

การเปรียบเทียบสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงและความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อน  
ระหว่างแบบสอบวินิจฉัยวิชาคณิตศาสตร์แบบประเพณีนิยมกับแบบสองระดับ

นางสาววนิดา ภู่อี่ยม

สถาบันวิทยบริการ

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต

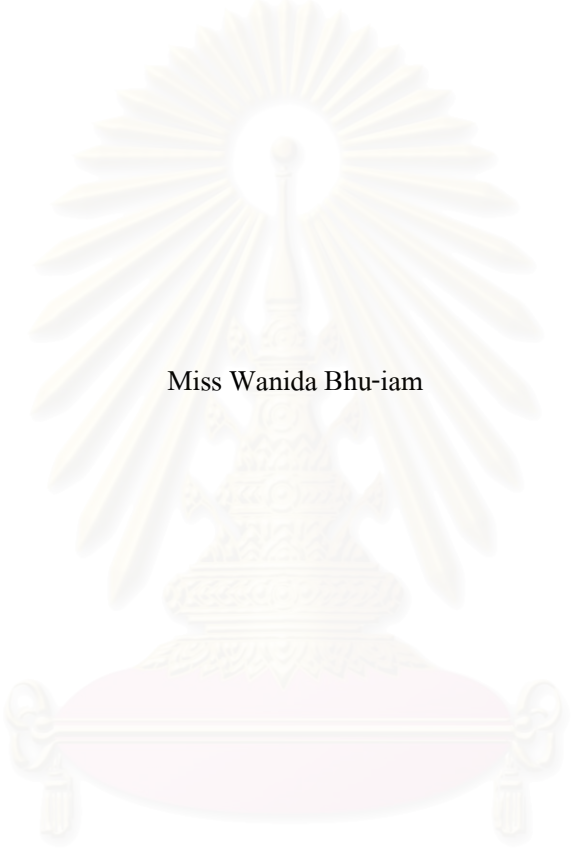
สาขาวิชาการวัดและประเมินผลการศึกษา ภาควิชาวิจัยและจิตวิทยาการศึกษา

คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ปีการศึกษา 2550

ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

A COMPARISON OF GENERALIZABILITY COEFFICIENT AND ERROR VARIANCE  
BETWEEN TRADITIONAL AND TWO-TIER DIAGNOSTIC TESTS  
IN MATHEMATICS



Miss Wanida Bhu-iam

สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements  
for the Degree of Master of Education in Educational Measurement and Evaluation

Department of Educational Research and Psychology

Faculty of Education

Chulalongkorn University

Academic Year 2007

Copyright of Chulalongkorn University

หัวข้อวิทยานิพนธ์

การเปรียบเทียบสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงและความแปรปรวน  
ของความคลาดเคลื่อนระหว่างแบบสอบวินิจฉัยวิชาคณิตศาสตร์  
แบบประเพณีนิยมกับแบบสองระดับ

โดย

นางสาววนิดา ภู่อี่ยม

สาขาวิชา

การวัดและประเมินผลทางการศึกษา

อาจารย์ที่ปรึกษา

รองศาสตราจารย์ ดร.เอมอร จังศิริพรปกรณ์

คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วน  
หนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต

..... กณบดีคณะครุศาสตร์  
(รองศาสตราจารย์ ดร.พฤกษ์ ศิริบรรณพิทักษ์)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

..... ประธานกรรมการ  
(รองศาสตราจารย์ ดร.ศิริเดช สุชีวะ)

..... อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์  
(รองศาสตราจารย์ ดร.เอมอร จังศิริพรปกรณ์)

..... กรรมการ  
(รองศาสตราจารย์ ดร.วรรณิ์ แกมเกตุ)

วนิชา ผู้เขียน: การเปรียบเทียบสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงและความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อนระหว่างแบบสอบวินิจฉัย  
วิชาคณิตศาสตร์แบบประเพณีนิยมกับแบบสองระดับ. (A COMPARISON OF GENERALIZABILITY COEFFICIENT AND  
ERROR VARIANCE BETWEEN TRADITIONAL AND TWO-TIER DIAGNOSTIC MATHEMATICS TESTS)

อ. ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก: รศ.ดร.เอมอร จังศิริพรกรณ์, 185 หน้า.

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ 1) เพื่อพัฒนาแบบสอบวินิจฉัยวิชาคณิตศาสตร์แบบประเพณีนิยมและแบบสองระดับ 2) เพื่อเปรียบเทียบ  
สัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงและความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อนระหว่างแบบสอบวินิจฉัยวิชาคณิตศาสตร์แบบประเพณีนิยมและแบบสองระดับ  
ที่มีจำนวนมวลเนื้อหาและจำนวนข้อสอบต่อมวลเนื้อหาที่ต่างกัน กลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษา  
กรุงเทพมหานคร ปีการศึกษา 2550 จำนวน 686 คน และครูผู้สอนวิชาคณิตศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 8 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้  
แบ่งออกเป็น 4 ส่วน ดังนี้ ส่วนที่ 1 เครื่องมือสำรวจมโนทัศน์เรื่องการบวกเลขจำนวนเต็มลบ ส่วนที่ 2 เครื่องมือวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนเป็น  
แบบสอบวินิจฉัยวิชาคณิตศาสตร์ ส่วนที่ 3 เครื่องมือตรวจสอบคุณภาพด้านความตรงตามเกณฑ์สัมพันธภาพของแบบสอบวินิจฉัยโดยใช้วิธีการ  
คิดออกเสียง (thinking aloud) ส่วนที่ 4 เครื่องมือสำรวจความคิดเห็นในการนำแบบสอบวินิจฉัยวิชาคณิตศาสตร์แบบประเพณีนิยมและแบบสองระดับ  
ไปใช้ในการวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน วิเคราะห์ข้อมูลโดยการหาค่าสถิติพื้นฐาน ตรวจสอบคุณภาพด้านความตรงเชิงเนื้อหา ความตรง  
เชิงวินิจฉัย ความตรงตามเกณฑ์สัมพันธภาพ ด้านความเที่ยงแบบความสอดคล้องภายใน ประมาณค่าสัมประสิทธิ์สรุปอ้างอิง โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป  
GENOVA และวิเคราะห์เนื้อหา

ผลการวิจัยพบว่า

1. แบบสอบวินิจฉัยวิชาคณิตศาสตร์แบบประเพณีนิยมและแบบสองระดับที่พัฒนาขึ้น ประกอบด้วย 3 มวลเนื้อหา มวลเนื้อหาละ 4 ข้อ  
ตัวละเป็นตัวแทนมโนทัศน์การคิดวิชาคณิตศาสตร์เรื่องการบวกเลขจำนวนเต็ม
2. คุณภาพของแบบสอบวินิจฉัยวิชาคณิตศาสตร์แบบประเพณีนิยมและแบบสองระดับที่พัฒนาขึ้น มีคุณภาพพิจารณาตามรายละเอียด  
และรายละเอียด พบว่า

2.1 คุณภาพรายข้อของแบบสอบวินิจฉัยแบบประเพณีนิยมและแบบสอบวินิจฉัยแบบสองระดับมีค่าเฉลี่ยความยากเท่ากับ 0.63 และ 0.53  
ค่าเฉลี่ยอำนาจจำแนกเท่ากับ 0.54 และ 0.51 ความเที่ยงแบบสอดคล้องภายในมีค่าเท่ากับ 0.84 และ 0.82 ตามลำดับ แสดงว่าแบบสอบวินิจฉัยแบบ  
ประเพณีนิยมง่าย สามารถจำแนกนักเรียนในระดับดี มีความคงที่ในการวัดสูง ส่วนแบบสอบวินิจฉัยแบบสองระดับค่อนข้างง่าย สามารถจำแนก  
นักเรียนในระดับดีมีความคงที่ในการวัดสูง

2.2 คุณภาพรายฉบับของแบบสอบวินิจฉัยแบบประเพณีนิยมและแบบสอบวินิจฉัยแบบสองระดับ พิจารณาค่าความตรงตาม  
เกณฑ์สัมพันธภาพของผลที่ได้จากแบบสอบวินิจฉัยวิชาคณิตศาสตร์กับผลการวินิจฉัยด้วยวิธีคิดออกเสียง พบว่า แบบสอบวินิจฉัยแบบประเพณีนิยมมีค่า  
เท่ากับ 0.601 ส่วนแบบสอบวินิจฉัยแบบสองระดับมีค่า 0.724 ตามลำดับ แสดงว่าแบบสอบวินิจฉัยแบบสองระดับสามารถวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน  
เด่นชัดกว่าแบบสอบวินิจฉัยแบบประเพณีนิยม พิจารณาค่าสัมประสิทธิ์อ้างอิงของแบบสอบวินิจฉัยวิชาคณิตศาสตร์แบบประเพณีนิยมมีเท่ากับ 0.811  
ส่วนแบบสอบวินิจฉัยวิชาคณิตศาสตร์แบบสองระดับมีค่าเท่ากับ 0.789 แสดงว่าแบบสอบวินิจฉัยแบบประเพณีนิยมมีความคงที่ในการวัดสูงกว่าแบบ  
สอบวินิจฉัยแบบสองระดับ

3. จากการสัมภาษณ์ครู พบว่าแบบสอบวินิจฉัยวิชาคณิตศาสตร์แบบประเพณีนิยมและแบบสองระดับที่พัฒนาขึ้นมีความเหมาะสมและความ  
เป็นไปได้ในการนำไปใช้ในการวินิจฉัยมโนทัศน์ของนักเรียน

4. เมื่อเปรียบเทียบค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงของแบบสอบวินิจฉัยวิชาคณิตศาสตร์พบว่า แบบประเพณีนิยมมีค่าสูงกว่า  
แบบสองระดับทุกช่วงมวลเนื้อหา ส่วนความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อนของแบบสอบวินิจฉัยวิชาคณิตศาสตร์แบบประเพณีนิยมมีค่าต่ำกว่าแบบ  
สองระดับทุกช่วงมวลเนื้อหา แสดงว่าคะแนนที่สังเกตได้ของแบบสอบวินิจฉัยแบบประเพณีนิยมมีความคงที่ใกล้เคียงกับคะแนนจริงมากกว่าคะแนน  
ที่สังเกตได้ของแบบสอบวินิจฉัยแบบสองระดับ

ภาควิชา.....วิจัยและจิตวิทยาการศึกษา.....ลายมือชื่อนิติศ..... กนิศ ๑๕๖

สาขาวิชา.....การวัดและประเมินผลทางการศึกษา.....ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก..... ลม ๑๖

ปีการศึกษา.....2550.....



KEY WORD: GENERALIZABILITY COEFFICIENT / ERROR VARIANCE / TRADITIONAL DIAGNOSTIC TESTS / TWO-TIER DIAGNOSTIC TESTS / MATHEMATICS

WANIDA BHU-IAM: A COMPARISON OF GENERALIZABILITY COEFFICIENT AND ERROR VARIANCE BETWEEN TRADITIONAL AND TWO-TIER DIAGNOSTIC MATHEMATICS TESTS. THESIS PRINCIPAL ADVISOR: ASSOC. PROF. AIMORN JANGSIRIPORNPAKORN, 185 pp.

The objectives of the research were 1) to improve Mathematic Traditional Diagnostic Test and Mathematic Two-Tier Diagnostic Test 2) to compare generalizability coefficient and error variance of the Mathematic Traditional Diagnostic Test and Mathematic Two-Tier Diagnostic Test which had different test items and content mass. The samples were 686 Mathayom 1 students of Bangkok educational service area in the educational year 2007 and 8 mathematic teachers teaching in Mathayom 1. The research instruments were divided into four parts as follows: 1) sum of integer misconceptual survey 2) Mathematic Diagnostic Test for diagnosis inconsistent concept 3) the tool for checking quality of criterion-related validity of diagnostic test by using Thinking Aloud method 4) questionnaire about using Mathematic Traditional Diagnostic Test and Mathematic Two Tier Diagnostic Test to diagnose inconsistent concept. Data were analyzed by using basic statistics and checking the quality of three dimensions; criterion-related validity, estimate validity, and generalization coefficient by using GENOVA. The findings were as follows:

1. Improved Mathematic Traditional Diagnostic Test and Two-Tier Diagnostic Test consisted of three content mass. Each one was included three items. The delusion was the represent of the Mathematic Thinking Concept in sum of integer.
2. The quality of Improved Mathematic Traditional Diagnostic Test and Two-Tier Diagnostic Test were as follows:
  - 2.1 The average of difficulty of Traditional Diagnostic Test and Two-Tier Diagnostic Test were 0.63 and 0.53 respectively. The average of discrimination were 0.54 and 0.51 respectively. Internal correlation reliability were 0.84 and 0.82 respectively. The results showed that Traditional Diagnostic Test was easy, good discriminated and high stability in measurement. Two-Tier Diagnostic Test was rarely easily, good discriminated and high stability in measurement.
  - 2.2 The criterion-related validity of the Mathematic Diagnostic Test results and Thinking Aloud Method Diagnostic results was 0.601 and 0.724 respectively and indicated that Two-Tier Diagnostic Test was more precise and accurate than Traditional Diagnostic Test. The generalizability coefficient of Mathematic Traditional Diagnostic Test was 0.811 whereas Two-Tier Diagnostic Test was 0.789. The results indicated that Traditional Diagnostic Test was more stability in measurement than Two-Tier Diagnostic Test.
3. interviewing with teachers, the results showed that Improved Mathematic Diagnostic test and Two Tier Diagnostic test were appropriate and potential to use for diagnosis students' concepts.  
Comparing generalizability coefficient, Traditional Diagnostic test was higher than Two Tier Diagnostic Test in every levels of content mass. Moreover, the content error variance of Mathematic Traditional diagnostic test was lower than Two Tier Diagnostic test in every levels of content mass.

Department.....Educational Research and Psychology.....  
field of study..... Educational Measurement and Evaluation.....  
academic year.....2007.....

Student's signature.....  
Principal advisor's signature.....

## กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์เล่มนี้สำเร็จได้ด้วยความกรุณาอย่างสูงยิ่งจากอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ รองศาสตราจารย์ ดร.เอมอร จังศิริพรปกรณ์ ที่ได้กรุณาให้คำปรึกษา ชี้แนะแนวทาง และตรวจสอบ ปรับปรุงแก้ไขการทำวิทยานิพนธ์ด้วยความเอาใจใส่อย่างดียิ่งตลอดมา ข้าพเจ้ารู้สึกซาบซึ้งและ ขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างยิ่ง ด้วยความเคารพมา ณ ที่นี้ด้วย

ขอกราบขอบพระคุณ ศาสตราจารย์ ดร.ศิริชัย กาญจนวาสี รองศาสตราจารย์ ดร.ศิริเดช สุชีวะ รองศาสตราจารย์ ดร.อัมพร ม้าคะนอง อาจารย์ ดร.วรรณิ เจตจำนงนุช ที่กรุณาเสียสละเวลา ให้คำแนะนำที่เป็นประโยชน์ต่อการทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้

ขอกราบขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร.ศิริเดช สุชีวะ ประธานกรรมการสอบ วิทยานิพนธ์ รองศาสตราจารย์ ดร.วรรณิ แกมเกตุ กรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ที่ได้กรุณาตรวจสอบ และให้คำแนะนำที่เป็นประโยชน์ในการปรับปรุงวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ให้ถูกต้องสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น

ขอกราบขอบพระคุณอาจารย์ในภาควิชาวิจัยและจิตวิทยาการศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ผู้เชี่ยวชาญทุกท่าน ที่กรุณาเสียสละเวลาให้ความรู้ ข้อคิดและคำแนะนำต่าง ๆ แก่ผู้วิจัยด้วยดีเสมอมา

ขอขอบคุณ คณะครู และนักเรียน โรงเรียนวัดราชาธิวาส โรงเรียนทิวาภิเษก2 โรงเรียน สุวรรณารามวิทยาคม โรงเรียนสตรีวัดอัมพรสวรรค์ อีสลามวิทยาลัยแห่งประเทศไทย โรงเรียน วัดนวลนรดิศ โรงเรียนนนทรีวิทยา โรงเรียนสุรศักดิ์มนตรี และโรงเรียนวัดลาดกระบัง น้องโต๋ มด พิโฉ อาจารย์ประสาน น้องก้อย อิก พิวุธ พิภ้อย น้องชู น้องจ้อย น้าผึ้ง คุณแม่ น้าผึ้ง พิอุ้ย และคุณ สมหวัง โสภณชนะคุปต์ ที่ให้ความช่วยเหลือ อำนวยความสะดวกและให้ความร่วมมือในการเก็บ รวบรวมข้อมูลเป็นอย่างดี รวมทั้ง พี่ดวงใจ สีเขียว พี่แอน พี่ชนะศึก และพี่อิทธิฤทธิ์ ที่ให้คำแนะนำ การวิเคราะห์ข้อมูลด้วยโปรแกรม GENOVA เป็นอย่างดี

ขอบคุณกำลังใจและคำแนะนำจากเพื่อนๆ อันได้แก่ นายจุฑา ธรรมชาติ นางสาวสุชาดา โรจนาศัย นายภูริต วาจาบัณฑิตย์ นางสาว อาทิกา เพชรทับ และนางสาวพลอยส่องแสง พานโพธิ์ทอง ที่คอยเป็นที่ปรึกษาและช่วยเหลือยามผู้วิจัยท้อแท้และขาดกำลังใจ

ท้ายสุด ขอกราบขอบพระคุณบิดา นายสุวรรณ ภู่อี่ยม ที่คอยเป็นกำลังใจอันสำคัญที่สุด ให้ความช่วยเหลือด้วยความรักและห่วงใย นางสาว นางสาวชลนิชา ภู่อี่ยม นางสาวสุกัญญา ภู่อี่ยม ที่คอยดูแลและห่วงใย ทำให้วิทยานิพนธ์สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

## สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	จ
กิตติกรรมประกาศ.....	ฉ
สารบัญ.....	ช
สารบัญตาราง.....	ญ
สารบัญแผนภาพ.....	ฐ
บทที่	
1 บทนำ.....	1
ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
คำถามวิจัย.....	5
วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....	6
ขอบเขตของการวิจัย.....	6
คำจำกัดความที่ใช้ในการวิจัย.....	7
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	9
2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	10
แนวคิดเกี่ยวกับมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน.....	10
วิธีการและเครื่องมือวิจัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน.....	16
การตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือที่ใช้วิจัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน.....	31
3 วิธีดำเนินการวิจัย.....	45
ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง.....	46
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	48
กระบวนการสร้างและพัฒนาเครื่องมือ.....	49
การเก็บรวบรวมข้อมูล.....	69
การวิเคราะห์ข้อมูล.....	73

บทที่	หน้า
4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	78
ตอนที่ 1 ผลการสำรวจมโนทัศน์เรื่องการบวกเลขจำนวนเต็มลบด้วยแบบสอบเชิงสำรวจ.	79
ตอนที่ 2 ผลการสร้างแบบสอบวินิจฉัยวิชาคณิตศาสตร์แบบประเพณีนิยมและแบบ สองระดับ.....	85
ตอนที่ 3 ผลการวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนในวิชาคณิตศาสตร์เรื่องการบวกเลข จำนวนเต็มลบโดยใช้แบบสอบวินิจฉัยวิชาคณิตศาสตร์แบบประเพณีนิยมและ แบบสองระดับ.....	86
ตอนที่ 4 ผลการตรวจสอบคุณภาพของแบบสอบวินิจฉัยวิชาคณิตศาสตร์แบบประเพณี นิยมและแบบสองระดับ.....	90
ตอนที่ 5 ผลการเปรียบเทียบสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงและความแปรปรวนของความ คลาดเคลื่อนระหว่างแบบสอบวินิจฉัยวิชาคณิตศาสตร์แบบประเพณีนิยมและ แบบสองระดับที่มีจำนวนมวลเนื้อหาและจำนวนข้อสอบต่อมวลเนื้อหาที่ ต่างกัน.....	101
ตอนที่ 6 ผลการสำรวจความคิดเห็นในการนำแบบสอบวินิจฉัยวิชาคณิตศาสตร์แบบ ประเพณีนิยมและแบบสองระดับไปใช้ในการวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน...	111
5 สรุปผลการวิจัย อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ.....	115
สรุปผลการวิจัย.....	116
อภิปรายผลการวิจัย.....	121
ข้อเสนอแนะ.....	126
รายการอ้างอิง.....	128
ภาคผนวก .....	135
ภาคผนวก ก ตัวอย่างแบบสอบเชิงสำรวจ.....	136
ภาคผนวก ข ตัวอย่างแบบสอบวินิจฉัยวิชาคณิตศาสตร์.....	139
ภาคผนวก ค ตัวอย่างแบบประเมินความตรงเชิงเนื้อหา.....	145
ภาคผนวก ง รายนามผู้ทรงคุณวุฒิ.....	148
ภาคผนวก จ ตัวอย่างแบบประเมินความตรงเชิงวินิจฉัย.....	150
ภาคผนวก ช คุณภาพของแบบสอบรายข้อ ค่าความยาก อำนาจจำแนก.....	153
ภาคผนวก ซ จำนวนนักเรียนที่เลือกตัวเลือกในแต่ละข้อ.....	160
ภาคผนวก ฌ ตัวอย่างการ file ข้อมูล และคำสั่งโปรแกรม GENOVA.....	178



บทที่	หน้า
ภาคผนวก ญ คู่มือการใช้โปรแกรม GENOVA.....	190
ภาคผนวก ฎ ตัวอย่าง output โปรแกรม GENOVA.....	199
ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์.....	125



สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

## สารบัญตาราง

ตาราง	หน้า
3.1	เกณฑ์การแบ่งกลุ่มขนาดโรงเรียน..... 46
3.2	จำนวนประชากร โรงเรียนและนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษากรุงเทพมหานคร ปีการศึกษา 2550..... 46
3.3	ผลการสุ่มตัวอย่างและประชากร โรงเรียน รายชื่อโรงเรียนที่สุ่มเป็นตัวอย่างประชากร จำนวนห้องเรียนและจำนวนนักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่างในการวิจัย..... 47
3.4	ผังการสร้างข้อสอบ (table of specification)..... 54
3.5	แผนผังการสร้างคำถาม..... 55
3.6	ผลการประเมินความตรงเชิงเนื้อหาของผู้ทรงคุณวุฒิ..... 65
3.7	ผลการตรวจสอบความตรงเชิงวินิจัยของแบบสอบวินิจัยแบบประเพณีนิยม..... 66
3.8	ผลการตรวจสอบความตรงเชิงวินิจัยของแบบสอบวินิจัยแบบสองระดับ..... 67
3.9	คุณภาพของแบบสอบวินิจัยแบบประเพณีนิยมและแบบสองระดับ ฉบับละ 12 ข้อ... 68
3.10	การประมาณค่าความแปรปรวนจากแหล่งต่างๆของ $P_x(I:C)$ Confounded Design..... 76
4.1	มโนทัศน์การคิดมวลเนื้อหาที่ 1 โดยสัมประสิทธิ์ตัวตั้งมาก..... 79
4.2	มโนทัศน์การคิดมวลเนื้อหาที่ 1 โดยสัมประสิทธิ์ตัวตั้งน้อย..... 80
4.3	มโนทัศน์การคิดมวลเนื้อหาที่ 2 โดยสัมประสิทธิ์ตัวตั้งมาก..... 81
4.4	มโนทัศน์การคิดมวลเนื้อหาที่ 2 โดยสัมประสิทธิ์ตัวตั้งน้อย..... 82
4.5	มโนทัศน์การคิดมวลเนื้อหาที่ 3 โดยสัมประสิทธิ์ตัวตั้งมาก..... 83
4.6	มโนทัศน์การคิดมวลเนื้อหาที่ 3 โดยสัมประสิทธิ์ตัวตั้งน้อย..... 84
4.7	ผลการสร้างแบบสอบวินิจัยวิชาคณิตศาสตร์แบบประเพณีนิยมและแบบสองระดับ.. 85
4.8	สถิติพื้นฐานของคะแนนแบบสอบวินิจัยวิชาคณิตศาสตร์แบบประเพณีนิยมและแบบสองระดับ..... 86
4.9	จำนวนนักเรียนที่มีมโนทัศน์ที่ถูกต้องและจำนวนนักเรียนที่มีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนจำแนกตามชนิดของแบบสอบวินิจัย..... 87
4.10	ผลการวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนแบ่งรายละเอียดตามมวลเนื้อหาของแบบสอบวินิจัยแบบประเพณีนิยม..... 88
4.11	ผลการวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนแบ่งรายละเอียดตามมวลเนื้อหาของแบบสอบวินิจัยแบบสองระดับ..... 89
4.12	ผลการวิเคราะห์ความตรงเชิงเกณฑ์สัมพัทธ์รายข้อ..... 91

ตาราง	หน้า
4.13 จำนวนนักเรียนจำแนกตามกลุ่มแบบการคิดที่วินิจฉัยได้ด้วยวิธีการคิดออกเสียงและวินิจฉัยด้วยแบบสอบวินิจฉัยแบบประเพณีนิยม.....	94
4.14 จำนวนนักเรียนจำแนกตามกลุ่มแบบการคิดที่วินิจฉัยได้ด้วยวิธีการคิดออกเสียงและวินิจฉัยด้วยแบบสอบวินิจฉัยแบบสองระดับ.....	95
4.15 ผลการวิเคราะห์ความตรงเชิงเกณฑ์สัมพัทธ์รายฉบับ.....	96
4.16 ผลการประมาณค่าความแปรปรวนขององค์ประกอบ 3 องค์ประกอบที่มีผลต่อค่าสัมประสิทธิ์การสรุปร่างของคะแนนการวินิจฉัยด้วยแบบสอบแบบสอบวินิจฉัยวิชาคณิตศาสตร์แบบประเพณีนิยม.....	97
4.17 ผลการประมาณค่าความแปรปรวนขององค์ประกอบ 3 องค์ประกอบที่มีผลต่อค่าสัมประสิทธิ์การสรุปร่างของคะแนนการวินิจฉัยด้วยแบบสอบแบบสอบวินิจฉัยวิชาคณิตศาสตร์แบบสองระดับ.....	98
4.18 ผลการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การสรุปร่างของคะแนนการวินิจฉัยด้วยแบบสอบวินิจฉัยวิชาคณิตศาสตร์แบบประเพณีนิยมและแบบสองระดับ.....	99
4.19 เปรียบเทียบคุณภาพด้านความตรงและความเที่ยงของแบบสอบวินิจฉัยวิชาคณิตศาสตร์แบบประเพณีนิยมและแบบสองระดับ.....	100
4.20 ค่าความแปรปรวนของคะแนนเอกภพ ความคลาดเคลื่อน และค่าสัมประสิทธิ์การสรุปร่างในการวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน ด้วยแบบสอบวินิจฉัยวิชาคณิตศาสตร์แบบประเพณีนิยม กรณีมีมวลเนื้อหาอยู่ระหว่าง1-5 มวลเนื้อหา.....	102
4.21 ค่าความแปรปรวนของคะแนนเอกภพ ความคลาดเคลื่อน และค่าสัมประสิทธิ์การสรุปร่างในการวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน ด้วยแบบสอบวินิจฉัยวิชาคณิตศาสตร์แบบสองระดับกรณีมีมวลเนื้อหาอยู่ระหว่าง1-5 มวลเนื้อหา.....	103
4.22 การเปรียบเทียบค่าความแปรปรวนของคะแนนเอกภพ ความคลาดเคลื่อน และค่าสัมประสิทธิ์การสรุปร่าง (Generalizability Coefficient) ในการวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนด้วยแบบสอบวินิจฉัยวิชาคณิตศาสตร์แบบประเพณีนิยมและแบบสองระดับ กรณีมีมวลเนื้อหา 1 มวลเนื้อหา.....	104

ตาราง	หน้า
4.23 การเปรียบเทียบค่าความแปรปรวนของคะแนนเอกภพ ความคลาดเคลื่อน และค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิง (Generalizability Coefficient) ในการวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนด้วยแบบสอบวินิจฉัยวิชาคณิตศาสตร์แบบประเพณีนิยมและแบบสองระดับ กรณีมีมวลเนื้อหา 2 มวลเนื้อหา.....	105
4.24 การเปรียบเทียบค่าความแปรปรวนของคะแนนเอกภพ ความคลาดเคลื่อน และค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิง (Generalizability Coefficient) ในการวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนด้วยแบบสอบวินิจฉัยวิชาคณิตศาสตร์แบบประเพณีนิยมและแบบสองระดับ กรณีมีมวลเนื้อหา 3 มวลเนื้อหา.....	106
4.25 การเปรียบเทียบค่าความแปรปรวนของคะแนนเอกภพ ความคลาดเคลื่อน และค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิง (Generalizability Coefficient) ในการวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนด้วยแบบสอบวินิจฉัยวิชาคณิตศาสตร์แบบประเพณีนิยมและแบบสองระดับ กรณีมีมวลเนื้อหา 4 มวลเนื้อหา.....	107
4.26 การเปรียบเทียบค่าความแปรปรวนของคะแนนเอกภพ ความคลาดเคลื่อน และค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิง (Generalizability Coefficient) ในการวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนด้วยแบบสอบวินิจฉัยวิชาคณิตศาสตร์แบบประเพณีนิยมและแบบสองระดับ กรณีมีมวลเนื้อหา 5 มวลเนื้อหา.....	108



## สารบัญแผนภาพ

แผนภาพ	หน้า
3.1 กระบวนการสร้างแบบสอบเชิงสำรวจ.....	49
3.2 แสดงรายละเอียดมวลเนื้อหาเรื่องการบวกเลขจำนวนเต็มลบ.....	51
3.3 รูปแบบการคิดเรื่องการบวกเลขจำนวนเต็มลบที่ถูกต้อง.....	52
3.4 จำแนกวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมตามมวลเนื้อหา.....	53
3.5 กระบวนการสร้างและพัฒนาแบบสอบวินิจฉัยแบบประเพณีนิยมและแบบสองระดับ	56
3.6 การจัดกลุ่มใหม่ของรูปแบบการคิดในมวลเนื้อหาที่ 1 โดยสัมพันธ์ตัวตั้งมาก.....	57
3.7 การจัดกลุ่มใหม่ของรูปแบบการคิดในมวลเนื้อหาที่ 1 โดยสัมพันธ์ตัวตั้งน้อย.....	58
3.8 การจัดกลุ่มใหม่ของรูปแบบการคิดในมวลเนื้อหาที่ 2 โดยสัมพันธ์ตัวตั้งมาก.....	59
3.9 การจัดกลุ่มใหม่ของรูปแบบการคิดในมวลเนื้อหาที่ 2 โดยสัมพันธ์ตัวตั้งน้อย.....	60
3.10 การจัดกลุ่มใหม่ของรูปแบบการคิดในมวลเนื้อหาที่ 3 โดยสัมพันธ์ตัวตั้งมาก.....	61
3.11 การจัดกลุ่มใหม่ของรูปแบบการคิดในมวลเนื้อหาที่ 3 โดยสัมพันธ์ตัวตั้งน้อย.....	62
3.12 กระบวนการวินิจฉัย.....	72
4.1 การเปรียบเทียบค่าสัมประสิทธิ์การสรูปอ้างอิงของคะแนนแบบสอบวินิจฉัยแบบ ประเพณีนิยม ที่มีจำนวนข้อสอบ 2-8 ข้อ จำนวนมวลเนื้อหา 1-5 มวลเนื้อหา ตามแบบแผนการวัดPx(I:C).....	109
4.2 การเปรียบเทียบค่าสัมประสิทธิ์การสรูปอ้างอิงของคะแนนแบบสอบวินิจฉัยแบบ ประเพณีนิยม ที่มีจำนวนข้อสอบ 2-8 ข้อ จำนวนมวลเนื้อหา 1-5 มวลเนื้อหา ตามแบบแผนการวัดPx(I:C).....	109

# บทที่ 1

## บทนำ

### ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

คณิตศาสตร์เป็นวิชาที่มีความสำคัญอย่างยิ่ง เพราะเป็นวิชาที่ช่วยพัฒนา นักเรียนให้เป็นคนคิดอย่างมีเหตุผล และมีความสามารถในการแก้ปัญหา ซึ่งเป็นที่ยอมรับกันแล้วว่าการให้เหตุผลและความสามารถในการแก้ปัญหาเป็นสิ่งจำเป็นในชีวิตประจำวัน การทำงาน โดยวิถีชีวิตอาจผิดพลาดได้ ถ้าขาดเหตุผลหรือไม่สามารถแก้ปัญหาได้ (วไล เกลยสมัย, 2538) ดังจะเห็นได้จากหลักสูตรการสอนคณิตศาสตร์มีเป้าหมาย เพื่อพัฒนาผู้เรียนให้มีความรู้ ความเข้าใจคณิตศาสตร์พื้นฐาน มีทักษะในการคิดคำนวณ รู้จักคิดอย่างมีเหตุผลและแสดงความคิดออกอย่างเป็นระเบียบ ชัดเจนและรัดกุม ให้รู้คุณค่าและมีเจตคติที่ดีต่อคณิตศาสตร์ สามารถนำประสบการณ์ทางด้านความรู้ ความคิด ไปใช้ใน ชีวิตประจำวันได้ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2544) คณิตศาสตร์เกี่ยวข้องกับการดำเนินชีวิตประจำวัน มากมาย เช่น มีการติดต่อซื้อขาย การกะระยะ คำนวณเวลา ประมาณการจำนวนสิ่งของที่ต้องใช้ หรือตรวจสอบรายรับ รายจ่าย การชั่ง การตวง อุณหภูมิ พื้นที่ และปริมาตร เป็นต้น ดังนั้นจึงมีความ จำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ การจัดการเรียนการสอนในวิชาคณิตศาสตร์ครูผู้สอน ควรจะต้องวางแผนการสอนอย่างเป็นระบบ มีการวัดและประเมินอย่างมีประสิทธิภาพ เพื่อให้ นักเรียนเกิดการสร้างมโนทัศน์ที่ถูกต้อง

จากการติดตามผลการประเมินและรายงานการวิจัยที่ผ่านมาเกี่ยวกับวิชาคณิตศาสตร์ พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนค่อนข้างต่ำ โดยเฉพาะเนื้อหาที่ซับซ้อน (นิภาพร นาอ่อน, 2545; ทวีกา แก้วมกระโทก, 2544; สุภาพ วชิศิริ, 2544; สุภาพร ละอองวิจิตร, 2543; สุชาติ สิริมีมนันท์, 2542; อภินันท์ ไชยสร, 2542; สุรพันธ์ พันธุ์มณี, 2541; สุริยะพงศ์ พงศ์สิทธิ์ศักดิ์, 2540; สมศักดิ์ อ้วนสาเล, 2540; สุภาวดี กิตติวิศิษฎ์, 2537) สาเหตุสำคัญประการหนึ่งที่ทำให้นักเรียนมีความรู้ ความเข้าใจ ในเนื้อหาคณิตศาสตร์ที่ซับซ้อนของนักเรียนอยู่ในระดับค่อนข้างต่ำ คือ นักเรียนไม่เข้าใจเนื้อหา พื้นฐาน ที่เกี่ยวเนื่องกับเนื้อหาใหม่ที่ซับซ้อนมากขึ้น เพราะการเชื่อมโยงความรู้เก่ากับความรู้ใหม่ เกิดขึ้นได้ช้าหรือไม่เกิดเลย ส่งผลให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนค่อนข้างต่ำ เกิดความล้มเหลวในการเรียน ของนักเรียนนับเป็นอุปสรรคในการเรียนรู้มโนทัศน์ที่สูงและซับซ้อนมากขึ้น เป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้ นักเรียนเกิดมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน (misconception) ในรายวิชานั้น (ศิริเดช สุชีวะ, 2537)

นักเรียนมีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนเป็นความคิดความเข้าใจที่คลาดเคลื่อน ไม่สมบูรณ์และแตกต่างไปจากความเป็นจริงที่ได้รับการยอมรับ ที่มาจากประสบการณ์ที่ไม่ถูกต้องไม่ชัดเจนของแต่ละบุคคล (เวชฤทธิ์ อังคนะภัทรขจร, 2546) ทำให้เกิดผลกระทบต่อตัวผู้เรียนโดยตรง ในการเรียนรู้ให้เกิดองค์ความรู้และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนตามจุดประสงค์ในรายวิชาต่างๆ มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนอาจเกิดขึ้นก่อนหรือระหว่างการเรียนรู้ โดยนักเรียนมักจะไม่ว่าตนเองมีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนอย่างไร แต่หากครูสามารถให้ข้อมูลป้อนกลับเกี่ยวกับมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนของนักเรียนแต่ละคนได้ ภายหลังจากประเมินผลการเรียนรู้ในแต่ละเนื้อหาก่อนที่จะเรียนเรื่องต่อไป นับเป็นประโยชน์อย่างยิ่ง ทั้งต่อตัวนักเรียนและการปรับปรุงการจัดการเรียนการสอนของครู ทำให้นักเรียนรู้ตัวเองว่ายังมีความบกพร่องที่จุดใด ควรจะปรับปรุงตนเองอย่างไรเพื่อให้ผลการเรียนดีขึ้น (Chai, 1987) จึงต้องมีการวินิจฉัยข้อบกพร่องในการเรียน การสอน

วิธีการที่ใช้ในการวินิจฉัยการเรียนคณิตศาสตร์ สามารถจำแนกได้เป็น 2 แบบ (วลี สมสมัย, 2538; ศิริเดช สุชีวะ, 2537; ดวงเดือน อ่อนน่วม, 2533) คือ การวินิจฉัยอย่างไม่เป็นทางการ (informal technique) และการวินิจฉัยอย่างเป็นทางการ (formal technique) โดยการวินิจฉัยอย่างไม่เป็นทางการเป็นการใช้เทคนิควิธีการในการหาข้อมูลเกี่ยวกับข้อบกพร่องของนักเรียน ด้วยวิธีที่ไม่เป็นแบบแผนทำได้ง่าย วิธีการที่ใช้ เช่น การสังเกต (observation) สอบถามนักเรียนเป็นรายบุคคล และการตรวจแบบฝึกหัด ส่วนการวินิจฉัยอย่างเป็นทางการเป็นการใช้วิธีการหาข้อมูลเกี่ยวกับข้อบกพร่องของนักเรียนด้วยวิธีการที่สร้างขึ้นมาอย่างมีระบบและแบบแผน วิธีการที่ใช้ เช่น การวินิจฉัยข้อบกพร่องด้วยแบบสอบ การวินิจฉัยข้อบกพร่องด้วยดัชนีบ่งชี้ความผิดปกติของแบบแผนคะแนนการสอบ การวินิจฉัยด้วยวิธีการของทาทซุโอกะ (Tatsuoka) การวินิจฉัยแบบย้อนรอยกระบวนการคิดของศิริเดช และการวินิจฉัยตามสภาพที่เป็นจริงของวลี เป็นต้น

ในการเลือกใช้วิธีการวินิจฉัยที่เหมาะสมกับนักเรียนแต่ละคน แต่ละกลุ่ม ครูผู้สอนควรคำนึงด้าน เวลา จำนวนนักเรียน จำนวนครู เนื้อหารายวิชา มโนทัศน์ที่มุ่งวัด สถานที่ เป็นต้น วิธีการวินิจฉัยอย่างไม่เป็นทางการครูผู้สอนต้องมีทักษะในการสังเกตและการตั้งคำถามเพื่อวินิจฉัยข้อบกพร่องซึ่งจะได้ผลดีในนักเรียนกลุ่มเล็กและครูมีความใกล้ชิดกับเด็ก ผลการวินิจฉัยโดยวิธีนี้จะตรงกับความเป็นจริงสูง แต่ปัจจุบันนักเรียนมีจำนวนมาก ครูแต่ละคนมีงานที่ต้องรับผิดชอบและความจำกัดของเวลาในการเรียนแต่ละเนื้อหา จึงเป็นการไม่สะดวกที่จะใช้วิธีการวินิจฉัยอย่างไม่เป็นทางการ ถ้านักเรียนมีจำนวนมากครูสามารถใช้วิธีการวินิจฉัยอย่างเป็นทางการ เป็นการใช่วิธีการหาข้อมูลเกี่ยวกับข้อบกพร่องของนักเรียนด้วยวิธีการที่สร้างขึ้นมาอย่างมีระบบและแบบแผน วิธีการที่ได้รับความนิยมคือ การวินิจฉัยข้อบกพร่องทางการเรียนด้วยแบบสอบวินิจฉัยแบบประเพณีนิยม (Traditional Diagnostic Test) เป็นแบบปรนัยชนิดเลือกตอบ 4 ถึง 5 ตัวเลือก แต่ละตัวเลือกได้จากการสำรวจข้อบกพร่องแล้วนำข้อบกพร่องที่มีความถี่สูงสุดมาเป็นตัวลง ข้อดีของวิธีนี้คือสามารถค้นหาสาเหตุของข้อบกพร่องทางการเรียนเป็นเรื่องๆ และมุ่งวิเคราะห์คำตอบของนักเรียนเป็นรายข้อ จึงสามารถ

บ่งชี้ข้อบกพร่องของนักเรียนได้โดยตรง ประหยัดเวลาและแรงงานของครูผู้สอน แต่มีข้อจำกัดตรงที่แบบสอบชนิดนี้วินิจฉัยข้อบกพร่องได้จากตัวลวงเพียง 3 ถึง 4 แบบเท่านั้น ทำให้ไม่สามารถมั่นใจได้ว่าการที่นักเรียนเลือกตัวลวงใดจะแสดงถึงการมีแบบการคิดตามที่ระบุไว้ในแต่ละตัวลวงเสมอไป นักเรียนอาจมีแบบการคิดที่ไม่ได้ใส่ไว้ในตัวลวงของข้อนั้นก็ได้อีก และนักเรียนสามารถเดาสุ่มตัวเลือกที่กำหนดได้ จึงมีการศึกษาพัฒนาแบบสอบวินิจฉัยเพื่อปรับปรุงข้อจำกัดของแบบสอบวินิจฉัยแบบประเพณีนิยม จึงเกิดแบบสอบวินิจฉัยแบบสองระดับ (Two – Tier Diagnostic Test) เพื่อใช้เป็นเครื่องมือในการหาข้อบกพร่อง มีรูปแบบแตกต่างจากแบบสอบวินิจฉัยประเพณีนิยม คือ เป็นแบบสอบประกอบด้วยสองระดับ โดยระดับแรกประกอบด้วย คำถามและคำตอบแบบเลือกตอบ ส่วนระดับที่สองเป็นการให้ผู้ตอบได้เลือกหรือแสดงผลของการตอบในระดับแรก เป็นการยืนยันการคิดของนักเรียน ลดข้อจำกัดเรื่องแบบการคิดที่ไม่ได้ใส่ไว้ในตัวลวงของข้อนั้น และการเดาสุ่มของนักเรียน (Treagust, 1985 อ้างถึงใน Chung-Chin Chen and Ming-Liang Lin, 2001) ส่วนใหญ่งานวิจัยที่ใช้วิธีนี้จะพบในแถบประเทศเอเชียตะวันออก เช่น ใต้หวัน เกาหลี เป็นต้น แต่ยังไม่ปรากฏในประเทศไทย

การพัฒนาแบบสอบวินิจฉัยประเพณีนิยม และแบบสอบวินิจฉัยสองระดับให้มีคุณภาพมีความสำคัญมาก เพราะเครื่องมือที่มีคุณภาพจะทำให้ข้อมูลที่ได้ออกมามีคุณภาพส่งผลให้ได้งานวิจัยที่มีคุณภาพด้วย คุณภาพของเครื่องมือแบ่งเป็น 2 ประเภท คือ ความตรง (Validity) และความเที่ยง (Reliability) คุณภาพที่สำคัญประการแรกก็คือความตรงของแบบสอบ ถ้าแบบสอบใดมีความตรงทำให้เชื่อถือได้ว่าแบบสอบนั้นสามารถชี้วัดในสิ่งที่ผู้สร้างแบบสอบต้องการที่จะวัดได้ และเมื่อใดก็ตามที่มีการนำแบบสอบไปใช้ในการทดสอบ แบบสอบจะต้องมีคุณสมบัติที่สำคัญประการหนึ่งคือการให้ผลการทดสอบที่ใกล้เคียงของเดิมเมื่อผู้สอบคนเดิมทำการสอบซ้ำภายใต้สภาพการทดสอบที่เหมือนเดิม คุณสมบัติของความคงเส้นคงวาของคะแนนที่ได้จากแบบสอบเรียกว่า ความเที่ยง ผู้วิจัยจึงสนใจศึกษาคุณภาพของแบบสอบวินิจฉัยประเพณีนิยม และแบบสอบวินิจฉัยสองระดับว่าแบบสอบวินิจฉัยทั้ง 2 ชนิดมีคุณภาพด้านความตรง และความเที่ยงเหมือนหรือแตกต่างกันอย่างไร อีกทั้งการสร้างแบบสอบวินิจฉัยประเพณีนิยม และแบบสอบวินิจฉัยสองระดับต้องสร้างจำนวนข้อสอบค่อนข้างมาก เพื่อมุ่งเน้นการจำแนกนักเรียนมากกว่าผลสัมฤทธิ์ในรายวิชานั้น ครูผู้สอนจึงต้องสร้างข้อสอบจำนวนมาก เพื่อความมั่นใจในการวินิจฉัยมโนทัศน์เรื่องนั้น อีกทั้งบางงานวิจัยมีวิธีการสร้างข้อสอบที่มีมวลเนื้อหาหลายมวลเนื้อหาในแบบสอบฉบับเดียวกัน บางงานวิจัยสร้างข้อสอบเพียงมวลเนื้อหาเดียวในแบบสอบฉบับเดียวกัน แต่ยังไม่มียานวิจัยใดมีการระบุเกณฑ์มาตรฐานจำนวนมวลเนื้อหาที่เหมาะสม รวมถึงจำนวนข้อต่อมวลเนื้อหาที่เป็นมาตรฐานน่าเชื่อถือ เพื่อเป็นการประหยัดเวลาการสร้างของครูผู้สอน จึงเป็นเรื่องน่าสนใจว่าถ้าสามารถวิเคราะห์หาคำตอบได้ว่าในมวลเนื้อหา 1 มวลเนื้อหาจำนวนข้อสอบน้อยที่สุดที่สามารถสร้างได้ควรมีจำนวนเท่าไร และในแบบสอบวินิจฉัยฉบับหนึ่งควรประกอบด้วยกี่มวลเนื้อหา เพื่อสามารถสร้างความน่าเชื่อถือและเพิ่มคุณภาพ



ของแบบสอบวินิจฉัยประเพณีนิยมและแบบสอบวินิจฉัยสองระดับ ให้มีความเที่ยงสามารถแปลความหมายจากผลการวัดได้อย่างถูกต้องและใช้เป็นสารสนเทศสำหรับการตัดสินใจทางการศึกษาได้อย่างเหมาะสม อีกทั้งเป็นการเปรียบเทียบคุณภาพของแบบสอบวินิจฉัยประเพณีนิยมและแบบสอบวินิจฉัยสองระดับ เป็นการเสนอข้อมูลเพื่อให้ครูสามารถวิเคราะห์เลือกใช้แบบสอบวินิจฉัยได้ตรงกับความต้องการมากที่สุด ผู้วิจัยจึงนำทฤษฎีการสรุปอ้างอิง (Generalizability Theory) มาใช้ในการวิเคราะห์และพัฒนาแบบสอบวินิจฉัยเพื่อสามารถนำไปใช้ได้ประสิทธิผลมากที่สุด

ทฤษฎีการสรุปอ้างอิง (ศิริชัย กาญจนวาสี, 2545) เป็นทฤษฎีสำหรับการวิเคราะห์ความน่าเชื่อถือของผลการวัดพฤติกรรมในสถานการณ์ต่างๆ คะแนนที่ได้มีความน่าเชื่อถือ เนื่องจากการวิเคราะห์แยกส่วนความแปรปรวนของคะแนนความคลาดเคลื่อนออกเป็นความคลาดเคลื่อนอย่างเป็นระบบกับความคลาดเคลื่อนสุ่ม จึงทำให้ทราบแหล่งความคลาดเคลื่อนที่สำคัญ เพื่อควบคุมความคลาดเคลื่อนได้ตรงประเด็น อันนำไปสู่การตัดสินใจเลือกใช้เงื่อนไข หรือสถานการณ์ของการวัดถึงระดับที่ต้องการซึ่งแตกต่างจากทฤษฎีการทดสอบแบบดั้งเดิมที่ความคลาดเคลื่อนมาจากความคลาดเคลื่อนทุกแหล่งที่รวมเป็นหนึ่งเดียว โดยทฤษฎีนี้ต้องการสรุปอ้างอิงความน่าเชื่อถือของคะแนนที่สังเกตได้ จากแบบสอบที่ทำการวัดในเงื่อนไขหรือสถานการณ์ต่างๆ ของการทดสอบไปยังคะแนนจริง เงื่อนไขหรือสถานการณ์ของการทดสอบที่จะใช้ไม่ได้หลากหลายขึ้นอยู่กับกรอบแบบ ซึ่งทฤษฎีการสรุปอ้างอิงนี้ เสนอโมเดลการวิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิ์ความน่าเชื่อถือของผลการวัด (G-Coefficient) ซึ่งเปรียบเสมือนเป็นค่าความเที่ยง (Reliability) ของแบบสอบโดยสามารถคำนวณและแปลความหมายได้ 2 ลักษณะ ได้แก่ ความน่าเชื่อถือของผลการวัดสำหรับใช้ตัดสินใจเปรียบเทียบ (Relative decision) และความน่าเชื่อถือของผลการวัดสำหรับตัดสินใจเชิงสัมบูรณ์ (Absolute decision) จากงานวิจัยในประเทศมีผู้นำ G-Theory มาวิเคราะห์ความเที่ยงในเรื่องการตรวจให้คะแนน จำนวนผู้ตรวจ ประสิทธิภาพของผู้ตรวจ จำนวนข้อสอบ จำนวนชิ้นงาน (วิยะดา ระวังสุข, 2546; ปวีณา ป้ออาทิตย์, 2545; อุษณีย์ บัวศิริพันธุ์, 2542; สุพิมพ์ ศรีพันธุ์วรกุล, 2538; ไพรัตน์ วงษ์นาม, 2533; แดง กลางท่าไศ, 2531)

จากข้อมูลดังกล่าวมาทั้งหมดจะเห็นว่าทฤษฎีการสรุปอ้างอิง (Generalizability Theory) ใช้วิเคราะห์และพัฒนาแบบสอบเพื่อนำไปใช้ให้เกิดประสิทธิผลมากที่สุด โดยเฉพาะถ้านำทฤษฎีการสรุปอ้างอิงมาใช้วิเคราะห์แบบสอบวินิจฉัยประเพณีนิยมและแบบสอบวินิจฉัยสองระดับ จะเกิดประโยชน์ต่อการวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนของผู้เรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น อีกทั้งในเนื้อหาในสาขาคณิตศาสตร์ต้องอาศัยความเข้าใจ ไม่เช่นนั้นอาจทำให้ผู้เรียนเกิดมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนในสาขาคณิตศาสตร์ได้ จึงทำให้ผู้วิจัยสนใจเปรียบเทียบคุณภาพด้านความตรง และด้านความเที่ยงซึ่งแทนด้วยค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงและความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อนของแบบสอบวินิจฉัยประเพณีนิยมและแบบสอบวินิจฉัยสองระดับ ในเนื้อหาสาขาคณิตศาสตร์ว่าจะมีคุณภาพแตกต่างกันหรือไม่ พร้อมทั้งศึกษาจำนวนมวลเนื้อหาและจำนวนข้อสอบต่อมวลเนื้อหาที่

เหมาะสมที่จะสามารถวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนของผู้เรียน ได้อย่างมีประสิทธิภาพและประสิทธิผลดีที่สุด

### คำถามวิจัย

การศึกษาเกี่ยวกับแบบสอบวินิจฉัยวิชาคณิตศาสตร์เพื่อวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนของผู้เรียน 2 รูปแบบ ได้แก่ แบบสอบวินิจฉัยประเพณีนิยมและแบบสอบวินิจฉัยสองระดับ โดยมีคำถามวิจัยดังนี้

1. รูปแบบมโนทัศน์การคิดวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องการบวกเลขจำนวนเต็มลบว่ามีกี่รูปแบบอะไรบ้าง
2. การสร้างแบบสอบวินิจฉัยวิชาคณิตศาสตร์แบบประเพณีนิยมและแบบสองระดับมีวิธีการสร้างอย่างไร
3. คุณภาพของแบบสอบวินิจฉัยแบบประเพณีนิยมและแบบสองระดับมีความแตกต่างกันหรือไม่อย่างไร
4. การวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนด้วยแบบสอบวินิจฉัยแบบประเพณีนิยมและแบบสองระดับได้ผลการวินิจฉัยแตกต่างกันหรือไม่อย่างไร
5. แบบสอบวินิจฉัยวิชาคณิตศาสตร์แบบประเพณีนิยมและแบบสองระดับมีความเหมาะสมในการวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนหรือไม่อย่างไร
6. ค่าความเที่ยงซึ่งแทนด้วยค่าสัมประสิทธิ์การสรูปอ้างอิงที่ได้จากคะแนนของผู้เรียนที่มีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนเมื่อนำมาวินิจฉัยโดยใช้แบบสอบวินิจฉัยวิชาคณิตศาสตร์แบบประเพณีนิยมและแบบสองระดับที่มีจำนวนมวลเนื้อหาและจำนวนข้อสอบต่อมวลเนื้อหาแตกต่างกัน จะมีค่าความเที่ยงแตกต่างกันหรือไม่อย่างไร
7. ค่าความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อนที่ได้จากคะแนนของผู้เรียนที่มีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนเมื่อนำมาวินิจฉัยโดยใช้แบบสอบวินิจฉัยวิชาคณิตศาสตร์แบบประเพณีนิยมและแบบสองระดับที่มีจำนวนมวลเนื้อหาและจำนวนข้อสอบต่อมวลเนื้อหาแตกต่างกัน จะมีค่าความแปรปรวนแตกต่างกันหรือไม่อย่างไร

## วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อพัฒนาแบบสอบวินิจฉัยวิชาคณิตศาสตร์แบบประเพณีนิยมและแบบสองระดับ โดยมีวัตถุประสงค์เฉพาะดังนี้
  - 1.1 เพื่อสำรวจมโนทัศน์การคิดวิชาคณิตศาสตร์เรื่องการบวกเลขจำนวนเต็มลบ
  - 1.2 เพื่อสร้างแบบสอบวินิจฉัยวิชาคณิตศาสตร์แบบประเพณีนิยมและแบบสองระดับ
  - 1.3 เพื่อตรวจสอบคุณภาพของแบบสอบวินิจฉัยวิชาคณิตศาสตร์แบบประเพณีนิยมและแบบสองระดับ
  - 1.4 เพื่อวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนในวิชาคณิตศาสตร์เรื่องการบวกเลขจำนวนเต็มลบโดยใช้แบบประเพณีนิยมและแบบสองระดับ
  - 1.5 เพื่อศึกษาความคิดเห็นในการนำแบบสอบวินิจฉัยวิชาคณิตศาสตร์แบบประเพณีนิยมและแบบสองระดับไปใช้ในการวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน
2. เพื่อเปรียบเทียบสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงและความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อนระหว่างแบบสอบวินิจฉัยวิชาคณิตศาสตร์แบบประเพณีนิยมและแบบสองระดับที่มีจำนวนมวลเนื้อหาและจำนวนข้อสอบต่อมวลเนื้อหาที่ต่างกัน

## ขอบเขตของการวิจัย

1. ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษา กรุงเทพมหานคร ปีการศึกษา 2550
2. การวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนวิชาคณิตศาสตร์ที่จะนำมาศึกษาในครั้งนี้ ได้เลือกเนื้อหา เรื่อง การบวกเลขจำนวนเต็มลบ โดยมีมวลเนื้อหาย่อย 3 เรื่อง ได้แก่ มวลเนื้อหาที่ 1 (จำนวนเต็มลบ + จำนวนเต็มลบ) มวลเนื้อหาที่ 2 (จำนวนเต็มบวก + จำนวนเต็มลบ) มวลเนื้อหาที่ 3 (จำนวนเต็มลบ + จำนวนเต็มบวก) ซึ่งจำเป็นสำหรับการเรียนรู้มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ที่สูงขึ้นต่อไป
3. ตัวแปรที่ศึกษา คือ
  - 2.1 ตัวแปรต้น (independent variable) ประกอบด้วย
    - 1) ชนิดของแบบสอบวินิจฉัย ได้แก่ แบบสอบวินิจฉัยแบบประเพณีนิยมและแบบสอบวินิจฉัยสองระดับ
    - 2) จำนวนมวลเนื้อหา ได้แก่ มวลเนื้อหาที่ 1 (จำนวนเต็มลบ + จำนวนเต็มลบ) มวลเนื้อหาที่ 2 (จำนวนเต็มบวก + จำนวนเต็มลบ) มวลเนื้อหาที่ 3 (จำนวนเต็มลบ + จำนวนเต็มบวก)

3) จำนวนข้อต่อมวลเนื้อหา ได้แก่ จำนวนข้อสอบ 2,4,6,8 และ 10 ข้อต่อมวลเนื้อหา

2.2 ตัวแปรตาม (dependent variable) ประกอบด้วย

- 1) ค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิง (generalizability coefficient)
- 2) ความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อน (error variance)

### คำจำกัดความที่ใช้ในการวิจัย

**แบบสอบวินิจฉัยแบบประเพณีนิยม (Traditional Diagnostic Test)** หมายถึง แบบสอบที่ใช้สำหรับค้นหาข้อบกพร่องและมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนของผู้เรียนเป็นรายบุคคล มีลักษณะเป็นข้อกระทง แบ่งเป็นคำถาม และตัวเลือก มีจำนวน 4 ตัวเลือก โดยตัวเลือกเป็นตัวแทนมโนทัศน์แบบต่างๆ ประกอบด้วยตัวเลือกที่เป็นมโนทัศน์ที่ถูกต้อง 1 ตัวเลือก และมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน 3 ตัวเลือก ผู้ตอบต้องเลือกตัวเลือกเพียงตัวเลือกเดียว การให้คะแนนเป็นแบบตอบถูกได้ 1 คะแนน ตอบผิดได้ 0 คะแนน

**แบบสอบวินิจฉัยสองระดับ (Two-Tier Diagnostic Test)** หมายถึง แบบสอบที่มุ่งวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนของผู้เรียน ประกอบด้วย 2 ระดับ ระดับแรกประกอบด้วยคำถามและคำตอบแบบเลือกตอบ จำนวน 4 ตัวเลือก ระดับที่สองประกอบด้วยตัวเลือกที่แสดงผลสนับสนุนในการเลือกตอบระดับแรกซึ่งมีอยู่ 4 ตัวเลือก หรือสามารถใส่เหตุผลอย่างอิสระได้ ผู้ตอบต้องเลือกตัวเลือกเพียงตัวเลือกเดียวในแต่ละระดับ การให้คะแนนเป็นแบบตอบถูกทั้งสองระดับได้ 1 คะแนน ตอบถูกระดับใดระดับหนึ่งหรือตอบผิดทั้ง 2 ระดับ ได้ 0 คะแนน

**คุณภาพของแบบสอบวินิจฉัย** หมายถึง คุณสมบัติด้านความตรงและด้านความเที่ยงของแบบสอบ โดยด้านความตรงพิจารณา 3 ประเภท คือ ความตรงตามเนื้อหา ความตรงเชิงวินิจฉัย และความตรงตามเกณฑ์สัมพัทธ์ ส่วนด้านความเที่ยงพิจารณา 2 ประเภท คือ การตรวจสอบความสอดคล้องภายใน และสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิง

**ความตรง** หมายถึง ความถูกต้องแม่นยำของเครื่องมือในการวัดสิ่งที่ต้องการจะวัด โดยพิจารณาความตรง 3 ประเภท คือ

1) **ความตรงตามเนื้อหา** หมายถึง ความสามารถของแบบสอบวินิจฉัยในการวัดกลุ่มตัวอย่างเนื้อเรื่อง วัดได้ครอบคลุมและเป็นตัวแทนของมวลเนื้อหาที่มุ่งวัด โดยการพิจารณาจากผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหาคณิตศาสตร์เรื่องการบวกเลขจำนวนเต็มลบ

2) **ความตรงเชิงวินิจฉัย** หมายถึง ความสอดคล้องของตัวลวงแบบสอบวินิจฉัยที่สร้างจากมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนกับประเด็นมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน โดยการพิจารณาจากผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหาคณิตศาสตร์เรื่องการบวกเลขจำนวนเต็มลบ



3) **ความตรงตามเกณฑ์สัมพัทธ์** หมายถึง ความสามารถของแบบสอบวินิจฉัยในการวัด มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนได้สอดคล้องกับเกณฑ์ภายนอก โดยใช้เกณฑ์คือผลการวินิจฉัยจากครูผู้สอน วิชาคณิตศาสตร์ด้วยเทคนิคคิดออกเสียง (thinking aloud)

**ความเที่ยง** หมายถึง คุณภาพของแบบสอบวินิจฉัยที่สามารถวัดมโนทัศน์ได้อย่างคงเส้นคงวา โดยพิจารณาความเที่ยง 2 ประเภท คือ

1) **การตรวจสอบความสอดคล้องภายใน** หมายถึงการประมาณค่าความเที่ยงของแบบสอบ โดยใช้การทดสอบเพียงครั้งเดียว แบบสอบฉบับเดียว ผู้สอบกลุ่มเดียวเพื่อวัดระดับความเป็นเอกพันธ์ ของข้อสอบในแบบสอบนั้นว่า วัดเนื้อหาเรื่องเดียวกันเพียงใด ถ้าแบบสอบวัดในเรื่องเดียวกันเมื่อทำ การวัดซ้ำๆก็น่าจะมีสอดคล้องในผลการวัดสูง ในการวิจัยครั้งนี้ใช้สูตรสัมประสิทธิ์แอลฟา ของครอนบาค

2) **สัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิง** หมายถึง คุณภาพด้านความเที่ยงของคะแนนที่ได้จากการ ประเมินแบบสอบวินิจฉัยวิชาคณิตศาสตร์แบบประเพณีนิยมและแบบสองระดับโดยใช้ทฤษฎีการสรุป อ้างอิง แบ่งออกเป็น

ความน่าเชื่อถือของผลการวัดสำหรับใช้ตัดสินใจเปรียบเทียบ (Relative decision) เป็นการ ประมาณค่าจากอัตราส่วนระหว่างความแปรปรวนคะแนนเอกภพ และผลบวกของความแปรปรวน ของคะแนนเอกภพกับความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อนสัมพัทธ์

ความน่าเชื่อถือของผลการวัดสำหรับตัดสินใจสัมบูรณ์ (Absolute decision) เป็นการประมาณ ค่าจากอัตราส่วนระหว่างความแปรปรวนคะแนนเอกภพและผลบวกของความแปรปรวนของคะแนน เอกภพกับความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์

**ความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อน** หมายถึง ความผันแปรความคลาดเคลื่อนจากหลาย แหล่งประกอบด้วย แหล่งความคลาดเคลื่อนอย่างเป็นระบบ และแหล่งความคลาดเคลื่อนจากการสุ่ม แบ่งเป็น

ความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อนแบบสัมบูรณ์ (Absolute Error Variance) เป็นความ แปรปรวนของผลต่างระหว่างคะแนนที่สังเกตได้กับคะแนนเอกภพ ซึ่งมีค่าเท่ากับผลรวมของความ แปรปรวนที่ประมาณได้ทั้งหมด ยกเว้นความแปรปรวนของแหล่งบุคคล

ความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อนแบบสัมพัทธ์ (Relative Error Variance) เป็นความ แปรปรวนของผลต่างระหว่างส่วนเบี่ยงเบนของคะแนนสังเกต (ความแตกต่างของคะแนนสังเกต จาก คะแนนเฉลี่ยของประชากรของคะแนนสังเกต) และส่วนเบี่ยงเบนของคะแนนเอกภพ (ความแตกต่าง ของคะแนนเอกภพจากคะแนนเฉลี่ยของประชากรของคะแนนเอกภพ)

**จำนวนมวลเนื้อหา** หมายถึง เนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง การบวกเลขจำนวนเต็มลบ ที่นำมา พัฒนาเป็นแบบสอบวินิจฉัยประเพณีนิยม และแบบสอบวินิจฉัยสองระดับ ผู้วิจัยจำแนกออกเป็น 3 มวลเนื้อหาโดยใช้แบบการคิดเครื่องหมายเป็นเกณฑ์การจำแนก ได้แก่ มวลเนื้อหาที่1 การบวกจำนวน

เต็มลบกับจำนวนเต็มลบ มวลเนื้อหาที่ 2 การบวกจำนวนเต็มบวกกับจำนวนเต็มลบ มวลเนื้อหาที่ 3 การบวกจำนวนเต็มลบกับจำนวนเต็มบวก

**จำนวนข้อสอบต่อมวลเนื้อหา** หมายถึง จำนวนข้อคำถามที่สร้างขึ้นในแต่ละมวลเนื้อหาของแบบสอบวินิจฉัยวิชาคณิตศาสตร์แบบประเพณีนิยมและแบบสองระดับ โดยเป็นคำถามมุ่งวัดมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนของผู้เรียน แบบสอบวินิจฉัยทั้ง 2 ชนิด สร้างจำนวนข้อสอบเท่ากับ 4 ข้อ ต่อ 1 มวลเนื้อหา รวมทั้งฉบับมีจำนวนข้อสอบฉบับละ 12 ข้อ

### ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ได้แบบสอบวินิจฉัยวิชาคณิตศาสตร์แบบประเพณีนิยมและแบบสองระดับ เรื่องการบวกเลขจำนวนเต็มลบ
2. ได้แนวทางในการสร้างแบบสอบวินิจฉัยวิชาคณิตศาสตร์แบบประเพณีนิยมและแบบสองระดับ เพื่อเป็นเครื่องมือช่วยในการวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนของผู้เรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพ
3. ได้ข้อมูลเกี่ยวกับมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนของนักเรียนสามารถนำมาใช้ในการประเมินการจัดการเรียนการสอนของครู ตลอดจนได้แนวทางสำหรับครูในการจัดสอนซ่อมเสริม เพื่อส่งเสริมให้นักเรียนได้รับผลสำเร็จในการเรียน พัฒนาตนเองได้เต็มขีดความสามารถของแต่ละบุคคล
4. ได้ข้อมูลในการเลือกจำนวนมวลเนื้อหา จำนวนข้อสอบต่อมวลเนื้อหา ในการสร้างแบบสอบวินิจฉัยวิชาคณิตศาสตร์แบบประเพณีนิยมและแบบสองระดับที่เหมาะสม

สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

## บทที่ 2

### เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การศึกษาวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาเอกสาร และงานวิจัยต่างๆ เพื่อเป็นแนวทางพื้นฐานในการวิจัย ประกอบด้วยเนื้อหาหลัก 3 ตอน โดยเสนอตามลำดับ ดังนี้

ตอนที่ 1 แนวคิดเกี่ยวกับการวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน

ตอนที่ 2 วิธีการและเครื่องมือวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน

ตอนที่ 3 การตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือที่ใช้วินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน

#### ตอนที่ 1 แนวคิดเกี่ยวกับการวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน

จากการศึกษาเอกสาร และงานวิจัยต่างๆเกี่ยวกับมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน สามารถแบ่งการนำเสนอได้ 4 ส่วน ได้แก่ ส่วนที่ 1 ความหมายของมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน ส่วนที่ 2 สาเหตุการเกิดมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน ส่วนที่ 3 ผลเสียของการมีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน และส่วนที่ 4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน มีรายละเอียดดังนี้

##### 1. ความหมายของมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน

นักการศึกษาและนักจิตวิทยาทั้งในและต่างประเทศได้ให้ความหมายคำว่า มโนทัศน์ แตกต่างกันไป โดยมโนทัศน์ แปลมาจากคำว่า "concept" ในภาษาอังกฤษ มีคำภาษาไทยคำอื่นๆ ที่ใช้ในความหมายเดียวกันนี้อีก ได้แก่ ความคิดรวบยอด มโนภาพ และสังกัป Cecco (1968) ให้ความหมายมโนทัศน์ว่าเป็นกลุ่มของสิ่งเร้าที่มีลักษณะร่วมกันและกลุ่มของสิ่งเร้าอาจเป็นสิ่งของ เหตุการณ์หรือบุคคลก็ได้ Mc Donsald (1959) กล่าวว่า มโนทัศน์ คือ "การจำแนกประเภทกลุ่มของสิ่งเร้าซึ่งมีลักษณะร่วมกัน มโนทัศน์ไม่ใช่ตัวของสิ่งเร้าเอง และไม่ใช่ประสบการณ์ที่เกี่ยวกับสิ่งเร้า นั้น แต่เป็นการจัดประเภทของสิ่งเร้า เหตุการณ์หรือลักษณะต่างๆ ซึ่งต้องขึ้นอยู่กับประสบการณ์ที่เกี่ยวกับสิ่งนั้น แล้วนำมาแยกแยะ และสรุปรวบยอด ดังนั้นจึงอาจกล่าวได้ว่า มโนทัศน์หมายถึง ความคิดความเข้าใจ ซึ่งเป็นข้อสรุปของบุคคลที่มีต่อกลุ่มของสิ่งเร้าที่มีลักษณะร่วมกัน โดยเนื่องมาจากบุคคลนั้นๆ ได้รับรู้มโนทัศน์ของคนเราเป็นผลเนื่องมาจากประสบการณ์ คือเมื่อได้ปะทะสัมพันธ์กับสิ่งเร้าจนในที่สุดเกิดโครงการสร้างของมโนทัศน์ขึ้นมาได้มีกระบวนการเป็นลำดับดังนี้ คือการรับรู้หรือสัญชาตญาณ ความจำ การคิดหาเหตุผล การจัดระเบียบหรือการผสมผสานความคิด หากเกิดการผิดพลาดในการสร้างมโนทัศน์ จะทำให้เกิดมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน

มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนมีคำที่มีความหมายเดียวกับ สังกัปบกพร่อง สังกัปที่ผิดพลาด ความคิดรวบยอดที่ผิดพลาด มโนคติที่คลาดเคลื่อน ส่วนภาษาอังกฤษใช้คำว่า Misconception หรือ

alternative conception หรือ enoueous idea หรือ alternative framework มีนักวิชาการได้ให้ความหมายมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนดังนี้

เกษสุดา บุรณพันธ์ศักดิ์ (2545) กล่าวว่า มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน เป็นความคิดและความเข้าใจที่แตกต่างไปจากความเป็นจริง ที่อาจจะได้มาจากประสบการณ์ที่ไม่ถูกต้อง ไม่ชัดเจนของแต่ละบุคคล ที่ยากต่อการแก้ไขเปลี่ยนแปลง

บุญรัตน์ ปานประสงค์ (2545) กล่าวว่า มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน หมายถึง ความเข้าใจที่ได้มาจากแนวคิดที่ไม่ถูกต้อง อันเนื่องมาจากการรับรู้ที่ไม่สมบูรณ์ และคลุมเครือ

ศิริวิไล สังกบุญ (2538) เสนอว่า มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนเป็นความคิด ความเข้าใจที่ไม่สมบูรณ์หรือไม่ถูกต้อง เป็นความคิดความเข้าใจที่ต่างไปจากแนวคิดและความเข้าใจที่เป็นที่ยอมรับ

ศิริเดช สุชีวะ (2537) ได้สรุปว่ามโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนเป็นวิธีการแก้ปัญหาด้วยความรู้ ความเข้าใจที่ไม่สมบูรณ์ หรือคลาดเคลื่อนไปจากความเป็นจริง ที่ได้รับการยอมรับในทางวิทยาศาสตร์หรือการยอมรับในสังคม

กรรณิกา แจ่มหมื่นไวย (2535) กล่าวว่า มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน เป็นความคิดและความเข้าใจที่ไม่ถูกต้อง ไม่ชัดเจน และเป็นแนวคิดที่ต่างไปจากการยอมรับทางวิทยาศาสตร์

ในขณะที่ Fisher (1985) ได้กล่าวถึงลักษณะของมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนไว้ สรุปได้ดังนี้

1. เป็นมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนไปจากมโนทัศน์ที่ยอมรับว่าถูกต้องในศาสตร์นั้น
2. มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนจะขยายวงกว้างออกไป จากเรื่องที่ย่อยไปสู่เรื่องที่ยากขึ้นและ มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนจำนวนไม่น้อย ที่ยากต่อการเปลี่ยนแปลงแก้ไขหรือแก้ไขได้น้อยมากเมื่อใช้วิธีการสอนแบบดั้งเดิม
3. มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนบางเรื่องก็เกี่ยวข้องกับความเชื่ออื่นๆ ซึ่งเกี่ยวโยงกันอย่างมีระบบ และทำให้นักเรียนมีแนวโน้มจะนำไปใช้ในชีวิตของเขาด้วย
4. มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนบางเรื่องเป็นสิ่งที่ถ่ายทอดกันมาแต่อดีต จากผู้นำทางความรู้ ในศาสตร์นั้นๆ แล้วถ่ายทอดมาสู่ผู้เรียน

จากการที่มีผู้ให้ความหมายของมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนดังกล่าวมาข้างต้น ผู้วิจัยสรุปได้ว่ามโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนเป็นความคิดความเชื่อและความเข้าใจผิด เกิดจากแนวคิดซึ่งได้มาจากประสบการณ์หรือความรู้ที่ไม่ถูกต้อง แตกต่างจากแนวคิดที่ได้รับการยอมรับ และไม่มีเหตุผลเพียงพอปราศจากพื้นฐานทางวิทยาศาสตร์



## 2. สาเหตุการเกิดมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน

การเกิดมโนทัศน์เป็นผลเนื่องมาจากประสบการณ์ เมื่อได้ปะทะสัมพันธ์กับสิ่งเร้า จนในที่สุดเกิดโครงการสร้างของมโนทัศน์ขึ้นมาได้ มีกระบวนการเป็นลำดับดังนี้ การรับรู้หรือสัญชาตญาณ ความจำ การคิดหาเหตุผล การจัดระเบียบหรือการประสานความคิด เกี่ยวกับสิ่งเร้า นั้นให้ เป็นหมวดหมู่ แล้วก็เก็บเอาไว้เป็นความจำ เมื่อได้รับรู้กลุ่มของสิ่งเร้าใดมากเข้าความจำเกี่ยวกับกลุ่มของสิ่งเร้า นั้นมีมากขึ้น ก็เกิดการคิดหาเหตุผล มีการประสานกันระหว่าง การรับรู้ ความจำ และความคิดเกี่ยวกับสิ่ง นั้น การมองเห็น ความแตกต่างของกลุ่มสิ่งเร้า นั้นๆ ว่าต่างไปจากกลุ่มสิ่งเร้าอื่นอย่างไร และการสรุป รวบรวมคุณลักษณะของกลุ่มของสิ่งเร้า นั้นว่าคล้ายคลึงกับสิ่งเร้าประเภทเดียวกันในแง่ใดบ้าง จากลักษณะ การเกิดมโนทัศน์ หรือการสร้างมโนทัศน์ของคนเรานั้นได้กล่าวมา มีนักวิชาการได้เสนอสาเหตุการเกิด มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนหลากหลาย เช่น ศิริเดช สุชีวะ (2537) ได้สรุปว่า มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนอาจ เกิดจาก ความเชื่อตามผู้ทรงคุณวุฒิในอดีต เนื้อหาที่ค่อนข้างเป็นนามธรรมทำให้เกิดจินตนาการที่ผิด คำบรรยายที่เขียนไม่ชัดเจนหรือให้ความรู้ที่ไม่ถูกต้อง ปัญหาเรื่องภาษาและสัญลักษณ์ วุฒิภาวะและ พัฒนาการทางปัญญาของนักเรียน ตลอดจนตัวผู้สอนเอง ส่วนเกษศดา บุรณพันธ์ (2545) กล่าวว่า การที่นักเรียนเกิดมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน อาจเนื่องมาจากสาเหตุหลายประการ อาทิเช่น การได้รับความรู้มาจากครูที่ไม่มีความเข้าใจเพียงพอในมโนทัศน์ที่สอน หรือเกิดจากการที่นักเรียนศึกษาจาก คำบรรยายที่ให้คำอธิบายที่ไม่ชัดเจน ข้ามขั้นตอนวิธีการทำ แล้วนักเรียนสร้างภาพมโนทัศน์ขึ้นเอง อีกทั้ง ระดับความรู้ของนักเรียนยังไม่เพียงพอต่อการรับรู้มโนทัศน์ที่ยากเกินความสามารถได้

สุวิมล เขียวแก้ว (2531) ได้กล่าวถึงสาเหตุของการเกิดมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนว่า จะมีสาเหตุ มาจาก 4 ประการ ดังนี้

1. คำบรรยาย คำบรรยายบางเล่มเสนอความหมายในบางเรื่องไม่ชัดเจน ทำให้นักเรียน บางส่วนคิด หรือตีความหมายขึ้นมาเองเป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้เกิดมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนในเรื่อง นั้นๆ

2. การพัฒนาการทางด้านสติปัญญาของนักเรียน ในการที่นักเรียนจะศึกษามโนทัศน์ในบาง เรื่องให้เข้าใจทั้งหมดจะต้องอาศัยวุฒิภาวะ และการพัฒนาทางด้านสติปัญญาในระดับหนึ่งซึ่งถ้าระดับ วุฒิภาวะ และการพัฒนาทางสติปัญญายังไม่เพียงพอก็จะทำให้ไม่สามารถทำความเข้าใจในเรื่องนั้นๆ ได้ หรือเข้าใจได้เพียงพอบางส่วนแต่บางส่วนคลาดเคลื่อนไป

1. ภาษา นักเรียนมักจะนำภาษาที่ใช้ในชีวิตประจำวันมาปะปนกับศัพท์เฉพาะทาง วิทยาศาสตร์ คำบางคำที่ใช้ในชีวิตประจำวันกับที่ใช้ในทางวิทยาศาสตร์ใช้คำเดียวกัน แต่ความหมาย ไม่เหมือนกัน นักเรียนมักนำคำที่ใช้ทางวิทยาศาสตร์ไปเทียบความหมายกับคำที่ใช้ในชีวิตประจำวันจึง เป็นเหตุให้นักเรียนมีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน

2. ครูบางคนมีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนในเรื่องที่ตนเองสอน จึงทำให้นักเรียนได้รับการ ถ่ายทอดมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนในเรื่องนั้นด้วย

จากที่กล่าวมาข้างต้นสรุปได้ว่าการที่คนเราจะมิมโนทัศน์ที่บกพร่องหรือผิดพลาดมักขึ้นอยู่กับองค์ประกอบต่อไปนี้ คือ การขาดประสบการณ์หรือการมีประสบการณ์จำกัด มีการรับรู้ที่ผิดพลาด ความจำคลาดเคลื่อน มีการหาเหตุผลที่ผิดพลาด โดยอาจเนื่องมาจากลักษณะส่วนตัวของผู้นั้น เช่น มีความลำเอียงไม่รอบคอบสรุปข้อมูลที่ได้มาอย่างไม่ถ่วงถือนหรือข้อมูลมีน้อยเกินไป เป็นต้น

### 3. ผลเสียของการมิมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน

จากการศึกษาสาเหตุของการมิมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน ทำให้ผู้วิจัยสนใจผลเสียของการมิมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนว่าส่งผลต่ออย่างไรต่อผู้เรียนมีรายละเอียดดังนี้

เกษสุดา บุรณพันธ์ศักดิ์ (2545) กล่าวว่า จากการที่นักเรียนมิมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน จะทำให้นักเรียนไม่สามารถทำความเข้าใจเนื้อหาใหม่ที่เกี่ยวเนื่องกันหรือเนื้อหาในระดับที่สูงขึ้นและการเชื่อมโยงความรู้เก่ากับความรู้ใหม่ก็จะเกิดขึ้นได้ช้าหรือไม่เกิดเลย ซึ่งจะส่งผลให้เกิดความล้มเหลวในการเรียนของนักเรียนในที่สุด ส่วน Fisher (1985) ได้กล่าวถึงผลเสียที่เกิดขึ้นจากการที่นักเรียนมิมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน สรุปได้ดังนี้

1. มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนเพียงเรื่องเดียวหรือจำนวนหนึ่งจะขยายออกไปได้ เนื่องจากคนเรามีการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นที่แตกต่างกันกับบุคคลจำนวนมาก
2. มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนจะขยายวงกว้างออกไป จากเรื่องที่ย้ายไปสู่เรื่องที่ยากขึ้น และมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนจำนวนไม่น้อยที่ยากต่อการเปลี่ยนแปลงแก้ไขถ้ายังคงใช้วิธีการสอนแบบเดิม
3. มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนบางเรื่องที่เกี่ยวข้องกับความเชื่ออื่นๆ ซึ่งเกี่ยวข้องกันอย่างมีระบบและทำให้นักเรียนมีแนวโน้มที่จะนำไปใช้ในชีวิตของเขาด้วย

ในขณะที่ริเชซ สุชีวะ (2537) ได้เสนอผลกระทบและความจำเป็นที่ต้องมีการวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนว่า นักเรียนมักจะไม่รู้ตัวว่าตนเองมิมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนอย่างไรและครูก็ไม่มีเวลาที่จะวินิจฉัยนักเรียนเป็นรายบุคคลได้ในทุกๆ เนื้อหาหรือทุกๆ ทักษะ ทำให้เป็นอุปสรรคต่อการเรียนรู้มโนทัศน์ที่สูงขึ้น หากครูสามารถให้ข้อมูลป้อนกลับเกี่ยวกับมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนของนักเรียนแต่ละคนได้ภายหลังการประเมินผลการเรียนรู้ในแต่ละเนื้อหาก่อนที่จะเรียนเรื่องต่อไปนับเป็นประโยชน์อย่างยิ่ง ทั้งตัวนักเรียนเองและการปรับปรุงการจัดการเรียนการสอนของครู ทำให้นักเรียนรู้ตนเองว่าตนเองยังมีความบกพร่องที่จุดใด ควรปรับปรุงตนเองอย่างไรเพื่อผลการเรียนที่ดีขึ้น ขณะเดียวกันครูผู้สอนเมื่อทราบข้อมูลเกี่ยวกับตัวผู้เรียนแล้วก็สามารถจะนำมาใช้ปรับปรุงการสอนของตน เพื่อให้เกิดผลสัมฤทธิ์สู่ผู้เรียนมากที่สุดอันเป็นการใช้กระบวนการวัดและประเมินผลที่คุ้มค่าและเกิดประโยชน์อย่างสูงต่อผู้เรียน

ผลเสียของการมิมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน จากที่กล่าวมานั้นสรุปได้ว่า ถ้าผู้เรียนเกิดมิมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนที่เกิดผลกระทบทางตรงต่อตนเอง เป็นอุปสรรคในการเรียนรู้มโนทัศน์ที่สูงขึ้นที่มีเนื้อหาเกี่ยวเนื่องจากเนื้อหาที่ผู้เรียนมิมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน ผู้เรียนอาจเกิดความท้อแท้หมดกำลังใจในการเรียน ส่งผลกระทบโดยตรงต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียน

#### 4. งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน

จากการศึกษาค้นคว้างานวิจัยทั้งในประเทศและต่างประเทศที่เกี่ยวกับมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน ผู้วิจัยรวบรวมและนำเสนอไว้ดังต่อไปนี้

กรรณิกา แจ่มหมื่นไว (2535) ได้วิเคราะห์มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนในวิชาฟิสิกส์ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 4 กรุงเทพมหานคร โดยมีจุดประสงค์เพื่อวิเคราะห์มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนในวิชาฟิสิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์ ปีการศึกษา 2534 ในโรงเรียนสังกัดกรมสามัญศึกษาในเขตกรุงเทพมหานคร จำนวน 330 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวินิจฉัย คือแบบทดสอบมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนของนักเรียนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นจำนวน 1 ฉบับ มีลักษณะเป็นแบบเลือกตอบ เพื่อวัดมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนในเรื่องการวัด และแปลความหมายข้อมูล แสงและการเห็น และปรากฏการณ์คลื่น ผลการวิจัยสรุปได้ว่านักเรียนมีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนในวิชาฟิสิกส์จำนวน 5 มโนทัศน์ซึ่งอยู่ในหัวข้อเรื่องการกระจายของแสง ตา และการมองเห็น การผสมสี การซ้อนทับของคลื่น และการสะท้อนของคลื่น

เกษสุดา บุรณพັນศักดิ์ (2545) ได้ศึกษามโนทัศน์เรื่องฟังก์ชัน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ในโรงเรียนสังกัดกรมสามัญศึกษา กรุงเทพมหานคร พบว่านักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีมโนทัศน์เรื่องฟังก์ชันต่ำกว่าเกณฑ์ขั้นต่ำ มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนได้แก่ 1) บทนิยาม สัญลักษณ์ สมบัติและตัวแปร 2) ความรู้พื้นฐานทางคณิตศาสตร์ในด้านการใช้สิ่งที่โจทย์กำหนดให้ การใช้สูตร การคิดคำนวณ การตีความด้านภาษา การตรวจสอบการแก้ปัญหา และการเขียนกราฟ

นันทนา เชาว์ปรีชา (2533) ได้ศึกษามโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนในวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย กรุงเทพมหานคร โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษามโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนในวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย กรุงเทพมหานคร ตัวอย่างประชากรเป็นครูวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพจำนวน 45 คน และนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 สังกัดกรมสามัญศึกษา แผนการเรียนศิลป์ จำนวน 800 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวินิจฉัย 2 ฉบับ ได้แก่ แบบสอบถามความคิดเห็นของครูเกี่ยวกับมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนในวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพ และแบบทดสอบความคิดเห็นของนักเรียนเกี่ยวกับมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนในวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพ เป็นแบบทดสอบชนิดเลือกตอบที่มี 4 ตัวเลือก ผลการวิจัยสรุปได้ว่า 1) มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนในวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายที่ครูส่วนใหญ่เห็นด้วย มีจำนวน 30 ข้อความจาก 50 ข้อความ 2) นักเรียนมีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนในวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพ จำนวน 23 ข้อความจาก 50 ข้อความ

ณัฐใจโล พริ้งมาดี (2544) ได้ศึกษามโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่องเส้นขนาน ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น พบว่า นักเรียนมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์เรื่องเส้นขนานอยู่ในระดับต่ำ เกี่ยวกับบทนิยามของเส้นขนาน เส้นขนานและมุมแย้ง และเส้นขนานและมุมภายนอกกับมุมภายใน ส่วน

มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์เกี่ยวกับเส้นขนานและมุมภายในอยู่ในระดับปานกลาง นอกจากนี้นักเรียนมีมโนทัศน์คลาดเคลื่อนทางคณิตศาสตร์เรื่องเส้นขนานเป็นร้อยละ 27.95 – 39.52 ใน 4 มโนทัศน์ย่อย

วารภรณ์ ธีรสิริ (2533) ได้ศึกษามโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนในวิชาเคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 กรุงเทพมหานคร โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษามโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนในวิชาเคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ในเขตกรุงเทพมหานคร กลุ่มตัวอย่างประชากรเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์ ปีการศึกษา 2532 ในโรงเรียนสังกัดกรมสามัญศึกษาในเขตกรุงเทพมหานคร จำนวน 349 คน มโนทัศน์ที่ศึกษาเป็นมโนทัศน์ในบทเรียนวิชาเคมีชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่องสารและการเปลี่ยนแปลง ปริมาณสารสัมพันธ์ 1 ปริมาณสารสัมพันธ์ 2 สมบัติของสาร ความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติของธาตุ และโครงสร้างอะตอม โดยใช้แบบทดสอบที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น 2 ฉบับ เป็นแบบทดสอบแบบเลือกตอบซึ่งมีจำนวนตัวเลือกขึ้นอยู่กับจำนวนมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนที่คาดว่านักเรียนจะมีในหัวข้อนั้นๆ ผลการศึกษาพบว่า 1) นักเรียนมีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนในวิชาเคมีทั้งหมด 16 ข้อความ บทเรียนที่มีนักเรียนมีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนมากที่สุด คือ บทเรียนเรื่องสมบัติของสาร ในหัวข้อเรื่องทฤษฎีจลน์ของก๊าซ บทเรียนที่นักเรียนมีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนรองลงมา คือ บทเรียนเรื่องปริมาณสารสัมพันธ์ 1 ในหัวข้อเรื่องโมล 2) ข้อความมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนที่นักเรียนส่วนใหญ่เลือกตอบ คือ ข้อความในหัวข้อเรื่องโมลที่กล่าวว่า ก๊าซจำนวน 1 โมลมี  $6.02 \times 10^{23}$  อะตอม

ศิวลี ส่งบุญ (2538) ได้ศึกษามโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนในวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ในโรงเรียนโครงการขยายโอกาสทางการศึกษาขั้นพื้นฐาน สังกัดสำนักงานคณะกรรมการการประถมศึกษาแห่งชาติ เขตการศึกษา 5 กลุ่มตัวอย่างได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 378 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือ แบบทดสอบมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน และแบบสัมภาษณ์ พบว่า นักเรียนมีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนในวิชาวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับสูง

อัมพร ม้าคอง (2536) ได้ทำการวิจัยเรื่อง การวินิจฉัยข้อผิดพลาดทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนสาธิตจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย โดยกลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/3 จำนวน 21 คน เครื่องมือคือแบบฝึกหัดในหนังสือเรียน แบบฝึกหัดประจำบท โจทย์ประยุกต์และแบบทดสอบย่อยประจำบท ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนมีข้อผิดพลาดด้านการใช้ทฤษฎีบท สูตร กฎ นิยาม และสมบัติ ด้านการคิดคำนวณ ด้านตีความจากโจทย์ ตามลำดับ

จากงานวิจัยที่กล่าวมาข้างต้นนั้น สรุปได้ว่า นักเรียนจะเกิดมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนในหลายสาขา เช่น คณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ และยังมีปัจจัยอื่นๆที่มีผลต่อมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนของนักเรียน ได้แก่ วิธีการสอน เนื้อหาของวิชา แบบเรียน เป็นต้น



## ตอนที่ 2 วิธีการวิจัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน

จากการศึกษาเอกสาร และงานวิจัยต่างๆเกี่ยวกับวิธีการมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน สามารถแบ่งการนำเสนอได้ 3 ส่วน ได้แก่ ส่วนที่ 1 วิธีการวิจัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนที่พบในงานวิจัย ส่วนที่ 2 แบบสอบวินิจฉัยประเพณีนิยม ส่วนที่ 3 แบบสอบวินิจฉัยสองระดับ มีรายละเอียดดังนี้

### 1. วิธีการวิจัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนที่พบในงานวิจัย

วิธีการวิจัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนของนักเรียนมีความสำคัญอย่างยิ่ง เพราะการเรียนรู้เนื้อหาในระดับสูงบางเรื่องทำไม่ได้เลย ถ้าไม่เรียนรู้เรื่องที่เป็นพื้นฐานมาก่อน เช่น เด็กจะไม่สามารถทำความเข้าใจหรือเรียนรู้เรื่องการคูณได้เลย ถ้าไม่เรียนรู้เรื่องการบวกมาก่อน เป็นต้น ดังนั้นสาเหตุประการหนึ่งที่ทำให้เด็กไม่ประสบความสำเร็จในการเรียน คือ การที่ต้องเรียนเรื่องใหม่โดยที่ยังขาดความรู้ความเข้าใจในเรื่องเดิมที่เป็นพื้นฐานของเรื่องใหม่ ทำให้ไม่สามารถเกิดการเรียนรู้เรื่องใหม่ที่กำลังเรียนได้ การวินิจฉัยการเรียนจึงเข้ามามีบทบาทเพื่อให้ทราบว่าสมรรถภาพของเด็กอยู่ตรงจุดใด เมื่อรู้แล้วครูจะได้ดำเนินการเสริมสมรรถภาพให้แก่นักเรียน เมื่อปัญหาถูกขจัดให้หมดไป เด็กก็มีความพร้อมที่จะเรียน เรื่องใหม่ได้ จะเห็นได้ว่านอกจากการวินิจฉัยจะช่วยให้ทราบว่าปัญหาหรือข้อบกพร่องอยู่ที่ไหนแล้วยังบอกด้วยว่าครูจะต้องเน้น และต้องสอนตรงจุดไหน

วิธีการที่ใช้ในการวินิจฉัยการเรียนคณิตศาสตร์ สามารถจำแนกได้เป็น 2 แบบ (วลี สมสมัย, 2539; สิริเดช สุชีวะ, 2537; ดวงเดือน อ่อนน่วม, 2533) คือ การวินิจฉัยอย่างไม่เป็นทางการ (informal technique) และการวินิจฉัยอย่างเป็นทางการ (formal technique)

1. การวินิจฉัยอย่างไม่เป็นทางการ เป็นการใช้เทคนิควิธีการในการหาข้อมูลเกี่ยวกับข้อบกพร่องของนักเรียน ด้วยวิธีที่ไม่เป็นแบบแผน ทำได้ง่าย วิธีการที่ใช้ เช่น การสังเกต (observation) สอบถามนักเรียนเป็นรายบุคคล และการตรวจแบบฝึกหัด

1.1 การวินิจฉัยข้อบกพร่องทางการเรียนด้วยการสังเกต และสอบถามนักเรียนเป็นรายบุคคล ครูผู้สอนต้องมีทักษะในการสังเกตและการตั้งคำถามเพื่อวินิจฉัยข้อบกพร่องซึ่งจะได้ผลดีในนักเรียนกลุ่มเล็กและครูมีความใกล้ชิดกับเด็ก ผลการวินิจฉัยโดยวิธีนี้จะตรงกับความเป็นจริงสูง แต่ปัจจุบันนักเรียนมีจำนวนมาก ครูแต่ละคนมีงานที่ต้องรับผิดชอบและความจำกัดของเวลาในการเรียนแต่ละเนื้อหา จึงเป็นการไม่สะดวกที่ใช้วิธีนี้

1.2 การวินิจฉัยข้อบกพร่องทางการเรียนจากการแสดงวิธีทำของนักเรียนในแบบฝึกหัดหรือในแบบสอบอัตนัย เป็นวิธีที่ได้ผลวิธีหนึ่งในการวินิจฉัยข้อบกพร่อง ครูผู้วินิจฉัยจะต้องเชี่ยวชาญเนื้อหานี้เป็นอย่างดี แต่เวลาที่ใช้ในการสอบ การตรวจ และการวินิจฉัยค่อนข้างมาก ทำให้เป็นข้อจำกัดในวิธี

2. การวินิจฉัยอย่างเป็นทางการ เป็นการใช้วิธีการหาข้อมูลเกี่ยวกับข้อบกพร่องของนักเรียนด้วยวิธีการที่สร้างขึ้นมาอย่างมีระบบและแบบแผน วิธีการที่ใช้ เช่น การวินิจฉัยข้อบกพร่องด้วยแบบสอบ การวินิจฉัยข้อบกพร่องด้วยดัชนีบ่งชี้ความผิดปกติของแบบแผนคะแนนการสอบ การ



วินิจฉัยด้วยวิธีการของทาทซุโอะกะ การวินิจฉัยแบบย้อนรอยกระบวนการคิดของศิริเดช และการวินิจฉัยตามสภาพเป็นจริงของวุฒิ เป็นต้น

2.1 การวินิจฉัยข้อบกพร่องทางการเรียนด้วยแบบสอบวินิจฉัย การวินิจฉัยข้อบกพร่องทางการเรียนส่วนใหญ่ใช้แบบสอบวินิจฉัยแบบปรนัยชนิดเลือกตอบ 4 ถึง 5 ตัวเลือก แต่ละตัวเลือกได้จากการสำรวจข้อบกพร่องแล้วนำข้อบกพร่องที่มีความถี่สูงสุดมาเป็นตัววางข้อดีของวิธีนี้คือสามารถค้นหาสาเหตุของข้อบกพร่องทางการเรียนเป็นเรื่องๆ และมุ่งวิเคราะห์คำตอบของนักเรียนเป็นรายชื่อ จึงสามารถบ่งชี้ข้อบกพร่องของนักเรียนได้โดยตรง ประหยัดเวลาและแรงงานของครูผู้สอน แต่มีข้อจำกัดที่แบบสอบชนิดนี้วินิจฉัยข้อบกพร่องได้จากตัวดวงเพียง 3 ถึง 4 แบบเท่านั้น ทำให้ไม่สามารถมั่นใจได้ว่าการที่นักเรียนเลือกตัวดวงใดจะแสดงถึงการมีแบบการคิดตามที่ระบุไว้ในแต่ละตัวดวงเสมอไป นักเรียนอาจมีแบบการคิดที่ไม่ได้ใส่ไว้ในตัวดวงของข้อนั้นก็

ได้

2.2 การวินิจฉัยข้อบกพร่องด้วยดัชนีบ่งชี้ความผิดปกติของแบบแผนคะแนนการตอบ นักวิจัยให้ความสนใจวินิจฉัยจุดบกพร่องทางการเรียนจากแบบแผนคะแนนการตอบซึ่งผลการวินิจฉัยจะออกมาในรูปของการพัฒนาดัชนีบ่งชี้ความผิดปกติของแบบแผนคะแนนการตอบ โดยการเทียบกับแบบแผนคะแนนการตอบที่มีลักษณะเป็นกัตแมนสมบูรณ์ (perfect guttman) หากแบบแผนคะแนนการตอบของผู้สอบแตกต่างจากแบบแผนคะแนนการตอบที่มีลักษณะเป็นกัตแมนสมบูรณ์เพียงใด ก็แสดงว่ามีความผิดปกติของแบบแผนคะแนนการตอบมากเพียงนั้น ข้อจำกัดของวิธีการนี้คือค่าดัชนีจะบอกได้เพียงว่าแบบแผนคะแนนการตอบนั้นผิดปกติหรือไม่ เพียงใด แต่ไม่อาจบอกได้ว่าความผิดปกตินั้นเนื่องมาจากรูปแบบการคิดใด

2.3 การวินิจฉัยข้อบกพร่องทางการเรียนด้วยวิธีการของทาทซุโอะกะ วิธีการนี้มีแนวคิดมาจากการประเมินกฎ โดยการตรวจสอบแบบการคิดที่นักเรียนใช้ในการแก้ปัญหาจากแบบแผนคะแนนการตอบ (item score response pattern) ของนักเรียนแต่ละคน โดยเปรียบเทียบในสองมิติ คือ มิติของค่าดัชนีบ่งชี้ความผิดปกติของแบบแผนคะแนนการตอบ และมิติของคะแนนรวม โดยใช้ชื่อวิธีการนี้ว่า “rule space” ข้อจำกัดของวิธีนี้คือ จากแบบแผนคะแนนการตอบมีแบบการคิดแก้ปัญหาจำนวนหนึ่งซึ่งเมื่อตรวจคำตอบและให้คะแนนแบบ 0-1 แล้วให้แบบแผนคะแนนการตอบที่เหมือนกันทุกประการ ทำให้ไม่สามารถวินิจฉัยได้ว่านักเรียนใช้แบบการคิดแบบใด อีกประการหนึ่งการคำนวณค่าต่างๆ วิธีการนี้ อันได้แก่ ค่าดัชนีเดือนมาตรฐานหมายเลข 4 ค่าความสามารถของผู้สอบ ตามทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบ รวมทั้งการคำนวณค่าระยะทางน้อยที่สุดแบบ Mahalanobis' generalized square - distance และการตัดสินใจแบบเบย์ส์ มีวิธีการคำนวณที่ซับซ้อนและต้องใช้ผู้สอบเป็นจำนวนมาก จึงจะประมาณค่าพารามิเตอร์ต่างๆ ได้อย่างแม่นยำ ทำให้ไม่สะดวกในการนำมาปฏิบัติในระดับชั้นเรียน

2.4 การวินิจฉัยข้อบกพร่องแบบย้อนรอยกระบวนการคิดของศิริเดช สุชีวะ วิธีการวินิจฉัยข้อบกพร่องด้วยวิธีนี้ได้พัฒนามาจากวิธีการของทาทซุโอะกะ มีพื้นฐานมาจากแนวคิดการประเมินกฎ ซึ่งกล่าวว่าผู้สอบแต่ละคนมีกระบวนการคิดที่หลากหลาย คำตอบที่ตรงกันอาจมาจากกระบวนการคิดที่เหมือนกันหรือต่างกันได้ ดังนั้นการประเมินกฎจากแบบการตอบทั้งหมดของผู้สอบทำให้สามารถย้อนรอยกระบวนการคิดและวินิจฉัยข้อบกพร่องของผู้สอบได้ ซึ่งการวินิจฉัยด้วยวิธีการดังกล่าวมี 3 ขั้นตอน คือ ขั้นตอนแรกเป็นการสำรวจแบบการคิดทั้งหมดที่เป็นไปตามสังกัดของเนื้อหาที่ต้องการวินิจฉัย ขั้นตอนที่สองเป็นการสร้างข้อสอบจากรูปแบบข้อสอบทั้งหมดที่เป็นไปได้ให้แบบแผนการตอบทั้งหมดสามารถย้อนรอยแบบการคิดของผู้สอบแต่ละคน และขั้นตอนที่สามเป็นการวินิจฉัยข้อบกพร่องซึ่งในขั้นตอนนี้มีการดำเนินการ 2 ขั้นตอนย่อย คือ การวินิจฉัยเชิงสำรวจแบบการคิด และการวินิจฉัยเพื่อยืนยันแบบการคิด โดยพบว่าวิธีการนี้สามารถวินิจฉัยข้อบกพร่องของนักเรียนที่มีแบบแผนคะแนนการตอบเหมือนกันหรือมีแบบแผนคะแนนการตอบเป็นศูนย์หมดทุกข้อได้ แต่วิธีนี้ก็ยังมีข้อจำกัดในเรื่องความยุ่งยากในการวินิจฉัย และการสร้างแบบสอบชุดที่ 2 อันเป็นอุปสรรคสำหรับการนำไปใช้ในโรงเรียน และเนื้อหาที่จะนำมาใช้วิธีการนี้ต้องสามารถกำหนดแบบการคิดหาคำตอบในเรื่องนั้นได้อย่างแน่นอน

2.5 การวินิจฉัยตามสภาพเป็นจริงของวุฒิ เป็นการวินิจฉัยการคำนึงถึงสภาพที่เป็นจริงในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์นั้นมีความสำคัญสรุปได้ 4 ประการ คือ ประการแรกเพื่อตอบสนองเป้าหมายของหลักสูตรประถมศึกษาพุทธศักราช 2521 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2533) ที่มุ่งให้นักเรียนมีความสามารถนำประสบการณ์ทางด้านความรู้ ความคิด และทักษะ จากการเรียนคณิตศาสตร์ไปใช้ในการแก้ปัญหาในชีวิตจริง การที่นักเรียนสามารถแก้โจทย์ปัญหาในชั้นคิดคำนวณ ได้ถูกต้องถือว่าประสบความสำเร็จในขั้นหนึ่ง แต่ถ้านักเรียนคำนึงถึงสภาพที่เป็นจริงในการแก้โจทย์ปัญหาด้วยนั้น เป็นสิ่งที่มุ่งหมายสูงสุด ประการที่สอง เพื่อประโยชน์ในการประเมินผลระหว่างเรียน วิธีการวินิจฉัยการคำนึงถึงสภาพที่เป็นจริงทำให้ทราบว่านักเรียนมีปัญหาหรือข้อบกพร่องในด้านใด ครูจะได้เตรียมการสอนได้ถูกต้อง ประการที่สาม เพื่อการสอนซ่อมเสริม จุดมุ่งหมายประการหนึ่งของการสอนซ่อมเสริม คือ การเพิ่มเติมสิ่งที่บกพร่องของนักเรียน และเสริมความรู้ให้แก่เด็กที่สามารถคำนวณได้ ฝึกการพิจารณาถึงการใช้เหตุผล การคำนึงถึงสภาพที่เป็นจริงในปัญหาต่างๆ การซ่อมเสริมจะได้ผลดีถ้าซ่อมเสริมได้ตรงประเด็นกับข้อบกพร่องของนักเรียน ประการสุดท้าย เพื่อให้ครูสามารถนำข้อมูลจากการวินิจฉัยมาจัดกิจกรรมการเรียนการสอนให้เหมาะสมกับความสามารถของนักเรียน เน้นและย้ำเนื้อหาได้ถูกต้องนอกจากนี้ยังมีประโยชน์ต่อการวางแผนการเรียนการสอนให้มีส่วนเกี่ยวข้องกับชีวิตจริงมากขึ้น

สุภารัตน์ มนต์นิมิตร (2545) ได้ตั้งข้อสังเกตว่า การวินิจฉัยเป็นสิ่งสำคัญประการแรกที่ครูต้องทำ เพื่อค้นหาสาเหตุและข้อบกพร่องของนักเรียนแต่ละคน การวินิจฉัยเป็นพื้นฐานของการซ่อมเสริม และเป็นเรื่องที่ซับซ้อนเกี่ยวกับองค์ประกอบหลายอย่าง นับตั้งแต่องค์ประกอบทางด้านสังคม ด้าน

อารมณ์ เป็นต้น องค์ประกอบดังกล่าวทำให้ครูสามารถค้นหา แยกแยะความบกพร่อง ความผิดปกติ หรือความล้มเหลวในการเรียนรู้ของนักเรียน โดยเสนอวิธีการวินิจฉัยแบบเทคนิคการคิดออกเสียง (thinking aloud)

ในขณะที่พร้อมพรรณ อุดมสิน (2538) กล่าวถึงเครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาข้อบกพร่องทางการเรียนมีหลายวิธี เช่น การใช้แบบสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (achievement test) แบบสอบวัดระดับสติปัญญา (intelligent test) แบบสอบวัดความถนัด (aptitude test) และแบบสอบวินิจฉัยการเรียน (diagnostic test) ซึ่งในบรรดาเครื่องมือเหล่านี้ แบบสอบวินิจฉัยการเรียน เป็นเครื่องมือที่ใช้ตรวจหารายละเอียดของข้อบกพร่องที่ดีที่สุด จึงสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ดีกว่าและแก้ปัญหาได้ตรงจุดมากที่สุด

จากข้อมูลทีกล่าวมา สามารถสรุปได้ว่า วิธีการวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน แบ่งได้เป็น 2 วิธีการ ได้แก่ การวินิจฉัยอย่างไม่เป็นทางการ และการวินิจฉัยอย่างเป็นทางการ โดยในการวิจัยในครั้งนี้ผู้วิจัยสนใจการวินิจฉัยด้วยแบบสอบวินิจฉัย จึงได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง พบว่า แบบสอบวินิจฉัยถือเป็นเครื่องมือที่นิยมใช้กันมาก ในการศึกษามโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนของผู้เรียน จากงานวิจัยทั้งในประเทศและต่างประเทศ สามารถสรุปได้ว่ารูปแบบของแบบสอบวินิจฉัยที่นิยมสร้างสามารถแบ่งออกเป็น 3 ประเภท คือแบบเลือกตอบ แบบเติมคำตอบ และแบบสองระดับ โดยแบบเลือกตอบและเติมคำตอบมีลักษณะและวิธีการสร้างแบบสอบที่คล้ายคลึงกันเป็นรูปแบบที่นิยมนำมาสร้างเป็นส่วนมาก นับเป็นรูปแบบประเพณีนิยม (Traditional Diagnostic Test) ส่วนแบบสอบวินิจฉัยสองระดับ (Two-tier diagnostic test) มักพบในงานวิจัยแถบเอเชียตะวันออก เช่น ได้หวัน เกาหลี เป็นต้น ในส่วนนี้จะกล่าวถึงความหมาย ลักษณะ การสร้างแบบสอบวินิจฉัย และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับแบบสอบวินิจฉัย โดยแบ่งเป็นแบบสอบวินิจฉัยแบบประเพณีนิยม (Traditional Diagnostic Test) และแบบสอบวินิจฉัยสองระดับ (Two-tier diagnostic test) ดังมีรายละเอียดดังนี้

## 2. แบบสอบวินิจฉัยแบบประเพณีนิยม

จากการศึกษาเอกสาร และงานวิจัยต่างๆเกี่ยวกับแบบสอบวินิจฉัยแบบประเพณีนิยม สามารถแบ่งการนำเสนอได้ 4 ส่วน ได้แก่ ส่วนที่ 1 ความหมายของแบบสอบวินิจฉัยแบบประเพณีนิยม ส่วนที่ 2 ลักษณะแบบสอบวินิจฉัยประเพณีนิยม ส่วนที่ 3 การสร้างแบบสอบวินิจฉัยแบบประเพณีนิยม ส่วนที่ 4 งานวิจัยที่เกี่ยวกับแบบสอบวินิจฉัยประเพณีนิยม มีรายละเอียดดังนี้

### 1.1 ความหมายของแบบสอบวินิจฉัยแบบประเพณีนิยม

จากการศึกษาเรื่องความหมายของแบบสอบวินิจฉัยประเพณีนิยม มีผู้ให้ความหมายไว้หลากหลายทั้งต่างประเทศและในประเทศ ตั้งแต่ปี 1960 จนถึงปัจจุบัน Brown (1970 อ้างถึงใน สุदारัตน์ มนต์นิมิตร, 2545) กล่าวว่า แบบสอบวินิจฉัยประเพณีนิยม หมายถึงแบบสอบที่ใช้สำหรับค้นหาข้อบกพร่องของนักเรียนเป็นรายบุคคล โดยมุ่งที่จะสอนซ่อมเสริม และให้การแนะแนวซึ่งสามารถชี้ให้เห็นถึงจุดอ่อนหรือจุดบกพร่องของนักเรียนเป็นรายบุคคล

อีกทั้งมีการบัญญัติความหมายลงในพจนานุกรมศัพท์การศึกษานานาชาติ (International Dictionary of Education) โดย Thomas and Marshall (1977 อ้างใน ศิริเดช สุชีวะ, 2537) ซึ่งได้ให้ความหมาย 2 ความหมาย คือ

1. เป็นแบบสอบที่ใช้แยกเด็กเก่งและเด็กอ่อนในโรงเรียนที่มีพื้นฐานความรู้ใกล้เคียงกันทั้งทักษะพื้นฐานการอ่านเขียนและจำนวนตัวเลข หรือใช้เมื่อต้องการจัดซ่อมเสริม
2. เป็นแบบสอบที่นักจิตวิทยาการศึกษาและผู้ให้บริการสุขภาพในโรงเรียนใช้เพื่อตรวจสอบความผิดปกติทางร่างกายหรือจิตใจ

Zeilik (1992) ได้ให้ความหมายของแบบสอบวินิจฉัยประเพณีนิยมว่าเป็นแบบสอบที่มุ่งประเมินความเข้าใจของผู้เรียนในประเด็นเนื้อหาว่ามีความเข้าใจตรงตามจุดประสงค์หรือไม่ โดยใช้กับผู้ที่มีแนวโน้มว่าจะเป็นผู้ที่มีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน โดย Hence (อ้างถึงใน Zeilik, 1999) ได้ให้ความหมายของแบบสอบวินิจฉัยประเพณีนิยมไว้ว่าเป็นแบบสอบที่มีลักษณะเฉพาะ ซึ่งส่วนใหญ่เป็นแบบหลายตัวเลือกแต่แตกต่างจากแบบสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทั่วไปที่สามารถระบุได้ว่าผู้เรียนมีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนหรือไม่ และมีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนในแบบแผนใด ซึ่งแบบสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทั่วไปสามารถบอกได้เพียงว่าผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ระดับใด นอกจากนี้งานวิจัยภายในประเทศมีผู้ให้ความหมายแบบสอบวินิจฉัยไว้หลากหลาย เช่น ศิริเดช สุชีวะ (2537) กล่าวว่า แบบสอบวินิจฉัยประเพณีนิยม เป็นแบบสอบที่สร้างขึ้น เพื่อใช้ค้นหาข้อบกพร่อง จุดอ่อนหรือจุดด้อยของผู้เรียนทั้งในทางวิชาการและทางด้านจิตใต้สำนึกเพื่อแยกผู้เรียนว่ามีความสามารถดีหรือด้อยในเรื่องใด และหาสาเหตุว่าผู้เรียนมีผลการเรียนด้อยเนื่องมาจากเหตุใด แบบสอบวินิจฉัยนั้นนอกจากจะเป็นประโยชน์ทางวิชาการแล้ว ยังใช้เป็นประโยชน์ในการตรวจสอบความผิดปกติทางร่างกายและจิตใจ นอกจากนี้มีนักวิชาการด้านการศึกษาของไทยได้แก่ สุเทพ สันติวรานนท์ (2533) ได้ให้ความหมายของแบบสอบวินิจฉัยประเพณีนิยมว่า แบบสอบที่สร้างขึ้นเพื่อชี้ให้เห็นจุดบกพร่องของนักเรียนที่เกิดขึ้นในการเรียนเนื้อหาวิชานั้นๆ อีกทั้งช่วยให้ทราบสาเหตุของความบกพร่องอันเป็นประโยชน์ต่อการเรียนการสอนในแง่ของการเป็นแนวทางนำไปสู่การสอนซ่อมเสริมได้ตรงจุด การปรับปรุงแก้ไขนักเรียนให้เกิดการเรียนรู้เพิ่มขึ้น ปรับปรุงการสอนของครูให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น ซึ่งแบบทดสอบประเภทนี้จะใช้สอบนักเรียน หลังทำการสอนจบทั้งรายบุคคลหรือกลุ่ม และ โชติ เพชรชิน (2544) ได้ให้ความหมายของแบบสอบวินิจฉัยว่าเป็นแบบสอบที่วัดเพื่อวิเคราะห์หาจุดเด่น จุดด้อยในการเรียน ตลอดจนบ่งชี้สาเหตุของความด้อยหรือความบกพร่องของนักเรียนแต่ละคน

จากความหมายข้างต้นจึงสามารถให้ความหมายแบบสอบวินิจฉัยประเพณีนิยมว่า หมายถึงแบบสอบที่ใช้สำหรับค้นหาข้อบกพร่องและมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนของผู้เรียนเป็นรายบุคคล ผลการตอบแบบสอบวินิจฉัยสามารถบอกได้ว่านักเรียนบกพร่องในทักษะใดจุดใด และสาเหตุของความบกพร่องนั้น ข้อบกพร่องอาจเป็นความบกพร่องของนักเรียน หรือของครูผู้สอนก็ได้ ผลการวินิจฉัย



นำมาเพื่อการแก้ไขและส่งเสริมการเรียนรู้ของนักเรียน ได้ถูกต้องและตรงจุด ตลอดจนปรับปรุงการสอนของครูให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น

## 2.2 ลักษณะของแบบสอบวินิจฉัยประเพณีนิยม

แบบสอบวินิจฉัยประเพณีนิยม มีลักษณะที่เฉพาะถึงแม้ว่ารูปแบบส่วนใหญ่เป็นแบบเลือกตอบ แต่ตัวเลือกทุกตัวเป็นตัวแทนของแบบแผนการคิดในรายวิชานั้น โดยมีผู้ระบุลักษณะแบบสอบวินิจฉัยประเพณีนิยม ไว้อย่างหลากหลาย เช่น สุภารัตน์ มนต์นิมิตร (2545) กล่าวว่าแบบสอบวินิจฉัยประเพณีนิยมมีลักษณะดังนี้

1. เป็นแบบสอบที่ใช้ทดสอบระหว่างการเรียนการสอน
2. การสอบวินิจฉัยไม่ได้คำนึงถึงคะแนนการสอบเพียงอย่างเดียว แต่จะพิจารณาถึงรายละเอียดต่างๆ จากผลงานของนักเรียนประกอบด้วย เพื่อเป็นแนวทางในการจัดโครงการสอนซ่อมเสริม
3. คำถามมักเป็นคำถามที่ค่อนข้างง่าย
4. สามารถช่วยให้ครูผู้สอนวินิจฉัยนักเรียนเป็นรายบุคคลได้ว่า ใครมีสมรรถภาพเด่นหรือด้อยในด้านใดบ้าง เพื่อครูจะได้ช่วยแก้ไขปัญหานักเรียนได้ตรงจุดยิ่งขึ้น
5. เป็นแบบสอบที่สร้างขึ้นเพื่อหาจุดบกพร่อง หรือจุดอ่อนในการเรียนแต่ละวิชาของนักเรียนเป็นเรื่องๆ หรือด้านๆ ไป
6. มีจุดมุ่งหมายเพื่อค้นหาความบกพร่องในการเรียนของนักเรียนเป็นรายบุคคล

นอกจากนี้ ศิริเดช สุชีวะ (2537) ได้อธิบายลักษณะแบบสอบวินิจฉัยประเพณีนิยม ไว้ดังนี้

1. เป็นแบบสอบที่ใช้สำหรับค้นหาข้อบกพร่อง และสาเหตุของข้อบกพร่องทางการเรียนเป็นเรื่องๆ ไป
2. ต้องครอบคลุมเนื้อหาโดยเน้นจุดประสงค์ที่สำคัญตามหลักสูตร
3. แบ่งออกเป็นแบบสอบย่อย หรือแบ่งออกเป็นตอนๆ ตามลำดับชั้นการเรียนรู้อย่างเป็นระบบ
4. ข้อสอบจำนวนมากข้อ ที่ผ่านการวิเคราะห์เนื้อหาอย่างละเอียดเรียงตามลำดับชั้นของจุดประสงค์
5. ข้อสอบแต่ละข้อต้องตอบสนองสภาพการณ์ที่ใกล้เคียงความเป็นจริงมากที่สุด สามารถแสดงให้เห็นกระบวนการคิดของผู้เรียนอย่างเพียงพอที่จะค้นคว้า วิเคราะห์อุปสรรค และความเข้าใจผิดในการเรียน
6. เป็นแบบสอบที่ไม่กำหนดเวลาและไม่จำเป็นต้องสร้างเกณฑ์ปกติ แต่ต้องกำหนดเกณฑ์ต่ำที่เหมาะสม เพื่อจะได้้นำคะแนนจากการสอบมาเปรียบเทียบกับเกณฑ์ขั้นต่ำ และตัดสินว่านักเรียนมีข้อบกพร่องด้านใด
7. มุ่งวิเคราะห์คำตอบของนักเรียนเป็นรายข้อ หรือกลุ่มข้อสอบในแต่ละด้าน
8. ต้องวัดได้ทั้งข้อบกพร่องทางการเรียนที่ผ่านมา และวัดความก้าวหน้าทางการเรียนพร้อมทั้งค้นหาสาเหตุ



สุเทพ สันติวารานนท์ (2533) ได้สรุปลักษณะสำคัญของแบบสอบวินิจฉัยประเพณีนิยม ไว้ดังนี้

1. แบบสอบวินิจฉัยมีรากฐานมาจากการวิเคราะห์ทักษะเฉพาะอย่าง ที่ส่งผลให้การเรียนสำเร็จ
2. แยกเป็นแบบทดสอบย่อยๆหลายฉบับ แต่ละฉบับเพื่อใช้วัดทักษะเฉพาะอย่าง
3. ในแต่ละฉบับย่อยประกอบด้วยข้อสอบหลายๆข้อ ซึ่งวัดในทักษะเดียว
4. ข้อสอบแต่ละข้อได้จากการวิเคราะห์และรวบรวมคำตอบที่เป็นปัญหา หรือสาเหตุซึ่งเกิดขึ้นกับนักเรียนจำนวนมาก ดังนั้นข้อสอบแต่ละข้อต้องสามารถบ่งบอกสาเหตุของการตอบผิดได้
5. เน้นความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity) เป็นหลัก
6. ไม่ควรจำกัดเวลาตอบหรือสอบ ควรมีลักษณะเป็นแบบทดสอบระดมพลัง (Power Test)
7. การให้คะแนนจะแยกเป็นด้านๆ เพื่อค้นหาข้อบกพร่องในแต่ละด้าน จึงไม่สนใจคะแนนรวมของนักเรียนแต่ละคน
8. ไม่มีการสร้างเกณฑ์ปกติ (Norm) เพราะไม่ต้องการเปรียบเทียบกับบุคคลอื่น แต่มีจุดมุ่งหมายเพื่อค้นหาข้อบกพร่องเป็นรายบุคคล

โชติ เพชรชื่น (2544) ได้เสนอว่าแบบสอบวินิจฉัยประเพณีนิยม มีลักษณะสำคัญดังนี้

1. มุ่งวัดความสามารถหรือทักษะในเรื่องหนึ่งการเฉพาะ
2. แบ่งเป็นส่วนๆหรือฉบับย่อยๆการแบ่งเป็นส่วนหรือฉบับย่อยขึ้นอยู่กับลักษณะความสามารถหรือทักษะแต่ละอย่าง ซึ่งมีองค์ประกอบไม่เหมือนกัน
3. จำนวนข้อสอบในแต่ละส่วน หรือในฉบับย่อยมีจำนวนข้อมากพอที่จะวัดความสามารถหรือทักษะย่อย ได้ด้วยความมั่นใจ
4. มีเกณฑ์คะแนนขั้นต่ำไว้สำหรับเทียบ เพื่ออธิบายถึงความบกพร่องแต่ละความสามารถและทักษะ
5. เน้นความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาเป็นสำคัญ
6. ตรวจสอบคำตอบแยกเป็นส่วนๆ หรือแยกแต่ละทักษะย่อยของนักเรียนเป็นรายบุคคล

ตามที่มีผู้กล่าวถึงลักษณะแบบแบบสอบวินิจฉัยประเพณีนิยม อย่างหลากหลาย สามารถสรุปได้ว่า ลักษณะแบบแบบสอบวินิจฉัย

1. ต้องสอดคล้องกับจุดประสงค์ของหลักสูตรและจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม
2. สร้างจากรากฐานของการวิเคราะห์ทักษะเฉพาะที่ส่งผลให้เรียนได้สำเร็จ และจากการศึกษาข้อผิดพลาด หรือความบกพร่องที่มักจะเกิดขึ้นกับนักเรียน
3. ใช้สำหรับค้นหาจุดบกพร่องในเนื้อหา ทักษะพื้นฐานที่จำเป็น เพื่อคัดแยกผู้เรียนเพื่อปรับปรุงการเรียนการสอน
4. มีการวิเคราะห์เนื้อหา

5. ประเภอบด้วยข้อสอบที่เกิดจากการวิเคราะห์คำตอบ (ระบุสาเหตุที่เลือกตอบ)ของนักเรียนแล้วรวบรวมส่วนที่เป็นปัญหาที่เกิดขึ้นกับนักเรียนจำนวนมากๆ ไว้เพื่อกันหาจุดบกพร่องต่างๆต่อไป

### 2.3 การสร้างแบบสอบวินิจฉัยประเพณีนิยม

วิธีการสร้างแบบสอบวินิจฉัยประเพณีนิยม มีความยุ่งยากมากกว่าการสร้างแบบสอบเลือกตอบทั่วไป เนื่องจากต้องมีการเตรียมการในเรื่องเนื้อหา หรือผู้สร้างเองต้องเป็นผู้ที่มีความเชี่ยวชาญในเนื้อหานั้น มีผู้กล่าวถึงการสร้างตั้งแต่ ปี ค.ศ. 1970 ได้แก่ Brown (1970 อ้างถึงใน ศิริเดช สุชีวะ, 2537) ว่าการสร้างแบบสอบวินิจฉัยประเพณีนิยม ประกอบด้วยขั้นตอนดังนี้

1. ต้องแบ่งทักษะที่ต้องการวัดออกเป็นองค์ประกอบย่อยๆ ให้เด่นชัด โดยไม่ทำให้ลักษณะรวมเสียไป
2. ต้องแบ่งแบบสอบเป็นแบบสอบย่อย โดยแต่ละฉบับวัดเพียงองค์ประกอบเดียว
3. แบบสอบย่อยแต่ละฉบับต้องมีความเป็นเอกพันธ์ หรือเป็นการวัดทักษะรวมที่ไม่สามารถแยกจากกันได้บางข้อ
4. สามารถนำผลจากแบบสอบไปใช้ในงานซ่อมเสริม

ศิริเดช สุชีวะ (2537) ได้อธิบายการสร้างแบบสอบวินิจฉัยประเพณีนิยม ไว้ดังนี้

1. ศึกษาและวิเคราะห์เนื้อหาหรือทักษะอย่างละเอียด แล้วแบ่งออกเป็นเนื้อหาย่อยๆ
2. ศึกษาและรวบรวมสาเหตุของข้อบกพร่องทางการเรียนในเนื้อหาย่อยเหล่านั้น เพื่อนำมาสร้างเป็นตัวลงในแบบสอบ
3. เขียนข้อสอบให้สอดคล้องกับจุดประสงค์และข้อบกพร่องที่ต้องการวัดในแต่ละด้าน
4. เรียบเรียงข้อสอบไว้เป็นด้านๆ เพื่อสะดวกในการวินิจฉัย โดยในแต่ละด้านมีข้อสอบซึ่งค่อนข้างง่ายไม่น้อยกว่า 3 ข้อ
5. ตรวจสอบความถูกต้องของแบบสอบ แล้วนำไปทดลองใช้เพื่อปรับปรุงแก้ไข
6. เขียนคู่มือการใช้และแบบแผนการวินิจฉัย

สุเทพ สันติวรานนท์ (2533) ได้เสนอขั้นตอนในการสร้างแบบสอบวินิจฉัยประเพณีนิยม ดังนี้

1. กำหนดจุดมุ่งหมายและวางแผนในการดำเนินการสร้างแบบทดสอบ
2. วิเคราะห์ทักษะที่จำเป็นและเนื้อหาวิชาอย่างละเอียด แล้วแบ่งออกเป็นองค์ประกอบย่อยๆ
3. เขียนจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม (Behavioral Objective) ให้ครอบคลุมเนื้อหาที่กำหนด
4. เขียนข้อสอบให้สอดคล้องกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม ในข้อสอบจะกำหนดให้นักเรียนหาคำตอบและสาเหตุของการเลือกตอบ ซึ่งในขั้นนี้ถือเป็นขั้นของการสร้างแบบทดสอบเพื่อสำรวจหาสาเหตุของการเลือกตอบ

5. นำไปสอบกับนักเรียนในกลุ่มที่ได้เรียนเนื้อหาที่ผ่านมาแล้ว
6. วิเคราะห์คำตอบ และหาสาเหตุของการไม่สัมฤทธิ์ผลตามจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมจากแบบทดสอบเพื่อสำรวจ ทั้งนี้เพื่อนำผลการวิเคราะห์หามากำหนดสร้างตัวเลือกของข้อสอบวินิจฉัยต่อไป
7. เขียนข้อสอบ โดยตัวเลือกสร้างจากสาเหตุของการเลือกตอบของนักเรียน
8. นำข้อสอบในชั้น 7 มารวบรวมเป็นฉบับแบบทดสอบวินิจฉัย แล้วนำไปทดสอบใช้และพัฒนาปรับปรุงคุณภาพให้ดีขึ้น
9. เขียนคู่มือในการใช้แบบทดสอบ และกำหนดแนวทางที่เหมาะสม เพื่อให้สามารถบ่งชี้ถึงความบกพร่อง และค้นหาสาเหตุของความบกพร่องในแต่ละทักษะนั้นได้

โชติ เพชรจีน (2544) สรุปการสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยประเพณีนิยม มีขั้นตอนดังนี้

1. วิเคราะห์ความสามารถหรือทักษะที่เป็นองค์ประกอบย่อยความสามารถที่เป็นจุดประสงค์ของหลักสูตรรายวิชา
2. กำหนดจุดประสงค์ในการวัดและลักษณะเฉพาะข้อสอบ
3. สร้างคำถามที่วัดความสามารถหรือทักษะย่อยเหล่านี้ ให้ครอบคลุมจุดประสงค์และเนื้อหา มีจำนวนข้อคำถามเพียงพอที่จะอธิบายถึงความบกพร่องหรือจุดด้อยของนักเรียนได้
4. ทดลองใช้และนำผลมาวิเคราะห์เพื่อปรับปรุงคำถาม
5. ตรวจสอบคุณภาพของข้อสอบ
6. สร้างเกณฑ์การบรรจุจุดประสงค์การเรียนรู้เพื่อเปรียบเทียบ
7. จัดทำคู่มือการใช้แบบทดสอบ

ศิริชัย กาญจนวาสี (2543) กล่าวว่า การสร้างแบบสอบวินิจฉัยประเพณีนิยม ต้องสร้างตามลำดับขั้นของตรรกศาสตร์ สำหรับการคิดที่ถูกต้องในการแก้ปัญหาแล้ว ให้ผู้เรียนทำเพื่อสืบค้นถึงสาเหตุของปัญหา เพราะในเรื่องนั้นปัญหาอาจมีแหล่งที่เกิดแตกต่างกัน

เห็นได้ว่าการสร้างแบบสอบวินิจฉัยประเพณีนิยม ความซับซ้อนมาก จากแนวคิดและงานวิจัยที่ศึกษา สามารถสรุปวิธีการสร้างและพัฒนาแบบสอบวินิจฉัยมีขั้นตอนดังนี้

1. วิเคราะห์เนื้อหา กำหนดขอบเขตเนื้อหา
2. สร้างจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม
3. สร้างแผนผังการสร้างข้อสอบ
4. สร้างแผนผังการสร้างคำถาม
5. สร้างแบบสอบเชิงสำรวจ (survey test)
6. ศึกษาโน้ตส่นการคิดที่ได้จากแบบสอบเชิงสำรวจ
7. สร้างตัวลวงจากมโนทัศน์การคิดที่ได้

8. สร้างข้อสอบ
9. ตรวจสอบคุณภาพ
10. เขียนคู่มือการใช้แบบสอบ

#### 2.4 งานวิจัยที่เกี่ยวกับแบบสอบวินิจฉัยประเพณีนิยม

จากการศึกษาค้นคว้างานวิจัยทั้งในประเทศและต่างประเทศที่เกี่ยวกับแบบสอบวินิจฉัยประเพณีนิยม ผู้วิจัยรวบรวมและนำเสนอไว้ดังต่อไปนี้

จินตนา สีนกิง (2542) ได้พัฒนาแบบทดสอบวินิจฉัยทักษะพื้นฐานของความเข้าใจในการอ่านภาษาอังกฤษสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ในจังหวัดสกลนคร โดยมีจุดมุ่งหมายเพื่อสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยทักษะพื้นฐานของความเข้าใจในการอ่านภาษาอังกฤษที่มีการทดสอบคำนาม แบบทดสอบสรรพนามและคำที่แสดงความเป็นเจ้าของ แบบทดสอบคำกริยา คำศัพท์ และแบบทดสอบคำบุพบท การบกพร่องและสาเหตุของความบกพร่องในทักษะพื้นฐานความเข้าใจในการอ่านภาษาอังกฤษ กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในกระบวนการสร้างแบบทดสอบ ได้แก่ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 1,206 คน ในปีการศึกษา 2541 ของโรงเรียนสังกัดงานการประถมศึกษาจังหวัดสกลนคร ซึ่งได้มาจากการสุ่มตัวอย่างแบบหลากหลายขั้นตอน ผลการวิจัยพบว่า แบบทดสอบวินิจฉัยฉบับที่ 1 มีค่าความยากตั้งแต่ .22 ถึง .81 ค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ .23 ถึง .86 ค่าความเที่ยง .772 แบบทดสอบวินิจฉัยฉบับที่ 2 มีค่าความยากตั้งแต่ .20 ถึง .63 ค่าความเที่ยง .90 แบบทดสอบวินิจฉัยฉบับที่ 3 มีค่าความยากตั้งแต่ .38 ถึง .75 ค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ .35 ถึง .80 ค่าความเที่ยง .915 ค่าความตรงตามเนื้อหาโดยให้ผู้เชี่ยวชาญทางด้านเนื้อหาเป็นผู้พิจารณาตรวจสอบ ปรากฏว่าแบบทดสอบวินิจฉัยทั้ง 3 ฉบับสามารถวัดเรื่องทักษะพื้นฐานของความเข้าใจในการอ่านภาษาอังกฤษได้จริง

ทวิกา แก้วมกระโทก (2544) ได้พัฒนาแบบสอบวินิจฉัยข้อบกพร่องในการคิดคำนวณ พบว่าแบบสอบวินิจฉัยข้อบกพร่องในการคิดคำนวณที่สร้างขึ้นมีความตรงเชิงเนื้อหา มีความตรงตามเกณฑ์สัมพัทธ์โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ 1.00 ประกอบด้วยแบบสอบ 4 ชุด คือ ชุดที่ 1 การบวก มีแบบสอบย่อย 11 ฉบับ มีข้อสอบ 55 ข้อ ข้อสอบมีค่าความยาก 0.60-0.98 มีค่าอำนาจจำแนก 0.05-0.55 แบบสอบมีความเที่ยง 0.8180-0.9038 ชุดที่ 2 การลบ มีแบบสอบย่อย 11 ฉบับ มีข้อสอบ 55 ข้อ ข้อสอบมีค่าความยาก 0.60-1.00 มีค่าอำนาจจำแนก 0.00-0.55 แบบสอบมีความเที่ยง 0.8233-0.9216 ชุดที่ 3 การคูณ มีแบบสอบย่อย 4 ฉบับ มีข้อสอบ 20 ข้อ ข้อสอบมีค่าความยาก 0.64-0.89 มีค่าอำนาจจำแนก 0.18-0.41 แบบสอบมีความเที่ยง 0.7950-0.9386 ชุดที่ 4 การหาร มีแบบสอบย่อย 2 ฉบับ มีข้อสอบ 10 ข้อ ข้อสอบมีค่าความยาก 0.68-0.88 มีค่าอำนาจจำแนก 0.23-0.45

นิภาพร นาอ่อน (2545) ได้ศึกษาและการแก้ไขข้อบกพร่องทางการเรียนเรื่องฟังก์ชันของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 พบว่า นักเรียนมีลักษณะข้อบกพร่องที่แตกต่างกันออกไปตามเนื้อหาและจุดประสงค์การเรียนรู้ และจากลักษณะข้อบกพร่องที่พบสามารถสรุปข้อบกพร่องให้เป็นลักษณะเดียวกัน คือในด้านบทนิยาม กระบวนการ ทักษะการคิดคำนวณและด้านการประยุกต์ ตามลักษณะ

ข้อบกพร่องที่ผู้วิจัยกำหนดไว้ และจากการแก้ไขข้อบกพร่องทางการเรียนเรื่องฟังก์ชัน คะแนนของนักเรียนที่ได้จากการทดสอบด้วยแบบทดสอบคู่ขนานหลังการซ่อมเสริมโดยใช้ชุดการเรียนการสอนเพื่อแก้ไขข้อบกพร่องทางการเรียนเรื่องฟังก์ชันในแต่ละหน่วย ซึ่งมีทั้งหมด 5 หน่วย สูงกว่าคะแนนที่ได้จากการทดสอบด้วยแบบทดสอบวินิจฉัยก่อนการซ่อมเสริม ที่ระดับนัยสำคัญ .01 และการใช้ชุดการเรียนการสอนเพื่อแก้ไขข้อบกพร่องทางการเรียนเรื่องฟังก์ชันทำให้นักเรียนที่มีข้อบกพร่องทางการเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนผ่านเกณฑ์ 50% เป็นจำนวนมากกว่าร้อยละ 50 ของจำนวนนักเรียนที่มีข้อบกพร่องทางการเรียนทั้งหมด ที่ระดับนัยสำคัญ .05 ดังนั้นสามารถกล่าวได้ว่าชุดการเรียนการสอนเพื่อแก้ไขข้อบกพร่องทางการเรียนเรื่องฟังก์ชันในแต่ละหน่วย สามารถนำไปใช้ในการจัดการเรียนการสอนซ่อมเสริมและช่วยแก้ไขข้อบกพร่องของนักเรียนได้

สกว สันติเทวกุล (2540) ได้พัฒนาแบบทดสอบวินิจฉัยวิชาฟิสิกส์ 021 โดยใช้ทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบ พบว่า แบบสอบนี้มีความตรงเชิงเนื้อหา โดยผู้เชี่ยวชาญตามวิธีของโรวินีสและแฮมเบิลตัน จำนวน 193 ข้อ มีดัชนีความสอดคล้องผ่านเกณฑ์ที่ยอมรับ คือ 0.5 เมื่อวิเคราะห์วิธีโลจิสติก มีค่าอำนาจจำแนก ตั้งแต่ 0.300 ถึง 2.070 ค่าความยาก ตั้งแต่ -2.750 ถึง 3.000 และค่าการเดา ตั้งแต่ 0.030 ถึง 0.300 และหาความเที่ยงจากค่าฟังก์ชันสารสนเทศของแบบทดสอบ โดยมีค่าสูงสุดเท่ากับ 19.526 ที่ระดับความสามารถ 0.1 มีเกณฑ์ปกติของแบบสอบทั้งฉบับในรูปแบบเปอร์เซ็นต์ไทล์ และคะแนนที่ปกติ

สมศักดิ์ อ้วนสาเล (2540) ได้ศึกษาการสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องตรีโกณมิติ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ปีการศึกษา 2539 ของโรงเรียนสังกัดกรมสามัญศึกษา จังหวัดหนองบัวลำภู จำนวน 286 คน เครื่องมือเป็นแบบสอบวินิจฉัยชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 5 ฉบับ พบว่า 1) แบบสอบวินิจฉัยทั้ง 5 ฉบับ มีคุณภาพสามารถนำไปใช้ได้ 2) จุดบกพร่องของนักเรียนได้สรุป 3 อันดับแรกของผู้เรียนมีข้อบกพร่องมากที่สุด ไว้ตามแบบสอบทั้ง 5 ฉบับ

สุภาพร ละอองวิจิตร (2543) การพัฒนาแบบทดสอบวินิจฉัยทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องฟังก์ชัน โดยใช้ทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 พบว่า ข้อบกพร่องทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ด้านการแก้โจทย์ปัญหาเรื่องการบวก ลบ คูณ และหาร โดยใช้สมการมีดังนี้ 1) ไม่สามารถเขียนสมการได้ 2) ลบผิด 3) เขียนสมการผิดและคำนวณผิด 4) เขียนสมการผิด 5) บวกผิด 6) บกพร่องในการคำนวณ 7) เขียนสมการผิดและบกพร่องในการคำนวณ 8) คูณผิด ซึ่งสามารถสรุปได้ว่าพบข้อบกพร่องด้านการหารผิดมากที่สุด และด้านเขียนสมการผิด และคำนวณผิดน้อยที่สุด

สุภาวดี กิตติวิศิษฐ์ (2537) ได้สร้างแบบทดสอบวินิจฉัยวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องสมการ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ปีการศึกษา 2536 ของโรงเรียนสังกัดกรมสามัญศึกษา จังหวัดนครราชสีมา จำนวน 420 คน เครื่องมือเป็นแบบสอบวินิจฉัยชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน



2 ฉบับ พบว่า 1) แบบสอบวินิจฉัยฉบับที่ 1 การแก้สมการ มีค่าความยาก ตั้งแต่ .51-.91 มีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ .17-.84 มีค่าความเที่ยงเท่ากับ .9244 แบบสอบวินิจฉัยฉบับที่ 2 โจทย์สมการ มีค่าความยาก ตั้งแต่ .51-.83 มีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ .18-.53 มีค่าความเที่ยงเท่ากับ .9545 แบบทดสอบวินิจฉัยทั้ง 2 ฉบับ มีค่าความตรงเชิงเนื้อหาจริง 2) แบบสอบวินิจฉัยฉบับที่ 1 การแก้สมการ จุดบกพร่องของนักเรียนที่พบบ่อย 3 อันดับแรก คือลำดับขั้นตอนในการใช้คุณสมบัติการเท่ากัน การใช้คุณสมบัติการหาร และการใช้คุณสมบัติการคูณ แบบทดสอบวินิจฉัยฉบับที่ 2 โจทย์สมการ จุดบกพร่องของนักเรียนที่พบบ่อย 3 อันดับแรก คือ แปลความหมายโจทย์ผิด การแปลความหมายโจทย์ไม่ครบ และการเปลี่ยนประโยคภาษาที่ใช้ในการคูณ

สุรพันธ์ พันธุ์มณี (2541) ได้ศึกษาการสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชันลอการิทึม โดยมุ่งหมายการสร้างแบบสอบวินิจฉัย และหาจุดบกพร่องของนักเรียน ในเรื่องฟังก์ชันลอการิทึม กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ปีการศึกษา 2540 ของโรงเรียนสังกัดกรมสามัญศึกษา จังหวัดมหาสารคาม จำนวน 270 คน เครื่องมือเป็นแบบสอบวินิจฉัยชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 3 ฉบับ พบว่า 1) แบบสอบวินิจฉัยฉบับที่ 1 เลขยกกำลัง มีค่าความยาก ตั้งแต่ .60-.96 มีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ .31-.96 มีค่าความเที่ยงเท่ากับ .935 แบบสอบวินิจฉัยฉบับที่ 2 ฟังก์ชันลอการิทึม มีค่าความยาก ตั้งแต่ .62-.94 มีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ .18-.97 มีค่าความเที่ยงเท่ากับ .956 แบบสอบวินิจฉัยฉบับที่ 3 การคำนวณค่าโดยประมาณ การเปลี่ยนฐาน สมการลอการิทึม มีค่าความยาก ตั้งแต่ .63-.95 มีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ .38-.98 มีค่าความเที่ยงเท่ากับ .895 แบบทดสอบวินิจฉัยทั้ง 3 ฉบับ มีค่าความตรงเชิงเนื้อหาจริง 2) จุดบกพร่องของนักเรียน ในฉบับที่ 1 พบจุดบกพร่องของนักเรียน 3 อันดับแรก คือ การแก้สมการที่มีเครื่องหมายกรณฑ์อันดับสอง การหาค่าเลขยกกำลังที่มีเลขชี้กำลังเป็นจำนวนอตรรกยะ การหาค่าเลขยกกำลังที่มีเลขชี้กำลังเป็นจำนวนตรรกยะ ฉบับที่ 2 พบจุดบกพร่องของนักเรียน 3 อันดับแรก คือ ลำดับขั้นตอนการใช้คุณสมบัติลอการิทึม ไปใช้หาค่าลอการิทึม การเขียนกราฟของฟังก์ชันลอการิทึม การหาโดเมนและเรนจ์ของลอการิทึม ฉบับที่ 3 พบจุดบกพร่องของนักเรียน 3 อันดับแรก คือ การคำนวณค่าโดยประมาณการเปลี่ยนฐาน สมการลอการิทึม จุดบกพร่องของนักเรียนที่พบบ่อย คือ การแก้สมการลอการิทึม รองลงมาคือ การประมาณค่าโดยใช้แอนติลอการิทึม และการเปลี่ยนฐาน

สุริยะพงศ์ พงศ์สิทธิ์ (2540) ได้พัฒนาแบบทดสอบวินิจฉัยวิชาคณิตศาสตร์เรื่องระบบสมการเชิงเส้น สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 สังกัดกรมสามัญศึกษา จังหวัดมหาสารคาม โดยมีจุดมุ่งหมายเพื่อพัฒนาแบบทดสอบวินิจฉัยวิชาคณิตศาสตร์เรื่องระบบสมการเชิงเส้น กลุ่มตัวอย่างได้แก่นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ปีการศึกษา 2538 สังกัดกรมสามัญศึกษา จังหวัดมหาสารคาม จำนวน 928 คน ซึ่งได้มาจากการสุ่มแบบหลายขั้นตอน แบบทดสอบที่พัฒนาขึ้นมี 4 ฉบับ คือ แบบทดสอบเรื่องสมการเชิงเส้นสองตัวแปร แบบทดสอบเรื่องการแก้ระบบสมการเชิงเส้น และแบบทดสอบเรื่องโจทย์ปัญหาในระบบสมการเชิงเส้น ซึ่งได้พัฒนาจากการสร้างแบบสอบวินิจฉัยให้

สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ และนำแบบทดสอบที่สร้างขึ้น ไปทดสอบสามครั้ง ครั้งทีหนึ่ง และครั้งที่สองเพื่อปรับปรุงและคัดเลือกข้อสอบ ผลการวิจัยพบว่า แบบทดสอบวินิจฉัยทั้ง 4 ฉบับมีค่าความยากเป็น .32-.90, .50-.83, .48-.84 และค่าอำนาจจำแนกเป็น .31-.75, .42-.75, .03-.73 และ .29-.64 ค่าความเที่ยงคำนวณโดยวิธีของโลเวท มีค่าที่น่าเชื่อถือ ค่าความตรงตามเนื้อหาผู้เชี่ยวชาญทางด้านเนื้อหาเป็นผู้พิจารณาตรวจสอบ ปรากฏว่า แบบทดสอบวินิจฉัยสามารถวัดได้จริง

ศิริเชษ สุชีวะ (2537) ได้พัฒนาวิธีการวินิจฉัยเพื่อวินิจฉัยตรวจสอบมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนทางคณิตศาสตร์ โดยเปรียบเทียบวิธีการที่พัฒนาขึ้นและวิธีการของทาทซุโอก พบว่า วิธีการที่พัฒนาขึ้นมีความคงที่ในการวินิจฉัยและมีความตรงเชิงเกณฑ์สัมพันธ์ซึ่งสอดคล้องกับวิธีการของทาทซุโอกะและสามารถลดข้อจำกัดของวิธีการของทาทซุโอกะบางข้อได้

อภิรักษ์ ไชยสร (2542) ได้ศึกษาการสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์เรื่องทศนิยม กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ปีการศึกษา 2541 ของโรงเรียนประถมศึกษาสังกัดสำนักงานการประถมศึกษาจังหวัดนครราชสีมา จำนวน 406 คน เครื่องมือเป็นแบบสอบวินิจฉัยชนิดเลือกตอบ 4 จำนวน 4 ฉบับ พบว่า 1) คุณภาพของแบบสอบวินิจฉัย ทั้ง 4 ฉบับ มีค่าความยากตั้งแต่ .65-.92 มีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ .10-.53 มีค่าความเที่ยงเท่ากับ .80-.89 ความตรงเชิงเนื้อหาของแบบสอบวินิจฉัยโดยผู้เชี่ยวชาญพิจารณา ปรากฏว่าแบบสอบวินิจฉัยทั้ง 4 ฉบับ มีความตรงเชิงเนื้อหาจริง 2) จุดบกพร่องของนักเรียนจากการตอบแบบทดสอบวินิจฉัยแต่ละฉบับดังนี้ ฉบับที่ 1 ความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับทศนิยมจุดบกพร่อง ที่พบมาก 3 อันดับแรก คือ ไม่ทราบค่าประจำหลักของทศนิยม เขียนทศนิยมจากเศษส่วนที่มีส่วนเป็น 10, 100 และ 1,000 ไม่ได้ และเขียนทศนิยมที่มี 1 ตำแหน่งถึง 3 ตำแหน่งเป็นเศษส่วน ไม่ได้ ฉบับที่ 2 การคูณทศนิยม จุดบกพร่อง ที่พบมาก 3 อันดับแรก คือ ไม่เข้าใจการใส่จุดทศนิยม สะเพร่าในการบวกผลคูณ และคูณเลขไม่ครบทุกชนิด ฉบับที่ 3 การหารทศนิยม จุดบกพร่อง ที่พบมาก 3 อันดับแรก คือ สะเพร่าในการเขียนคำตอบ ไม่เข้าใจการใส่จุดทศนิยม และการหารเลขผิด ฉบับที่ 4 โจทย์ปัญหาทศนิยม จุดบกพร่อง ที่พบมาก 3 อันดับแรก คือ คำนวณผิดวิธี ผิดพลาดขั้นตอนการคำนวณ และคำนวณไม่ครบทุกขั้นตอนตามโจทย์คำถาม

อุษา วันเพ็ญ (2545) ได้ศึกษาการพัฒนาแบบทดสอบวินิจฉัยวิชาภาษาอังกฤษระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้ทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบ พบว่า แบบสอบนี้มีความตรงเชิงเนื้อหา โดยมีดัชนีความสอดคล้องระหว่างจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมกับข้อสอบผ่านเกณฑ์ที่ยอมรับ คือ 0.5 มีค่าอำนาจจำแนก ตั้งแต่ 0.702 ถึง 2.441 ค่าความยาก ตั้งแต่ 0.301 ถึง 2.492 และค่าการเดา ตั้งแต่ 0.128 ถึง 0.294 มีค่าสารสนเทศของแบบสอบที่มีแนวโน้มสูงขึ้น ณ ระดับความสามารถตั้งแต่ -0.1 ถึง 2.3 มีความตรงเชิงสภาพ เท่ากับ 0.476 มีค่าความเที่ยง แนวอิงกลุ่ม เท่ากับ 0.876 และอิงเกณฑ์ เท่ากับ 0.954 มีค่าคะแนนจุดตัด โดยวิธีโลจิสติก ของจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมที่ 1 ถึง 11 ตั้งแต่ 3 ถึง 5 และทั้งฉบับ เท่ากับ 39 มีเกณฑ์ปกติของแบบสอบทั้งฉบับในรูปแบบเปอร์เซ็นต์ไทล์ และคะแนนที่ปกติ

จากงานวิจัยเกี่ยวกับแบบสอบวินิจฉัย สามารถสรุปได้ว่า ส่วนใหญ่ผู้วิจัยสร้างแบบสอบวินิจฉัยรูปแบบประเภท เลือกลง และเติมคำตอบ เป็นเครื่องมือวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนในรายวิชาต่างๆ โดยเฉพาะอย่างยิ่งวิชาคณิตศาสตร์ ในการตรวจสอบคุณภาพแบบสอบ มีการตรวจสอบทั้งรายข้อและรายฉบับ โดยการตรวจสอบรายข้อจะตรวจสอบด้วยการหาความความยากและอำนาจจำแนก การตรวจสอบรายฉบับตรวจสอบด้วยการหาค่าความเที่ยงแบบสอดคล้องภายใน ความตรงเชิงเนื้อหา และความตรงเชิงเกณฑ์สัมพัทธ์

### 3. แบบสอบวินิจฉัยแบบสองระดับ

จากการศึกษาเอกสาร และงานวิจัยต่างๆเกี่ยวกับแบบสอบวินิจฉัยแบบสองระดับ สามารถแบ่งการนำเสนอได้ 3 ส่วน ได้แก่ ส่วนที่ 1 ลักษณะแบบสอบวินิจฉัยแบบสองระดับ ส่วนที่ 2 การสร้างแบบสอบวินิจฉัยแบบสองระดับ ส่วนที่ 3 งานวิจัยที่เกี่ยวกับแบบสอบวินิจฉัยแบบสองระดับ มีรายละเอียดดังนี้

#### 3.1 ลักษณะแบบสอบวินิจฉัยสองระดับ

จากการศึกษาลักษณะของแบบสอบวินิจฉัย พบว่า ลักษณะของแบบสอบวินิจฉัยสองระดับ (Two-tier diagnostic test) มีความแตกต่างจากแบบสอบวินิจฉัยประเพณีนิยม อย่างเห็นได้ชัด คือเป็นแบบสอบประกอบด้วย 2 ระดับ โดยระดับแรกจะประกอบด้วย คำถามและคำตอบแบบเลือกตอบ ในระดับที่สองจะให้ผู้เรียนได้ใส่เหตุผลของการตอบในระดับแรก (Treagust, 1985 อ้างถึงใน Chung-Chin Chen and Ming-Liang Lin, 2001) แต่ทั้งแบบสอบวินิจฉัยประเพณีนิยมและแบบสอบวินิจฉัยสองระดับ เป็นแบบสอบที่มุ่งวัดมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนของผู้เรียนเหมือนกันทั้ง 2 แบบสอบ

#### 3.2 การสร้างแบบสอบวินิจฉัยสองระดับ

จากการศึกษางานวิจัยเกี่ยวกับแบบสอบวินิจฉัยสองระดับ พบว่า มีผู้ที่เสนอแนวทางการสร้างที่สำคัญ คือ Jing-Ru Wang (2001) โดยอธิบายขั้นตอนการสร้าง สรุปได้ดังนี้ ขั้นตอนแรกสามารถแบ่งการสร้างเป็น 3 ส่วน คือ 1) จำกัดนิยามเนื้อหาที่จะสอบ 2) ระบุความคลาดเคลื่อนทางมโนทัศน์ของนักเรียน 3) พัฒนาเครื่องมือ โดยทั้ง 3 ส่วนสามารถแบ่งเป็นขั้นตอนย่อยได้เป็น 15 ขั้นตอน มีสาระดังนี้

##### 1. จำกัดนิยามเนื้อหาที่จะสอบ (ขั้นที่ 1-5)

- (1) ศึกษาเนื้อหาและวิธีการสอนเกี่ยวกับเรื่องที่ต้องการสร้างแบบสอบวินิจฉัยสองระดับ
- (2) ระบุคำนิยามหรือสิ่งสำคัญในเนื้อหานั้นๆ
- (3) พัฒนาให้เป็นแผนภาพมโนทัศน์
- (4) ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างคำนิยามกับแผนภาพมโนทัศน์
- (5) ตรวจสอบความตรงตามเนื้อหา

## 2. ระบุความคลาดเคลื่อนทางโมทัศน์ของนักเรียน (ชั้นที่6-9)

- (6) ตรวจสอบความสัมพันธ์กับเนื้อหาหรืองานวิจัย
- (7) ฝึกครูให้มีทักษะการวินิจฉัย
- (8) สัมภาษณ์เพื่อเป็นสื่อ นำให้ทราบมโนทัศน์ที่ผิดพลาด
- (9) พัฒนาแบบสอบแบบหลายตัวเลือกประกอบด้วยคำถามและตัวเลือก

## 3. พัฒนาเครื่องมือ (ชั้นที่ 10-15)

- (10) พัฒนาเป็นแบบสอบวินิจฉัยสองระดับ
- (11) ออกแบบตัวบ่งชี้หรือคำตอบที่ถูกต้อง
- (12) ผ่านการรับรองให้เป็นเครื่องมือ
- (13) นำไปทดลองใช้
- (14) กลับกรองให้เรียบร้อย
- (15) นำไปวิเคราะห์ทางสถิติ

ใน ส่วนที่ 1 จำกัดนิยามเนื้อหาที่จะสอบ เริ่มด้วยการศึกษาเนื้อหาและวิธีการสอนเกี่ยวกับเรื่องที่ต้องการสร้างแบบสอบวินิจฉัยสองระดับ จากนั้นระบุคำนิยามหรือสิ่งสำคัญในเนื้อหานั้นๆ พัฒนาให้เป็นแผนภาพมโนทัศน์ ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างคำนิยามกับแผนภาพมโนทัศน์และรับการรับรองว่าตรงตามเนื้อหา ถ้ายังไม่ตรงตามเนื้อหาให้กลับมาระบุคำนิยามและพัฒนาแผนภาพมโนทัศน์เสียก่อนแล้วทำตามขั้นตอนต่อเนื่องและตรวจสอบเช่นนี้ทุกครั้งจนกว่าจะรับรองได้ว่าตรงตามเนื้อหาจึงสามารถทำตามขั้นตอนอื่นต่อไป

### 3.3 งานวิจัยที่เกี่ยวกับแบบสอบวินิจฉัยสองระดับ

Jing-Ru Wang (2000) ได้พัฒนาแบบสอบวินิจฉัยสองระดับสำหรับตรวจหาสาเหตุในความเข้าใจเรื่องการลำเลียงของพืชและการหมุนเวียนโลหิตของคน โดยศึกษาจากกลุ่มตัวอย่าง 1063 คน แบ่งเป็นผู้ชาย 501 คน ผู้หญิง 562 คน มีการตรวจสอบความตรงตามเนื้อหา ความตรงข้อคำถาม ความเที่ยง ค่าความยากและอำนาจจำแนก ผลปรากฏว่าอยู่ในเกณฑ์ที่สามารถนำแบบสอบไปใช้ได้

Sheau-Wen Lin (2004) ได้พัฒนาและประยุกต์แบบสอบวินิจฉัยสองระดับสำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ในเรื่องความเข้าใจเกี่ยวกับการเจริญเติบโตของพืช โดยกลุ่มตัวอย่างที่ศึกษา จำนวน 477 คน โดยสร้างแบบสอบวินิจฉัยสองระดับเพื่อวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนเรื่องการเจริญเติบโตของพืช เป็นแบบหลายตัวเลือกและข้อสอบปลายเปิด จำนวน 13 ข้อ ประกอบด้วยเนื้อหา วงจรชีวิตของพืช การสืบพันธุ์ การงอกของเมล็ดและสารอาหารของพืช พบว่า ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ คือ 0.75 ค่าความยากอยู่ที่ 0.24-0.82 ค่าอำนาจจำแนกอยู่ที่ 0.32-0.65 ผลการวิจัยพบว่าแบบสอบวินิจฉัยสองระดับสามารถแนะนำให้นักเรียนที่มีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนเข้าใจเรื่องการเจริญเติบโตของพืชมากขึ้น



Chung-Chin Chen and Ming-Liang Lin (2001) ได้พัฒนาแบบสอบวินิจฉัยสองระดับเพื่อเป็นเครื่องมือในการประเมินความเข้าใจของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย พบว่า จากข้อสอบทั้งหมด 8 ข้อ กลุ่มตัวอย่างจำนวน 20,000 คน ค่าความยากเท่ากับ 0.43 ค่าอำนาจจำแนกเท่ากับ 0.58 ค่าความเที่ยงเท่ากับ 0.74

จากงานวิจัยเกี่ยวกับแบบสอบวินิจฉัยแบบสองระดับ สามารถสรุปได้ว่า แบบสอบวินิจฉัยสองระดับเป็นเครื่องมือวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนในรายวิชาทางวิทยาศาสตร์ โดยเฉพาะวิชาชีววิทยา ในการตรวจสอบคุณภาพแบบสอบ มีการตรวจสอบความเที่ยง ความตรง จุดประสงค์ที่พบส่วนใหญ่ เพื่อตรวจสอบว่าแบบสอบวินิจฉัยที่สร้างขึ้นสามารถวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนได้จริงหรือไม่

### ตอนที่ 3 การตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือที่ใช้วินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน

จากการศึกษาเอกสาร และงานวิจัยต่างๆเกี่ยวกับการตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือที่ใช้วินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน สามารถแบ่งการนำเสนอได้ 3 ส่วน ได้แก่ ส่วนที่ 1 การตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือที่ใช้วินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนด้านความตรง ส่วนที่ 2 การตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือที่ใช้วินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนด้านความเที่ยง และส่วนที่ 3 งานวิจัยที่เกี่ยวกับค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิง มีรายละเอียดดังนี้

#### 1. การตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือที่ใช้วินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนด้านความตรง

ในการนำแบบสอบวินิจฉัยไปใช้ในการวินิจฉัย ต้องมีการตรวจสอบคุณภาพของแบบสอบวินิจฉัย คุณสมบัติที่สำคัญประการแรกที่ต้องตรวจสอบคือความตรง (Validity) ทำให้สามารถนำคะแนนที่ได้ไปแปลความหมายถึงสิ่งที่มุ่งวัดได้อย่างเหมาะสม ความตรงของแบบสอบมีหลายประเภทแต่ความตรงที่สำคัญที่สุดของแบบสอบวินิจฉัยคือความตรงเชิงเนื้อหา ความตรงสามารถจำแนกตามวัตถุประสงค์ที่ต้องการวัดได้ 3 ประเภทใหญ่ๆ คือ ความตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity) ความตรงตามเกณฑ์สัมพันธ์ (Criterion-related Validity) และความตรงตามโครงสร้าง (Construct Validity) (ศิริชัย กาญจนวาสี, 2545)

1) ความตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity) หมายถึง ความเป็นตัวแทนหรือความเพียงพอของเนื้อหาในเครื่องมือวัดจากมวลเนื้อหาทั้งหมด ซึ่งเป็นความตรงที่ให้ผู้เชี่ยวชาญพิจารณาตัดสินว่าข้อสอบแต่ละข้อนั้นวัดได้ตรงตามตารางวิเคราะห์เนื้อหา (table of specification)

2) ความตรงตามเกณฑ์สัมพันธ์ (Criterion-related Validity) หมายถึง คุณภาพของเครื่องมือที่นำผลการวัดของแบบสอบไปหาความสัมพันธ์กับเกณฑ์ที่ต้องการเพื่อใช้ในการพยากรณ์ ความตรงตามเกณฑ์สัมพันธ์นี้แบ่งออกเป็น 2 ชนิด คือ ความตรงตามสภาพ (Concurrent Validity) และความตรงเชิงพยากรณ์ (Predictive Validity)



2.1 ความตรงตามสภาพ (Concurrent Validity) หมายถึง ความตรงที่นำผลการวัดของแบบสอบวินิจฉัยที่สร้างขึ้น ไปหาความสัมพันธ์กับเกณฑ์ในสภาพปัจจุบัน เช่น คะแนนของแบบสอบวินิจฉัยไปหาความสัมพันธ์กับคะแนนวินิจฉัยด้วยวิธีการคิดออกเสียง ถ้าผลปรากฏว่ามีความสัมพันธ์กันสูงก็แสดงว่าแบบสอบวินิจฉัยมีความตรงตามสภาพสูง

2.2 ความตรงเชิงพยากรณ์ (Predictive Validity) หมายถึง ความตรงที่ได้จากการนำผลการวัดของแบบสอบที่สร้างขึ้น ไปคำนวณหาความสัมพันธ์กับเกณฑ์ในอนาคต เพื่อนำผลการสอบไปพยากรณ์ผลความสำเร็จในอนาคต

3) ความตรงตามโครงสร้าง (Construct Validity) หมายถึง คุณภาพของเครื่องมือที่สามารถวัดได้ตรงตามลักษณะหรือทฤษฎีต่างๆของโครงสร้างนั้น หรือวัดได้ครอบคลุมตามลักษณะของโครงสร้างของแบบสอบมาตรฐาน การคำนวณค่าความตรงตามโครงสร้างมีวิธีการคำนวณดังนี้

คำนวณจากค่าสหสัมพันธ์ การพิจารณาค่าสหสัมพันธ์ระหว่างเครื่องมือที่คาดว่าวัดสิ่งเดียวกัน เช่น สร้างเครื่องมือวัดความพึงพอใจต่อการทำงาน 1 ชุด ก็นำข้อมูลที่ได้จากเครื่องมือนี้ไปหาความสัมพันธ์กับเครื่องมือที่ได้รับการยอมรับว่าวัดความพึงพอใจต่อการทำงาน ถ้าพบว่ามีความสัมพันธ์กันสูงและเป็นไปในทิศทางเดียวกันก็สรุปได้ว่าเครื่องมือนี้มีความตรงเชิงโครงสร้างแบบเดียวกัน

การใช้เมทริกซ์ลักษณะหลาก-หลายวิธี (Multitrait-Multimethod Matrix หรือ MTMM) เป็นวิธีการตรวจสอบความตรงเชิงโครงสร้างที่ผู้สร้างเครื่องมือจะต้องมีลักษณะที่วัดหลายชนิด และมีวิธีการวัดหลายวิธี

การวิเคราะห์ตัวประกอบ (Factor Analysis) เป็นวิธีการที่ศึกษาหาความสัมพันธ์ระหว่างข้อความแล้วระบุลักษณะร่วมของข้อความทั้งหลายเหล่านั้น

การวิเคราะห์โดยอาศัยกลุ่มที่มีลักษณะสอดคล้องกับตัวแปรทางจิตวิทยา (Know Group) เป็นวิธีการหาความตรงเชิงจำแนก (Discriminant Validity)

## สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

### 2. การตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือที่ใช้วินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนด้านความเที่ยง

การให้ผลการทดสอบที่ใกล้เคียงของเดิมเมื่อผู้สอบคนเดิมนั้นทำการสอบซ้ำภายใต้สภาพการทดสอบที่เหมือนเดิม คุณสมบัติของความคงเส้นคงวาของคะแนนที่ได้จากแบบสอบเรียกว่า ความเที่ยง ของแบบสอบ ในแบบสอบวินิจฉัยเป็นเครื่องมือที่ใช้วินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน การ

ตรวจสอบคุณภาพ ต้องเลือกวิธีการที่ครอบคลุมและลดความคลาดเคลื่อนในการวิจัย ผู้วิจัยจึงนำทฤษฎีการสรุปอ้างอิง (Generalizability Theory) มาใช้ในการวิเคราะห์และพัฒนาแบบสอบเพื่อสามารถนำไปใช้ได้ ประสิทธิภาพมากที่สุด โดยมีรายละเอียดความเป็นมา ของทฤษฎีการสรุปอ้างอิง ข้อตกลงเบื้องต้น ขั้นตอนการหาความเที่ยงด้วยทฤษฎีการสรุปอ้างอิง ดังมีรายละเอียดดังนี้

## 2.1 ความเป็นมาของทฤษฎีการสรุปอ้างอิง (Generalizability Theory)

Cronbach, Rajaratnam and Gleser (1963 อ้างถึงในอุษณีย์ บัวศิริพันธุ์, 2542) ได้สรุปความเป็นมาของทฤษฎีการสรุปอ้างอิงไว้ว่า ทฤษฎีการวัดแบบดั้งเดิม (Classical Theory) ได้ให้ความสำคัญต่อความเที่ยงอธิบายความแม่นยำของการวัด โดยยึดถือข้อตกลงคุณสมบัติคู่ขนานหรือความเท่าเทียมเป็นสำคัญ ซึ่งทฤษฎีการวัดแบบดั้งเดิม กล่าวว่า ในการวัดภายใต้เงื่อนไขการวัดที่เท่าเทียมกัน เช่น การวัดด้วยแบบทดสอบคู่ขนาน (Paralleled Test) นั้น มีข้อตกลงว่า คะแนนสอบที่ได้ค่าเฉลี่ยเท่ากัน ความแปรปรวนเท่ากัน ความแปรปรวนร่วมเท่ากันและไม่มีปฏิสัมพันธ์ (Interaction) ระหว่างผู้สอบกับแบบทดสอบรวมคะแนนที่สอบได้หรือค่าสังเกต (Observed Score : X) ของผู้สอบคนหนึ่งจะประกอบด้วย 2 ส่วน คือ ส่วนที่เป็นคะแนนจริง (True Score : T) ซึ่งเป็นค่าความคาดหวังของคะแนนที่ได้จากความสามารถที่แท้จริงของผู้สอบเมื่อสอบด้วยแบบทดสอบคู่ขนาน และส่วนที่เป็นความคลาดเคลื่อน (Error Score : E) ซึ่งเกิดจากแหล่งความคลาดเคลื่อนเพียงแหล่งเดียวเท่านั้น คือ ความคลาดเคลื่อนเชิงสุ่ม (Random Error) โดยที่คะแนนจริงกับความคลาดเคลื่อนมีความเป็นอิสระต่อกัน คะแนนที่สอบได้สามารถเขียนเป็นสมการได้ว่า

$$X = T + E$$

ดังนั้น ความแปรปรวนของคะแนนที่สังเกตได้ จึงเป็นผลรวมของความแปรปรวนของคะแนนจริง กับความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อน โดยมีสมการ ดังนี้

$$\sigma_x^2 = \sigma_t^2 + \sigma_e^2$$

สำหรับความคลาดเคลื่อนซึ่งได้ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ จะประมาณค่าได้จากกำลังสองของความสัมพันธ์ระหว่างคะแนนที่สังเกตได้กับคะแนนจริง ซึ่งเท่ากับอัตราส่วนระหว่างความแปรปรวนของคะแนนจริงกับค่าความแปรปรวนของคะแนนที่สังเกต ได้ดังสมการต่อไปนี้

$$\begin{aligned} p_{xx} &= p_{xt}^2 = \sigma_t^2 / \sigma_x^2 \\ &= \sigma_t^2 / (\sigma_t^2 + \sigma_e^2) \end{aligned}$$

ทฤษฎีความเที่ยงแบบดั้งเดิมพัฒนามาจากข้อตกลงของความเท่าเทียมหรือความเป็นคู่ขนานกันของค่าการวัด นิยามความเที่ยงว่าเป็นค่าสัมประสิทธิ์ระหว่างค่าการวัดที่มีความเท่าเทียมหรือมีความคู่ขนานกัน อาศัยนิยามนี้ การหาค่าความเที่ยงจะต้องมีการสอบวัดให้ได้ค่าการวัดอย่างน้อยสองชุด แต่ละชุดใช้เครื่องมือวัดที่มีคุณสมบัติคู่ขนานกัน คือ มีเนื้อหาอย่างเดียวกัน ค่าเฉลี่ยเท่ากัน ค่า

ความแปรปรวนเท่ากัน และค่าสหสัมพันธ์ระหว่างกันเท่ากัน แล้วคำนวณค่าสหสัมพันธ์ระหว่างค่าการวัดทั้งสองชุด ผลที่ได้ถือเป็นค่าประมาณความเที่ยง ในกรณีที่ต้องการประมาณค่าความเที่ยงจากการสอบครั้งเดียว ต้องแบ่งค่าการวัดออกเป็นส่วนย่อย อาจแบ่งเป็นสองส่วน เช่น ข้อคู่ - ข้อคี่ ครั้งแรก - ครั้งหลัง หรือแบ่งย่อยตามจำนวนข้อ โดยยึดข้อตกลงว่าส่วนแบ่งย่อยแต่ละส่วนจะต้องมีความเท่าเทียมกัน

## 2.2 ความหมายของค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิง

จากการศึกษางานวิจัยที่ผ่านมา มีผู้ให้ความหมายค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงแตกต่างกัน สามารถสรุปได้ดังนี้

ค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิง เป็นดัชนีที่สามารถอธิบายความแม่นยำของการวัดเช่นเดียวกับค่าสัมประสิทธิ์ความเที่ยงแบบดั้งเดิม สามารถใช้คำนวณช่วงความเที่ยงของคะแนนเอกภพหรือใช้ในสมการถดถอยในการประมาณค่าคะแนนเอกภพและใช้ปรับแก้ค่าสหสัมพันธ์ที่ลดลงอันเนื่องมาจากความคลาดเคลื่อน (correcting correlations for attenuation) (Cronbach, et al. 1963 อ้างถึงใน อุษณีย์ บัวศิริพันธุ์, 2542)

ค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิง เป็นค่าประมาณของค่าเฉลี่ยของสหสัมพันธ์ระหว่างค่าการวัดที่สุ่มมาจากเอกภพรายคู่ (Cronbach, 1972 อ้างถึงใน อุษณีย์ บัวศิริพันธุ์, 2542) เช่นค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงเมื่ออ้างอิงไปยังชุดข้อสอบ (แบบสอบ) ซึ่งประกอบด้วยข้อสอบ 20 ข้อ มีค่าเป็น 0.83 หมายความว่า ถ้าเราสุ่มนักเรียนจากประชากรหนึ่ง สมมติเป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ของอำเภอหนึ่งมาทำการทดสอบ สุ่มแบบสอบมาทีละฉบับ ฉบับละ 20 ข้อ ที่ไม่ซ้ำกัน ค่าเฉลี่ยของค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างแบบสอบที่สุ่มมาจะมีค่าเป็น 0.83

ค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิง เป็นค่ากำลังสองของค่าสหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนเอกภพกับคะแนนสังเกต (Brennan and Kane, 1979 อ้างถึงใน อุษณีย์ บัวศิริพันธุ์, 2542) ตัวอย่างเช่นค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงของแบบสอบคณิตศาสตร์ เรื่อง สมการของชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 20 ข้อ มีค่าเป็น 0.90 แสดงว่า ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนเอกภพ เรื่องสมการกับคะแนนสังเกตของนักเรียนประถมศึกษาปีที่ 6 ยกกำลังสองมีค่าเป็น 0.90 ถ้าถอดรากที่ 2 จะได้ค่าสหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนเอกภพเรื่องสมการกับคะแนนสังเกต

ค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิง สามารถอธิบายในรูปอัตราส่วนระหว่างความแปรปรวนของคะแนนเอกภพกับคะแนนสังเกต (Cronbach, et al. 1972 อ้างถึงใน อุษณีย์ บัวศิริพันธุ์, 2542) เช่นค่าสัมประสิทธิ์การอ้างอิงเป็น 0.90 แสดงว่า ความแตกต่างที่วัดได้ ร้อยละ 90 เป็นความแตกต่างเนื่องมาจากคะแนนเอกภพ อีกเพียงร้อยละ 10 เป็นความแตกต่างเนื่องมาจากความคลาดเคลื่อน

## 2.3 ข้อตกลงเบื้องต้นของทฤษฎีการสรุปอ้างอิง (Generalizability Theory)

G-Theory มีข้อตกลงเบื้องต้นว่า (ศิริชัย กาญจนวาสี, 2545)

1. คุณลักษณะที่มุ่งวัดของบุคคล ไม่ว่าจะเป็ความรูู้ ทักษะ ทักษะ หรือคุณลักษณะอื่นๆ ซึ่งเป็นเป้าหมายของการวัด เป็นค่าที่อยู่ในสภาวะคงที่ (Steady state)
2. ผู้สอบคนเดียวกันได้คะแนนแตกต่างกัน จากการวัดในแต่ละสถานการณ์ หรือเงื่อนไขของการวัด เนื่องมาจากความคลาดเคลื่อนที่ระบบอย่างน้อย 1 แหล่ง โดยองค์ประกอบด้านวุฒิภาวะ (Maturation) และการเรียนรู้ (Learning) ระหว่างการวัดไม่เป็นแหล่งความคลาดเคลื่อนของคะแนนที่ได้จากการวัด
3. เมื่อพิจารณาผู้สอบทั้งกลุ่ม ความแปรปรวนของคะแนนที่สังเกตได้ ประกอบด้วยความแปรปรวนของคะแนนจริง ซึ่งเป็นความแตกต่างที่แท้จริงระหว่างบุคคล ความแปรปรวนของคะแนนความคลาดเคลื่อนที่เป็นระบบอย่างน้อย 1 แหล่ง และความแปรปรวนของคะแนนความคลาดเคลื่อนสุ่ม

#### 2.4 ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับโครงสร้างของการศึกษาทฤษฎีการสรุปอ้างอิง

องค์ประกอบ (Facet) หมายถึง ชุดของเงื่อนไขการวัดที่คล้ายคลึงกัน (Similar Conditions of Measurement) เช่นองค์ประกอบของข้อสอบ (Item Facet) องค์ประกอบของผู้ตรวจข้อสอบ (Rater Facet) เป็นต้น

เงื่อนไขการวัด (Condition) หมายถึง ระดับขององค์ประกอบที่ทำให้ได้ค่าสังเกตแต่ละค่าขึ้นมาในการวัดครั้งหนึ่งๆ อาจกล่าวได้ว่าเป็นขนาดของกลุ่มตัวอย่างขององค์ประกอบนั้น เช่นข้อสอบ แต่ละข้อเป็นเงื่อนไขการวัดหนึ่งๆ ขององค์ประกอบแบบทดสอบ

รูปแบบความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบ หมายถึง องค์ประกอบที่เป็นสิ่งที่มีอิทธิพลต่อความแปรปรวนของรูปแบบการวัด ในแบบจำลองการวิเคราะห์ความแปรปรวน ซึ่งรูปแบบความสัมพันธ์นี้แบ่งออกเป็น 3 ลักษณะคือ

1. ความสัมพันธ์แบบไขว้ (Crossed) หมายถึง ความสัมพันธ์แต่ละลักษณะที่แต่ละระดับของสิ่งที่ถูกวัด ถูกวัดภายใต้เงื่อนไขเดียวกันทั้งหมด สัญลักษณ์ “X” อ่านว่า “crossed with” กำหนดรูปแบบความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบเป็น  $p \times i \times r$  หมายถึง นักเรียน ( $p$ ) ทำข้อสอบ ( $i$ ) ทุกข้อ และผู้ตรวจ ( $r$ ) ตรวจของนักเรียนทุกคน ทุกๆข้อ
2. ความสัมพันธ์แบบแฝง (Nested) หมายถึง ลักษณะที่แต่ละระดับของสิ่งที่ถูกวัด ถูกวัดภายใต้เงื่อนไขที่แตกต่างกัน สัญลักษณ์คือ “:” อ่านว่า “Nested within” รูปแบบความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบเป็น  $i:r$  หมายถึง ผู้ตรวจข้อสอบ ( $r$ ) ตรวจข้อสอบ ต่างข้อกัน
3. ความสัมพันธ์แบบผสม (Confounded) หมายถึง ความสัมพันธ์ที่มีทั้งความสัมพันธ์แบบไขว้ และความสัมพันธ์แบบแฝงปนกันอยู่

เอกภพ (Universe) หมายถึง เงื่อนไขของการวัดทั้งหมดของแต่ละองค์ประกอบ เช่น จำนวนข้อสอบทุกข้อ จำนวนผู้ตรวจทั้งหมด นักเรียนทุกคน เอกภพมีความหมายคล้ายกับ คำว่าประชากร (Population) คำว่าเอกภพนิยมใช้กับองค์ประกอบที่เกี่ยวกับการวัด ส่วนคำว่า ประชากรใช้กับ



องค์ประกอบที่เป็นสิ่งที่ถูกวัดคะแนนเอกภพ (Universe Scores;Mp) หมายถึง คะแนนของเงื่อนไขของการวัดทั้งหมดของแต่ละองค์ประกอบซึ่งคล้ายกับคะแนนจริง (Ideal Scores) ของสิ่งที่วัดในทฤษฎีการวัดแบบดั้งเดิม (Brennan,1983 อ้างถึงใน ปวีณา ปีอาทิศย์, 2545)

$$X_{pi} = T_{pi} + E_{pi} + e_{pi}$$

$$\sigma_x^2 = \sigma_u^2 + \sigma_E^2 + \sigma_e^2$$

เอกภพของการสังเกตที่ยอมรับได้ (Universe of Admissible Observation) หมายถึง กลุ่มเงื่อนไขของการวัดที่สามารถวัดหรือสังเกตได้ในแต่ละองค์ประกอบ เช่นต้องการวัดผลการเรียนของนักเรียน ด้วยการที่ครูต้องการข้อสอบที่สามารถนำไปใช้ได้ และต้องการผู้ตรวจที่มีคุณภาพ ดังนั้น ครูจึงกำหนดเงื่อนไขของการวัดเป็นองค์ประกอบของข้อสอบ และองค์ประกอบของผู้ตรวจให้คะแนน ซึ่งเรียกว่าเอกภพของการสังเกตที่ยอมรับได้ของครูคนนี้ ประกอบด้วยองค์ประกอบของข้อสอบ และองค์ประกอบของผู้ตรวจให้คะแนน

เอกภพของการสรุปอ้างอิง (Universe of Generalizability) หมายถึง เงื่อนไขการวัดขององค์ประกอบที่ผู้วิจัยต้องการสรุปอ้างอิงผลการวัด จากกลุ่มตัวอย่างของเงื่อนไขการวัดเหล่านี้ กลุ่มเงื่อนไขของการวัดทั้งหมดขององค์ประกอบนั้นๆ ดังนั้น เงื่อนไขขององค์ประกอบในเอกภพของการสรุปอ้างอิง จึงเป็นส่วนย่อยๆ (Subset) ในเอกภพของการสังเกตที่ยอมรับได้ เอกภพของการสรุปอ้างอิงนี้ ผู้วิจัยต้องระบุประเด็นต่างๆ ให้ชัดเจน ผลที่ได้นำไปใช้ในการออกแบบการวัด ในการวิเคราะห์เพื่อการตัดสินใจ (D Study) ต่อไป

การศึกษาเพื่อการสรุปอ้างอิง (Generalizability Study หรือ G Study) หมายถึง การวิเคราะห์การสรุปอ้างอิง เพื่อประมาณค่าความแปรปรวนจากแหล่งต่างๆ ของรูปแบบการวัดเริ่มจากการกำหนดองค์ประกอบต่างๆที่ต้องการวัด กำหนดความสัมพันธ์ขององค์ประกอบและกำหนดเอกภพของการสังเกตที่ยอมรับได้ และใช้วิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวน การประมาณค่าความแปรปรวนจากแหล่งต่างๆ

การศึกษาเพื่อการตัดสินใจ (Decision Study หรือ D Study) หมายถึง การศึกษาเพื่อประเมินวิธีการวัดที่เหมาะสม เพื่อการตัดสินใจหรือลงข้อสรุป เป็นขั้นสุดท้ายของการวิเคราะห์การสรุปอ้างอิง เริ่มจากผู้วิจัยต้องระบุสิ่งที่ต้องการวัด เอกภพการสรุปอ้างอิง จำนวนเงื่อนไขของการวัด หรือขนาดของกลุ่มตัวอย่างของแต่ละองค์ประกอบ และรูปแบบของการวัด แล้วหาค่าความแปรปรวนจากการศึกษา ประมาณค่าความแปรปรวน หาค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงหรือความเที่ยงของแบบทดสอบ และขั้นสุดท้ายคือปรับรูปแบบการวัด เพื่อหาวิธีที่เหมาะสม เพื่อให้เกิดประโยชน์สูงสุดต่อไป ขนาดของกลุ่มตัวอย่างในการศึกษาเพื่อการตัดสินใจ ไม่จำเป็นต้องมีขนาดเหมือนกับขนาดของกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาเพื่อการสรุปอ้างอิง ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับนำไปใช้เพื่อการตัดสินใจเกี่ยวกับ



สิ่งที่ต้องการวัดจริงๆ ซึ่งถูกกำหนดขึ้นโดยมีขนาดของกลุ่มตัวอย่างในการศึกษาเพื่อการสรุปอ้างอิงเป็นพื้นฐาน

ความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อนแบบสัมบูรณ์ (Absolute Error Variance) หมายถึงความแปรปรวนของผลต่างระหว่างคะแนนที่สังเกตได้กับคะแนนเอกภพ ซึ่งมีค่าเท่ากับผลรวมของความแปรปรวนที่ประมาณได้ทั้งหมด ยกเว้นความแปรปรวนของแหล่งบุคคล

ความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อนแบบสัมพัทธ์ (Relative Error Variance) หมายถึงความแปรปรวนของผลต่างระหว่างส่วนเบี่ยงเบนของคะแนนสังเกต (ความแตกต่างของคะแนนสังเกตจากคะแนนเฉลี่ยของประชากรของคะแนนสังเกต) และส่วนเบี่ยงเบนของคะแนนเอกภพ (ความแตกต่างของคะแนนเอกภพจากคะแนนเฉลี่ยของประชากรของคะแนนเอกภพ)

สัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิง (Generalizability Coefficient) หมายถึง อัตราส่วนของความแปรปรวนของคะแนนเอกภพ และความแปรปรวนของคะแนนสังเกตที่คาดหวัง ซึ่งค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงประมาณค่าได้จากกำลังสองของค่าสัมประสิทธิ์ระหว่างคะแนนเอกภพและคะแนนสังเกต

สัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิง สำหรับการวัดที่มีการตัดสินใจเชิงเปรียบเทียบ หรือการวัดแบบอิงกลุ่ม ความคลาดเคลื่อนในการวัดเป็นความคลาดเคลื่อนแบบสัมพัทธ์ ดังนั้น สัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงประมาณค่าได้จากอัตราส่วนระหว่างความแปรปรวนคะแนนเอกภพ และผลบวกของความแปรปรวนของคะแนนเอกภพกับความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อนสัมพัทธ์

สัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิง สำหรับการวัดที่มีการตัดสินใจแบบสัมบูรณ์ หรือการวัดแบบอิงเกณฑ์ ความคลาดเคลื่อนในการวัดเป็นความคลาดเคลื่อนแบบสัมบูรณ์ ดังนั้น ค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงประมาณค่าได้จากอัตราส่วนระหว่างความแปรปรวนคะแนนเอกภพและผลบวกของความแปรปรวนของคะแนนเอกภพกับความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์

$$G\text{-Coefficient} = \frac{\sigma_p^2}{\sigma_p^2 + \text{Error Variance}}$$

## 2.5 กระบวนการวิเคราะห์การสรุปอ้างอิง

ครอนบาคและคณะรวมทั้งเบรนแนน (Cronbach, et al, 1972 and Brennan, 1983) อ้างถึงใน อดัมส์ บัควีร์พังก์, 2542) ได้เสนอวิธีการประมาณค่าการสรุปอ้างอิงเป็น 2 ขั้นตอน คือ ขั้นที่ 1 การศึกษาเพื่อการสรุปอ้างอิง (Generalizability Study ย่อว่า G study) และขั้นที่ 2 การศึกษาเพื่อการตัดสินใจ (Decision Study ย่อว่า D study) โดย G study เป็นขั้นแรกของการวิเคราะห์ความแปรปรวน

เป็นสิ่งสำคัญ เพื่อประมาณค่าความแปรปรวนจากแหล่งต่าง ๆ ส่วน D study เป็นการวิเคราะห์ขั้นสุดท้าย โดยนำผลจาก G study มาใช้เพื่อประมาณค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิง และปรับรูปแบบการวัดเพื่อเพิ่มค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงให้สูงขึ้น โดยการลดความคลาดเคลื่อนและรายจ่ายในการวิจัยลง Cardinet and Altal (1983) กล่าวถึงการประยุกต์ทฤษฎีการสรุปอ้างอิงว่า การประยุกต์ใช้ในทางจิตวิทยานั้นมักจะใช้กับการศึกษาความแตกต่างระหว่างบุคคล สิ่งที่ถูกวัดจึงมักได้แก่ บุคคล ดังนั้น ฟาเซตมักจำกัดอยู่เฉพาะตัวประกอบที่สอดคล้องกับเงื่อนไขการวัดเท่านั้น โดยหลักการแล้วทฤษฎีการสรุปอ้างอิงนั้นสามารถขยายสิ่งที่ถูกวัดเป็นอย่างอื่นได้ เพื่อให้การประยุกต์ทฤษฎีนี้ทำได้กว้างขวางยิ่งขึ้น Cardinet, Tourneur and Allal (1981) จึงนำหลักการของความสมมาตร (Principle of Symmetry) มาใช้ในการวิเคราะห์การสรุปอ้างอิง หลักการนี้ยอมรับว่า ตัวประกอบแต่ละตัวของรูปแบบการวัดใด เราสามารถเลือกให้เป็นสิ่งที่ถูกวัดได้ทั้งสิ้นตั้งแต่จุดมุ่งหมายของการวัดนั้น คำว่า "ฟาเซต" จึงหมายถึง ตัวประกอบทุกตัวในรูปแบบการวัดนั้น Cardinet, Tourneur and Allal (1981) ยังได้เสนอกระบวนการวิเคราะห์การสรุปอ้างอิง ซึ่งแบ่งการวิเคราะห์ออกเป็น 2 แบบจำลอง คือ แบบจำลองการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA Model) และแบบจำลองทฤษฎีการสรุปอ้างอิง (Generalizability Theory Model) ซึ่งสอดคล้องกับการวิเคราะห์ของ Cronbach และคณะ แบบจำลองการวิเคราะห์ความแปรปรวน ประกอบด้วย รูปแบบการสังเกต (Observation Design) และรูปแบบการประมาณค่า (Estimation Design) ส่วนแบบจำลองทฤษฎีการสรุปอ้างอิงนั้น ประกอบด้วยรูปแบบการวัด (Measurement Design) และรูปแบบการปรับรูปแบบการวัดเพื่อให้เกิดประโยชน์สูงสุด (Optimization Design) การวิเคราะห์ทั้ง 4 ส่วน กล่าวโดยสรุปได้ดังนี้

### ส่วนที่ 1 รูปแบบการสังเกต (Observation Design)

ในขั้นนี้ต้องพิจารณาฟาเซตที่ต้องการศึกษา พร้อมทั้งระบุความสัมพันธ์ของฟาเซตว่า เป็นแบบ Crossed หรือ Nested หรือแบบ Confounded นอกจากนั้นยังต้องกำหนดจำนวนระดับหรือขนาดกลุ่มตัวอย่างของแต่ละฟาเซตแล้วใช้วิธีการ ANOVA กำหนดค่า mean square ของผลต่าง

### ส่วนที่ 2 รูปแบบการประมาณค่า (Estimation Design)

ขั้นนี้ต้องระบุชนิดของเอกภพของแต่ละฟาเซตว่า เป็นชนิดจำกัดหรือไม่จำกัด โดยพิจารณาจากการสุ่มเงื่อนไขการวัดของแต่ละฟาเซต ตัวอย่าง เช่น ถ้า N แทนจำนวนเงื่อนไขการวัดที่สามารถยอมรับได้ในเอกภพของฟาเซต (ขนาดของเอกภพ) ให้ n แทนจำนวนเงื่อนไขการวัดที่นำมาศึกษา (ขนาดของกลุ่มตัวอย่าง) วิธีการสุ่มสามารถทำได้ 3 วิธี คือ

1. สุ่มอย่างง่ายจากเอกภพที่มีขนาดไม่จำกัด ( $n < N \rightarrow \infty$ )

2. สุ่มอย่างง่ายจากเอกภพที่มีขนาดไม่จำกัด ( $n < N < \infty$ )

3. เลือกทุกเงื่อนไขการวัดมาจากเอกภพที่มีขนาดจำกัด ( $n = N < \infty$ ) วิธีการสุ่มแต่ละแบบจะเป็นตัวกำหนดชนิดของฟาเซตว่าจะเป็นแบบคงที่ เป็นแบบสุ่มแท้จริง หรือแบบสุ่มจำกัด หลังจากนั้นจะต้องประมาณค่าความแปรปรวนที่สัมพันธ์กันตามแบบและชนิดของฟาเซต

### ส่วนที่ 3 รูปแบบการวัด (Measure Design)

ในขั้นนี้ต้องจำแนกฟาเซตแต่ละตัวว่า เป็นฟาเซตของสิ่งที่ถูกวัด ( $D$ ) หรือเป็นฟาเซตของเครื่องมือ ( $I$ ) ระบุแต่ละฟาเซตเป็นแบบสุ่มหรือแบบคงที่ ในขั้นนี้ต้องการคำนวณค่าพารามิเตอร์ 3 ตัว คือ

1. ความแปรปรวนของคะแนนเอกภพซึ่งเป็นความแปรปรวนของสิ่งที่ถูกวัด
2. ความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อนซึ่งแยกเป็นความคลาดเคลื่อนสมบูรณ หรือความคลาดเคลื่อนสัมพัทธ์
3. ค่าสัมประสิทธิ์การสรูปอ้างอิง

### ส่วนที่ 4 การปรับปรุงรูปแบบการวัดเพื่อให้เกิดประโยชน์สูงสุด (Optimization Design)

ในขั้นตอนเป็นการนำเสนอผลการคำนวณจากขั้นที่ 3 มาพิจารณาเพื่อปรับปรุงการวัดให้มีประสิทธิภาพ การปรับปรุงรูปแบบการวัดสามารถทำได้ 4 วิธี คือ

1. เพิ่มระดับของฟาเซตที่ต้องการสรูปอ้างอิง
2. เปลี่ยนแปลงวิธีการสุ่มแต่ละฟาเซต
3. นิยามเอกภพของฟาเซตของการสรูปอ้างอิงใหม่หรือนิยามประชากรของสิ่งที่ถูกวัดใหม่
4. เปลี่ยนแปลงความสัมพันธ์ระหว่างฟาเซต ในขั้นนี้ตรงกับขั้น D Study ของครอนบาค และคณะ (Cronbach, et.al. 1972) นั้นเอง แต่ครอนบาค และคณะไม่ได้จำกัดอยู่เฉพาะด้านการตัดสินใจเท่านั้น แต่ยังมุ่งเน้นการสรูปผลการวัดในหลายรูปแบบ

นอกจากนี้ ไพรตน์ วงษ์นาม (2533) ได้สรูปการประมาณค่าพารามิเตอร์ของทฤษฎีการสรูปอ้างอิง

วิธีการประมาณค่าพารามิเตอร์แบ่งเป็น 2 ขั้นตอน คือ

ขั้นที่ 1 การศึกษาเพื่อการสรูปอ้างอิง (Generalizability Study หรือ G Study)

ขั้นที่ 2 การศึกษาเพื่อการตัดสินใจ (Decision Study หรือ D Study) มีรายละเอียดดังนี้

ขั้นที่ 1 การศึกษาเพื่อการสรูปอ้างอิง (Generalizability Study หรือ G Study) เป็นการประมาณค่าความแปรปรวนจากแหล่งต่างๆภายใต้เงื่อนไขการวัดที่ยอมรับได้ มีขั้นตอนดังนี้

- 1) เริ่มด้วยการกำหนดสิ่งที่ถูกวัดเป็น คน (นักเรียน) หรือกลุ่มคน เช่นนักเรียนทั้งห้อง หรือทั้งโรงเรียน
- 2) ให้องค์ประกอบอื่นๆ เป็นองค์ประกอบภายใต้การสังเกต เช่น ข้อสอบ ผู้สอบ ผู้ตรวจ ฯลฯ
- 3) กำหนดความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบเป็นแบบไขว้ (Crossed) หรือแบบแฝง (Nested)

- 4) ใช้วิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance, ANOVA) ที่สอดคล้องกับแบบแผนความสัมพันธ์ขององค์ประกอบประมาณค่าเฉลี่ยกำลังสอง (Mean Square)
- 5) ประมาณค่าความแปรปรวนของแหล่งต่างๆ เรียกค่าประมาณความแปรปรวนของสิ่งที่ถูกวัดว่า ค่าประมาณความแปรปรวนของคะแนนเอกภพซึ่งสอดคล้องกับค่าประมาณความแปรปรวนของคะแนนจริง (True Score Variance) ของทฤษฎีการวัดแบบดั้งเดิมเรียกค่าประมาณความแปรปรวนขององค์ประกอบอื่นๆ ว่า ค่าประมาณความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อน (Estimated Error Score Variance)

การวิเคราะห์ในชั้นการศึกษาเพื่อการสรุปอ้างอิง ใช้ค่าขนาดของกลุ่มตัวอย่างที่ศึกษาจริงๆ เช่น ถ้าครูต้องการหาวิธีประเมินผลความสามารถในการเขียนเรียงความของนักเรียน ต้องเริ่มต้นจากการระบุลักษณะข้อสอบที่ใช้วัด กำหนดผู้ตรวจข้อสอบที่มีความเชี่ยวชาญ เช่น ถ้ากำหนดว่าผู้ตรวจ (r) แต่ละคนต้องตรวจข้อสอบ (i) ทุกข้อเหมือนกัน เอกภพของการสังเกตที่ยอมรับได้ จึงเป็นแบบไขว้ใช้สัญลักษณ์ว่า  $ixr$  อ่านว่า I crossed with r จากนั้นครูต้องเก็บรวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูลโดยสุ่มนักเรียนมา  $n_p$  คน ใช้ข้อสอบจำนวน  $n_i$  ข้อ เมื่อสอบเสร็จก็สุ่มผู้ตรวจมาตรวจข้อสอบให้คะแนนของนักเรียน โดยที่ผู้ตรวจทุกคนตรวจข้อสอบของนักเรียนทุกคนและตรวจทุกข้อ แล้วนำข้อมูลที่คำนวณค่าความแปรปรวนขององค์ประกอบต่างๆ วิธีการก็คือ การศึกษาในชั้นตอน G Study

ขั้นที่ 2 การศึกษาเพื่อการตัดสินใจ (D Study) ขั้นนี้เน้นการใช้ค่าประมาณ และการตีความองค์ประกอบความแปรปรวน สำหรับการตัดสินใจภายใต้วิธีการวัดที่เหมาะสม มีประเด็นสำคัญ ดังนี้

1.1 เอกภพของการสรุปอ้างอิง เป้าหมายสำคัญของการศึกษาเพื่อการตัดสินใจ ได้แก่ การกำหนดลักษณะเฉพาะของเอกภพของการสรุปการอ้างอิง ที่ผู้ตัดสินใจต้องการสรุปอ้างอิงถึงอาจประกอบด้วยเงื่อนไขทั้งหมด ในเอกภพของการสังเกตที่ยอมรับได้ หรืออาจเป็นเซตย่อย (Subset) ของเอกภพการสังเกตที่ยอมรับได้

1.2 ขนาดของตัวอย่างการศึกษาเพื่อการตัดสินใจ จำนวนเงื่อนไขขององค์ประกอบในการศึกษาเพื่อการตัดสินใจ สามารถกำหนดให้แตกต่างจาก จำนวนเงื่อนไขในการศึกษาเพื่อการสรุปอ้างอิง โดยใช้สัญลักษณ์ (\*) แทนขนาดตัวอย่างของการศึกษาเพื่อการตัดสินใจ เช่น  $n'_i$  แทนจำนวนข้อสอบ และ  $n'_r$  แทนจำนวนผู้ตรวจ

1.3 โครงสร้างแบบแผนการศึกษาเพื่อการตัดสินใจ นอกจากระบุขนาดตัวอย่างในการศึกษาเพื่อการตัดสินใจ ต้องระบุรูปแบบโครงสร้างของแบบแผน หรือความสัมพันธ์ขององค์ประกอบที่ต้องการศึกษา เช่น ถ้าต้องการตัดสินใจว่าในการสอบครั้งนั้น นักเรียนต้องทำข้อสอบเหมือนกันทั้ง  $n_i$  ข้อ และผู้ตรวจข้อสอบทั้งหมด  $n_r$  คน ต้องตรวจข้อสอบทุกๆข้อ แบบแผนดังกล่าวเป็น  $P \times I \times R$  แต่ไม่มีความ

จำเป็นที่ต้องทำเช่นนี้เสมอไป ซึ่งอาจตัดสินใจว่าผู้เข้าสอบทุกคนทำข้อสอบทุกข้อ แต่ผู้ตรวจแต่ละคนตรวจคำตอบต่างข้อกัน แบบแผนการศึกษาเพื่อการตัดสินใจเป็น  $P \times (I:R)$

1.4 การประมาณค่าความแปรปรวน ในชั้นการศึกษาเพื่อการตัดสินใจ การวิเคราะห์ข้อมูลในชั้นการศึกษาเพื่อการตัดสินใจ ขึ้นอยู่กับการตัดสินใจของนักวัดผลหรือนักวิจัย ดังนั้นต้องมีการประมาณค่าความแปรปรวนขึ้นมาใหม่อีกครั้ง โดยอาศัยผลจากการประมาณค่าในชั้นการศึกษาเพื่อการสรุปอ้างอิงเป็นฐาน และให้สอดคล้องกับแบบแผนและขนาดของตัวอย่างที่ต้องการตัดสินใจ

1.5 ประมาณค่าความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อน นอกจากการประมาณค่าองค์ประกอบความแปรปรวน (Variance Component) ตามรูปแบบและขนาดของกลุ่มตัวอย่างที่ต้องการแล้ว ต้องประมาณค่าความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อนแบ่งเป็น 2 ชนิด

1.5.1 ความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อนแบบสัมบูรณ์ (Absolute Error Variance) ใช้สัญลักษณ์  $\sigma^2(\Delta)$  และค่าประมาณใช้สัญลักษณ์  $\hat{\sigma}^2(\Delta)$  เป็นความแปรปรวนของความแตกต่างระหว่างคะแนนสังเกตกับคะแนนเอกภพของผู้เข้าสอบ คำนวณจากผลบวกของค่าองค์ประกอบความแปรปรวนอื่นๆทั้งหมด ยกเว้นความแปรปรวนของคะแนนเอกภพ

$$\sigma^2(\Delta) = \sigma^2(I) + \sigma^2(R) + \sigma^2(PI) + \sigma^2(PR) + \sigma^2(IR) + \sigma^2(PIR)$$

1.5.2 ความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อนแบบสัมพัทธ์ (Relative Error Variance) ใช้สัญลักษณ์  $\sigma^2(\delta)$  และค่าประมาณใช้สัญลักษณ์  $\hat{\sigma}^2(\delta)$  คำนวณจากผลบวกค่าขององค์ประกอบความแปรปรวนของผลรวมระหว่างสิ่งที่ถูกวัด (p) กับฟาเซ่ต์อื่นๆ

$$\sigma^2(\delta) = \sigma^2(PI) + \sigma^2(PR) + \sigma^2(PIR)$$

1.6 ประมาณค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิง (Generalizability Coefficient) เป็นขั้นตอนสุดท้ายในการทำการศึกษาเพื่อการตัดสินใจ คือการคำนวณค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิง ซึ่งเป็นดัชนีบ่งถึงความเชื่อถือได้ของการวัด (Dependability of Measurement) ใช้สูตรคำนวณตามนิยามความเชื่อมั่นของทฤษฎีการวัดแบบดั้งเดิมในรูปของ Intraclass Correlation ส่วนค่าขนาดของความแปรปรวนของคะแนนเอกภพสิ่งที่วัด ก็คือค่าที่ใช้แทนความแปรปรวนของคะแนนจริง ในทฤษฎีการทดสอบแบบดั้งเดิม ดังนี้ (Brennan and Kane, 1977 อ้างถึงใน ไพรัตน์ วงษ์นาม, 2533)

$$\hat{E}P^2 = \frac{\sigma^2(p)}{\sigma^2(p) + \sigma^2(\Delta)}$$

หรือ

$$\hat{E}P^2 = \frac{\sigma^2(p)}{\sigma^2(p) + \sigma^2(\Delta)}$$



$$\sigma^2(p) + \sigma^2(\delta)$$

เมื่อ  $E^2 P^2$  คือ ค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิง มีความหมายเดียวกับค่าความเที่ยง

### 3. งานวิจัยที่เกี่ยวกับทฤษฎีการสรุปอ้างอิง

แดง กลางท่าไศ (2531) ได้ศึกษาการประยุกต์ทฤษฎีการสรุปอ้างอิงในการหาความเที่ยงของการประเมินความตรงเชิงเนื้อหา โดยมีวัตถุประสงค์ 1) เพื่อค้นหาแหล่งความแปรปรวนที่มีอิทธิพลต่อการหาความเที่ยง ของการประเมินความตรงเชิงเนื้อหาของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาคณิตศาสตร์ เรื่องเซต โดยผู้เชี่ยวชาญ 2) เพื่อหารูปแบบการวัดที่ให้ค่าความเที่ยงของการประเมินสูง 3) เพื่อหาขนาดกลุ่มตัวอย่างที่จะเป็นตัวแทนประชากรของตัวประกอบที่ศึกษา 3 ตัว คือ ข้อสอบ (i) ผู้เชี่ยวชาญ (r) และ โรงเรียน (s) ซึ่งรูปแบบการวัดในการศึกษาคือ ix(r:s) โดยผู้เชี่ยวชาญทุกคน ประเมินข้อสอบทุกข้อ และผู้เชี่ยวชาญถูกสุ่มจาก โรงเรียนแต่ละโรงเรียนจำนวนเท่าๆกัน กลุ่มตัวอย่าง คือ ข้อสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาคณิตศาสตร์ เรื่องเซต จำนวน 30 ข้อ โรงเรียนระดับมัธยมศึกษาสังกัดกรมสามัญศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ จำนวน 9 โรงเรียน ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 45 คน ผลการศึกษาพบว่า 1) ข้อสอบ ผู้เชี่ยวชาญซึ่งอยู่ใน โรงเรียน (r:s) และปฏิสัมพันธ์ระหว่างข้อสอบกับโรงเรียนเป็นแหล่งความแปรปรวนอิทธิพลต่อการประมวลค่าความเที่ยงของการประเมินความตรงเชิงเนื้อหาโดยผู้เชี่ยวชาญ 2) รูปแบบการวัดที่ให้ค่าความเที่ยงของการประเมินความตรงเชิงเนื้อหาโดยผู้เชี่ยวชาญสูงสุดสำหรับรูปแบบความสัมพันธ์ระหว่างตัวประกอบ ix(r:s) คือ M3 (I-S/R) 3) สำหรับขนาดกลุ่มตัวอย่างที่เป็นตัวแทนของสมาชิกทั้งหมดในเอกภพของตัวประกอบแต่ละตัวที่พอจะหาได้ คือ ข้อสอบอย่างน้อย 9 ข้อ และผู้เชี่ยวชาญไม่เกิน 9 คนต่อโรงเรียน โดยสุ่มจากโรงเรียนอย่างน้อย 7 โรงเรียน จึงจะให้ค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงอย่างน้อยมีค่าเท่ากับ 0.08 4) การเพิ่มขนาดกลุ่มตัวอย่างของตัวประกอบแต่ละตัวทำให้ความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อนมีค่าลดลง และสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงมีค่าเพิ่มขึ้น โดยเฉพาะการเพิ่มขนาดกลุ่มตัวอย่างของตัวประกอบที่ต้องการสรุปอ้างอิงจะทำให้สัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงมีค่าเพิ่มขึ้นมากกว่าการเพิ่มขนาดตัวอย่างของตัวประกอบอื่น และการสรุปอ้างอิงผลการวัดไปยังเอกภพจำกัด จะให้ค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงสูงกว่าการสรุปอ้างอิงผลการวัดไปยังเอกภพไม่จำกัด

ไพรัตน์ วงษ์นาม (2533) ศึกษาการประยุกต์ใช้ทฤษฎีการสรุปอ้างอิงในแบบสอบความเรียง และเปรียบเทียบผลของการตรวจ การชี้แจง และการรู้ผลการเรียนของผู้สอบ โดยวัดความสามารถในการแสดงความคิดเห็น เกี่ยวกับข่าวและเหตุการณ์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 พร้อมทั้งเลือกวิธีตรวจ จำนวนผู้ตรวจ และจำนวนข้อสอบที่ให้ค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิง .50 เป็นอย่างต่ำ กลุ่มตัวอย่างที่ใช้เป็น นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 3 คน ข้อสอบแบบความเรียงจำนวน 5 ข้อ และครูผู้ตรวจจำนวน 20 คน แบ่งเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มละ 10 คน กลุ่มหนึ่งตรวจแบบประเมินรวม และอีกกลุ่มตรวจแบบวิธีวิเคราะห์ ในแต่ละวิธีทำการตรวจ 3 ครั้ง ดังนี้ ตรวจโดยใช้ประสบการณ์เดิมของผู้ตรวจ

ให้คะแนน ตรวจสอบเกณฑ์ที่ได้รับการชี้แจงจากผู้วิจัย โดยไม่รู้ผลการเรียนของผู้ตอบ และตรวจสอบตามเกณฑ์ที่ได้รับการชี้แจงจากผู้วิจัย โดยรู้ผลการเรียนของผู้ตอบ ผลการวิจัยพบว่า เมื่ออ้างอิงสรุปไปยังเอกภพของข้อสอบและผู้ตรวจพร้อมกัน (M1) ค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงของแบบสอบความเรียงที่ตรวจโดยวิธีประเมินผลรวม มีค่าระหว่าง 0.3328-0.4782 และตรวจโดยวิธีวิเคราะห์ มีค่าอยู่ระหว่าง 0.3348-0.5895 เมื่ออ้างอิงสรุปไปยังเอกภพของผู้ตรวจอย่างเดียว (M2) ค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงของวิธีประเมินรวมมีค่าอยู่ระหว่าง 0.5985-0.7761 วิธีตรวจการชี้แจง และการรู้ผลการเรียนของผู้ตอบต่างกัน ไม่มีผลต่อความแตกต่างของค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิง สำหรับ M1 แต่ใน M2 ค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงของการตรวจตามที่ได้รับการชี้แจงมีค่าสูงกว่าการตรวจโดยใช้ประสบการณ์เดิมเฉพาะกรณีที่ผู้ตรวจ ได้รับการฝึกอบรม ไม่รู้ผลการเรียนของผู้ตอบเท่านั้น ถ้ารู้ผลการเรียนของผู้ตอบค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงไม่แตกต่างกัน ค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงของการตรวจไม่รู้ประวัติการเรียนของผู้ตอบ มีค่าสูงกว่าผู้ตรวจรู้ประวัติการเรียนของผู้ตอบ วิธีตรวจจำนวนข้อสอบและจำนวนผู้ตรวจที่ให้ค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงไม่น้อยกว่า 0.5 คือวิธีตรวจแบบวิเคราะห์ตามที่ได้รับการชี้แจง และผู้ตรวจไม่รู้ผลการเรียนของผู้ตอบ ใช้ข้อสอบ 6 ข้อ ผู้ตรวจอย่างน้อย 5 คน สำหรับ M1 และผู้ตรวจ 5 คน ข้อสอบ 5 ข้อ สำหรับ M2

ปวีณา ปิอาทิตย์ (2545) ได้ศึกษาจำนวนผู้ประเมินและจำนวนงานเขียนที่เหมาะสมเมื่อใช้เกณฑ์การให้คะแนนที่ต่างกัน พบว่า 1) ภายใต้งาน 117 ชิ้น ผู้ประเมินจำนวน 4 คน เมื่อใช้เกณฑ์การให้คะแนนแบบภาพรวมค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงเท่ากับ 0.71484 และเมื่อใช้เกณฑ์การให้คะแนนแบบแยกองค์ประกอบค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงเท่ากับ 0.81410 2) ถ้าต้องการใช้ผู้ประเมิน 1 คน และกำหนดให้ค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงของเกณฑ์การให้คะแนนแบบภาพรวมเป็น 0.2, 0.4, 0.6 และ 0.8 ใช้จำนวนชิ้นงานอย่างน้อย 4, 8, 16 และ 28 ชิ้น ตามลำดับ ส่วนเกณฑ์การให้คะแนนแบบแยกองค์ประกอบ เมื่อกำหนดค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงเป็น 0.2 และ 0.4 ใช้จำนวนชิ้นงานน้อยกว่า 4 ชิ้น เมื่อกำหนดค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงเป็น 0.6 ใช้จำนวนงานอย่างน้อย 8 ชิ้น และเมื่อกำหนดค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงเป็น 0.8 ใช้จำนวนอย่างน้อย 12 ชิ้น ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับผู้ปฏิบัติว่าจะเลือกใช้เกณฑ์การให้คะแนนให้เหมาะสมกับการเรียนการสอน

อุษณีย์ บัวศิริพันธุ์ (2542) ได้ศึกษาการเปรียบเทียบค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงของแบบทดสอบวิชาคณิตศาสตร์ที่มีการตรวจ จำนวนผู้ตรวจ และประสบการณ์ของผู้ตรวจ แตกต่างกัน โดยกลุ่มตัวอย่างคือนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ปีการศึกษา 2540 ของโรงเรียนในสังกัดกรมสามัญศึกษา จังหวัดจันทบุรี จำนวน 60 คน พบว่า 1) ค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงของแบบทดสอบวิชาคณิตศาสตร์ที่มีการตรวจให้คะแนนต่างกัน เมื่อมีจำนวนผู้ตรวจเท่ากัน มีค่าต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 2) ค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงของแบบทดสอบวิชาคณิตศาสตร์ที่มีการตรวจให้คะแนนต่างกัน เมื่อผู้ตรวจมีประสบการณ์เหมือนกัน มีค่าแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ 3) ค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงของแบบทดสอบวิชาคณิตศาสตร์ที่มีจำนวนผู้ตรวจต่างกัน เมื่อมี

วิธีการตรวจให้คะแนนเหมือนกัน มีค่าต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 4) ค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงของแบบทดสอบวิชาคณิตศาสตร์ที่ผู้ตรวจมีประสบการณ์ต่างกัน เมื่อมีวิธีการตรวจให้คะแนนเหมือนกัน มีค่าต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากข้อมูลและงานวิจัยที่กล่าวมาทั้งหมดจะเห็นว่าทฤษฎีการสรุปอ้างอิง (Generalizability Theory) ใช้วิเคราะห์และพัฒนาแบบสอบเพื่อนำไปใช้ให้เกิดประสิทธิผลมากที่สุด โดยเฉพาะถ้านำทฤษฎีการสรุปอ้างอิงมาใช้วิเคราะห์แบบสอบวินิจฉัยประเพณีนิยม และแบบสอบวินิจฉัยสองระดับ จะเกิดประโยชน์ต่อการวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนของผู้เรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น



สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

## บทที่ 3

### วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ 1) เพื่อพัฒนาแบบสอบถามวิจัยวิชาคณิตศาสตร์แบบประเพณีนิยมและแบบสองระดับ 2) เพื่อเปรียบเทียบสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงและความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อนระหว่างแบบสอบถามวิจัยวิชาคณิตศาสตร์แบบประเพณีนิยมและแบบสองระดับ ที่มีจำนวนมวลเนื้อหาและจำนวนข้อสอบต่อมวลเนื้อหาที่ต่างกัน โดยมีขั้นตอนในการวิจัยดังนี้

#### ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

##### ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้มี 2 กลุ่ม ได้แก่นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษากรุงเทพมหานคร ปีการศึกษา 2550 พบว่ามีโรงเรียนจำนวนทั้งหมด 117 โรงเรียน จำนวนนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 มีจำนวน 51,506 คน และครูผู้สอนวิชาคณิตศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 478 คน

##### กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้แบ่งออกเป็นกลุ่ม 2 กลุ่ม ได้แก่กลุ่มนักเรียน และครูผู้สอนวิชาคณิตศาสตร์ มีรายละเอียดดังนี้

**กลุ่มที่ 1** กลุ่มนักเรียนสามารถแบ่งออกเป็นกลุ่มย่อยได้ 2 กลุ่มดังนี้

**1.1** กลุ่มตัวอย่างนักเรียนสำหรับใช้เก็บข้อมูลจริงซึ่งได้มาจากการสุ่มแบบหลายขั้นตอน (multi - stage random sampling) ซึ่งมีรายละเอียดในการสุ่มกลุ่มตัวอย่าง ดังนี้

ขั้นที่ 1 สํารวจประชากร โรงเรียนมัธยมศึกษา สังกัดคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กระทรวงศึกษาธิการกรุงเทพมหานคร พบว่ามีจำนวนทั้งหมด 117 โรงเรียน โดยนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา ปีที่ 1 มีจำนวน 51,506 คน

ขั้นที่ 2 วิธีการสุ่มตัวอย่าง กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ได้แก่กลุ่มตัวอย่างที่เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษากรุงเทพมหานคร ปีการศึกษา 2550 โดยผู้วิจัยสุ่มโรงเรียนแบบแบ่งชั้น (stratified random sampling) ตามขนาดของโรงเรียนซึ่งแบ่งเป็น 4 ขนาด โดยใช้เกณฑ์การแบ่งขนาดของโรงเรียนจากจำนวนนักเรียนเป็นเกณฑ์ (สุกัญญา คล้ายทอง,

2546) ดังตารางที่ 3.1 และได้จำนวนประชากรโรงเรียนและนักเรียนที่แบ่งตามขนาดของโรงเรียน จากนั้นผู้วิจัยสุ่มโรงเรียนที่เป็นตัวแทน โดยใช้เกณฑ์การสุ่มโรงเรียน คือ ประชากรโรงเรียนจำนวน 15 โรงเรียน สุ่มเป็นตัวอย่างประชากร 1 โรงเรียน เป็นอัตราส่วน 15:1 ดังตารางที่ 3.2 และสุ่มนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จากโรงเรียนที่สุ่มมาได้โรงเรียนละ 2 ห้อง แบบการสุ่มอย่างง่าย (simple random sampling) ดังตารางที่ 3.3 ได้จำนวนนักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่างจำนวน 686 คน จากกลุ่มตัวอย่างโรงเรียน 8 โรงเรียน

ตารางที่ 3.1 เกณฑ์การแบ่งกลุ่มขนาดของโรงเรียน

ขนาดโรงเรียน	จำนวนนักเรียน (คน)
ขนาดเล็ก	น้อยกว่า 500
ขนาดกลาง	500 - 1,499
ขนาดใหญ่	1,500-2,499
ขนาดใหญ่พิเศษ	มากกว่า 2500

ตารางที่ 3.2 จำนวนประชากรโรงเรียนและนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 สำนักงานเขตพื้นที่ การศึกษากรุงเทพมหานคร ปีการศึกษา 2550

ขนาดโรงเรียน	จำนวนโรงเรียน	จำนวนนักเรียน (คน)	จำนวนโรงเรียน ที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง (15:1)
ขนาดเล็กและกลาง	27	8,414	2
ขนาดใหญ่	45	14,925	3
ขนาดใหญ่พิเศษ	45	28,167	3
รวม	117	51,506	8

\*\*หมายเหตุ โรงเรียนขนาดเล็กมีจำนวนน้อยมากจึงนำมาพร้อมกับโรงเรียนขนาดกลาง



**ตารางที่ 3.3** ผลการสุ่มตัวอย่างประชากร โรงเรียน รายชื่อโรงเรียนที่สุ่มเป็นตัวอย่างประชากร จำนวนห้องเรียนและจำนวนนักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่างในการวิจัย

ขนาดโรงเรียน	ชื่อโรงเรียนที่สุ่มได้	จำนวนนักเรียน (คน)
ขนาดเล็กและกลาง	โรงเรียนวัดราชาธิวาส	78
	โรงเรียนทวีธาภิเศก 2	80
ขนาดใหญ่	โรงเรียนสุวรรณารามวิทยาคม	85
	โรงเรียนสตรีวัดอัมพรสวรรค์	103
	อิสลามวิทยาลัยแห่งประเทศไทย	89
ขนาดใหญ่พิเศษ	โรงเรียนวัดนวลนรดิศ	70
	โรงเรียนนนทรีวิทยา	82
	โรงเรียนสุรศักดิ์มนตรี	99
รวม		686

1.2 กลุ่มตัวอย่างนักเรียนสำหรับตรวจสอบคุณภาพของแบบสอบถามด้านความตรงตามเกณฑ์ สัมพันธ์ด้วยเทคนิคคิดออกเสียง (thinking aloud) ซึ่งจะนำไปใช้เป็นเกณฑ์ในการตรวจสอบความตรงตามเกณฑ์สัมพันธ์ของแบบสอบถามวิจัยที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ได้กลุ่มตัวอย่างมาจากการสุ่มอย่างง่าย (simple random sampling) จากนักเรียนที่มีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนได้จากการวิจัยด้วยแบบสอบถามวิจัยโรงเรียนละ 5 คน รวมจำนวนนักเรียน 40 คน

กลุ่มที่ 2 คือกลุ่มตัวอย่างสำหรับสำรวจความคิดเห็นเกี่ยวกับแบบสอบถามวิจัยที่สร้างขึ้น ได้แก่ ครูผู้สอนวิชาคณิตศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เป็นกลุ่มตัวอย่างที่ร่วมวิจัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนด้วยเทคนิคคิดออกเสียง (thinking aloud) และสำรวจความคิดเห็นเกี่ยวกับแบบสอบถามวิจัยที่สร้างขึ้น จำนวน 8 คน ใช้การเลือกแบบเจาะจง (purposive sampling) เลือกเฉพาะผู้ที่เต็มใจให้ความร่วมมือในการวิจัย

## เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ แบ่งออกเป็น 4 ส่วน ดังนี้

ส่วนที่ 1 เครื่องมือสำรวจมโนทัศน์เรื่องการบวกเลขจำนวนเต็มลบ เป็นแบบสอบเชิงสำรวจ (survey test) ที่ให้นักเรียนแสดงวิธีทำที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นซึ่งสอดคล้องกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม เพื่อสำรวจและรวบรวมมโนทัศน์การคิดเรื่องการบวกเลขจำนวนเต็มลบของนักเรียน มโนทัศน์การคิดที่ได้จะนำมาใช้สร้างตัวลงในแบบสอบวินิจฉัยวิชาคณิตศาสตร์แบบประเพณีนิยม และแบบสองระดับต่อไป

ส่วนที่ 2 เครื่องมือวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน เป็นแบบสอบวินิจฉัยวิชาคณิตศาสตร์ แบ่งเป็น 2 ชนิด ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

2.1 แบบสอบวินิจฉัยแบบประเพณีนิยม หมายถึง แบบสอบที่ใช้สำหรับค้นหาข้อบกพร่อง และมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนของผู้เรียนเป็นรายบุคคล มีลักษณะเป็นข้อกระทง แบ่งเป็นคำถาม และตัวเลือก มีจำนวน 4 ตัวเลือก โดยตัวเลือกเป็นตัวแทนมโนทัศน์แบบต่างๆ ประกอบด้วยตัวเลือกที่เป็นมโนทัศน์ที่ถูกต้อง 1 ตัวเลือก และมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน 3 ตัวเลือก ผู้ตอบต้องเลือกตัวเลือกเพียงตัวเลือกเดียว การให้คะแนนเป็นแบบตอบถูกได้ 1 คะแนน ตอบผิดได้ 0 คะแนน

2.2 แบบสอบวินิจฉัยสองระดับ หมายถึง แบบสอบที่มุ่งวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนของผู้เรียน ประกอบด้วย 2 ระดับ ระดับแรกประกอบด้วยคำถามและคำตอบแบบเลือกตอบ จำนวน 4 ตัวเลือก ระดับที่สองประกอบด้วยตัวเลือกที่แสดงเหตุผลสนับสนุนในการเลือกตอบระดับแรกซึ่งมีอยู่ 4 ตัวเลือก หรือสามารถใส่เหตุผลอย่างอิสระได้ ผู้ตอบต้องเลือกตัวเลือกเพียงตัวเลือกเดียวในแต่ละระดับ การให้คะแนนเป็นแบบตอบถูกทั้งสองระดับได้ 1 คะแนน ตอบถูกระดับใดระดับหนึ่ง หรือตอบผิดทั้งสองระดับ ได้ 0 คะแนน

ส่วนที่ 3 เครื่องมือตรวจสอบคุณภาพด้านความตรงตามเกณฑ์สัมพัทธ์ของแบบสอบวินิจฉัย โดยใช้วิธีการคิดออกเสียง (thinking aloud) วินิจฉัยมโนทัศน์เรื่องการบวกเลขจำนวนเต็มลบของนักเรียนเป็นรายบุคคล โดยนำผลคะแนนวินิจฉัยมาใช้เป็นเกณฑ์ในการตรวจสอบความตรงเชิงเกณฑ์สัมพัทธ์ของแบบสอบวินิจฉัยวิชาคณิตศาสตร์ทั้ง 2 ชนิด

ส่วนที่ 4 เครื่องมือสำรวจความคิดเห็นในการนำแบบสอบวินิจฉัยวิชาคณิตศาสตร์แบบประเพณีนิยมและแบบสองระดับไปใช้ในการวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนเป็นแบบสัมภาษณ์แบบไม่มีโครงสร้างคำถาม เพื่อให้ครูสามารถแสดงความคิดเห็นและข้อเสนอแนะอย่างอิสระ

## กระบวนการสร้างและพัฒนาเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ในกระบวนการสร้างและพัฒนาเครื่องมือ ผู้วิจัยได้แบ่งการนำเสนอได้เป็น 4 ส่วน ดังนี้

ส่วนที่ 1 เครื่องมือสำรวจมโนทัศน์เรื่องการบอกเลขจำนวนเต็มลบ เป็นแบบสอบถามเชิงสำรวจ (survey test)

ส่วนที่ 2 เครื่องมือวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน เป็นแบบสอบวินิจฉัยวิชาคณิตศาสตร์

ส่วนที่ 3 เครื่องมือตรวจสอบคุณภาพของแบบสอบวินิจฉัยวิชาคณิตศาสตร์ด้านความตรงตามเกณฑ์สัมพัทธ์โดยใช้วิธีการคิดออกเสียง (thinking aloud)

ส่วนที่ 4 เครื่องมือสำรวจความคิดเห็นในการนำแบบสอบวินิจฉัยวิชาคณิตศาสตร์แบบประเพณีนิยมและแบบสองระดับไปใช้ในการวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน

ส่วนที่ 1 เครื่องมือสำหรับสำรวจมโนทัศน์เรื่องการบอกเลขจำนวนเต็มลบ เป็นแบบสอบถามเชิงสำรวจ (survey test)

จากการศึกษาการสร้างแบบสอบวินิจฉัย ขั้นตอนที่สำคัญในการสร้าง คือ ต้องสร้างตัวลงที่เป็นตัวแทนมโนทัศน์การคิดที่คลาดเคลื่อน ผู้วิจัยจึงได้สำรวจมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนเรื่องการบอกเลขจำนวนเต็มลบเพื่อนำมโนทัศน์ที่พบมาสร้างเป็นตัวลงและตัวเลือกของแบบสอบวินิจฉัย โดยแบบสอบถามเชิงสำรวจที่สร้างขึ้นเพื่อเอามาใช้สำรวจมโนทัศน์การคิดเรื่อง การบอกเลขจำนวนเต็มลบ กระบวนการสร้างแบบสอบเชิงสำรวจดังแผนภาพที่ 3.1 ดังนี้

ขั้นที่ 1

วิเคราะห์มวลเนื้อหา เรื่องการบอกเลขจำนวนเต็มลบ

ขั้นที่ 2

กำหนดวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

ขั้นที่ 3

สร้างแผนผังการสร้างข้อสอบ

ขั้นที่ 4

สร้างแผนผังการสร้างคำถาม

ขั้นที่ 5

แบบสอบถามเชิงสำรวจ

มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน เรื่องการบอกเลขจำนวนเต็มลบ

แผนภาพที่ 3.1 กระบวนการสร้างแบบสอบเชิงสำรวจ

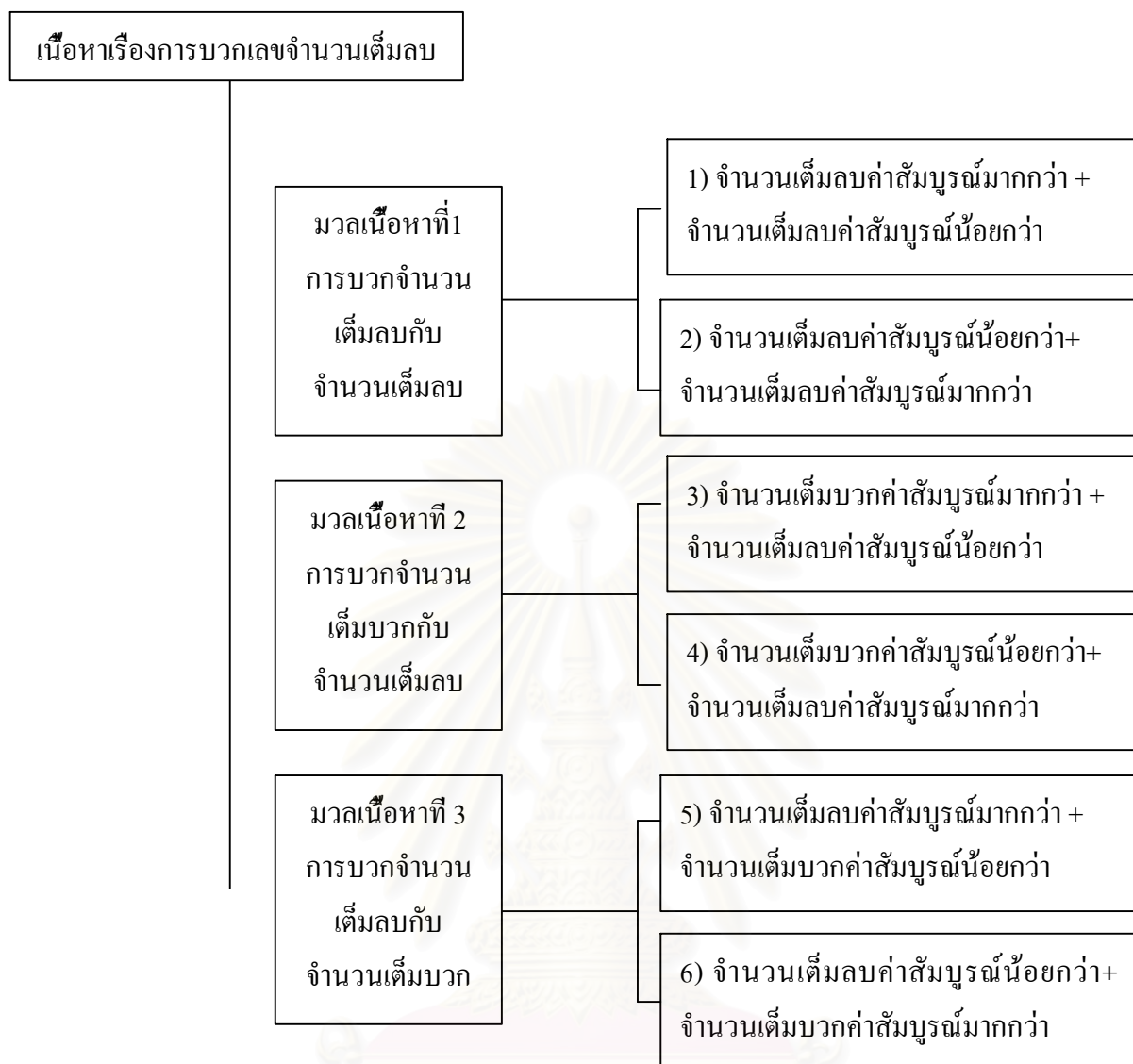
จากแผนภาพที่ 3.1 สามารถอธิบายกระบวนการสร้างแบบสอบเชิงสำรวจเรื่องการบวกเลขจำนวนเต็มลบได้ตามขั้นตอนดังนี้

**ขั้นที่ 1** แบบสอบวินิจฉัยเป็นแบบสอบที่เน้นเนื้อหา ผู้วิจัยพิจารณาเลือกเนื้อหาที่เป็นเนื้อหาพื้นฐาน ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ได้แก่ เรื่องจำนวนเต็มลบ เพราะเป็นเนื้อหาพื้นฐานสำหรับการเรียนรู้โน้ตส์ที่ซับซ้อนมากขึ้น เนื้อหาเรื่องการบวกเลขจำนวนเต็มลบเป็นเรื่องพื้นฐานที่สำคัญโดยศิริเดช สุชีวะ (2537) ได้ศึกษารูปแบบการคิดที่ครอบคลุม จำนวน 126 รูปแบบ จึงเป็นแนวทางในการวินิจฉัยของผู้วิจัย โดยผู้วิจัยได้วิเคราะห์มวลเนื้อหา เรื่องการบวกเลขจำนวนเต็มลบสามารถแบ่งเนื้อหาเรื่องการบวกเลขจำนวนเต็มลบออกเป็น 3 มวลเนื้อหาโดยใช้แบบการคิดเครื่องหมายเป็นเกณฑ์การจำแนก ได้แก่ มวลเนื้อหาที่ 1 การบวกจำนวนเต็มลบกับจำนวนเต็มลบ มวลเนื้อหาที่ 2 การบวกจำนวนเต็มบวกกับจำนวนเต็มลบ มวลเนื้อหาที่ 3 การบวกจำนวนเต็มลบกับจำนวนเต็มบวก โดยกำหนดรูปแบบข้อสอบได้ 6 รูปแบบ ดังนี้

- 1) จำนวนเต็มลบค่าสัมบูรณ์มากกว่า + จำนวนเต็มลบค่าสัมบูรณ์น้อยกว่า
- 2) จำนวนเต็มลบค่าสัมบูรณ์น้อยกว่า+ จำนวนเต็มลบค่าสัมบูรณ์มากกว่า
- 3) จำนวนเต็มบวกค่าสัมบูรณ์มากกว่า + จำนวนเต็มลบค่าสัมบูรณ์น้อยกว่า
- 4) จำนวนเต็มบวกค่าสัมบูรณ์น้อยกว่า+ จำนวนเต็มลบค่าสัมบูรณ์มากกว่า
- 5) จำนวนเต็มลบค่าสัมบูรณ์มากกว่า + จำนวนเต็มบวกค่าสัมบูรณ์น้อยกว่า
- 6) จำนวนเต็มลบค่าสัมบูรณ์น้อยกว่า+ จำนวนเต็มบวกค่าสัมบูรณ์มากกว่า

โดยรูปแบบข้อสอบทั้ง 6 รูปแบบ ผู้วิจัยจำแนกตามมวลเนื้อหา ซึ่งแสดงรายละเอียดตามแผนภาพที่ 3.2 ดังนี้

สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



แผนภาพที่ 3.2 แสดงรายละเอียดมวลงเนื้อหาเรื่องการบวกเลขจำนวนเต็มลบ

มวลงเนื้อหาเรื่อง การบวกเลขจำนวนเต็มลบ มโนทัศน์ที่ถูกต้องมีวิธีการคิดคือ ถ้าเครื่องหมายทั้งสองจำนวนต่างก็นำค่าสัมบูรณ์มาลบกันให้เครื่องหมายของคำตอบตามจำนวนที่มีค่าสัมบูรณ์มากกว่า ถ้าเครื่องหมายทั้งสองจำนวนเหมือนกันนำค่าสัมบูรณ์มาบวกกัน ให้เครื่องหมายของคำตอบตามจำนวนที่มีค่าสัมบูรณ์มาก เพื่อความชัดเจนได้นำเสนอรูปแบบการคิดที่ถูกต้องตามแผนภาพที่ 3.3 มีรายละเอียดดังนี้



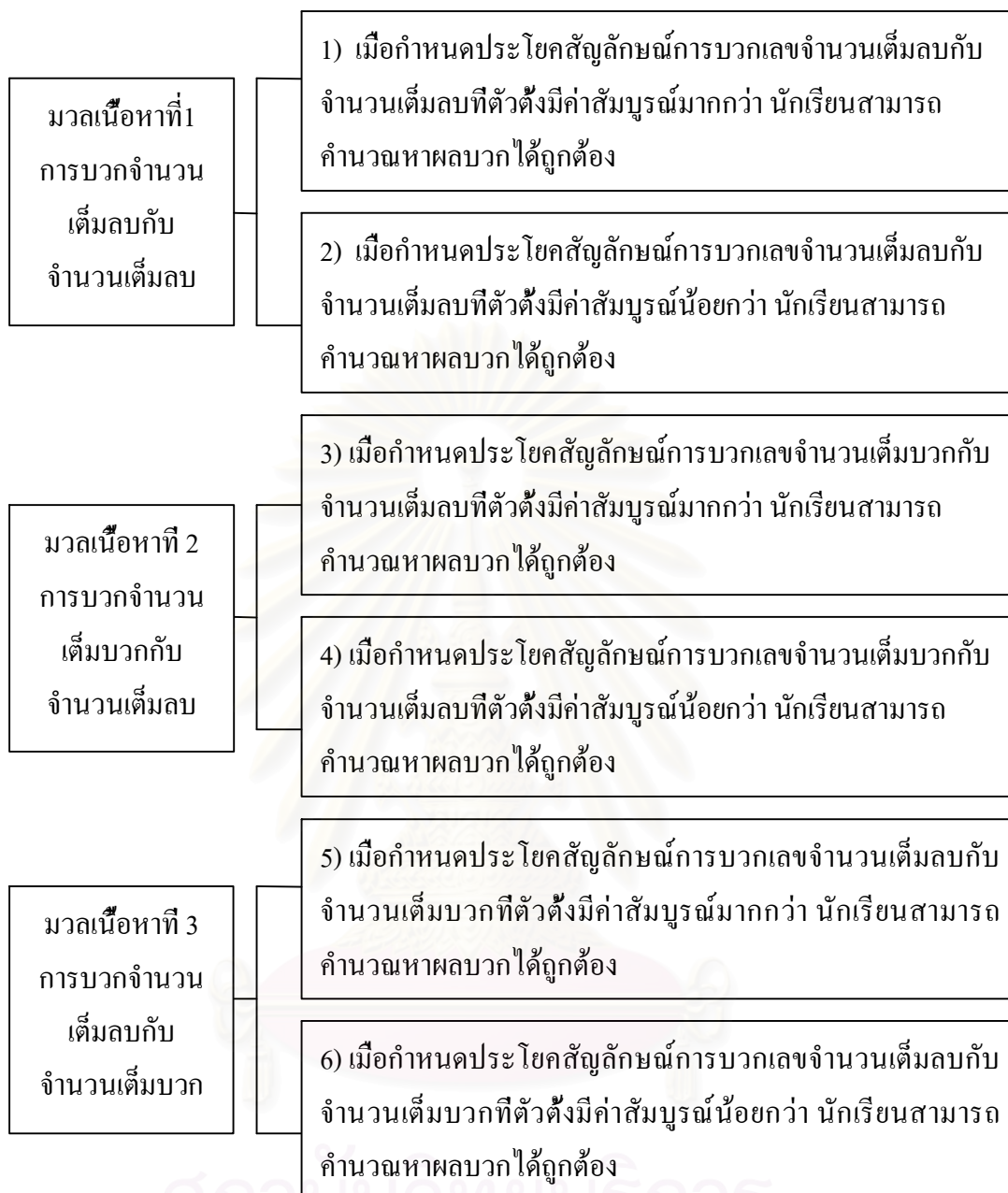


แผนภาพที่ 3.3 รูปแบบการคิดเรื่องการบวกเลขจำนวนเต็มลบที่ถูกต้อง

**ขั้นที่ 2** เมื่อวิเคราะห์มวลเนื้อหาเรื่องการบวกเลขจำนวนเต็มลบสามารถกำหนดมวลเนื้อหาย่อยได้ 3 มวลเนื้อหา ผู้วิจัยจึงนำมวลเนื้อหาทั้ง 3 มวลเนื้อหาที่กำหนดวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมซึ่งสามารถกำหนดวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมได้ 6 ข้อ คือ

- 1) เมื่อกำหนดประโยคสัญลักษณ์การบวกเลขจำนวนเต็มลบกับจำนวนเต็มลบที่ตัวตั้งมีค่าสัมบูรณ์มากกว่า นักเรียนสามารถคำนวณหาผลบวกได้ถูกต้อง
- 2) เมื่อกำหนดประโยคสัญลักษณ์การบวกเลขจำนวนเต็มลบกับจำนวนเต็มลบที่ตัวตั้งมีค่าสัมบูรณ์น้อยกว่า นักเรียนสามารถคำนวณหาผลบวกได้ถูกต้อง
- 3) เมื่อกำหนดประโยคสัญลักษณ์การบวกเลขจำนวนเต็มบวกกับจำนวนเต็มลบที่ตัวตั้งมีค่าสัมบูรณ์มากกว่า นักเรียนสามารถคำนวณหาผลบวกได้ถูกต้อง
- 4) เมื่อกำหนดประโยคสัญลักษณ์การบวกเลขจำนวนเต็มบวกกับจำนวนเต็มลบที่ตัวตั้งมีค่าสัมบูรณ์น้อยกว่า นักเรียนสามารถคำนวณหาผลบวกได้ถูกต้อง
- 5) เมื่อกำหนดประโยคสัญลักษณ์การบวกเลขจำนวนเต็มลบกับจำนวนเต็มบวกที่ตัวตั้งมีค่าสัมบูรณ์มากกว่า นักเรียนสามารถคำนวณหาผลบวกได้ถูกต้อง
- 6) เมื่อกำหนดประโยคสัญลักษณ์การบวกเลขจำนวนเต็มลบกับจำนวนเต็มบวกที่ตัวตั้งมีค่าสัมบูรณ์น้อยกว่า นักเรียนสามารถคำนวณหาผลบวกได้ถูกต้อง

โดยวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมทั้ง 6 ข้อ ผู้วิจัยสามารถจำแนกตามมวลเนื้อหาได้ดังนี้ วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมข้อที่ 1 และข้อที่ 2 เป็นการวัดตามมวลเนื้อหาที่ 1 วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมข้อที่ 3 และข้อที่ 4 เป็นการวัดตามมวลเนื้อหาที่ 2 วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมข้อที่ 5 และข้อที่ 6 เป็นการวัดตามมวลเนื้อหาที่ 3 แสดงรายละเอียดดังแผนภาพที่ 3.4 ดังนี้



แผนภาพที่ 3.4 จำแนกวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมตามมวลงเนื้อหา

ขั้นที่ 3 เมื่อได้วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมทั้ง 6 ข้อ ผู้วิจัยสามารถกำหนดแผนผังการสร้าง  
ข้อสอบ (table of specification) แสดงในตารางที่ 3.4 ในด้านการกำหนดลักษณะข้อคำถาม ผู้วิจัย  
ได้กำหนดข้อคำถามที่สามารถวัดให้ถูกต้องตรงกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมทั้ง 6 ข้อ โดยกำหนด  
จำนวนข้อสอบในแต่ละวัตถุประสงค์ให้มีจำนวนเท่าๆกัน คือ 2 ข้อ รวมทั้งสิ้น 12 ข้อ

ตารางที่ 3.4 ผังการสร้างข้อสอบ (table of specification)

มวลเนื้อหา	วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม	จำนวนข้อ		น้ำหนัก
		ฉบับที่ 1	ฉบับที่ 2	%
จำนวนเต็มลบ + จำนวนเต็มลบ	1) เมื่อกำหนดประโยคสัญลักษณ์การบวกเลขจำนวนเต็มลบกับจำนวนเต็มลบที่ตัวตั้งมีค่าสัมบูรณ์มากกว่า นักเรียนสามารถคำนวณหาผลบวกได้ถูกต้อง	2	2	16.67
	2) เมื่อกำหนดประโยคสัญลักษณ์การบวกเลขจำนวนเต็มลบกับจำนวนเต็มลบที่ตัวตั้งมีค่าสัมบูรณ์น้อยกว่า นักเรียนสามารถคำนวณหาผลบวกได้ถูกต้อง	2	2	16.67
จำนวนเต็มบวก + จำนวนเต็มลบ	3) เมื่อกำหนดประโยคสัญลักษณ์การบวกเลขจำนวนเต็มบวกกับจำนวนเต็มลบที่ตัวตั้งมีค่าสัมบูรณ์มากกว่า นักเรียนสามารถคำนวณหาผลบวกได้ถูกต้อง	2	2	16.67
	4) เมื่อกำหนดประโยคสัญลักษณ์การบวกเลขจำนวนเต็มบวกกับจำนวนเต็มลบที่ตัวตั้งมีค่าสัมบูรณ์น้อยกว่า นักเรียนสามารถคำนวณหาผลบวกได้ถูกต้อง	2	2	16.67
จำนวนเต็มลบ + จำนวนเต็มบวก	5) เมื่อกำหนดประโยคสัญลักษณ์การบวกเลขจำนวนเต็มลบกับจำนวนเต็มบวกที่ตัวตั้งมีค่าสัมบูรณ์มากกว่า นักเรียนสามารถคำนวณหาผลบวกได้ถูกต้อง	2	2	16.67
	6) เมื่อกำหนดประโยคสัญลักษณ์การบวกเลขจำนวนเต็มลบกับจำนวนเต็มบวกที่ตัวตั้งมีค่าสัมบูรณ์น้อยกว่า นักเรียนสามารถคำนวณหาผลบวกได้ถูกต้อง	2	2	16.67
รวม		12	12	100.00

ขั้นที่ 4 ผู้วิจัยได้สร้างแผนผังการสร้างคำถามตามแผนผังการสร้างข้อสอบ โดยแบ่งแบบสอบที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเป็น 2 ฉบับ ฉบับที่ 1 เป็นข้อคำถามของแบบสอบวินิจฉัยแบบประเมินผล ฉบับที่ 2 เป็นข้อคำถามของแบบสอบวินิจฉัยแบบสองระดับ โดยทั้ง 2 ฉบับเป็นแบบสอบคู่ขนานที่สร้างขึ้นจากฟอร์มข้อสอบ (item form) เดียวกัน ข้อคำถามในแต่ละฉบับมีรูปแบบการสร้างแสดงรายละเอียดตามตารางที่ 3.5 ดังนี้

ตารางที่ 3.5 แผนผังการสร้างคำถาม

มวลเนื้อหา	สัมประสิทธิ์ ตัวตั้ง	คำถาม			
		ข้อที่	แบบสอบวินิจฉัย แบบประเพณีนิยม	ข้อที่	แบบสอบวินิจฉัย แบบสองระดับ
จำนวนเต็มลบ +	มากกว่า	1	-9 + (-6)	1	-4 + (-3)
		3	-8 + (-5)	3	-6 + (-5)
จำนวนเต็มลบ	น้อยกว่า	2	-3 + (-7)	2	-1 + (-9)
		4	-1 + (-2)	4	-2 + (-8)
จำนวนเต็มบวก +	มากกว่า	5	3 + (-1)	5	8 + (-7)
		7	9 + (-8)	7	6 + (-1)
จำนวนเต็มลบ	น้อยกว่า	6	3 + (-9)	6	5 + (-6)
		8	4 + (-9)	8	4 + (-6)
จำนวนเต็มลบ +	มากกว่า	9	(-8) + 6	9	(-7) + 6
		11	(-8) + 7	11	(-8) + 4
จำนวนเต็มบวก	น้อยกว่า	10	(-4) + 9	10	(-1) + 8
		12	(-1) + 9	12	(-1) + 4

**ขั้นที่ 5** ผู้วิจัยสร้างแบบสอบเชิงสำรวจ (survey test) เป็นแบบแสดงวิธีทำจำนวน 2 ฉบับโดยฉบับที่ 1 เป็นคำถามตามแผนผังการสร้างคำถามของแบบสอบวินิจฉัยแบบประเพณีนิยม ฉบับที่ 2 เป็นข้อคำถามตามแผนผังการสร้างคำถามของแบบสอบวินิจฉัยแบบสองระดับ ที่ได้จากการสร้างขั้นที่ 4 ลักษณะของข้อสอบแต่ละฉบับคือ มีข้อสอบ 12 ข้อ แบ่งเป็น 3 มวลเนื้อหา เนื้อหาละ 4 ข้อ รายละเอียดเสนอในภาคผนวก ก จากนั้นนำแบบสอบเชิงสำรวจไปใช้กับนักเรียนจำนวน 83 คน ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 อิสลามวิทยาลัยแห่งประเทศไทย เพื่อตรวจสอบความเป็นคู่ขนานของข้อคำถามของแบบสอบวินิจฉัยแบบประเพณีนิยมและแบบสองระดับ และสำรวจมโนทัศน์การคิดเรื่องการบวกเลขจำนวนเต็มลบ ผลการสำรวจนำเสนอในบทที่ 4

## ส่วนที่ 2 เครื่องมือสำหรับวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน เป็นแบบแบบสอบวินิจฉัยวิชาคณิตศาสตร์

เมื่อได้มโนทัศน์การคิด เรื่องการบวกเลขจำนวนเต็มลบสำหรับใช้สร้างตัวลงในแบบสอบวินิจฉัยวิชาคณิตศาสตร์แล้ว ผู้วิจัยจึงสร้างแบบสอบวินิจฉัยวิชาคณิตศาสตร์เรื่องการบวกเลขจำนวนเต็มลบ โดยแบบสอบวินิจฉัยแบ่งออกเป็นแบบสอบวินิจฉัยแบบประเพณีนิยม และแบบสอบระดับ นำเสนอกระบวนการสร้างและพัฒนาแบบสอบตามแผนภาพที่ 3.5 ดังนี้



แผนภาพที่ 3.5 กระบวนการสร้างและพัฒนาแบบสอบวินิจฉัยแบบประเพณีนิยมและแบบสองระดับ



จากแผนภาพที่ 3.5 สามารถอธิบายกระบวนการสร้างและพัฒนาแบบสอบวินิจฉัยแบบ ประเพณีนิยมและแบบสองระดับ ได้ดังนี้

**ขั้นที่ 1** ศึกษาโมทัศน์การคิดที่ได้จากการสำรวจของแบบสอบเชิงสำรวจ พบว่า มีโมทัศน์ที่คลาดเคลื่อน 8 รูปแบบ เป็นตัวแทนการคิดในเรื่องการบวกเลขจำนวนเต็มลบ แต่การสร้างตัวลวงที่เป็นตัวแทนโมทัศน์ที่คลาดเคลื่อนจากการสำรวจทั้ง 8 รูปแบบ ผู้เชี่ยวชาญทางด้านคณิตศาสตร์ให้ข้อเสนอแนะว่าควรตัดตัวลวงให้น้อยลง เพื่อง่ายต่อความเข้าใจและมีความสามารถเพียงพอต่อการวัดมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนได้ ผู้วิจัยจึงได้นำมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนทั้ง 8 รูปแบบ มาคัดเลือกมโนทัศน์ที่สำคัญ และมีความถี่มากที่สุดมาสร้างเป็นตัวลวง และจัดกลุ่มใหม่จำแนกตามมวลเนื้อหา มีรายละเอียดดังนี้

### มวลเนื้อหาที่ 1 การบวกจำนวนเต็มลบกับจำนวนเต็มลบโดยสัมประสิทธิ์ตัวตั้งมาก

1. นำค่าสัมบูรณ์มาบวกกันใส่เครื่องหมายคำตอบเป็นบวกเสมอ
2. นำค่าสัมบูรณ์มาบวกกันใส่เครื่องหมายคำตอบเป็นลบเสมอ
3. นำค่าสัมบูรณ์มาบวกกันใส่เครื่องหมายคำตอบเป็นลบตามค่าสัมบูรณ์ที่มาก
4. นำค่าสัมบูรณ์มาบวกกันใส่เครื่องหมายคำตอบเป็นลบตามค่าสัมบูรณ์ที่น้อย
5. นำค่าสัมบูรณ์มาลบกันใส่เครื่องหมายคำตอบเป็นบวกเสมอ
6. นำค่าสัมบูรณ์มาลบกันใส่เครื่องหมายคำตอบเป็นลบเสมอ
7. นำค่าสัมบูรณ์มาลบกันใส่เครื่องหมายคำตอบเป็นลบตามค่าสัมบูรณ์ที่มาก
8. นำค่าสัมบูรณ์มาลบกันใส่เครื่องหมายคำตอบเป็นลบตามค่าสัมบูรณ์ที่น้อย

1. นำค่าสัมบูรณ์มาบวกกันใส่เครื่องหมายคำตอบเป็นบวกเสมอ
2. นำค่าสัมบูรณ์มาบวกกันใส่เครื่องหมายคำตอบเป็นลบเสมอ
3. นำค่าสัมบูรณ์มาลบกันใส่เครื่องหมายคำตอบเป็นบวกเสมอ
4. นำค่าสัมบูรณ์มาลบกันใส่เครื่องหมายคำตอบเป็นลบเสมอ

### แผนภาพที่ 3.6 การจัดกลุ่มใหม่ของรูปแบบการคิดในมวลเนื้อหาที่ 1 โดยสัมประสิทธิ์ตัวตั้งมาก

จากแผนภาพที่ 3.6 พบว่า มวลเนื้อหาที่ 1 การบวกเลขจำนวนเต็มลบกับจำนวนเต็มลบโดยสัมประสิทธิ์ตัวตั้งมาก มีรูปแบบการคิดอยู่ 8 รูปแบบ เมื่อนำมาจัดกลุ่มใหม่พบรูปแบบการคิด 4 รูปแบบ สำหรับนำมาใช้สร้างตัวลวงคือ 1) นำค่าสัมบูรณ์มาบวกกันใส่เครื่องหมายคำตอบเป็นบวกเสมอ 2) นำค่าสัมบูรณ์มาบวกกันใส่เครื่องหมายคำตอบเป็นลบเสมอ 3) นำค่าสัมบูรณ์มาลบกันใส่เครื่องหมายคำตอบเป็นบวกเสมอ 4) นำค่าสัมบูรณ์มาลบกันใส่เครื่องหมายคำตอบเป็นลบเสมอ

### มวลเนื้อหาที่ 1 การบวกจำนวนเต็มลบกับจำนวนเต็มลบโดยสัมประสิทธิ์ตัวตั้งน้อย

1. นำค่าสัมบูรณ์มาบวกกันใส่เครื่องหมายคำตอบเป็นบวกเสมอ
2. นำค่าสัมบูรณ์มาบวกกันใส่เครื่องหมายคำตอบเป็นลบเสมอ
3. นำค่าสัมบูรณ์มาบวกกันใส่เครื่องหมายคำตอบเป็นลบตามค่าสัมบูรณ์ที่มาก
4. นำค่าสัมบูรณ์มาบวกกันใส่เครื่องหมายคำตอบเป็นลบตามค่าสัมบูรณ์ที่น้อย
5. นำค่าสัมบูรณ์มาลบกันใส่เครื่องหมายคำตอบเป็นบวกเสมอ
6. นำค่าสัมบูรณ์มาลบกันใส่เครื่องหมายคำตอบเป็นลบเสมอ
7. นำค่าสัมบูรณ์มาลบกันใส่เครื่องหมายคำตอบเป็นลบตามค่าสัมบูรณ์ที่มาก
8. นำค่าสัมบูรณ์มาลบกันใส่เครื่องหมายคำตอบเป็นลบตามค่าสัมบูรณ์ที่น้อย

1. นำค่าสัมบูรณ์มาบวกกันใส่เครื่องหมายคำตอบเป็นบวกเสมอ
2. นำค่าสัมบูรณ์มาบวกกันใส่เครื่องหมายคำตอบเป็นลบเสมอ
3. นำค่าสัมบูรณ์มาลบกันใส่เครื่องหมายคำตอบเป็นบวกเสมอ
4. นำค่าสัมบูรณ์มาลบกันใส่เครื่องหมายคำตอบเป็นลบเสมอ

### แผนภาพที่ 3.7 การจัดกลุ่มใหม่ของรูปแบบการคิดในมวลเนื้อหาที่ 1 โดยสัมประสิทธิ์ตัวตั้งน้อย

จากแผนภาพที่ 3.7 พบว่า มวลเนื้อหาที่ 1 การบวกเลขจำนวนเต็มลบกับจำนวนเต็มลบโดยสัมประสิทธิ์ตัวตั้งน้อย มีรูปแบบการคิดอยู่ 8 รูปแบบ เมื่อนำมาจัดกลุ่มใหม่พบรูปแบบการคิด 4 รูปแบบ สำหรับนำมาใช้สร้างตัวลวงคือ 1) นำค่าสัมบูรณ์มาบวกกันใส่เครื่องหมายคำตอบเป็นบวกเสมอ 2) นำค่าสัมบูรณ์มาบวกกันใส่เครื่องหมายคำตอบเป็นลบเสมอ 3) นำค่าสัมบูรณ์มาลบกันใส่เครื่องหมายคำตอบเป็นบวกเสมอ 4) นำค่าสัมบูรณ์มาลบกันใส่เครื่องหมายคำตอบเป็นลบเสมอ

สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

## มวลเนื้อหาที่ 2 การบวกจำนวนเต็มบวกกับจำนวนเต็มลบโดยสัมประสิทธิ์ตัวตั้งมาก

1. นำค่าสัมบูรณ์มาบวกกันใส่เครื่องหมายคำตอบเป็นบวกเสมอ
2. นำค่าสัมบูรณ์มาบวกกันใส่เครื่องหมายคำตอบเป็นลบเสมอ
3. นำค่าสัมบูรณ์มาบวกกันใส่เครื่องหมายคำตอบเป็นบวกตามค่าสัมบูรณ์ที่มาก
4. นำค่าสัมบูรณ์มาบวกกันใส่เครื่องหมายคำตอบเป็นลบตามค่าสัมบูรณ์ที่น้อย
5. นำค่าสัมบูรณ์มาลบกันใส่เครื่องหมายคำตอบเป็นบวกเสมอ
6. นำค่าสัมบูรณ์มาลบกันใส่เครื่องหมายคำตอบเป็นลบเสมอ
7. นำค่าสัมบูรณ์มาลบกันใส่เครื่องหมายคำตอบเป็นบวกตามค่าสัมบูรณ์ที่มาก
8. นำค่าสัมบูรณ์มาลบกันใส่เครื่องหมายคำตอบเป็นลบตามค่าสัมบูรณ์ที่น้อย

1. นำค่าสัมบูรณ์มาบวกกันใส่เครื่องหมายคำตอบเป็นบวกตามค่าสัมบูรณ์ที่มาก
2. นำค่าสัมบูรณ์มาบวกกันใส่เครื่องหมายคำตอบเป็นลบตามค่าสัมบูรณ์ที่น้อย
3. นำค่าสัมบูรณ์มาลบกันใส่เครื่องหมายคำตอบเป็นบวกตามค่าสัมบูรณ์ที่มาก
4. นำค่าสัมบูรณ์มาลบกันใส่เครื่องหมายคำตอบเป็นลบตามค่าสัมบูรณ์ที่น้อย

### แผนภาพที่ 3.8 การจัดกลุ่มใหม่ของรูปแบบการคิดในมวลเนื้อหาที่ 2 โดยสัมประสิทธิ์ตัวตั้งมาก

จากแผนภาพที่ 3.8 พบว่า มวลเนื้อหาที่ 2 การบวกเลขจำนวนเต็มบวกกับจำนวนเต็มลบโดยสัมประสิทธิ์ตัวตั้งมากรูปแบบการคิดมี 8 รูปแบบ เมื่อนำมาจัดกลุ่มใหม่พบรูปแบบการคิด 4 รูปแบบ สำหรับนำมาใช้สร้างตัวลวงคือ 1) นำค่าสัมบูรณ์มาบวกกันใส่เครื่องหมายคำตอบเป็นบวกตามค่าสัมบูรณ์ที่มาก 2) นำค่าสัมบูรณ์มาบวกกันใส่เครื่องหมายคำตอบเป็นลบตามค่าสัมบูรณ์ที่น้อย 3) นำค่าสัมบูรณ์มาลบกันใส่เครื่องหมายคำตอบเป็นบวกตามค่าสัมบูรณ์ที่มาก 4) นำค่าสัมบูรณ์มาลบกันใส่เครื่องหมายคำตอบเป็นลบตามค่าสัมบูรณ์ที่น้อย

สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

## มวลเนื้อหาที่ 2 การบวกจำนวนเต็มบวกกับจำนวนเต็มลบโดยสัมประสิทธิ์ตัวตั้งน้อย

1. นำค่าสัมบูรณ์มาบวกกันใส่เครื่องหมายคำตอบเป็นบวกเสมอ
2. นำค่าสัมบูรณ์มาบวกกันใส่เครื่องหมายคำตอบเป็นลบเสมอ
3. นำค่าสัมบูรณ์มาบวกกันใส่เครื่องหมายคำตอบเป็นลบตามค่าสัมบูรณ์ที่มาก
4. นำค่าสัมบูรณ์มาบวกกันใส่เครื่องหมายคำตอบเป็นบวกตามค่าสัมบูรณ์ที่น้อย
5. นำค่าสัมบูรณ์มาลบกันใส่เครื่องหมายคำตอบเป็นบวกเสมอ
6. นำค่าสัมบูรณ์มาลบกันใส่เครื่องหมายคำตอบเป็นลบเสมอ
7. นำค่าสัมบูรณ์มาลบกันใส่เครื่องหมายคำตอบเป็นลบตามค่าสัมบูรณ์ที่มาก
8. นำค่าสัมบูรณ์มาลบกันใส่เครื่องหมายคำตอบเป็นบวกตามค่าสัมบูรณ์ที่น้อย

1. นำค่าสัมบูรณ์มาบวกกันใส่เครื่องหมายคำตอบเป็นบวกตามค่าสัมบูรณ์ที่น้อย
2. นำค่าสัมบูรณ์มาบวกกันใส่เครื่องหมายคำตอบเป็นลบตามค่าสัมบูรณ์ที่มาก
3. นำค่าสัมบูรณ์มาลบกันใส่เครื่องหมายคำตอบเป็นบวกตามค่าสัมบูรณ์ที่น้อย
4. นำค่าสัมบูรณ์มาลบกันใส่เครื่องหมายคำตอบเป็นลบตามค่าสัมบูรณ์ที่มาก

### แผนภาพที่ 3.9 การจัดกลุ่มใหม่ของรูปแบบการคิดในมวลเนื้อหาที่ 2 โดยสัมประสิทธิ์ตัวตั้งน้อย

จากแผนภาพที่ 3.9 พบว่า มวลเนื้อหาที่ 2 การบวกเลขจำนวนเต็มบวกกับจำนวนเต็มลบโดยสัมประสิทธิ์ตัวตั้งน้อยรูปแบบการคิดมี 8 รูปแบบ เมื่อนำมาจัดกลุ่มใหม่พบรูปแบบการคิด 4 รูปแบบ สำหรับนำมาใช้สร้างตัวลวงคือ 1) นำค่าสัมบูรณ์มาบวกกันใส่เครื่องหมายคำตอบเป็นบวกตามค่าสัมบูรณ์ที่น้อย 2) นำค่าสัมบูรณ์มาบวกกันใส่เครื่องหมายคำตอบเป็นลบตามค่าสัมบูรณ์ที่มาก 3) นำค่าสัมบูรณ์มาลบกันใส่เครื่องหมายคำตอบเป็นบวกตามค่าสัมบูรณ์ที่น้อย 4) นำค่าสัมบูรณ์มาลบกันใส่เครื่องหมายคำตอบเป็นลบตามค่าสัมบูรณ์ที่มาก

สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

### มวลงเนื้อหาที่ 3 การบวกจำนวนเต็มลบกับจำนวนเต็มบวกโดยสัมประสิทธิ์ตัวตั้งมาก

1. นำค่าสัมบูรณ์มาบวกกันในเครื่องหมายคำตอบเป็นบวกตามค่าสัมบูรณ์ที่น้อย
2. นำค่าสัมบูรณ์มาบวกกันในเครื่องหมายคำตอบเป็นลบเสมอ
3. นำค่าสัมบูรณ์มาบวกกันในเครื่องหมายคำตอบเป็นลบตามค่าสัมบูรณ์ที่มาก
4. นำค่าสัมบูรณ์มาบวกกันในเครื่องหมายคำตอบเป็นลบตามค่าสัมบูรณ์ที่น้อย
5. นำค่าสัมบูรณ์มาลบกันในเครื่องหมายคำตอบเป็นบวกตามค่าสัมบูรณ์ที่น้อย
6. นำค่าสัมบูรณ์มาลบกันในเครื่องหมายคำตอบเป็นลบเสมอ
7. นำค่าสัมบูรณ์มาลบกันในเครื่องหมายคำตอบเป็นลบตามค่าสัมบูรณ์ที่มาก
8. นำค่าสัมบูรณ์มาลบกันในเครื่องหมายคำตอบเป็นลบตามค่าสัมบูรณ์ที่น้อย

1. นำค่าสัมบูรณ์มาบวกกันในเครื่องหมายคำตอบเป็นบวกตามค่าสัมบูรณ์ที่น้อย
2. นำค่าสัมบูรณ์มาบวกกันในเครื่องหมายคำตอบเป็นลบตามค่าสัมบูรณ์ที่มาก
3. นำค่าสัมบูรณ์มาลบกันในเครื่องหมายคำตอบเป็นบวกตามค่าสัมบูรณ์ที่น้อย
4. นำค่าสัมบูรณ์มาลบกันในเครื่องหมายคำตอบเป็นลบตามค่าสัมบูรณ์ที่มาก

### แผนภาพที่ 3.10 การจัดกลุ่มใหม่ของรูปแบบการคิดในมวลงเนื้อหาที่ 3 โดยสัมประสิทธิ์ตัวตั้งมาก

จากแผนภาพที่ 3.10 พบว่า มวลงเนื้อหาที่ 3 การบวกเลขจำนวนเต็มลบกับจำนวนเต็มบวกโดยสัมประสิทธิ์ตัวตั้งมากรูปแบบการคิดมี 8 รูปแบบ เมื่อนำมาจัดกลุ่มใหม่พบรูปแบบการคิด 4 รูปแบบ สำหรับนำมาใช้สร้างตัวลวงคือ 1) นำค่าสัมบูรณ์มาบวกกันในเครื่องหมายคำตอบเป็นบวกตามค่าสัมบูรณ์ที่น้อย 2) นำค่าสัมบูรณ์มาบวกกันในเครื่องหมายคำตอบเป็นลบตามค่าสัมบูรณ์ที่มาก 3) นำค่าสัมบูรณ์มาลบกันในเครื่องหมายคำตอบเป็นบวกตามค่าสัมบูรณ์ที่น้อย 4) นำค่าสัมบูรณ์มาลบกันในเครื่องหมายคำตอบเป็นลบตามค่าสัมบูรณ์ที่มาก



### มวลงเนื้อหาที่ 3 การบวกจำนวนเต็มลบกับจำนวนเต็มบวกโดยสัมประสิทธิ์ตัวตั้งน้อย

1. นำค่าสัมบูรณ์มาบวกกันใส่เครื่องหมายคำตอบเป็นบวกตามค่าสัมบูรณ์ที่มาก
2. นำค่าสัมบูรณ์มาบวกกันใส่เครื่องหมายคำตอบเป็นลบเสมอ
3. นำค่าสัมบูรณ์มาบวกกันใส่เครื่องหมายคำตอบเป็นลบตามค่าสัมบูรณ์ที่มาก
4. นำค่าสัมบูรณ์มาบวกกันใส่เครื่องหมายคำตอบเป็นลบตามค่าสัมบูรณ์ที่น้อย
5. นำค่าสัมบูรณ์มาลบกันใส่เครื่องหมายคำตอบเป็นบวกตามค่าสัมบูรณ์ที่มาก
6. นำค่าสัมบูรณ์มาลบกันใส่เครื่องหมายคำตอบเป็นลบเสมอ
7. นำค่าสัมบูรณ์มาลบกันใส่เครื่องหมายคำตอบเป็นลบตามค่าสัมบูรณ์ที่มาก
8. นำค่าสัมบูรณ์มาลบกันใส่เครื่องหมายคำตอบเป็นลบตามค่าสัมบูรณ์ที่น้อย

1. นำค่าสมบูรณ์มาบวกกันใส่เครื่องหมาย คำตอบเป็นบวกตามค่าสัมบูรณ์ที่มาก
2. นำค่าสมบูรณ์มาบวกกันใส่เครื่องหมายคำตอบเป็นลบตามค่าสัมบูรณ์ที่น้อย
3. นำค่าสมบูรณ์มาลบกันใส่เครื่องหมาย คำตอบเป็นบวกตามค่าสัมบูรณ์ที่มาก
4. นำค่าสมบูรณ์มาลบกันใส่เครื่องหมาย คำตอบเป็นลบตามค่าสัมบูรณ์ที่น้อย

### แผนภาพที่ 3.11 การจัดกลุ่มใหม่ของรูปแบบการคิดในมวลงเนื้อหาที่ 3 โดยสัมประสิทธิ์ตัวตั้งน้อย

จากแผนภาพที่ 3.11 พบว่า มวลงเนื้อหาที่ 3 การบวกเลขจำนวนเต็มลบกับจำนวนเต็มบวกโดยสัมประสิทธิ์ตัวตั้งน้อยรูปแบบการคิดมี 8 รูปแบบ เมื่อนำมาจัดกลุ่มใหม่พบรูปแบบการคิด 4 รูปแบบ สำหรับนำมาใช้สร้างตัวลวงคือ 1) นำค่าสัมบูรณ์มาบวกกันใส่เครื่องหมายคำตอบเป็นบวกตามค่าสัมบูรณ์ที่มาก 2) นำค่าสัมบูรณ์มาบวกกันใส่เครื่องหมายคำตอบเป็นลบตามค่าสัมบูรณ์ที่น้อย 3) นำค่าสัมบูรณ์มาลบกันใส่เครื่องหมายคำตอบเป็นบวกตามค่าสัมบูรณ์ที่มาก 4) นำค่าสัมบูรณ์มาลบกันใส่เครื่องหมายคำตอบเป็นลบตามค่าสัมบูรณ์ที่น้อย

**ขั้นที่ 2** สร้างตัววงที่เป็นตัวแทนโน้ตศักราคิดที่พบ โดยนำรูปแบบมโนทัศน์ที่พบทั้ง 4 รูปแบบ มาสร้างตัววง ตัวอย่างข้อสอบนำเสนอจำแนกตามมวลเนื้อหา ดังนี้

**มวลเนื้อหาที่ 1 การบวกจำนวนเต็มลบกับจำนวนเต็มลบ**

**1.1** เมื่อกำหนดให้ค่าสัมประสิทธิ์ตัวตั้งมาก

คำถาม	คำตอบ	รูปแบบมโนทัศน์
-9 + (-6)	+15	นำค่าสัมบูรณ์มาบวกกันในเครื่องหมายคำตอบเป็นบวกเสมอ
	-15	นำค่าสัมบูรณ์มาบวกกันในเครื่องหมายคำตอบเป็นลบเสมอ
	+3	นำค่าสัมบูรณ์มาลบกันในเครื่องหมายคำตอบเป็นบวกเสมอ
	-3	นำค่าสัมบูรณ์มาลบกันในเครื่องหมายคำตอบเป็นลบเสมอ

**1.2** เมื่อกำหนดให้มีค่าสัมประสิทธิ์ตัวตั้งน้อย

คำถาม	คำตอบ	รูปแบบมโนทัศน์
-3 + (-7)	+10	นำค่าสัมบูรณ์มาบวกกันในเครื่องหมายคำตอบเป็นบวกเสมอ
	-10	นำค่าสัมบูรณ์มาบวกกันในเครื่องหมายคำตอบเป็นลบเสมอ
	+4	นำค่าสัมบูรณ์มาลบกันในเครื่องหมายคำตอบเป็นบวกเสมอ
	-4	นำค่าสัมบูรณ์มาลบกันในเครื่องหมายคำตอบเป็นลบเสมอ

**มวลเนื้อหาที่ 2 การบวกจำนวนเต็มบวกกับจำนวนเต็มลบ**

**2.1** เมื่อกำหนดให้มีค่าสัมประสิทธิ์ตัวตั้งมาก

ข้อคำถาม	ตัววง	รูปแบบมโนทัศน์
8+(-7)	+15	นำค่าสัมบูรณ์มาบวกกันในเครื่องหมายคำตอบเป็นบวกตามค่าสัมบูรณ์ที่มาก
	-15	นำค่าสัมบูรณ์มาบวกกันในเครื่องหมายคำตอบเป็นลบตามค่าสัมบูรณ์ที่น้อย
	+1	นำค่าสัมบูรณ์มาลบกันในเครื่องหมายคำตอบเป็นบวกตามค่าสัมบูรณ์ที่มาก
	-1	นำค่าสัมบูรณ์มาลบกันในเครื่องหมายคำตอบเป็นลบตามค่าสัมบูรณ์ที่น้อย

**2.2** เมื่อกำหนดให้มีค่าสัมประสิทธิ์ตัวตั้งน้อย

ข้อคำถาม	ตัววง	รูปแบบมโนทัศน์
3+(-9)	+12	นำค่าสัมบูรณ์มาบวกกันในเครื่องหมายคำตอบเป็นบวกตามค่าสัมบูรณ์ที่น้อย
	-12	นำค่าสัมบูรณ์มาบวกกันในเครื่องหมายคำตอบเป็นลบตามค่าสัมบูรณ์ที่มาก
	+6	นำค่าสัมบูรณ์มาลบกันในเครื่องหมายคำตอบเป็นบวกตามค่าสัมบูรณ์ที่น้อย
	-6	นำค่าสัมบูรณ์มาลบกันในเครื่องหมายคำตอบเป็นลบตามค่าสัมบูรณ์ที่มาก

### มวลงเนื้อหาที่ 3 การบวกจำนวนเต็มลบกับจำนวนเต็มบวก

#### 3.1 เมื่อกำหนดให้ค่าสัมประสิทธิ์ตัวตั้งมาก

ข้อคำถาม	ตัวลวง	รูปแบบมโนทัศน์
(-8)+6	+14	นำค่าสัมบูรณ์มาบวกกันใส่เครื่องหมายคำตอบเป็นบวกตามค่าสัมบูรณ์ที่น้อย
	-14	นำค่าสัมบูรณ์มาบวกกันใส่เครื่องหมายคำตอบเป็นลบตามค่าสัมบูรณ์ที่มาก
	+2	นำค่าสัมบูรณ์มาลบกันใส่เครื่องหมายคำตอบเป็นบวกตามค่าสัมบูรณ์ที่น้อย
	-2	นำค่าสัมบูรณ์มาลบกันใส่เครื่องหมายคำตอบเป็นลบตามค่าสัมบูรณ์ที่มาก

#### 3.2 เมื่อกำหนดให้ค่าสัมประสิทธิ์ตัวตั้งน้อย

ข้อคำถาม	ตัวลวง	รูปแบบมโนทัศน์
(-4)+9	+13	นำค่าสัมบูรณ์มาบวกกันใส่เครื่องหมายคำตอบเป็นบวกตามค่าสัมบูรณ์ที่มาก
	-13	นำค่าสัมบูรณ์มาบวกกันใส่เครื่องหมายคำตอบเป็นลบตามค่าสัมบูรณ์ที่น้อย
	+5	นำค่าสัมบูรณ์มาลบกันใส่เครื่องหมายคำตอบเป็นบวกตามค่าสัมบูรณ์ที่มาก
	-5	นำค่าสัมบูรณ์มาลบกันใส่เครื่องหมายคำตอบเป็นลบตามค่าสัมบูรณ์ที่น้อย

เมื่อสร้างตัวลวงจากมโนทัศน์การคิดที่พบได้แบบสอบวินิจฉัยแบบประเพณีนิยมและแบบสองระดับ รายละเอียดและตัวอย่างแบบสอบวินิจฉัยวิชาคณิตศาสตร์แบบประเพณีนิยมและแบบสองระดับ เรื่องการบวกเลขจำนวนเต็มลบ เสนอในภาคผนวก ข

**ขั้นที่ 3** ตรวจสอบคุณภาพของแบบสอบ เมื่อสร้างแบบสอบวินิจฉัยแบบประเพณีนิยมและแบบสองระดับในขั้นที่ 2 ต้องมีการตรวจสอบคุณภาพของแบบสอบก่อนนำไปใช้จริง โดยการทดสอบความตรง เพื่อความถูกต้องแม่นยำของแบบสอบในการวัดมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน ผู้วิจัยได้ทำการตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหาและความตรงเชิงวินิจฉัย โดยให้ผู้เชี่ยวชาญเป็นผู้พิจารณา ด้วยวิธีการตัดสินความสอดคล้องของโรวิเนลลี และแฮมเบิลตัน โดยใช้ดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม (item-objective congruence:IOC) ความสอดคล้องระหว่างตัวลวงกับมโนทัศน์ที่บ่งพร่อง คำนวณได้จากสูตร

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

เมื่อ

IOC	คือ ดัชนีความสอดคล้อง
$\sum R$	คือ ผลรวมของคะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ
N	คือ จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

ใช้ค่าเฉลี่ยของคะแนนการตัดสินของผู้เชี่ยวชาญทั้งหมดเป็นเกณฑ์ ถ้าพบว่าข้อใดมีค่าเฉลี่ยสูงกว่า 0.5 ถือว่าข้อสอบข้อนั้นสามารถวัดวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมนั้นได้และตัวลงมีความสอดคล้องกับมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน

**3.1 การตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา (content validity)** โดยให้ผู้ทรงคุณวุฒิ จำนวน 5 คน เป็นผู้ประเมินความสอดคล้องของข้อสอบกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม ผลการประเมินความตรงเชิงเนื้อหา ปรากฏว่าข้อสอบทุกข้อสอดคล้องกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมที่ตั้งไว้ ดังผลการประเมินในตารางที่ 3.6 แบบประเมินเพื่อตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหาและรายชื่อผู้ทรงคุณวุฒิเสนอในภาคผนวก ก และ ง ตามลำดับ

ตารางที่ 3.6 ผลการประเมินความตรงเชิงเนื้อหาของผู้ทรงคุณวุฒิ

มวลเนื้อหา	ข้อที่	แบบสอบวินิจนัย แบบประเพณีนิยม		ข้อที่	แบบสอบวินิจนัย แบบสองระดับ	
		$\Sigma R$	IOC		$\Sigma R$	IOC
จำนวนเต็มลบ + จำนวนเต็มลบ	1	5	1.0	1	5	1.0
	2	5	1.0	2	5	1.0
	3	5	1.0	3	5	1.0
	4	5	1.0	4	5	1.0
	5	5	1.0	5	5	1.0
จำนวนเต็มบวก + จำนวนเต็มลบ	6	5	1.0	6	5	1.0
	9	5	1.0	9	5	1.0
	10	5	1.0	10	5	1.0
จำนวนเต็มลบ + จำนวนเต็มบวก	7	5	1.0	7	5	1.0
	8	5	1.0	8	5	1.0
	11	5	1.0	11	5	1.0
	12	5	1.0	12	5	1.0

**3.2. การตรวจสอบความตรงเชิงวิจักษ์** การตรวจสอบความตรงเชิงวิจักษ์ของตัวลงที่สร้างจากข้อบกพร่องผู้วิจัยให้ครูผู้สอนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 5 คน ตรวจสอบความสอดคล้องของตัวลงกับมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนของแบบสอบวิจักษ์แบบประเพณีนิยมและแบบสองระดับ ผลการประเมินความตรงเชิงวิจักษ์แสดงในตารางที่ 3.7 และตารางที่ 3.8 ตามลำดับแบบประเมินเพื่อตรวจสอบความตรงเชิงวิจักษ์และรายชื่อผู้ทรงคุณวุฒิเสนอในภาคผนวก จ และตามลำดับ โดยในตารางที่ 3.7 แสดงผลการตรวจสอบความตรงเชิงวิจักษ์ของแบบสอบวิจักษ์แบบประเพณีนิยม พบว่าตัวเลือกและตัวลงทั้งหมดสามารถเป็นตัวแทนมโนทัศน์ในการคิดได้ ส่วนในตารางที่ 3.8 แสดงผลการตรวจสอบความตรงเชิงวิจักษ์ของแบบสอบวิจักษ์แบบสองระดับ พบว่าตัวเลือกและตัวลงทั้งหมดสามารถเป็นตัวแทนมโนทัศน์ในการคิดได้เช่นกัน

**ตารางที่ 3.7** ผลการตรวจสอบความตรงเชิงวิจักษ์ของแบบสอบวิจักษ์แบบประเพณีนิยม

ข้อที่	ตัวเลือก	ค่าเฉลี่ย	ข้อที่	ตัวเลือก	ค่าเฉลี่ย	ข้อที่	ตัวเลือก	ค่าเฉลี่ย
1	ก	1.00	5	ก	1.00	9	ก	1.00
	ข	1.00		(ข)	1.00		ข	1.00
	ค	1.00		ค	1.00		ค	1.00
	(ง)	1.00		ง	1.00		(ง)	1.00
2	ก	1.00	6	(ก)	1.00	10	ก	1.00
	ข	1.00		ข	1.00		ข	1.00
	(ค)	1.00		ค	1.00		(ค)	1.00
	ง	1.00		ง	1.00		ง	1.00
3	ก	1.00	7	ก	1.00	11	ก	1.00
	(ข)	1.00		ข	1.00		(ข)	1.00
	ค	1.00		(ค)	1.00		ค	1.00
	ง	1.00		ง	1.00		ง	1.00
4	ก	1.00	8	(ก)	1.00	12	ก	1.00
	(ข)	1.00		ข	1.00		ข	1.00
	ค	1.00		ค	1.00		(ค)	1.00
	ง	1.00		ง	1.00		ง	1.00



**ตารางที่ 3.8** ผลการตรวจสอบความตรงเชิงวิญญัยของแบบสอบวิญญัยแบบสองระดับ

ข้อที่	ตัวเลือก	ค่าเฉลี่ย	ข้อที่	ตัวเลือก	ค่าเฉลี่ย	ข้อที่	ตัวเลือก	ค่าเฉลี่ย
1	ก	0.6	5	ก	0.6	9	ก	0.6
	ข	0.6		(ข)	0.6		ข	0.6
	ค	0.6		ค	0.6		ค	0.6
	(ง)	0.6		ง	0.6		(ง)	0.6
2	ก	0.6	6	(ก)	0.6	10	ก	0.6
	ข	0.6		ข	0.6		ข	0.6
	(ค)	0.6		ค	0.6		(ค)	0.6
	ง	0.6		ง	0.6		ง	0.6
3	ก	0.6	7	ก	0.6	11	ก	0.6
	(ข)	0.6		ข	0.6		(ข)	0.6
	ค	0.6		(ค)	0.6		ค	0.6
	ง	0.6		ง	0.6		ง	0.6
4	ก	0.6	8	(ก)	0.6	12	ก	0.6
	(ข)	0.6		ข	0.6		ข	0.6
	ค	0.6		ค	0.6		(ค)	0.6
	ง	0.6		ง	0.6		ง	0.6

**ขั้นที่ 4 การทดลองใช้** ผู้วิจัยได้นำแบบสอบวิญญัยทั้ง 2 ชนิด นำไปทดลองใช้กับนักเรียนโรงเรียนวัดลาดกระบังในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 59 คน เพื่อพิจารณาความถูกต้องและความเหมาะสมของภาษาที่ใช้จากนั้นนำมาปรับปรุงแก้ไข และหาคุณภาพของแบบสอบค่าความเที่ยงของแบบสอบโดยใช้สูตรครอนบาค (Alpha-Coefficient's Cronbach) ค่าความยากง่ายและค่าอำนาจจำแนก โดยใช้เกณฑ์การแปลความหมายผลการวิเคราะห์ ตามเกณฑ์ (ศิริชัยกาญจนวาสี, 2544) คัดเลือกข้อสอบที่มีคุณภาพ โดยพิจารณาจากความตรงตามเนื้อหา ค่าความเที่ยงแบบสอดคล้องภายใน ค่าความยากและอำนาจจำแนก วิเคราะห์คุณภาพของแบบสอบทั้งฉบับจำนวน 2 ฉบับ ผลการวิเคราะห์ดังตารางที่ 3.9 โดยแบบสอบวิญญัยแบบประเพณีนิยมมีค่าเฉลี่ยความยากเท่ากับ 0.63 ค่าเฉลี่ยอำนาจจำแนกเท่ากับ 0.54 ความเที่ยงแบบสอดคล้องภายในมีค่า 0.84

ดังนั้นแบบสอบวินิจฉัยแบบประเพณีนิยมเป็นข้อสอบค่อนข้างง่าย สามารถจำแนกความสามารถนักเรียนได้ดี มีความคงที่ในการวัดสูง ส่วนแบบสอบวินิจฉัยแบบสองระดับมีค่าเฉลี่ยความยากเท่ากับ 0.53 ค่าเฉลี่ยอำนาจจำแนกเท่ากับ 0.51 ความเที่ยงแบบความสอดคล้องภายในมีค่า 0.82 ดังนั้นแบบสอบวินิจฉัยแบบประเพณีนิยมเป็นข้อสอบค่อนข้างง่ายระดับปานกลาง สามารถจำแนกความสามารถนักเรียนได้ดี มีความคงที่ในการวัดสูง รายละเอียดคุณภาพข้อสอบแสดงเป็นรายข้อเสนอในภาคผนวก ข

**ตารางที่ 3.9** คุณภาพของแบบสอบวินิจฉัยแบบประเพณีนิยมและแบบสองระดับ ฉบับละ 12 ข้อ

ค่าสถิติ	แบบสอบวินิจฉัยแบบประเพณีนิยม	แบบสอบวินิจฉัยแบบสองระดับ
ค่าเฉลี่ยความยาก	0.63	0.53
ค่าเฉลี่ยอำนาจจำแนก	0.54	0.51
ความเที่ยงแบบความสอดคล้องภายใน	0.84	0.82

### ส่วนที่ 3 เครื่องมือสำหรับตรวจสอบคุณภาพของแบบสอบวินิจฉัยวิชาคณิตศาสตร์ด้านความตรงตามเกณฑ์สัมพัทธ์โดยใช้วิธีการคิดออกเสียง (thinking aloud)

เมื่อได้แบบสอบวินิจฉัยวิชาคณิตศาสตร์แบบประเพณีนิยมและแบบสองระดับฉบับสมบูรณ์ ผู้วิจัยได้นำไปเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อวินิจฉัยบทโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนของนักเรียน จากนั้นจำเป็นต้องตรวจสอบคุณภาพของแบบสอบวินิจฉัย โดยในการวิจัยครั้งนี้มีการตรวจสอบค่าความตรง และค่าความเที่ยง โดยในด้านความตรงผู้วิจัยสนใจตรวจสอบความตรงตามเกณฑ์สัมพัทธ์ด้วยเทคนิคการคิดออกเสียง จึงต้องสร้างเครื่องมือสำหรับตรวจสอบคุณภาพของแบบสอบวินิจฉัยวิชาคณิตศาสตร์ด้านความตรงตามเกณฑ์สัมพัทธ์โดยใช้วิธีการคิดออกเสียง (thinking aloud) มีกระบวนการสร้าง ดังนี้

ขั้นที่ 1 ศึกษาโครงสร้างและวิธีการวินิจฉัยด้วยเทคนิคคิดออกเสียง

ขั้นที่ 2 นำข้อคำถามของแบบสอบวินิจฉัยแบบประเพณีนิยมและแบบสองระดับ มาเป็นข้อคำถามในการตรวจสอบความตรงตามเกณฑ์สัมพัทธ์ด้วยเทคนิคคิดออกเสียง

ขั้นที่ 3 นำเครื่องมือตรวจสอบความตรงตามเกณฑ์สัมพัทธ์ด้วยเทคนิคคิดออกเสียง มาปรึกษาและแนะนำครุคณิตศาสตร์ผู้ที่ต้องวินิจฉัยนักเรียนเป็นรายบุคคล

#### ส่วนที่ 4 เครื่องมือสำหรับสำรวจความคิดเห็นในการนำแบบสอบวินิจฉัยวิชาคณิตศาสตร์แบบ ประเพณีนิยมและแบบสองระดับไปใช้ในการวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน

เมื่อได้ผลการวิเคราะห์คุณภาพแบบสอบวินิจฉัยวิชาคณิตศาสตร์แบบประเพณีนิยมและแบบสองระดับ ผลการวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนของนักเรียนในเรื่องการบวกเลขจำนวนเต็มแล้ว ผู้วิจัยได้ศึกษาความคิดเห็นในการนำแบบสอบวินิจฉัยวิชาคณิตศาสตร์แบบประเพณีนิยมและแบบสองระดับไปใช้ในการวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน โดยสร้างคู่มือการใช้แบบสอบวินิจฉัยวิชาคณิตศาสตร์แบบประเพณีนิยมและแบบสองระดับ เรื่องการบวกเลขจำนวนเต็มลงรายละเอียดคู่มือนำเสนอในภาคผนวก ฉ นำคู่มือและแบบสอบวินิจฉัยวิชาคณิตศาสตร์ที่พัฒนาขึ้นให้ครูคณิตศาสตร์ศึกษา ผู้วิจัยทำการสำรวจความคิดเห็นของครูคณิตศาสตร์และผู้ทรงคุณวุฒิทางการศึกษา โดยเครื่องมือที่ใช้เป็นแบบสัมภาษณ์แบบมีโครงสร้างคำถาม

#### กระบวนการเก็บรวบรวมข้อมูล

ในการวิจัยครั้งนี้ประกอบด้วยกระบวนการเก็บรวบรวมข้อมูล 4 ขั้นตอน คือขั้นที่ 1 สำรวจมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน ขั้นที่ 2 ทดลองใช้แบบสอบวินิจฉัยเพื่อตรวจสอบคุณภาพและปรับปรุง ขั้นที่ 3 วินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนด้วยแบบสอบวินิจฉัยทั้ง 2 ชนิด ขั้นที่ 4 สำรวจความคิดเห็นในการนำแบบสอบวินิจฉัยวิชาคณิตศาสตร์แบบประเพณีนิยมและแบบสองระดับไปใช้ในการวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน นำเสนอรายละเอียดดังนี้

**ขั้นที่ 1** สำรวจมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน จากการศึกษารูปแบบการคิดเรื่องการบวกเลขจำนวนเต็มพบว่ามีรูปแบบการคิดทั้งหมด 126 รูปแบบ แต่ในการสร้างตัวลงที่เป็นตัวแทนได้ทั้งหมด จึงต้องสำรวจมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนที่เป็นประเด็นที่สำคัญและมีความถี่สูงสุด ในการเป็นตัวแทนมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน มีกระบวนการดังนี้

1.1 ผู้วิจัยเลือกโรงเรียนจำนวน 1 โรงเรียน จากประชากรโรงเรียนทั้งหมด 117 โรงเรียน ใต้อิสลามวิทยาลัยแห่งประเทศไทย เลือกนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 2 ห้องเรียน ได้นักเรียน 83 คน

1.2 นำหนังสือขอความร่วมมือในการวิจัย พร้อมแนบเครื่องมือ ส่งไปยังอิสลามวิทยาลัยแห่งประเทศไทย โทรศัพท์ติดต่อกับโรงเรียนเพื่อนัดวันเก็บข้อมูล

1.3 เก็บข้อมูลด้วยตนเอง ตามวันและเวลาที่นัดกับทางโรงเรียน โดยกำหนดให้กลุ่มตัวอย่างทุกคนทำแบบสอบทุกฉบับให้ครบทุกข้อ โดยไม่กำหนดเวลา และนักเรียนทุกคนทำแบบสอบวินิจฉัยแบบประเพณีนิยมก่อน เมื่อเสร็จแล้วจึงแจกแบบสอบวินิจฉัยแบบสองระดับ

#### 1.4 ตรวจสอบให้คะแนนและสำรวจมโนทัศน์การคิดของนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง

**ขั้นที่ 2** ทดลองใช้แบบสอบวินิจฉัยเพื่อตรวจสอบคุณภาพและปรับปรุงแบบสอบวินิจฉัย  
ทั้ง 2 ชนิดมีกระบวนการดังนี้

2.1 เลือกโรงเรียนจำนวน 1 โรงเรียน จากประชากรโรงเรียนทั้งหมด 117 โรงเรียน  
ได้โรงเรียนวัดลาดกระบัง เลือกนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 2 ห้องเรียน ให้นักเรียน  
59 คน

2.2 นำหนังสือขอความร่วมมือในการวิจัย พร้อมแนบเครื่องมือ ส่งไปยังโรงเรียนวัด  
ลาดกระบัง โทรศัพท์ติดต่อกับโรงเรียนเพื่อนัดวันเก็บข้อมูล

2.3 เก็บข้อมูลด้วยตนเอง ตามวันและเวลาที่นัดกับทางโรงเรียน โดยกำหนดให้กลุ่ม  
ตัวอย่างทุกคนทำแบบสอบทุกฉบับให้ครบทุกข้อ โดยไม่กำหนดเวลา และนักเรียนทุกคนทำแบบ  
สอบวินิจฉัยแบบประเพณีนิยมก่อน เมื่อเสร็จแล้วจึงแจกแบบสอบวินิจฉัยแบบสองระดับ

2.4 ตรวจสอบให้คะแนนและตรวจสอบคุณภาพของแบบสอบวินิจฉัยวิชาคณิตศาสตร์แบบ  
ประเพณีนิยมและแบบสองระดับ

**ขั้นที่ 3** วิจัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนด้วยแบบสอบวินิจฉัยทั้ง 2 ชนิด มีกระบวนการดังนี้

3.1 สุ่มโรงเรียนแบบแบ่งชั้น (stratified random sampling) โดยใช้ขนาดของโรงเรียนเป็น  
เกณฑ์ สุ่มได้โรงเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่างจำนวน 8 โรงเรียน แต่ละโรงเรียน เลือกนักเรียนระดับชั้น  
มัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 2 ห้องเรียน ให้นักเรียน 686 คน

3.2 นำหนังสือขอความร่วมมือในการวิจัย พร้อมแนบเครื่องมือ ส่งไปยังกลุ่มตัวอย่าง  
โรงเรียน โทรศัพท์ติดต่อกับโรงเรียนเพื่อนัดวันเก็บข้อมูล

3.3 เก็บข้อมูลด้วยตนเอง ตามวันและเวลาที่นัดกับทางโรงเรียน โดยกำหนดให้กลุ่ม  
ตัวอย่างทุกคนทำแบบสอบทุกฉบับให้ครบทุกข้อ โดยไม่กำหนดเวลา และนักเรียนทุกคนทำแบบ  
สอบวินิจฉัยแบบประเพณีนิยมก่อน เมื่อเสร็จแล้วจึงแจกแบบสอบวินิจฉัยแบบสองระดับ

3.4 ตรวจสอบให้คะแนนและดำเนินการวิจัยโดยใช้เกณฑ์ในการวินิจฉัยดังนี้ แบบสอบ  
วินิจฉัยแบบประเพณีนิยมตรวจสอบให้คะแนนแบบตอบถูกให้ 1 คะแนน ตอบผิดให้ 0 คะแนน แบบ  
สอบวินิจฉัยแบบสองระดับตอบถูกทั้งสองระดับให้ 1 คะแนน ตอบถูกเพียงระดับเดียวหรือผิดทั้ง  
สองระดับให้ 0 คะแนน เกณฑ์ขั้นต่ำสำหรับการวิจัยในการศึกษาครั้งนี้จะยึดตามแนวคิด  
ของอันเดอฮิล และไนซ์ (Underhill 1981; Nicely, 1977 อ้างใน วลี สมสมัย, 2539) ที่ถือเอาการตอบ  
ข้อสอบถูกร้อยละ 67 ของจำนวนข้อ เป็นตัวบอกว่านักเรียนมีความสามารถในระดับนั้นจริง มิใช่ผิด  
เพราะความเลินเล่อ การวิจัยมโนทัศน์การคิดของนักเรียนจะพิจารณาทั้ง 3 มวลเนื้อหา คือ

1) มวลเนื้อหาที่ 1 จำนวนเต็มลบบวกจำนวนเต็มลบ ประกอบด้วย

นักเรียนมีมโนทัศน์ที่ถูกต้อง กรณีนักเรียนทำแบบสอบวินิจฉัยมวลเนื้อหาที่ 1 ถูก ตั้งแต่ 3 ข้อ จาก 4 ข้อ

นักเรียนมีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน กรณีนักเรียนทำแบบสอบวินิจฉัยมวลเนื้อหาที่ 1 ผิด ตั้งแต่ 2 ข้อ จาก 4 ข้อ

2) มวลเนื้อหาที่ 2 จำนวนเต็มบวกบวกจำนวนเต็มลบ ประกอบด้วย

นักเรียนมีมโนทัศน์ที่ถูกต้อง กรณีนักเรียนทำแบบสอบวินิจฉัยมวลเนื้อหาที่ 2 ถูก ตั้งแต่ 3 ข้อ จาก 4 ข้อ

นักเรียนมีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน กรณีนักเรียนทำแบบสอบวินิจฉัยมวลเนื้อหาที่ 2 ผิด ตั้งแต่ 2 ข้อ จาก 4 ข้อ

3) มวลเนื้อหาที่ 2 จำนวนเต็มบวกบวกจำนวนเต็มลบ ประกอบด้วย

นักเรียนมีมโนทัศน์ที่ถูกต้อง กรณีนักเรียนทำแบบสอบวินิจฉัยมวลเนื้อหาที่ 3 ถูก ตั้งแต่ 3 ข้อ จาก 4 ข้อ

นักเรียนมีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน กรณีนักเรียนทำแบบสอบวินิจฉัยมวลเนื้อหาที่ 3 ผิด ตั้งแต่ 2 ข้อ จาก 4 ข้อ

จากนั้นจัดนักเรียนเข้ากลุ่มตามรูปแบบมโนทัศน์การคิด ได้ 8 กลุ่ม ดังนี้

- |            |   |
|------------|---|
| กลุ่มที่ 1 | มโนทัศน์ที่ถูกต้องทั้ง 3 มวลเนื้อหา     |
| กลุ่มที่ 2 | มโนทัศน์คลาดเคลื่อนเฉพาะมวลเนื้อหาที่ 1 |
| กลุ่มที่ 3 | มโนทัศน์คลาดเคลื่อนเฉพาะมวลเนื้อหาที่ 2 |
| กลุ่มที่ 4 | มโนทัศน์คลาดเคลื่อนเฉพาะมวลเนื้อหาที่ 3 |
| กลุ่มที่ 5 | มโนทัศน์ถูกต้องเฉพาะมวลเนื้อหาที่ 1     |
| กลุ่มที่ 6 | มโนทัศน์ถูกต้องเฉพาะมวลเนื้อหาที่ 2     |
| กลุ่มที่ 7 | มโนทัศน์ถูกต้องเฉพาะมวลเนื้อหาที่ 3     |
| กลุ่มที่ 8 | มโนทัศน์คลาดเคลื่อนทั้ง 3 มวลเนื้อหา    |

กล่าวโดยย่อ กระบวนการวินิจฉัยมโนทัศน์การคิดเรื่องการบวกเลขจำนวนเต็มลบด้วยแบบสอบวินิจฉัยวิชาคณิตศาสตร์แบบประเพณีนิยมและแบบสองระดับ ใช้เกณฑ์ขั้นต่ำคือ เอาการตอบข้อสอบถูกร้อยละ 67 ของจำนวนข้อ เป็นตัวบอกว่านักเรียนมีความสามารถในระดับนั้นจริงวินิจฉัยเพื่อจัดนักเรียนเข้ากลุ่มตามรูปแบบการคิด สามารถสรุปได้ดังแผนภาพที่ 3.12



## แบบสอบวินิจฉัยวิชาคณิตศาสตร์

<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 0 auto;">มวลเนื้อหาที่ 1</div>	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 0 auto;">ถูกต้อง</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 0 auto;">คลาดเคลื่อน</div>	ข้อที่ 1-4
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 0 auto;">มวลเนื้อหาที่ 2</div>	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 0 auto;">ถูกต้อง</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 0 auto;">คลาดเคลื่อน</div>	ข้อที่ 5-8
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 0 auto;">มวลเนื้อหาที่ 3</div>	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 0 auto;">ถูกต้อง</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 0 auto;">คลาดเคลื่อน</div>	ข้อที่ 9-12

ผลการวินิจฉัย			
กลุ่มที่ 1	กลุ่มที่ 2	กลุ่มที่ 3	กลุ่มที่ 4
กลุ่มที่ 5	กลุ่มที่ 6	กลุ่มที่ 7	กลุ่มที่ 8

## แผนภาพที่ 3.12 กระบวนการวินิจฉัย

3.5 ส่งผลการวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนด้วยแบบสอบวินิจฉัยทั้ง 2 ชนิด กลับไปยังกลุ่มตัวอย่างโรงเรียน

3.6 สุ่มนักเรียนที่มีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน ใช้การสุ่มแบบอย่างง่าย (simple random sampling) จากนักเรียนที่มีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนทั้งหมด โรงเรียนละ 5 คน ได้นักเรียนทั้งหมด 40 คน เพื่อทำการตรวจสอบความตรงตามเกณฑ์สัมพันธ์ โดยใช้เทคนิคการคิดออกเสียง (thinking aloud)

3.7 ติดต่อกับครูประจำรายวิชาคณิตศาสตร์เพื่อนัดและอธิบายวิธีการตรวจสอบความตรงตามเกณฑ์สัมพันธ์ โดยใช้เทคนิคการคิดออกเสียง (thinking aloud) โดยครูและผู้วิจัยทำหน้าที่วินิจฉัยการบอกเลขจำนวนเต็มลบของนักเรียนเป็นรายบุคคลพร้อมกัน โดยให้นักเรียนใช้วิธีการคิดออกเสียง ผู้วิจัยใช้วิธีเลือกกรูอย่างเฉพาะเจาะจง (purposive sampling) โดยคัดเลือกเฉพาะครูที่ยินดีให้ความร่วมมืออย่างเต็มที่

3.8 เก็บข้อมูล ตามวันและเวลาที่นัดกับทางโรงเรียน โดยเก็บข้อมูลเป็นรายบุคคล ใช้เวลาในตอนพักกลางวัน เพื่อเป็นการไม่รบกวนเวลาเรียนในคาบปกติ มีขั้นตอน คือ ครูเสนอประโยชน์สัญลักษณ์เรื่องการบวกเลขจำนวนเต็มลบ ให้นักเรียนคิดแล้วพูดออกมาดังๆ หรืออาจเขียนในกระดาษทดด้วยก็ได้ ในขณะที่นักเรียนทำแบบสอบ ครูบันทึกพฤติกรรมที่นักเรียนแสดงออกโดยการพูดของนักเรียน จากนั้นวินิจฉัยว่านักเรียนอยู่ในกลุ่มรูปแบบการคิดกลุ่มใด

3.9 ตรวจสอบคุณภาพความตรงตามเกณฑ์สัมพันธ์ โดยผู้วิจัยหาความสัมพันธ์ระหว่างผลการวินิจฉัยด้วยแบบสอบวินิจฉัยวิชาคณิตศาสตร์แบบประเพณีนิยมและแบบสองระดับ กับผลการวินิจฉัยด้วยวิธีการคิดออกเสียงตามคะแนนที่ได้ตามมวลเนื้อหาโดยใช้สูตรสหสัมพันธ์แบบเพียร์สัน (Pearson Product Moment Correlation Coefficient) และวิเคราะห์ข้อมูลตามวัตถุประสงค์การวิจัย

**ขั้นที่ 4** สำรวจความคิดเห็นในการนำแบบสอบวินิจฉัยวิชาคณิตศาสตร์แบบประเพณีนิยมและแบบสองระดับไปใช้ในการวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน การสำรวจความคิดเห็นของครู มีกระบวนการ โดยให้กลุ่มตัวอย่างกลุ่มที่ 2 จำนวน 8 คน ศึกษาแบบสอบวินิจฉัยแบบประเพณีนิยมและแบบสองระดับ และคู่มือการวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนด้วยแบบสอบวินิจฉัยแบบประเพณีนิยมและแบบสองระดับ จากนั้นสัมภาษณ์ครูอย่างมีโครงสร้างคำถาม

### การวิเคราะห์ข้อมูล

ในการสร้างและพัฒนาแบบสอบวินิจฉัยประเพณีนิยมและแบบสอบวินิจฉัยสองระดับ การวิเคราะห์ข้อมูลในครั้งนี้ ผู้วิจัยนำเสนอการวิเคราะห์ข้อมูลตามประเภทของโปรแกรมที่ใช้ โดยแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ ส่วนที่ 1 เป็นวิเคราะห์ด้วยโปรแกรม SPSS และ Excel ส่วนที่ 2 เป็นการวิเคราะห์ด้วยโปรแกรม GENOVA version 3.1

#### ส่วนที่ 1 การวิเคราะห์ด้วยโปรแกรม SPSS

1. วิเคราะห์คะแนนสอบด้วยสถิติพื้นฐาน ได้แก่ค่าสูงสุด (Maximum) ค่าต่ำสุด (Minimum) ค่าเฉลี่ย (Mean) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) ความแปรปรวน (Variance;  $S^2$ ) สัมประสิทธิ์การกระจาย (CV) ความเบ้ (Skewness) และความโด่ง (Kurtosis)

2.วิเคราะห์ค่าความตรงตามเกณฑ์สัมพัทธ์ด้วยการหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สัน (Pearson Product Moment Correlation Coefficient) ระหว่างคะแนนจากการทำแบบสอบวินิจฉัยแบบประเมินนิยามและแบบสองระดับ

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

$R_{xy}$  = สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างคะแนน x และคะแนน y

3.วิเคราะห์ค่าความยากและอำนาจจำแนกของข้อสอบแบบปรนัย

#### 1.1 คำตอบถูก

ความยากง่ายของข้อสอบ	เกณฑ์
$P = \frac{R_H + R_L}{N_H + N_L}$	$0.20 \leq p \leq 0.80$
หรือ $P = \frac{P_H + P_L}{2}$	

อำนาจจำแนกของข้อสอบ	เกณฑ์
$r = \frac{R_H + R_L}{N_H}$	$+ 0.20 \leq r$
หรือ $r = \frac{R_H + R_L}{N_L}$	
หรือ $r = P_H - P_L$	

ซึ่ง

$R_H$  = จำนวนคนที่ตอบถูกในกลุ่มสูง

$R_L$  = จำนวนคนที่ตอบถูกในกลุ่มต่ำ

$N_H$  = จำนวนคนทั้งหมดในกลุ่มสูง

$N_L$  = จำนวนคนทั้งหมดในกลุ่มต่ำ

$P_H$  =  $\frac{R_H}{N_H}$

$P_L$  =  $\frac{R_L}{N_L}$

## เกณฑ์การแปลความหมายผลการวิเคราะห์คำตอบถูก

ความยากง่ายของข้อสอบ	ความหมาย
0.80-1.00	ง่ายมาก
0.60-0.79	ค่อนข้างง่าย
0.40-0.59	ปานกลาง
0.20-0.39	ค่อนข้างยาก
0.00-0.19	ยากมาก

อำนาจจำแนกของข้อสอบ	ความหมาย
0.60-1.00	ดีมาก
0.40-0.59	ดี
0.20-0.39	พอใช้ได้
0.10-0.19	ค่อนข้างต่ำ ควรปรับปรุง
0.00-0.09	ต่ำมาก ควรปรับปรุง

## 1.2 ตัวลวง

สัดส่วนของผู้เลือกตัวลวง	เกณฑ์
$P_w = \frac{W_H + W_L}{N_H + N_L}$	$P_w \geq 0.05$
หรือ $P_w = \frac{P_{WH} + P_{WL}}{2}$	

อำนาจจำแนกของตัวลวง	เกณฑ์
$r_w = \frac{W_L - W_H}{N_L}$	$r_w \geq 0.05$
หรือ $r_w = \frac{W_L - W_H}{N_H}$	
หรือ $r_w = P_{WL} - P_{WH}$	

$$\begin{aligned}
 \text{ซึ่ง } W_H &= \text{จำนวนคนในกลุ่มสูงที่เลือกตัวลงนั้น} \\
 W_L &= \text{จำนวนคนในกลุ่มต่ำที่เลือกตัวลงนั้น} \\
 N_H &= \text{จำนวนคนทั้งหมดในกลุ่มสูง} \\
 N_L &= \text{จำนวนคนทั้งหมดในกลุ่มต่ำ} \\
 P_{WL} &= \frac{W_L}{N_L} \\
 P_{WH} &= \frac{W_H}{N_H}
 \end{aligned}$$

## ส่วนที่ 2 การวิเคราะห์ด้วยโปรแกรม GENOVA version 3.1

การวิเคราะห์ข้อมูลค่าความเที่ยงและหาค่าความแปรปรวนความคลาดเคลื่อนของคะแนนจากการทำแบบสอบวินิจฉัยประเพณีนิยม (Traditional Diagnostic Test) และแบบสอบวินิจฉัยสองระดับ (Two-Tier Diagnostic Test) ด้วยทฤษฎีการสรุปอ้างอิง (Generalizability Theory) การออกแบบการวัด คือ การวัดมี 2 ฟ้าเซท (facets) ดังนี้ Facet ที่ 1 : จำนวนเนื้อหา (C) Facet ที่ 2 : จำนวนข้อสอบต่อมวลเนื้อหา (I:C) รูปแบบการให้คะแนนเป็น Px(I:C) Confounded Design กล่าวคือ นักเรียนทุกคนทำแบบสอบทุกมวลเนื้อหาและทุกข้อของแบบสอบ โดยมวลเนื้อหาแต่ละมวลเนื้อหาประกอบด้วยชุดจำนวนข้อสอบแตกต่างกัน มีขั้นตอนการวิเคราะห์ ดังนี้

### 1. การคำนวณ G-STUDY เพื่อประมาณความแปรปรวนจากแหล่งต่างๆ ดังตารางที่ 3.10

ตารางที่ 3.10 การประมาณค่าความแปรปรวนจากแหล่งต่างๆ ของ Px(I:C) Confounded Design

Effect	$\sigma^2$	Expected Mean Squares
P	$[MS(P) - MS(PC) + MS(PI:C)] / n_C n_{I:C}$	$\sigma^2_{(PI:C)} + n_{I:C} \sigma^2_{(PC)} + n_C n_{I:C} \sigma^2_{(P)}$
C	$[MS(C) - MS(IC) + MS(PI:C)] / n_P n_{I:C}$	$\sigma^2_{(PI:C)} + n_P \sigma^2_{(IC)} + n_P n_{I:C} \sigma^2_{(C)}$
I:C	$[MS(I:C) - MS(PI:C)] / n_P$	$\sigma^2_{(PI:C)} + n_P \sigma^2_{(I:C)}$
PC	$[MS(PC) - MS(PI:C)] / n_{I:C}$	$\sigma^2_{(PI:C)} + n_C \sigma^2_{(PC)}$
PI:C	$[MS(PI:C)]$	$\sigma^2_{(PI:C)}$

เมื่อ	P	แทน	นักเรียน
	C	แทน	มวลเนื้อหา
	I:C	แทน	จำนวนข้อสอบต่อมวลเนื้อหา
	PC	แทน	ผลรวมระหว่างนักเรียนกับมวลเนื้อหา
	PI:C	แทน	ส่วนที่เหลือ



2. การคำนวณ D-Study เพื่อหาค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิง (G-Coefficient) โดยใช้สูตรดังนี้

$$\rho_{Rel}^2 = (\sigma_P^2 / \sigma_P^2 + \sigma_{Rel}^2)$$

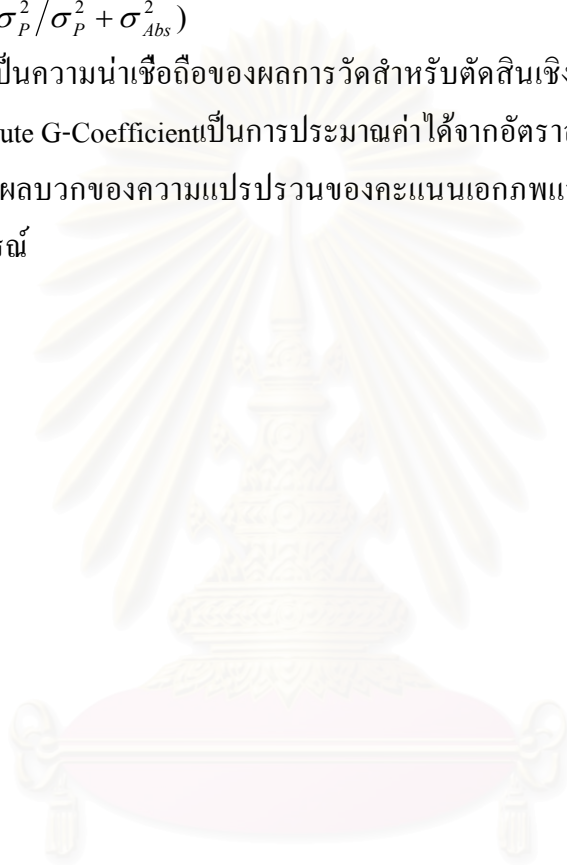
จากสูตรเป็นความน่าเชื่อถือของผลการวัดสำหรับใช้ตัดสินเปรียบเทียบ (Relative decision)

$\rho_{Rel}^2$  แทน Relative G-Coefficient  $\rho_{Rel}^2$  แทน Relative G-Coefficient เป็นการประมาณค่าได้จากอัตราส่วนระหว่างความแปรปรวนคะแนนเอกภพ กับผลบวกของความแปรปรวนของคะแนนเอกภพและความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อนสัมพัทธ์

$$\rho_{Abs}^2 = (\sigma_P^2 / \sigma_P^2 + \sigma_{Abs}^2)$$

จากสูตรเป็นความน่าเชื่อถือของผลการวัดสำหรับตัดสินเชิงสัมบูรณ์ (Absolute decision)

$\rho_{Abs}^2$  แทน Absolute G-Coefficient เป็นการประมาณค่าได้จากอัตราส่วนระหว่างความแปรปรวนคะแนนเอกภพกับผลบวกของความแปรปรวนของคะแนนเอกภพและความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์



สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

## บทที่ 4

### ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ 1) เพื่อพัฒนาแบบสอบวินิจฉัยวิชาคณิตศาสตร์แบบประเพณีนิยมและแบบสองระดับ 2) เพื่อเปรียบเทียบสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงและความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อนระหว่างแบบสอบวินิจฉัยวิชาคณิตศาสตร์แบบประเพณีนิยมและแบบสองระดับที่มีจำนวนมวลเนื้อหาและจำนวนข้อสอบต่อมวลเนื้อหาที่ต่างกัน โดยแบ่งการนำเสนอผลการวิเคราะห์ออกเป็น 6 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 ผลการสำรวจมโนทัศน์การคิด เรื่องการบวกเลขจำนวนเต็มลบด้วยแบบสอบเชิงสำรวจ

ตอนที่ 2 ผลการสร้างแบบสอบวินิจฉัยวิชาคณิตศาสตร์แบบประเพณีนิยมและแบบสองระดับ

ตอนที่ 3 ผลการวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนในวิชาคณิตศาสตร์เรื่องการบวกเลขจำนวนเต็มลบโดยใช้แบบสอบวินิจฉัยแบบประเพณีนิยมและแบบสองระดับ

ตอนที่ 4 ผลการตรวจสอบคุณภาพของแบบสอบวินิจฉัยวิชาคณิตศาสตร์แบบประเพณีนิยมและแบบสองระดับ แบ่งออกเป็น 2 ส่วน ดังนี้

ส่วนที่ 1 ผลการตรวจสอบความตรงตามเกณฑ์สัมพันธ

ส่วนที่ 2 ผลการตรวจสอบความเที่ยงซึ่งแทนด้วยสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิง

ตอนที่ 5 ผลการเปรียบเทียบสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงและความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อนระหว่างแบบสอบวินิจฉัยวิชาคณิตศาสตร์แบบประเพณีนิยมและแบบสองระดับที่มีจำนวนมวลเนื้อหาและจำนวนข้อสอบต่อมวลเนื้อหาที่ต่างกัน

ตอนที่ 6 ผลการสำรวจความคิดเห็นในการนำแบบสอบวินิจฉัยวิชาคณิตศาสตร์แบบประเพณีนิยมและแบบสองระดับไปใช้ในการวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน

### ตอนที่ 1 ผลการสำรวจมโนทัศน์เรื่องการบวกเลขจำนวนเต็มลบด้วยแบบสอบถาม

เมื่อนำแบบสอบถามไปใช้กับนักเรียน ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 อิสลามวิทยาลัยแห่งประเทศไทย จำนวน 83 คน เพื่อสำรวจมโนทัศน์เรื่องการบวกเลขจำนวนเต็มลบ พบว่านักเรียนมีมโนทัศน์การคิดเรื่องการบวกเลขจำนวนเต็มลบ ที่หลากหลาย เสนอมโนทัศน์ที่พบตามมวลเนื้อหา มีรายละเอียดดังนี้

มโนทัศน์การคิดมวลเนื้อหาที่ 1 จำนวนเต็มลบบวกจำนวนเต็มลบ แบ่งตามสัมประสิทธิ์ตัวตั้ง มีรายละเอียดดังตารางที่ 4.1 และตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.1 มโนทัศน์การคิดมวลเนื้อหาที่ 1 โดยสัมประสิทธิ์ตัวตั้งมาก

รูปแบบมโนทัศน์	ความถี่	ร้อยละ
1. นำค่าสัมบูรณ์มาบวกกันใส่เครื่องหมายคำตอบเป็นบวกเสมอ	12	14.46
2. นำค่าสัมบูรณ์มาบวกกันใส่เครื่องหมายคำตอบเป็นลบเสมอ	31	37.35
3. นำค่าสัมบูรณ์มาบวกกันใส่เครื่องหมายคำตอบเป็นลบตามค่าสัมบูรณ์ที่มาก	11	13.25
4. นำค่าสัมบูรณ์มาบวกกันใส่เครื่องหมายคำตอบเป็นลบตามค่าสัมบูรณ์ที่น้อย	1	1.20
5. นำค่าสัมบูรณ์มาลบกันใส่เครื่องหมายคำตอบเป็นบวกเสมอ	13	15.66
6. นำค่าสัมบูรณ์มาลบกันใส่เครื่องหมายคำตอบเป็นลบเสมอ	13	15.66
7. นำค่าสัมบูรณ์มาลบกันใส่เครื่องหมายคำตอบเป็นลบตามค่าสัมบูรณ์ที่มาก	1	1.20
8. นำค่าสัมบูรณ์มาลบกันใส่เครื่องหมายคำตอบเป็นลบตามค่าสัมบูรณ์ที่น้อย	1	1.20

จากตารางที่ 4.1 พบว่า มโนทัศน์การคิดมวลเนื้อหาที่ 1 โดยสัมประสิทธิ์ตัวตั้งมากพบรูปแบบการคิดทั้งหมด 8 รูปแบบ โดยนักเรียนส่วนใหญ่มีมโนทัศน์การคิดที่ถูกต้องคือ รูปแบบที่ 2 นำค่าสัมบูรณ์มาบวกกันใส่เครื่องหมายคำตอบเป็นลบเสมอ จำนวน 31 คน คิดเป็นร้อยละ 37.35 นอกจากนี้ นักเรียนมีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน 7 รูปแบบ ได้แก่ รูปแบบที่ 5 และรูปแบบที่ 6 มากที่สุด คือ นำค่าสัมบูรณ์มาลบกันใส่เครื่องหมายคำตอบเป็นบวกเสมอ และ นำค่าสัมบูรณ์มาลบกันใส่เครื่องหมายคำตอบเป็นลบเสมอ จำนวน 13 คนเท่ากัน คิดเป็นร้อยละ 15.66 ส่วนรูปแบบที่ 1 นำค่าสัมบูรณ์มาบวกกันใส่เครื่องหมายคำตอบเป็นบวกเสมอ จำนวน 12 คน คิดเป็นร้อยละ 14.46 รูปแบบที่ 3 นำค่าสัมบูรณ์มาบวกกันใส่เครื่องหมายคำตอบเป็นลบตามค่าสัมบูรณ์ที่มาก จำนวน 11 คน คิดเป็นร้อยละ 13.25 ในรูปแบบที่ 4 รูปแบบที่ 7 และรูปแบบที่ 8 พบเป็นส่วนน้อย คือ นำค่าสัมบูรณ์มาบวกกันใส่เครื่องหมายคำตอบเป็นลบตามค่าสัมบูรณ์ที่น้อย นำค่าสัมบูรณ์มาลบกันใส่

เครื่องหมายคำตอบเป็นลบตามค่าสัมบูรณ์ที่มาก และนำค่าสัมบูรณ์มาลบกันใส่เครื่องหมายคำตอบ เป็นลบตามค่าสัมบูรณ์ที่น้อย จำนวนรูปแบบละ 1 คนเท่ากัน คิดเป็น ร้อยละ 1.20

**ตารางที่ 4.2** มโนทัศน์การคิดมวลเนื้อหาที่ 1 โดยสัมประสิทธิ์ตัวตั้งน้อย

รูปแบบมโนทัศน์	ความถี่	ร้อยละ
1. นำค่าสัมบูรณ์มาบวกกันใส่เครื่องหมายคำตอบเป็นบวกเสมอ	12	14.46
2. นำค่าสัมบูรณ์มาบวกกันใส่เครื่องหมายคำตอบเป็นลบเสมอ	31	37.35
3. นำค่าสัมบูรณ์มาบวกกันใส่เครื่องหมายคำตอบเป็นลบตามค่าสัมบูรณ์ที่มาก	8	9.64
4. นำค่าสัมบูรณ์มาบวกกันใส่เครื่องหมายคำตอบเป็นลบตามค่าสัมบูรณ์ที่น้อย	4	4.82
5. นำค่าสัมบูรณ์มาลบกันใส่เครื่องหมายคำตอบเป็นบวกเสมอ	13	15.66
6. นำค่าสัมบูรณ์มาลบกันใส่เครื่องหมายคำตอบเป็นลบเสมอ	13	15.66
7. นำค่าสัมบูรณ์มาลบกันใส่เครื่องหมายคำตอบเป็นลบตามค่าสัมบูรณ์ที่มาก	1	1.20
8. นำค่าสัมบูรณ์มาลบกันใส่เครื่องหมายคำตอบเป็นลบตามค่าสัมบูรณ์ที่น้อย	1	1.20

จากตารางที่ 4.2 พบว่า มโนทัศน์การคิดมวลเนื้อหาที่ 1 โดยสัมประสิทธิ์ตัวตั้งน้อยพบ รูปแบบการคิดทั้งหมด 8 รูปแบบ โดยนักเรียนส่วนใหญ่มีมโนทัศน์การคิดที่ถูกต้องคือรูปแบบที่ 2 คือ นำค่าสัมบูรณ์มาบวกกันใส่เครื่องหมายคำตอบเป็นลบเสมอ จำนวน 31 คน คิดเป็นร้อยละ 37.35 นอกจากนี้นักเรียนมีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน 7 รูปแบบ ได้แก่ รูปแบบที่ 5 และรูปแบบที่ 6 มากที่สุด คือ นำค่าสัมบูรณ์มาลบกันใส่เครื่องหมายคำตอบเป็นบวกเสมอ และนำค่าสัมบูรณ์มาลบกันใส่เครื่องหมายคำตอบเป็นลบเสมอ จำนวน 13 คนเท่ากัน คิดเป็นร้อยละ 15.66 ส่วนรูปแบบที่ 1 นำค่าสัมบูรณ์มาบวกกันใส่เครื่องหมายคำตอบเป็นบวกเสมอ จำนวน 12 คน คิดเป็นร้อยละ 14.46 รูปแบบที่ 3 นำค่าสัมบูรณ์มาบวกกันใส่เครื่องหมายคำตอบเป็นลบตามค่าสัมบูรณ์ที่มาก จำนวน 8 คน คิดเป็นร้อยละ 9.64 ในรูปแบบที่ 4 นำค่าสัมบูรณ์มาบวกกันใส่เครื่องหมายคำตอบเป็นลบตามค่าสัมบูรณ์ที่น้อย จำนวน 4 คน คิดเป็นร้อยละ 4.82 ด้านรูปแบบที่ 7 และรูปแบบที่ 8 พบเป็นส่วนน้อย คือ นำค่าสัมบูรณ์มาลบกันใส่เครื่องหมายคำตอบเป็นลบตามค่าสัมบูรณ์ที่มาก และนำค่าสัมบูรณ์มาลบกันใส่เครื่องหมายคำตอบเป็นลบตามค่าสัมบูรณ์ที่น้อย จำนวนรูปแบบละ 1 คนเท่ากัน คิดเป็นร้อยละ 1.20

1.2 มโนทัศน์การคิดมวลเนื้อหาที่ 2 จำนวนเต็มบวกบวกจำนวนเต็มลบ แบ่งตามสัมประสิทธิ์ตัวตั้ง มีรายละเอียดดังตารางที่ 4.3 และตารางที่ 4.4

**ตารางที่ 4.3** มโนทัศน์การคิดมวลเนื้อหาที่ 2 โดยสัมประสิทธิ์ตัวตั้งมาก

รูปแบบมโนทัศน์	ความถี่	ร้อยละ
1. นำค่าสัมบูรณ์มาบวกกันใส่เครื่องหมายคำตอบเป็นบวกเสมอ	1	1.20
2. นำค่าสัมบูรณ์มาบวกกันใส่เครื่องหมายคำตอบเป็นลบเสมอ	3	3.61
3. นำค่าสัมบูรณ์มาบวกกันใส่เครื่องหมายคำตอบเป็นบวกตามค่าสัมบูรณ์ที่มาก	28	33.73
3. นำค่าสัมบูรณ์มาบวกกันใส่เครื่องหมายคำตอบเป็นลบตามค่าสัมบูรณ์ที่น้อย	13	15.66
4. นำค่าสัมบูรณ์มาลบกันใส่เครื่องหมายคำตอบเป็นบวกเสมอ	2	2.41
5. นำค่าสัมบูรณ์มาลบกันใส่เครื่องหมายคำตอบเป็นลบเสมอ	1	1.20
6. นำค่าสัมบูรณ์มาลบกันใส่เครื่องหมายคำตอบเป็นบวกตามค่าสัมบูรณ์ที่มาก	20	24.10
7. นำค่าสัมบูรณ์มาลบกันใส่เครื่องหมายคำตอบเป็นลบตามค่าสัมบูรณ์ที่น้อย	15	18.07

จากตารางที่ 4.3 พบว่า มโนทัศน์การคิดมวลเนื้อหาที่ 2 โดยสัมประสิทธิ์ตัวตั้งมากพบรูปแบบการคิดทั้งหมด 8 รูปแบบ โดยนักเรียนส่วนใหญ่มีมโนทัศน์การคิดที่ถูกต้อง คือ รูปแบบที่ 3 นำค่าสัมบูรณ์มาบวกกันใส่เครื่องหมายคำตอบเป็นบวกตามค่าสัมบูรณ์ที่มาก จำนวน 28 คน คิดเป็นร้อยละ 33.73 นอกจากนี้นักเรียนมีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน 7 รูปแบบ ได้แก่ รูปแบบที่ 7 รูปแบบที่ 8 คือ นำค่าสัมบูรณ์มาลบกันใส่เครื่องหมายคำตอบเป็นบวกตาม ค่าสัมบูรณ์ที่มาก และ นำค่าสัมบูรณ์มาลบกันใส่เครื่องหมายคำตอบเป็นลบตามค่าสัมบูรณ์ที่น้อย จำนวน 20 คน และ 15 คน คิดเป็นร้อยละ 24.10 และ 18.07 ตามลำดับ ส่วนรูปแบบที่ 4 นำค่าสัมบูรณ์มาบวกกันใส่เครื่องหมายคำตอบเป็นลบตามค่าสัมบูรณ์ที่น้อย จำนวน 13 คน คิดเป็นร้อยละ 15.66 รูปแบบที่ 2 นำค่าสัมบูรณ์มาบวกกันใส่เครื่องหมายคำตอบเป็นลบเสมอ จำนวน 3 คน คิดเป็นร้อยละ 3.61 รูปแบบที่ 5 นำค่าสัมบูรณ์มาลบกันใส่เครื่องหมายคำตอบเป็นบวกเสมอ จำนวน 2 คน คิดเป็นร้อยละ 2.41 ในรูปแบบที่ 1 และรูปแบบที่ 6 พบเป็นส่วนน้อย คือ นำค่าสัมบูรณ์มาบวกกันใส่เครื่องหมายคำตอบเป็นบวกเสมอ และ นำค่าสัมบูรณ์มาลบกันใส่เครื่องหมายคำตอบเป็นลบเสมอ จำนวนรูปแบบละ 1 คน เท่ากัน คิดเป็นร้อยละ 1.20



ตารางที่ 4.4 มโนทัศน์การคิดมวลเนื้อหาที่ 2 โดยสัมประสิทธิ์ตัวตั้งน้อย

รูปแบบมโนทัศน์	ความถี่	ร้อยละ
1. นำค่าสัมบูรณ์มาบวกกันใส่เครื่องหมายคำตอบเป็นบวกเสมอ	2	2.41
2. นำค่าสัมบูรณ์มาบวกกันใส่เครื่องหมายคำตอบเป็นลบเสมอ	1	1.20
3. นำค่าสัมบูรณ์มาบวกกันใส่เครื่องหมายคำตอบเป็นลบตามค่าสัมบูรณ์ที่มาก	13	15.66
4. นำค่าสัมบูรณ์มาบวกกันใส่เครื่องหมายคำตอบเป็นบวกตามค่าสัมบูรณ์ที่น้อย	15	18.07
5. นำค่าสัมบูรณ์มาลบกันใส่เครื่องหมายคำตอบเป็นบวกเสมอ	3	3.61
6. นำค่าสัมบูรณ์มาลบกันใส่เครื่องหมายคำตอบเป็นลบเสมอ	2	2.41
1. นำค่าสัมบูรณ์มาลบกันใส่เครื่องหมายคำตอบเป็นลบตามค่าสัมบูรณ์ที่มาก	30	36.14
2. นำค่าสัมบูรณ์มาลบกันใส่เครื่องหมายคำตอบเป็นบวกตามค่าสัมบูรณ์ที่น้อย	17	20.48

จากตารางที่ 4.4 พบว่า มโนทัศน์การคิดมวลเนื้อหาที่ 2 โดยสัมประสิทธิ์ตัวตั้งน้อยพบรูปแบบการคิดทั้งหมด 8 รูปแบบ โดยนักเรียนส่วนใหญ่มีมโนทัศน์การคิดที่ถูกต้อง คือรูปแบบที่ 7 นำค่าสัมบูรณ์มาลบกันใส่เครื่องหมายคำตอบเป็นลบตามค่าสัมบูรณ์ที่มาก จำนวน 30 คน คิดเป็นร้อยละ 36.14 นอกจากนี้นักเรียนมีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน 7 รูปแบบ ได้แก่รูปแบบที่ 8 รูปแบบที่ 4 คือ นำค่าสัมบูรณ์มาลบกันใส่เครื่องหมายคำตอบเป็นบวกตามค่าสัมบูรณ์ที่น้อย และนำค่าสัมบูรณ์มาบวกกันใส่เครื่องหมายคำตอบเป็นบวกตามค่าสัมบูรณ์ที่น้อย จำนวน 17 คน และ 15 คน คิดเป็นร้อยละ 20.48 และ 18.07 ตามลำดับ ส่วนรูปแบบที่ 3 นำค่าสัมบูรณ์มาบวกกันใส่เครื่องหมายคำตอบเป็นลบตามค่าสัมบูรณ์ที่มาก จำนวน 13 คน คิดเป็นร้อยละ 15.66 รูปแบบที่ 5 นำค่าสัมบูรณ์มาลบกันใส่เครื่องหมายคำตอบเป็นบวกเสมอ จำนวน 3 คน คิดเป็นร้อยละ 3.61 ในรูปแบบที่ 1 รูปแบบ 6 และรูปแบบที่ 1 คือ นำค่าสัมบูรณ์มาบวกกันใส่เครื่องหมายคำตอบเป็นบวกเสมอ นำค่าสัมบูรณ์มาลบกันใส่เครื่องหมายคำตอบเป็นลบเสมอ และนำค่าสัมบูรณ์มาบวกกันใส่เครื่องหมายคำตอบเป็นลบเสมอ พบน้อยที่สุด จำนวน 2 คนและจำนวน 1 คน คิดเป็นร้อยละ 2.41 และ 1.20 ตามลำดับ

1.3 มโนทัศน์การคิดมวลเนื้อหาที่ 3 จำนวนเต็มลบบวกจำนวนเต็มบวก แบ่งตามสัมประสิทธิ์ตัวตั้ง มีรายละเอียดดังตารางที่ 4.5 และตารางที่ 4.6

ตารางที่ 4.5 มโนทัศน์การคิดมวลเนื้อหาที่ 3 โดยสัมประสิทธิ์ตัวตั้งมาก

รูปแบบมโนทัศน์	ความถี่	ร้อยละ
1. นำค่าสัมบูรณ์มาบวกกันใส่เครื่องหมายคำตอบเป็นบวกตามค่าสัมบูรณ์ที่น้อย	14	16.87
2. นำค่าสัมบูรณ์มาบวกกันใส่เครื่องหมายคำตอบเป็นลบเสมอ	1	1.20
3. นำค่าสัมบูรณ์มาบวกกันใส่เครื่องหมายคำตอบเป็นลบตามค่าสัมบูรณ์ที่มาก	17	20.48
4. นำค่าสัมบูรณ์มาบวกกันใส่เครื่องหมายคำตอบเป็นลบตามค่าสัมบูรณ์ที่น้อย	3	3.61
5. นำค่าสัมบูรณ์มาลบกันใส่เครื่องหมายคำตอบเป็นบวกตามค่าสัมบูรณ์ที่น้อย	16	19.28
6. นำค่าสัมบูรณ์มาลบกันใส่เครื่องหมายคำตอบเป็นลบเสมอ	2	2.41
7. นำค่าสัมบูรณ์มาลบกันใส่เครื่องหมายคำตอบเป็นลบตามค่าสัมบูรณ์ที่มาก	28	33.73
8. นำค่าสัมบูรณ์มาลบกันใส่เครื่องหมายคำตอบเป็นลบตามค่าสัมบูรณ์ที่น้อย	2	2.41

จากตารางที่ 4.5 พบว่า มโนทัศน์การคิดมวลเนื้อหาที่ 2 โดยสัมประสิทธิ์ตัวตั้งน้อยพบรูปแบบการคิดทั้งหมด 8 รูปแบบ โดยนักเรียนส่วนใหญ่มีมโนทัศน์การคิดที่ถูกต้อง คือ รูปแบบที่ 7 นำค่าสัมบูรณ์มาลบกันใส่เครื่องหมายคำตอบเป็นลบตามค่าสัมบูรณ์ที่มาก จำนวน 28 คน คิดเป็นร้อยละ 33.73 นอกจากนี้นักเรียนมีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน 7 รูปแบบ ได้แก่ รูปแบบที่ 3 รูปแบบที่ 5 คือ นำค่าสัมบูรณ์มาบวกกันใส่เครื่องหมายคำตอบเป็นลบตามค่าสัมบูรณ์ที่มาก และนำค่าสัมบูรณ์มาลบกันใส่เครื่องหมายคำตอบเป็นบวกตามค่าสัมบูรณ์ที่น้อย จำนวน 17 คน และ 16 คน คิดเป็นร้อยละ 20.48 และ 19.28 ตามลำดับ ส่วนรูปแบบที่ 1 นำค่าสัมบูรณ์มาบวกกันใส่เครื่องหมายคำตอบเป็นบวกตามค่าสัมบูรณ์ที่น้อยจำนวน 14 คน คิดเป็นร้อยละ 16.87 ในรูปแบบที่ 4 รูปแบบที่ 6 รูปแบบที่ 8 และรูปแบบที่ 1 คือ นำค่าสัมบูรณ์มาบวกกันใส่เครื่องหมายคำตอบเป็นลบตามค่าสัมบูรณ์ที่น้อย นำค่าสัมบูรณ์มาลบกันใส่เครื่องหมายคำตอบเป็นลบเสมอ นำค่าสัมบูรณ์มาลบกันใส่เครื่องหมายคำตอบเป็นลบตามค่าสัมบูรณ์ที่น้อย และนำค่าสัมบูรณ์มาบวกกันใส่เครื่องหมายคำตอบเป็นลบเสมอ พบเป็นจำนวนน้อยจำนวน 3 คน 2 คน 2 คน และ 1 คน คิดเป็นร้อยละ 3.61, 2.41, 2.41 และ 1.20 ตามลำดับ

ตารางที่ 4.6 มโนทัศน์การคิดมวลเนื้อหาที่ 3 โดยสัมพันธ์ตัวตั้งน้อย

รูปแบบมโนทัศน์	ความถี่	ร้อยละ
1. นำค่าสัมบูรณ์มาบวกกันใส่เครื่องหมายคำตอบเป็นบวกตามค่าสัมบูรณ์ที่มาก	18	21.69
2. นำค่าสัมบูรณ์มาบวกกันใส่เครื่องหมายคำตอบเป็นลบเสมอ	1	1.20
3. นำค่าสัมบูรณ์มาบวกกันใส่เครื่องหมายคำตอบเป็นลบตามค่าสัมบูรณ์ที่มาก	1	1.20
4. นำค่าสัมบูรณ์มาบวกกันใส่เครื่องหมายคำตอบเป็นลบตามค่าสัมบูรณ์ที่น้อย	17	20.48
5. นำค่าสัมบูรณ์มาลบกันใส่เครื่องหมายคำตอบเป็นบวกตามค่าสัมบูรณ์ที่มาก	29	34.94
6. นำค่าสัมบูรณ์มาลบกันใส่เครื่องหมายคำตอบเป็นลบเสมอ	2	2.41
7. นำค่าสัมบูรณ์มาลบกันใส่เครื่องหมายคำตอบเป็นลบตามค่าสัมบูรณ์ที่มาก	2	2.41
8. นำค่าสัมบูรณ์มาลบกันใส่เครื่องหมายคำตอบเป็นลบตามค่าสัมบูรณ์ที่น้อย	13	15.66

จากตารางที่ 4.6 พบว่า มโนทัศน์การคิดมวลเนื้อหาที่ 2 โดยสัมพันธ์ตัวตั้งน้อยพบรูปแบบการคิดทั้งหมด 8 รูปแบบ โดยนักเรียนส่วนใหญ่มีมโนทัศน์การคิดที่ถูกต้อง คือ รูปแบบที่ 5 คือ นำค่าสัมบูรณ์มาลบกันใส่เครื่องหมายคำตอบเป็นบวกตามค่าสัมบูรณ์ที่มาก จำนวน 29 คน คิดเป็นร้อยละ 34.94 นอกจากนี้นักเรียนมีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน 7 รูปแบบ ได้แก่ รูปแบบที่ 1 รูปแบบที่ 4 คือ นำค่าสัมบูรณ์มาบวกกันใส่เครื่องหมายคำตอบเป็นบวกตามค่าสัมบูรณ์ที่มาก และนำค่าสัมบูรณ์มาบวกกันใส่เครื่องหมายคำตอบเป็นลบตามค่าสัมบูรณ์ที่น้อย จำนวน 18 คน และ 17 คน คิดเป็นร้อยละ 21.69 และ 20.48 ตามลำดับ ส่วนรูปแบบที่ 8 นำค่าสัมบูรณ์มาลบกันใส่เครื่องหมายคำตอบเป็นลบตามค่าสัมบูรณ์ที่น้อยจำนวน 13 คน คิดเป็นร้อยละ 15.66 ในรูปแบบที่ 6 รูปแบบที่ 7 รูปแบบที่ 2 และรูปแบบที่ 3 คือ นำค่าสัมบูรณ์มาลบกันใส่เครื่องหมายคำตอบเป็นลบเสมอ นำค่าสัมบูรณ์มาลบกันใส่เครื่องหมายคำตอบเป็นลบตามค่าสัมบูรณ์ที่มาก นำค่าสัมบูรณ์มาบวกกันใส่เครื่องหมายคำตอบเป็นลบเสมอ นำค่าสัมบูรณ์มาบวกกันใส่เครื่องหมายคำตอบเป็นลบตามค่าสัมบูรณ์ที่มาก พบเป็นจำนวนน้อย จำนวน 2 คน 2 คน 1 คน และ 1 คน คิดเป็นร้อยละ 2.41, 2.41, 1.20 และ 1.20 ตามลำดับ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

## ตอนที่ 2 ผลการสร้างแบบสอบวินิจฉัยวิชาคณิตศาสตร์แบบประเพณีนิยมและแบบสองระดับ

จากกระบวนการพัฒนาแบบสอบวินิจฉัยวิชาคณิตศาสตร์แบบประเพณีนิยมและแบบสองระดับ ทำให้ผู้วิจัยได้แบบสอบวินิจฉัยวิชาคณิตศาสตร์แบบประเพณีนิยมและแบบสองระดับ โดยมีรายละเอียดดังตารางที่ 4.7

ตารางที่ 4.7 แสดงผลการสร้างแบบสอบวินิจฉัยวิชาคณิตศาสตร์แบบประเพณีนิยม และแบบสองระดับ

ข้อมูล	แบบสอบวินิจฉัย	แบบสอบวินิจฉัย
	แบบประเพณีนิยม	สองระดับ
จำนวนมวลเนื้อหา	3	3
จำนวนข้อต่อมวลเนื้อหา	4	4
ค่าเฉลี่ยความยาก	0.63	0.53
ค่าเฉลี่ยอำนาจจำแนก	0.54	0.51
ความเที่ยงแบบความสอดคล้องภายใน	0.84	0.82

จากตารางที่ 4.7 พบว่า แบบสอบวินิจฉัยแบบประเพณีนิยมและแบบสองระดับมีจำนวนมวลเนื้อหา และจำนวนข้อต่อมวลเนื้อหาเท่ากัน คือ 3 มวลเนื้อหา แต่ละมวลเนื้อหา มีข้อสอบจำนวน 4 ข้อ ค่าเฉลี่ยความยากของแบบสอบวินิจฉัยแบบประเพณีนิยมและแบบสองระดับเท่ากับ 0.63 และ 0.53 ตามลำดับ แสดงว่าแบบสอบวินิจฉัยแบบประเพณีนิยมมีค่าความยากอยู่ในระดับง่าย ส่วนแบบสอบวินิจฉัยมีค่าความยากอยู่ในระดับค่อนข้างง่าย

ค่าเฉลี่ยอำนาจจำแนกของแบบสอบวินิจฉัยแบบประเพณีนิยมและแบบสองระดับเท่ากับ 0.54 และ 0.51 ตามลำดับ แสดงว่าทั้งแบบสอบวินิจฉัยแบบประเพณีนิยมและแบบสองระดับสามารถจำแนกนักเรียนได้ในระดับดีเช่นกัน

ความเที่ยงแบบความสอดคล้องภายในของแบบสอบวินิจฉัยแบบประเพณีนิยมและแบบสองระดับเท่ากับ 0.84 และ 0.82 ตามลำดับ แสดงว่าเมื่อนำแบบสอบวินิจฉัยแบบประเพณีนิยมและแบบสองระดับมาวัดนักเรียน คะแนนที่ได้จะมีความคงที่ในการวัดสูงทั้งแบบสอบวินิจฉัยแบบประเพณีนิยมและแบบสองระดับ

**ตอนที่ 3 ผลการวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนในวิชาคณิตศาสตร์เรื่องการบวกเลขจำนวนเต็มลบ โดยใช้แบบสอบวินิจฉัยแบบประเพณีนิยมและแบบสองระดับ**

จากการนำแบบสอบวินิจฉัยวิชาคณิตศาสตร์แบบประเพณีนิยมและแบบสองระดับทั้ง 2 ชนิด ไปใช้สอบนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 686 คน สามารถเสนอรายละเอียด 2 ส่วน ได้แก่ ค่าสถิติพื้นฐาน และผลการวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน มีรายละเอียดดังนี้

ผลการนำแบบสอบวินิจฉัยวิชาคณิตศาสตร์แบบประเพณีนิยมและแบบสองระดับทั้ง 2 ชนิด ไปใช้สอบนักเรียนโดยนำคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์ข้อมูลด้วยสถิติพื้นฐาน ได้ผลการแจกแจงข้อมูลสถิติพื้นฐานจำแนกตามชนิดของแบบสอบ มีรายละเอียดดังตารางที่ 4.8

**ตารางที่ 4.8 แสดงสถิติพื้นฐานของคะแนนแบบสอบวินิจฉัยวิชาคณิตศาสตร์แบบประเพณีนิยม และแบบสองระดับ**

ค่าสถิติ	แบบสอบวินิจฉัย แบบประเพณีนิยม	แบบสอบวินิจฉัย สองระดับ
คะแนนเต็ม	12	12
ฐานนิยม(mode)	12	12
คะแนนเฉลี่ย(mean)	9.95	7.80
ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน(S.D.)	3.35	3.93
มัธยฐาน(median)	12.00	9.00
พิสัย(range)	12	12
คะแนนสูงสุด(max)	12	12
คะแนนต่ำสุด(min)	0	0
ความเบ้(skewness)	-1.435	-.391
ความโด่ง(kurtosis)	.695	-1.294

จากตารางที่ 4.8 พบว่า จากคะแนนเต็มของแบบสอบวินิจฉัยวิชาคณิตศาสตร์แบบประเพณีนิยม 12 คะแนน นักเรียนได้คะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 9.95 คะแนน การแจกแจงของคะแนนเป็นแบบเบ้ซ้าย (skewness = -.435) หมายความว่านักเรียนส่วนใหญ่ได้คะแนนอยู่ในระดับสูง ความโด่งสูงกว่าโค้งปกติ (kurtosis = .695) หมายความว่าคะแนนของนักเรียนส่วนใหญ่เกาะกลุ่มกัน



จากคะแนนเต็มของแบบสอบวินิจฉัยวิชาคณิตศาสตร์แบบสองระดับ 12 คะแนน นักเรียนได้คะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 7.80 การแจกแจงของคะแนนเป็นแบบเบ้ซ้าย ( $skewness = -3.91$ ) หมายความว่านักเรียนส่วนใหญ่ได้คะแนนอยู่ในระดับสูง ความโค้งต่ำกว่าโค้งปกติเล็กน้อย ( $kurtosis = -1.294$ ) หมายความว่าคะแนนของนักเรียนส่วนใหญ่กระจายกัน

ผลการวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนในวิชาคณิตศาสตร์เรื่องการบวกเลขจำนวนเต็มลบ โดยใช้แบบสอบวินิจฉัยแบบประเพณีนิยมและแบบสองระดับ แบ่งการเสนอรายละเอียดออกเป็น 2 ส่วน คือ ส่วนที่ 1 ผลการวินิจฉัยมโนทัศน์ของนักเรียนจากผลคะแนนรวมแบบสอบวินิจฉัยวิชาคณิตศาสตร์แบบประเพณีนิยมและแบบสองระดับ ส่วนที่ 2 ผลการวินิจฉัยมโนทัศน์ของนักเรียนจากคะแนนวินิจฉัยจำแนกตามมวลเนื้อหา

### ส่วนที่ 1 ผลการวินิจฉัยมโนทัศน์ของนักเรียนจากผลคะแนนรวมแบบสอบวินิจฉัยวิชาคณิตศาสตร์แบบประเพณีนิยมและแบบสองระดับ

จากการนำแบบสอบวินิจฉัยวิชาคณิตศาสตร์แบบประเพณีนิยมและแบบสองระดับ ไปทดสอบนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 686 คน โดยแบบสอบประกอบด้วย 3 มวลเนื้อหา เนื้อหาละ 4 ข้อ รวมในแต่ละฉบับมีข้อสอบ 12 ข้อ ผลคะแนนของนักเรียนที่เลือกมโนทัศน์ในแต่ละข้อแสดงในภาคผนวก ข โดยเกณฑ์วินิจฉัยว่านักเรียนคนใดมีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน ผู้วิจัยใช้เกณฑ์ของอันเดอฮิล และไนซ์ (Underhill 1981; Nicely, 1977 อ้างใน วลี สมสมัย, 2539) ที่ถือเอาการตอบข้อสอบถูกร้อยละ 67 ของจำนวนข้อทั้งหมด เป็นตัวบ่งชี้ว่านักเรียนมีมโนทัศน์ในเรื่องนั้นจริง มิใช่เพราะความเลินเล่อ ผู้วิจัยจึงวิเคราะห์คะแนนและสามารถจำแนกนักเรียนที่มีมโนทัศน์ที่ถูกต้องและมีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนตามชนิดของแบบสอบวินิจฉัย โดยแบบสอบแต่ละฉบับมีคะแนนเต็ม 12 คะแนน ผู้ที่ได้คะแนนต่ำกว่า 8 คน ถือว่ามีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน เสนอรายละเอียดดังตารางที่ 4.9

ตารางที่ 4.9 แสดงจำนวนนักเรียนที่มีมโนทัศน์ที่ถูกต้องและจำนวนนักเรียนที่มีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนจำแนกตามชนิดของแบบสอบวินิจฉัย

มโนทัศน์	แบบสอบวินิจฉัย		แบบสอบวินิจฉัย	
	แบบประเพณีนิยม		สองระดับ	
	จำนวน (คน)	ร้อยละ	จำนวน (คน)	ร้อยละ
ถูกต้อง	541	78.86	443	64.5
คลาดเคลื่อน	145	21.14	243	35.5
รวม	686	100.00	686	100.00

จากตารางที่ 4.9 พบว่า เมื่อนำแบบสอบวินิจฉัยแบบประเพณีนิยมไปทดสอบนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 686 คน มีนักเรียนที่มีมโนทัศน์ที่ถูกต้อง 541 คน คิดเป็นร้อยละ 78.86 นักเรียนที่มีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนจำนวน 145 คน คิดเป็นร้อยละ 21.14 เมื่อนำแบบสอบวินิจฉัยแบบสองระดับไปทดสอบนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 686 คน มีนักเรียนที่มีมโนทัศน์ที่ถูกต้อง 443 คน คิดเป็นร้อยละ 64.5 และมีนักเรียนที่มีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนจำนวน 243 คน คิดเป็นร้อยละ 35.5 แสดงว่าแบบสอบวินิจฉัยแบบสองระดับมีความสามารถวินิจฉัยนักเรียนที่มีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนได้จำนวนมากกว่าแบบสอบวินิจฉัยแบบประเพณีนิยม

## ส่วนที่ 2 ผลการวินิจฉัยมโนทัศน์ของนักเรียนจากคะแนนวินิจฉัยจำแนกตามมวลเนื้อหา

ผลการวินิจฉัยมโนทัศน์ของนักเรียนจากคะแนนวินิจฉัยจำแนกตามมวลเนื้อหา ได้นำเสนอแบ่งเป็น 2 ส่วนตามชนิดของแบบสอบวินิจฉัย มีรายละเอียดดังนี้

ผลการวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนแบ่งรายละเอียดตามมวลเนื้อหาของแบบสอบวินิจฉัยแบบประเพณีนิยม เสนอรายละเอียดในตารางที่ 4.10

ตารางที่ 4.10 ผลวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนแบ่งรายละเอียดตามมวลเนื้อหาของแบบสอบวินิจฉัยแบบประเพณีนิยม

ผลการวินิจฉัย		ความถี่	ร้อยละ
กลุ่มที่ 1	มโนทัศน์ที่ถูกต้องทั้ง 3 มวลเนื้อหา	480	69.97
กลุ่มที่ 2	มโนทัศน์คลาดเคลื่อนเฉพาะมวลเนื้อหาที่ 1	6	0.87
กลุ่มที่ 3	มโนทัศน์คลาดเคลื่อนเฉพาะมวลเนื้อหาที่ 2	31	4.52
กลุ่มที่ 4	มโนทัศน์คลาดเคลื่อนเฉพาะมวลเนื้อหาที่ 3	20	2.92
กลุ่มที่ 5	มโนทัศน์ถูกต้องเฉพาะมวลเนื้อหาที่ 1	95	13.85
กลุ่มที่ 6	มโนทัศน์ถูกต้องเฉพาะมวลเนื้อหาที่ 2	4	0.58
กลุ่มที่ 7	มโนทัศน์ถูกต้องเฉพาะมวลเนื้อหาที่ 3	6	0.87
กลุ่มที่ 8	มโนทัศน์คลาดเคลื่อนทั้ง 3 มวลเนื้อหา	44	6.41
รวม		686	100

จากตารางที่ 4.10 พบว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ทำแบบสอบวินิจฉัยแบบประเมินนิยมน สามารถวินิจฉัยได้ว่ากลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่จัดอยู่ในกลุ่มที่ 1 คือนักเรียนมีมโนทัศน์ที่ถูกต้องทั้ง 3 มวลเนื้อหา จำนวน 480 คน (ร้อยละ 69.97) รองลงมานักเรียนจัดอยู่ในกลุ่มที่ 5 คือนักเรียนมีมโนทัศน์ที่ถูกต้องในมวลเนื้อหาที่ 1 จำนวน 95 คน (ร้อยละ 13.85) ส่วนนักเรียนที่จัดอยู่ในกลุ่มที่ 8 คือนักเรียนมีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนทั้ง 3 มวลเนื้อหา จำนวน 44 คน (ร้อยละ 6.41) ส่วนนักเรียนกลุ่มที่ 3 จำนวน 31 คน (ร้อยละ 4.52) เป็นนักเรียนที่มีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนเฉพาะมวลเนื้อหาที่ 2 ส่วนที่เหลือมีกลุ่มที่ 4 จำนวน 20 คน (ร้อยละ 2.92) เป็นนักเรียนที่มีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนเฉพาะมวลเนื้อหาที่ 3 ในกลุ่มที่ 7 และกลุ่มที่ 2 แต่ละกลุ่มมีจำนวน 6 คน (ร้อยละ 0.87) เป็นผู้ที่มีมโนทัศน์ที่ถูกต้องเฉพาะมวลเนื้อหาที่ 3 และเป็นผู้มีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนเฉพาะมวลที่ 1 ตามลำดับ และกลุ่มสุดท้ายคือกลุ่มที่ 6 จำนวน 4 คน (ร้อยละ 0.58) เป็นนักเรียนที่มีมโนทัศน์ที่ถูกต้องเฉพาะมวลเนื้อหาที่ 2

2.2 ผลการวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนแบ่งรายละเอียดตามมวลเนื้อหาของแบบสอบวินิจฉัยแบบสองระดับ เสนอรายละเอียดในตารางที่ 4.11

ตารางที่ 4.11 ผลวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนแบ่งรายละเอียดตามมวลเนื้อหาของแบบสอบวินิจฉัยแบบสองระดับ

ผลการวินิจฉัย		ความถี่	ร้อยละ
กลุ่มที่ 1	มโนทัศน์ที่ถูกต้องทั้ง 3 มวลเนื้อหา	301	43.88
กลุ่มที่ 2	มโนทัศน์คลาดเคลื่อนเฉพาะมวลเนื้อหาที่ 1	16	2.33
กลุ่มที่ 3	มโนทัศน์คลาดเคลื่อนเฉพาะมวลเนื้อหาที่ 2	27	3.94
กลุ่มที่ 4	มโนทัศน์คลาดเคลื่อนเฉพาะมวลเนื้อหาที่ 3	35	5.10
กลุ่มที่ 5	มโนทัศน์ถูกต้องเฉพาะมวลเนื้อหาที่ 1	140	20.41
กลุ่มที่ 6	มโนทัศน์ถูกต้องเฉพาะมวลเนื้อหาที่ 2	8	1.17
กลุ่มที่ 7	มโนทัศน์ถูกต้องเฉพาะมวลเนื้อหาที่ 3	20	2.92
กลุ่มที่ 8	มโนทัศน์คลาดเคลื่อนทั้ง 3 มวลเนื้อหา	139	20.26
รวม		686	100

จากตารางที่ 4.11 พบว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ทำแบบสอบวินิจฉัยแบบสองระดับ สามารถวินิจฉัยได้ว่ากลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่จัดอยู่ในกลุ่มที่ 1 คือนักเรียนที่มีมโนทัศน์ที่ถูกต้องทั้ง 3 มวลเนื้อหา จำนวน 301 คน (ร้อยละ 43.88) รองลงมานักเรียนจัดอยู่ในกลุ่มที่ 5 คือนักเรียนที่มีมโนทัศน์ที่ถูกต้องเฉพาะในมวลเนื้อหาที่ 1 จำนวน 140 คน (ร้อยละ 20.41) ส่วนนักเรียนที่จัดอยู่ในกลุ่มที่ 8 คือนักเรียนที่มีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนทั้ง 3 มวลเนื้อหา จำนวน 139 คน (ร้อยละ 20.26) ส่วนที่เหลือมีกลุ่มที่ 4 จำนวน 35 คน (ร้อยละ 5.10) เป็นนักเรียนที่มีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนเฉพาะมวลเนื้อหาที่ 3 ส่วนนักเรียนกลุ่มที่ 3 จำนวน 27 คน (ร้อยละ 3.94) เป็นนักเรียนที่มีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนเฉพาะมวลเนื้อหาที่ 2 ในกลุ่มที่ 7 มีจำนวน 20 คน (ร้อยละ 2.92) เป็นผู้ที่มีมโนทัศน์ที่ถูกต้องเฉพาะมวลเนื้อหาที่ 3 และกลุ่มที่ 2 มีจำนวน 16 คน (ร้อยละ 2.33) เป็นผู้ที่มีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนเฉพาะมวลที่ 1 และกลุ่มสุดท้ายคือกลุ่มที่ 6 จำนวน 8 คน (ร้อยละ 1.17) เป็นนักเรียนที่มีมโนทัศน์ที่ถูกต้องเฉพาะมวลเนื้อหาที่ 2

**ตอนที่ 4 ผลการตรวจสอบคุณภาพของแบบสอบวินิจฉัยวิชาคณิตศาสตร์แบบประเพณีนิยมและแบบสองระดับ แบ่งออกเป็น 3 ส่วน ดังนี้**

ส่วนที่ 1 ผลการตรวจสอบความตรงตามเกณฑ์สัมพันธ

ส่วนที่ 2 ผลการตรวจสอบความเที่ยงซึ่งแทนด้วยสัมประสิทธิ์การสรูปอ้างอิง

ส่วนที่ 3 ผลการเปรียบเทียบคุณภาพของแบบสอบวินิจฉัยวิชาคณิตศาสตร์

แบบประเพณีนิยมและแบบสองระดับ

**ส่วนที่ 1 ผลการตรวจสอบความตรงตามเกณฑ์สัมพันธ**

หลังจากได้ผลคะแนนการวินิจฉัยด้วยแบบสอบแบบสอบวินิจฉัยวิชาคณิตศาสตร์แบบประเพณีนิยมและแบบสองระดับ ผู้วิจัยดำเนินการตรวจสอบความตรงของแบบสอบวินิจฉัยแบบความตรงตามเกณฑ์สัมพันธ เกณฑ์ที่ใช้คือผลการวินิจฉัยจากครูผู้สอนวิชาคณิตศาสตร์โดยให้นักเรียนใช้วิธีการคิดออกเสียง (thinking aloud) โดยสุ่มนักเรียนที่มีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนใช้การสุ่มแบบอย่างง่าย (simple random sampling) จากนักเรียนที่มีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนทั้งหมดโรงเรียนละ 5 คน ได้นักเรียนทั้งหมด 40 คน เสนอผลการวินิจฉัยทั้ง 2 วิธีและผลการวิเคราะห์ความตรงเชิงเกณฑ์สัมพันธในรายมวลเนื้อหา และรวมทั้งฉบับ ในตารางที่ 4.12 และตารางที่ 4.13 ตามลำดับ

ตารางที่ 4.12 ผลการวิเคราะห์ความตรงเชิงเกณฑ์สัมพัทธ์รายมวลเนื้อหา

คนที่	คะแนน/ผลการวินิจฉัยมโนทัศน์ที่ได้จากการใช้วิธีการ											
	คิดออกเสียง					แบบสอบวินิจฉัย ประเพณีนิยม			แบบสอบวินิจฉัย สองระดับ			
	มวลเนื้อหา			ผลการวินิจฉัย	มวลเนื้อหา			ผลการวินิจฉัย	มวลเนื้อหา			ผลการวินิจฉัย
	1	2	3		1	2	3		1	2	3	
1	2	0	0	กลุ่มที่ 8	0	0	0	กลุ่มที่ 8	0	0	0	กลุ่มที่ 8
2	2	0	0	กลุ่มที่ 8	2	0	0	กลุ่มที่ 8	1	0	0	กลุ่มที่ 8
3	2	2	2	กลุ่มที่ 8	1	2	1	กลุ่มที่ 8	1	0	0	กลุ่มที่ 8
4	2	0	0	กลุ่มที่ 8	2	0	0	กลุ่มที่ 8	1	0	2	กลุ่มที่ 8
5	2	2	2	กลุ่มที่ 8	2	2	0	กลุ่มที่ 8	2	3	0	กลุ่มที่ 8
6	4	2	2	กลุ่มที่ 5	4	0	2	กลุ่มที่ 5	3	0	1	กลุ่มที่ 5
7	0	0	0	กลุ่มที่ 8	0	2	4	กลุ่มที่ 2	3	2	0	กลุ่มที่ 5
8	4	0	0	กลุ่มที่ 5	4	0	0	กลุ่มที่ 5	4	0	0	กลุ่มที่ 5
9	4	0	4	กลุ่มที่ 3	4	2	4	กลุ่มที่ 3	0	1	2	กลุ่มที่ 8
10	4	2	2	กลุ่มที่ 5	4	2	2	กลุ่มที่ 5	3	0	0	กลุ่มที่ 5
11	4	2	2	กลุ่มที่ 5	4	2	1	กลุ่มที่ 5	4	1	0	กลุ่มที่ 5
12	1	4	0	กลุ่มที่ 6	4	2	0	กลุ่มที่ 5	4	0	0	กลุ่มที่ 5
13	2	0	0	กลุ่มที่ 8	3	0	0	กลุ่มที่ 5	0	0	0	กลุ่มที่ 8
14	2	0	0	กลุ่มที่ 8	4	0	0	กลุ่มที่ 5	2	0	0	กลุ่มที่ 8
15	0	0	0	กลุ่มที่ 8	0	0	0	กลุ่มที่ 8	0	0	0	กลุ่มที่ 8
16	2	0	0	กลุ่มที่ 8	2	0	0	กลุ่มที่ 8	1	0	0	กลุ่มที่ 8
17	2	2	2	กลุ่มที่ 8	1	2	4	กลุ่มที่ 2	2	2	0	กลุ่มที่ 8
18	2	0	0	กลุ่มที่ 8	2	0	0	กลุ่มที่ 8	1	0	2	กลุ่มที่ 8
19	2	2	2	กลุ่มที่ 8	2	2	0	กลุ่มที่ 8	2	3	0	กลุ่มที่ 8
20	2	0	0	กลุ่มที่ 8	0	0	0	กลุ่มที่ 8	0	0	0	กลุ่มที่ 8
21	2	0	0	กลุ่มที่ 8	2	0	0	กลุ่มที่ 8	1	0	0	กลุ่มที่ 8
22	2	2	2	กลุ่มที่ 8	1	2	1	กลุ่มที่ 8	1	0	0	กลุ่มที่ 8



ตารางที่ 4.12 (ต่อ) ผลการวิเคราะห์ความตรงเชิงเกณฑ์สัมพัทธ์รายมวลเนื้อหา

คนที่	คะแนน/ผลการวินิจฉัยมโนทัศน์ที่ได้จากการใช้วิธีการ											
	คิดออกเสียง				แบบสอบวินิจฉัย ประเพณีนิยม			แบบสอบวินิจฉัย สองระดับ				
	มวลเนื้อหา			ผลการวินิจฉัย	มวลเนื้อหา			ผลการวินิจฉัย	มวลเนื้อหา			ผลการวินิจฉัย
	1	2	3		1	2	3		1	2	3	
23	3	0	0	กลุ่มที่ 5	2	0	0	กลุ่มที่ 8	2	0	2	กลุ่มที่ 8
24	2	2	2	กลุ่มที่ 8	2	2	0	กลุ่มที่ 8	2	2	0	กลุ่มที่ 8
25	4	2	2	กลุ่มที่ 5	4	0	3	กลุ่มที่ 3	3	0	1	กลุ่มที่ 5
26	0	0	0	กลุ่มที่ 8	0	2	4	แบบที่ 2	0	2	0	กลุ่มที่ 8
27	4	0	0	กลุ่มที่ 5	4	0	0	กลุ่มที่ 5	4	0	0	กลุ่มที่ 5
28	4	0	4	กลุ่มที่ 3	4	2	4	กลุ่มที่ 3	2	1	1	กลุ่มที่ 8
29	4	2	2	กลุ่มที่ 5	4	2	2	กลุ่มที่ 5	3	0	0	กลุ่มที่ 5
30	4	2	2	กลุ่มที่ 5	4	2	1	กลุ่มที่ 5	2	1	0	กลุ่มที่ 8
31	1	4	0	กลุ่มที่ 6	4	2	0	กลุ่มที่ 5	3	0	0	กลุ่มที่ 5
32	2	0	0	กลุ่มที่ 8	3	0	0	กลุ่มที่ 5	4	0	0	กลุ่มที่ 5
33	2	0	0	กลุ่มที่ 8	4	0	0	กลุ่มที่ 5	1	3	0	กลุ่มที่ 6
34	0	0	0	กลุ่มที่ 8	0	0	0	กลุ่มที่ 8	0	0	0	กลุ่มที่ 8
35	2	0	0	กลุ่มที่ 8	2	0	0	กลุ่มที่ 8	1	0	0	กลุ่มที่ 8
36	2	2	2	กลุ่มที่ 8	1	2	4	กลุ่มที่ 7	1	0	0	กลุ่มที่ 8
37	2	0	0	กลุ่มที่ 8	2	0	0	กลุ่มที่ 8	1	0	2	กลุ่มที่ 8
38	2	2	2	กลุ่มที่ 8	2	2	0	กลุ่มที่ 8	2	2	0	กลุ่มที่ 8
39	2	0	0	กลุ่มที่ 8	0	0	0	กลุ่มที่ 8	0	0	0	กลุ่มที่ 8
40	2	0	0	กลุ่มที่ 8	2	0	0	กลุ่มที่ 8	1	0	2	กลุ่มที่ 8

จากตารางที่ 4.12 แสดงคะแนน ผลการวินิจฉัยมโนทัศน์ที่ได้จากการใช้วิธีการคิดออกเสียง การวินิจฉัยด้วยแบบสอบวินิจฉัยแบบประเพณีนิยม การวินิจฉัยด้วยแบบสอบวินิจฉัยแบบสองระดับ พบว่า จากนักเรียนทั้งหมด 40 คน วิธีการวินิจฉัยด้วยวิธีการคิดออกเสียงนักเรียนส่วนใหญ่อยู่ในกลุ่มที่ 8 คือ มีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนทั้ง 3 มวลเนื้อหา จำนวน 27 คน อยู่ในกลุ่มที่ 5 คือ มีมโนทัศน์ถูกต้องเฉพาะมวลเนื้อหาที่ 1 จำนวน 9 คน อยู่ในกลุ่มที่ 3 คือ มีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนเฉพาะมวลเนื้อหาที่ 2 จำนวน 2 คน และอยู่ในกลุ่มที่ 6 คือ มีมโนทัศน์ถูกต้องเฉพาะมวลเนื้อหาที่ 2 จำนวน 2 คน

การวินิจฉัยด้วยแบบสอบวินิจฉัยแบบประเพณีนิยม นักเรียนส่วนใหญ่อยู่ในกลุ่มที่ 8 คือ มีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนทั้ง 3 มวลเนื้อหา จำนวน 20 คน อยู่ในกลุ่มที่ 5 คือ มีมโนทัศน์ถูกต้องเฉพาะมวลเนื้อหาที่ 1 จำนวน 13 คน อยู่ในกลุ่มที่ 3 คือ มีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนเฉพาะมวลเนื้อหาที่ 2 จำนวน 2 คน กลุ่มที่ 2 คือ มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนเฉพาะมวลเนื้อหาที่ 1 จำนวน 3 คน และอยู่ในกลุ่มที่ 7 คือ มีมโนทัศน์ถูกต้องเฉพาะมวลเนื้อหาที่ 3 จำนวน 2 คน

การวินิจฉัยด้วยแบบสอบวินิจฉัยแบบสองระดับ นักเรียนส่วนใหญ่อยู่ในกลุ่มที่ 8 คือ มีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนทั้ง 3 มวลเนื้อหา จำนวน 28 คน อยู่ในกลุ่มที่ 5 คือ มีมโนทัศน์ถูกต้องเฉพาะมวลเนื้อหาที่ 1 จำนวน 11 คน และอยู่ในกลุ่มที่ 6 คือ มีมโนทัศน์ถูกต้องเฉพาะมวลเนื้อหาที่ 2 จำนวน 2 คน

จากตารางที่ 4.12 เพื่อความชัดเจนในการเปรียบเทียบผลการวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนของนักเรียนด้วยวิธีการคิดออกเสียง และวินิจฉัยด้วยแบบสอบวินิจฉัยแบบประเพณีนิยมจึงแสดงจำนวนนักเรียนจำแนกตามกลุ่มแบบการคิดในตารางที่ 4.13 ส่วนการเปรียบเทียบผลการวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนของนักเรียนด้วยวิธีการคิดออกเสียง และวินิจฉัยด้วยแบบสอบวินิจฉัยแบบสองระดับแสดงจำนวนนักเรียนจำแนกตามกลุ่มแบบการคิดในตารางที่ 4.14 มีรายละเอียดดังนี้

สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.13 จำนวนนักเรียนจำแนกตามกลุ่มแบบการคิดที่วินิจฉัยได้ด้วยวิธีการคิดออกเสียงและ  
วินิจฉัยด้วยแบบสอบวินิจฉัยแบบประเพณีนิยม

		วินิจฉัยด้วยแบบสอบวินิจฉัยแบบประเพณีนิยม								
		กลุ่มที่ 1	กลุ่มที่ 2	กลุ่มที่ 3	กลุ่มที่ 4	กลุ่มที่ 5	กลุ่มที่ 6	กลุ่มที่ 7	กลุ่มที่ 8	รวม
วินิจฉัย ด้วย วิธีการ คิด ออก เสียง	กลุ่มที่ 1									0 (0.00)
	กลุ่มที่ 2									0 (0.00)
	กลุ่มที่ 3			2 (5.00)						2 (5.00)
	กลุ่มที่ 4									0 (0.00)
	กลุ่มที่ 5			1 (2.50)		7 (17.50)			1 (2.50)	9 (22.50)
	กลุ่มที่ 6					2 (5.00)				2 (5.00)
	กลุ่มที่ 7									0 (0.00)
	กลุ่มที่ 8		3 (7.50)				4 (10.00)		1 (2.50)	19 (47.50)
รวม	0 (0.00)	3 (7.50)	3 (7.50)	0 (0.00)	13 (32.50)	0 (0.00)	1 (2.50)	20 (50.00)	40 (100.00)	

จากตารางที่ 4.13 พบว่า ผลการวินิจฉัยด้วยวิธีการคิดออกเสียงที่สอดคล้องเหมือนกับผลการวินิจฉัยด้วยแบบสอบวินิจฉัยแบบประเพณีนิยมมีจำนวน 28 คน คิดเป็นร้อยละ 70.00 จากนักเรียนทั้งหมด 40 คน โดยผลการวินิจฉัยด้วยวิธีการคิดออกเสียงและแบบสอบวินิจฉัยแบบประเพณีนิยมวินิจฉัยว่านักเรียนส่วนใหญ่อยู่ในกลุ่มที่ 8 สอดคล้องเหมือนกันทั้ง 2 วิธีการ จำนวน 19 คน คิดเป็นร้อยละ 47.50 อยู่ในกลุ่มที่ 5 สอดคล้องเหมือนกัน จำนวน 7 คน คิดเป็นร้อยละ 17.50 และ อยู่ในกลุ่มที่ 3 สอดคล้องเหมือนกัน จำนวน 2 คน คิดเป็นร้อยละ 5.00

ตารางที่ 4.14 จำนวนนักเรียนจำแนกตามกลุ่มแบบการคิดที่วินิจฉัยได้ด้วยวิธีการคิดออกเสียงและ  
วินิจฉัยด้วยแบบสอบวินิจฉัยแบบสองระดับ

		วินิจฉัยด้วยแบบสอบวินิจฉัยแบบสองระดับ								
		กลุ่มที่ 1	กลุ่มที่ 2	กลุ่มที่ 3	กลุ่มที่ 4	กลุ่มที่ 5	กลุ่มที่ 6	กลุ่มที่ 7	กลุ่มที่ 8	รวม
วินิจฉัย ด้วย วิธีการ คิด ออก เสียง	กลุ่มที่ 1									0 (0.00)
	กลุ่มที่ 2									0 (0.00)
	กลุ่มที่ 3								2 (5.00)	2 (5.00)
	กลุ่มที่ 4									0 (0.00)
	กลุ่มที่ 5					5 (12.50)			3 (7.50)	8 (20.00)
	กลุ่มที่ 6					2 (5.00)			1 (2.50)	3 (7.50)
	กลุ่มที่ 7									0 (0.00)
	กลุ่มที่ 8					1 (2.50)			26 (65.00)	27 (67.50)
รวม		0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	8 (20.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	32 (80.00)	40 (100.00)

จากตารางที่ 4.14 พบว่า ผลการวินิจฉัยด้วยวิธีการคิดออกเสียงที่สอดคล้องเหมือนกับผลการวินิจฉัยด้วยแบบสอบวินิจฉัยแบบสองระดับมีจำนวน 31 คน คิดเป็นร้อยละ 77.50 จากนักเรียนทั้งหมด 40 คน โดยผลการวินิจฉัยด้วยวิธีการคิดออกเสียงและแบบสอบวินิจฉัยแบบประเพณีนิยมวินิจฉัยว่านักเรียนส่วนใหญ่อยู่ในกลุ่มที่ 8 สอดคล้องเหมือนกันทั้ง 2 วิธีการ จำนวน 26 คน คิดเป็นร้อยละ 65.00 อยู่ในกลุ่มที่ 5 สอดคล้องเหมือนกัน จำนวน 5 คน คิดเป็นร้อยละ 12.

จากตารางที่ 4.13 และ 4.14 พบว่า จำนวนนักเรียนจำแนกตามกลุ่มการคิดจากการวินิจฉัยด้วยวิธีการคิดออกเสียงสอดคล้องเหมือนกับผลการวินิจฉัยด้วยแบบสอบวินิจฉัยแบบสองระดับมีจำนวนมากกว่าผลการวินิจฉัยด้วยแบบสอบวินิจฉัยแบบประเพณีนิยม เพื่อความมั่นใจจึงตรวจสอบความสัมพันธ์ของผลการวินิจฉัยด้านความตรงตามเกณฑ์สัมพัทธ์ มีรายละเอียดดังตารางที่ 4.15

**ตารางที่ 4.15** ผลการวิเคราะห์ความตรงเชิงเกณฑ์สัมพัทธ์รายฉบับ

แบบสอบวินิจฉัย	สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์	ระดับนัยสำคัญ
แบบประเพณีนิยม	0.601	0.01
แบบสองระดับ	0.724	0.01

จากตารางที่ 4.15 พบว่า ผลการตรวจสอบความตรงตามเกณฑ์สัมพัทธ์ โดยใช้วิธีการคิดออกเสียง แบบสอบวินิจฉัยแบบสองระดับมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์สูงกว่าแบบประเพณีนิยม โดยแบบสอบวินิจฉัยแบบประเพณีนิยมมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ 0.61 และแบบสอบวินิจฉัยแบบสองระดับมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ 0.724 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01

## ส่วนที่ 2 ผลการตรวจสอบความเที่ยงซึ่งแทนด้วยสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิง

หลังจากได้ผลคะแนนการวินิจฉัยด้วยแบบสอบแบบสอบวินิจฉัยวิชาคณิตศาสตร์แบบประเพณีนิยมและแบบสองระดับ ผู้วิจัยดำเนินการตรวจสอบความเที่ยงของแบบสอบวินิจฉัยแบบประเพณีนิยมและแบบสองระดับ ซึ่งแทนด้วยค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิง (Generalizability Coefficient) มีขั้นตอนการตรวจสอบความเที่ยง คือ ขั้นแรกประมาณค่าความแปรปรวนคะแนนที่ได้จากการวินิจฉัย ขั้นที่ 2 ประมาณค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงของคะแนนที่ได้จากการวินิจฉัย

2.1 ผลการประมาณค่าความแปรปรวนคะแนนที่ได้จากการวินิจฉัยขององค์ประกอบ 3 องค์ประกอบที่มีผลต่อค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิง (Generalizability Coefficient) ของคะแนนการวินิจฉัยด้วยแบบสอบแบบสอบวินิจฉัยวิชาคณิตศาสตร์แบบประเพณีนิยมและแบบสองระดับ

ผู้วิจัยวิเคราะห์ข้อมูลมีจุดมุ่งหมายเพื่อคำนวณหาความแปรปรวนตามแหล่งความแปรปรวนต่างๆในเอกภพค่าสังเกตที่เป็นไปได้ทั้งหมดที่แยกเป็นอิสระจากกันขององค์ประกอบ 3 องค์ประกอบ ได้แก่ นักเรียน (P) มวลเนื้อหา (C) จำนวนข้อสอบต่อมวลเนื้อหา (I:C) รวมทั้งผลร่วมระหว่างนักเรียนกับมวลเนื้อหา (PC) ส่วนที่เหลือ (PI:C) ของคะแนนการวินิจฉัยด้วยแบบสอบแบบสอบวินิจฉัยวิชาคณิตศาสตร์แบบประเพณีนิยมและแบบสองระดับ เสนอรายละเอียดดังตารางที่ 4.16 และตารางที่ 4.17



ตารางที่ 4.16 ผลการประมาณค่าความแปรปรวนขององค์ประกอบ 3 องค์ประกอบที่มีผลต่อค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงของคะแนนการวินิจฉัยด้วยแบบสอบวินิจฉัยวิชาคณิตศาสตร์แบบประเพณีนิยม

SOURCE OF VARIATION	DF	SS	MS	ESTIMATED VARIANCE COMPONENT	% OF TOTAL VARIANCE
P	685	640.133	0.935	0.063	44.06
C	2	30.129	15.065	0.005	3.50
I:C	9	1.409	0.157	0.001	0.000
PC	1370	241.371	0.176	0.034	23.78
PI:C	6165	250.841	0.041	0.041	28.67
TOTAL	8231	1163.88	16.374	0.143	100.00

เมื่อ P	แทน	นักเรียน
C	แทน	มวลเนื้อหา
I:C	แทน	จำนวนข้อสอบต่อมวลเนื้อหา
PC	แทน	ผลร่วมระหว่างนักเรียนกับมวลเนื้อหา
PI:C	แทน	ส่วนที่เหลือ

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลตามตาราง 4.16 พบว่า คะแนนการวินิจฉัยด้วยแบบสอบวินิจฉัยวิชาคณิตศาสตร์แบบประเพณีนิยม ค่าความแปรปรวนของแหล่งต่างๆ เมื่อเทียบกับค่าความแปรปรวนรวมมีค่าเรียงลำดับจากมากไปน้อยดังนี้ ความแปรปรวนของนักเรียนมีค่า 0.063 คิดเป็นร้อยละ 44.06 รองลงมาคือความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อนเชิงสุ่มที่ไม่สามารถระบุแหล่งได้ชัดเจนมีค่า 0.041 คิดเป็นร้อยละ 28.67 ความแปรปรวนผลร่วมระหว่างนักเรียนกับมวลเนื้อหา มีค่า 0.034 คิดเป็นร้อยละ 23.78 ตามลำดับ แสดงว่าความแปรปรวนของคะแนนที่สังเกตได้จากการวินิจฉัยด้วยแบบสอบวินิจฉัยวิชาคณิตศาสตร์แบบประเพณีนิยม ประกอบด้วยความแปรปรวนของคะแนนจริงและความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อน โดยความแปรปรวนความคลาดเคลื่อนส่วนใหญ่เกิดจากความสามารถ ความรู้และความเข้าใจของนักเรียนแตกต่างกันจะส่งผลต่อความแปรปรวนของคะแนนที่สังเกตได้มากที่สุด ส่วนความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อนจำนวนข้อต่อมวลเนื้อหา มีผลต่อความแปรปรวนของคะแนนที่สังเกตได้น้อยมาก

ตารางที่ 4.17 ผลการประมาณค่าความแปรปรวนขององค์ประกอบ 3 องค์ประกอบที่มีผลต่อค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงของคะแนนการวินิจฉัยด้วยแบบสอบวินิจฉัยวิชาคณิตศาสตร์แบบสองระดับ

SOURCE OF VARIATION	DF	SS	MS	ESTIMATED VARIANCE COMPONENT	% OF TOTAL VARIANCE
P	685	882.452	1.288	0.086	36.91
C	2	77.132	38.566	0.014	6.01
I:C	9	6.910	0.768	0.001	0.43
PC	1370	356.535	0.260	0.043	18.45
PI:C	6165	550.590	0.089	0.089	38.20
TOTAL	8231	1873.62	40.971	0.233	100.00

เมื่อ P	แทน	นักเรียน
C	แทน	มวลเนื้อหา
I:C	แทน	จำนวนข้อสอบต่อมวลเนื้อหา
PC	แทน	ผลร่วมระหว่างนักเรียนกับมวลเนื้อหา
PI:C	แทน	ส่วนที่เหลือ

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลตามตาราง 4.17 พบว่า คะแนนการวินิจฉัยด้วยแบบสอบแบบสอบวินิจฉัยวิชาคณิตศาสตร์แบบประเพณีนิยมและแบบสองระดับ ค่าความแปรปรวนของแหล่งต่างๆ เมื่อเทียบกับค่าความแปรปรวนรวมมีค่าเรียงลำดับจากมากไปน้อยดังนี้ ความแปรปรวนของนักเรียนมีค่า 0.086 คิดเป็นร้อยละ 36.91 รองลงมาคือความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อนเชิงสุ่มที่ไม่สามารถระบุแหล่งได้ชัดเจนมีค่า 0.089 คิดเป็นร้อยละ 38.20 ความแปรปรวนผลร่วมระหว่างนักเรียนกับมวลเนื้อหามีค่า 0.043 คิดเป็นร้อยละ 18.45 ตามลำดับแสดงว่าความแปรปรวนของคะแนนที่สังเกตได้จากการวินิจฉัยด้วยแบบสอบวินิจฉัยวิชาคณิตศาสตร์แบบสองระดับ ประกอบด้วยความแปรปรวนของคะแนนจริงและความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อน โดยความแปรปรวนความคลาดเคลื่อนส่วนใหญ่เกิดจากความสามารถ ความรู้และความเข้าใจของนักเรียนแตกต่างกันจะส่งผลต่อความแปรปรวนของคะแนนที่สังเกตได้มากที่สุด ส่วนความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อนจำนวนข้อต่อมวลเนื้อหามีผลต่อความแปรปรวนของคะแนนที่สังเกตได้น้อยมาก

2.2 การประมาณค่าสัมประสิทธิ์การสรุปร่างของคะแนนการวินิจฉัยด้วยแบบสอบแบบสอบวินิจฉัยวิชาคณิตศาสตร์แบบประเพณีนิยม

ผู้วิจัยหาค่าความเที่ยงของคะแนนการวินิจฉัยจากค่าสัมประสิทธิ์การสรุปร่างโดยใช้โปรแกรม GENOVA ที่ได้จากคะแนนของแบบสอบวินิจฉัยทั้ง 2 ชนิดรูปแบบแผน PX(I:C) จำนวนนักเรียน 686 คน จำนวนมวลเนื้อหา 3 มวลเนื้อหา และจำนวนข้อสอบต่อมวลเนื้อหา คือ 4 ข้อต่อ 1 มวลเนื้อหา นำเสนอการประมาณค่าตามตารางที่ 4.18

ตารางที่ 4.18 ผลการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การสรุปร่างของคะแนนการวินิจฉัยด้วยแบบสอบวินิจฉัยวิชาคณิตศาสตร์แบบประเพณีนิยมและแบบสองระดับ

แบบสอบวินิจฉัย	เอกภพของการสรุปร่าง	$\sigma^2$ (P)	$\sigma^2$ (Rel)	$P^2$ (Rel)
แบบประเพณีนิยม	P,I,I:C Random	0.063	0.016	0.811
แบบสองระดับ	P,I,I:C Random	0.086	0.026	0.798

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลตามตารางที่ 4.18 พบว่าค่าสัมประสิทธิ์การสรุปร่างของคะแนนการวินิจฉัยด้วยแบบสอบวินิจฉัยวิชาคณิตศาสตร์แบบประเพณีนิยมมีค่าเท่ากับ 0.811 และค่าสัมประสิทธิ์การสรุปร่างของคะแนนการวินิจฉัยด้วยแบบสอบวินิจฉัยวิชาคณิตศาสตร์แบบสองระดับมีค่าเท่ากับ 0.798 หมายความว่าแบบสอบวินิจฉัยวิชาคณิตศาสตร์แบบประเพณีนิยมและแบบสองระดับมีความสามารถวินิจฉัยมโนทัศน์ได้คงเส้นคงวาอยู่ในระดับดี

### ส่วนที่ 3 ผลการเปรียบเทียบคุณภาพของแบบสอบวินิจฉัยวิชาคณิตศาสตร์แบบประเพณีนิยมและแบบสองระดับ

จากการตรวจสอบคุณภาพด้านความตรงและความเที่ยงของแบบสอบวินิจฉัยวิชาคณิตศาสตร์แบบประเพณีนิยมและแบบสองระดับ ทำให้ผู้วิจัยได้แบบสอบวินิจฉัยวิชาคณิตศาสตร์แบบประเพณีนิยมและแบบสองระดับที่มีคุณภาพโดยมีรายละเอียดดังตารางที่ 4.19

ตารางที่ 4.19 เปรียบเทียบคุณภาพด้านความตรงและความเที่ยงของแบบสอบวินิจฉัยวิชาคณิตศาสตร์  
แบบประเพณีนิยมและแบบสองระดับ

รายการ	แบบสอบวินิจฉัย แบบประเพณีนิยม	แบบสอบวินิจฉัย สองระดับ
ด้านความตรง		
ความตรงตามเนื้อหา	1.00	1.00
ความตรงเชิงวินิจฉัย	1.00	0.6-1.00
ความตรงเชิงเกณฑ์สัมพัทธ์	0.601	0.724
ด้านความเที่ยง		
ความเที่ยงแบบความสอดคล้องภายใน	0.84	0.82
ค่าสัมประสิทธิ์การสรูปอ้างอิง	0.811	0.798

จากตารางที่ 4.19 เมื่อตรวจสอบคุณภาพของแบบสอบวินิจฉัยแบบประเพณีนิยมและแบบสองระดับด้านความตรง 3 ประเภท ได้แก่ ความตรงตามเนื้อหา ความตรงเชิงวินิจฉัย ความตรงเชิงเกณฑ์สัมพัทธ์ พบว่า ด้านความตรงตามเนื้อหาเมื่อตรวจสอบคุณภาพเป็นรายข้อทั้งแบบสอบวินิจฉัยแบบประเพณีนิยมและแบบสองระดับทุกข้อมีค่าเท่ากับ 1.00 เช่นเดียวกัน แสดงว่าแบบสอบวินิจฉัยแบบประเพณีนิยมและแบบสองระดับทุกข้อสามารถวัดกลุ่มตัวอย่างเนื้อเรื่องได้ครอบคลุมและเป็นตัวแทนมวลเนื้อหาที่มุ่งวัดอยู่ในระดับสูง

ด้านความตรงเชิงวินิจฉัยเมื่อตรวจสอบคุณภาพเป็นรายข้อแบบสอบวินิจฉัยแบบประเพณีนิยมทุกข้อมีค่าเท่ากับ 1.00 และแบบสอบวินิจฉัยแบบสองระดับมีค่าอยู่ระหว่าง 0.6-1.00 แสดงว่าแบบสอบวินิจฉัยแบบประเพณีนิยมทุกข้อมีความสอดคล้องของตัวलगที่สร้างจากมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนกับประเด็นมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนอยู่ในระดับสูง ส่วนแบบสอบวินิจฉัยแบบสองระดับที่มีค่าความตรงเชิงวินิจฉัยอยู่ที่ 1.00 แสดงว่าแบบสอบวินิจฉัยแบบสองระดับข้อนั้นมีความสอดคล้องของตัวलगที่สร้างจากมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนกับประเด็นมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนอยู่ในระดับสูง และแบบสอบวินิจฉัยแบบสองระดับที่มีค่าความตรงเชิงวินิจฉัยอยู่ที่ 0.60 แสดงว่าแบบสอบวินิจฉัยแบบสองระดับข้อนั้นมีความสอดคล้องของตัวलगที่สร้างจากมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนกับประเด็นมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนอยู่ในระดับปานกลาง

ด้านความตรงเชิงเกณฑ์สัมพัทธ์เมื่อตรวจสอบคุณภาพเป็นรายฉบับของแบบสอบวินิจฉัยแบบประเพณีนิยมทั้งฉบับมีค่าเท่ากับ 0.601 และแบบสอบวินิจฉัยแบบสองระดับทั้งฉบับมีค่าเท่ากับ 0.724 แสดงว่าความสามารถของแบบสอบวินิจฉัยแบบสองระดับในการวัดมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนสอดคล้องกับการวินิจฉัยด้วยวิธีการคิดออกเสียงสูงกว่าแบบสอบวินิจฉัยแบบประเพณีนิยม

ความเที่ยงแบบสอดคล้องภายในเมื่อตรวจสอบคุณภาพเป็นรายฉบับของแบบสอบวินิจฉัยแบบประเพณีนิยมทั้งฉบับมีค่าเท่ากับ 0.84 และแบบสอบวินิจฉัยแบบสองระดับทั้งฉบับมีค่าเท่ากับ 0.82 แสดงว่าถ้านำแบบสอบวินิจฉัยแบบประเพณีนิยมและแบบสองระดับทำการวัดซ้ำหลายครั้ง มีความคงที่ในผลการวัดอยู่ในระดับสูงเช่นเดียวกัน

ค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงเมื่อตรวจสอบคุณภาพของแบบสอบวินิจฉัยแบบประเพณีนิยมทั้งฉบับมีค่าเท่ากับ 0.811 และแบบสอบวินิจฉัยแบบสองระดับทั้งฉบับมีค่าเท่ากับ 0.798 แสดงว่าถ้านำแบบสอบวินิจฉัยแบบประเพณีนิยมทำการวัดซ้ำหลายครั้งจะมีความคงที่ในผลการวัดอยู่ในระดับสูงกว่าแบบสอบวินิจฉัยแบบสองระดับ

เมื่อนำคุณภาพแต่ละด้านของแบบสอบแบบสอบวินิจฉัยแบบประเพณีนิยมและแบบสองระดับมาเปรียบเทียบกัน จะพบว่าแบบสอบวินิจฉัยแบบสองระดับจะมีคุณภาพด้านความตรงสูงกว่าแบบสอบวินิจฉัยแบบประเพณีนิยม แสดงว่าแบบสอบวินิจฉัยแบบสองระดับมีความถูกต้องแม่นยำในการวัดมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนดีกว่าแบบสอบวินิจฉัยแบบสองระดับ แต่เมื่อพิจารณาคุณภาพด้านความเที่ยง จะพบว่าแบบสอบวินิจฉัยแบบประเพณีนิยมมีคุณภาพด้านความเที่ยงสูงกว่าแบบสอบวินิจฉัยแบบสองระดับ แสดงว่าแบบสอบวินิจฉัยแบบประเพณีนิยมสามารถวัดมโนทัศน์ได้อย่างสม่ำเสมอดีกว่าแบบสอบวินิจฉัยแบบสองระดับ ทั้งนี้ในภาพรวมแบบสอบวินิจฉัยแบบประเพณีนิยมและแบบสองระดับทั้ง 2 ชนิด มีคุณภาพอยู่ในระดับที่สามารถนำไปใช้วัดมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนได้

**ตอนที่ 5 ผลการเปรียบเทียบสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงและความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อนระหว่างแบบสอบวินิจฉัยวิชาคณิตศาสตร์แบบประเพณีนิยมและแบบสองระดับที่มีจำนวนมวลเนื้อหาและจำนวนข้อต่อมวลเนื้อหาที่ต่างกัน**

การศึกษาเพื่อการตัดสินใจการสรุปอ้างอิง (D-STUDY) เลือกจำนวนมวลเนื้อหาและจำนวนข้อต่อมวลเนื้อหาที่เหมาะสมสำหรับวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนด้วยแบบสอบวินิจฉัยวิชาคณิตศาสตร์แบบประเพณีนิยมและแบบสองระดับ

การวิเคราะห์ขั้นตอนนี้เป็นการใช้ข้อมูลจากการศึกษาเพื่อการสรุปอ้างอิงมาศึกษาเพื่อการตัดสินใจการสรุปอ้างอิง (D-STUDY) ผู้วิจัยต้องการลดความคลาดเคลื่อนและเพิ่มความแม่นยำในการสรุปอ้างอิงโดยมีเงื่อนไขในการวัดคือ จำนวนมวลเนื้อหาและจำนวนข้อต่อมวลเนื้อหาให้จำนวนมวลเนื้อหาอยู่ระหว่าง 1-5 และจำนวนข้อต่อมวลเนื้อหาอยู่ระหว่าง 2 -8 ซึ่งเป็นจำนวนที่อยู่ในวิสัยที่สามารถนำไปปฏิบัติได้ โดยการตัดสินใจจากการวิเคราะห์ว่า จำนวนมวลเนื้อหาเท่าใดและจำนวนข้อต่อมวลเนื้อหาเท่าใด ให้ค่าสัมประสิทธิ์การอ้างอิงสูงสุด เพื่อให้เห็นการเปรียบเทียบค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิง ที่ได้จากการวินิจฉัยด้วยแบบสอบวินิจฉัยแบบ



ประเพณีนิยมและแบบสองระดับ ผู้วิจัยได้นำเสนอปรากฏผลดังตารางที่ 4.20 ตารางที่ 4.21 จำแนกตามชนิดของแบบสอบวินิจฉัย ตามลำดับ

**ตารางที่ 4.20** แสดงค่าความแปรปรวนของคะแนนเอกภพ ความคลาดเคลื่อน และค่าสัมประสิทธิ์การสรุปร่างอ้างอิงในการวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน ด้วยแบบสอบวินิจฉัยวิชาคณิตศาสตร์แบบประเพณีนิยมกรณีมีมวลเนื้อหาอยู่ระหว่าง 1-5 มวลเนื้อหา

EFFECT		ESTIMATED VARIANCE COMPONENT IN D-STUDY								
P X (I:C)	$n'_c =$	1	1	1	3	3	3	5	5	5
Design	$n'_1 =$	2	4	8	2	4	8	2	4	8
$\sigma^2 (P) = 0.063$	$\sigma^2 (P) =$	0.063	0.063	0.063	0.063	0.063	0.063	0.063	0.063	0.063
$\sigma^2 (C) = 0.005$	$\sigma^2 (C) =$	0.005	0.005	0.005	0.002	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001
$\sigma^2 (I:C) = 0.001$	$\sigma^2 (I:C) =$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
$\sigma^2 (PC) = 0.034$	$\sigma^2 (PC) =$	0.034	0.034	0.034	0.011	0.011	0.011	0.006	0.006	0.006
$\sigma^2 (PI:C) = 0.041$	$\sigma^2 (PI:C) =$	0.020	0.010	0.005	0.007	0.003	0.001	0.004	0.002	0.001
ERROR VARIANCE	$\sigma^2(\text{Rel}) =$	0.054	0.044	0.039	0.018	0.014	0.012	0.010	0.008	0.007
	$\sigma^2(\text{Abs}) =$	0.059	0.049	0.044	0.020	0.015	0.013	0.011	0.009	0.008
G-COEFFICIENT	$P^2(\text{Rel}) =$	0.538	0.589	0.619	0.778	0.811	0.830	0.854	0.878	0.890
	$P^2(\text{Abs}) =$	0.516	0.561	0.586	0.761	0.793	0.810	0.841	0.865	0.877

จากตารางที่ 4.20 พบว่า ถ้ากำหนดมวลเนื้อหา 1-5 มวลเนื้อหาจำนวนข้อสอบต่อมวลเนื้อหาที่มีจำนวน 2, 4 และ 8 ข้อ คะแนนของแบบสอบวินิจฉัยแบบประเพณีนิยมประมาณค่าความแปรปรวนของคะแนนเอกภพมีค่าเท่ากับ 0.063 ทุกเงื่อนไขการวัด ค่าความคลาดเคลื่อนในกรณีมวลเนื้อหา 1 มวลเนื้อหา มีค่าเท่ากับ 0.054, 0.044 และ 0.039 ตามลำดับ ค่าความคลาดเคลื่อนในกรณีมวลเนื้อหา 3 มวลเนื้อหา มีค่าเท่ากับ 0.018, 0.014 และ 0.012 ตามลำดับ ค่าความคลาดเคลื่อนในกรณีมวลเนื้อหา 5 มวลเนื้อหา มีค่าเท่ากับ 0.010, 0.008 และ 0.007 ตามลำดับ แสดงให้เห็นว่าเมื่อเพิ่มจำนวนมวลเนื้อหามากขึ้นความคลาดเคลื่อนมีค่าน้อยลง โดยในแต่ละจำนวนมวลเนื้อหาเมื่อเพิ่มจำนวนข้อค่าความคลาดเคลื่อนมีค่าน้อยลงเช่นกัน

ค่าสัมประสิทธิ์การสรุปร่างอ้างอิงในกรณีมวลเนื้อหา 1 มวลเนื้อหา มีค่าเท่ากับ 0.538, 0.589 และ 0.619 ตามลำดับ ค่าสัมประสิทธิ์การสรุปร่างอ้างอิงในกรณีมวลเนื้อหา 3 มวลเนื้อหา มีค่าเท่ากับ 0.778, 0.811 และ 0.830 ตามลำดับ ค่าสัมประสิทธิ์การสรุปร่างอ้างอิงในกรณีมวลเนื้อหา 5 มวลเนื้อหา มีค่าเท่ากับ 0.854, 0.878 และ 0.890 ตามลำดับ แสดงให้เห็นว่าเมื่อเพิ่มจำนวนมวลเนื้อหา

สัมประสิทธิ์การสรุปร่างมีค่ามากขึ้น โดยในแต่ละจำนวนมวลเนื้อหาเมื่อเพิ่มจำนวนข้อคำถาม  
สัมประสิทธิ์การสรุปร่างมีค่าเพิ่มมากขึ้นเช่นกัน

ตารางที่ 4.21 แสดงค่าความแปรปรวนของคะแนนเอกภพ ความคลาดเคลื่อน และค่าสัมประสิทธิ์การสรุปร่าง  
ในการวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน ด้วยแบบสอบวินิจฉัยวิชาคณิตศาสตร์แบบสองระดับกรณี  
มีมวลเนื้อหาอยู่ระหว่าง 1-5 มวลเนื้อหา

EFFECT		ESTIMATED VARIANCE COMPONENT IN D-STUDY								
P X (I:C)	$n'_c =$	1	1	1	3	3	3	5	5	5
Design	$n'_1 =$	2	4	8	2	4	8	2	4	8
$\sigma^2 (P) = 0.086$	$\sigma^2 (P) =$	0.086	0.086	0.086	0.086	0.086	0.086	0.086	0.086	0.086
$\sigma^2 (C) = 0.014$	$\sigma^2 (C) =$	0.014	0.014	0.014	0.005	0.005	0.005	0.003	0.003	0.003
$\sigma^2 (I:C) = 0.001$	$\sigma^2 (I:C) =$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
$\sigma^2 (PC) = 0.043$	$\sigma^2 (PC) =$	0.043	0.043	0.043	0.014	0.014	0.014	0.009	0.009	0.009
$\sigma^2 (PI:C) = 0.089$	$\sigma^2 (PI:C) =$	0.045	0.022	0.011	0.015	0.007	0.004	0.009	0.004	0.002
ERROR VARIANCE	$\sigma^2 (Rel) =$	0.088	0.065	0.054	0.029	0.021	0.018	0.018	0.013	0.011
	$\sigma^2 (Abs) =$	0.102	0.079	0.068	0.034	0.026	0.023	0.021	0.016	0.014
G-COEFFICIENT	$P^2 (Rel) =$	0.495	0.568	0.614	0.746	0.798	0.827	0.830	0.868	0.888
	$P^2 (Abs) =$	0.457	0.520	0.558	0.717	0.765	0.791	0.808	0.844	0.863

จากตารางที่ 4.21 พบว่า ถ้ากำหนดมวลเนื้อหา 1-5 มวลเนื้อหาจำนวนข้อสอบต่อมวล  
เนื้อหาจำนวน 2, 4 และ 8 ข้อ คะแนนของแบบสอบวินิจฉัยแบบประเพณีนิยมประมาณค่าความ  
แปรปรวนของคะแนนเอกภพมีค่าเท่ากับ 0.086 ทุกเงื่อนไขการวัด ค่าความคลาดเคลื่อนในกรณีมวล  
เนื้อหา 1 มวลเนื้อหา มีค่าเท่ากับ 0.088, 0.065 และ 0.054 ตามลำดับ ค่าความคลาดเคลื่อนในกรณี  
มวลเนื้อหา 3 มวลเนื้อหา มีค่าเท่ากับ 0.029, 0.021 และ 0.018 ตามลำดับ ค่าความคลาดเคลื่อนใน  
กรณีมวลเนื้อหา 5 มวลเนื้อหา มีค่าเท่ากับ 0.018, 0.013 และ 0.011 ตามลำดับ แสดงให้เห็นว่าเมื่อ  
เพิ่มจำนวนมวลเนื้อหาเพิ่มขึ้นความคลาดเคลื่อนมีค่าน้อยลง โดยในแต่ละจำนวนมวลเนื้อหาเมื่อ  
เพิ่มจำนวนข้อคำถามความคลาดเคลื่อนมีค่าน้อยลงเช่นกัน

ค่าสัมประสิทธิ์การสรุปร่างในกรณีมวลเนื้อหา 1 มวลเนื้อหา มีค่าเท่ากับ 0.495, 0.568  
และ 0.614 ตามลำดับ ค่าสัมประสิทธิ์การสรุปร่างในกรณีมวลเนื้อหา 3 มวลเนื้อหา มีค่าเท่ากับ  
0.746, 0.798 และ 0.827 ตามลำดับ ค่าสัมประสิทธิ์การสรุปร่างในกรณีมวลเนื้อหา 5 มวลเนื้อหา  
มีค่าเท่ากับ 0.830, 0.868 และ 0.888 ตามลำดับ แสดงให้เห็นว่ามีเพิ่มจำนวนมวลเนื้อหา

สัมประสิทธิ์การสรูปอ้างอิงมีค่ามากขึ้น โดยในแต่ละจำนวนมวลเนื้อหาเมื่อเพิ่มจำนวนข้อค่าสัมประสิทธิ์การสรูปอ้างอิงมีค่าเพิ่มมากขึ้นเช่นกัน

จากค่าความแปรปรวนของคะแนนเอกภพ ความคลาดเคลื่อน และค่าสัมประสิทธิ์การสรูปอ้างอิง ในการวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนด้วยแบบสอบวินิจฉัย แสดงตามชนิดของแบบสอบวินิจฉัยดังตารางที่ 4.20 และตารางที่ 4.21 ผู้วิจัยต้องการเปรียบเทียบค่าความแปรปรวนของคะแนนเอกภพ ผู้วิจัยต้องการเปรียบเทียบค่าความคลาดเคลื่อน และค่าสัมประสิทธิ์การสรูปอ้างอิง ของแบบสอบวินิจฉัยวิชาคณิตศาสตร์แบบประเพณีนิยมและแบบสองระดับเป็นรายจำนวนมวลเนื้อหา ผู้วิจัยจึงได้เปรียบเทียบค่าประมาณของแบบสอบวินิจฉัยทั้ง 2 ชนิด โดยจำแนกตามจำนวนมวลเนื้อหา มีรายละเอียดดังนี้

**ตารางที่ 4.22** แสดงการเปรียบเทียบค่าความแปรปรวนของคะแนนเอกภพ ความคลาดเคลื่อน และค่าสัมประสิทธิ์การสรูปอ้างอิง (Generalizability Coefficient) ในการวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนด้วยแบบสอบวินิจฉัยวิชาคณิตศาสตร์แบบประเพณีนิยม และแบบสองระดับ กรณีมีมวลเนื้อหา 1 มวลเนื้อหา

แบบสอบวินิจฉัย	ESTIMATED VARIANCE COMPONENT IN D-STUDY					
	$n'_c$	1	1	1	1	1
	$n'_I$	2	4	6	8	10
แบบประเพณีนิยม	$\sigma^2 (P)$	0.063	0.063	0.063	0.063	0.063
	$\sigma^2 (Rel)$	0.059	0.049	0.046	0.044	0.043
	$P^2 (Rel)$	0.538	0.589	0.609	0.612	0.625
แบบสองระดับ	$\sigma^2 (P)$	0.086	0.086	0.086	0.086	0.086
	$\sigma^2 (Rel)$	0.102	0.079	0.072	0.068	0.065
	$P^2 (Rel)$	0.495	0.568	0.598	0.614	0.624

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลตามตารางที่ 4.22 พบว่า ถ้ากำหนดมวลเนื้อหา 1 มวลเนื้อหา จำนวนข้อสอบต่อมวลเนื้อหามีจำนวน 2,4, 6, 8 และ 10 ข้อ คะแนนของแบบสอบวินิจฉัยแบบประเพณีนิยมประมาณค่าสัมประสิทธิ์การสรูปอ้างอิงเท่ากับ 0.538, 0.589, 0.609, 0.612 และ 0.625 ตามลำดับ และเมื่อใช้คะแนนของแบบสอบวินิจฉัยแบบสองระดับประมาณค่าสัมประสิทธิ์การสรูปอ้างอิงเท่ากับ 0.498, 0.568, 0.598, 0.614 และ 0.624 แสดงให้เห็นว่าเมื่อเพิ่มจำนวนข้อมากขึ้นค่าสัมประสิทธิ์การสรูปอ้างอิงมีค่าเพิ่มมากขึ้นอยู่ในระดับคงที่ จนกระทั่งไม่เปลี่ยนแปลงถ้าศึกษาจำนวนข้อโดยเพิ่มจำนวนข้อให้มากขึ้นเรื่อย ๆ ค่าสัมประสิทธิ์การสรูปอ้างอิงเพิ่มขึ้นน้อยมาก แต่

ไม่เกิน 0.65 ดังนั้นเมื่อกำหนดมวลเนื้อหา 1 มวลเนื้อหา ค่าสัมประสิทธิ์การสรุปล้างอิงอยู่ระหว่าง 0.4-0.65

**ตารางที่ 4.23** แสดงการเปรียบเทียบค่าความแปรปรวนของคะแนนเอกภพ ความคลาดเคลื่อน และค่าสัมประสิทธิ์การสรุปล้างอิง (Generalizability Coefficient) ในการวินิจฉัย มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนด้วยแบบสอบวินิจฉัยวิชาคณิตศาสตร์แบบประเพณีนิยม และแบบสองระดับ กรณีมีมวลเนื้อหา 2 มวลเนื้อหา

แบบสอบวินิจฉัย	ESTIMATED VARIANCE COMPONENT IN D-STUDY					
	$n'_c$	2	2	2	2	2
	$n'_I$	2	4	6	8	10
แบบประเพณีนิยม	$\sigma^2(P)$	0.063	0.063	0.063	0.063	0.063
	$\sigma^2(Rel)$	0.030	0.025	0.023	0.022	0.022
	$P^2(Rel)$	0.700	0.742	0.757	0.764	0.770
แบบสองระดับ	$\sigma^2(P)$	0.086	0.086	0.086	0.086	0.086
	$\sigma^2(Rel)$	0.051	0.040	0.036	0.034	0.033
	$P^2(Rel)$	0.662	0.725	0.748	0.761	0.768

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลตามตารางที่ 4.23 พบว่า ถ้ากำหนดมวลเนื้อหา 2 มวลเนื้อหา จำนวนข้อสอบต่อมวลเนื้อหามีจำนวน 2,4, 6, 8 และ 10 ข้อ คะแนนของแบบสอบวินิจฉัยแบบประเพณีนิยมประมาณค่าสัมประสิทธิ์การสรุปล้างอิงเท่ากับ 0.700, 0.742, 0.757, 0.764 และ 0.770 ตามลำดับ และเมื่อใช้คะแนนของแบบสอบวินิจฉัยแบบสองระดับประมาณค่าสัมประสิทธิ์การสรุปล้างอิงเท่ากับ 0.662, 0.725, 0.748, 0.761 และ 0.768 แสดงให้เห็นว่าเมื่อเพิ่มจำนวนข้อมากขึ้น ค่าสัมประสิทธิ์การสรุปล้างอิงมีค่าเพิ่มมากขึ้นอยู่ในระดับคงที่ จนกระทั่งไม่เปลี่ยนแปลงถ้าศึกษาจำนวนข้อโดยเพิ่มจำนวนข้อให้มากขึ้นเรื่อย ๆ ค่าสัมประสิทธิ์การสรุปล้างอิงเพิ่มขึ้นน้อยมาก แต่ไม่เกิน 0.80 ดังนั้นเมื่อกำหนดมวลเนื้อหา 2 มวลเนื้อหา ค่าสัมประสิทธิ์การสรุปล้างอิงอยู่ระหว่าง 0.6-0.80

ตารางที่ 4.24 แสดงการเปรียบเทียบค่าความแปรปรวนของคะแนนเอกภพ ความคลาดเคลื่อน และค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิง (Generalizability Coefficient) ในการวินิจฉัย มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนด้วยแบบสอบวินิจฉัยวิชาคณิตศาสตร์แบบประเพณีนิยม และแบบสองระดับ กรณีมีมวลเนื้อหา 3 มวลเนื้อหา

แบบสอบวินิจฉัย	ESTIMATED VARIANCE COMPONENT IN D-STUDY					
	$n'_c$	3	3	3	3	3
	$n'_I$	2	4	6	8	10
แบบประเพณีนิยม	$\sigma^2 (P)$	0.063	0.063	0.063	0.063	0.063
	$\sigma^2 (Rel)$	0.020	0.016	0.015	0.015	0.014
	$P^2 (Rel)$	0.778	0.811	0.823	0.830	0.833
แบบสองระดับ	$\sigma^2 (P)$	0.086	0.086	0.086	0.086	0.086
	$\sigma^2 (Rel)$	0.034	0.026	0.024	0.023	0.022
	$P^2 (Rel)$	0.746	0.798	0.817	0.827	0.833

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลตามตารางที่ 4.24 พบว่า ถ้ากำหนดมวลเนื้อหา 3 มวลเนื้อหา จำนวนข้อสอบต่อมวลเนื้อหามีจำนวน 2,4, 6, 8 และ 10 ข้อ คะแนนของแบบสอบวินิจฉัยแบบประเพณีนิยมประมาณค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงเท่ากับ 0.778, 0.811, 0.823, 0.830 และ 0.833 ตามลำดับ และเมื่อใช้คะแนนของแบบสอบวินิจฉัยแบบสองระดับประมาณค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงเท่ากับ 0.746, 0.798, 0.817, 0.827 และ 0.833 แสดงให้เห็นว่าเมื่อเพิ่มจำนวนข้อมากขึ้น ค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงมีค่าเพิ่มมากขึ้นอยู่ในระดับคงที่ จนกระทั่งไม่เปลี่ยนแปลงถ้าศึกษาจำนวนข้อโดยเพิ่มจำนวนข้อให้มากขึ้นเรื่อย ๆ ค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงเพิ่มขึ้นน้อยมาก แต่ไม่เกิน 0.90 ดังนั้นเมื่อกำหนดมวลเนื้อหา 3 มวลเนื้อหา ค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงอยู่ระหว่าง 0.7-0.90

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ตารางที่ 4.25 แสดงการเปรียบเทียบค่าความแปรปรวนของคะแนนเอกภพ ความคลาดเคลื่อน และค่าสัมประสิทธิ์การสรุปร่าง (Generalizability Coefficient) ในการวินิจฉัย มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนด้วยแบบสอบวินิจฉัยวิชาคณิตศาสตร์แบบประเพณีนิยม และแบบสองระดับ กรณีมีมวลเนื้อหา 4 มวลเนื้อหา

แบบสอบวินิจฉัย	ESTIMATED VARIANCE COMPONENT IN D-STUDY					
	$n'_c$	4	4	4	4	4
	$n'_I$	2	4	6	8	10
แบบประเพณีนิยม	$\sigma^2 (P)$	0.063	0.063	0.063	0.063	0.063
	$\sigma^2 (Rel)$	0.015	0.012	0.012	0.011	0.011
	$P^2 (Rel)$	0.823	0.852	0.861	0.866	0.870
แบบสองระดับ	$\sigma^2 (P)$	0.086	0.086	0.086	0.086	0.086
	$\sigma^2 (Rel)$	0.025	0.020	0.018	0.017	0.016
	$P^2 (Rel)$	0.797	0.840	0.856	0.864	0.869

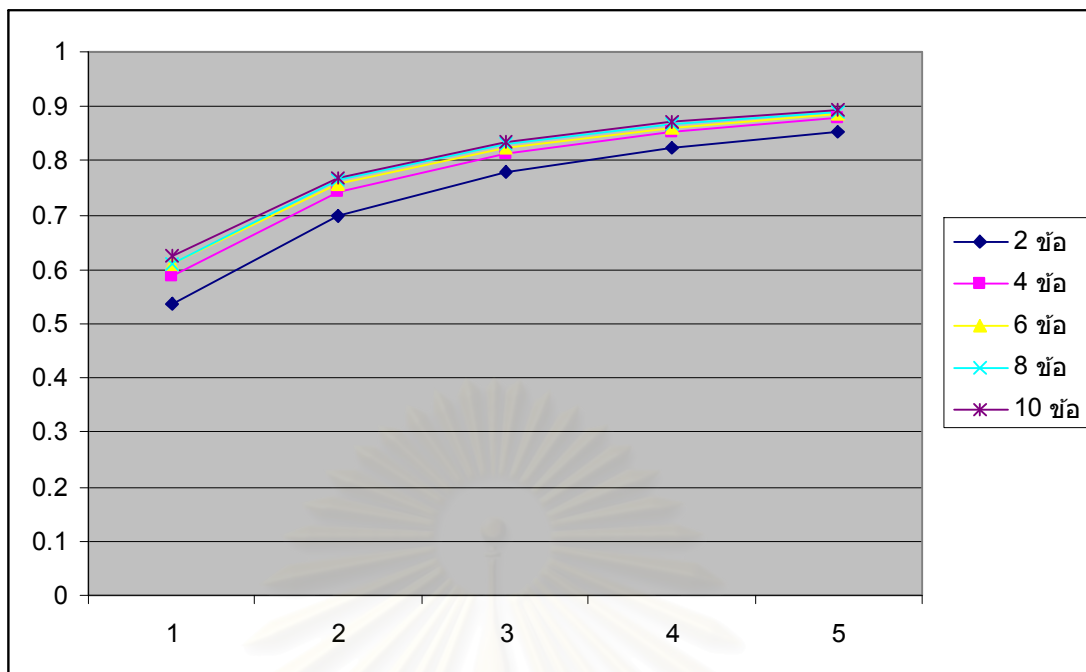
ผลการวิเคราะห์ข้อมูลตามตารางที่ 4.25 พบว่า ถ้ากำหนดมวลเนื้อหา 4 มวลเนื้อหา จำนวนข้อสอบต่อมวลเนื้อหามีจำนวน 2,4, 6, 8 และ 10 ข้อ คะแนนของแบบสอบวินิจฉัยแบบประเพณีนิยมประมาณค่าสัมประสิทธิ์การสรุปร่างเท่ากับ 0.823, 0.852, 0.861, 0.866 และ 0.870 ตามลำดับ และเมื่อใช้คะแนนของแบบสอบวินิจฉัยแบบสองระดับประมาณค่าสัมประสิทธิ์การสรุปร่างเท่ากับ 0.797, 0.840, 0.856, 0.864 และ 0.869 แสดงให้เห็นว่าเมื่อเพิ่มจำนวนข้อมากขึ้น ค่าสัมประสิทธิ์การสรุปร่างมีค่าเพิ่มมากขึ้นอยู่ในระดับคงที่ จนกระทั่งไม่เปลี่ยนแปลงถ้าศึกษาจำนวนข้อโดยเพิ่มจำนวนข้อให้มากขึ้นเรื่อย ๆ ค่าสัมประสิทธิ์การสรุปร่างเพิ่มขึ้นน้อยมาก แต่ไม่เกิน 0.90 ดังนั้นเมื่อกำหนดมวลเนื้อหา 4 มวลเนื้อหา ค่าสัมประสิทธิ์การสรุปร่างอยู่ระหว่าง 0.7-0.90

ตารางที่ 4.26 แสดงการเปรียบเทียบค่าความแปรปรวนของคะแนนเอกภพ ความคลาดเคลื่อน และค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิง(Generalizability Coefficient) ในการวินิจฉัย มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนด้วยแบบสอบวินิจฉัยวิชาคณิตศาสตร์แบบประเพณีนิยม และแบบสองระดับ กรณีมีมวลเนื้อหา 5 มวลเนื้อหา

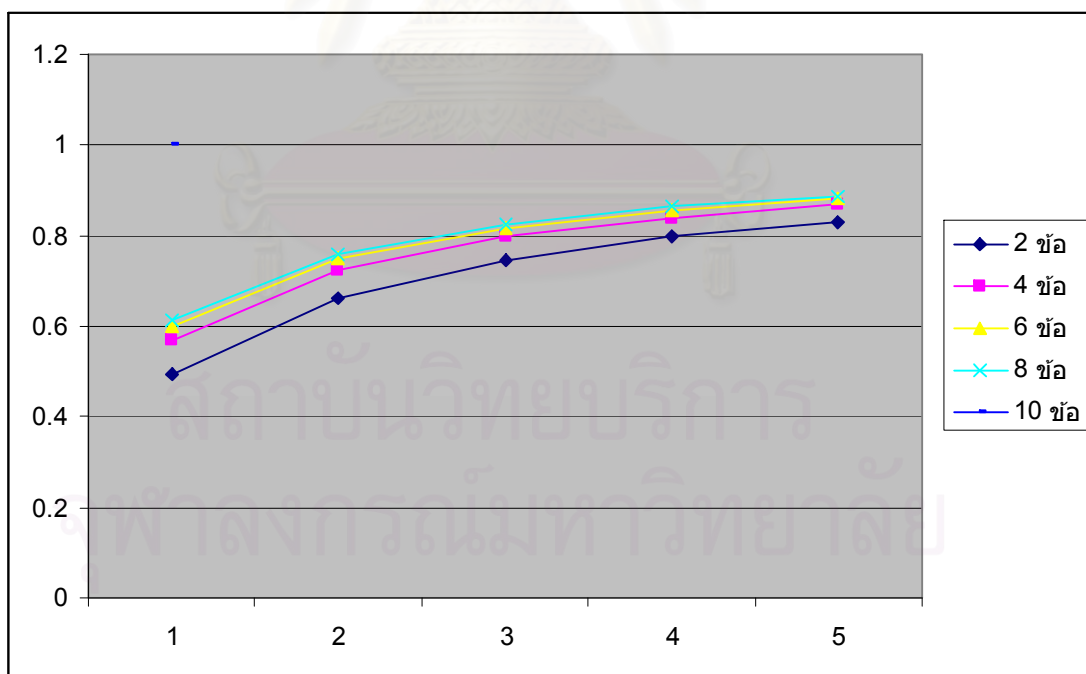
แบบสอบวินิจฉัย	ESTIMATED VARIANCE COMPONENT IN D-STUDY					
	$n'_c$	5	5	5	5	5
	$n'_I$	2	4	6	8	10
แบบประเพณีนิยม	$\sigma^2 (P)$	0.063	0.063	0.063	0.063	0.063
	$\sigma^2 (Rel)$	0.012	0.010	0.009	0.009	0.087
	$P^2 (Rel)$	0.854	0.878	0.886	0.890	0.893
แบบสองระดับ	$\sigma^2 (P)$	0.086	0.086	0.086	0.086	0.086
	$\sigma^2 (Rel)$	0.020	0.016	0.014	0.014	0.013
	$P^2 (Rel)$	0.831	0.868	0.881	0.888	0.892

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลตามตารางที่ 4.26 พบว่า ถ้ากำหนดมวลเนื้อหา 5 มวลเนื้อหา จำนวนข้อสอบต่อมวลเนื้อหามีจำนวน 2,4, 6, 8 และ 10 ข้อ คะแนนของแบบสอบวินิจฉัยแบบประเพณีนิยมประมาณค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงเท่ากับ 0.854, 0.878, 0.886, 0.890 และ 0.893 ตามลำดับ และเมื่อใช้คะแนนของแบบสอบวินิจฉัยแบบสองระดับประมาณค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงเท่ากับ 0.831, 0.868, 0.881, 0.888 และ 0.892 แสดงให้เห็นว่าเมื่อเพิ่มจำนวนข้อมากขึ้น ค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงมีค่าเพิ่มมากขึ้นอยู่ในระดับคงที่ จนกระทั่งไม่เปลี่ยนแปลงถ้าศึกษาจำนวนข้อโดยเพิ่มจำนวนข้อให้มากขึ้นเรื่อย ๆ ค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงเพิ่มขึ้นน้อยมาก แต่ไม่เกิน 0.90 ดังนั้นเมื่อกำหนดมวลเนื้อหา 5 มวลเนื้อหาค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงอยู่ระหว่าง 0.8-0.90

เพื่อแสดงให้เห็นการเปรียบเทียบค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงของคะแนนจากแบบสอบวินิจฉัยวิชาคณิตศาสตร์ทั้ง 2 ชนิด ตามรายละเอียดที่กล่าวมาข้างต้นอย่างชัดเจน ผู้วิจัยนำเสนอการเปรียบเทียบเป็นกราฟเส้น ดังแสดงในแผนภาพที่ 4.1 และแผนภาพที่ 4.2



แผนภาพที่ 4.1 แสดงการเปรียบเทียบค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงของคะแนนแบบสอบวินิจัยแบบประเพณีนิยม ที่มีจำนวนข้อสอบ 2-10 ข้อ จำนวนมวลเนื้อหา 1-5 มวลเนื้อหา ตามแบบแผนการวัด  $P_x(I:C)$



แผนภาพที่ 4.2 แสดงการเปรียบเทียบค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงของคะแนนแบบสอบวินิจัยแบบสองระดับ ที่มีจำนวนข้อสอบ 2-10 ข้อ จำนวนมวลเนื้อหา 1-5 มวลเนื้อหา ตามแบบแผนการวัด  $P_x(I:C)$

จากตารางที่ 4.22 – 4.26 และแผนภาพ 4.1 – 4.2 พบว่า การวินิจฉัยด้วยแบบสอบวินิจฉัย วิชาคณิตศาสตร์แบบประเพณีนิยม ช่วงการตัดสินใจที่จำนวนมวลเนื้อหา 1-5 มวลเนื้อหา จำนวนข้อสอบต่อมวลเนื้อหา 2-10 ข้อ ให้ค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงสูงกว่าการวินิจฉัยด้วยแบบสอบวินิจฉัยวิชาคณิตศาสตร์แบบสองระดับทุกช่วงค่า โดยการวินิจฉัยด้วยแบบสอบวินิจฉัยแบบประเพณีนิยมมีประมาณค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงระหว่าง 0.538 ถึง 0.893 และการวินิจฉัยด้วยแบบสอบวินิจฉัยแบบสองระดับมีค่าระหว่าง 0.495 ถึง 0.892 จากกราฟจะเห็นว่าเมื่อใช้การวินิจฉัยด้วยแบบสอบวินิจฉัยแบบประเพณีนิยม ความชันของกราฟเปลี่ยนแปลงเล็กน้อย จากจำนวนข้อสอบตั้งแต่ 2 มวลเนื้อหา ขึ้นไป สำหรับการวินิจฉัยด้วยแบบสอบวินิจฉัยแบบสองระดับ ความชันของกราฟเริ่มเปลี่ยนแปลงน้อยลงเมื่อจำนวนชิ้นงานตั้งแต่ 4 มวลเนื้อหาขึ้นไป แสดงว่าถึงแม้ว่าจำนวนมวลเนื้อหาจะมากขึ้นก็ไม่ส่งผลต่อการเพิ่มค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงมากนัก

ช่วงการศึกษาเพื่อการตัดสินใจ (D-STUDY) จำนวนมวลเนื้อหา จำนวนข้อสอบต่อมวลเนื้อหาที่เหมาะสม เมื่อใช้มวลเนื้อหา 1 มวลเนื้อหา ซึ่งเป็นวิธีที่ปฏิบัติในการเรียนการสอนทั่วไป และกำหนดค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงเป็น 0.5 สำหรับการวินิจฉัยด้วยแบบสอบวินิจฉัยแบบประเพณีนิยม ต้องใช้จำนวนข้อสอบอย่างน้อย 2 ข้อและ 4 ข้อตามลำดับ ส่วนการวินิจฉัยด้วยแบบสอบวินิจฉัยแบบสองระดับ เมื่อกำหนดค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงเป็น 0.5 ใช้จำนวนอย่างน้อย 2, 4 และ 6 ข้อ ถ้ากำหนดค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงเป็น 0.6 สำหรับการวินิจฉัยด้วยแบบสอบวินิจฉัยแบบประเพณีนิยม ต้องใช้จำนวนข้อสอบอย่างน้อย 6, 8 และ 10 ข้อตามลำดับ ส่วนการวินิจฉัยด้วยแบบสอบวินิจฉัยแบบสองระดับ เมื่อกำหนดค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงเป็น 0.6 ใช้จำนวนอย่างน้อย 8 และ 10 ข้อ

เมื่อใช้มวลเนื้อหา 2 มวลเนื้อหา กำหนดค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงเป็น 0.7 สำหรับการวินิจฉัยด้วยแบบสอบวินิจฉัยแบบประเพณีนิยม ต้องใช้จำนวนข้อสอบอย่างน้อย 2, 4, 6, 8 และ 10 ข้อตามลำดับ ส่วนการวินิจฉัยด้วยแบบสอบวินิจฉัยแบบสองระดับ เมื่อกำหนดค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงเป็น 0.7 ใช้จำนวนอย่างน้อย 4, 6, 8 และ 10 ข้อ

เมื่อใช้มวลเนื้อหา 3 มวลเนื้อหา ซึ่งเป็นวิธีที่ปฏิบัติในการเรียนการสอนทั่วไปและกำหนดค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงเป็น 0.7 สำหรับการวินิจฉัยด้วยแบบสอบวินิจฉัยแบบประเพณีนิยม ต้องใช้จำนวนข้อสอบอย่างน้อย 2 ข้อ ส่วนการวินิจฉัยด้วยแบบสอบวินิจฉัยแบบสองระดับ เมื่อกำหนดค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงเป็น 0.7 ใช้จำนวนอย่างน้อย 2 และ 4 ข้อ ถ้ากำหนดค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงเป็น 0.8 สำหรับการวินิจฉัยด้วยแบบสอบวินิจฉัยแบบประเพณีนิยม ต้องใช้จำนวนข้อสอบอย่างน้อย 4, 6, 8 และ 10 ข้อตามลำดับ ส่วนการวินิจฉัยด้วยแบบสอบวินิจฉัยแบบสองระดับ เมื่อกำหนดค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงเป็น 0.8 ใช้จำนวนอย่างน้อย 6, 8 และ 10 ข้อ

เมื่อใช้มวลเนื้อหา 5 มวลเนื้อหา ซึ่งเป็นวิสัยที่ปฏิบัติในการเรียนการสอนทุกๆ ไปและกำหนดค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงเป็น 0.8 สำหรับการวินิจฉัยด้วยแบบสอบวินิจฉัยแบบประเพณีนิยม ต้องใช้จำนวนข้อสอบอย่างน้อย 2, 4, 6, 8 และ 10 ข้อ ตามลำดับ ส่วนการวินิจฉัยด้วยแบบสอบวินิจฉัยแบบสองระดับ เมื่อกำหนดค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงเป็น 0.8 ใช้จำนวนอย่างน้อย 2, 4, 6, 8 และ 10 ข้อ

**ตอนที่ 6 ผลการสำรวจความคิดเห็นในการนำแบบสอบวินิจฉัยวิชาคณิตศาสตร์แบบประเพณีนิยมและแบบสองระดับไปใช้ในการวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน**

ผู้วิจัยได้สำรวจความคิดเห็นและความเป็นไปได้ของการนำแบบสอบวินิจฉัยวิชาคณิตศาสตร์แบบประเพณีนิยมและแบบสองระดับไปใช้ในการวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน โดยพิจารณาด้านการนำแบบสอบวินิจฉัยไปใช้ประโยชน์ทางด้านวิชาการ ด้านความยากง่ายในการสร้างแบบสอบวินิจฉัยวิชาคณิตศาสตร์ ด้านความพึงพอใจในการนำแบบสอบวินิจฉัยวิชาคณิตศาสตร์ไปใช้ และด้านความเป็นไปได้ของการใช้แบบสอบวินิจฉัยวิชาคณิตศาสตร์ เสนอรายละเอียดจำแนกตามด้าน ดังนี้

6.1 ด้านการนำแบบสอบวินิจฉัยไปใช้ประโยชน์ทางด้านวิชาการ จากการสัมภาษณ์ครูผู้สอนคณิตศาสตร์ พบว่า ครูได้ให้ความคิดเห็นไว้ว่า

“.....แบบสอบวินิจฉัยแบบนี้ครูสามารถนำไปใช้สอบวัดความรู้ของเด็กได้ แล้วน่าจะสามารถบอกได้ตรงจุดมากกว่าแบบสอบทั่วไป เป็นอีกทางเลือกหนึ่งของครู.....”

“.....เป็นวิธีที่น่าสนใจ เพราะสามารถวัดได้เป็นรายคน และบอกสาเหตุได้ว่าต้องแก้ไขส่วนใด และถ้านำไปประเมินกับวิธีอื่นๆ เช่น การทำโครงการ เด็กน่าจะได้รับการประโยชน์มากที่สุด ..”

“...เป็นแบบสอบที่ดีมาก สามารถนำไปใช้กับเด็กจำนวนมากได้ และบอกข้อบกพร่องได้ โดยเฉพาะแบบสองระดับ น่าจะใช้กับวิชาอื่นได้ด้วย....”

“...ถ้าแบบสอบวินิจฉัยทั้ง 2 แบบนี้ สามารถให้ข้อมูลย้อนกลับได้ จะเป็นแบบสอบที่ดีมาก เพราะจะได้นำไปปรับปรุงการสอนให้ดียิ่งขึ้น....”



จากการสำรวจสรุปได้ว่า สามารถนำแบบสอบวินิจฉัยวิชาคณิตศาสตร์แบบประเพณีนิยม และแบบสองระดับไปใช้ในประเมินการเรียนรู้เรื่องการบวกเลขจำนวนเต็มลบได้ ทำให้มีรูปแบบ ทางเลือกสำหรับประเมินของครูมากขึ้น สามารถนำมาใช้เป็นเครื่องมือประเมินควบคู่ไปกับการ ประเมินแบบอื่น เช่น การทำรายงาน การทำโครงการ เป็นต้น ซึ่งการประเมินโดยใช้แบบสอบ วินิจฉัยวิชาคณิตศาสตร์สามารถวินิจฉัยมโนทัศน์การคิดของนักเรียนได้อย่างดี ทำให้ครูทราบถึง มโนทัศน์การคิดของนักเรียนว่ามีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนหรือไม่ สามารถวินิจฉัยเป็นรายบุคคล นำ ผลที่ได้ไปปรับปรุงและซ่อมเสริมนักเรียนได้ถูกต้องตามสภาพที่แท้จริง

ด้านความยากง่ายในการสร้างแบบสอบวินิจฉัยวิชาคณิตศาสตร์ จากการสัมภาษณ์ ครูผู้สอนคณิตศาสตร์ พบว่า ครูได้ให้ความคิดเห็นว่า

“...การสร้างยุ่งยากมาก ต้องอาศัยเวลา และต้องเข้าใจเนื้อหาเป็นอย่างดี โดยเฉพาะ แบบสองระดับ การเขียนตัวลวงต้องระวังอย่าให้เด็กงง...”

“...ถ้าครูสามารถสร้างแบบสอบวินิจฉัยได้ทุกรายวิชาจะดีมาก แต่ขั้นตอนมีความ ซับซ้อน ยิ่งถ้าเป็นเนื้อหาที่ยาก จะต้องระวังมากขึ้น แต่ถ้าครูตั้งใจจะสร้างก็ไม่ยากจนเกินไป...”

“...แบบสอบวินิจฉัยแบบสองระดับมีขั้นตอนการสร้างยุ่งยากมากกว่าแบบสอบวินิจฉัย สองระดับ แต่ถ้าเป็นเนื้อหาที่สร้างได้ ผลน่าจะได้ตรงจุดมากกว่าแบบสอบวินิจฉัยแบบประเพณี นิยม...”

“...ควรระวังในการสร้างตัวลวงระดับที่ 2 ของแบบสอบวินิจฉัยแบบสองระดับเพราะใน แต่ละโรงเรียนมีเนื้อหาหรือวิธีการสอนไม่เหมือนกัน อาจทำให้เด็กงง ได้ ควรศึกษาการสอนของ แต่ละโรงเรียนด้วย...”

“...ส่วนตัวแบบสอบวินิจฉัยแบบประเพณีนิยมไม่ยาก แต่แบบสองระดับตัวลวงเด็กต้องมึ ความรู้ด้านภาษาค้วย ต้องสังเกตเป็นอย่างดี ถ้าเด็กไม่ชอบอ่าน เด็กอาจไม่ทำให้...”

จากการสำรวจสรุปได้ว่า ครูส่วนใหญ่มีความคิดเห็นว่าแบบสอบวินิจฉัยแบบประเพณี นิยมมีกระบวนการสร้างซับซ้อนมากกว่าแบบสอบชนิดอื่นๆ ส่วนแบบสอบวินิจฉัยแบบสองระดับ มีกระบวนการสร้างที่ซับซ้อนมากกว่าแบบประเพณีนิยม แต่ยังอยู่ในวิสัยที่สามารถสร้างได้ แต่ต้อง ระวังเรื่องการเขียนข้อความที่สื่อให้นักเรียนสามารถเข้าใจว่าเป็นตัวแทนมโนทัศน์ที่ต้องการวัดได้ เพราะถ้าสร้างตัวเลือกในระดับที่สองไม่ได้คุณภาพ จะเป็นการสร้างมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนในด้าน ภาษาแก่นักเรียน ซึ่งสอดคล้องกับการสังเกตพฤติกรรมการทำข้อสอบของนักเรียน เพราะนักเรียน

หลายคนมีความกังวล และไม่คุ้นเคยกับรูปแบบของแบบสอบวินิจฉัยแบบสองระดับ ไม่เข้าใจความหมายของตัวลงในระดับที่สอง จึงต้องให้นักเรียนเขียนเหตุผลการตอบลงในช่องอิสระที่กำหนดไว้

6.3 ด้านความพึงพอใจในการนำแบบสอบวินิจฉัยวิชาคณิตศาสตร์ไปใช้ จากการสัมภาษณ์ครูผู้สอนคณิตศาสตร์ พบว่า ครูได้ให้ความคิดเห็นว่า

“..เป็นวิธีที่แปลกใหม่ ทำให้เด็กรู้สึกตื่นเต้น ถ้าเป็นเด็กเก่งจะรู้สึกดี ส่วนเด็กอ่อนจะรู้สึกกดดัน เพราะโอกาสการเดาค่อนข้างน้อยกว่าแบบสอบทั่วไป...”

“...นักเรียนเข้าใจในวิธีการทำ รวมทั้งเป็นตัวกระตุ้นให้นักเรียนศึกษาและทบทวน เรื่องการบวกเลขจำนวนเต็มลบอีกครั้ง เพราะเนื้อหาค่อนข้างง่ายแต่บางคนลืมวิธีการทำแล้ว จึงอยากรู้วิธีการทำที่ถูกต้อง นับเป็นวิธีที่ดีอีกวิธีหนึ่ง....”

“.....เด็กบางคนรู้สึกหงุดหงิดที่ตนเองทำไม่ได้ ทั้งที่ข้อสอบค่อนข้างง่ายมาก...”

“..ถ้ามีคนสร้างแบบสอบวินิจฉัยที่เป็นมาตรฐานในเรื่องต่างๆ จะดีมาก ครูสามารถนำมาใช้หาข้อผิดพลาดของนักเรียน แต่เด็กอาจเบื่อที่ต้องทำข้อสอบแนวเดียวกันหลายๆ ข้อ...”

จากการสำรวจสรุปได้ว่า ครูคิดว่าแบบสอบวินิจฉัยเป็นเทคนิคที่แปลกใหม่เพราะนักเรียนต้องตอบ 2 ครั้ง และทำให้นักเรียนมีความเข้าใจในนิยามเรื่องการบวกเลขจำนวนเต็มลบได้เป็นอย่างดี แต่อาจสร้างความกดดันให้แก่เด็กเพราะเด็กสามารถเดาคำตอบได้น้อยลง ส่วนแบบสอบประเมินนิยามเด็กอาจเบื่อในการทำแบบสอบเพราะต้องทำข้อสอบเนื้อหาที่ซ้ำๆ กันหลายข้อ

ด้านความเป็นไปได้ของการใช้แบบสอบวินิจฉัยวิชาคณิตศาสตร์ จากการสัมภาษณ์ครูผู้สอนคณิตศาสตร์ พบว่า ครูได้ให้ความคิดเห็นว่า

“...มีความเป็นไปได้สูงที่ครูจะนำแบบสอบวินิจฉัยไปใช้ ถ้าครูสามารถสร้างแบบสอบวินิจฉัยได้เอง หรือมีแนวทางการสร้างที่ชัดเจนและสะดวก....”

“....ไม่ค่อยได้เห็นครูนำแบบสอบวินิจฉัยมาใช้ เพราะครูส่วนใหญ่มีภาระงานมาก ไม่มีเวลาสร้างแบบสอบวินิจฉัยได้ ถ้ามีโอกาสคงจะสร้างแบบประเมินนิยามมากกว่าเพราะสะดวกกว่า...”

“...ครูสามารถสร้างแบบสอบวินิจฉัยวิชาคณิตศาสตร์แบบประเพณีนิยมและแบบสองระดับได้ ถ้าครูตั้งใจจริง เพราะไม่ยากเกินความสามารถ และถ้ามีความชำนาญในการสร้าง สามารถประยุกต์สร้างในมวลเนื้อหาที่ยากขึ้น หรือในรายวิชาอื่น...”

“...ถ้ามีผู้พัฒนาแบบสอบวินิจฉัยโดยเฉพาะแบบสองระดับที่เป็นมาตรฐานแล้ว ครูสามารถนำมาใช้ได้เลยจะเป็นประโยชน์ต่อการศึกษามาก”

จากการสำรวจสรุปได้ว่า มีความเป็นไปได้ที่นำแบบสอบวินิจฉัยวิชาคณิตศาสตร์แบบประเพณีนิยมและแบบสองระดับที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมาใช้เป็นเครื่องมือในการประเมิน ถึงแม้ว่าในปัจจุบันแบบสอบวินิจฉัยไม่ค่อยได้รับความนิยมเท่ากับแบบทดสอบทั่วไป เพราะมีขั้นตอนการสร้างที่ยุ่งยาก แต่ถ้านำแบบสอบวินิจฉัยที่พัฒนาแล้วและนำไปใช้จะเป็นการสะดวกต่อครูผู้สอนเป็นอย่างมาก เพราะสามารถวินิจฉัยเป็นรายบุคคล ใช้เวลาน้อย การตรวจให้คะแนนไม่ยุ่งยาก สามารถเลือกชนิดของแบบสอบได้ตามความเหมาะสม



สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

## บทที่ 5

### สรุปผล อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ 1) เพื่อพัฒนาแบบสอบวินิจฉัยวิชาคณิตศาสตร์แบบประเพณีนิยมและแบบสองระดับ 2) เพื่อเปรียบเทียบสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงและความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อนระหว่างแบบสอบวินิจฉัยวิชาคณิตศาสตร์แบบประเพณีนิยมและแบบสองระดับ ที่มีจำนวนมวลเนื้อหาและจำนวนข้อสอบต่อมวลเนื้อหาที่ต่างกัน

การดำเนินการวิจัยครั้งนี้ กลุ่มประชากรที่ศึกษามี 2 กลุ่ม ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษารุงเทพมหานคร ปีการศึกษา 2550 พบว่ามีโรงเรียนจำนวนทั้งหมด 117 โรงเรียน จำนวนนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 มีจำนวน 51,506 คน และครูผู้สอนวิชาคณิตศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 กลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษารุงเทพมหานคร ปีการศึกษา 2550 จำนวน 686 คน และครูผู้สอนวิชาคณิตศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ แบ่งออกเป็น 4 ส่วน ดังนี้ ส่วนที่ 1 เครื่องมือสำรวจมโนทัศน์เรื่องการบวกเลขจำนวนเต็มลบ ส่วนที่ 2 เครื่องมือวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนเป็นแบบสอบวินิจฉัยวิชาคณิตศาสตร์ ส่วนที่ 3 เครื่องมือตรวจสอบคุณภาพด้านความตรงตามเกณฑ์สัมพัทธ์ของแบบสอบวินิจฉัยโดยใช้วิธีการคิดออกเสียง (thinking aloud) ส่วนที่ 4 เครื่องมือสำรวจความคิดเห็นในการนำแบบสอบวินิจฉัยวิชาคณิตศาสตร์แบบประเพณีนิยมและแบบสองระดับไปใช้ในการวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน

ในการเก็บรวบรวมข้อมูลและการวิเคราะห์ข้อมูล ผู้วิจัยได้สำรวจมโนทัศน์ของนักเรียนเรื่องการบวกเลขจำนวนเต็มลบเพื่อนำมาสร้างตัวเลือกของแบบสอบวินิจฉัยวิชาคณิตศาสตร์แบบประเพณีนิยมและแบบสองระดับ จากนั้นนำแบบสอบสอบวินิจฉัย ไปให้ผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบคุณภาพด้านความตรงเชิงเนื้อหา และความตรงเชิงวินิจฉัย นำไปทดลองใช้และตรวจสอบคุณภาพด้านความเที่ยงแบบสอดคล้องภายใน วิเคราะห์ค่าความยากและอำนาจจำแนก นำไปวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน คะแนนที่ได้จากการวินิจฉัยนำมาตรวจสอบคุณภาพด้านความตรงตามเกณฑ์สัมพัทธ์ วิเคราะห์ความเที่ยงประมาณค่าด้วยสัมประสิทธิ์สรุปอ้างอิง ศึกษาเพื่อการตัดสินใจสรุปอ้างอิง สำรวจความคิดเห็นของครูในการนำแบบสอบวินิจฉัยวิชาคณิตศาสตร์แบบประเพณีนิยมและแบบสองระดับไปใช้

## สรุปผลการวิจัย

ผู้วิจัยได้สรุปผลการวิจัยไว้ 6 ตอน ได้แก่ ตอนที่ 1 ผลการสำรวจมโนทัศน์เรื่องการบวกเลขจำนวนเต็มลบด้วยแบบสอบเชิงสำรวจ ตอนที่ 2 ผลการสร้างแบบสอบวินิจฉัยวิชาคณิตศาสตร์แบบประเพณีนิยมและแบบสองระดับ ตอนที่ 3 ผลการวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนในวิชาคณิตศาสตร์เรื่องการบวกเลขจำนวนเต็มลบโดยใช้แบบสอบวินิจฉัยแบบประเพณีนิยมและแบบสองระดับ ตอนที่ 4 ผลการตรวจสอบคุณภาพของแบบสอบวินิจฉัยวิชาคณิตศาสตร์แบบประเพณีนิยมและแบบสองระดับ ตอนที่ 5 ผลการเปรียบเทียบสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงและความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อนระหว่างแบบสอบวินิจฉัยวิชาคณิตศาสตร์แบบประเพณีนิยมและแบบสองระดับที่มีจำนวนมวลเนื้อหาและจำนวนข้อสอบต่อมวลเนื้อหาที่ต่างกัน ตอนที่ 6 ผลการสำรวจความคิดเห็นในการนำแบบสอบวินิจฉัยวิชาคณิตศาสตร์แบบประเพณีนิยมและแบบสองระดับไปใช้ในการวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน

### ตอนที่ 1 ผลการสำรวจมโนทัศน์เรื่องการบวกเลขจำนวนเต็มลบด้วยแบบสอบเชิงสำรวจ

เมื่อนำแบบสอบเชิงสำรวจไปใช้กับนักเรียน ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เพื่อสำรวจมโนทัศน์เรื่องการบวกเลขจำนวนเต็มลบ พบว่า ในแต่ละมวลเนื้อหานักเรียนมีมโนทัศน์การคิด 8 รูปแบบ โดยมวลเนื้อหาที่ 1 การบวกจำนวนเต็มลบกับจำนวนเต็มลบ มีรูปแบบการคิดจำแนกตามค่าสัมประสิทธิ์ตัวตั้ง พบว่า เมื่อสัมประสิทธิ์ตัวตั้งมากนักเรียนใช้มโนทัศน์การคิดแบบนำค่าสัมบูรณ์มาบวกกันใส่เครื่องหมายคำตอบเป็นลบเสมอ รองลงมาเป็นแบบการคิดนำค่าสัมบูรณ์มาลบกันใส่เครื่องหมายคำตอบเป็นบวกเสมอ นำค่าสัมบูรณ์มาลบกันใส่เครื่องหมายคำตอบเป็นลบเสมอ นำค่าสัมบูรณ์มาบวกกันใส่เครื่องหมายคำตอบเป็นบวกเสมอ ตามลำดับ

เมื่อสัมประสิทธิ์ตัวตั้งน้อยนำค่าสัมบูรณ์มาบวกกันใส่เครื่องหมายคำตอบเป็นลบเสมอ รองลงมาเป็นแบบการคิดนำค่าสัมบูรณ์มาลบกันใส่เครื่องหมายคำตอบเป็นบวกเสมอ นำค่าสัมบูรณ์มาลบกันใส่เครื่องหมายคำตอบเป็นลบเสมอ นำค่าสัมบูรณ์มาบวกกันใส่เครื่องหมายคำตอบเป็นบวกเสมอ ตามลำดับ

ส่วนมวลเนื้อหาที่ 2 การบวกจำนวนเต็มบวกกับจำนวนเต็มลบ มีรูปแบบการคิดจำแนกตามค่าสัมประสิทธิ์ตัวตั้ง พบว่า เมื่อสัมประสิทธิ์ตัวตั้งมาก นักเรียนใช้มโนทัศน์การคิดแบบนำค่าสัมบูรณ์มาบวกกันใส่เครื่องหมายคำตอบเป็นบวกตามค่าสัมบูรณ์ที่มาก รองลงมานำค่าสัมบูรณ์มาลบกันใส่เครื่องหมายคำตอบเป็นบวกตามค่าสัมบูรณ์ที่มาก นำค่าสัมบูรณ์มาลบกันใส่เครื่องหมาย



คำตอบเป็นลบตามค่าสัมบูรณ์ที่น้อย และนำค่าสัมบูรณ์มาบวกกันใส่เครื่องหมายคำตอบเป็นลบตามค่าสัมบูรณ์ที่น้อย ตามลำดับ

เมื่อสัมประสิทธิ์ตัวตั้งน้อย นักเรียนใช้มโนทัศน์การคิดแบบนำค่าสัมบูรณ์มาลบกันใส่เครื่องหมายคำตอบเป็นลบตามค่าสัมบูรณ์ที่มาก รองลงมานำค่าสัมบูรณ์มาลบกันใส่เครื่องหมายคำตอบเป็นบวกตามค่าสัมบูรณ์ที่น้อย นำค่าสัมบูรณ์มาบวกกันใส่เครื่องหมายคำตอบเป็นบวกตามค่าสัมบูรณ์ที่น้อย และนำค่าสัมบูรณ์มาบวกกันใส่เครื่องหมายคำตอบเป็นลบตามค่าสัมบูรณ์ที่มากตามลำดับ

ส่วนมวลเนื้อหาที่ 3 การบวกจำนวนเต็มลบกับจำนวนเต็มบวก มีรูปแบบการคิดจำแนกตามค่าสัมประสิทธิ์ตัวตั้ง พบว่า เมื่อสัมประสิทธิ์ตัวตั้งมาก นักเรียนใช้มโนทัศน์การคิดแบบนำค่าสัมบูรณ์มาลบกันใส่เครื่องหมายคำตอบเป็นลบตามค่าสัมบูรณ์ที่มาก รองลงมานำค่าสัมบูรณ์มาบวกกันใส่เครื่องหมายคำตอบเป็นลบตามค่าสัมบูรณ์ที่มาก นำค่าสัมบูรณ์มาลบกันใส่เครื่องหมายคำตอบเป็นบวกตามค่าสัมบูรณ์ที่น้อย และนำค่าสัมบูรณ์มาบวกกันใส่เครื่องหมายคำตอบเป็นบวกตามค่าสัมบูรณ์ที่น้อย ตามลำดับ

เมื่อสัมประสิทธิ์ตัวตั้งน้อย นักเรียนใช้มโนทัศน์การคิดแบบนำค่าสัมบูรณ์มาลบกันใส่เครื่องหมายคำตอบเป็นบวกตามค่าสัมบูรณ์ที่มาก รองลงมานำค่าสัมบูรณ์มาบวกกันใส่เครื่องหมายคำตอบเป็นบวกตามค่าสัมบูรณ์ที่มาก นำค่าสัมบูรณ์มาบวกกันใส่เครื่องหมายคำตอบเป็นลบตามค่าสัมบูรณ์ที่น้อย และนำค่าสัมบูรณ์มาลบกันใส่เครื่องหมายคำตอบเป็นลบตามค่าสัมบูรณ์ที่น้อยตามลำดับ

## ตอนที่ 2 ผลการสร้างแบบสอบวินิจฉัยวิชาคณิตศาสตร์แบบประเพณีนิยมและแบบสองระดับ

เมื่อสร้างแบบสอบวินิจฉัยวิชาคณิตศาสตร์แบบประเพณีนิยมและแบบสองระดับ พบว่าแบบสอบวินิจฉัยแบบประเพณีนิยมและแบบสองระดับมีคุณภาพด้านความตรงเชิงเนื้อหา และความตรงเชิงวินิจฉัยระดับเดียวกัน ด้านความเที่ยงแบบความสอดคล้องภายในแบบสอบวินิจฉัยแบบประเพณีนิยมมีความเที่ยงระดับเดียวกัน ด้านค่าเฉลี่ยความยากและอำนาจจำแนก พบว่าแบบสอบสองระดับมีค่าความยากมากกว่าแบบสอบวินิจฉัยแบบประเพณีนิยมแต่อำนาจจำแนกอยู่ในระดับดีทั้ง 2 ประเภท

### ตอนที่ 3 ผลการวิจัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนในวิชาคณิตศาสตร์เรื่องการบวกเลขจำนวนเต็มลบ โดยใช้แบบสอบวินิจฉัยแบบประเพณีนิยมและแบบสองระดับ

เมื่อนำแบบสอบวินิจฉัยวิชาคณิตศาสตร์ไปวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนเรื่องการบวกเลขจำนวนเต็มลบ พบว่า แบบสอบวินิจฉัยแบบประเพณีนิยมและแบบสองระดับสามารถจำแนกนักเรียนผู้ที่มีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนและมโนทัศน์ที่ถูกต้องได้ โดยแบบสอบสองระดับสามารถวินิจฉัยได้ตรงและละเอียดกว่าแบบสอบวินิจฉัยแบบประเพณีนิยม

เมื่อนำแบบสอบวินิจฉัยวิชาคณิตศาสตร์แบบประเพณีนิยม มาใช้วินิจฉัยนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำแนกผลการวินิจฉัยตามมวลเนื้อหา พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่มีมโนทัศน์ที่ถูกต้องทั้ง 3 มวลเนื้อหา รองลงมา มีมโนทัศน์ที่ถูกต้องเฉพาะมวลเนื้อหาที่ 1 มีมโนทัศน์คลาดเคลื่อนทั้ง 3 มวลเนื้อหา มีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนเฉพาะมวลเนื้อหาที่ 2 และมีมโนทัศน์คลาดเคลื่อนเฉพาะมวลเนื้อหาที่ 3 ตามลำดับ

เมื่อนำแบบสอบวินิจฉัยวิชาคณิตศาสตร์แบบสองระดับ มาใช้วินิจฉัยนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำแนกผลการวินิจฉัยตามมวลเนื้อหา พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่มีมโนทัศน์ที่ถูกต้องทั้ง 3 มวลเนื้อหา รองลงมา มีมโนทัศน์ที่ถูกต้องเฉพาะมวลเนื้อหาที่ 1 มีมโนทัศน์คลาดเคลื่อนทั้ง 3 มวลเนื้อหา มีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนเฉพาะมวลเนื้อหาที่ 3 และมีมโนทัศน์คลาดเคลื่อนเฉพาะมวลเนื้อหาที่ 2 ตามลำดับ

แบบสอบวินิจฉัยวิชาคณิตศาสตร์แบบประเพณีนิยมและแบบสองระดับสามารถวินิจฉัยได้สอดคล้องกัน ไปในทิศทางเดียวกันเห็นได้จากผลการวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนสามารถวินิจฉัยได้ว่านักเรียนส่วนใหญ่มีมโนทัศน์ที่ถูกต้องทั้ง 3 มวลเนื้อหา รองลงมา มีมโนทัศน์ที่ถูกต้องเฉพาะมวลเนื้อหาที่ 1 มีมโนทัศน์คลาดเคลื่อนทั้ง 3 มวลเนื้อหา มีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนเฉพาะมวลเนื้อหาที่ 3 และมีมโนทัศน์คลาดเคลื่อนเฉพาะมวลเนื้อหาที่ 2 ตามลำดับ เช่นเดียวกันทั้งแบบสอบวินิจฉัยแบบประเพณีนิยมและแบบสองระดับ

#### ตอนที่ 4 ผลการตรวจสอบคุณภาพของแบบสอบวินิจฉัยวิชาคณิตศาสตร์แบบประเพณีนิยมและแบบสองระดับ

##### ส่วนที่ 1 ผลการตรวจสอบความตรงตามเกณฑ์สัมพัทธ์

หลังจาก ได้ผลคะแนนการวินิจฉัยด้วยแบบสอบแบบสอบวินิจฉัยวิชาคณิตศาสตร์แบบประเพณีนิยมและแบบสองระดับ ผู้วิจัยดำเนินการตรวจสอบความตรงของแบบสอบวินิจฉัยแบบความตรงตามเกณฑ์สัมพัทธ์ด้วยวิธีการคิดออกเสียง พบว่า แบบสอบวินิจฉัยแบบสองระดับมีความตรงอยู่ในระดับสูงกว่าแบบสอบวินิจฉัยแบบประเพณีนิยม และยังสามารถระบายละเอียดมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนได้ดีกว่าแบบสอบวินิจฉัยแบบประเพณีนิยม

##### ส่วนที่ 2 ผลการตรวจสอบความเที่ยงซึ่งแทนด้วยสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิง

หลังจาก ได้ผลคะแนนการวินิจฉัยด้วยแบบสอบแบบสอบวินิจฉัยวิชาคณิตศาสตร์แบบประเพณีนิยมและแบบสองระดับ ผู้วิจัยดำเนินการตรวจสอบความเที่ยงของแบบสอบวินิจฉัยแบบประเพณีนิยมและแบบสองระดับ ซึ่งประมาณค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิง พบว่า ค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงของคะแนนการวินิจฉัยด้วยแบบสอบแบบสอบวินิจฉัยวิชาคณิตศาสตร์แบบประเพณีนิยมมีค่าใกล้เคียงกันในแต่ละช่วงมวลเนื้อหาที่ศึกษา

##### ส่วนที่ 3 ผลการเปรียบเทียบคุณภาพของแบบสอบวินิจฉัยวิชาคณิตศาสตร์แบบประเพณีนิยมและแบบสองระดับ

เมื่อนำคุณภาพแต่ละด้านของแบบสอบแบบสอบวินิจฉัยแบบประเพณีนิยมและแบบสองระดับมาเปรียบเทียบกัน จะพบว่าแบบสอบวินิจฉัยแบบสองระดับจะมีคุณภาพด้านความตรงสูงกว่าแบบสอบวินิจฉัยแบบประเพณีนิยม แสดงว่าแบบสอบวินิจฉัยแบบสองระดับมีความถูกต้องแม่นยำในการวัดมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนดีกว่าแบบสอบวินิจฉัยแบบสองระดับ แต่เมื่อพิจารณาคุณภาพด้านความเที่ยง จะพบว่าแบบสอบวินิจฉัยแบบประเพณีนิยมมีคุณภาพด้านความเที่ยงสูงกว่าแบบสอบวินิจฉัยแบบสองระดับ แสดงว่าแบบสอบวินิจฉัยแบบประเพณีนิยมสามารถวัดมโนทัศน์ได้อย่างสม่ำเสมอดีกว่าแบบสอบวินิจฉัยแบบสองระดับ ทั้งนี้ในภาพรวมแบบสอบวินิจฉัยแบบประเพณีนิยมและแบบสองระดับทั้ง 2 ชนิด มีคุณภาพอยู่ในระดับที่สามารถนำไปใช้วัดมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนได้

**ตอนที่ 5 ผลการเปรียบเทียบสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงและความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อนระหว่างแบบสอบวินิจฉัยวิชาคณิตศาสตร์แบบประเพณีนิยมและแบบสองระดับที่มีจำนวนมวลเนื้อหาและจำนวนข้อสอบต่อมวลเนื้อหาที่ต่างกัน**

การวิเคราะห์ขั้นตอนนี้เป็นการใช้ข้อมูลจากการศึกษาเพื่อการสรุปอ้างอิงมาศึกษาเพื่อการตัดสินใจการสรุปอ้างอิง (D-STUDY) พบว่า ค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงของแบบสอบวินิจฉัยแบบประเพณีนิยมสูงกว่าค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงของแบบสอบวินิจฉัยแบบสองระดับทุกช่วงมวลเนื้อหาที่มีการศึกษา ส่วนค่าความแปรปรวนความคลาดเคลื่อนของแบบสอบวินิจฉัยแบบประเพณีนิยมต่ำกว่าค่าความแปรปรวนความคลาดเคลื่อนของแบบสอบวินิจฉัยแบบสองระดับทุกช่วงที่มีการศึกษา

**ตอนที่ 6 ผลการสำรวจความคิดเห็นในการนำแบบสอบวินิจฉัยวิชาคณิตศาสตร์แบบประเพณีนิยมและแบบสองระดับไปใช้ในการวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน**

ผู้วิจัยได้สำรวจความคิดเห็นและความเป็นไปได้ของการนำแบบสอบวินิจฉัยวิชาคณิตศาสตร์แบบประเพณีนิยมและแบบสองระดับไปใช้ในการวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน โดยพิจารณาด้านการนำแบบสอบวินิจฉัยไปใช้ประโยชน์ทางด้านวิชาการ ด้านความยากง่ายในการสร้างแบบสอบวินิจฉัยวิชาคณิตศาสตร์ ด้านความพึงพอใจในการนำแบบสอบวินิจฉัยวิชาคณิตศาสตร์ไปใช้ และด้านความเป็นไปได้ของการใช้แบบสอบวินิจฉัยวิชาคณิตศาสตร์ เสนอรายละเอียดจำแนกตามด้าน ดังนี้

6.1 ด้านการนำแบบสอบวินิจฉัยไปใช้ประโยชน์ทางด้านวิชาการ จากการสัมภาษณ์ครูผู้สอนคณิตศาสตร์ พบว่า สามารถนำแบบสอบวินิจฉัยวิชาคณิตศาสตร์แบบประเพณีนิยมและแบบสองระดับไปใช้ในประเมินการสอนเรื่องการบวกเลขจำนวนเต็มลบได้ ทำให้มีรูปแบบทางเลือกสำหรับประเมินของครูมากขึ้น สามารถนำมาใช้เป็นเครื่องมือประเมินควบคู่ไปกับการประเมินแบบอื่น เช่น การทำรายงาน การทำโครงการ เป็นต้น ซึ่งการประเมินโดยใช้แบบสอบวินิจฉัยวิชาคณิตศาสตร์สามารถวินิจฉัยมโนทัศน์การคิดของนักเรียนได้ดี ทำให้ครูทราบถึงมโนทัศน์การคิดของนักเรียนว่ามีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนหรือไม่ สามารถวินิจฉัยเป็นรายบุคคล นำผลที่ได้ไปปรับปรุงและซ่อมเสริมนักเรียนได้ถูกต้องตามสภาพที่แท้จริง

6.2 ด้านความยากง่ายในการสร้างแบบสอบวินิจฉัยวิชาคณิตศาสตร์ จากการสัมภาษณ์ครูผู้สอนคณิตศาสตร์ พบว่า ครูส่วนใหญ่มีความคิดเห็นว่าแบบสอบวินิจฉัยแบบประเพณีนิยมมีกระบวนการสร้างซับซ้อนมากกว่าแบบสอบชนิดอื่นๆ ส่วนแบบสอบวินิจฉัยแบบสองระดับมีกระบวนการสร้างที่ซับซ้อนมากกว่าแบบประเพณีนิยม แต่ยังคงอยู่ในวิสัยที่สามารถสร้างได้ แต่ต้อง

ระวังเรื่องการเขียนข้อความที่สื่อให้นักเรียนสามารถเข้าใจว่าเป็นตัวแทนโมทัศน์ที่ต้องการวัดได้ เพราะถ้าสร้างตัวเลือกในระดับที่สองไม่ได้คุณภาพ จะเป็นการสร้างมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนในด้านภาษาแก่นักเรียน ซึ่งสอดคล้องกับการสังเกตพฤติกรรมการทำข้อสอบของนักเรียน เพราะนักเรียนหลายคนมีความกังวล และไม่คุ้นเคยกับรูปแบบของแบบสอบวินิจฉัยแบบสองระดับ ไม่เข้าใจความหมายของตัวลงในระดับที่สอง จึงต้องให้นักเรียนเขียนเหตุผลการตอบลงในช่องอิสระที่กำหนดไว้

6.3 ด้านความพึงพอใจในการนำแบบสอบวินิจฉัยวิชาคณิตศาสตร์ไปใช้ จากการสัมภาษณ์ครูผู้สอนคณิตศาสตร์ พบว่า ครูคิดว่าแบบสอบวินิจฉัยเป็นเทคนิคที่แปลกใหม่เพราะนักเรียนต้องตอบ 2 ครั้ง และทำให้นักเรียนมีความเข้าใจในนิยามเรื่องการบวกเลขจำนวนเต็มลบได้เป็นอย่างดี แต่อาจสร้างความกดดันให้แก่เด็กเพราะเด็กสามารถเดาคำตอบได้น้อยลง ส่วนแบบสอบประเพณีนิยมเด็กอาจเบื่อในการทำแบบสอบเพราะต้องทำข้อสอบเนื้อหาที่ซ้ำๆ กันหลายข้อ

6.4 ด้านความเป็นไปได้ของการใช้แบบสอบวินิจฉัยวิชาคณิตศาสตร์ จากการสัมภาษณ์ครูผู้สอนคณิตศาสตร์ พบว่า มีความเป็นไปได้ที่นำแบบสอบวินิจฉัยวิชาคณิตศาสตร์แบบประเพณีนิยมและแบบสองระดับที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมาใช้เป็นเครื่องมือในการประเมิน ถึงแม้ว่าในปัจจุบันแบบสอบวินิจฉัยไม่ค่อยได้รับความนิยมเท่ากับแบบทดสอบทั่วไป เพราะมีขั้นตอนการสร้างที่ยุ่งยาก แต่ถ้านำแบบสอบวินิจฉัยที่พัฒนาแล้วและนำไปใช้จะเป็นการสะดวกต่อครูผู้สอนเป็นอย่างมาก เพราะสามารถวินิจฉัยเป็นรายบุคคล ใช้เวลาน้อย การตรวจให้คะแนนไม่ยุ่งยาก สามารถเลือกชนิดของแบบสอบได้ตามความเหมาะสม

### อภิปรายผลการวิจัย

จากผลการวิจัยที่กล่าวมาข้างต้นสามารถอภิปรายได้ใน 3 ประเด็น ได้แก่ ประเด็นแรก การพัฒนาแบบสอบวินิจฉัยวิชาคณิตศาสตร์แบบประเพณีนิยมและแบบสองระดับ ประเด็นที่สอง คุณภาพแบบสอบวินิจฉัยวิชาคณิตศาสตร์แบบประเพณีนิยมและแบบสองระดับ และประเด็นที่สาม จำนวนมวลเนื้อหาและจำนวนข้อสอบต่อมวลเนื้อหาที่เหมาะสมของแบบสอบวินิจฉัยวิชาคณิตศาสตร์แบบประเพณีนิยมและแบบสองระดับ



## ประเด็นที่ 1 การพัฒนาแบบสอบวินิจฉัยวิชาคณิตศาสตร์แบบประเพณีนิยมและแบบสองระดับ

แบบสอบวินิจฉัยที่พัฒนาขึ้นมาเพื่อใช้ในการวินิจฉัยมโนทัศน์มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนวิชาคณิตศาสตร์มี 2 ชนิด คือ แบบสอบวินิจฉัยแบบประเพณีนิยมและแบบสอบวินิจฉัยแบบสองระดับ แบบสอบวินิจฉัยดังกล่าวมีลักษณะและรูปแบบที่แตกต่าง โดยแบบสอบวินิจฉัยแบบประเพณีนิยมเป็นแบบสอบที่ใช้สำหรับค้นหาข้อบกพร่องและมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนของผู้เรียนเป็นรายบุคคล การให้นักเรียนเลือกคำตอบทำให้ทราบถึงมโนทัศน์การคิดในเนื้อหาวิชาที่มุ่งวัดได้ในระดับหนึ่ง แบบสอบวินิจฉัยแบบประเพณีนิยมได้มีผู้พัฒนาพบว่า เป็นแบบสอบที่ใช้สำหรับค้นหาข้อบกพร่องและมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนของผู้เรียนเป็นรายบุคคล มีลักษณะเป็นข้อกระทง แบ่งเป็นคำถาม และส่วนของคำตอบมีหลายรูปแบบ โดยคำตอบเป็นตัวแทนมโนทัศน์การคิดสามารถบ่งบอกถึงข้อบกพร่องได้ แต่ในวิธีการสร้างได้กำหนดทิศทางและรายละเอียดค่อนข้างมาก เริ่มจากศึกษาเนื้อหาที่ต้องการมุ่งวัด สร้างขอบเขตของมโนทัศน์ ศึกษาแบบแผนการคิดหรือการแก้ปัญหาในเนื้อหานั้นจากการสัมภาษณ์ผู้เรียนหรือการสังเกต เพื่อรวบรวมข้อมูลที่เป็นตัวแทนมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนของผู้เรียน สร้างข้อสอบประกอบด้วยตัวคำถามและตัวเลือก โดยตัวคำถามต้องมีความตรงเชิงเนื้อหา ตัวเลือกเป็นตัวเลือกที่มีคุณภาพ ตัวลวงต้องเป็นตัวแทนมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนนำไปหาคุณภาพของเครื่องมือ ปรับปรุงแก้ไข และนำไปใช้ โดยมีรูปแบบการตอบที่ตรงไปตรงมา ทำให้ง่ายต่อการตอบและการตรวจให้คะแนน ทำให้นักเรียนสามารถเดาคำตอบได้ ส่วนแบบสอบวินิจฉัยแบบสองระดับเป็นแบบสอบประกอบด้วย 2 ระดับ โดยระดับแรกจะประกอบด้วย คำถามและคำตอบแบบเลือกตอบ ในระดับที่สองจะเป็นเหตุผลของการตอบในระดับแรก การให้นักเรียนเลือกคำตอบต้องเลือกให้ถูกทั้ง 2 ระดับ ทำให้ทราบถึงมโนทัศน์การคิดในเนื้อหาวิชาที่มุ่งวัดได้อย่างถูกต้องมากกว่าแบบสอบวินิจฉัยแบบประเพณีนิยม แบบสอบวินิจฉัยสองระดับมีวิธีการสร้างที่ซับซ้อนมากขึ้น ได้แก่ การศึกษาเนื้อหาและวิธีการสอนเกี่ยวกับเรื่องที่ต้องการวินิจฉัย จากนั้นระบุคำนิยามหรือสิ่งสำคัญในเนื้อหานั้นๆ พัฒนาเป็นแผนภาพมโนทัศน์ ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างคำนิยามกับแผนภาพมโนทัศน์และรับการรับรองว่าตรงตามเนื้อหา ได้มีผู้พัฒนาแบบสอบวินิจฉัยลักษณะนี้มาใช้ในการวินิจฉัยซึ่งพบมากในประเทศแถบเอเชียตะวันออก พบว่าแบบสอบวินิจฉัยแบบสองระดับช่วยในการวินิจฉัยมโนทัศน์การคิดของนักเรียนได้ดีเพราะลดโอกาสการเดาของนักเรียน ให้อิสระแก่นักเรียนได้ให้เหตุผลการตอบ (Treagust, 1985 อ้างถึงใน Chung-Chin Chen and Ming-Liang Lin, 1999) ซึ่งก่อนที่ทำการแบบสอบวินิจฉัยแบบสองระดับ ต้องแนะนำทำความเข้าใจกับวิธีการทำแบบสอบวินิจฉัยแบบสองระดับ เพราะทักษะความเข้าใจในการทำแบบสอบวินิจฉัยของนักเรียนจะช่วยเพิ่มความเที่ยงและความตรงของแบบสอบวินิจฉัย และนอกจากนี้ ทำให้นักเรียนสามารถถ่ายทอดกระบวนการคิดออกมาได้อย่างถูกต้องสอดคล้องกับงานวิจัยของ Tan D, Goh Ngoh Khang, Chia Lian Sai (2005)

การนำแบบสอบวินิจฉัยวิชาคณิตศาสตร์ไปใช้ให้ใช้แบบสอบวินิจฉัยแบบประเพณีนิยม ก่อนแบบสอบวินิจฉัยแบบสองระดับ เพื่อป้องกันการจำกัดตอบ จากการพัฒนาแบบสอบวินิจฉัยวิชาคณิตศาสตร์ทั้งสองชนิด พบว่าแบบสอบวินิจฉัยวิชาคณิตศาสตร์ทั้งสองชนิดมีข้อดีและข้อเสียแตกต่างกัน โดยแบบสอบวินิจฉัยแบบประเพณีนิยมสามารถนำไปใช้ได้ดีกับนักเรียนกลุ่มอ่อนหรือกลุ่มปานกลาง เพราะช่วยลดปัญหาในด้านการอ่าน และความเข้าใจด้านภาษา นอกจากนี้แบบสอบวินิจฉัยแบบประเพณีนิยมยังมีความสะดวกและประหยัดเวลาในการนำไปวินิจฉัย ส่วนแบบสอบวินิจฉัยแบบสองระดับสามารถวัดมโนทัศน์การคิดของนักเรียนได้ตรงตามสภาพของนักเรียน ได้ดีกว่าแบบสอบวินิจฉัยแบบประเพณีนิยม และลดการเคาต์มของนักเรียน แต่ในการนำไปใช้เพื่อวินิจฉัยจำเป็นต้องทำความเข้าใจกระบวนการทำ และสร้างตัวลวงทั้ง 2 ระดับให้เป็นตัวแทนมโนทัศน์การคิด โดยเฉพาะตัวลวงในระดับที่ 2 ตัวลวงต้องเป็นเหตุผลการเลือกตอบในระดับแรก เพื่อที่นักเรียนจะสามารถถ่ายทอดความคิดออกมาได้อย่างถูกต้อง ซึ่งต้องใช้เวลาในการสร้างแบบสอบวินิจฉัยแบบสองระดับนี้เหมาะที่จะนำไปใช้ประเมินความคิดรวบยอดนักเรียนกลุ่มเก่งได้ดีกว่า กลุ่มอื่นๆ ซึ่งสอดคล้องกับผลงานวิจัยของ Sheau-Wen Lin (2004)

## ประเด็นที่ 2 คุณภาพแบบสอบวินิจฉัยวิชาคณิตศาสตร์แบบประเพณีนิยมและแบบสองระดับ

### การตรวจสอบความตรงของแบบสอบวินิจฉัยวิชาคณิตศาสตร์

ความตรงของแบบสอบวินิจฉัยวิชาคณิตศาสตร์ทั้งสองชนิดที่พัฒนาขึ้น ใช้การตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา ความตรงเชิงวินิจฉัย และความตรงตามเกณฑ์สัมพัทธ์ โดยความตรงเชิงเนื้อหา และความตรงเชิงวินิจฉัยพิจารณาจากผู้ทรงคุณวุฒิ ซึ่งความตรงเชิงเนื้อหาตรวจสอบความสอดคล้องระหว่างเนื้อหาที่มุ่งวัดกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม แบบสอบวินิจฉัยวิชาคณิตศาสตร์ทั้งสองชนิดสามารถวัดได้ตรงตามเนื้อหามีค่า 1.00 ทุกข้อคำถาม สำหรับความตรงเชิงวินิจฉัยพิจารณาจากผู้ทรงคุณวุฒิ ซึ่งความตรงเชิงวินิจฉัยตรวจสอบความสอดคล้องระหว่างตัวลวงกับมโนทัศน์ที่ต้องการวัด แบบสอบวินิจฉัยวิชาคณิตศาสตร์ทั้งสองชนิดสามารถวัดได้ตรงเชิงวินิจฉัยมีค่า 0.60-1.00 ในด้านความตรงตามเกณฑ์สัมพัทธ์พิจารณาจากความสอดคล้องระหว่างคะแนนจากแบบสอบวินิจฉัยวิชาคณิตศาสตร์และผลการวินิจฉัยด้วยเทคนิคคิดออกเสียง พบว่า เมื่อพิจารณาจำนวนนักเรียนจำแนกตามกลุ่มแบบการคิดที่วินิจฉัยได้ แบบสอบวินิจฉัยแบบประเพณีนิยมมีจำนวนนักเรียนจำแนกตามกลุ่มแบบการคิดที่วินิจฉัยได้สอดคล้องกับวิธีการคิดออกเสียง คิดเป็นร้อยละ 70.00 ส่วนแบบสอบวินิจฉัยแบบสองระดับมีจำนวนนักเรียนจำแนกตามกลุ่มแบบการคิดที่วินิจฉัยได้สอดคล้องกับวิธีการคิดออกเสียง คิดเป็นร้อยละ 77.50 แสดงว่าแบบสอบวินิจฉัยแบบสองระดับสามารถวินิจฉัยนักเรียนได้ถูกต้องแม่นยำกว่าแบบสอบวินิจฉัยแบบประเพณีนิยม สอดคล้องกับค่าสหสัมพันธ์ของแบบสอบวินิจฉัยวิชาคณิตศาสตร์แบบประเพณีนิยมมีค่าเท่ากับ 0.601 ซึ่งมีสัดส่วน

ความสอดคล้องระดับปานกลาง ส่วนแบบสอบวินิจฉัยแบบสองระดับมีค่าสหสัมพันธ์เท่ากับ 0.724 ซึ่งระดับความสอดคล้องค่อนข้างสูงกว่าแบบสอบประเพณีนิยม แสดงให้เห็นว่าการวินิจฉัยด้วยแบบสอบวินิจฉัยแบบสองระดับสามารถวัดความสามารถในการคิดของนักเรียนได้ตรงกับความสามารถที่แท้จริงของนักเรียนได้ดีกว่าแบบสอบวินิจฉัยแบบประเพณีนิยม ทั้งนี้อาจเป็นเพราะแบบสอบประเพณีนิยมนักเรียนมีโอกาสการเดาคำตอบมากกว่าการตอบที่มาจากมโนทัศน์ที่แท้จริง

### การตรวจสอบความเที่ยงของแบบสอบวินิจฉัยวิชาคณิตศาสตร์

แบบสอบวินิจฉัยวิชาคณิตศาสตร์แบบประเพณีนิยมและแบบสองระดับเมื่อตรวจสอบคุณภาพด้านความเที่ยงแบบสอดคล้องภายในและประมาณค่าสัมประสิทธิ์การสรูปอ้างอิง พบว่าแบบสอบวินิจฉัยแบบประเพณีนิยมมีค่าความเที่ยงสูงกว่าแบบสอบวินิจฉัยแบบสองระดับ ทั้งนี้อาจมีสาเหตุมาจากรูปแบบการตอบของแบบสอบวินิจฉัยแบบประเพณีนิยมที่เปิดโอกาสให้นักเรียนสามารถเดาคำตอบได้ เพราะมีตัวเลือกให้เลือกตอบ 4 ตัวเลือก โอกาสการเดาตัวเลือกถูกคิดเป็นร้อยละ 25 อาจส่งผลต่อความเที่ยงแบบสอดคล้องภายในของการวินิจฉัยได้เช่นกัน

แบบสอบวินิจฉัยวิชาคณิตศาสตร์แบบประเพณีนิยมและแบบสองระดับเมื่อตรวจสอบคุณภาพด้วยการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การสรูปอ้างอิงของคะแนนวินิจฉัย โดยศึกษาองค์ประกอบ 3 องค์ประกอบ คือ นักเรียน (P) จำนวนมวลเนื้อหา (C) และจำนวนข้อสอบต่อมวลเนื้อหา (I:C) ออกแบบการวัดแบบ PX(I:C) มวลเนื้อหา 3 มวลเนื้อหา จำนวนข้อสอบ 4 ข้อต่อมวลเนื้อหา โดยนักเรียนทุกคนทำข้อสอบทุกมวลเนื้อหา แต่ละเนื้อหาประกอบด้วยชุดข้อสอบแตกต่างกัน เมื่อพิจารณาแบบสอบวินิจฉัยวิชาคณิตศาสตร์แบบประเพณีนิยมและแบบสองระดับ พบว่า แบบสอบวินิจฉัยแบบประเพณีนิยมและแบบสองระดับมีทิศทางของผลการวินิจฉัยไปในทางเดียวกัน โดยมีค่าสัมประสิทธิ์การสรูปอ้างอิงเชิงสัมบูรณ์ใกล้เคียงกัน แหล่งความแปรปรวนที่ส่งผลต่อค่าสัมประสิทธิ์การสรูปอ้างอิงที่ชัดเจนที่สุดเป็นแหล่งเดียวกัน นั่นคือความแปรปรวนของนักเรียน ซึ่งแสดงว่าความสามารถ ความรู้และความเข้าใจในการทำแบบสอบวินิจฉัยวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนแต่ละคนที่แตกต่างกันจะส่งผลต่อค่าสัมประสิทธิ์การสรูปอ้างอิง ซึ่งสอดคล้องกับจุดมุ่งหมายในการวินิจฉัย ที่มุ่งค้นหาข้อบกพร่องของนักเรียนเป็นรายบุคคล เพราะการที่นักเรียนมีความสามารถในการทำแบบสอบวินิจฉัยวิชาคณิตศาสตร์ต่างกันทำให้เกิดความคลาดเคลื่อนในการวัด นอกจากนี้ผู้วิจัยยังพบว่าผลร่วมระหว่างนักเรียนกับมวลเนื้อหาเป็นแหล่งความแปรปรวนที่ส่งผลต่อค่าสัมประสิทธิ์การสรูปอ้างอิงของคะแนนแบบสอบวินิจฉัยวิชาคณิตศาสตร์เช่นกัน ทั้งนี้ อาจเป็นเพราะนักเรียนมีความสามารถในแต่ละมวลเนื้อหาต่างกัน และมีข้อสังเกตอีกประการหนึ่งที่พบว่าจำนวนข้อต่อมวลเนื้อหาพบแหล่งความแปรปรวนน้อยมาก จนแทบไม่เกิดแหล่งความแปรปรวนในการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การสรูปอ้างอิงแสดงว่าไม่ว่าจะสร้างจำนวนข้อต่อมวลเนื้อหาที่ข้อก็ตาม ค่าสัมประสิทธิ์การสรูปอ้างอิงที่ได้จะไม่มีความคลาดเคลื่อนจากแหล่งนี้

## ประเด็นที่สาม จำนวนมวลเนื้อหาและจำนวนข้อสอบต่อมวลเนื้อหาที่เหมาะสมของแบบสอบ วินิจฉัยวิชาคณิตศาสตร์แบบประเพณีนิยมและแบบสองระดับ

การศึกษาเพื่อการตัดสินใจการสรุปอ้างอิง(D-STUDY) เลือกจำนวนมวลเนื้อหาและจำนวนข้อสอบต่อมวลเนื้อหาที่เหมาะสม โดยกำหนดจำนวนมวลเนื้อหา 1-5 มวลเนื้อหา และจำนวนข้อสอบต่อมวลเนื้อหา 2-10 ข้อ เมื่อกำหนดมวลเนื้อหา 1 มวลเนื้อหา ซึ่งเป็นวิธีที่ปฏิบัติในการวินิจฉัยทั่วไป เมื่อกำหนดมวลเนื้อหาเพิ่มขึ้นเพื่อประหยัดเวลาในการวินิจฉัย ซึ่งพบว่าค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงจะมีค่าสูงขึ้นเมื่อเพิ่มจำนวนมวลเนื้อหาและจำนวนข้อสอบต่อมวลเนื้อหาเพิ่มขึ้น แต่ไม่แตกต่างกันมาก แต่ในทุกช่วงการตัดสินใจเชิงสรุปอ้างอิงพบว่าแบบสอบวินิจฉัยแบบประเพณีนิยมมีค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงที่สูงกว่าแบบสอบวินิจฉัยแบบสองระดับ แสดงให้เห็นว่าแบบสอบวินิจฉัยประเพณีนิยมสามารถวัดความสามารถของนักเรียนได้คงที่กว่าแบบสอบวินิจฉัยสองระดับ

ถ้าต้องการสร้างแบบสอบวินิจฉัยวิชาคณิตศาสตร์ 1 มวลเนื้อหา กำหนดค่า สัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงเป็น 0.8 ซึ่งเป็นเกณฑ์คุณภาพแบบสอบสามารถวัดได้อย่างคงที่ระดับดี ต้องใช้ข้อสอบจำนวน 18 ข้อต่อมวลเนื้อหาในแบบสอบวินิจฉัยแบบประเพณีนิยม และข้อสอบจำนวน 20 ข้อต่อมวลเนื้อหาในแบบสอบวินิจฉัยแบบสองระดับ สรุปว่าในแบบสอบวินิจฉัยวิชาคณิตศาสตร์ 1 ฉบับประกอบด้วยข้อสอบทั้งหมด 18-20 ข้อ

ถ้าต้องการสร้างแบบสอบวินิจฉัยวิชาคณิตศาสตร์ 3 มวลเนื้อหา กำหนดค่า สัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงเป็น 0.8 ซึ่งเป็นเกณฑ์คุณภาพแบบสอบสามารถวัดได้อย่างคงที่ระดับดี ต้องใช้ข้อสอบจำนวน 8 ข้อต่อมวลเนื้อหาในแบบสอบวินิจฉัยแบบประเพณีนิยม และข้อสอบจำนวน 10 ข้อต่อมวลเนื้อหาในแบบสอบวินิจฉัยแบบสองระดับ สรุปว่าในแบบสอบวินิจฉัยวิชาคณิตศาสตร์ 1 ฉบับประกอบด้วยข้อสอบทั้งหมด 24-30 ข้อ

ถ้าต้องการสร้างแบบสอบวินิจฉัยวิชาคณิตศาสตร์ 5 มวลเนื้อหา กำหนดค่า สัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงเป็น 0.8 ซึ่งเป็นเกณฑ์คุณภาพแบบสอบสามารถวัดได้อย่างคงที่ระดับดี ต้องใช้ข้อสอบจำนวน 2 ข้อต่อมวลเนื้อหาในแบบสอบวินิจฉัยแบบประเพณีนิยม และข้อสอบจำนวน 2 ข้อต่อมวลเนื้อหาในแบบสอบวินิจฉัยแบบสองระดับ สรุปว่าในแบบสอบวินิจฉัยวิชาคณิตศาสตร์ 1 ฉบับประกอบด้วยข้อสอบทั้งหมด 10 ข้อ

ค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงมีค่าสูงตามจำนวนมวลเนื้อหา แต่ในความเป็นจริงแบบสอบวินิจฉัยควรเป็นแบบสอบที่วัดมวลเนื้อหาเฉพาะ เพราะต้องการวัดมโนทัศน์ย่อยที่เฉพาะเจาะจง ดังนั้นในการสร้างแบบสอบวินิจฉัยจึงควรเลือกเนื้อหาที่น้อย แต่ปรับจำนวนข้อให้เพิ่มมากขึ้น



อย่างไรก็ตามการสร้างแบบสอบวินิจฉัยควรระลึกถึงความประหยัด และความสะดวกของผู้สร้างแบบสอบวินิจฉัยด้วย

## ข้อเสนอแนะ

### ข้อเสนอแนะในการนำไปใช้

1. แบบสอบวินิจฉัยวิชาคณิตศาสตร์แบบประเพณีนิยมที่พัฒนาขึ้นควรนำไปวินิจฉัยนักเรียนที่มีระดับสติปัญญาอยู่ในระดับกลุ่มอ่อน และกลุ่มปานกลาง เพราะช่วยลดปัญหาในด้าน การอ่าน และความเข้าใจด้านภาษา นอกจากนี้แบบสอบวินิจฉัยแบบประเพณีนิยมยังมีความสะดวก และประหยัดเวลาในการนำไปวินิจฉัย

2. แบบสอบวินิจฉัยแบบสองระดับที่พัฒนาขึ้นควรนำไปวินิจฉัยนักเรียนที่มีระดับ สติปัญญาอยู่ในระดับกลุ่มเก่ง เพราะนักเรียนกลุ่มเก่งจะไม่มีปัญหาในการทำ ความเข้าใจด้านภาษา ของตัวลวงระดับที่สอง อีกทั้งเป็นการทบทวนนิยาม เพิ่มความมั่นใจในความรู้ความเข้าใจเรื่องที่ทำ การวินิจฉัยสามารถสะท้อนความรู้ของตัวเองได้ดีขึ้น ฝึกให้นักเรียนรู้จักถ่ายทอดกระบวนการคิด ผ่านทางด้านภาษา สามารถสื่อสารให้ผู้อื่นมีความเข้าใจกระบวนการคิดของตนเองได้ถูกต้อง นอกจากนี้แบบสอบวินิจฉัยแบบสองระดับสามารถวัดมโนทัศน์การคิดของนักเรียนได้ตรงตาม สภาพของนักเรียนได้ดีกว่าแบบสอบวินิจฉัยแบบประเพณีนิยม และลดการเดาสุ่มของนักเรียน แต่ ในการนำไปใช้เพื่อวินิจฉัยจำเป็นต้องทำความเข้าใจกระบวนการทำ และสร้างตัวลวงทั้ง 2 ระดับให้ เป็นตัวแทนมโนทัศน์การคิด โดยเฉพาะตัวลวงในระดับที่ 2 ตัวลวงต้องเป็นเหตุผลการเลือกตอบใน ระดับแรก เพื่อที่นักเรียนจะสามารถถ่ายทอดความคิดออกมาได้อย่างถูกต้อง ซึ่งต้องใช้เวลาในการ สร้าง

3. การวินิจฉัยด้วยแบบสอบวินิจฉัยครูควรอธิบายวิธีการวินิจฉัย การเขียนคำตอบลงใน กระดาษคำตอบก่อนการทำแบบสอบวินิจฉัยทุกครั้ง โดยเฉพาะการทำแบบสอบวินิจฉัยแบบสอง ระดับ เพราะเป็นวิธีการรูปแบบใหม่ต้องตอบ 2 ครั้ง ใน 1 ข้อ เด็กอาจมีความสับสนในการตอบ จึง จำเป็นต้องอธิบายกระบวนการทำทุกครั้ง



## ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

1. มโนทัศน์ที่ได้จากการวิจัยครั้งนี้เป็นข้อมูลพื้นฐานทำให้ครูทราบถึงจุดบกพร่องของนักเรียน ควรมีการศึกษาวิจัยเพื่อพัฒนาเครื่องมือสำหรับแก้ไขมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนของนักเรียนให้มีมโนทัศน์ที่ถูกต้อง

2. ในการพัฒนาแบบสอบวินิจฉัยแบบสองระดับควรคำนึงถึงความเข้าใจในภาษาที่ใช้สื่อความหมายของตัวลวงระดับที่สองเป็นสิ่งสำคัญ เพราะถ้าภาษาที่ใช้สื่อความหมายมีความกำกวมไม่ชัดเจนหรือสื่อความหมายผิดไป อาจส่งผลให้นักเรียนเกิดมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนในเรื่องนั้นได้ ดังนั้นในการสร้างผู้สร้างแบบสอบวินิจฉัยจึงต้องเป็นผู้ชำนาญในเรื่องที่ต้องการวัดและต้องตรวจสอบความตรงเชิงวินิจฉัยจากผู้ทรงวุฒิก่อน เพราะความตรงถือเป็นคุณภาพที่สำคัญประการแรกในการสร้างแบบสอบวินิจฉัย ทำให้สามารถวัดมโนทัศน์ได้อย่างถูกต้องแม่นยำ

3. การสร้างแบบสอบวินิจฉัยควรสำรวจมโนทัศน์การคิดในเรื่องที่ต้องการวินิจฉัยทุกครั้ง จากนั้นนำมาสร้างแบบสอบวินิจฉัย ถ้าไม่สามารถนำมาสร้างแบบสอบที่พบมาสร้างตัวลวงได้ ควรเลือกมโนทัศน์ที่มีความสำคัญหรือมีความถี่มากที่สุด และควรเพิ่มตัวเลือกที่สามารถใส่เหตุผลได้อย่างอิสระ เพราะตัวลวงที่กำหนดไว้ไม่สามารถครอบคลุมมโนทัศน์การคิดได้ทั้งหมด จึงควรเว้นตัวเลือกที่สามารถใส่เหตุผลได้เพื่อไม่เป็นการจำกัดความคิดของนักเรียน

## รายการอ้างอิง

### ภาษาไทย

- เกษศดา บุรณพันธ์ศักดิ์. (2545). การศึกษามโนทัศน์เรื่องฟังก์ชัน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ในโรงเรียนสังกัดกรมสามัญศึกษา กรุงเทพมหานคร. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต. ภาควิชาคณิตศาสตร์ บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- จิตนา สีนกิง. (2542). การพัฒนาแบบทดสอบวินิจฉัยทักษะพื้นฐานของความเข้าใจการอ่าน ภาษาอังกฤษสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ในจังหวัดสกลนคร. วิทยานิพนธ์ ปริญญาโทมหาบัณฑิต. ภาควิชาวัดผลการศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- จินดา ลิ้มถาวรศิริพงษ์. (2526). การสร้างลำดับขั้นเนื้อหาวิชาจากการวินิจฉัยการเรียนรู้ คณิตศาสตร์เรื่องจำนวนเต็มของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต. บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- จิรวัดน์ มีลักษณะ. (2544). การศึกษาความเข้าใจเกี่ยวกับตัวแปรที่ใช้แทนจำนวน ของนักเรียน ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ในโรงเรียนสังกัดกรมสามัญศึกษา กรุงเทพมหานคร. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต. ภาควิชาคณิตศาสตร์ บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์ มหาวิทยาลัย.
- โชติ เพชรชื่น. (2544). แบบสอบวินิจฉัย. วารสารสารานุกรมศึกษาศาสตร์ 23 (เมษายน 2544)
- ณัฐใจ ไไล พริ้งมาดี. (2544). การศึกษามโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่องเส้นขนาน ของนักเรียน มัธยมศึกษาตอนต้น. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต. ภาควิชาคณิตศาสตร์ บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ดวงเดือน อ่อนน่วม. (2533). การสอนซ่อมเสริมคณิตศาสตร์. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ จุฬาลงกรณ์ มหาวิทยาลัย.
- แดง กลางท่าไศ. (2531). การประยุกต์ทฤษฎีการสรุปอ้างอิงในการหาความเชื่อมั่นของการประเมิน ความตรงเชิงเนื้อหา. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต. ภาควิชาการวัดและประเมินผล การศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- ทวิกา แก้วมกระโทก. (2544). การพัฒนาแบบวินิจฉัยข้อบกพร่องในการคิดคำนวณ. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต. ภาควิชาการศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- นันทนา สิงวัฒนาศิริ. (2535). การพัฒนาแบบสอบวินิจฉัยวิชาคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 1. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต. ภาควิชาวิจัยการศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

- นิภาพร นาอ่อน. (2545). การศึกษาและการแก้ไขข้อบกพร่องทางการเรียนเรื่องฟังก์ชันของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต. บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒประสานมิตร.
- ปวีณา ป้ออาทิตย์. (2545). การศึกษาจำนวนผู้ประเมินและจำนวนงานเขียนที่เหมาะสมเมื่อใช้เกณฑ์การให้คะแนนที่ต่างกัน. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต. ภาควิชาวิจัยการศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ไพรัตน์ วงษ์นาม. (2533). ศึกษาการประยุกต์ใช้ทฤษฎีการสรุปอ้างอิงในแบบสอบความเรียง. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต. ภาควิชาวิจัยการศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ล้วน อังคณา สายยศ. (2543). เทคนิคการวัดผลการเรียนรู้. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ: ชมรมเด็ก.
- วราภรณ์ ธีรศิริ. (2532). การศึกษามโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนในวิชาเคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 กรุงเทพมหานคร. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต. ภาควิชามัธยมศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- วลี เฉลยสมัย. (2538). การพัฒนาวิธีการวินิจฉัยการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ที่คำนึงถึงสภาพที่เป็นจริงของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต. ภาควิชาวิจัยการศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- วิยะดา ระวังสุข. (2546). การประเมินความคิดรวบยอดวิชาวิทยาศาสตร์โดยใช้แผนผังมโนทัศน์. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต. ภาควิชาวิจัยการศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- วิณา วโรตมะวิชญ. (2541). การสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยการเรียนรู้คณิตศาสตร์เรื่องอาหารสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต. ภาควิชาประถมศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- เวชฤทธิ์ อังคนะภักทรขจร. (2546). การสังเคราะห์งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนในวิชาคณิตศาสตร์. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต. ภาควิชาการศึกษาคณิตศาสตร์ บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- เขาวดี วิบูลย์ศรี. (2545). การวัดและสร้างแบบสอบผลสัมฤทธิ์. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ศึกษาธิการ, กระทรวง. กรมวิชาการ.(2544). หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2544. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว.

- สกว สันติเทวกุล. (2540). การพัฒนาแบบทดสอบวินิจฉัยวิชาฟิสิกส์ 021 โดยใช้ทฤษฎีการ  
 ตอบสนองข้อสอบ. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต. สาขาการวัดผลและวิจัยการศึกษา  
 บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- สมศักดิ์ สันธุระเวชญ์. (2531). การประเมินผลการเรียน ระดับชั้นมัธยมศึกษา. กรุงเทพฯ:  
 โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว.
- สมศักดิ์ อ้วนสาเล. (2540). การสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ตรีโกณมิติ นักเรียนชั้น  
 มัธยมศึกษาปีที่ 4 ในจังหวัดหนองบัวลำภู. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต. ภาควิชาการวัด  
 และประเมินผลการศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- สุกัญญา คล้ายทอง. (2546). การประเมินความตรงตามเนื้อหาและความเท่าเทียมกันของเนื้อหาใน  
 แบบสอบคู่ขนาน โดยใช้โมเดลสมการโครงสร้าง. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต  
 ภาควิชาวิจัยการศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- สุชาติ สิริมีมนันท์. (2542). การสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยข้อบกพร่องในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์  
 เรื่องภาคตัดกรวย สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ในกรุงเทพมหานคร. วิทยานิพนธ์  
 ปริญญาโทมหาบัณฑิต. บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร.
- สุดารัตน์ มนต์นิมิตร. (2545). การใช้เทคนิคการคิดออกเสียงเป็นเครื่องมือในการวินิจฉัย  
 ความสามารถในการแก้ปัญหาโจทย์คณิตศาสตร์เพื่อจัดสอนซ่อมเสริม สำหรับนักเรียน  
 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต. ภาควิชาวิจัยการศึกษา บัณฑิต  
 วิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- สุพิมพ์ ศรีพันธ์วรกุล. (2538). การวิเคราะห์ความตรงคู่เข้าของการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชา  
 คณิตศาสตร์ตามทฤษฎีการอ้างอิงสรุป. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต. ภาควิชาวิจัย  
 การศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- สุภาพ วชิรศิริ. (2544). การสร้างและการใช้แบบทดสอบวินิจฉัยวิชาคณิตศาสตร์ด้านการแก้ไข  
 ปัญหาเรื่องการบวก ลบ คูณ และหาร โดยใช้สมการสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6.  
 วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต. ภาควิชาการวัดผลและประเมินผล บัณฑิตวิทยาลัย  
 มหาวิทยาลัยรามคำแหง.
- สุภาพร ละอองวิจิตร. (2543). การพัฒนาแบบทดสอบวินิจฉัยทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง  
 ฟังก์ชัน โดยใช้ทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4.  
 วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต. สาขาการวัดผลและวิจัยการศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย  
 มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

- สุภาวดี กิตติวิศิษฐ์. (2537). การสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องสมการสำหรับ  
นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ในจังหวัดนครราชสีมา. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต.  
ภาควิชาการวัดและประเมินผลการศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- สุวรรณ สัมพงศ์พาณิชย์. (2538). การวิเคราะห์ลำดับชั้นเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องระบบจำนวน  
จริง ในหลักสูตรมัธยมศึกษาตอนปลาย. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต. ภาควิชาการศึกษา  
บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- สุรพันธ์ พันธุ์มณี. (2541). การสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชันลอการิทึม  
นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ในจังหวัดมหาสารคาม. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต.  
ภาควิชาการวัดและประเมินผลการศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- สุริยะพงศ์ พงศ์สิทธิ์ศักดิ์. (2540). การพัฒนาแบบทดสอบวินิจฉัยวิชาคณิตศาสตร์เรื่องระบบ  
สมการเชิงเส้น สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 สังกัดกรมสามัญศึกษา  
จังหวัดมหาสารคาม. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต. ภาควิชาวัดผลการศึกษา บัณฑิต  
วิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- สิริมาศ สิทธิหล่อ. (2535). การพัฒนาวิธีการวัดกระบวนการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์โดยใช้  
วิธีการคิดออกเสียง. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต. ภาควิชาวิจัยการศึกษา บัณฑิต  
วิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- แสงทอง สุภา. (2540). การสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยเรื่องไฟฟ้าวิชาวิทยาศาสตร์สำหรับชั้น  
มัธยมศึกษาปีที่ 3. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต. บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัย  
เชียงใหม่.
- ศิวลี ส่งบุญ. (2538). การศึกษามโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนในวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้น  
มัธยมศึกษาปีที่ 1 ในโรงเรียนโครงการขยายโอกาสทางการศึกษาขั้นพื้นฐาน สังกัด  
สำนักงานคณะกรรมการประถมศึกษาแห่งชาติ เขตการศึกษา 5. วิทยานิพนธ์ปริญญา  
โทมหาบัณฑิต. ภาควิชาการศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ศิริชัย กาญจนวาสี. (2543). การประเมินการเรียนรู้: ข้อเสนอแนะเชิงนโยบาย. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์  
อมรินทร์พริ้นติ้งแอนด์พับลิชชิ่ง.
- ศิริชัย กาญจนวาสี. (2544). ทฤษฎีการทดสอบดั้งเดิม. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์  
มหาวิทยาลัย.
- ศิริชัย กาญจนวาสี. (2545). ทฤษฎีการทดสอบแนวใหม่. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์  
มหาวิทยาลัย.



- ศิริเดช สุชีวะ. (2537). การพัฒนาวิธีการวินิจฉัยสำหรับตรวจสอบโมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนทาง  
คณิตศาสตร์. วิทยานิพนธ์ปริญญาคุษฎีบัณฑิต. ภาควิชาวิจัยการศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- อกินันท์ ไชยศร. (2542). การสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์เรื่องทศนิยม  
สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ในจังหวัดนครราชสีมา. วิทยานิพนธ์ปริญญา  
มหาบัณฑิต. ภาควิชาการวัดและประเมินผลการศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัย  
ขอนแก่น.
- อัมพร ม้าคนอง.(2536). การวินิจฉัยข้อผิดพลาดทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้น  
มัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนสาธิตจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. วิทยานิพนธ์ปริญญา  
มหาบัณฑิต. ภาควิชามัธยมศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- อุษา วันเพ็ญ. (2545). การพัฒนาแบบทดสอบวินิจฉัยวิชาภาษาอังกฤษระดับชั้นประถมศึกษา  
ปีที่ 4 โดยใช้ทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบ. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต. สาขาการ  
วัดผลและวิจัยการศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- อุษณีย์ บัวศิริพันธุ์. (2542). การเปรียบเทียบค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงของแบบทดสอบวิชา  
คณิตศาสตร์ที่มีการตรวจ จำนวนผู้ตรวจ และประสบการณ์ของผู้ตรวจแตกต่างกัน.  
วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต. บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒประสานมิตร.

## ภาษาอังกฤษ

- Chen, C. C. and Lin, M. L. (2001). **Developing a two-tier diagnostic instrument to assess high school students' understanding.** Department of Physics, Graduate Institute of Science Education, National Kaohsiung Normal University.
- Chen, C. C. (2002). **Developing a two-tier diagnostic instrument to assess high school students' understanding-the formation of images by a plane mirror.** Department of Physics, Graduate Institute of Science Education, National Kaohsiung Normal University.
- De Cecco, J.P. (1968). **The psychology of learning and instruction ; Educational psychology.** Englewood ; Pentice-Hall Inc.
- Fisher, K.M.(1985). A Misconception in biology ; Amino acid and translation. **Journal of Research in Science Teaching.**
- Carmody, G., Godfrey, S. and Wood, L. (2007). **Diagnostic tests in a first year Mathematics subject.** University of Technology, Sydney.
- Suen, H. K. and Walei, P. (2007). **Classical versus Generalizability Theory of measurement.** Pennsylvania State University, U.S.A.
- Wang, J. R.(2000). **Developing of two -tier diagnostic test for investigating students' understanding of plant transport and human circulation.** Department of Science Education, National Pingtung Teachers Collehe.
- Wang, J. R. (2004). Development and validation of a two-tier instrument to examine understanding of internal transport in plants and the human circulatory system. **International Journal of Science and Math Education.** 2(2):131-157.
- Taber, K. S. (2005). **Developing of a two -tier multiple choice diagnostic instrument to determine a level students' understanding of Ionisation Energy.** University of Cambridge.
- Yang, K. Y. and Changlai, M.L. (2004). Development and application of a two-tier diagnostics instrument to assess aeventh grade students' alternative conception of genetics. **Chinese Journal of Science Education.** 12(1):107-131.
- Chiu, M. H.(2005). **A National Survey of Student'Conceptions in Chemistry in Taiwan.** National Taiwan Normal University.

- Zeilik, M. (1999). **Conceptual Diagnostic Test**. Department of physics and Astronomy  
University of New Mexico.
- Walei, P., Smith M., and Suen K. H. (2007). The use of Generalizability Theory to  
estimate data reliability in single-subject observational research. **Psychology  
in the School**, Vol. 44(5).
- Lin, S. W. (2004). Development and application of a two-tier diagnostic test for high school  
student understanding of flowering plant growth and development. **International  
Journal of Science and Math Education**.2(2):175-199.
- Tan, D., Khang, G. N., Sai C. L..(2005). **Developing of a two –tier multiple  
choice diagnostic instrument to determine a level students’ understanding of  
Ionisation Energy**. National Institute of Education.
- Treagust, D. (1986). **Evaluating students misconception by means of diagnostic multiple  
choice items**. Research in Science Education.
- Yin, Y. and Shavelson, R. J. (2004). **Application of Generalizability Theory to Concept-Map  
assessment research**. Stanford University.



ภาคผนวก

สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ภาคผนวก ก  
ตัวอย่างแบบสอบเชิงสำรวจ

สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



**แบบสำรวจมโนทัศน์การคิด**  
**เรื่อง การบวกเลขจำนวนเต็มลบ**  
**ฉบับที่ 1**

แบบสำรวจฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งในการพัฒนาเครื่องมือ เพื่อดำเนินการวิจัยเสนอเป็นวิทยานิพนธ์เรื่อง “การเปรียบเทียบสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงและความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อนระหว่างแบบสอบวินิจฉัย วิชาคณิตศาสตร์แบบประเพณีนิยมกับแบบสองระดับ” ของนางสาววนิดา ภู่อี่ยม นิสิตชั้นปริญญาโท สาขาศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏวชิรเวศน์ จังหวัดบุรีรัมย์ ขอความอนุเคราะห์จากท่านให้ความร่วมมือในการแสดงมโนทัศน์การคิดของท่าน เพื่อประโยชน์ทางวิชาการต่อไป และขอขอบคุณมาในโอกาสนี้ด้วย

**คำชี้แจง** แบบสำรวจนี้มีทั้งหมด 12 ข้อ ประกอบด้วยข้อคำถามอยู่ในรูปประโยคสัญลักษณ์ ให้นักเรียนแสดงวิธีทำ และเขียนอธิบายกระบวนการทำของท่านอย่างละเอียด ดังตัวอย่างต่อไปนี้

**ตัวอย่าง**

ข้อ 0       $+5 + (+3) = \square$

วิธีทำ

ข้อ 00       $+2 + (+7) = \square$

วิธีทำ

คำอธิบายกระบวนการคิด

นำ  $5+3$  ได้คำตอบแล้วใส่เครื่องหมาย  
เป็นบวกตาม 5

คำอธิบายกระบวนการคิด

จึงนำ  $2+7$  ได้คำตอบแล้วใส่  
เครื่องหมายเป็นบวกเสมอ

ข้อ 1       $-9 + (-6) = \square$

วิธีทำ

ข้อ 2       $-3 + (-7) = \square$

วิธีทำ

คำอธิบายกระบวนการคิด

.....  
.....  
.....

คำอธิบายกระบวนการคิด

.....  
.....  
.....

คำชี้แจง แบบสำรวจนี้มีทั้งหมด 12 ข้อ ประกอบด้วยข้อคำถามอยู่ในรูปประโยคสัญลักษณ์ ให้นักเรียนแสดงวิธีทำ และเขียนอธิบายกระบวนการทำอย่างละเอียด ดังตัวอย่างต่อไปนี้

ข้อ 3  $-8+(-5) = \square$

ข้อ 4  $-1+(-2) = \square$

วิธีทำ

วิธีทำ

คำอธิบายกระบวนการคิด

คำอธิบายกระบวนการคิด

.....  
.....  
.....

.....  
.....  
.....

ข้อ 5  $3+(-1) = \square$

ข้อ 6  $3+(-9) = \square$

วิธีทำ

วิธีทำ

คำอธิบายกระบวนการคิด

คำอธิบายกระบวนการคิด

.....  
.....  
.....

.....  
.....  
.....

ข้อ 7  $9+(-8) = \square$

ข้อ 8  $4+(-9) = \square$

วิธีทำ

วิธีทำ

คำอธิบายกระบวนการคิด

คำอธิบายกระบวนการคิด

.....  
.....  
.....

.....  
.....  
.....



**แบบสำรวจมโนทัศน์การคิด**  
**เรื่อง การบวกเลขจำนวนเต็มลบ**  
**ฉบับที่ 2**

แบบสำรวจฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งในการพัฒนาเครื่องมือ เพื่อดำเนินการวิจัยเสนอเป็นวิทยานิพนธ์เรื่อง “การเปรียบเทียบสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงและความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อนระหว่างแบบสอบวินิจฉัย วิชาคณิตศาสตร์แบบประเพณีนิยมกับแบบสองระดับ” ของนางสาววนิดา ภู่อี่ยม นิสิตชั้นปริญญา มหาบัณฑิต ภาควิชาวิจัยและจิตวิทยาการศึกษา สาขาวิชาการวัดและประเมินผลทางการศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ขอความอนุเคราะห์จากท่านให้ความร่วมมือในการแสดงมโนทัศน์การคิดของท่าน เพื่อ ประโยชน์ทางวิชาการต่อไป และขอขอบคุณมาใน โอกาสนี้ด้วย

คำชี้แจง แบบสำรวจนี้มีทั้งหมด 12 ข้อ ประกอบด้วยข้อคำถามอยู่ในรูปประโยคสัญลักษณ์ ให้นักเรียนแสดง วิธีทำ และเขียนอธิบายกระบวนการทำของท่านอย่างละเอียด ดังตัวอย่างต่อไปนี้

ตัวอย่าง

ข้อ 0       $+5 + (+3) = \square$

ข้อ 00       $+2 + (+7) = \square$

วิธีทำ

วิธีทำ

คำอธิบายกระบวนการคิด

นำ  $5+3$  ได้คำตอบแล้วใส่เครื่องหมาย  
เป็นบวกตาม 5

คำอธิบายกระบวนการคิด

จึงนำ  $2+7$  ได้คำตอบแล้วใส่  
เครื่องหมายเป็นบวกเสมอ

ข้อ 1       $-4 + (-3) = \square$

ข้อ 2       $-1 + (-9) = \square$

วิธีทำ

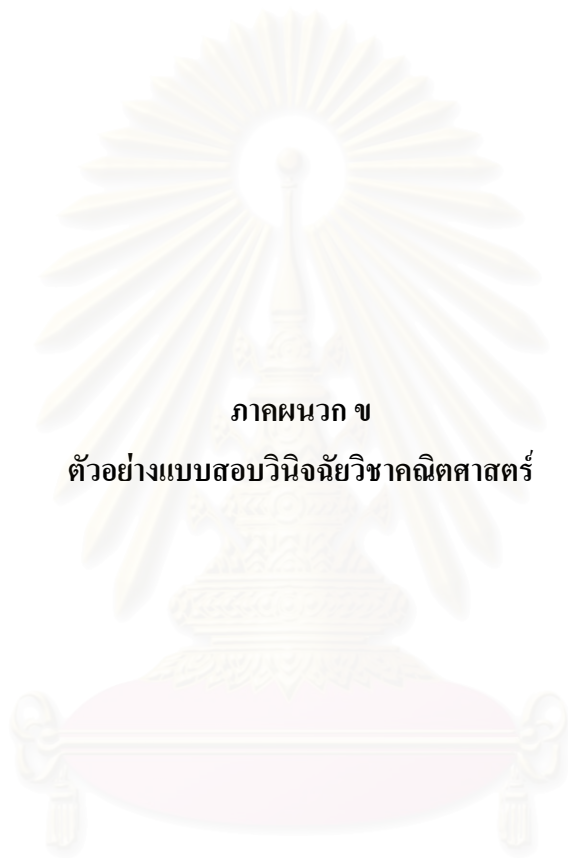
วิธีทำ

คำอธิบายกระบวนการคิด

.....  
.....  
.....

คำอธิบายกระบวนการคิด

.....  
.....  
.....



ภาคผนวก ข

ตัวอย่างแบบสอบวินิจฉัยวิชาคณิตศาสตร์

สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

## แบบสอบวินิจฉัยวิชาคณิตศาสตร์

### คำชี้แจง

แบบสอบวินิจฉัยวิชาคณิตศาสตร์ ประกอบด้วยแบบสอบวินิจฉัย 2 ชนิด คือ แบบสอบวินิจฉัยแบบประเพณีนิยม (Traditional Diagnostic Test) และแบบสอบวินิจฉัยแบบสองระดับ (Two-Tier Diagnostic Test) เรื่อง การบวกเลขจำนวนเต็มลบ ซึ่งมีมวลเนื้อหาประกอบด้วย 3 มวลเนื้อหา ได้แก่ จำนวนเต็มบวกจำนวนเต็มลบ จำนวนเต็มบวกบวกจำนวนเต็มลบ จำนวนเต็มลบบวกจำนวนเต็มบวก มีวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมดังนี้

1) เมื่อกำหนดกำหนดประโยคสัญลักษณ์การบวกเลขจำนวนเต็มลบกับจำนวนเต็มลบ นักเรียนสามารถหาผลบวกได้ถูกต้อง ในกรณีที่ตัวตั้งมีค่าสมบูรณ์มากกว่าและตัวตั้งมีค่าสมบูรณ์น้อยกว่า

2) เมื่อกำหนดกำหนดประโยคสัญลักษณ์การบวกเลขจำนวนเต็มบวกกับจำนวนเต็มลบ นักเรียนสามารถหาผลบวกได้ถูกต้อง ในกรณีที่ตัวตั้งมีค่าสมบูรณ์มากกว่าและตัวตั้งมีค่าสมบูรณ์น้อยกว่า

3) เมื่อกำหนดกำหนดประโยคสัญลักษณ์การบวกเลขจำนวนเต็มลบกับจำนวนเต็มบวก นักเรียนสามารถหาผลบวกได้ถูกต้อง ในกรณีที่ตัวตั้งมีค่าสมบูรณ์มากกว่าและตัวตั้งมีค่าสมบูรณ์น้อยกว่า

แบบสอบได้แบ่งออกเป็น 2 ชุด ดังนี้

### ชุดที่ 1 แบบสอบวินิจฉัยแบบประเพณีนิยม (Traditional Diagnostic Test)

ประกอบด้วย 3 มวลเนื้อหา มวลเนื้อหาละ 4 ข้อ รวมทั้งหมด 12 ข้อ มีลักษณะเป็นข้อกระทง แบ่งเป็นคำถาม และตัวเลือก ซึ่งมีจำนวน 4 ตัวเลือก โดยตัวเลือกเป็นตัวแทนแบบคิดแบบต่างๆ

### ชุดที่ 2 แบบสอบวินิจฉัยแบบสองระดับ (Two-Tier Diagnostic Test)

ประกอบด้วย 3 มวลเนื้อหา มวลเนื้อหาละ 4 ข้อ รวมทั้งหมด 12 ข้อ มีลักษณะเป็นข้อกระทง แบ่งเป็นคำถาม และตัวเลือกโดยประกอบด้วย 2 ระดับ ระดับแรกจะประกอบด้วยคำถามและคำตอบแบบเลือกตอบ จำนวน 4 ตัวเลือก ในระดับที่สองจะให้เลือกตัวเลือกซึ่งมี 4 ตัวเลือก หรือสามารถใส่เหตุผลอย่างอิสระได้ถ้าผู้เรียนมีความคิดเห็นว่าตัวเลือกที่กำหนดมาให้ไม่เป็นตัวสนับสนุนการตอบในระดับแรกที่เลือก



**แบบสอบวินิจฉัยวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง การบวกเลขจำนวนเต็มลบ**  
**ชุดที่ 1 แบบสอบวินิจฉัยแบบประเพณีนิยม (Traditional Diagnostic Test)**  
**คะแนนเต็ม 12 คะแนน**

คำชี้แจง แบบสอบฉบับนี้มีทั้งหมด 12 ข้อ (ข้อที่ 1 -12) ประกอบด้วยตัวเลือก 4 ตัวเลือก  
 ให้นักเรียนทำทุกข้อโดยเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุด ตอบลงในกระดาษคำตอบที่  
 กำหนดให้

ข้อที่	คำถาม	ตัวเลือก			
		ก.	ข.	ค.	ง.
1	$-9 + (-6)$	+3	-3	+15	-15
2	$-3 + (-7)$	-4	+4	-10	+10
3	$-8 + (-5)$	-3	-13	+3	+13
4	$-1 + (-2)$	+3	-3	+1	-1
5	$3 + (-1)$	-4	+4	-2	+2
6	$3 + (-9)$	+12	+6	-6	-12
7	$9 + (-8)$	-1	+1	-17	+17
8	$4 + (-9)$	+5	+13	-5	-13
9	$(-8) + 6$	-2	+2	-14	+14
10	$(-4) + 9$	-5	+5	-13	+13
11	$(-8) + 7$	-1	+1	-15	+15
12	$(-1) + 9$	+10	-10	+8	-8

แบบสอบวินิจฉัยวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง การบวกเลขจำนวนเต็มลบ  
ชุดที่ 2 แบบสอบวินิจฉัยแบบสองระดับ (Two-Tier Diagnostic Test)

คะแนนเต็ม 12 คะแนน

คำชี้แจง แบบสอบฉบับนี้มีทั้งหมด 12 ข้อ (ข้อที่ 1-12) ในแต่ละข้อจะมี 2 ระดับ ให้  
นักเรียนทำทุกข้อและตอบให้ครบทุกระดับ โดยเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุด ตอบลงใน  
กระดาษคำตอบกำหนดให้

ข้อที่ 1.  $-4 + (-3)$

ระดับที่ 1 ตัวเลือก

ก. +7

ข. -7

ค. +1

ง. -1

ระดับที่ 2 ตัวเลือก (เป็นเหตุผลที่เลือกคำตอบในระดับที่ 1)

ก. นำค่าสมบูรณ์มาบวกกันใส่เครื่องหมายให้คำตอบเป็นบวก

ข. นำค่าสมบูรณ์มาบวกกันใส่เครื่องหมายให้คำตอบเป็นลบ

ค. นำค่าสมบูรณ์มาลบกันใส่เครื่องหมายให้คำตอบเป็นบวก

ง. นำค่าสมบูรณ์มาลบกันใส่เครื่องหมายให้คำตอบเป็นลบ

จ. อื่นๆ.....

ข้อที่ 2  $-1 + (-9)$

ระดับที่ 1 ตัวเลือก

ก. +8

ข. -10

ค. +10

ง. -8

ระดับที่ 2 ตัวเลือก (เป็นเหตุผลที่เลือกคำตอบในระดับที่ 1)

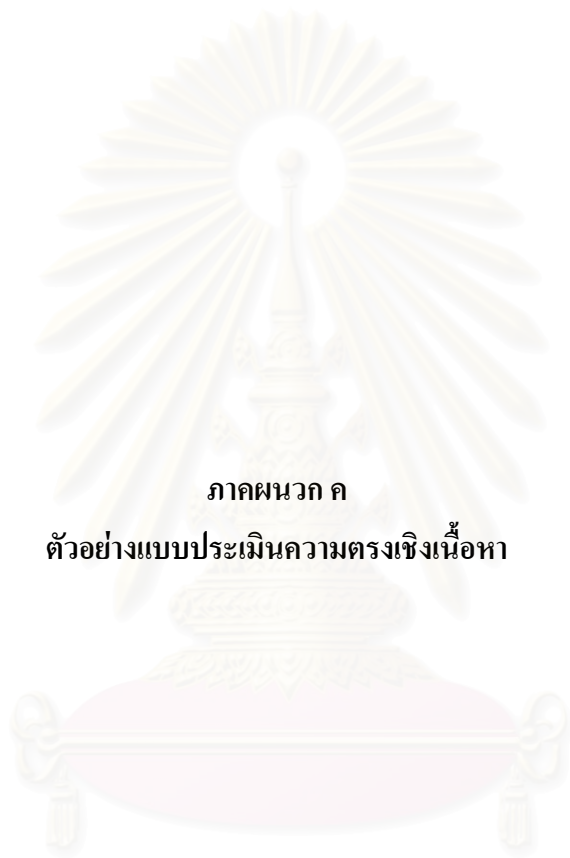
ก. นำค่าสมบูรณ์มาบวกกันใส่เครื่องหมายให้คำตอบเป็นบวก

ข. นำค่าสมบูรณ์มาบวกกันใส่เครื่องหมายให้คำตอบเป็นลบ

ค. นำค่าสมบูรณ์มาลบกันใส่เครื่องหมายให้คำตอบเป็นบวก

ง. นำค่าสมบูรณ์มาลบกันใส่เครื่องหมายให้คำตอบเป็นลบ

จ. อื่นๆ.....



ภาคผนวก ก

ตัวอย่างแบบประเมินความตรงเชิงเนื้อหา

สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

**แบบประเมินความตรงเชิงเนื้อหา  
ของแบบสอบวินิจฉัยวิชาคณิตศาสตร์  
เรื่อง การบวกเลขจำนวนเต็มลบ**

ชื่อผู้เชี่ยวชาญ

.....

**คำชี้แจง :** โปรดพิจารณาความสอดคล้องของข้อกระทงกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม โดยเขียนเครื่องหมาย ✓ ในช่องระดับความสอดคล้องที่ท่าน พิจารณาเห็นสมควร

<b>หมายเหตุ :</b>	+1	หมายถึง	สอดคล้อง
	0	หมายถึง	ไม่แน่ใจ
	-1	หมายถึง	ไม่สอดคล้อง

**วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม**

- 1) เมื่อกำหนดประโยคสัญลักษณ์การบวกเลขจำนวนเต็มลบกับจำนวนเต็มลบที่ตัวตั้งมีค่าสมบูรณ์มากกว่านักเรียนสามารถหาผลบวกได้ถูกต้อง
- 2) เมื่อกำหนดประโยคสัญลักษณ์การบวกเลขจำนวนเต็มลบกับจำนวนเต็มลบที่ตัวตั้งมีค่าสมบูรณ์น้อยกว่านักเรียนสามารถหาผลบวกได้ถูกต้อง
- 3) เมื่อกำหนดประโยคสัญลักษณ์การบวกเลขจำนวนเต็มบวกกับจำนวนเต็มลบที่ตัวตั้งมีค่าสมบูรณ์มากกว่านักเรียนสามารถหาผลบวกได้ถูกต้อง
- 4) เมื่อกำหนดประโยคสัญลักษณ์การบวกเลขจำนวนเต็มบวกกับจำนวนเต็มลบที่ตัวตั้งมีค่าสมบูรณ์น้อยกว่านักเรียนสามารถหาผลบวกได้ถูกต้อง
- 5) เมื่อกำหนดประโยคสัญลักษณ์การบวกเลขจำนวนเต็มลบกับจำนวนเต็มบวกที่ตัวตั้งมีค่าสมบูรณ์มากกว่านักเรียนสามารถหาผลบวกได้ถูกต้อง
- 6) เมื่อกำหนดประโยคสัญลักษณ์การบวกเลขจำนวนเต็มลบกับจำนวนเต็มบวกที่ตัวตั้งมีค่าสมบูรณ์น้อยกว่านักเรียนสามารถหาผลบวกได้ถูกต้อง

### วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

1) เมื่อกำหนดประโยคสัญลักษณ์การบวกเลขจำนวนเต็มลบกับจำนวนเต็มลบที่ตัวตั้งมีค่าสมบูรณ์มากกว่านักเรียนสามารถหาผลบวกได้ถูกต้อง

ข้อที่	ข้อคำถาม	ตัวเลือก				ความสอดคล้อง			ข้อเสนอแนะ
		ก.	ข.	ค.	ง.	-1	0	+1	
1	$-9 + (-6)$	+5	-5	+15	-15*				
3	$-8 + (-5)$	-3	-13*	+3	+13				
13	$-9 + (-5)$	+4	-4	+14	-14*				
15	$-8 + (-6)$	+2	-2	+14	-14*				

### วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

2) เมื่อกำหนดประโยคสัญลักษณ์การบวกเลขจำนวนเต็มลบกับจำนวนเต็มลบที่ตัวตั้งมีค่าสมบูรณ์น้อยกว่านักเรียนสามารถหาผลบวกได้ถูกต้อง

ข้อที่	ข้อคำถาม	ตัวเลือก				ความสอดคล้อง			ข้อเสนอแนะ
		ก.	ข.	ค.	ง.	-1	0	+1	
2	$-3 + (-7)$	-4	+4	-10*	+10				
4	$-1 + (-2)$	+3	-3*	+1	-1				
14	$-3 + (-6)$	+3	-3	+9	-9*				
16	$-1 + (-3)$	+2	-2	+4	-4*				

### วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

3) เมื่อกำหนดประโยคสัญลักษณ์การบวกเลขจำนวนเต็มบวกกับจำนวนเต็มลบที่ตัวตั้งมีค่าสมบูรณ์มากกว่านักเรียนสามารถหาผลบวกได้ถูกต้อง

ข้อที่	ข้อคำถาม	ตัวเลือก				ความสอดคล้อง			ข้อเสนอแนะ
		ก.	ข.	ค.	ง.	-1	0	+1	
5	$9 + (-8)$	+17	-17	+1*	-1				
9	$3 + (-1)$	-4	+4	-2	+2*				
17	$4 + (-1)$	+3*	-3	+5	-5				
18	$5 + (-2)$	+3*	-3	+7	-7				





ภาคผนวก ง  
รายนามผู้ทรงคุณวุฒิ

สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ภาคผนวก จ

ตัวอย่างแบบประเมินความตรงเชิงวิจจัย

สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

**แบบประเมินความตรงเชิงวินิจฉัยของแบบสอบวินิจฉัยวิชาคณิตศาสตร์**  
**เรื่อง การบวกเลขจำนวนเต็มลบ**

ชื่อผู้เชี่ยวชาญ.....

แบบประเมินฉบับนี้สร้างขึ้นเพื่อตรวจสอบตัวลงที่กำหนดว่าเป็นตัวแทนในทัศนคติการคิดเรื่อง การบวกเลขจำนวนเต็มลบได้หรือไม่ โดยมีประโยคสัญลักษณ์เกี่ยวกับการบวกเลขจำนวนเต็มลบเป็นคำถาม มีตัวเลือกที่เป็นตัวแทนในทัศนคติการคิดที่ถูกต้อง และตัวลงที่เป็นตัวแทนในทัศนคติการคิดที่คลาดเคลื่อน แบ่งออกเป็น 2 ตอน ได้แก่

ตอนที่ 1 แบบประเมินลักษณะตัวลงของแบบสอบวินิจฉัยวิชาคณิตศาสตร์แบบประเพณีนิยม

ตอนที่ 2 แบบประเมินลักษณะตัวลงของแบบสอบวินิจฉัยวิชาคณิตศาสตร์แบบสองระดับ

**คำชี้แจง :** ขอให้ท่านพิจารณาว่าในคำตอบทั้ง 4 ตัวเลือกเป็นตัวแทนในทัศนคติการคิดเรื่องการบวกเลขจำนวนเต็มลบ ได้จริงหรือไม่ โดยให้ท่านทำเครื่องหมาย **X** ลงในช่อง +1 หรือ 0 หรือ -1 ตามความหมายที่กำหนดไว้ข้างล่างนี้ ในกรณีที่ท่านทำเครื่องหมายลงในช่อง 0 หรือ -1 โปรดกรุณาให้ข้อเสนอแนะตามความคิดเห็นของท่านด้วยจะเป็นพระคุณยิ่ง

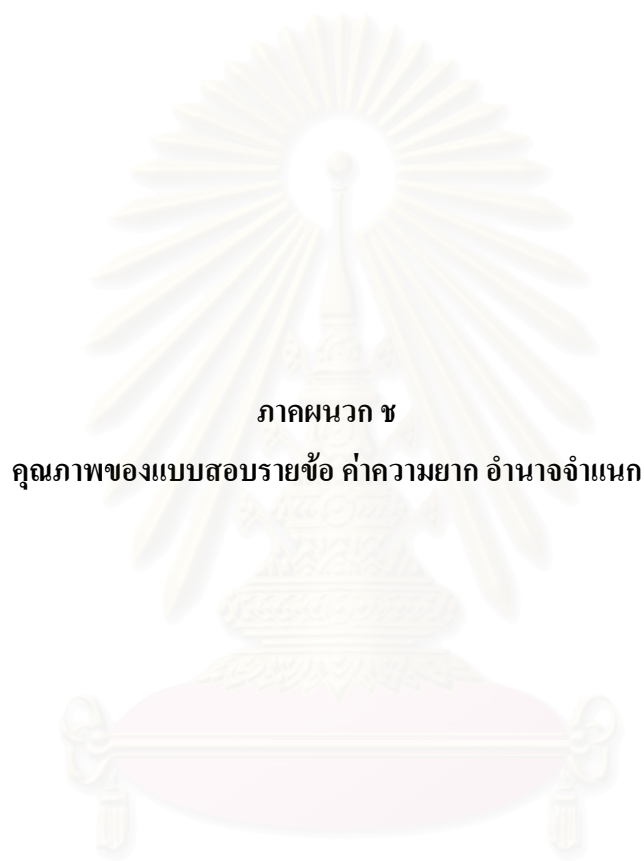
<b>หมายเหตุ</b>	+1	หมายถึง เป็นตัวแทนการคิดได้จริง
	0	หมายถึง ไม่แน่ใจ
	-1	หมายถึง ไม่เป็นตัวแทนการคิดได้จริง

**ตอนที่ 1 แบบประเมินลักษณะตัวลงของแบบสอบวินิจฉัยวิชาคณิตศาสตร์**  
**แบบประเพณีนิยม**

**แบบสอบวินิจฉัยแบบประเพณีนิยม (Traditional Diagnostic Test)** หมายถึง แบบสอบที่ใช้สำหรับค้นหาข้อบกพร่องและมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนของผู้เรียนเป็นรายบุคคล มีลักษณะเป็นข้อกระทง แบ่งเป็นคำถาม และตัวเลือก ซึ่งมีจำนวน 4 ตัวเลือก โดยตัวเลือกเป็นตัวแทนแบบคิดแบบต่างๆ ซึ่งมีตัวเลือกที่เป็นแบบแผนการคิดที่ถูกต้อง 1 ตัวเลือก และแบบแผนการคิดที่คลาดเคลื่อน 3 ตัวเลือก ผู้ตอบต้องเลือกตัวเลือกเพียงตัวเลือกเดียว การให้คะแนนเป็นแบบตอบถูกได้ 1 คะแนน ตอบผิดได้ 0 คะแนน

ข้อ ที่	คำถาม	คำตอบ	มโนทัศน์การคิด	ผลประเมิน			ข้อเสนอแนะ
				+1	0	-1	
1	-9 + (-6)	ก.+15	นำค่าสมบรูณ์มาบวกกันใส่เครื่องหมายให้คำตอบเป็นบวก				
		ง.-15	นำค่าสมบรูณ์มาบวกกันใส่เครื่องหมายให้คำตอบเป็นลบ				
		ก.+3	นำค่าสมบรูณ์มาลบกันใส่เครื่องหมายให้คำตอบเป็นบวก				
		ข.-3	นำค่าสมบรูณ์มาลบกันใส่เครื่องหมายให้คำตอบเป็นลบ				
2	-3 + (-7)	ง.+10	นำค่าสมบรูณ์มาบวกกันใส่เครื่องหมายให้คำตอบเป็นบวก				
		ก.-10	นำค่าสมบรูณ์มาบวกกันใส่เครื่องหมายให้คำตอบเป็นลบ				
		ข.+4	นำค่าสมบรูณ์มาลบกันใส่เครื่องหมายให้คำตอบเป็นบวก				
		ก.-4	นำค่าสมบรูณ์มาลบกันใส่เครื่องหมายให้คำตอบเป็นลบ				
3	-8 + (-5)	ง. +13	นำค่าสมบรูณ์มาบวกกันใส่เครื่องหมายให้คำตอบเป็นบวก				
		ข. -13	นำค่าสมบรูณ์มาบวกกันใส่เครื่องหมายให้คำตอบเป็นลบ				
		ก. +3	นำค่าสมบรูณ์มาลบกันใส่เครื่องหมายให้คำตอบเป็นบวก				
		ก. -3	นำค่าสมบรูณ์มาลบกันใส่เครื่องหมายให้คำตอบเป็นลบ				
4	-1 + (-2)	ก.+3	นำค่าสมบรูณ์มาบวกกันใส่เครื่องหมายให้คำตอบเป็นบวก				
		ข. -3	นำค่าสมบรูณ์มาบวกกันใส่เครื่องหมายให้คำตอบเป็นลบ				
		ก. +1	นำค่าสมบรูณ์มาลบกันใส่เครื่องหมายให้คำตอบเป็นบวก				
		ง. -1	นำค่าสมบรูณ์มาลบกันใส่เครื่องหมายให้คำตอบเป็นลบ				





ภาคผนวก ช

คุณภาพของแบบสอบรายข้อ ค่าความยาก อำนาจจำแนก

สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตาราง แสดงคุณภาพของแบบสอบวินิจฉัยแบบประเพณีนิยมด้วยค่าความยากและอำนาจจำแนกตามรายข้อ

ข้อที่	ตัวเลือก	กลุ่มสูง	กลุ่มต่ำ	รวม	P	r	การแปลความหมาย
1	ก	1	2	3	0.11	0.06	ตัวลองใช้ได้
	ข	1	3	4	0.14	0.13	ตัวลองใช้ได้
	ค	1	2	3	0.11	0.06	ตัวลองใช้ได้
	(ง)	13	9	22	0.69	0.25	ข้อสอบค่อนข้างง่าย อำนาจจำแนกพอใช้
2	ก	0	3	3	0.11	0.19	ตัวลองใช้ได้
	ข	1	2	3	0.11	0.06	ตัวลองใช้ได้
	(ค)	14	9	23	0.82	0.31	ข้อสอบง่ายมาก อำนาจจำแนกพอใช้
	ง	1	2	3	0.11	0.06	ตัวลองใช้ได้
3	ก	1	2	3	0.11	0.06	ตัวลองใช้ได้
	(ข)	15	8	23	0.82	0.44	ข้อสอบง่ายมาก อำนาจจำแนกดี
	ค	0	3	3	0.11	0.19	ตัวลองใช้ได้
	ง	0	3	3	0.11	0.19	ตัวลองใช้ได้
4	ก	0	3	3	0.11	0.19	ตัวลองใช้ได้
	(ข)	15	7	22	0.79	0.50	ข้อสอบค่อนข้างง่าย อำนาจจำแนกดี
	ค	0	2	2	0.07	0.13	ตัวลองใช้ได้
	ง	1	4	5	0.18	0.19	ตัวลองใช้ได้
5	ก	0	2	2	0.07	0.13	ตัวลองใช้ได้
	(ข)	12	5	17	0.61	0.44	ข้อสอบค่อนข้างง่าย อำนาจจำแนกดี
	ค	2	5	7	0.25	0.19	ตัวลองใช้ได้
	ง	2	4	6	0.21	0.13	ตัวลองใช้ได้
6	(ก)	11	3	14	0.50	0.50	ข้อสอบยากปานกลาง อำนาจจำแนกดี
	ข	1	3	4	0.14	0.13	ตัวลองใช้ได้
	ค	3	5	8	0.29	0.13	ตัวลองใช้ได้
	ง	1	5	6	0.21	0.25	ตัวลองใช้ได้
7	ก	3	7	10	0.36	0.25	ตัวลองใช้ได้
	ข	2	6	8	0.29	0.25	ตัวลองใช้ได้
	(ค)	11	1	12	0.43	0.63	ข้อสอบยากปานกลาง อำนาจจำแนกดีมาก
	ง	0	2	2	0.07	0.13	ตัวลองใช้ได้

ตาราง (ต่อ) แสดงคุณภาพของแบบสอบวินิจฉัยแบบประเพณีนิยมด้วยค่าความยากและอำนาจจำแนก								
ข้อที่	ตัวเลือก	กลุ่มสูง	กลุ่มต่ำ	รวม	P	r	การแปลความหมาย	
8	(ก)	13	0	13	0.46	0.81	ข้อสอบยากปานกลาง อำนาจจำแนกดีมาก	
	ข	0	4	4	0.14	0.25		ตัวลวงใช้ได้
	ค	2	6	8	0.29	0.25		ตัวลวงใช้ได้
	ง	1	6	7	0.25	0.31		ตัวลวงใช้ได้
9	ก	0	5	5	0.18	0.31	ตัวลวงใช้ได้	
	ข	2	5	7	0.25	0.19	ตัวลวงใช้ได้	
	ค	1	2	3	0.11	0.06	ตัวลวงใช้ได้	
	(ง)	13	4	17	0.61	0.56	ข้อสอบค่อนข้างง่าย อำนาจจำแนกดี	
10	ก	0	6	6	0.21	0.38	ตัวลวงใช้ได้	
	ข	0	4	4	0.14	0.25	ตัวลวงใช้ได้	
	(ค)	16	2	18	0.64	0.88	ข้อสอบค่อนข้างง่าย อำนาจจำแนกดีมาก	
	ง	0	4	4	0.14	0.25	ตัวลวงใช้ได้	
11	ก	2	4	6	0.21	0.13	ตัวลวงใช้ได้	
	(ข)	12	2	14	0.50	0.63	ข้อสอบยากปานกลาง อำนาจจำแนกดีมาก	
	ค	0	6	6	0.21	0.38	ตัวลวงใช้ได้	
	ง	2	4	6	0.21	0.13	ตัวลวงใช้ได้	
12	ก	2	5	7	0.25	0.19	ตัวลวงใช้ได้	
	ข	1	3	4	0.14	0.13	ตัวลวงใช้ได้	
	(ค)	13	5	18	0.64	0.50	ข้อสอบค่อนข้างง่าย อำนาจจำแนกดี	
	ง	0	3	3	0.11	0.19	ตัวลวงใช้ได้	



ภาคผนวก ข  
จำนวนนักเรียนที่เลือกตัวเลือกในแต่ละข้อ

สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตาราง แสดงจำนวนนักเรียนที่เลือกตัวเลือกในแต่ละข้อของแบบสอบวินิจฉัยแบบประเพณีนิยม

ข้อที่	ตัวเลือก	ความถี่	ร้อยละ	ข้อที่	ตัวเลือก	ความถี่	ร้อยละ
1	ก	3	0.44	7	ก	60	8.75
	ข	10	1.46		ข	53	7.73
	ค	37	5.39		(ค)	530	77.26
	(ง)	636	92.71		ง	43	6.27
2	ก	14	2.04	8	(ก)	551	80.32
	ข	7	1.02		ข	37	5.39
	(ค)	632	92.13		ค	69	10.06
	ง	33	4.81		ง	29	4.23
3	ก	15	2.19	9	ก	46	6.71
	(ข)	628	91.55		ข	56	8.16
	ค	11	1.60		ค	59	8.60
	ง	32	4.66		(ง)	525	76.53
4	ก	44	6.41	10	ก	36	5.25
	(ข)	615	89.65		ข	38	5.54
	ค	7	1.02		(ค)	550	80.17
	ง	20	2.92		ง	62	9.04
5	ก	29	4.23	11	ก	46	6.71
	(ข)	533	77.70		(ข)	537	78.28
	ค	74	10.79		ค	52	7.58
	ง	50	7.29		ง	51	7.43
6	(ก)	537	78.28	12	ก	40	5.83
	ข	46	6.71		ข	36	5.25
	ค	71	10.35		(ค)	553	80.61
	ง	32	4.66		ง	57	8.31



ตาราง แสดงจำนวนนักเรียนที่เลือกตัวเลือกในแต่ละข้อของแบบสอบวินิจฉัยแบบสองระดับ

ข้อที่	ตัวเลือก ระดับที่ 1	ตัวเลือก ระดับที่ 2				รวม (ร้อยละ)
		ก.	ข.	ค.	ง.	
1	ก	35	11	2	2	50
		(5.10)	(1.60)	(0.29)	(0.29)	(7.29)
	ข	16.00	548.00*	10.00	26.00	600.00
		(2.33)	(79.88)	(1.46)	(3.79)	(87.46)
	ค	6.00	11.00	4.00	3.00	24.00
(0.87)		(1.60)	(0.58)	(0.44)	(3.50)	
ง	-	3.00	-	9.00	12.00	
	(0.00)	(0.44)	(0.00)	(1.31)	(1.75)	
	รวม	57	573	16	40	686
		(8.31)	(83.53)	(2.33)	(5.83)	(100.00)
2	ก	1	6	7	-	14
		(0.15)	(0.87)	(1.02)	(0.00)	(2.04)
	ข	16.00	532.00*	6.00	42.00	596.00
		(2.33)	(77.55)	(0.87)	(6.12)	(86.88)
	ค	30.00	11.00	7.00	5.00	53.00
(4.37)		(1.60)	(1.02)	(0.73)	(7.73)	
ง	3.00	7.00	1.00	12.00	23.00	
	(0.44)	(1.02)	(0.15)	(1.75)	(3.35)	
	รวม	50	556	21	59	686
		(7.29)	(81.05)	(3.06)	(8.60)	(100.00)
3	ก	17	538*	17	27	599
		(2.48)	(78.43)	(2.48)	(3.94)	(87.32)
	ข	3.00	10.00	-	16.00	29.00
		(0.44)	(1.46)	(0.00)	(2.33)	(4.23)
	ค	36.00	10.00	2.00	5.00	53.00
(5.25)		(1.46)	(0.29)	(0.73)	(7.73)	
ง	1.00	1.00	3.00	-	5.00	
	(0.15)	(0.15)	(0.44)	(0.00)	(0.73)	
	รวม	57	559	22	48	686
		(8.31)	(81.49)	(3.21)	(7.00)	(100.00)

ตาราง (ต่อ) แสดงจำนวนนักเรียนที่เลือกตัวเลือกในแต่ละข้อของแบบสอบวินิจฉัยแบบสองระดับ

ข้อที่	ตัวเลือก ระดับที่ 1	ตัวเลือก ระดับที่ 2				รวม (ร้อยละ)
		ก.	ข.	ค.	ง.	
4	ก	5	2	5	2	14
		(0.73)	(0.29)	(0.73)	(0.29)	(2.04)
	ข	4	7	3	13	27
		(0.58)	(1.02)	(0.44)	(1.90)	(3.94)
	ค	35	17	2	9	63
(5.10)		(2.48)	(0.29)	(1.31)	(9.18)	
ง	25	519*	8	30	582	
	(3.64)	(75.66)	(1.17)	(4.37)	(84.84)	
	รวม	69	545	18	54	686
		(10.06)	(79.45)	(2.62)	(7.87)	(100.00)
5	ก	42	14	368*	58	482
		(6.12)	(2.04)	(53.64)	(8.45)	(70.26)
	ข	9	12	20	38	79
		(1.31)	(1.75)	(2.92)	(5.54)	(11.52)
	ค	36	16	9	-	61
(5.25)		(2.33)	(1.31)	(0.00)	(8.89)	
ง	7	39	6	12	64	
	(1.02)	(5.69)	(0.87)	(1.75)	(9.33)	
	รวม	94	81	403	108	686
		(13.70)	(11.81)	(58.75)	(15.74)	(100.00)
6	ก	9	6	18	9	42
		(1.31)	(0.87)	(2.62)	(1.31)	(6.12)
	ข	42	52	36	393*	523
		(6.12)	(7.58)	(5.25)	(57.29)	(76.24)
	ค	23	9	4	15	51
(3.35)		(1.31)	(0.58)	(2.19)	(7.43)	
ง	3	42	5	20	70	
	(0.44)	(6.12)	(0.73)	(2.92)	(10.20)	
	รวม	77	109	63	437	686
		(11.22)	(15.89)	(9.18)	(63.70)	(100.00)

ตาราง (ต่อ) แสดงจำนวนนักเรียนที่เลือกตัวเลือกในแต่ละข้อของแบบสอบวินิจฉัยแบบสองระดับ

ข้อที่	ตัวเลือก ระดับที่ 1		ตัวเลือก ระดับที่ 2		รวม (ร้อยละ)	
7	ก	40	5	13	10	68
		(5.83)	(0.73)	(1.90)	(1.46)	(9.91)
	ข	2	29	13	17	61
		(0.29)	(4.23)	(1.90)	(2.48)	(8.89)
	ค	25	29	402*	39	495
(3.64)		(4.23)	(58.60)	(5.69)	(72.16)	
ง	4	12	13	33	62	
	(0.58)	(1.75)	(1.90)	(4.81)	(9.04)	
	รวม	71	75	441	99	686
		(10.35)	(10.93)	(64.29)	(14.43)	(100.00)
8	ก	5	6	11	19	41
		(0.73)	(0.87)	(1.60)	(2.77)	(5.98)
	ข	35	56	28	419*	538
		(5.10)	(8.16)	(4.08)	(61.08)	(78.43)
	ค	29	6	3	14	52
(4.23)		(0.87)	(0.44)	(2.04)	(7.58)	
ง	2	33	4	16	55	
	(0.29)	(4.81)	(0.58)	(2.33)	(8.02)	
	รวม	71	101	46	468	686
		(10.35)	(14.72)	(6.71)	(68.22)	(100.00)
9	ก	50	47	397*	27	521
		(7.29)	(6.85)	(57.87)	(3.94)	(75.95)
	ข	3	9	7	44	63
		(0.44)	(1.31)	(1.02)	(6.41)	(9.18)
	ค	33	11	9	5	58
(4.81)		(1.60)	(1.31)	(0.73)	(8.45)	
ง	6	24	7	7	44	
	(0.87)	(3.50)	(1.02)	(1.02)	(6.41)	
	รวม	92	91	420	83	686
		(13.41)	(13.27)	(61.22)	(12.10)	(100.00)

ตาราง (ต่อ) แสดงจำนวนนักเรียนที่เลือกตัวเลือกในแต่ละข้อของแบบสอบวินิจฉัยแบบสองระดับ

ข้อที่	ตัวเลือก ระดับที่ 1		ตัวเลือก ระดับที่ 2			รวม (ร้อยละ)
10	ก	18	7	4	10	39
		(2.62)	(1.02)	(0.58)	(1.46)	(5.69)
	ข	10	51	3	15	79
		(1.46)	(7.43)	(0.44)	(2.19)	(11.52)
	ค	6	2	11	13	32
(0.87)		(0.29)	(1.60)	(1.90)	(4.66)	
ง	29	53	39	415*	536	
	(4.23)	(7.73)	(5.69)	(60.50)	(78.13)	
	รวม	63	113	57	453	686
		(9.18)	(16.47)	(8.31)	(66.03)	(100.00)
11	ก	33	10	18	5	66
		(4.81)	(1.46)	(2.62)	(0.73)	(9.62)
	ข	8	44	6	14	72
		(1.17)	(6.41)	(0.87)	(2.04)	(10.50)
	ค	32	41	370*	50	493
(4.66)		(5.98)	(53.94)	(7.29)	(71.87)	
ง	-	8	12	35	55	
	(0.00)	(1.17)	(1.75)	(5.10)	(8.02)	
	รวม	73	103	406	104	686
		(10.64)	(15.01)	(59.18)	(15.16)	(100.00)
12	ก	18	10	6	7	41
		(2.62)	(1.46)	(0.87)	(1.02)	(5.98)
	ข	12	51	3	15	81
		(1.75)	(7.43)	(0.44)	(2.19)	(11.81)
	ค	5	5	11	9	30
(0.73)		(0.73)	(1.60)	(1.31)	(4.37)	
ง	26	45	38	425*	534	
	(3.79)	(6.56)	(5.54)	(61.95)	(77.84)	
	รวม	61	111	58	456	686
		(8.89)	(16.18)	(8.45)	(66.47)	(100.00)



ภาคผนวก ณ

ตัวอย่าง file ข้อมูล และคำสั่งโปรแกรม GENOVA

สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



STUDY DATA SET 1 - RANDOM MODEL - P X (I:C) DESIGN - RUN 1

COMMENT

COMMENT # RECORDS = 686

COMMENT # VALUES PER RECORD = 12

COMMENT

OPTIONS RECORDS ALL CORRELATION

EFFECT \* P 686 0

EFFECT + C 3 0

EFFECT + I:C 4 0

FORMAT (12F2.0)

PROCESS

1 1 1 1 0 0 0 0 0 0 0 0  
 0 1 1 0 0 1 0 0 0 0 0 1  
 0 1 1 0 0 0 0 0 0 1 0 1  
 0 0 0 0 0 0 0 1 0 1 0 1  
 1 1 1 1 0 1 1 1 1 1 1 1  
 1 1 1 0 0 0 0 0 0 1 0 1  
 1 1 0 0 1 1 1 1 1 1 1 1  
 1 1 0 0 1 1 1 1 1 0 0 1

.  
 .  
 .  
 .  
 .

1 1 1 1 0 1 1 1 1 1 1 1  
 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1

DSTUDY FIRST SET OF D STUDY CONTROL CARDS

DEFFECT \$ P

DEFFECT C 5

DEFFECT I:C 2 4 6 8 10

ENDDSTUDY

FINISH



สถาบันวิทยบริการ  
 จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ภาคผนวก ญ  
คู่มือการใช้โปรแกรม GENOVA

สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

## โปรแกรม GENOVA

โปรแกรม GENOVA เป็นโปรแกรมวิเคราะห์ที่พัฒนาจากสถิติ ANOVA ซึ่งในการใช้นั้น ผู้ใช้ระบุเพียง main effect เท่านั้นโปรแกรมจะระบุ interaction effect ที่เป็นไปได้ทุกกรณี ดังนั้น โปรแกรมนี้จึงเหมาะที่จะใช้ในการวิเคราะห์ Complete design ที่ประกอบด้วยทุก interaction effect ที่เป็นไปได้ และไม่เหมาะที่จะใช้กับ Latin square design ที่มีการกำหนดให้ บาง interaction effect มีค่าเป็นศูนย์หรือไม่มี interaction effect

### ลักษณะเฉพาะของ

1. จำนวนระดับในแต่ละ facet ต้องมากกว่า 2 ระดับ
2. วิเคราะห์ได้มากที่สุด 6 facet
3. เป็น Balance design หรือ Orthogonal design
4. เป็น Complete design

### การเขียน syntax ของโปรแกรม GENOVA

syntax ของโปรแกรม GENOVA ประกอบด้วย syntax ของ G-STUDY และ D-STUDY โดยมีรายละเอียด ดังนี้

#### ● ส่วนประกอบของ G-STUDY

G-STUDY จะอยู่ใน CONTROL CARD ซึ่งประกอบด้วย CARD ย่อย ๆ ดังนี้

##### 1. STUDY CARD

- การระบุว่าในการวิเคราะห์ครั้งนี้มี GENOVA design เป็นแบบใด
- การระบุว่าเป็น model แบบใด (fix effect หรือ random effect )

##### ตัวอย่าง

- STUDY DATA SET 1 - RANDOM MODEL - P X (I:T) DESIGN - RUN
- STUDY DATA SET 1 - RANDOM MODEL - P : (A X B X C) DESIGN - RUN

##### 2. COMMENT CARD

เป็นการระบุว่าในการวิเคราะห์นี้มีข้อมูลจำนวนกี่ชุด/คน (RECORDS) แต่ละชุด/คน มีจำนวนเท่าใด (VALUES PER RECORD)

##### ตัวอย่าง

COMMENT # RECORDS = 10

COMMENT # VALUES PER RECORD = 12

### 3. OPTIONS CARD

เป็นการระบุว่า จะให้มีการแสดงผลใน output อย่างไรบ้าง ประกอบด้วย

1) การแสดงผลในส่วนของคุณค่าข้อมูลที่ได้ระบุเข้าไปในการวิเคราะห์ว่าจะให้แสดงผลเป็นจำนวนเท่าใด (RECORDS) อาจระบุเป็นจำนวนตัวเลข หรือระบุเป็น ALL ให้แสดงผลหมดทุกค่า ซึ่งถ้าไม่ระบุข้อมูลใน OPTIONS CARD โปรแกรมจะแสดงผลข้อมูลชุดแรก (first record) กับชุดสุดท้าย (last 10 records)

2) การแสดงผลในส่วนของคุณค่าของ Correlation Matrix ของข้อมูลที่จะใช้ในการประมาณค่า Variance Component ซึ่งถ้าไม่ระบุใน OPTIONS CARD โปรแกรมจะไม่แสดงผลข้อมูล

**ตัวอย่าง**

- OPTIONS RECORDS ALL CORRELATION
- OPTIONS RECORDS 2 CORRELATION

### 4. EFFECT CARD

เป็นการระบุว่าในการวิเคราะห์นี้ประกอบด้วย facet ที่ต้องการวิเคราะห์ที่ใดบ้าง จำนวนเท่าใด

โดยระบุตามลำดับดังนี้

- 1) ระบุ facet ตามลำดับ จาก cross design ต่อด้วย facet ของ nested design
- 2) ระบุจำนวนระดับในแต่ละ facet
- 3) ทำเครื่องหมาย \* ที่ main effect ใน facet แรก และทำเครื่องหมาย + ใน facet

ต่อไปตามลำดับ

**ตัวอย่าง**

P X (I:T) DESIGN ที่ประกอบด้วย

1. facet P จำนวน 10 ระดับ
2. facet T จำนวน 3 ระดับ
3. facet I:T จำนวน 2 ระดับ

สามารถระบุ facet ได้ดังนี้

EFFECT \* P 10 0

EFFECT + T 3 0

EFFECT + I:T 4 0

หมายเหตุ เลข 0 เป็นการระบุว่าในการวิเคราะห์นี้เป็นแบบ random effect กำหนดให้ universe score เป็นแบบ infinite

## 5. FORMAT CARD

เป็นการระบุข้อมูลในการวิเคราะห์ GENOVA นี้จะทำการวิเคราะห์ที่รอบ ซึ่งจะระบุไว้ในวงเล็บ()

ตัวอย่าง FORMAT (12F2.0)

## 6. PROCESS CARD

เป็น CARD ลำดับสุดท้ายของ CONTROL CARD ซึ่งระบุข้อมูลที่ใช้ในการวิเคราะห์โดยใส่ข้อมูลตามลำดับ facet ที่ระบุไว้ใน EFFECT CARD

ตัวอย่าง

EFFECT CARD ประกอบด้วย

- 1) EFFECT \* P 10 0
- 2) EFFECT + T 3 0
- 3) EFFECT + I:T 4 0

จะเรียงลำดับ (key) ข้อมูลของ P= 1 ดังนี้

- ข้อมูล P=1, T = 1, I = 1
- ข้อมูล P=1, T = 1, I = 2
- ข้อมูล P=1, T = 1, I = 3
- ข้อมูล P=1, T = 1, I = 4
- ข้อมูล P=1, T = 2, I = 1
- ข้อมูล P=1, T = 2, I = 2
- ข้อมูล P=1, T = 2, I = 3
- 
- 
- ข้อมูล P=1, T = 3, I = 4

สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

● ส่วนประกอบของ D - STUDY

1. DSTUDY CARDS

- การระบุว่าในการวิเคราะห์ส่วนนี้เป็นในการวิเคราะห์
- การระบุลำดับที่ (FIRST/SECOND/THIRD) ของสถานการณ์ที่นำมาวิเคราะห์

ตัวอย่าง

- FIRST SET OF D STUDY CONTROL CARDS
- SECOND SET OF D STUDY CONTROL CARDS

2. DEFFECT CARDS

เป็นการระบุว่าในการวิเคราะห์นี้ประกอบด้วย facet ที่ต้องการศึกษาใดบ้าง จำนวนระดับของแต่ละ facet เท่าใด โดยระบุตามลำดับดังนี้

- 1) ระบุ facet ตามลำดับ จาก cross design ต่อด้วย facet ของ nested design
- 2) ระบุจำนวนระดับในแต่ละ facet ที่ต้องการศึกษา

ตัวอย่าง

P X (I:T) DESIGN ที่ประกอบด้วย facet ที่ต้องการศึกษา ดังนี้

1. facet T จำนวน 3 ระดับ คือ 2, 4, 6
2. facet I:T จำนวน 4 ระดับ คือ 1, 2, 3, 4

สามารถระบุ facet ได้ดังนี้

DEFFECT \$ P  
 DEFFECT T 3  
 DEFFECT I:T 1 2 3 4

3. ENDDSTUDY CARDS

เป็น CARD ลำดับสุดท้ายของ D STUDY CONTROL CARD ระบุการวิเคราะห์สิ้นสุดลงแล้ว

สถาบันวิทยบริการ  
 จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



จาก G-STUDY และ D-STUDY สามารถเขียน syntax ได้ดังนี้

STUDY DATA SET 1 - RANDOM MODEL - P X (I:T) DESIGN - RUN 1

COMMENT

COMMENT # RECORDS = 10

COMMENT # VALUES PER RECORD = 12

COMMENT

OPTIONS RECORDS ALL CORRELATION

EFFECT \* P 10 0

EFFECT + T 3 0

EFFECT + I:T 4 0

FORMAT (12F2.0)

PROCESS

5 6 5 5 3 4 5 6 7 3 3

9 3 7 7 7 5 5 5 7 7 5 2

3 4 3 3 5 3 3 5 6 5 1 6

7 5 5 3 3 1 4 3 5 3 3 5

9 2 9 7 7 7 3 7 2 7 5 3

3 4 3 5 3 3 6 3 4 5 1 2

7 3 7 7 7 5 5 7 5 5 5 4

5 8 5 7 7 5 5 4 3 2 1 1

9 9 8 8 6 6 6 5 5 8 1 1

4 4 4 3 3 5 6 5 5 7 1 1

DSTUDY FIRST SET OF D STUDY CONTROL CARDS

DEFFECT \$ P

DEFFECT T 3

DEFFECT I:T 1 2 3 4

ENDDSTUDY

FINISH

## การใช้โปรแกรม GENOVA

การใช้โปรแกรม GENOVA version 3.1

1. สร้าง syntax file ในโปรแกรม Notepad
2. บันทึก syntax file ในชื่อที่มีนามสกุล .txt เช่น data.txt
3. บันทึก syntax file ใน folder GENOVA
4. คลิกที่โปรแกรม GENOVA
5. คลิกที่



Genova36.exe

6. หน้าจอปรากฏ  
File name missing or blank – please enter file name  
Unit 5 ? \_  
←  
พิมพ์ชื่อ syntax file ที่บันทึกไว้ (data.txt)
7. หน้าจอจะปรากฏ  
File name missing or blank – please enter file name  
Unit 6 ? \_  
←  
พิมพ์ชื่อ file ที่ต้องการบันทึก Output
8. จะมี output file ที่โปรแกรม GENOVA

สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ภาคผนวก ฎ  
ตัวอย่าง output โปรแกรม GENOVA

สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

GENOVA VERSION 3.1  
PAGE 44  
G STUDY

DATA SET 1 - RANDOM MODEL - P X (I:C) DESIGN - RUN 1

CELL MEAN SCORES

\*\*\*\*\*  
\*\*\*\*\*

\*\*\* GRAND MEAN = 0.8295675 \*\*\*

\*\*\*\*\*  
\*\*\*\*\*

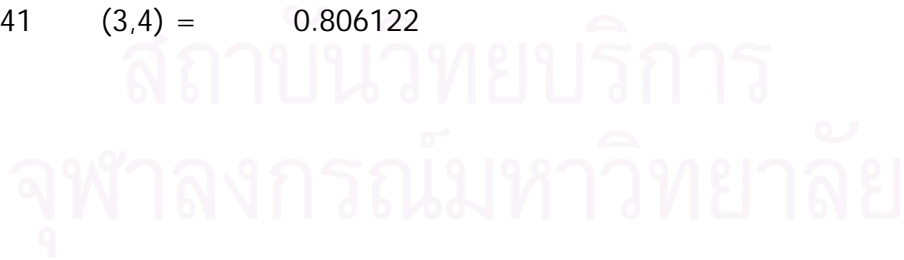
MEAN SCORES FOR EFFECT: C      SUBSCRIPT NOTATION: (C)

(1) = 0.915087      (2) = 0.784621      (3) =  
0.788994

\*\*\*\*\*  
\*\*\*\*\*

MEAN SCORES FOR EFFECT: I:C      SUBSCRIPT NOTATION: (C,I)

(1,1) = 0.927114      (1,2) = 0.921283      (1,3) =  
0.915452      (1,4) = 0.896501  
(2,1) = 0.776968      (2,2) = 0.784257      (2,3) =  
0.774052      (2,4) = 0.803207  
(3,1) = 0.766764      (3,2) = 0.801749      (3,3) =  
0.781341      (3,4) = 0.806122



GENOVA VERSION 3.1

PAGE 45

G STUDY

DATA SET 1 - RANDOM MODEL - P X (I:C) DESIGN - RUN 1

## ANOVA TABLE

(\*\* = INFINITE) P C I  
 SAMPLE SIZE 686 3 4  
 UNIVERSE SIZE \*\*\*\* \*

RATIO)		DEGREES	SUMS OF	SUMS OF	MEAN	(QF = QUASI F
DEGREES OF FREEDOM		OF	SQUARES FOR	SQUARES FOR	F	F-TEST
EFFECT	FREEDOM	MEAN SCORES	SCORE EFFECTS	SQUARES	STATISTIC	
NUMERATOR	DENOMINATOR					
P	685	6305.25000	640.13326	0.93450	5.30415	
685	1370					
C	2	5695.24599	30.12925	15.06463	51.59152 QF	
2 QF	31 QF					
I:C	9	5696.65452	1.40853	0.15650	3.84642	
9	6165					
PC	1370	6576.75000	241.37075	0.17618	4.33010	
1370	6165					
PI:C	6165	6829.00000	250.84147	0.04069		
MEAN		5665.11674				
TOTAL	8231		1163.88326			

NOTE: FOR GENERALIZABILITY ANALYSES, F-STATISTICS SHOULD BE IGNORED

GENOVA VERSION 3.1

PAGE 46

G STUDY

DATA SET 1 - RANDOM MODEL - P X (I:C) DESIGN - RUN 1

## G STUDY RESULTS

(\*\* = INFINITE) P C I  
 SAMPLE SIZE 686 3 4  
 UNIVERSE SIZE \*\*\*\* \* \* \* \* QFM = QUADRATIC  
 FORM

EFFECT	MODEL VARIANCE COMPONENTS			
	DEGREES OF FREEDOM	USING ALGORITHM	USING EMS EQUATIONS	STANDARD ERROR
P	685	0.0631932	0.0631932	0.0042390
C	2	0.0053836	0.0053836	0.0038821
I:C	9	0.0001688	0.0001688	0.0000973
PC	1370	0.0338738	0.0338738	0.0016916
PI:C	6165	0.0406880	0.0406880	0.0007327

NOTE: THE "ALGORITHM" AND "EMS" ESTIMATED VARIANCE COMPONENTS WILL  
 BE IDENTICAL IF THERE ARE NO NEGATIVE ESTIMATES

สถาบันวิทยบริการ  
 จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



GENOVA VERSION 3.1  
PAGE 47  
G STUDY

DATA SET 1 - RANDOM MODEL - P X (I:C) DESIGN - RUN 1

EXPECTED MEAN SQUARE EQUATIONS

(\*\* = INFINITE) P C I  
SAMPLE SIZE 686 3 4  
UNIVERSE SIZE \*\*\*\*

$$\text{EMS}(P) = 1.00 \cdot \text{VC}(PI:C) + 4.00 \cdot \text{VC}(PC) + 12.00 \cdot \text{VC}(P)$$

$$\text{EMS}(C) = 1.00 \cdot \text{VC}(PI:C) + 4.00 \cdot \text{VC}(PC) + 686.00 \cdot \text{VC}(I:C) + 2744.00 \cdot \text{VC}(C)$$

$$\text{EMS}(I:C) = 1.00 \cdot \text{VC}(PI:C) + 686.00 \cdot \text{VC}(I:C)$$

$$\text{EMS}(PC) = 1.00 \cdot \text{VC}(PI:C) + 4.00 \cdot \text{VC}(PC)$$

$$\text{EMS}(PI:C) = 1.00 \cdot \text{VC}(PI:C)$$



สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

GENOVA VERSION 3.1

PAGE 48

G STUDY

DATA SET 1 - RANDOM MODEL - P X (I:C) DESIGN - RUN 1

VARIANCE - COVARIANCE MATRIX FOR ESTIMATED VARIANCE  
COMPONENTS (V)

	P	C	I:C	PC	PI:C	
P	0.0000180					
C	0.0000000	0.0000151				
I:C	0.0000000	0.0000000	0.0000000			
PC	-0.0000009	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000029	
PI:C	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	-0.0000001	0.0000005



สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

GENOVA VERSION 3.1  
 PAGE 49  
 G STUDY

DATA SET 1 - RANDOM MODEL - P X (I:C) DESIGN - RUN 1

CORRELATION MATRIX FOR ESTIMATED VARIANCE

COMPONENTS

	P	C	I:C	PC	PI:C	
P	1.0000000					
C	0.0000835	1.0000000				
I:C	0.0000000	-0.0062649	1.0000000			
PC	-0.1314599	-0.0006352	0.0011889	1.0000000		
PI:C	0.0000000	0.0000688	-0.0109793	-0.1082881	1.0000000	



สถาบันวิทยบริการ  
 จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

GENOVA VERSION 3.1  
PAGE 50

CONTROL CARD INPUT LISTING

COLUMN  
111111111122222222223333333333444444444455555555556666666666777777  
77778

123456789012345678901234567890123456789012345678901234567890123456  
78901234567890

DSTUDY FIRST SET OF D STUDY CONTROL CARDS  
DEFFECT \$ P  
DEFFECT C 1  
DEFFECT I:C 2 4 6 8 10  
ENDDSTUDY



สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

GENOVA VERSION 3.1

PAGE 51  
D STUDY

FIRST SET OF D STUDY CONTROL CARDS

D STUDY DESIGN NUMBER 001-001

OBJECT OF MEASUREMENT : P FACETS : C I:C  
 G STUDY POPULATION SIZE : INFINITE G STUDY UNIVERSE SIZES : INFINITE  
 INFINITE  
 D STUDY POPULATION SIZE : INFINITE D STUDY UNIVERSE SIZES : INFINITE  
 INFINITE  
 D STUDY SAMPLE SIZE : 686 D STUDY SAMPLE SIZES : 1 2

VARIANCE COMPONENTS IN TERMS OF VARIANCE  
 COMPONENTS IN TERMS OF G STUDY UNIVERSE (OF ADMISSIBLE OBSERVATIONS) SIZES D STUDY  
 UNIVERSE (OF GENERALIZATION) SIZES

VARIANCE COMPONENTS  
 VARIANCE FINITE D STUDY FOR MEAN SCORES VARIANCE FINITE  
 D STUDY FOR MEAN SCORES COMPONENTS UNIVERSE SAMPLING COMPONENTS  
 UNIVERSE SAMPLING  
 FOR SINGLE COR- FRE- STANDARD FOR SINGLE COR-  
 FRE- STANDARD OBSERVATIONS RECTIONS QUENCIES ESTIMATES ERRORS  
 OBSERVATIONS RECTIONS QUENCIES ESTIMATES ERRORS

P	0.06319	1.0000	1	0.06319	0.00424	0.06319
1.0000	1	0.06319	0.00424			
C	0.00538	1.0000	1	0.00538	0.00388	0.00538
1.0000	1	0.00538	0.00388			
I:C	0.00017	1.0000	2	0.00008	0.00005	0.00017
1.0000	2	0.00008	0.00005			
PC	0.03387	1.0000	1	0.03387	0.00169	0.03387
1.0000	1	0.03387	0.00169			
PI:C	0.04069	1.0000	2	0.02034	0.00037	0.04069
1.0000	2	0.02034	0.00037			

QFM = QUADRATIC FORM

STANDARD  
STANDARD ERROR OF  
VARIANCE DEVIATION VARIANCE

UNIVERSE SCORE	0.06319	0.25138	0.00424	
EXPECTED OBSERVED SCORE	0.11741	0.34265	0.00435	
LOWER CASE DELTA	0.05422	0.23285	0.00169	GENERALIZABILITY
COEFFICIENT =	0.53822 ( 1.16554)			
UPPER CASE DELTA	0.05969	0.24431	0.00423	
PHI =	0.51427 ( 1.05876)			
MEAN	0.00564	0.07509		

-----  
-----  
NOTE: SIGNAL/NOISE RATIOS ARE IN PARENTHESES



สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



GENOVA VERSION 3.1  
PAGE 52  
D STUDY

FIRST SET OF D STUDY CONTROL CARDS

D STUDY DESIGN NUMBER 001-001

VARIANCE - COVARIANCE MATRIX FOR ESTIMATED VARIANCE COMPONENTS (FOR MEAN SCORES) IN UNIVERSE OF GENERALIZATION (W)

	P	C	I:C	PC	PI:C	
P	0.0000180					
C	0.0000000	0.0000151				
I:C	0.0000000	0.0000000	0.0000000			
PC	-0.0000009	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000029	
PI:C	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	-0.0000001	0.0000001



สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

GENOVA VERSION 3.1  
 PAGE 53  
 D STUDY

FIRST SET OF D STUDY CONTROL CARDS

D STUDY DESIGN NUMBER 001-002

OBJECT OF MEASUREMENT : P FACETS : C I:C  
 G STUDY POPULATION SIZE : INFINITE G STUDY UNIVERSE SIZES : INFINITE  
 INFINITE  
 D STUDY POPULATION SIZE : INFINITE D STUDY UNIVERSE SIZES : INFINITE  
 INFINITE  
 D STUDY SAMPLE SIZE : 686 D STUDY SAMPLE SIZES : 1 4

VARIANCE COMPONENTS IN TERMS OF VARIANCE  
 COMPONENTS IN TERMS OF G STUDY UNIVERSE (OF ADMISSIBLE OBSERVATIONS) SIZES D STUDY  
 UNIVERSE (OF GENERALIZATION) SIZES

VARIANCE COMPONENTS  
 VARIANCE FINITE D STUDY FOR MEAN SCORES VARIANCE FINITE  
 D STUDY FOR MEAN SCORES COMPONENTS UNIVERSE SAMPLING COMPONENTS  
 UNIVERSE SAMPLING  
 FOR SINGLE COR- FRE- STANDARD FOR SINGLE COR-  
 FRE- STANDARD OBSERVATIONS RECTIONS QUENCIES ESTIMATES ERRORS  
 OBSERVATIONS RECTIONS QUENCIES ESTIMATES ERRORS

P	0.06319	1.0000	1	0.06319	0.00424	0.06319
1.0000	1	0.06319	0.00424			
C	0.00538	1.0000	1	0.00538	0.00388	0.00538
1.0000	1	0.00538	0.00388			
I:C	0.00017	1.0000	4	0.00004	0.00002	0.00017
1.0000	4	0.00004	0.00002			
PC	0.03387	1.0000	1	0.03387	0.00169	0.03387
1.0000	1	0.03387	0.00169			
PI:C	0.04069	1.0000	4	0.01017	0.00018	0.04069
1.0000	4	0.01017	0.00018			

QFM = QUADRATIC FORM

STANDARD  
STANDARD ERROR OF  
VARIANCE DEVIATION VARIANCE

UNIVERSE SCORE	0.06319	0.25138	0.00424	
EXPECTED OBSERVED SCORE	0.10724	0.32747	0.00435	
LOWER CASE DELTA	0.04405	0.20987	0.00168	GENERALIZABILITY
COEFFICIENT =	0.58927 ( 1.43472)			
UPPER CASE DELTA	0.04947	0.22242	0.00423	
PHI =	0.56090 ( 1.27736)			
MEAN	0.00558	0.07471		

-----  
-----  
NOTE: SIGNAL/NOISE RATIOS ARE IN PARENTHESES



สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

GENOVA VERSION 3.1  
PAGE 54  
D STUDY

FIRST SET OF D STUDY CONTROL CARDS

D STUDY DESIGN NUMBER 001-002

VARIANCE - COVARIANCE MATRIX FOR ESTIMATED VARIANCE COMPONENTS (FOR MEAN SCORES) IN UNIVERSE OF GENERALIZATION (W)

	P	C	I:C	PC	PI:C	
P	0.0000180					
C	0.0000000	0.0000151				
I:C	0.0000000	0.0000000	0.0000000			
PC	-0.0000009	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000029	
PI:C	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000



สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

GENOVA VERSION 3.1

PAGE 55  
D STUDY

FIRST SET OF D STUDY CONTROL CARDS

D STUDY DESIGN NUMBER 001-003

OBJECT OF MEASUREMENT : P FACETS : C I:C  
 G STUDY POPULATION SIZE : INFINITE G STUDY UNIVERSE SIZES : INFINITE  
 INFINITE  
 D STUDY POPULATION SIZE : INFINITE D STUDY UNIVERSE SIZES : INFINITE  
 INFINITE  
 D STUDY SAMPLE SIZE : 686 D STUDY SAMPLE SIZES : 1 6

VARIANCE COMPONENTS IN TERMS OF VARIANCE  
 COMPONENTS IN TERMS OF G STUDY UNIVERSE (OF ADMISSIBLE OBSERVATIONS) SIZES D STUDY  
 UNIVERSE (OF GENERALIZATION) SIZES

VARIANCE COMPONENTS  
 VARIANCE FINITE D STUDY FOR MEAN SCORES VARIANCE FINITE  
 D STUDY FOR MEAN SCORES COMPONENTS UNIVERSE SAMPLING COMPONENTS  
 UNIVERSE SAMPLING  
 FOR SINGLE COR- FRE- STANDARD FOR SINGLE COR-  
 FRE- STANDARD OBSERVATIONS RECTIONS QUENCIES ESTIMATES ERRORS  
 OBSERVATIONS RECTIONS QUENCIES ESTIMATES ERRORS

P	0.06319	1.0000	1	0.06319	0.00424	0.06319
1.0000	1	0.06319	0.00424			
C	0.00538	1.0000	1	0.00538	0.00388	0.00538
1.0000	1	0.00538	0.00388			
I:C	0.00017	1.0000	6	0.00003	0.00002	0.00017
1.0000	6	0.00003	0.00002			
PC	0.03387	1.0000	1	0.03387	0.00169	0.03387
1.0000	1	0.03387	0.00169			
PI:C	0.04069	1.0000	6	0.00678	0.00012	0.04069
1.0000	6	0.00678	0.00012			

QFM = QUADRATIC FORM

### ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

นางสาวนิตา ภู่อี่ยม เกิดเมื่อวันที่ 24 กรกฎาคม พ.ศ. 2524 สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาบัณฑิต สาขามัธยมศึกษา วิชาเอกวิทยาศาสตร์ทั่วไป และวิชาเอกชีววิทยา จากคณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เมื่อปีการศึกษา 2546 เข้าศึกษาต่อในหลักสูตรปริญญาโทบัณฑิต สาขาวิชาการวัดและประเมินผลทางการศึกษา ภาควิชาวิจัยและจิตวิทยาการศึกษา เมื่อปีการศึกษา 2547



สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย