคำถามแต่ละข้อกับพฤติกรรมที่วัดในแต่ละเนื้อหา โดยวิธีของโรวินเนลลีและแฮมเบิลตัน (ล้วน สายยศและอังคณา สายยศ.2539 : 248-249 ; อ้างอิงมาจาก Rovinelli and Hambleton.1977) ได้ผลดังตาราง 3

ตาราง 3 ค่าความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (IOC) ของแบบทดสอบชนิดเลือกตอบ 5 ตัวเลือกวิชา
คณิตศาสตร์ ค 012 เรื่องภาคตัดกรวย ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

เนื้อหา	ข้อสอบข้อที่	ค่า IOC ก่อนแก้ไข	ข้อที่แก้ไข	ค่า IOC หลังแก้ไข
1. การเลื่อนแกนทางขนาน	1-22	0.00 -1.00	4	1.00
			7	1.00
			14	1.00
			15	1.00
			22	1.00
2. วงกลม	23 - 72	0.00 -1.00	24	1.00
			36	1.00
			45	1.00
			52	0.66
			71	0.66
3. พาราโบลา	73 – 117	0.00 - 1.00	73	1.00
			80	1.00
			89	1.00
			99	1.00
			100	1.00
4. วงรี	118 - 153	0.00 -1.00	112	1.00
			115	1.00
			126	1.00
			131	1.00
			144	1.00
5. ไฮเพอร์โบลา	154 - 180	0.00 – 1.00	152	1.00
			166	1.00
			169	1.00
			175	1.00

จากตาราง 3 ปรากฏค่าความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (IOC) โดยจำแนกตามเนื้อหา
วิชาคณิตศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่องภาคตัดกรวยโดยแบ่งเป็น 5 เรื่องใหญ่ คือ เรื่องที่ 1
การเลื่อนแกนทางขนานข้อสอบตั้งแต่ข้อที่ 1-22 มีค่าความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (IOC) ตั้งแต่
0.00 – 1.00 หลังจากปรับปรุงแก้ไขแบบทดสอบแล้วได้ค่าความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (IOC) มีค่า

1.00 เรื่องที่ 2 วงกลมข้อสอบตั้งแต่ข้อที่ 23 – 72 มีค่าความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา(IOC) ตั้งแต่ 0.00 – 1.00 เมื่อปรับปรุงแก้ไขแล้วได้ค่าความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (IOC) ตั้งแต่ 0.66 – 1.00 เรื่องที่ 3 พาราโบลา ข้อสอบ ตั้งแต่ข้อที่ 73 – 117 ค่าความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (IOC) ตั้งแต่ 0.00 – 1.00 เมื่อปรับปรุงแล้วได้ ค่าความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (IOC) มีค่า 1.00 เรื่องที่ 3 วงรี ข้อสอบตั้งแต่ข้อที่ 118 – 153 ค่าความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (IOC) ตั้งแต่ 0.00 – 1.00 เมื่อ ปรับปรุงแก้ไขแล้วได้ค่าความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (IOC) มีค่า 1.00 เรื่องที่ 5 ไฮเพอร์โบลาคข้อสอบตั้งแต่ข้อที่ 154 – 180 ค่าความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (IOC) ตั้งแต่ 0.00 – 1.00 เมื่อปรับปรุงแก้ไขแล้วได้ค่าความเที่ยงตรง เชิงเนื้อหา (IOC) มีค่า 1.00

2. ค่าความยาก (p) ค่าความยากมาตรฐาน (Δ) และค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบ

(r) วิชาคณิตศาสตร์ ค 012 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่องภาคตัดกรวย

ผู้วิจัยได้นำแบบทดสอบชนิดเลือกตอบ 5 ตัวเลือกวิชาคณิตศาสตร์ ค 012 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่องภาคตัดกรวย ที่ผ่านการหาค่าความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (IOC) ไปทดสอบกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2545 ในจังหวัด กรุงเทพมหานคร จังหวัดนนทบุรีและจังหวัดปทุมธานี สังกัดกรมสามัญศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ จำนวน 550 คน หลังจากนั้นนำผลการตรวจให้คะแนนไปวิเคราะห์ด้วยโปรแกรม CTIA เพื่อวิเคราะห์ค่าความยาก ค่าความยากมาตรฐาน และค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบแต่ละข้อได้ผลดังตาราง 4

ตาราง 4 ค่าความยาก ค่าความยากมาตรฐานและค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบชนิด

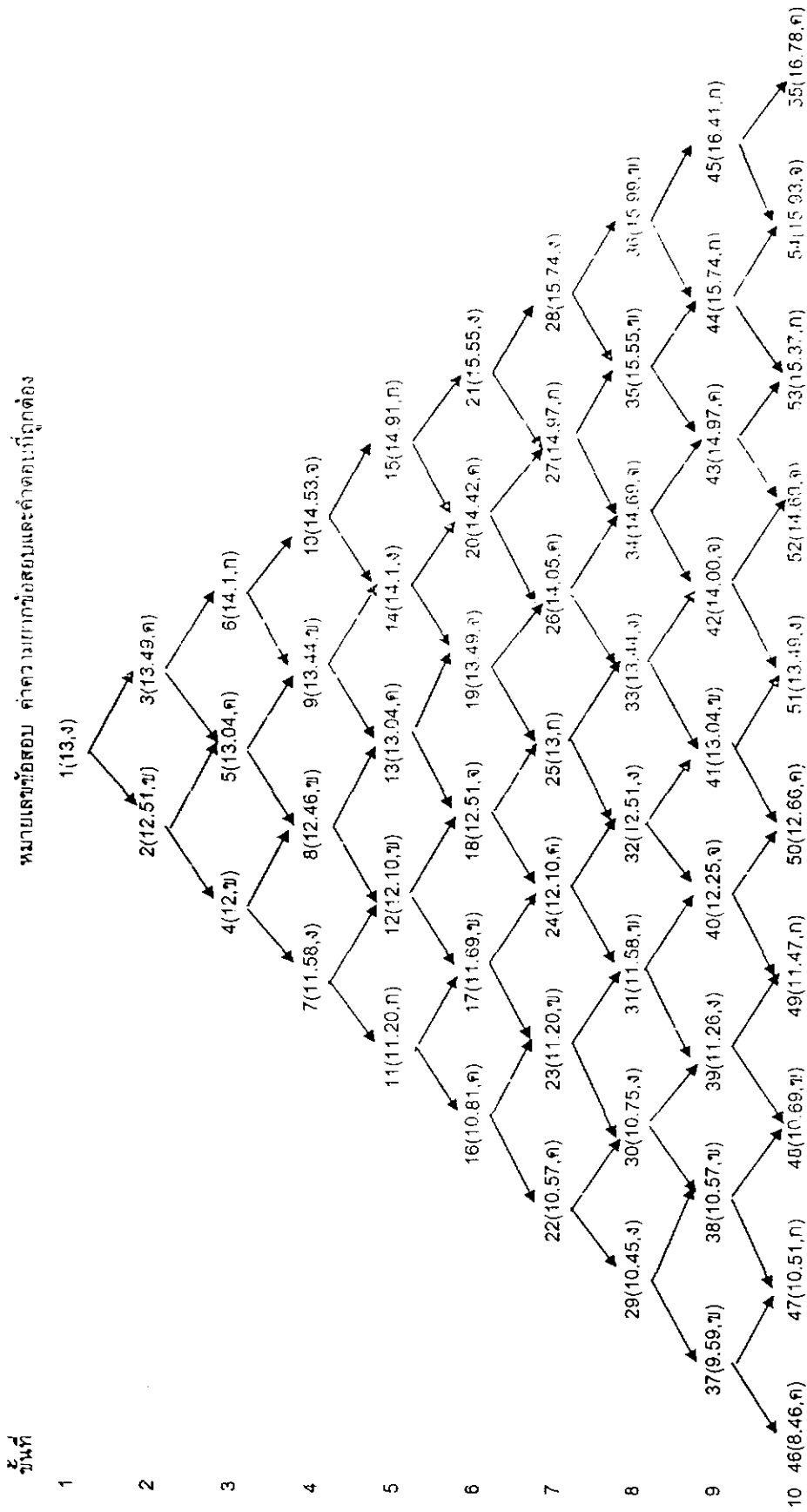
เลือกตอบ 5 ตัวเลือก วิชา ค 012 คณิตศาสตร์ระดับ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4เรื่องภาคตัดกรวย

เนื้อหา	ข้อที่ k	ก่อนคัดเลือก			k	หลังคัดเลือก		
		p	Δ	r		p	Δ	r
การเลื่อน แกน	1 – 22 (22)	0.41 – 0.63	11.55 – 13.95	0.34 – 0.73	12	0.43 – 0.63	12.51-13.69	0.37- 0.70
วงกลม	23-72 (50)	0.34 – 0.72	10.57 - 15.19	-0.12 - 0.90	24	0.34 - 0.72	10.57 - 14.69	0.26 - 0.90
พาราโบลา	73-117 (45)	0.17 – 0.62	11.69 - 16.78	0.12 - 0.95	24	0.17 - 0.62	12.00 - 16.78	0.21 - 0.85
วงรี	118-153 (36)	0.22 – 0.87	8.46 - 16.06	0.17 - 0.89	18	0.25 - 0.87	8.46 - 15.74	0.17 - 0.86
ไฮเพอร์โบลาค	154-180 (27)	0.08 – 0.71	10.75- 18.66	-0.10 - 0.66	12	0.23 - 0.71	10.75 - 15.93	0.23 - 0.59
รวม	180				90			

จากตาราง 4 เมื่อนำแบบทดสอบจำนวน 180 ข้อไปทดสอบแล้วนำไปวิเคราะห์โดยใช้โปรแกรมวิเคราะห์ข้อสอบ CTIA ได้ค่าความยาก ค่าความยากมาตรฐานและค่าอำนาจจำแนกแล้วคัดเลือกข้อสอบเพียง 90 ข้อโดยเนื้อหา แบบทดสอบเรื่องการเลื่อนแกนทางขนานข้อสอบตั้งแต่ข้อ 1 – 22 ค่าความยากตั้งแต่ 0.41 – 0.63 ค่าความยากมาตรฐานตั้งแต่ 11.58 – 13.95 และ ค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.34 – 0.73 คัดเลือกข้อสอบเพียง 12 ข้อจากข้อสอบทั้งหมด 22 ข้อมี ค่าความยากตั้งแต่ 0.45 – 0.63 ค่าความยากมาตรฐานตั้งแต่ 12.51 – 13.49 และค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.40 – 0.66 แบบทดสอบเรื่องวงกลมข้อสอบตั้งแต่ข้อ 23 – 72 มีค่าความยากตั้งแต่ 0.34 – 0.72 ค่าความยากมาตรฐานตั้งแต่ 10.57 – 15.19 และค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ -0.12 – 0.90 คัดเลือกข้อสอบเพียง 24 ข้อ จากข้อสอบทั้งหมด 50 ข้อมีค่าความยากตั้งแต่ 0.34 – 0.72 ค่าความยากมาตรฐานตั้งแต่ 10.57 – 14.69 และค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.26 – 0.90 แบบทดสอบเรื่อง พาราโบลาข้อสอบตั้งแต่ข้อ 73 – 117 ค่าความยากตั้งแต่ 0.17 – 0.62 ค่าความยากมาตรฐานตั้งแต่ 11.69 – 16.78 และค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.12 – 0.95 คัดเลือกข้อสอบเพียง 24 ข้อ จากข้อสอบทั้งหมด 45 ข้อ มีค่าความยากตั้งแต่ 0.17 – 0.62 ค่าความยากมาตรฐานตั้งแต่ 12.00 – 16.78 และค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.21 – 0.85 แบบทดสอบเรื่องวงรีข้อสอบตั้งแต่ข้อ 118 – 153 ค่าความยากตั้งแต่ 0.22 – 0.87 ค่าความยากมาตรฐานตั้งแต่ 8.46 – 16.06 และค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.17– 0.89 คัดเลือกข้อสอบเพียง 18 ข้อจากข้อสอบทั้งหมด 36 ข้อ มีค่าความยากตั้งแต่ 0.25 – 0.87 ค่าความยากมาตรฐานตั้งแต่ 8.46 – 15.74 และค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.17 – 0.86 และแบบทดสอบเรื่องไฮเพอร์โบลา ข้อสอบตั้งแต่ข้อ 154 – 180 ค่าความยากตั้งแต่ 0.08 – 0.71 ค่าความยากมาตรฐานตั้งแต่ 10.75 – 18.66 และค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ -0.10 – 0.66 คัดเลือกข้อสอบเพียง 12 ข้อ จากข้อสอบทั้งหมด 27 ข้อ มีค่าความยากตั้งแต่ 0.23 – 0.71 ค่าความยากมาตรฐานตั้งแต่ 10.75 – 15.93 และค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.23 – 0.59

3. ค่าความยาก (p) ค่าความยากมาตรฐาน (Δ) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบที่คัดเลือกมาใช้ในการทำแบบทดสอบปริมาตรวิชาคณิตศาสตร์ ค 012 เรื่อง ภาคตัดกรวยจำนวน 55 ข้อ และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบปริมาตรวิชาคณิตศาสตร์ ค 012 เรื่อง ภาคตัดกรวย

ผู้วิจัยนำแบบทดสอบที่คัดเลือกไว้จำนวน 90 ข้อนำมาคัดเลือกอีกครั้งให้เหลือข้อสอบเพียง 55 ข้อเพื่อนำมาใช้ในการสร้างแบบทดสอบปริมาตรที่ทดสอบด้วยคอมพิวเตอร์ เรื่อง ภาคตัดกรวย ทั้งหมด 10 ชั้น ภาพประกอบ 20 คัดเลือกโดยค่าความยากมาตรฐานและค่าอำนาจจำแนกได้ผล ดังตาราง 5



ภาพประกอบ 20 การสร้างแบบทดสอบปรัมาัดสำหรับใช้ทดสอบตัวคอมพิวเตอร์โดยใช้ค่าความยากมาตรฐาน

ตาราง 5 ค่าความยากมาตรฐาน (Δ)และค่าอำนาจจำแนก (r) ทดสอบชนิดเลือกตอบ 5
ตัวเลือก วิชาคณิตศาสตร์ ค 012ที่ใช้สร้างเป็นแบบทดสอบปิรามิดที่ทดสอบด้วย
คอมพิวเตอร์ จำนวน 55 ข้อ และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบปิรามิด

ชั้นที่	ข้อที่	จำนวนข้อ	Δ	r
1	1	1	13.00	0.57
2	2,3	2	12.51 – 13.49	0.38 – 0.66
3	4,5,6	3	12.00 – 14.10	0.41 – 0.86
4	7,8,9,10	4	11.58 – 14.53	0.33 – 0.64
5	11,12,13,14,15	5	11.20 – 14.91	0.26 – 0.82
6	16,17,18,19,20,21	6	10.81 – 15.55	0.19 – 0.80
7	22,23,24,25,26,27,28	7	10.57 – 15.74	0.17 – 0.72
8	29,30,31,32,33,34,35,36	8	10.45 – 15.99	0.24 – 0.86
9	37,38,39,40,41,42,43,44,45	9	9.59 – 16.41	0.26 – 0.90
10	46,47,48,49,50,51,52,53,54,55	10	8.46 – 16.78	0.21 – 0.71
	รวม	55	$r_{tt} = 0.87$	

จากตาราง 5 ผู้วิจัยนำแบบทดสอบชนิดเลือกตอบ 5 ตัวเลือก วิชา ค 012 คณิตศาสตร์
ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่องภาคตัดกรวยที่คัดเลือกไว้ 55 ข้อมาสร้างเป็น
แบบทดสอบปิรามิดที่ทดสอบด้วยคอมพิวเตอร์จำนวน 10 ชั้น ดังนี้ ชั้นที่ 1 มีข้อสอบ 1 ข้อ
ค่าความยากมาตรฐานเท่ากับ 13.00 และค่าอำนาจจำแนกเท่ากับ 0.57 ชั้นที่ 2 มีข้อสอบ 2 ข้อ
ค่าความยากมาตรฐานตั้งแต่ 12.51 -13.49 และ ค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.38 – 0.66 ชั้นที่ 3
มีข้อสอบ 3 ข้อ ค่าความยากมาตรฐานตั้งแต่ 12.00 – 14.10และค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่
0.41 – 0.86 ชั้นที่ 4 มีข้อสอบ 4 ข้อค่าความยากมาตรฐานตั้งแต่ 11.58 – 14.53 และ
ค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.33 – 0.64 ชั้นที่ 5 มีข้อสอบ 5 ข้อ ค่าความยากมาตรฐานตั้งแต่
11.20 – 14.91 และค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.26 – 0.82 ชั้นที่ 6 มีข้อสอบ 6 ข้อ
ค่าความยากมาตรฐานตั้งแต่ 10.81 – 15.55 และค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.19 – 0.80
ชั้นที่ 7 มีข้อสอบ 7 ข้อ ค่าความยากมาตรฐานตั้งแต่ 10.57 – 15.74 และค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่
0.17 – 0.72 ชั้นที่ 8 มีข้อสอบ 8 ข้อ ค่าความยากมาตรฐานตั้งแต่ 10.45 – 15.99 และ

ค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.24 - 0.86 ชั้นที่ 9 มีข้อสอบ 9 ข้อ ค่าความยากมาตรฐานตั้งแต่ 9.59 - 16.41 และค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.26 - 0.90 และชั้นที่ 10 มีข้อสอบ 10 ข้อ ค่าความยากมาตรฐานตั้งแต่ 8.46 - 16.78 และค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.21 - 0.71 เมื่อนำแบบทดสอบที่สร้างเป็นแบบทดสอบปิรามิดสำหรับทดสอบด้วยคอมพิวเตอร์ไปทดสอบกับกลุ่มเป้าหมายจำนวน 130 คน ได้ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบปิรามิดสำหรับทดสอบด้วยคอมพิวเตอร์เรื่องภาคตัดกรวยคำนวณโดยใช้ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของเพียร์สัน(Pearson product-moment coefficient correlation) เท่ากับ 0.87 แสดงว่าแบบทดสอบปิรามิดสำหรับทดสอบด้วยคอมพิวเตอร์ เรื่อง ภาคตัดกรวย มีค่าความเชื่อมั่นค่อนข้างสูง

บทที่ 5

สรุปผล อภิปราย และข้อเสนอแนะ

จุดมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า

1. เพื่อสร้างแบบทดสอบปรัamidวิชาคณิตศาสตร์สำหรับทดสอบด้วยคอมพิวเตอร์ของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4
2. เพื่อหาคุณภาพของแบบทดสอบปรัamidสำหรับใช้ทดสอบด้วยคอมพิวเตอร์ของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

กลุ่มเป้าหมายที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า

กลุ่มเป้าหมายที่ใช้ในการสร้างแบบทดสอบปรัamidสำหรับทดสอบด้วยคอมพิวเตอร์ วิชา ค 012 คณิตศาสตร์เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2545 ในจังหวัดกรุงเทพมหานคร จังหวัดนนทบุรีและจังหวัดปทุมธานี สังกัดกรมสามัญศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ จำนวน 680 คน โดยจำแนกตามจังหวัด โรงเรียน และการทดสอบในแต่ละครั้ง

เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า

เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าเป็นแบบทดสอบปรัamidวิชาคณิตศาสตร์สำหรับทดสอบด้วยคอมพิวเตอร์ของชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่องภาคตัดกรวย ที่ผู้วิจัยสร้างเป็นแบบทดสอบเลือกตอบจำนวน 180 ข้อ และเพื่อให้ในการสอบมีประสิทธิภาพผู้วิจัยจึงได้จัดทำแบบทดสอบออกเป็น 3 ฉบับ ฉบับละ 60 ข้อ ดังรายละเอียดดังนี้

ฉบับที่ 1 ประกอบด้วยเนื้อหาเรื่องการเลื่อนแกนทางขนาน จำนวน 22 ข้อ และ

เรื่องวงกลมจำนวน 38 ข้อ รวมทั้งหมด 60 ข้อ

ฉบับที่ 2 ประกอบด้วยเนื้อหาเรื่องวงกลม จำนวน 12 ข้อ และ เรื่องพาราโบลาจำนวน

45 ข้อ และเรื่อง วงรี 3 ข้อ รวมทั้งหมด 60 ข้อ

ฉบับที่ 3 ประกอบด้วยเนื้อหา เรื่อง วงรี 33 ข้อ และเรื่องไฮเพอร์โบลา 27 ข้อ

รวมทั้งหมด 60 ข้อ

วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า

ในการดำเนินการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ ผู้วิจัยใช้กลุ่มเป้าหมายจากนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2545 ของโรงเรียนดอนเมืองจตุรจินดา จำนวน 130 คน

นำแบบทดสอบปรีรามิดที่ทดสอบด้วยคอมพิวเตอร์วิชาคณิตศาสตร์เรื่องภาคตัดกรวยให้กลุ่มเป้าหมายเพื่อทำการทดสอบครั้งที่ 1 (Pre Test) หลังจากนั้น 2 สัปดาห์นำแบบทดสอบปรีรามิดที่ทดสอบด้วยคอมพิวเตอร์วิชาคณิตศาสตร์เรื่องภาคตัดกรวยทำการทดสอบครั้งที่ 2 (Post Test) แล้วนำผลการสอบทั้ง 2 ครั้งเพื่อหาความเชื่อมั่นของแบบทดสอบคำนวณโดยใช้ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของเพียร์สัน (Pearson product – moment coefficient correlation)

สรุปผลการวิเคราะห์ข้อมูล

จากการวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้ศึกษาค้นคว้าสามารถสรุปผลการวิเคราะห์ข้อมูลได้ดังนี้ การศึกษาครั้งนี้ มีจุดมุ่งหมายเพื่อสร้างแบบทดสอบปรีรามิดสำหรับทดสอบด้วยคอมพิวเตอร์วิชา คณิตศาสตร์ ค 012 ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่องภาคตัดกรวย ซึ่งมีวิธีการดำเนินการสร้างแบบทดสอบ โดยทำการทดสอบ 3 ครั้ง ในการทดสอบครั้งแรกเป็นการนำผลมาหาค่าความยาก ค่าความยากมาตรฐานและค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบจำนวน 180 ข้อ ซึ่งทดสอบกับนักเรียนจำนวน 550 คน ได้ค่าความยากระหว่าง 0.08 – 0.87 ค่าความยากมาตรฐานระหว่าง 8.46 – 22.34 และค่าอำนาจจำแนกระหว่าง -0.12 – 0.95 จากนั้นคัดเลือกข้อสอบเพียง 90 ข้อ ที่มีค่าความยากระหว่าง 0.17 – 0.87 ค่าความยากมาตรฐานระหว่าง 8.46 – 16.78 และค่าอำนาจจำแนกระหว่าง 0.17 – 0.90 เพื่อนำมาสร้างเป็นแบบทดสอบปรีรามิดโดยใช้กฎการเพิ่ม 1 ลด 1 สำหรับทดสอบด้วยคอมพิวเตอร์โดยใช้ข้อสอบเพียง 55 ข้อ จากข้อสอบที่คัดเลือกไว้ โดยมีค่าความยากระหว่าง 0.17 – 0.87 ค่าความยากมาตรฐานระหว่าง 8.46 – 16.78 และค่าอำนาจจำแนกระหว่าง 0.17- 0.90 แล้วจากนั้นนำแบบทดสอบปรีรามิดสำหรับทดสอบด้วยคอมพิวเตอร์ฉบับนี้ไปทดสอบกับนักเรียนกลุ่มเป้าหมายจำนวน 130 คน แล้วนำมาหาค่าความเชื่อมั่นด้วยวิธีการสอบซ้ำซึ่งมีค่าเท่ากับ 0.87 ดังนั้นจึงได้แบบทดสอบปรีรามิดสำหรับทดสอบด้วยคอมพิวเตอร์วิชาคณิตศาสตร์ ค 012 ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ตามต้องการ

อภิปรายผล

จากการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้มีจุดมุ่งหมายสำคัญคือ การสร้างแบบทดสอบปรีรามิดวิชาคณิตศาสตร์ ค 012 เรื่อง ภาคตัดกรวย ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เมื่อทำการศึกษาค้นคว้าเสร็จสิ้นผู้วิจัยจึงได้แบบทดสอบปรีรามิดสำหรับทดสอบด้วยคอมพิวเตอร์วิชาคณิตศาสตร์ ค 012 จำนวน 55 ข้อ ภายใต้กฎการเพิ่ม 1 ลด 1 ที่มีค่าความยากมาตรฐานระหว่าง 8.46 – 16.78 และค่าอำนาจจำแนกระหว่าง 0.17 – 0.90 และค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.87 ซึ่งมีค่าค่อนข้างสูงจึงถือว่าแบบทดสอบปรีรามิดนั้นมีผลการวัดที่มีความคงที่แน่นอนเชื่อถือได้ (ล้วน

สายยศและอังคณา สายยศ.2539:244) และสอดคล้องกับงานวิจัยของละมัย พรหมศร (2540) ที่สร้างแบบทดสอบปริมาตรชนิด 12 ชั้น ภายใต้กฎการแยกทางแบบเพิ่ม 1 ลด 1 โดยใช้โปรแกรม Authorware Professional 2.0 มีค่าอำนาจจำแนก 0.31 – 0.77 ค่าความยาก -3.17- +3.09 ค่าสัมประสิทธิ์การเดาอยู่ระหว่าง 0.07 – 0.29 และค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.79

ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะที่ได้จากผลการวิจัย

1.1 ในการนำแบบทดสอบปริมาตรสำหรับทดสอบด้วยคอมพิวเตอร์ไปใช้ในการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ค 012 เรื่องภาคตัดกรวยนั้น ครูผู้สอนจะต้องมีคอมพิวเตอร์ที่มีโปรแกรม Visual Basic ในเครื่องคอมพิวเตอร์ที่ใช้สำหรับการทดสอบด้วย เพราะแบบทดสอบปริมาตรที่สร้างขึ้นฉบับนี้ใช้ทดสอบด้วยคอมพิวเตอร์ที่ใช้โปรแกรม Visual Basic ดังนั้นเครื่องคอมพิวเตอร์ที่ใช้ในการทดสอบของแบบทดสอบปริมาตรดังกล่าวจะต้องมีโปรแกรม Visual Basic จึงจะสามารถอ่านข้อมูลจากหน่วยความจำได้

1.2 ในการจัดการสอบควรมีเครื่องคอมพิวเตอร์ที่ใช้ในการสอบได้ครบตามจำนวนนักเรียนที่จะทดสอบ เพื่อที่จะลดปัญหาในการสอบเพราะนักเรียนทุกคนจะได้สอบพร้อมกัน ไม่ต้องมาเสียเวลารอในการทำข้อสอบและจะใช้เวลาในการทำข้อสอบน้อยลง

1.3 การสร้างแบบทดสอบปริมาตรที่ใช้ทดสอบด้วยคอมพิวเตอร์เป็นเรื่องที่น่าสนใจมาก ผู้ที่สนใจที่ศึกษาในแนวทางนี้ควรจะมีความรู้ด้านคอมพิวเตอร์ในระดับที่สามารถเขียนโปรแกรมใช้งานได้ เพื่อที่จะได้พัฒนาโปรแกรมให้ได้ตรงตามจุดประสงค์ที่ต้องการและสามารถปรับปรุงแก้ไขโปรแกรมให้ได้ตามจุดประสงค์ที่ต้องการสามารถปรับปรุงแก้ไขโปรแกรมเพื่อทดสอบได้หลายลักษณะ

2. ข้อเสนอแนะที่ใช้ในการทำวิจัยต่อไป

2.1 ควรมีการสร้างแบบทดสอบปริมาตรสำหรับใช้ทดสอบด้วยคอมพิวเตอร์ในระดับชั้น ในวิชาอื่น ๆ และในระดับชั้นที่นอกเหนือจากการทำวิจัยครั้งนี้

2.2 ควรมีการสร้างแบบทดสอบปริมาตรสำหรับทดสอบด้วยคอมพิวเตอร์โดยใช้โปรแกรมชนิดอื่น เช่น โปรแกรม CAI โปรแกรม Authorware โปรแกรม Multimedia Toolbook เป็นต้น

บรรณานุกรม

บรรณานุกรม

- ขรรค์ชัย คงเสน่ห์. (2532,มกราคม – เมษายน). แบบทดสอบสองชั้นตอน. แบบทดสอบ. 10(30) : 41-46.
- คู่มือครูคณิตศาสตร์ ค 012 ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย.(2536)
- จิราพร ไกรสรวิเวท. (2529). ความสัมพันธ์ระหว่างรูปแบบบางประการของแบบทดสอบรูปปริมาตรกับความสามารถทางการเรียนในวิชาคณิตศาสตร์.ปริญญาโท กศ.ม. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
ถ่ายเอกสาร.
- ชวาล แพรัตกุล. (2509). เทคนิคการวัดผล. กรุงเทพฯ : วัฒนาพานิช.
- (2516). เทคนิคการวัดผล. กรุงเทพฯ : วัฒนาพานิช.
- ค่าย เชียงฉวี.(2534). การศึกษาเปรียบเทียบความคลาดเคลื่อนในการประมาณค่าความสามารถของ
ผู้สอบจากการทดสอบเทเลอรัูปปริมาตรแบบต่าง ๆ. รายงานการวิจัย. ถ่ายเอกสาร.
- ทิพย์รัตน์ กิจเจลา.(2543). การสร้างแบบทดสอบอิงเกณฑ์วิชาคณิตศาสตร์เรื่องสมบัติของจำนวนนับ
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 . ปริญญาโท กศ.ม. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร
- นริศ สวัสดิ์.(2533). ความสัมพันธ์ระหว่างคะแนนของแบบทดสอบสองชั้นตอนและคะแนนของ
แบบทดสอบรูปปริมาตร. ปริญญาโท กศ.ม. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- บุญชม ศรีสะอาด. (2532). การวิจัยเบื้องต้น. มหาสารคาม : อภิชาติการพิมพ์.
- บุญเชิด ภิญโญอนันตพงษ์.(2521) การวัดและการประเมินผลการศึกษา.กรุงเทพฯ : ภาควิชาพื้นฐาน
การศึกษามหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- พรเทพ เมืองแมน.(2544). หลักการออกแบบและสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนด้วยโปรแกรม
Authorware 5. สงขลา : มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์วิทยาเขตปัตตานี.
- พวงรัตน์ ทวีรัตน์. (2531). วิธีการวิจัยทางพฤติกรรมศาสตร์และสังคมศาสตร์.กรุงเทพฯ .
- ภัทรา นิคมานนท์. (2532). การประเมินผลและการสร้างแบบทดสอบ. ภาควิชาทดสอบและวิจัย
การศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ วิทยาลัยครูจันทระเกษม.
- ยีน กูวรวรรณ. (2531,กุมภาพันธ์). "การใช้คอมพิวเตอร์ช่วยในการเรียนการสอน," ใน
ไมโครคอมพิวเตอร์. 36 (2) : 120-129.
- ระวีวรรณ พันธุ์พานิช. (2532). เอกสารประกอบการสอนการวัดผลการศึกษา. ภาควิชาพื้นฐานของ
การศึกษา คณะศึกษาศาสตร์. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- ระจิต ดรีพุทธรัตน์,ไพศาล สุวรรณน้อยและสมพงษ์ พันธุ์รัตน์. (2535). ความสอดคล้องของคะแนน
ผลการสอบจากแบบทดสอบปริมาตรในวิชาเคมี ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่วิเคราะห์ข้อสอบ โดย
ทฤษฎีคุณลักษณะแฝงกับทฤษฎีดั้งเดิม. ปริญญาโท กศ.ม. มหาวิทยาลัยขอนแก่น.ถ่ายเอกสาร.
- ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. (2539). เทคนิคการวัดผลการเรียนรู้. กรุงเทพฯ : สุวีริยาสาส์น.

- ละมัย พรหมศร. (2540). การสร้างแบบทดสอบปิรามิดสำหรับใช้ทดสอบด้วยคอมพิวเตอร์วิชา
คณิตศาสตร์ เรื่อง ภาคตัดกรวย สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. ปรินญา กศ.ม. มหาวิทยาลัย
มหาสารคาม. ถ่ายเอกสาร.
- วีระ ไทยพานิช. (2527). "บทเรียนและปัญหาของการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอน," ในรวมบทความ
เทคโนโลยีทางการศึกษา. กรุงเทพฯ :
- สงกรานต์ ชุนพรหม.(2542).การสร้างแบบทดสอบวัดจุดประสงค์การเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ระดับ
มัธยมศึกษาปีที่ 2 ของโรงเรียนสมุทรปราการ. ปรินญาณิพนธ์ กศ.ม. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
ถ่ายเอกสาร.
- สว่างดี บุญปลูก. (2534). การศึกษาความเที่ยงตรงในการจำแนกความรอบรู้และการประมาณค่า
ความสามารถในวิชาคณิตศาสตร์จากการใช้แบบทดสอบอิงเกณฑ์และแบบทดสอบเทเลอร์บาง
รูปแบบ. ปรินญาณิพนธ์ กศ.ม. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- สุนันท์ ศลโกสุม. (2524). การประเมินผลการศึกษา. สำนักทดสอบทางการศึกษาและจิตวิทยา
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- สำเร็จ บุญเรืองรัตน์.(2527). ทฤษฎีการวัดและประเมินผลการศึกษา.สำนักทดสอบทางการศึกษา
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- เสริมศักดิ์ วิชาลาภรณ์ และเอนกกุล กรีนแสง.(2522). หลักเบื้องต้นของการวัดผลการศึกษา. กรุงเทพฯ :
พิมเนส.
- อนันต์ ศรีโสภา. (2522). ทฤษฎีการวัดและการทดสอบ.กรุงเทพฯ.
- เอนก เพ็ชรอนุกุลบุตร. (2522). การวัดและการประเมินผลทางการศึกษา. ภาควิชาการวัดและการวิจัย
คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยรามคำแหง.
- Blackmore, Lois Marie. (1987,January). "Computerized, Computerized Adaptive and Pencil-
and-paper Test Administrations: A Comparative Study in a high School Setting,"
Dissertation Abstracts International. 47(07) :2554-A.
- Brennan, R. L. (1983). "A Generalized upper - lower Item Discrimination Index". Education
and Psychological Measurement.
- Glasser. R. (ED.) (1978). *Advanced in Instrucational Psychology*. V.1 New York: John Wiley &
Sons.
- Ho, Rong-Guey. (1989,August). "Using MicroCAT in Computerized Adaptive Testing :
A Comparison of three Adaptive Testing Strategies." Dissertation Abstracts International.
50(2): 421-A.

- Krathwohl, D.R. and Huyser, R.J. (1956). *The sequential item test (SIT)*. *American Psychologist*. 2(1) : 419.
- Larkin, Kevin C. and D.J. Weiss. (1975). "An Empirical Comparison of Two-Stage and Pyramidal Adaptive Ability Testing," Research Report 27 ; University of Minnesota Minneapolis.
- Lord, F.M. (1970). *Some test theory for tailored testing*. In W.H. Holtman (Ed.), *Computer – Assisted Instruction, Testing And Guidance*. New York : Harper and Row.
- Lord, F.M. (1971). *Robbins-Monro Procedures for tailored testing*. *Educational and Psychological Measurement*. 31(1) : 3-31.
- Pronis, John. (1977). *Running Press Glossary of Computer Terms*. New Jersey : Kaiman & Polon, Inc.
- Weiss ,D.J and G. Gage Kingsbury.(1984). *Application of Computerized Adaptive Testing to Education Problems*. *Journal of Educational Measurement*.
- Weiss,David J. Z(1975).*Strategies of Adaptive Ability Measurement*. *Research Report, Psychometric Method Program, Department of Psychology,University of Minnesota Minneapolis*.
- Wood,R. (1969). *The efficiency of tailored testing*. *Educational Research*. 11(1) : 219-222.
- Zinn, K.L. (1976, July). "Computer – Assisted Instruction. [CAI]," *Encyclopedia of Computer Science*. 12(3) : 268 – 270.

ภาคผนวก ก
รายนามผู้เชี่ยวชาญ

ภาคผนวก ข
แบบทดสอบวิชาคณิตศาสตร์ที่ใช้สร้างเป็นแบบทดสอบ
ปริมาตรสำหรับทดสอบด้วยคอมพิวเตอร์

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์วิชาคณิตศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่องภาคตัดกรวย

คำชี้แจง

1. แบบทดสอบฉบับนี้เป็นแบบทดสอบแบบปรนัยชนิดเลือกตอบ 5 ตัวเลือก มีข้อคำถามทั้งหมด 55 ข้อ และใช้เวลาในการสอบ 50 นาที
2. จากตัวเลือกทั้งหมด 5 ตัวเลือก จะมีคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียวให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียวเท่านั้นแล้วพิมพ์คำตอบที่ถูกต้องลงในช่องที่กำหนดไว้บนหน้าจอคอมพิวเตอร์
3. ตัวอย่างคำถาม

พิมพ์คำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียว(ก ข ค ง และ จ)ในช่องสี่เหลี่ยมตามที่ถูกระบุ

ภาพประกอบ 21 วิธีการพิมพ์คำตอบบนแบบทดสอบปริมาตรวิชาคณิตศาสตร์

1. เส้นตรง AB สัมผัสกับกราฟวงกลม $(x, y) \mid x^2 + y^2 = 9$ ที่จุด A $(2, \sqrt{5})$ และตัดแกน x ที่จุด B จากจุด A ลากเส้นตั้งฉากกับแกน x ที่จุด C แล้ว BC มีความยาวกี่หน่วย

- ก. 1
- ข. 1.5
- ค. 2
- ง. 2.5
- จ. 3

2. ความสัมพันธ์ของวงรีที่กำหนดให้เป็น $16x^2 + 25y^2 = 400$ ข้อใดต่อไปนี้ ไม่ถูกต้อง

- ก. $F = (\pm 3, 0)$
- ข. $V = (\pm 5, 0)$
- ค. LR = 6.4 หน่วย
- ง. จุดปลายแกนโท $(0, \pm 4)$
- จ. ตัดแกน y ที่จุด $(\pm 5, 0)$

3. ถ้า A เป็นจุดกึ่งกลางระหว่างจุด $(-3, 8)$ และ $(9, 16)$ แล้วความยาวของเส้นผ่านศูนย์กลางวงกลมที่มี A เป็นจุดศูนย์กลาง และสัมผัสเส้นตรง $x = 1$ เท่ากับข้อใด

- ก. 2
- ข. 3
- ค. 4
- ง. 5
- จ. 6

4. ถ้าความสัมพันธ์ของสมการพาราโบลา เป็น $y^2 - 4y - 12x + 16 = 0$ จุดยอดที่จุด C และมีเส้นตรง AB เป็นลาตาเลคคัมแล้ว สามเหลี่ยม ABC มีพื้นที่กี่ตารางหน่วย

- ก. 9
- ข. 18
- ค. 27
- ง. 36
- จ. 45

5. ระยะระหว่างจุดโฟกัสของพาราโบลาที่มีสมการเป็น $x^2 = -20y$ ไปยังเส้นตรง $3x + 4y - 5 = 0$ มีความยาวกี่หน่วย

- ก. 3
- ข. 4
- ค. 5
- ง. 6
- จ. 7

6. ความสัมพันธ์ของวงรีที่กำหนดให้เป็น $225x^2 + 289y^2 = 65025$ แล้ว ลาตาเลคคัมยาวกี่หน่วย

- ก. 26.47
- ข. 26.46
- ค. 26.45
- ง. 26.44
- จ. 26.43

7. จุด P (-3,-5) เป็นจุดที่อยู่ห่างจากแกน y ไปทางซ้ายกี่หน่วย

- ก. 0 หน่วย
- ข. 1 หน่วย
- ค. 2 หน่วย
- ง. 3 หน่วย
- จ. 4 หน่วย

8. ไฮเพอร์โบลามีจุดศูนย์กลางอยู่ที่ (0,0) โฟกัสอยู่ที่ $(\pm 5,0)$ และ $(0,3)$ เป็นจุดปลายข้างหนึ่งของแกนสังยุค แล้วความสัมพันธ์ของไฮเพอร์โบลาคือข้อใด

- ก. $16x^2 - 9y^2 = 144$
- ข. $9x^2 - 16y^2 = 144$
- ค. $16y^2 - 9x^2 = 144$
- ง. $9x^2 + 16y^2 = 144$
- จ. $16y^2 + 9x^2 = 144$

9. ความสัมพันธ์ของกราฟพาราโบลาที่มีจุดยอดอยู่ที่ (0,3) และโฟกัสอยู่ที่ (0,-1) แล้วความสัมพันธ์ของกราฟพาราโบลา คือข้อใด

- ก. $y^2 + 16x - 48 = 0$
- ข. $x^2 - 16y - 48 = 0$
- ค. $y^2 + 16x + 48 = 0$
- ง. $x^2 + 16y + 48 = 0$
- จ. $y^2 + 16y - 48 = 0$

10. เส้นสัมผัสวงกลมที่ลากจากจุด (1,6) ไปสัมผัสกับวงกลม

$$x^2 + y^2 + 2x + y + 4 = 0$$

แล้วเส้นสัมผัสเส้นนี้จะมีความยาวกี่หน่วย

- ก. 3
- ข. 4
- ค. 5
- ง. 6
- จ. 7

11. วงรีมีโฟกัสอยู่ที่ $(\pm 3,0)$ และผลบวกของระยะทางจากจุดใด ๆ บนวงรีไปยังโฟกัสทั้งสองเท่ากับ 8 หน่วย แล้วความสัมพันธ์ของวงรีวงนี้คือข้อใด

- ก. $16y^2 + 7x^2 = 112$
- ข. $16y^2 + 7x^2 = 1$
- ค. $16y^2 + 7x^2 = -112$
- ง. $7y^2 + 16x^2 = 112$
- จ. $7y^2 + 16x^2 = 1$

12. ถ้า AD เป็นเส้นมัธยฐานเส้นหนึ่งของสามเหลี่ยมที่จุดยอดอยู่ที่ A(2,8) B(0,0) และ C (6,2) แล้วระยะทางระหว่างจุด D ถึงจุดโฟกัสของพาราโบลา

$$(x - 1)^2 = 16(y - 1) \text{ ยาวกี่หน่วย}$$

- ก. $3\sqrt{2}$
- ข. $2\sqrt{5}$
- ค. $\sqrt{41}$
- ง. $6\sqrt{2}$
- จ. $3\sqrt{5}$

13. สมการพาราโบลาที่กำหนดเป็น $y = 4x^2 - 15x + c$ กราฟพาราโบลา สัมผัสแกน X แล้ว C มีค่าเท่าใด

- ก. $\frac{15}{4}$
- ข. $-\frac{15}{4}$
- ค. $\frac{225}{16}$
- ง. $-\frac{225}{16}$
- จ. $\frac{15}{16}$

14. พาราโบลารูปหนึ่งผ่านจุดตัดของเส้นตรง $y = x$ กับวงกลม $x^2 + y^2 + 6x = 0$ และมีแกน X เป็นแกนสมมาตรแล้ว พาราโบลารูปนี้ผ่านจุดใด

- ก. (3,3)
- ข. $(1, \sqrt{3})$
- ค. (-2,6)
- ง. $(-4, \sqrt{12})$
- จ. $(3, \sqrt{3})$

15. ความสัมพันธ์ของวงรีที่กำหนดเป็น $48x^2 + 64y^2 = 3072$ และข้อความที่กำหนดต่อไปนี้ข้อใด

- 1. แกนโทยาว $8\sqrt{3}$ หน่วย
- 2. ผลบวกของระยะทางจากจุดใด ๆ บนวงรีไปยังโฟกัสทั้งสองของวงรีเท่ากับ 16 หน่วย

จากข้อความที่กำหนดให้ข้อใดถูกต้อง.

- ก. ข้อ 1,2 ถูกต้อง
- ข. ข้อ 1,2 ไม่ถูกต้อง
- ค. ข้อ 1 ถูกแต่ข้อ 2 ไม่ถูก
- ง. ข้อ 1 ไม่ถูก แต่ข้อ 2 ถูก
- จ. ข้อ 1 ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียว

16. ความสัมพันธ์ของวงรี ที่กำหนดให้ $100x^2 + 64y^2 = 6400$ แล้วแกนโทมีความยาวกี่หน่วย

- ก. 14
- ข. 15
- ค. 16
- ง. 17
- จ. 18

17. ความหมายของพาราโบลาคือข้อใด

ก. เซตของจุดทุกจุดบนระนาบที่ที่ระยะห่างจากจุดคงที่จุดหนึ่งเป็นระยะคงที่เสมอ

ข. เซตของจุดทุกจุดที่อยู่บนระนาบซึ่งอยู่ห่างจากเส้นตรงคงที่เส้นหนึ่งบนระนาบและจุดคงที่จุดหนึ่งบนระนาบเป็นระยะทางเท่ากันเสมอ

ค. เซตของจุดทุกจุดที่อยู่บนระนาบซึ่งผลบวกของระยะทางจากจุดใด ๆ ในเซตนี้ไปยังจุดคงที่สองจุดมีค่าคงตัวโดยค่าคงตัวมากกว่าระยะระหว่างจุดคงที่ทั้งสอง

ง. เซตของจุดทุกจุดที่อยู่บนระนาบซึ่งผลต่างของระยะทางจากจุดใด ๆ ในเซตนี้ไปยังจุดคงที่สองจุดมีค่าคงตัวและค่าคงตัวมากกว่าศูนย์แต่มีค่าน้อยกว่าระยะระหว่างจุดคงที่ทั้งสอง

จ. เซตของจุดทุกจุดที่อยู่บนระนาบซึ่งผลคูณของระยะทางจากจุดใด ๆ ในเซตนี้ไปยังจุดคงที่สองจุดมีค่าคงตัวและค่าคงตัวมากกว่าศูนย์แต่มีค่าน้อยกว่าระยะระหว่างจุดคงที่ทั้งสอง

18. จุด $P(x,y)$ เป็นจุดที่อยู่ห่างจากแกน y ไปทางขวามือกี่หน่วย

ก. y หน่วย

ข. $x+y$ หน่วย

ค. $x+x$ หน่วย

ง. $x-y$ หน่วย

จ. x หน่วย

19. ถ้าเส้นแกนทางขนานไปโดยใช้จุด $(1,2)$ เป็นจุดกำเนิดใหม่พิกัดของจุด $(2,3)$ เมื่อเทียบกับ จุดบนแกนพิกัดใหม่แล้วจุด y' อยู่ที่จุดใด

ก. $y' = y + 3$

ข. $y' = x + 3$

ค. $y' = 2 - h$

ง. $y' = 3 - h$

จ. $y' = 2 - k$

20. ถ้าภาคตัดกรวยมีสมการเป็น

$$9x^2 - 16y^2 - 18x - 64y - 199 = 0$$

แล้วผลบวกของระยะทางระหว่างโฟกัสกับ

เส้นตรง $L : 2x + 3y = 5$ ยาวกี่หน่วย

ก. $\frac{18}{\sqrt{13}}$

ข. $\frac{19}{\sqrt{13}}$

ค. $\frac{20}{\sqrt{13}}$

ง. $\frac{21}{\sqrt{13}}$

จ. $\frac{22}{\sqrt{13}}$

21. ถ้าจุด (h,k) เป็นจุดกึ่งกลางระหว่างจุดยอดทั้งสองของไฮเพอร์โบลาซึ่งมีสมการคือ $x^2 - 4y^2 + 24y - 32 = 0$ แล้วจุด (h,k) ของไฮเพอร์โบลารูปนี้คือจุดใด

ก. $(0,-3)$

ข. $(-3,0)$

ค. $(0,0)$

ง. $(3,0)$

จ. $(0,3)$

22. วงรีที่มีจุดศูนย์กลางอยู่ที่ (0,0)
แกนเอกอยู่บนแกน y ยาว 8 หน่วย
และ $LR = \frac{9}{2}$ หน่วยแล้วความสัมพันธ์
ของวงรีวงนี้คือข้อใด

ก. $9x^2 + 16y^2 = 441$

ข. $16y^2 + 9x^2 = 414$

ค. $9y^2 + 16x^2 = 144$

ง. $16y^2 + 9x^2 = 441$

จ. $9y^2 + 16x^2 = 414$

23. จากความสัมพันธ์ของวงรี

$$\frac{(x-h)^2}{a^2} + \frac{(y-k)^2}{b^2} = 1 \text{ ข้อใด}$$

ต่อไปนี้ถูกที่สุด

ก. จุดศูนย์กลาง

$$(h, k), V = (h \pm b, k)$$

$$F = (h \pm a, k)$$

ข. จุดศูนย์กลาง

$$(h, k), V = (h \pm a, k)$$

$$F = (h \pm c, k)$$

ค. จุดศูนย์กลาง

$$(h, k), V = (h \pm b, k)$$

$$F = (h \pm c, k)$$

ง. จุดศูนย์กลาง

$$(h \pm b, k), V = (h, k \pm a)$$

$$F = (h, k \pm c)$$

จ. จุดศูนย์กลาง

$$(h \pm a, k), V = (h, k \pm b)$$

$$F = (h, k \pm c)$$

24. ความหมายของวงรีคือข้อใด

ก. เซตของจุดทุกจุดบนระนาบที่
ระยะห่างจากจุดคงที่จุดหนึ่งเป็นระยะคงที่
เสมอ

ข. เซตของจุดทุกจุดที่อยู่บนระนาบ
ซึ่งอยู่ห่างจากเส้นตรงคงที่เส้นหนึ่งบน
ระนาบและจุดคงที่จุดหนึ่งบนระนาบเป็น
ระยะทางเท่ากันเสมอ

ค. เซตของจุดทุกจุดที่อยู่บนระนาบ
ซึ่งผลบวกของระยะทางจากจุดใด ๆ ในเซต
นี้ไปยังจุดคงที่สองจุดมีค่าคงตัวโดยค่า
คงตัวมากกว่าระยะระหว่างจุดคงที่ทั้งสอง

ง. เซตของจุดทุกจุดที่อยู่บน
ระนาบซึ่งผลต่างของระยะทางจากจุดใด ๆ
ในเซตนี้ไปยังจุดคงที่สองจุดมีค่าคงตัวและ
ค่าคงตัวมากกว่าศูนย์แต่มีค่าน้อยกว่าระยะ
ระหว่างจุดคงที่ทั้งสอง

จ. เซตของจุดทุกจุดที่อยู่บนระนาบ
ซึ่งผลคูณของระยะทางจากจุดใด ๆ ในเซต
นี้ไปยังจุดคงที่สองจุดมีค่าคงตัวและค่าคง
ตัวมากกว่าศูนย์แต่มีค่าน้อยกว่าระยะ
ระหว่างจุดคงที่ทั้งสอง

25. กำหนดสมการวงกลมคือ

$$x^2 + y^2 - 2x + 2y - 2 = 0$$

ถ้าพาราโบลารูปหนึ่งมีจุดยอดอยู่ที่จุดศูนย์กลางของวงกลมแกนของพาราโบลาขนานกับแกน x และพาราโบลาผ่านจุด $(3,-5)$ แล้วข้อใดต่อไปนี้ ไม่ถูกต้อง

ก. สมการพาราโบลาคือ

$$x^2 + y^2 - 2x + 2y - 2 = 0$$

ข. $V = (1,-1)$

ค. $F = (3,-1)$

ง. $LR = 8$ หน่วย

จ. ไตเรกตริกซ์คือ $x = -1$

26. วงกลมที่มีจุดศูนย์กลางอยู่ที่ $(5,-6)$ และจุดปลายของเส้นผ่านศูนย์กลางข้างหนึ่งอยู่ที่จุด $(10,-6)$ แล้วความสัมพันธ์ของวงกลมวงนี้เป็นข้อใด

ก. $x^2 + y^2 + 10x + 12y + 36 = 0$

ข. $x^2 + y^2 + 10x - 12y + 36 = 0$

ค. $x^2 + y^2 - 10x + 12y + 36 = 0$

ง. $x^2 + y^2 - 10x + 12y - 36 = 0$

จ. $x^2 + y^2 - 10x - 12y - 36 = 0$

27. ความสัมพันธ์ไฮเพอร์โบลา

$$49y^2 - 16x^2 = 784$$

แล้วสมการเส้นกำกับของไฮเพอร์โบลารูปนี้คือข้อใด

ก. $y = \pm \frac{4}{7}x$

ข. $x = \pm \frac{4}{7}y$

ค. $y = \pm \frac{7}{4}x$

ง. $x = \pm \frac{7}{4}y$

จ. $y = \pm \frac{4}{7}y$

28. ความสัมพันธ์ของวงรีที่กำหนดให้เป็น

$$9x^2 + 25y^2 + 18x - 100y - 116 = 0$$

ข้อใดต่อไปนี้ ถูกต้องที่สุด

ก. $(h,k) = (-1,2)$ $V = (-1,5)$

ข. $F = (-1,4)$ $LR = 4$ หน่วย

ค. $2k + 3a - b = 12$

ง. $h + k + a - b - c = -1$

จ. ความยาวแกนเอก 8 หน่วย

ความยาวแกนโท 10 หน่วย

29. วงรีที่มีจุดปลายแกนเอกอยู่ที่

$(\pm 10,0)$ ความยาวของลาตจาลอคค์เท่ากับ 5 หน่วยแล้วความสัมพันธ์ของวงรีวงนี้เป็นข้อใด

ก. $25y^2 + 100x^2 = 2500$

ข. $100y^2 + 25x^2 = 2050$

ค. $25y^2 + 100x^2 = 2005$

ง. $100y^2 + 25x^2 = 2500$

จ. $25y^2 + 100x^2 = 2050$

30. ความหมายของไฮเพอร์โบลาคือข้อใด

ก. เซตของจุดทุกจุดบนระนาบที่ระยะห่างจากจุดคงที่จุดหนึ่งเป็นระยะคงที่เสมอ

ข. เซตของจุดทุกจุดที่อยู่บนระนาบซึ่งอยู่ห่างจากเส้นตรงคงที่เส้นหนึ่งบนระนาบและจุดคงที่จุดหนึ่งบนระนาบเป็นระยะทางเท่ากันเสมอ

ค. เซตของจุดทุกจุดที่อยู่บนระนาบซึ่งผลบวกของระยะทางจากจุดใด ๆ ในเซตนี้ไปยังจุดคงที่สองจุดมีค่าคงตัวโดยค่าคงตัวมากกว่าระยะระหว่างจุดคงที่ทั้งสอง

ง. เซตของจุดทุกจุดที่อยู่บนระนาบซึ่งผลต่างของระยะทางจากจุดใด ๆ ในเซตนี้ไปยังจุดคงที่สองจุดมีค่าคงตัวและค่าคงตัวมากกว่าศูนย์แต่มีค่าน้อยกว่าระยะระหว่างจุดคงที่ทั้งสอง

จ. เซตของจุดทุกจุดที่อยู่บนระนาบซึ่งผลคูณของระยะทางจากจุดใด ๆ ในเซตนี้ไปยังจุดคงที่สองจุดมีค่าคงตัวและค่าคงตัวมากกว่าศูนย์แต่มีค่าน้อยกว่าระยะระหว่างจุดคงที่ทั้งสอง

31. ไฮเพอร์โบลามีจุดศูนย์กลางอยู่ที่ $(0,0)$ และแกนตามขวางอยู่บนแกน x ไฟกัสจะอยู่ที่จุดใด

- ก. $(\pm a, 0)$
- ข. $(\pm c, 0)$
- ค. $(\pm b, 0)$
- ง. $(0, \pm c)$
- จ. $(0, \pm b)$

32. ถ้าเลื่อนแกนทางขนานไปโดยใช้จุด $(2,4)$ เป็นจุดกำเนิดใหม่ พิกัดของจุด $(-5,3)$ เมื่อเทียบกับจุดบนแกนพิกัดใหม่ แล้วจุด (x',y') อยู่ที่จุดใด

- ก. $x' = 5 + h$ $y' = 4 + k$
- ข. $x' = x - 4$ $y' = y + 2$
- ค. $x' = 4 + h$ $y' = 3 - k$
- ง. $x' = -5 - h$ $y' = y - 4$
- จ. $x' = x - 3$ $y' = 5 + y$

33. ความยาวของลาตาคเลคต์ัมของวงรีคำนวณหาได้จากสูตรในข้อใด

- ก. $\frac{2a^2}{b}$
- ข. $\frac{2a}{b}$
- ค. $2ab$
- ง. $\frac{2b}{a}$
- จ. $\frac{2b^2}{a}$

34. วงกลมที่มีจุดศูนย์กลางอยู่ที่ $(3,-12)$ และวงกลมสัมผัสเส้นตรง $y = -6$ แล้วความสัมพันธ์ของวงกลมวงนี้คือข้อใด

- ก. $x^2 + y^2 + 6x + 24y + 117 = 0$
- ข. $x^2 + y^2 + 6x - 24y - 117 = 0$
- ค. $x^2 + y^2 + 6x - 24y + 117 = 0$
- ง. $x^2 + y^2 - 6x + 24y - 117 = 0$
- จ. $x^2 + y^2 - 6x + 24y + 117 = 0$

35. ความสัมพันธ์ของวงรีที่กำหนดให้เป็น $25x^2 + 16y^2 = 400$ แล้วลาคาเลคค์มี ความยาวกี่หน่วย

- ก. 1.5
- ข. 1.6
- ค. 1.7
- ง. 1.8
- จ. 1.9

36. เส้นสัมผัสวงกลมที่มีจุดศูนย์กลางที่จุดกำเนิด รัศมียาว 5 หน่วยจากจุด $(-10, 7)$ ยาวกี่หน่วย

- ก. $\sqrt{31}$
- ข. $2\sqrt{31}$
- ค. $6\sqrt{31}$
- ง. $4\sqrt{31}$
- จ. $5\sqrt{31}$

37. วงรีซึ่งมีโฟกัสอยู่ที่ $(\pm 5, 0)$ และ ผลบวกของระยะทางจากจุดใด ๆ บนวงรีไปยังโฟกัสทั้งสองเท่ากับ 12 หน่วย แล้ว ความสัมพันธ์ของวงรีวงนี้คือข้อใด

- ก. $36x^2 + 11y^2 = -396$
- ข. $11x^2 + 36y^2 = 396$
- ค. $36x^2 + 11y^2 = -1$
- ง. $11x^2 + 36y^2 = 1$
- จ. $36x^2 + 11y^2 = -396$

38. วงกลมที่มีจุดศูนย์กลางอยู่ที่ $(0, 0)$ และรัศมียาว 9 หน่วย แล้วความสัมพันธ์ของวงกลมวงนี้คือข้อใด

- ก. $\{(x, y) \in R \times R \mid x^2 - y^2 = 81\}$
- ข. $\{(x, y) \in R \times R \mid x^2 + y^2 = 81\}$
- ค. $\{(x, y) \in R \times R \mid x^2 - y^2 = -81\}$
- ง. $\{(x, y) \in R \times R \mid x^2 + y^2 = -81\}$
- จ. $\{(x, y) \in R \times R \mid y^2 - x^2 = 81\}$

39. วงกลมวงหนึ่งมีจุดศูนย์กลางอยู่ที่ $(0, 0)$ และรัศมียาว 4 หน่วยแล้วความสัมพันธ์ของวงกลมวงนี้คือข้อใด

- ก. $\{(x, y) \in R \times R \mid x^2 + y^2 = 4\}$
- ข. $\{(x, y) \in R \times R \mid x^2 + y^2 = 8\}$
- ค. $\{(x, y) \in R \times R \mid x^2 + y^2 = 12\}$
- ง. $\{(x, y) \in R \times R \mid x^2 + y^2 = 16\}$
- จ. $\{(x, y) \in R \times R \mid x^2 + y^2 = 20\}$

40. จากสมการ $\frac{x^2}{a^2} + \frac{y^2}{b^2} = 1$ ถ้า $a = b$

เมื่อนำไป เขียนกราฟจะได้กราฟรูปอะไร

- ก. วงรี
- ข. ไฮเพอร์โบลา
- ค. พาราโบลา
- ง. เส้นตรง
- จ. วงกลม

41. ให้ L เป็นเส้นตรงที่มีสมการเป็น $2x + 3y - 4 = 0$ เป็นเส้นตรงที่ผ่านจุด $(2, \frac{13}{2})$ และตั้งฉากกับ N ถ้า P เป็นจุดตัดของเส้นตรง L กับ N แล้วจุดที่เกิดจากเส้นตรงที่ลากจากจุด P ไปตั้งฉากกับแกน Y คือจุดใด

- ก. (-1,0)
- ข. (0,2)
- ค. (1,0)
- ง. (0,-2)
- จ. (2,0)

42. สมการพาราโบลากำหนดให้เป็น $2y^2 + 4y - x - 4 = 0$ จุดยอด โฟกัส ไดรเรกทริกซ์ แกนสมมาตรและ LR ของพาราโบลาคงกับข้อใด

ก.

$$v = (6,1), F = \left(\frac{47}{8}, 1\right), x = \frac{49}{8}, y = 1$$

$$LR = -\frac{1}{2}$$

ข.

$$v = (6,-1), F = \left(\frac{47}{8}, -1\right), x = -\frac{49}{8}, y = 1$$

$$LR = \frac{1}{2}$$

ค.

$$v = (-1,6), F = \left(1, \frac{47}{8}\right), x = \frac{49}{8}, x = -1$$

$$LR = -\frac{1}{2}$$

ง.

$$v = (1,-6), F = \left(-1, \frac{47}{8}\right), x = -\frac{49}{8}, x = 1$$

$$LR = \frac{1}{2}$$

จ.

$$v = (-6,-1), F = \left(-\frac{47}{8}, -1\right), x = -\frac{49}{8}$$

$$y = -1, LR = \frac{1}{2}$$

49. ความหมายของวงกลมคือข้อใด

ก. เซตของจุดทุกจุดบนระนาบที่ระยะห่างจากจุดคงที่จุดหนึ่งเป็นระยะคงที่เสมอ

ข. เซตของจุดทุกจุดที่อยู่บนระนาบซึ่งอยู่ห่างจากเส้นตรงคงที่เส้นหนึ่งบนระนาบและจุดคงที่จุดหนึ่งบนระนาบเป็นระยะทางเท่ากันเสมอ

ค. เซตของจุดทุกจุดที่อยู่บนระนาบซึ่งผลบวกของระยะทางจากจุดใด ๆ ในเซตนี้ไปยังจุดคงที่สองจุดมีค่าคงตัวโดยค่าคงตัวมากกว่าระยะระหว่างจุดคงที่ทั้งสอง

ง. เซตของจุดทุกจุดที่อยู่บนระนาบซึ่งผลต่างของระยะทางจากจุดใด ๆ ในเซตนี้ไปยังจุดคงที่สองจุดมีค่าคงตัวและค่าคงตัวมากกว่าศูนย์แต่มีค่าน้อยกว่าระยะระหว่างจุดคงที่ทั้งสอง

จ. เซตของจุดทุกจุดที่อยู่บนระนาบซึ่งผลคูณของระยะทางจากจุดใด ๆ ในเซตนี้ไปยังจุดคงที่สองจุดมีค่าคงตัว และค่าคงตัวมากกว่าศูนย์แต่มีค่าน้อยกว่าระยะระหว่างจุดคงที่ทั้งสอง

50. พาราโบลาที่มีจุดยอดอยู่ที่ (0,0) และเส้นตรง $Y = -5$ เป็นไดเรกตริกซ์ แล้วความสัมพันธ์ของกราฟพาราโบลาคือข้อใด

ก. $x^2 = -20y$

ข. $y^2 = -20x$

ค. $x^2 = 20y$

ง. $y^2 = 20y$

จ. $x^2 = -20x$

51. วงกลมวงหนึ่งที่มีความสัมพันธ์เป็น

$x^2 + y^2 = 49$ แล้ววงกลมวงนี้จะมีความยาวของเส้นรอบรูปกี่หน่วย

ก. 11

ข. 22

ค. 33

ง. 44

จ. 55

52. เส้นสัมผัสวงกลมที่ลากจากจุด (6,2)

ไปสัมผัสวงกลม $(x-2)^2 + (y+3)^2 = 25$ แล้วเส้นสัมผัสมีความยาวกี่หน่วย

ก. 12

ข. 10

ค. 8

ง. 6

จ. 4

53. ให้ AB คือความกว้างของพาราโบลาที่จุด D เมื่อ D อยู่ห่างจากจุดยอด 6 นิ้ว AB มีความยาวเท่ากับ 16 นิ้ว แล้วความกว้างของพาราโบลารูปนี้ที่จุดโฟกัสยาวกี่หน่วย

ก. $10\frac{2}{3}$

ข. $10\frac{3}{4}$

ค. $18\frac{1}{3}$

ง. $18\frac{2}{3}$

จ. $18\frac{3}{4}$

54. ความสัมพันธ์ไฮเพอร์โบล่าที่กำหนดเป็น $2y^2 - 3x^2 - 8y + 6x - 7 = 0$ และ กำหนดข้อความให้ดังต่อไปนี้

1. จุดศูนย์กลางอยู่ที่ (1,2) แกนตามขวางขนานกับแกน y

2. จุดปลายแกนสังยุค (-1,2) และ (3,2)

3. แกนตามขวางยาว $2\sqrt{6}$ หน่วย แกนสังยุคยาว 4 หน่วย ลาดาคะดิมยาว $\frac{4}{3}\sqrt{6}$

แล้วข้อความที่กำหนดให้ข้อใดถูกต้อง

- ก. ข้อ 1 ถูก ข้อ 2,3 ไม่ถูกต้อง
- ข. ข้อ 1,2 ถูก ข้อ 3 ไม่ถูกต้อง
- ค. ข้อ 1,3 ถูก ข้อ 2 ไม่ถูกต้อง
- ง. ข้อ 2,3 ถูก ข้อ 1 ไม่ถูกต้อง
- จ. ข้อ 1,2,3 ถูกทุกข้อ

55. พาราโบล่าซึ่งมีสมการเป็น $y^2 - 4y - 6x + 13 = 0$ แล้วลาดาคะดิมมีความยาวกี่หน่วย

ก. 2

ข. 4

ค. 6

ง. 8

จ. 10

ภาคผนวก ค
คุณภาพของแบบทดสอบ

ตาราง 6 ค่าความยาก (p) ค่าความยากมาตรฐาน (Δ) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบเลือกตอบ 5ตัวเลือก วิชาคณิตศาสตร์ ค 012 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่องภาคตัดกรวย จำนวน 180 ข้อ จำแนกตามเนื้อหา

ข้อที่	p	Δ	r	ผลการตัดเลือก	ข้อที่	p	Δ	r	ผลการตัดเลือก
1.การเลื่อนแกน					30	0.72	10.57	0.26	เลือกไว้
1	0.54	12.56	0.37	เลือกไว้	31	0.56	12.31	0.57	คัดออก
2	0.63	11.58	0.34	เลือกไว้	32	0.37	14.37	0.64	เลือกไว้
3	0.54	12.51	0.56	เลือกไว้	33	0.55	12.46	0.41	คัดออก
4	0.05	19.43	-0.16	คัดออก	34	0.47	13.37	0.53	เลือกไว้
5	0.12	17.64	-0.26	คัดออก	35	0.34	14.69	0.58	เลือกไว้
6	0.45	13.49	0.61	เลือกไว้	36	0.47	13.34	0.77	เลือกไว้
7	0.60	11.90	0.46	เลือกไว้	37	0.70	10.81	0.10	คัดออก
8	0.45	13.49	0.64	เลือกไว้	38	0.38	14.21	0.69	เลือกไว้
9	0.55	12.45	0.53	คัดออก	39	0.42	13.80	-0.80	คัดออก
10	0.44	13.59	0.54	คัดออก	40	0.40	14.05	0.72	เลือกไว้
11	0.54	12.51	0.40	เลือกไว้	41	0.37	14.37	0.54	คัดออก
12	0.55	12.41	0.54	คัดออก	42	0.43	13.75	0.64	เลือกไว้
13	0.44	13.64	0.73	คัดออก	43	0.49	13.04	0.67	คัดออก
14	0.49	13.04	0.62	เลือกไว้	44	0.52	12.71	0.59	เลือกไว้
15	0.46	13.44	0.57	เลือกไว้	45	0.21	16.20	-0.11	เลือกไว้
16	0.43	13.69	0.64	เลือกไว้	46	0.55	12.41	0.41	เลือกไว้
17	0.41	13.95	0.53	คัดออก	47	0.47	13.29	0.65	คัดออก
18	0.45	13.49	0.66	เลือกไว้	48	0.49	13.04	0.70	คัดออก
19	0.47	13.29	0.62	คัดออก	49	0.34	14.54	0.65	เลือกไว้
20	0.48	13.19	0.55	คัดออก	50	0.49	13.04	0.45	คัดออก
21	0.52	12.72	0.62	คัดออก	51	0.39	14.10	0.57	คัดออก
22	0.43	11.47	0.45	เลือกไว้	52	0.50	13.00	0.57	เลือกไว้
2.วงกลม					53	0.49	13.04	0.52	คัดออก
23	0.64	11.47	0.45	เลือกไว้	54	0.41	13.95	0.60	คัดออก
24	0.64	11.47	0.32	คัดออก	55	0.55	12.41	0.64	คัดออก
25	0.71	10.69	0.27	เลือกไว้	56	0.45	13.49	0.71	เลือกไว้
26	0.47	13.29	0.57	คัดออก	57	0.35	14.53	0.62	เลือกไว้
27	0.66	11.26	0.27	เลือกไว้	58	0.54	12.56	0.55	คัดออก
28	0.66	11.03	0.29	คัดออก	59	0.10	18.05	-0.13	คัดออก
29	0.49	13.04	0.48	คัดออก	60	0.51	12.81	0.42	เลือกไว้

ตาราง 6 (ต่อ)

ข้อที่	p	Δ	r	ผลการ คัดเลือก	ข้อที่	p	Δ	r	ผลการ คัดเลือก
61	0.41	13.9	0.49	เลือกไว้	93	0.22	16.13	0.18	คัดออก
62	0.46	13.64	0.60	คัดออก	94	0.49	13.04	0.82	เลือกไว้
63	0.44	13.64	0.60	เลือกไว้	95	0.58	12.10	0.81	เลือกไว้
64	0.29	15.19	0.10	คัดออก	96	0.17	16.78	0.18	เลือกไว้
65	0.38	14.21	0.41	เลือกไว้	97	0.39	14.10	0.68	เลือกไว้
66	0.43	13.69	0.64	คัดออก	98	0.31	15.02	0.25	คัดออก
67	0.46	13.44	0.78	เลือกไว้	99	0.20	16.41	0.29	เลือกไว้
68	0.44	13.59	0.80	คัดออก	100	0.61	11.84	0.85	เลือกไว้
69	0.30	15.08	0.69	คัดออก	101	0.30	15.14	0.49	เลือกไว้
70	0.57	12.25	0.69	เลือกไว้	102	0.23	15.99	0.58	คัดออก
71	0.37	14.31	0.16	คัดออก	103	0.28	15.37	0.45	เลือกไว้
72	0.20	16.33	-0.12	คัดออก	104	0.40	14.00	0.95	เลือกไว้
3.พารา ๗					105	0.46	13.39	0.61	คัดออก
73	0.41	13.95	0.44	คัดออก	106	0.49	13.04	0.74	เลือกไว้
74	0.62	11.69	0.80	เลือกไว้	107	0.34	16.64	0.29	คัดออก
75	0.44	13.59	0.69	เลือกไว้	108	0.44	13.59	0.62	คัดออก
76	0.56	12.36	0.68	คัดออก	109	0.50	13.00	0.60	เลือกไว้
77	0.40	14.00	0.12	คัดออก	110	0.34	14.69	0.62	เลือกไว้
78	0.51	12.96	0.80	เลือกไว้	111	0.30	15.08	0.74	คัดออก
79	0.37	14.31	0.21	คัดออก	112	0.37	14.31	0.77	คัดออก
80	0.43	16.69	0.62	เลือกไว้	113	0.42	13.85	0.71	คัดออก
81	0.31	14.97	0.30	เลือกไว้	114	0.33	14.80	0.59	คัดออก
82	0.46	13.44	0.64	เลือกไว้	115	0.43	13.75	0.80	เลือกไว้
83	0.23	14.80	0.61	คัดออก	116	0.46	13.44	0.59	คัดออก
84	0.43	13.75	0.34	เลือกไว้	117	0.46	13.44	0.58	คัดออก
85	0.41	13.90	0.64	คัดออก	4.วงรี				
86	0.53	12.60	0.65	เลือกไว้	118	0.60	11.95	0.89	คัดออก
87	0.35	14.58	0.20	เลือกไว้	119	0.42	13.85	0.86	เลือกไว้
88	0.48	13.2	0.92	คัดออก	120	0.58	12.10	0.57	เลือกไว้
89	0.51	12.81	0.84	เลือกไว้	121	0.73	10.51	0.60	เลือกไว้
90	0.37	14.31	0.78	คัดออก	122	0.87	8.46	0.58	เลือกไว้
91	0.44	13.59	0.32	คัดออก	123	0.80	9.59	0.52	เลือกไว้
92	0.59	12.00	0.86	เลือกไว้	124	0.73	10.45	0.29	เลือกไว้

ตาราง 6 (ต่อ)

ข้อที่	p	Δ	r	คัดเลือก	ข้อที่	p	Δ	r	คัดเลือก
125	0.11	17.94	0.02	คัดออก	157	0.63	11.58	0.27	เลือกไว้
126	0.72	10.57	0.17	เลือกไว้	158	0.47	13.29	0.50	คัดออก
127	0.67	11.20	0.26	เลือกไว้	160	0.55	12.46	0.33	เลือกไว้
128	0.33	14.80	0.43	คัดออก	161	0.42	13.85	0.49	คัดออก
129	0.47	13.34	0.49	คัดออก	162	0.24	15.86	0.66	คัดออก
130	0.36	14.47	0.48	คัดออก	163	0.51	12.96	0.49	เลือกไว้
131	0.40	14.05	0.62	คัดออก	164	0.35	14.58	0.23	เลือกไว้
132	0.39	14.10	0.52	คัดออก	165	0.23	15.93	0.59	คัดออก
133	0.33	14.80	0.50	คัดออก	166	0.46	13.04	0.30	คัดออก
134	0.35	14.58	0.57	คัดออก	167	0.31	14.97	0.36	เลือกไว้
135	0.22	16.13	0.61	คัดออก	168	0.44	13.64	0.38	คัดออก
136	0.26	15.55	0.52	เลือกไว้	169	0.30	15.08	0.45	คัดออก
137	0.39	14.10	0.41	เลือกไว้	170	0.26	15.55	0.53	เลือกไว้
138	0.70	10.81	0.18	เลือกไว้	171	0.27	15.49	0.54	คัดออก
139	0.38	14.21	0.66	คัดออก	172	0.27	15.49	0.54	คัดออก
140	0.37	14.31	0.47	คัดออก	173	0.33	14.80	0.24	เลือกไว้
141	0.48	13.19	0.45	เลือกไว้	174	0.36	14.42	0.28	เลือกไว้
142	0.37	14.37	0.40	คัดออก	175	0.47	13.29	0.29	เลือกไว้
143	0.22	16.06	0.65	คัดออก	176	0.24	15.86	0.33	คัดออก
144	0.25	15.74	0.63	เลือกไว้	177	0.31	15.02	0.60	คัดออก
145	0.49	13.04	0.22	คัดออก	178	0.29	15.25	0.52	คัดออก
146	0.39	14.16	0.33	เลือกไว้	179	0.36	14.47	0.37	เลือกไว้
147	0.54	12.51	0.38	เลือกไว้	180	0.23	15.93	0.53	เลือกไว้
148	0.42	13.85	0.25	คัดออก					
149	0.32	14.91	0.65	เลือกไว้					
150	0.67	11.20	0.28	เลือกไว้					
151	0.62	11.74	0.26	คัดออก					
152	0.25	15.74	0.41	เลือกไว้					
153	0.38	14.26	0.33	คัดออก					
5.ไฮเปอร์ฯ									
154	0.65	11.42	0.21	คัดออก					
155	0.71	10.75	0.14	เลือกไว้					
156	0.62	11.69	0.29	คัดออก					
159	0.43	13.24	0.46	คัดออก					

ตาราง 7 ค่าความยาก (p) ค่าความยากมาตรฐาน (Δ) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบเลือกตอบ 5ตัวเลือก วิชาคณิตศาสตร์ ค 012 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง ภาคตัดกรวย ที่คัดเลือกแล้วจำนวน 90 ข้อ จำแนกตามเนื้อหา

ข้อที่	p	Δ	r	ผลการคัดเลือก	ข้อที่	p	Δ	r	ผลการคัดเลือก
1.การเลื่อนแกน					30	0.35	14.53	0.62	เลือกไว้
1	0.54	12.56	0.37	เลือกไว้	31	0.51	12.81	0.42	คัดออก
2	0.54	12.56	0.56	คัดออก	32	0.41	13.90	0.49	คัดออก
3	0.63	11.58	0.47	เลือกไว้	33	0.44	13.64	0.60	คัดออก
4	0.45	13.49	0.61	เลือกไว้	34	0.38	14.21	0.41	คัดออก
5	0.45	13.49	0.64	คัดออก	35	0.46	13.44	0.78	คัดออก
6	0.44	13.59	0.54	คัดออก	36	0.57	12.25	0.69	เลือกไว้
7	0.54	12.51	0.40	เลือกไว้	3.พาราบ				
8	0.49	13.04	0.62	เลือกไว้	37	0.62	11.69	0.80	เลือกไว้
9	0.46	13.44	0.57	คัดออก	38	0.44	13.59	0.69	คัดออก
10	0.43	13.69	0.64	คัดออก	39	0.51	12.96	0.80	คัดออก
11	0.45	13.49	0.66	เลือกไว้	40	0.43	16.69	0.62	คัดออก
12	0.43	11.47	0.45	คัดออก	41	0.31	14.97	0.30	เลือกไว้
2.วงกลม					42	0.46	13.44	0.64	เลือกไว้
13	0.64	11.47	0.45	เลือกไว้	43	0.43	13.75	0.34	คัดออก
14	0.71	10.69	0.27	เลือกไว้	44	0.53	12.66	0.65	เลือกไว้
15	0.66	11.26	0.27	เลือกไว้	45	0.35	14.58	0.20	คัดออก
16	0.72	10.57	0.26	เลือกไว้	46	0.51	12.81	0.84	คัดออก
17	0.37	14.37	0.64	คัดออก	47	0.59	12.00	0.86	เลือกไว้
18	0.47	13.37	0.53	คัดออก	48	0.49	13.04	0.82	เลือกไว้
19	0.30	14.69	0.58	เลือกไว้	49	0.58	12.10	0.81	เลือกไว้
20	0.47	13.34	0.77	คัดออก	50	0.17	16.78	0.18	เลือกไว้
21	0.38	14.21	0.69	คัดออก	51	0.39	14.10	0.68	เลือกไว้
22	0.40	14.05	0.72	เลือกไว้	52	0.20	16.41	0.29	เลือกไว้
23	0.43	13.75	0.64	เลือกไว้	53	0.61	11.84	0.85	คัดออก
24	0.52	12.71	0.59	คัดออก	54	0.30	15.14	0.49	คัดออก
25	0.21	16.20	-0.11	คัดออก	55	0.28	15.37	0.45	เลือกไว้
26	0.55	12.41	0.41	คัดออก	56	0.40	14.00	0.95	เลือกไว้
27	0.34	14.54	0.65	เลือกไว้	57	0.49	13.04	0.74	เลือกไว้
28	0.50	13.00	0.57	เลือกไว้	58	0.50	13.00	0.60	เลือกไว้
29	0.45	13.49	0.71	เลือกไว้	59	0.34	14.69	0.62	คัดออก

ตาราง 7 (ต่อ)

ข้อที่	p	Δ	r	ผลการ คัดเลือก	ข้อที่	p	Δ	r	ผลการ คัดเลือก
60	0.43	13.75	0.80	คัดออก	5.				
4.วงรี					ไฮเพอร์ฯ				
61	0.42	13.85	0.86	เลือกไว้	79	0.71	10.75	0.14	เลือกไว้
62	0.58	12.10	0.57	เลือกไว้	80	0.63	11.58	0.27	เลือกไว้
63	0.73	10.51	0.60	เลือกไว้	81	0.55	12.46	0.33	เลือกไว้
64	0.87	8.46	0.58	เลือกไว้	82	0.51	12.96	0.49	คัดออก
65	0.80	9.59	0.52	เลือกไว้	83	0.35	14.58	0.23	คัดออก
66	0.73	10.45	0.29	เลือกไว้	84	0.31	14.97	0.36	เลือกไว้
67	0.72	10.57	0.17	เลือกไว้	85	0.26	15.55	0.53	เลือกไว้
68	0.67	11.20	0.26	เลือกไว้	86	0.33	14.80	0.24	คัดออก
69	0.26	15.55	0.52	เลือกไว้	87	0.36	14.41	0.28	เลือกไว้
70	0.39	14.10	0.41	คัดออก	88	0.47	13.29	0.29	คัดออก
71	0.70	10.81	0.18	เลือกไว้	89	0.36	14.47	0.37	คัดออก
72	0.48	13.19	0.45	คัดออก	90	0.23	15.93	0.53	เลือกไว้
73	0.25	15.74	0.63	เลือกไว้					
74	0.39	14.16	0.33	เลือกไว้					
75	0.54	12.51	0.38	เลือกไว้					
76	0.32	14.91	0.65	เลือกไว้					
77	0.67	11.20	0.28	เลือกไว้					
78	0.25	15.74	0.41	เลือกไว้					

ตาราง 8 ค่าความยาก (p) ค่าความยากมาตรฐาน (Δ) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบปรัวมิติวิชาคณิตศาสตร์สำหรับทดสอบด้วยคอมพิวเตอร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่องภาคตัดกรวย

ข้อที่	p	Δ	r	ข้อที่	p	Δ	r
1. การเลื่อนแกน				26	0.17	16.78	0.18
1	0.54	12.51	0.56	27	0.39	14.10	0.68
2	0.63	11.58	0.47	28	0.20	16.41	0.29
3	0.45	13.49	0.61	29	0.28	15.37	0.45
4	0.54	12.51	0.40	30	0.40	14.00	0.95
5	0.49	13.04	0.62	31	0.49	13.04	0.74
6	0.45	13.49	0.66	32	0.50	13.00	0.60
2. วงกลม				4. วงรี			
7	0.64	11.47	0.45	33	0.42	13.85	0.86
8	0.71	10.69	0.27	34	0.58	12.10	0.57
9	0.66	11.26	0.27	35	0.73	10.51	0.60
10	0.72	10.57	0.26	36	0.87	8.46	0.58
11	0.30	14.69	0.58	37	0.80	9.59	0.52
12	0.40	14.05	0.72	38	0.73	10.45	0.29
13	0.43	13.75	0.64	39	0.72	10.57	0.17
14	0.34	14.54	0.65	40	0.67	11.20	0.26
15	0.50	13.00	0.57	41	0.26	15.55	0.52
16	0.45	13.49	0.71	42	0.39	14.10	0.41
17	0.35	14.53	0.62	43	0.70	10.81	0.18
18	0.57	12.25	0.69	44	0.25	15.74	0.63
3. พาราโบลา				45	0.54	12.51	0.38
19	0.62	11.69	0.80	46	0.32	14.91	0.65
20	0.31	14.97	0.30	47	0.67	11.2	0.28
21	0.46	13.44	0.64	48	0.25	15.74	0.41
22	0.53	12.66	0.65	5. ไฮเพอร์บ			
23	0.59	12.00	0.86	49	0.71	10.75	0.14
24	0.49	13.04	0.82	50	0.63	11.58	0.27
25	0.58	12.1	0.81	51	0.55	12.46	0.33

ตาราง 8 (ต่อ)

ข้อที่	p	Δ	r	ข้อที่	p	Δ	r
52	0.31	14.97	0.36	54	0.36	14.42	0.28
53	0.26	15.55	0.53	55	0.23	15.93	0.53

ประวัติย่อผู้วิจัย

ชื่อ ชื่อสกุล	นางสาวสิรินทร ไสยะหุด
วันเดือนปีเกิด	29 เมษายน 2515
สถานที่เกิด	อำเภอปากเกร็ด จังหวัดนนทบุรี
สถานที่อยู่ปัจจุบัน	50/7 หมู่ 6 ตำบลเกาะเกร็ด อำเภอปากเกร็ด จังหวัดนนทบุรี 11120
ตำแหน่งหน้าที่การงานในปัจจุบัน	อาจารย์ 2 ระดับ 7
สถานที่ทำงานปัจจุบัน	โรงเรียนดอนเมืองจตุรจินดา เขตดอนเมือง จังหวัดกรุงเทพมหานคร
ประวัติการศึกษา	
พ.ศ. 2536	ครุศาสตรบัณฑิต วิชาเอกคณิตศาสตร์ สถาบันราชภัฏสวนดุสิต
พ.ศ. 2548	การศึกษามหาบัณฑิต(กศ.ม.) สาขาวิชาการวัดผลการศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ