

Ed. m.
ก-ก

371.261
6 8270
1.3

การสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยในการเรียนเรื่องระบบจำนวนเต็ม
สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ในจังหวัดนครนายก

ปริญญาพันธ์
ของ
วิรัช นิยมแย้ม

24 เม.ย. 2535


เสนอต่อมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร
เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาการศึกษาหาบัณฑิต
กุมภาพันธ์ 2525
ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

17774S

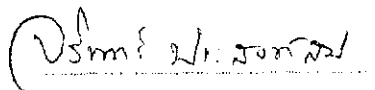
คณะกรรมการที่ปรึกษาประจำตัวนิสิตและคณะกรรมการสอบ ได้พิจารณาปฏิญานิพนธ์
ฉบับนี้แล้ว เห็นสมควรรับ เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิตของ
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒได้

คณะกรรมการที่ปรึกษา

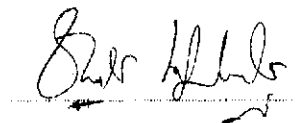
คณะกรรมการสอบ

 ประธาน

 ประธาน

 กรรมการ

 กรรมการ

 กรรมการ

ประกาศคุณูปการ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จได้ ด้วยความช่วยเหลือและการแนะนำอย่างดียิ่งจาก
รองศาสตราจารย์ อังคณา สายยศ และผู้ช่วยศาสตราจารย์ จรินทร์ ประสงค์สม
ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณ เป็นอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้

ขอกราบขอบพระคุณคณาจารย์ในสำนักทดสอบการศึกษาและจิตวิทยา มหาวิทยาลัย
ศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร ที่กรุณาให้คำปรึกษาและให้ความสะดวกในการพิมพ์ตำราต่าง ๆ

ขอขอบพระคุณ ผู้อำนวยการ อาจารย์ใหญ่ และคณะครูของโรงเรียนที่เป็น
กลุ่มตัวอย่าง และขอขอบใจนักเรียนทุกคน ที่ให้ความร่วมมือในการเก็บรวบรวมข้อมูล
เป็นอย่างดี

ขอขอบคุณ คุณสมพงษ์ ปิ่นสุวรรณ ที่ช่วยเหลือในการเก็บรวบรวมข้อมูล และ
ขอขอบคุณ คุณมงกษ นิยมแย้ม ที่ช่วยเหลือในการเก็บรวบรวมข้อมูล วิเคราะห์ข้อมูล
และให้กำลังใจในการทำปริญญานิพนธ์ตลอดมา

สุดท้ายนี้ขออภิวาดีถึงพระคุณของบิดา มารดา ครู อาจารย์ และทุกคน
ที่ไต่อบรมสั่งสอน และสนับสนุนการศึกษาของผู้วิจัยตลอดมา

วิรัช นิยมแย้ม

สารบัญ

บทที่	หน้า	
1	บทนำ	1
	ภูมิหลัง	1
	ความมุ่งหมายในการศึกษาค้นคว้า	3
	ความสำคัญของการศึกษาค้นคว้า	3
	ขอบเขตของการศึกษาค้นคว้า	4
	คำนิยามศัพท์เฉพาะ	4
2	เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	7
	เอกสารที่เกี่ยวข้องกับแบบทดสอบวินิจัย	7
	ความหมายและลักษณะของแบบทดสอบวินิจัย	7
	เทคนิคการสร้างแบบทดสอบวินิจัย	14
	ผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับแบบทดสอบวินิจัย	17
	ผลงานวิจัยในประเทศ	17
	ผลงานวิจัยในต่างประเทศ	21
3	วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า	25
	ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง	25
	วิธีดำเนินการสร้างแบบทดสอบวินิจัย	28
	วิธีดำเนินการรวบรวมข้อมูล	39
	วิธีจัดกระทำข้อมูล	39

4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	41
อักษรย่อที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล	41
การเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล	41
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	42
การทดสอบครั้งที่ 1 หาค่าความยาก ค่าอำนาจจำแนก และค่าความยากจากกลุ่มผู้มีความบกพร่องในแบบทดสอบ วินิจฉัยทั้ง เจ็ดฉบับ	42
การทดสอบครั้งที่ 2 หาค่าความยาก ค่าอำนาจจำแนก และค่าความยากจากกลุ่มผู้มีความบกพร่องในแบบทดสอบ วินิจฉัยทั้ง เจ็ดฉบับ	56
การทดสอบครั้งที่ 3	71
หาค่าความยากและค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบ	71
หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวินิจฉัยทั้ง เจ็ดฉบับ	80
หาความเที่ยงตรงของแบบทดสอบวินิจฉัยทั้ง เจ็ดฉบับ	81
หาความเที่ยงตรงเชิง เนื้อหา	81
หาความเที่ยงตรงเชิง โครงสร้าง	86
วิเคราะห์จุดบกพร่องที่นักเรียนเลือกตอบผิดในการตอบ แบบทดสอบวินิจฉัยทั้ง เจ็ดฉบับจากการทดสอบครั้งที่ 3	91
5 สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ	127
ความมุ่งหมายในการศึกษาค้นคว้า	127
กลุ่มตัวอย่าง	127

บทที่

หน้า

เครื่องมือที่ใช้ในการรวบรวมข้อมูล	127
วิธีดำเนินการรวบรวมข้อมูล	128
การวิเคราะห์ข้อมูล	129
สรุปผลการวิเคราะห์ข้อมูลและอภิปรายผล	129
ข้อเสนอแนะ	145
บรรณานุกรม	146
ภาคผนวก	151

บัญชีตาราง

ตาราง	หน้า
1	กลุ่มตัวอย่างจำแนกตามโรงเรียน จำนวนห้องเรียน และจำนวน นักเรียน 26
2	กลุ่มตัวอย่างจำแนกตามโรงเรียนและตามครั้งที่ใช้ทดสอบ 27
3	คะแนน เกณฑ์ของแบบทดสอบวินิจัยทั้ง เจ็ดฉบับ 36
4	ค่าความยากของข้อสอบ ค่าอำนาจจำแนกและค่าความยาก ของข้อสอบจากกลุ่มผู้มีความบกพร่องในแบบทดสอบวินิจัย จากการทดสอบครั้งที่ 1 43
5	ค่าความยากของข้อสอบ ค่าอำนาจจำแนก และค่าความยากของ ข้อสอบจากกลุ่มผู้มีความบกพร่อง ในแบบทดสอบวินิจัย จากการทดสอบครั้งที่ 2 57
6	ค่าความยากและค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบ ในแบบทดสอบวินิจัย ทั้ง เจ็ดฉบับจากการทดสอบครั้งที่ 3 71
7	ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวินิจัยทั้ง เจ็ดฉบับ จากการทดสอบ ครั้งที่ 3 80
8	คะแนนการพิจารณาของผู้เชี่ยวชาญระหว่าง จุดมุ่งหมาย เชิงพฤติกรรม กับเนื้อหาวิชาของแบบทดสอบทั้ง เจ็ดฉบับ 81
9	คะแนนรวมการพิจารณาของผู้เชี่ยวชาญระหว่าง ข้อสอบกับจุดมุ่งหมาย เชิงพฤติกรรม ของแบบทดสอบวินิจัยทั้ง เจ็ดฉบับ 84
10	ค่าความยากจากกลุ่มผู้มีความบกพร่อง และค่าพิสัยในแต่ละจุดมุ่งหมาย เชิงพฤติกรรม ของแบบทดสอบวินิจัยทั้ง เจ็ดฉบับ จากการทดสอบครั้งที่ 3 87

11	วิเคราะห์จุดบกพร่องที่นักเรียนเลือกตอบผิดในการตอบแบบทดสอบ วินิจฉัย ฉบับที่ 1 (ความรู้เบื้องต้นที่เกี่ยวกับจำนวนเต็ม) จากการทดสอบครั้งที่ 3	94
12	วิเคราะห์จุดบกพร่องที่นักเรียนเลือกตอบผิดในการตอบแบบทดสอบ วินิจฉัย ฉบับที่ 2 (การบวกจำนวนเต็ม) จากการทดสอบ ครั้งที่ 3	101
13	วิเคราะห์จุดบกพร่องที่นักเรียนเลือกตอบผิด ในการตอบแบบทดสอบ วินิจฉัย ฉบับที่ 3 (การลบจำนวนเต็ม) จากการทดสอบ ครั้งที่ 3	107
14	วิเคราะห์จุดบกพร่องที่นักเรียนเลือกตอบผิด ในการตอบแบบทดสอบ วินิจฉัย ฉบับที่ 4 (การคูณจำนวนเต็ม) จากการทดสอบ ครั้งที่ 3	113
15	วิเคราะห์จุดบกพร่องที่นักเรียนเลือกตอบผิด ในการตอบแบบทดสอบ วินิจฉัย ฉบับที่ 5 (การหารจำนวนเต็ม) จากการทดสอบ ครั้งที่ 3	117
16	วิเคราะห์จุดบกพร่องที่นักเรียนเลือกตอบผิด ในการตอบแบบทดสอบ วินิจฉัย ฉบับที่ 6 (คุณสมบัติของหนึ่งและคุณสมบัติของศูนย์) จากการทดสอบครั้งที่ 3	121
17	วิเคราะห์จุดบกพร่องที่นักเรียนเลือกตอบผิด ในการตอบแบบทดสอบ วินิจฉัย ฉบับที่ 7 (เลขยกกำลัง) จากการทดสอบ ครั้งที่ 3	124

บัญชีภาพประกอบ

ภาพประกอบ

หน้า

1	ลำดับชั้นในการดำเนินการสร้างแบบทดสอบวินิจฉัย	28
---	--	----

บทนำ

กระทรวงศึกษาธิการได้ประกาศเปลี่ยนแปลงระเบียบกระทรวงศึกษาธิการ ว่าด้วยการประเมินผลการเรียน โดยในระดับมัธยมศึกษาตอนต้นได้เน้นหนักในเรื่อง การประเมินผลในระหว่างการเรียนรู้เพื่อปรับปรุงการเรียนการสอน เช่น กำหนด ไว้ว่าในแต่ละเนื้อหาวิชาให้มีการประเมินผลการเรียนเป็นระยะ ๆ ไปเพื่อศึกษาผล การเรียน และการสอนซ่อมเสริม (รัตนา ศิริพานิช 2520 : 25) การสอน ซ่อมเสริมเป็นวิธีการสอนแบบหนึ่งที่จะช่วยแก้ไขส่งเสริมเด็กเป็นรายบุคคลหรือกลุ่มย่อย การสอนแบบนี้เป็นการสอนที่มุ่งช่วยเหลือนักเรียนที่เรียนอ่อน หรือนักเรียนที่มีปัญหาใน การเรียนตามปกติ การเรียนการสอนครูส่วนใหญ่ชอบสอนคนเก่งไม่สนใจคนอ่อน (ไพศาล หวังพานิช 2521 : 39) ถ้าไม่มีการสอนซ่อมเสริมช่วยนักเรียนอ่อน ๆ ไว้ยังสอนนานไปยิ่งทำให้ความรู้ของนักเรียนในท้องเดียวกันแตกต่างกันมากยิ่งขึ้น แต่การที่ครูไม่ช่วยนักเรียนที่เรียนอ่อนหรือช่วยน้อยไปนั้นเป็นเพราะครูเองไม่ทราบว่านักเรียนอ่อนหรือบกพร่องในทางใด (กมล สุภประเสริฐ 2520 : 26)

ด้วยเหตุนี้ครูจำเป็นต้องค้นหาสาเหตุว่านักเรียนบกพร่องในเรื่องใด จึงจะ สามารถแก้จุดบกพร่องได้ตรงจุด การวินิจฉัยขอบกพร่องจุดอ่อนในการเรียนของนักเรียน เพื่อค้นหาสาเหตุของความไม่เข้าใจ จึงมีความจำเป็นอย่างยิ่ง เครื่องมือที่ใช้คือ แบบทดสอบวินิจฉัย (Diagnostic Test) (ทองทอด วิภาวิน 2521 : 49) ซึ่ง ลินด์ควิสต์ (Lindquist. 1951 : 37) ได้กล่าวถึงข้อดีของแบบทดสอบวินิจฉัยว่า

1. สามารถวิเคราะห์ขอบกพร่องของนักเรียนได้มากกว่าแบบทดสอบชนิดอื่น

2. ช่วยให้ผู้รู้ถึงองค์ประกอบที่สำคัญ ขบวนการที่จำเป็น ตลอดจนอุปสรรคในการเรียนการสอน

3. ประหยัดเวลาและแรงงานของครู ทำให้มีเวลาเอาใจใส่นักเรียนแต่ละคนได้มากขึ้น

4. ช่วยให้ผู้รู้จุดบกพร่องของตน และสามารถปรับปรุงการเรียนได้ตรงจุด
อนึ่งวิชาคณิตศาสตร์เป็นวิชาที่สำคัญมากวิชาหนึ่ง ซึ่งหลักสูตรมัธยมศึกษาตอนต้นได้กำหนดให้เป็นวิชาบังคับในชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 และ 2 และคณิตศาสตร์มีความสำคัญทั้งในด้านการพัฒนาความคิดของผู้เรียน และเป็นเครื่องมือในการนำไปสู่ความก้าวหน้าในวิทยาการด้านต่าง ๆ ตลอดจนมีความเกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันของบุคคล และเป็นวิชาที่มีลักษณะเป็นนามธรรม ต้องใช้ความคิดอย่างสมเหตุสมผลจึงจะเรียนรู้และเข้าใจโครงสร้างทางคณิตศาสตร์ได้ (สุชาติ รัตนกุล 2506 : 3) ดังนั้นนักเรียนส่วนใหญ่จึงไม่ชอบเรียนคณิตศาสตร์และสอบตกเป็นจำนวนมาก (ทัศนีย์ อ่องไพฑูริย์ 2513 : 18)

การสอนเรื่องระบบจำนวนเพื่อให้นักเรียนมีความสนใจในโครงสร้างคณิตศาสตร์และทำให้เข้าใจถึงความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนต่าง ๆ เพื่อเป็นพื้นฐานในการเรียนคณิตศาสตร์ขั้นสูงต่อไป นอกจากนี้ระบบจำนวนยังสามารถนำไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวันได้ เช่นในเรื่อง การชั่ง ตวง วัด การซื้อขาย การแบ่งสิ่งของ เป็นต้น (Edward, E.L. and others. 1972 : 603)

สำหรับวิชาคณิตศาสตร์ เนื้อหาย่อยแต่ละเนื้อหามีความสำคัญมาก เพราะเนื้อหาย่อยแต่ละเนื้อหาต่างก็เป็นโครงสร้างที่จำเป็นของเนื้อหาใหญ่ ดังนั้นความบกพร่องในเนื้อหาย่อยเนื้อหาใดเนื้อหาหนึ่ง ก็มักจะทำให้บกพร่องในเนื้อหาใหญ่ ๆ ด้วย ระบบจำนวนเต็มเป็นเนื้อหาย่อยของระบบจำนวน ดังนั้นจึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งที่นักเรียนต้องมีความรู้ ความเข้าใจเป็นอย่างดีและระบบจำนวนเต็มเป็นเนื้อหาหนึ่งที่เป็นที่ยอมรับในประเทศต่าง ๆ ว่าเป็นเนื้อหาที่มีความสำคัญมาก (นงนุช วรธนวาทะ และ ภัทรกุล จริยวิทยานนท์ 2523 : 79)

จากเหตุผลดังกล่าวข้างต้น ผู้วิจัยจึงได้สร้างแบบทดสอบวินิจฉัยการเรียนรู้วิชา
คณิตศาสตร์ เรื่องระบบจำนวนเต็ม ในระดับมัธยมศึกษาปีที่ 2 เพื่อที่จะได้นำแบบ
ทดสอบที่สร้างขึ้นนี้ไปตรวจสอบความรู้และขอบกพร่องของนักเรียนเมื่อเรียนจบเนื้อหา
แต่ละตอน และวินิจฉัยสาเหตุของความไม่เข้าใจ แล้วช่วยเหลือด้วยการสอนซ่อมเสริม
เพื่อให้นักเรียนจะได้มีความรู้พื้นฐานในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ขั้นสูงต่อไป

ความมุ่งหมายในการศึกษาค้นคว้า

1. เพื่อสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องระบบจำนวนเต็มของ
นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ให้มีคุณภาพรวม 7 ฉบับ
2. เพื่อหาคุณภาพของแบบทดสอบแต่ละฉบับโดยหาความยากของข้อสอบ
ค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบ ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบและความเที่ยงตรงของ
แบบทดสอบ

ความสำคัญของการศึกษาค้นคว้า

ผลจากการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ ทำให้ได้แบบทดสอบวินิจฉัยในการเรียนเรื่อง
ระบบจำนวนเต็ม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เพื่อเป็นประโยชน์สำหรับการเรียน
การสอนว่านักเรียนยังมีขอบกพร่องในการเรียนในเรื่องนี้ในคำใด และมีขอบกพร่อง
เพราะสาเหตุใด เพื่อนำไปใช้เป็นแนวทางในการปรับปรุงการเรียนการสอน และจัด
การสอนซ่อมเสริมต่อไป นอกจากนี้เพื่อเป็นแนวทางในการสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยใน
การเรียน เรื่องอื่น ๆ เนื้อหาวิชาอื่น ๆ ต่อไป

ขอบเขตของการศึกษาค้นคว้า

1. ประชากรที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ปีการศึกษา 2524 ของโรงเรียนสังกัดกรมสามัญศึกษา ในจังหวัดนครนายก
2. กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ปีการศึกษา 2524 ของโรงเรียนสังกัดกรมสามัญศึกษา ในจังหวัดนครนายก ซึ่งเลือกโดยวิธีการสุ่มแบบแบ่งพวก (Stratified Random Sampling)
3. การศึกษาค้นคว้าครั้งนี้เพื่อสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องระบบจำนวนเต็ม ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ตามหลักสูตรมัธยมศึกษาตอนต้น พุทธศักราช 2521 ของกระทรวงศึกษาธิการ

คำนิยามศัพท์เฉพาะ

1. การวินิจฉัย หมายถึง การค้นหาข้อบกพร่อง และสาเหตุที่บกพร่องในการเรียนวิชาต่าง ๆ ของนักเรียน
2. แบบทดสอบเพื่อสำรวจ หมายถึง แบบทดสอบชนิดเติมคำตอบสั้น ๆ ซึ่งผู้วิจัยสร้างขึ้นตามรากของหมายเชิงพฤติกรรม เพื่อใช้รวบรวมคำตอบผิด และข้อบกพร่องต่าง ๆ ในการเรียนเรื่องระบบจำนวนเต็ม
3. ความบกพร่อง หมายถึง ความผิดพลาดที่เกิดจากความไม่เข้าใจในเนื้อหาวิชาเรื่องระบบจำนวนเต็มในที่นี้หมายถึง การที่นักเรียนทำข้อสอบผิดมากกว่า 20 เปอร์เซ็นต์ ของจำนวนข้อสอบ
4. แบบทดสอบวินิจฉัย หมายถึง แบบทดสอบชนิดเลือกคำตอบสั้น ๆ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ซึ่งคัดแปลงมาจากแบบทดสอบเพื่อสำรวจ และนำคำตอบที่นักเรียนส่วนมากตอบผิดในแบบทดสอบเพื่อสำรวจมาใช้เป็นตัวลวง

5. เกณฑ์ หมายถึง คะแนนขั้นต่ำในแต่ละจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรม ซึ่งกำหนดเกณฑ์ขั้นต่ำไว้ว่านักเรียนต้องทำข้อสอบได้ตั้งแต่ร้อยละ 80 ขึ้นไปของจำนวนข้อสอบแต่ละจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรม

6. จุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรม หมายถึง จุดมุ่งหมายในการสอนที่เขียนในลักษณะที่บอกการกระทำของนักเรียนว่า ในการเรียนแต่ละหน่วยย่อย นักเรียนสามารถทำอะไรได้บ้างภายใต้สถานการณ์ และเกณฑ์ที่กำหนดไว้

7. ระบบจำนวนเต็ม หมายถึง เนื้อหาวิชาเรื่องระบบจำนวนเต็มทั้งหมดที่บรรจุในหลักสูตรมัธยมศึกษาปีที่ 2 ตามหลักสูตรมัธยมศึกษาตอนต้น พุทธศักราช 2521 ของกระทรวงศึกษาธิการ

8. คุณภาพของแบบทดสอบ หมายถึง คุณภาพทางด้านค่าความยาก ค่าอำนาจจำแนก ค่าความเชื่อมั่น และความเที่ยงตรง ดังนี้

8.1 ค่าความยากของข้อสอบ หมายถึง สัดส่วนที่นักเรียนตอบข้อสอบได้ถูกต้อง หาได้โดยใช้สูตรคำนวณอย่างง่าย (อนันต์ ศรีโสภณ 2520 : 150)

8.2 ค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบ หมายถึง ผลต่างของสัดส่วนระหว่างนักเรียนในกลุ่มสูงที่ตอบถูกกับนักเรียนในกลุ่มต่ำที่ตอบถูก หาได้โดยใช้สูตรของเบรนนัน ซึ่งเรียกว่า ดัชนีค่าอำนาจจำแนกบี (Discrimination Index B) (Bernnen. 1972 : 289 - 303)

8.3 ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ หมายถึง ความคงที่ในการได้คะแนนของนักเรียนแต่ละคน หาได้โดยใช้สูตรของ ฮวิน (Huyh)

8.4 ความเที่ยงตรงของแบบทดสอบ ในที่นี้คือ ความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา และความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้าง

ความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา หมายถึง คุณสมบัติของแบบทดสอบที่สามารถวัดในสิ่งที่ต้องการวัดได้อย่างถูกต้องตามจุดมุ่งหมาย หาได้โดยใช้แบบตรวจสอบรายการ (Checklist) ตามวิธีของโรวีเนลดี และ แอัมเบิลตัน โดยให้ผู้เชี่ยวชาญ

ทางเนื้อหาวิชาเป็นผู้พิจารณาว่าสร้างได้ตรงตามจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรมที่เขียน โดย
ยึดเนื้อหาและจุดมุ่งหมายของหลักสูตร พุทธศักราช 2521 เรื่องระบบจำนวนเต็ม
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หรือไม่

ความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้าง หมายถึง แบบทดสอบมีคุณสมบัติ
ที่สามารถวัดได้ตรงตามลักษณะที่ต้องการ เช่น สามารถวัดลักษณะของความบกพร่อง
ในการเรียนเรื่องการบวกจำนวนเต็มบวกกับจำนวนเต็มลบ ได้อย่างถูกต้อง ซึ่งตรวจสอบ
ได้โดยดูจากความยากของข้อคำถามแต่ละข้อจะมีค่าใกล้เคียงกันในข้อคำถามที่วัดจุดมุ่งหมาย
เชิงพฤติกรรมเดียวกัน (สงขม ลักษณะ 2523 : 40 - 44)

9. ผู้เชี่ยวชาญทางด้านเนื้อหาวิชา หมายถึง ผู้ที่ได้รับคัดเลือกจากการนำ
แบบสอบถามไปให้อาจารย์ผู้สอนคณิตศาสตร์ เป็นผู้พิจารณาตัดสินว่าอาจารย์ท่านใดเป็นผู้
สมควรเป็นผู้เชี่ยวชาญทางด้านเนื้อหาวิชามากที่สุด จำนวน 8 คน

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ผู้วิจัยแบ่งออกเป็น

2 ตอน ดังนี้

1. เอกสารที่เกี่ยวข้องกับแบบทดสอบวินิจัย

1.1 ความหมายและลักษณะของแบบทดสอบวินิจัย

1.2 เทคนิคการสร้างแบบทดสอบวินิจัย

2. ผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับแบบทดสอบวินิจัย

2.1 ผลงานวิจัยในประเทศไทย

2.2 ผลงานวิจัยในต่างประเทศ

1. เอกสารที่เกี่ยวข้องกับแบบทดสอบวินิจัย

1.1 ความหมายและลักษณะของแบบทดสอบวินิจัย

ความหมายและลักษณะของแบบทดสอบวินิจัย ได้มีผู้ให้ความหมายคล้ายคลึงกันไว้หลายคนด้วยกัน เช่น ในต่างประเทศมีผู้ให้ความหมายของแบบทดสอบวินิจัยคือ

แอดกินสัน (Atkinson. 1961 : 472) ได้ให้ความหมายของแบบทดสอบวินิจัยไว้ว่า เป็นแบบทดสอบที่ค้นหาความไม่เข้าใจในการเรียนของนักเรียน โดยเฉพาะอย่างยิ่งทักษะในการอ่านและเลขคณิต แบบทดสอบวินิจัยสร้างขึ้นเพื่อตอบคำถามว่า อะไรผิดและผิดอย่างไร

อีเบล (Ebel. 1965 : 449) ได้ให้ความหมายของแบบทดสอบวินิจัยว่าเป็นแบบทดสอบที่สร้างขึ้นเพื่อไขค้นหาข้อบกพร่อง หรือความไม่สำเร็จในการเรียนของนักเรียน

ทรอนไคค์ และเฮเกน (Thronthike and Hagen. 1969 : 646) ใ้คำจำกัดความของแบบทดสอบวินิจฉัยว่าเป็นแบบทดสอบที่รวบรวมปัญหาและสาเหตุที่ทำให้เกิดความบกพร่องในการเรียนวิชาต่าง ๆ ไว้ในแบบทดสอบ เพื่อเป็นแนวทางในการจัดหาวิธีสอนซ่อมเสริมใ้ตรงจุดและเป็นการช่วยปรับปรุงความรอบรู้ (Mastery) ของนักเรียนใ้เพิ่มขึ้นอีกด้วย

บราวน์ (Brown. 1970 : 225) ใ้กล่าวถึงแบบทดสอบวินิจฉัยใ้ว่าใ้สำหรับค้นหาข้อบกพร่องทางการเรียนของนักเรียนเป็นรายบุคคล โดยมุ่งที่จะทำการสอนซ่อมเสริมและการแนะแนวใ้ตรงจุด

สิงห์ (Singha. 1974 : 200 - 201) ใ้กล่าวสอดคล้องกับทรอนไคค์ และเฮเกน และบราวน์ ใ้ว่าแบบทดสอบวินิจฉัยมีจุดมุ่งหมายเพื่อค้นหาข้อบกพร่องของนักเรียนในค่านที่ใ้ให้การช่วยเหลือสอนซ่อมเสริม (Remidial) แบบทดสอบประเภทนี้ การสุ่มเนื้อหาใ้เป็นต้องละเอียดมาก และแบบทดสอบประเภทนี้ความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาใ้มีความใ้เป็นมากกว่าแบบทดสอบประเภทอื่น ๆ

อดัมส์ และเทอร์เจอร์สัน (Adams and Torgerson. 1964 : 472) ใ้กล่าวถึงลักษณะของแบบทดสอบวินิจฉัยใ้ดังนี้

1. แบบทดสอบวินิจฉัยใ้จะแยกออกเป็นแบบทดสอบย่อย ๆ เพื่อวัดทักษะเฉพาะอย่างของการเรียนวิชาต่าง ๆ และจะต้องกำหนดเกณฑ์ขั้นต่ำในการวินิจฉัยที่ใ้เหมาะสมกับความบกพร่องแต่ละชนิด
2. แบบทดสอบย่อยแต่ละฉบับใ้จะต้องมีความยาวพอที่จะวัดความสามารถของแต่ละบุคคลใ้ได้อย่างมีความใ้เชื่อมั่น
3. ปกติแบบทดสอบวินิจฉัยใ้จะใ้กับนักเรียนที่มีระดับผลสัมฤทธิ์ต่ำ ดังนั้นข้อสอบใ้จึงมีจำนวนข้อมาก ๆ และใ้เป็นข้อสอบที่ค่อนข้างง่าย

4. เกณฑ์ปกติ (Norm) ไม่มีความสำคัญในแบบทดสอบวินิจฉัย เพราะว่า จุดประสงค์ที่สำคัญที่สุดของแบบทดสอบวินิจฉัยคือ เพื่อที่จะค้นหาว่าสิ่งใดที่นักเรียนไม่สามารถที่จะทำได้ และมีสาเหตุใดมากกว่าที่จะเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน

อาห์แมนน์ และคล็อก (Ahmann and Glock, 1967 : 364 - 365)

ได้กล่าวถึงลักษณะของแบบทดสอบวินิจฉัยไว้ดังนี้

1. แบบทดสอบวินิจฉัยเน้นความแม่นยำเชิงเนื้อหา (Content Validity)

เป็นสำคัญ

2. เกณฑ์ปกติ ไม่มีความสำคัญในแบบทดสอบวินิจฉัย

3. แบบทดสอบวินิจฉัยประกอบด้วยกลุ่มข้อสอบที่เกิดจากการวิเคราะห์ คำตอบของนักเรียนเป็นรายข้อ แล้วรวบรวมคำตอบที่เป็นปัญหา ซึ่งเกิดขึ้นกับนักเรียนจำนวนมากไว้เพื่อค้นหาจุดบกพร่องต่อไป

4. แบบทดสอบวินิจฉัยมักใช้เพื่อแก้ไขปัญหาทางการเรียนให้กับนักเรียนที่มีคะแนนต่ำ จากแบบทดสอบเพื่อสำรวจ (Survey Test)

ส่วน เพย์ (Payne, 1968 : 167) กล่าวถึงแบบทดสอบวินิจฉัยว่าเป็นแบบทดสอบที่สอดคล้องกับจุดมุ่งหมายของหลักสูตรและจุดมุ่งหมายของการสอน ซึ่งประกอบด้วยข้อสอบที่ได้จากการวิเคราะห์รายละเอียดของเนื้อหาและครอบคลุมลำดับขั้นในการเรียนรู้เรื่องนั้น อีกทั้งเป็นข้อสอบที่จะช่วยชี้แนวทางในการแก้ไขข้อบกพร่องว่าควรแก้ที่จุดใด ซึ่งสอดคล้องกับบลูม (Bloom, 1971 : 91 - 92) ที่กล่าวถึงลักษณะของแบบทดสอบไว้ว่า

1. เป็นแบบทดสอบเพื่อหาจุดบกพร่องของนักเรียนเกี่ยวกับทักษะพื้นฐาน ใช้เพื่อหาระดับการเรียนรู้ เพื่อคิดแยก เพื่อปรับปรุงวิธีสอน และเพื่อหาว่านักเรียนคนใดต้องสอนซ้ำ

2. เพื่อใช้ทดสอบระหว่างการเรียนรู้การสอนเมื่อนักเรียนได้รับการฝึกจากวิธีสอนแบบปกติพอควรแล้ว

5. ให้ประเมินผลได้ทั้งพฤติกรรมด้านพุทธิปัญญา ด้านความรู้สึก และ
ด้านการปฏิบัติ

ขึ้นเอง

4. มีทั้งแบบทดสอบเพื่อการวินิจฉัยมาตรฐานและแบบทดสอบที่ครูสร้าง

5. มีจำนวนมากข้อ และแต่ละข้อมีค่าความยากตั้งแต่ .65 ขึ้นไป

6. การประเมินคะแนนจากแบบทดสอบอาจใช้ได้ทั้งแบบอิง เกณฑ์และอิงกลุ่ม

7. วิธีรายงานคะแนนจากแบบทดสอบทำได้โดยการเขียนเส้นภาพ

ของแต่ละคนในแต่ละทักษะย่อย

กรอนลันด์ (Gronlund, 1976 : 139) ได้กล่าวถึงลักษณะของ
แบบทดสอบวินิจฉัยไว้ในลักษณะเดียวกันกับที่กล่าวมา คือ

1. ยึดความบกพร่องในการเรียนเป็นขอบข่ายในการวัด
2. ความบกพร่องที่จะวัดเป็นความบกพร่องเฉพาะอย่าง
3. ข้อสอบมีลักษณะง่าย
4. ใช้ทดสอบระหว่างการเรียนการสอน
5. สร้างขึ้นเพื่อหาขอบบกพร่องในการเรียน
6. นำผลมาใช้ในการพิจารณาจัดการสอนซ่อมเสริม

นอกจากนี้ เมห์เรนส์ และ เลห์มานน์ (Mehren and Lehmann, 1973 : 462 - 464) ได้กล่าวถึงลักษณะของแบบทดสอบวินิจฉัยไว้ว่า

1. การสอบวินิจฉัยไม่ได้คำนึงถึงคะแนนการสอนเพียงอย่างเดียว แต่จะ
พิจารณาถึงรายละเอียดต่าง ๆ จากผลงานของนักเรียนประกอบด้วย เพื่อเป็นแนวทาง
ในการจัดโครงการสอนซ่อมเสริม

2. แบบทดสอบวินิจฉัยจะมีเกณฑ์ปกติ (Norm) ในกรณีที่ต้องการจะแสดงว่า โดยทั่วไปแล้วนักเรียนมีความสามารถอยู่ในระดับใดของกลุ่มส่วนที่ไม่มีเกณฑ์ปกติ (Norm) ในกรณีที่เราถือว่า เกณฑ์ปกติ (Norm) ได้จากข้อสอบมาตรฐานอื่น ๆ ซึ่งเป็นเกณฑ์ปกติแห่งชาติ (National Norm)

3. แบบทดสอบวินิจฉัยจะเป็นแบบทดสอบมาตรฐานในกรณีเครื่องมือที่ผู้ถูกใช้ภายใต้เงื่อนไขเดียวกัน และการให้คะแนนมีความเป็นปรนัย

4. แบบทดสอบวินิจฉัยอาจใช้ปกติวิสัยเปอร์เซ็นต์ไทล์ (Percentile Norm) หรือปกติวิสัยการเทียบเกรด (Grade Equivalent Norm) ก็ได้ตามความเหมาะสม

5. แบบทดสอบวินิจฉัย จะใช้เฉพาะกับนักเรียนที่มีความบกพร่องทางการเรียน ซึ่งจะต้องใช้เวลามากในการดำเนินการสอบ การตรวจ และการตีความหมายของคะแนน

6. แบบทดสอบวินิจฉัยสร้างยากกว่าแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์อื่น ๆ เพราะนอกจากจะต้องการคำตอบจากนักเรียนแล้ว ยังต้องทำให้สามารถรู้ว่่านักเรียนมีข้อบกพร่องในด้านใด

สำหรับ สิงห์ (Singha. 1974 : 200 - 204) ได้กล่าวถึงลักษณะของแบบทดสอบวินิจฉัยไว้ดังนี้

1. ต้องมีการวิเคราะห์และสรุปเนื้อหาอย่างระมัดระวัง
2. คำถามจะมีจำนวนข้อมาก ๆ ที่ครอบคลุมทุกจุดประสงค์ทางการเรียนรู้

ที่ต้องการทดสอบ

3. คำถามมักเป็นคำถามที่ค่อนข้างง่าย
4. จัดแยกคำถามไว้เป็นพวก ๆ ในแบบทดสอบย่อย ซึ่งประกอบไปด้วยกลุ่มข้อสอบที่วัดในแต่ละจุดประสงค์ของการเรียนรู้ โดยจะมีการวิเคราะห์คะแนนในแต่ละส่วนของแบบทดสอบย่อย

5. ไม่มีการสร้างเกณฑ์ปกติ เพราะแบบทดสอบต้องการที่จะค้นหา จุดอ่อน หรือจุดบกพร่องทางการ เรียนของนักเรียนเป็นรายบุคคล มากกว่าที่จะ เปรียบเทียบ ผลสัมฤทธิ์ทางการ เรียนของนักเรียน

สำหรับในประเทศไทย มีผู้กล่าวถึงลักษณะของแบบทดสอบวินิจัยไว้ หลายคน เช่น

ชวาล แพรัตกุล (ชวาล แพรัตกุล 2514 : 5 - 6) ได้กล่าวถึง ลักษณะของแบบทดสอบวินิจัยไว้ว่า แบบทดสอบวินิจัยนิยมที่จะแยกข้อสอบแต่ละวิชาออกเป็นฉบับย่อย ๆ หลายฉบับ โดยมีเป้าหมายที่จะวัดความรู้ความสามารถของนักเรียนเป็น คำน ๆ ไป เพื่อให้ครอบคลุมทั้งเนื้อหา และพฤติกรรมที่สำคัญ ๆ ตามที่กำหนดไว้ใน หลักสูตร คุณสมบัติของแบบทดสอบย่อย ๆ เหล่านี้คือ สามารถช่วยให้ครูผู้สอนวินิจัย นักเรียนเป็นราย ๆ ลักษณะได้ว่าใครมีสมรรถภาพเกิน-ก้อย ในด้านใดบ้าง จะช่วยแก้ไข ได้ตรงจุดยิ่งขึ้น

อนันต์ ศรีโสภกา (อนันต์ ศรีโสภกา 2515 : 5) กล่าวถึงลักษณะ ของแบบทดสอบวินิจัยไว้ว่า เป็นแบบทดสอบที่มีจำนวนข้อสอบมากข้อในแต่ละเนื้อหาวิชา ที่ต้องการทดสอบ การทดสอบมีวัตถุประสงค์เพื่อค้นหาสาเหตุของความบกพร่อง และปัญหา ต่าง ๆ ในการเรียนของนักเรียน จึงพิจารณาเฉพาะค่าตอบของข้อสอบ ส่วนคะแนนรวม ในวิชาที่มีความสำคัญน้อยมาก การทดสอบโดยใช้แบบทดสอบวินิจัยจึงไม่สนใจคะแนนรวม

วิเชียร เกตุสิงห์ (วิเชียร เกตุสิงห์ 2517 : 27) กล่าวถึงลักษณะ ของแบบทดสอบวินิจัยว่าเป็นแบบทดสอบที่สร้างขึ้นเพื่อหาจุดบกพร่อง หรือจุดอ่อนใน การเรียนแต่ละวิชาของนักเรียนเป็นเรื่อง ๆ ไป แบบทดสอบประเภทนี้จะมีเนื้อหาต่าง ๆ ที่ต้องการวินิจัยได้ แต่ละเรื่องจะมีข้อสอบมาก ๆ ข้อ เมื่อนำไปทดสอบนักเรียนแล้ว ถ้าเด็กทำข้อสอบในเรื่องใดผิดมาก แสดงว่าเด็กมีจุดอ่อนหรือเรียนอ่อนในเรื่องนั้น

สมศักดิ์ สิ้นธุระเวชญ์ (สมศักดิ์ สิ้นธุระเวชญ์ 2522 : 1) กล่าวถึงลักษณะของแบบทดสอบวินิจัยไว้ว่า เป็นแบบทดสอบเพื่อวัดจุดอ่อนหรือจุดบกพร่องในแต่ละวิชา ผลของการสอบที่ได้จากแบบทดสอบวินิจัยจะนำไปสู่การแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ และค้นหาสาเหตุของความบกพร่องนั้น

บุญชม ศรีสะอาด (บุญชม ศรีสะอาด 2523 : 9 - 11) กล่าวถึงลักษณะทั่วไปของแบบทดสอบวินิจัยไว้ดังนี้

1. มุ่งวัดเป็นเรื่อง ๆ หรือค่าน ๆ ไป ถ้าต้องอาศัยทักษะย่อยหลายทักษะ ก็อาจแบ่งเป็นแบบทดสอบย่อย วัดตามทักษะย่อย ๆ นั้น
2. มีคะแนนของแต่ละค่าน แต่ละตอน เพราะมุ่งค้นหาข้อบกพร่องในแต่ละค่าน ดังนั้นคะแนนรวมของแต่ละคนจะไม่เป็นประโยชน์ในกรณีนี้
3. มีข้อสอบหลาย ๆ ข้อที่วัดทักษะเดียวกัน ซึ่งจะทำให้เพิ่มโอกาสการทำผิดพลาดให้มากขึ้น อันจะช่วยให้สามารถจำแนกนักเรียนที่มีความบกพร่องในการเรียนเรื่องนั้น ๆ ได้อย่างเพียงพอ นั่นคือชี้ให้เห็นถึงจุดบกพร่องที่แท้จริงได้อย่างชัดเจน
4. มักเป็นแบบทดสอบระดมพลัง (Power test)
5. การสร้างแบบทดสอบชนิดนี้ จะสร้างจากรากฐานของการวิเคราะห์ทักษะเฉพาะที่ส่งผลให้เรียนได้สำเร็จ และจากการศึกษาข้อผิดพลาด หรือความบกพร่องที่มักเกิดขึ้นกับนักเรียน
6. ความเป็นมาตรฐานของแบบทดสอบอยู่ในรูปที่ว่า เครื่องมือที่ใช้ดำเนินการสอบภายใต้สภาพการเดียวกัน และการให้คะแนนมีความเป็นปรนัย

ดังนั้นจากความหมายและลักษณะของแบบทดสอบวินิจัยที่กล่าวมาแล้วนี้ พอสรุปได้ว่าแบบทดสอบวินิจัยก็คือ แบบทดสอบที่ใช้ค้นหาข้อบกพร่องในการเรียนวิชาต่าง ๆ และหาสาเหตุของข้อบกพร่องนั้น ๆ เพื่อจกใหม่การสนทอมเสริมต่อไป

ลักษณะที่สำคัญของแบบทดสอบวินิจัยมีดังนี้

1. แบบทดสอบวินิจัยแยกข้อสอบออกเป็นแบบทดสอบย่อย ๆ หลาย ๆ ฉบับ เพื่อวัดทักษะเฉพาะอย่างของการเรียนวิชานั้น ๆ
2. มีข้อสอบหลาย ๆ ข้อที่วัดทักษะเดียวกัน ซึ่งทำให้เพิ่มโอกาสการทำผิดพลาดมากขึ้น อันสามารถที่จะจำแนกนักเรียนที่มีความบกพร่องในการเรียนเรื่องนั้น ๆ ได้อย่างเพียงพอ
3. ข้อสอบมักเป็นข้อสอบที่ค่อนข้างง่าย และมีจำนวนข้อมาก ๆ เพราะแบบทดสอบวินิจัยมักจะใช้กับนักเรียนที่มีระดับผลสัมฤทธิ์ต่ำ
4. ข้อสอบแต่ละข้อสามารถค้นหาสาเหตุของการตอบข้อสอบผิดได้
5. แบบทดสอบวินิจัยเน้นความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาเป็นสำคัญ
6. ไม่มีการสร้างเกณฑ์ปกติ เพราะมีจุดมุ่งหมายที่ค้นหาความบกพร่องในการเรียนของนักเรียนเป็นรายบุคคล มากกว่าที่จะเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน

1.2 เทคนิคการสร้างแบบทดสอบวินิจัย

สำหรับเทคนิคการสร้างแบบทดสอบวินิจัย ได้มีผู้กล่าวไว้หลายคน ทั้งนี้ นอลล์ (Noll, 1957 : 430) ได้แบ่งขั้นตอนในการสร้างแบบทดสอบวินิจัยไว้ดังนี้

1. วิเคราะห์ ภูมิหลังเกณฑ์ ความรู้หรือทักษะที่ต้องการทดสอบอย่างละเอียด
2. วางแผนและสร้างแบบทดสอบตามภูมิหลังเกณฑ์ทุก ๆ อย่างให้เหมาะสมกับจุดประสงค์ของแบบทดสอบ
3. แยกแบบทดสอบไว้เป็นพวก ๆ เพื่อทำให้ง่ายขึ้นเวลาวิเคราะห์คำตอบและวินิจัยต่อไป

ส่วน ลินด์ควิสต์ (Lindquist, 1966 : 37 - 38) ได้กล่าวไว้ว่า
ในการสร้างแบบทดสอบวินิจัยให้มีคุณภาพมากที่สุดนั้น มีเกณฑ์ในการสร้างดังต่อไปนี้

1. แบบทดสอบวินิจัยต้องสัมพันธ์กับหลักสูตร และมีความชัดเจนใน
จุดประสงค์ของการทดสอบ
2. คำถามในแบบทดสอบต้องสร้างให้สามารถวัดได้ตรงตามจุดประสงค์
ของการทดสอบ
3. ทำการวิเคราะห์ข้อสอบอย่างละเอียดโดยอาศัยการทดลองและอุปสรรค
หรือความไม่เข้าใจในการเรียนเป็นหลัก
4. แบบทดสอบต้องสามารถวัดพฤติกรรมทางสมองของนักเรียนได้อย่างเพียงพอ
และต้องใช้ค้นหาจุดบกพร่องทางการเรียนได้
5. แบบทดสอบต้องเสนอแนะจุดบกพร่องในแต่ละองค์ประกอบการเรียนที่
ทำการวัดได้อย่างถูกต้อง
6. แบบทดสอบต้องครอบคลุมกฎเกณฑ์ทางการเรียนรู้อย่างทั่วถึง
7. แบบทดสอบต้องสามารถทดสอบความบกพร่องทางการเรียนที่ผ่านมาได้
และสามารถสืบค้นหาความบกพร่องนั้นจากเนื้อหาแต่ละตอนที่ทำการสอบได้
8. ความก้าวหน้าของเด็กแต่ละคน จะแสดงให้เห็นได้จากคำตอบที่
แบบทดสอบทำการวัด

ทรอนไดค์ และเฮเกน (Thronldike and Hagen, 1969 : 269 - 271)
ได้กล่าวถึงขั้นตอนในการสร้างแบบทดสอบวินิจัยว่ามี 2 ขั้นตอน คือ

1. วิเคราะห์ทักษะหรือเนื้อหาวิชาที่ต้องการทดสอบออกเป็นทักษะหรือ
องค์ประกอบย่อย ๆ
2. สร้างและปรับปรุงแบบทดสอบที่ใช้วัดทักษะย่อย ๆ เหล่านั้น เพื่อให้
สามารถค้นหาจุดบกพร่องในแต่ละทักษะย่อย ๆ นั้นได้

บราวน์ (Brown. 1970 : 303) ได้กล่าวถึงการร่างแบบทดสอบวินิจฉัยว่าควรพิจารณาหลักการดังนี้

1. แบ่งทักษะที่ต้องการวัดออกเป็นองค์ประกอบย่อย ๆ ให้ชัดเจน
2. แบ่งเป็นแบบทดสอบย่อย ๆ หลายฉบับและสร้างให้แบบทดสอบย่อยแต่ละฉบับสามารถวัดองค์ประกอบย่อยของทักษะนั้นได้เพียงองค์ประกอบเดียว
3. แบบทดสอบย่อยทุกฉบับ ต้องวัดทักษะย่อยที่ต้องการวัดได้จริง ๆ เพราะถ้าแบบทดสอบย่อยนั้นไม่ได้วัดทักษะย่อยนั้นจริงแล้ว จะไม่สามารถพิจารณาสาเหตุของความบกพร่องทางการเรียนของนักเรียนเป็นรายบุคคลได้ถูกต้องตรงกับความเป็นจริง
4. กะแนจจากแบบทดสอบย่อย จะต้องกำหนดแนวทางที่เหมาะสมเพื่อให้สามารถจัดทำวิธีการสอนซ่อมเสริมได้ตรงจุด

กรอปเปอร์ (Groppe. 1974 : 145) ได้กล่าวถึงขั้นตอนในการร่างแบบทดสอบวินิจฉัยว่ามีขั้นตอนดังนี้

1. วางแผนในการสร้างแบบทดสอบ
2. เขียนข้อสอบโดยใช้จุดประสงค์เชิงพฤติกรรมเป็นเกณฑ์
3. หาสาเหตุของการที่ไม่สัมฤทธิ์ผลตามจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมนั้น
4. นำแบบทดสอบไปทดลองใช้และปรับปรุงแบบทดสอบ

สำหรับ สิงห์ (Singha. 1974 : 201 - 202) ได้กล่าวถึง การสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยว่ามีลักษณะสำคัญดังนี้

1. ในกรณีสร้างเป็นแบบปรนัยชนิดเลือกตอบหรือแบบตอบสั้น ๆ ควรมีจำนวนข้อไม่น้อยกว่าสามข้อในแต่ละเนื้อหาย่อย
2. ไม่จำเป็นต้องสร้างการางวิเคราะห์หลักสูตร (Blue - print) ทั้งนี้เพราะไม่ต้องการหาความสัมพันธ์ระหว่างเนื้อหาวิชา และวิธีการ
3. ไม่ต้องสร้างเกณฑ์ปกติในการวินิจฉัย เพราะจุดมุ่งหมายของแบบทดสอบเพื่อค้นหาจุดบกพร่องและสาเหตุมากกว่าจะเป็นการ เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์

4. แบบทดสอบวินิจัยจะเรียงข้อสอบตามเนื้อหา คือเอาข้อความที่อยู่ในเนื้อหาเดียวกันเข้าไว้ด้วยกัน โดยไม่จำเป็นต้องคำนึงถึงความยาก

5. แบบทดสอบวินิจัยอาจสร้างเป็นแบบมาตรฐาน (Standardized Test) หรือเป็นแบบที่ครูสร้างขึ้น (Teacher - made Test) แต่แบบที่ครูสร้างขึ้นมักจะคุมค่ามากกว่า เพราะประหยัดเวลา และกำลังงานมากกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับแบบมาตรฐาน จากเทคนิคการสร้างแบบทดสอบวินิจัยที่กล่าวมาแล้วนั้น มีขั้นตอนในการสร้างพอสรุปได้ดังนี้

1. วางแผนในการสร้างแบบทดสอบ
2. วิเคราะห์เนื้อหาวิชาอย่างละเอียด และแบ่งเนื้อหาเป็นฉบับย่อย ๆ
3. เขียนจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมให้ครอบคลุมเนื้อหา
4. เขียนข้อสอบให้สอดคล้องกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม
5. วิเคราะห์สาเหตุของการไม่สัมฤทธิ์ผลตามจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม
6. นำแบบทดสอบไปทดลองสอบ และปรับปรุงคุณภาพของแบบทดสอบ
7. เขียนคู่มือในการใช้แบบทดสอบ

2. ผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับแบบทดสอบวินิจัย

2.1 ผลงานวิจัยในประเทศ

การสร้างแบบทดสอบวินิจัยในประเทศไทย กำลังเป็นที่สนใจของผู้ที่อยู่ในวงการศึกษากัน เพราะการทดสอบเพื่อวินิจัยสอดคล้องกับการประเมินผลการเรียนตามหลักสูตรมัธยมศึกษาตอนต้น พุทธศักราช 2521 ในเรื่องการประเมินผลในระหว่างการเรียน เพื่อปรับปรุงการเรียนการสอน และการสอนซ่อมเสริม ดังนี้

ในปี 2523 สุขุม มูลเมือง (สุขุม มูลเมือง 2523 : 16 - 65) ได้สร้างแบบทดสอบวินิจัยขอพร่องในการเรียนทัศนียภาพสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

ในเขตจังหวัดนครพนม แบบทดสอบที่สร้างมีสี่ฉบับ คือแบบทดสอบพื้นฐานความเข้าใจ ทศนิยม การบวก และการลบทศนิยม การคูณและการหารทศนิยม และโจทย์ปัญหา ทศนิยม การดำเนินการสร้างสรุปได้ดังนี้

1. ศึกษาทฤษฎี วิธีสร้าง และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
2. สร้างตารางวิเคราะห์หลักสูตร
3. เขียนข้อสอบเป็นแบบคอบอิสระเพื่อหาตัวลองที่มีประสิทธิภาพ จำนวนข้อ

ที่ใช้ยึดตามตารางวิเคราะห์หลักสูตร

4. นำแบบทดสอบเพื่อรวบรวมคำตอบของนักเรียน นำมาคิดแปลงเป็นแบบทดสอบแบบเลือกตอบชนิดสี่ตัวเลือก แล้วนำไปทดสอบสามครั้ง เพื่อปรับปรุงและหาคุณภาพของข้อสอบ และทดสอบครั้งสุดท้ายเพื่อหาคุณภาพของแบบทดสอบและ เกณฑ์ขั้นต่ำในการวินิจฉัย ไซกลุ่มตัวอย่างจำนวน 802 คน

ผลจากการศึกษาพบว่า แบบทดสอบชุดนี้มีความยากของข้อสอบรายข้อ ตั้งแต่ .50 - .93 ซึ่งคำนวณโดยใช้สูตรอย่างง่าย และมีค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบ ตั้งแต่ .02 - .64 ซึ่งคำนวณโดยใช้เทคนิค 27 เปอร์เซนต์ ส่วนค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งสี่ฉบับ ซึ่งคำนวณโดยใช้สูตรคูเลอร์ - ริชาร์ดสัน 20 แล้วปรับแก้ค่าความเชื่อมั่นที่ได้ตามวิธีหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบอิงเกณฑ์ โดยใช้สูตรของ ลีฟิงส์ตัน มีค่าตั้งแต่ .9163 - .9683 และมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 สำหรับความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาของแบบทดสอบใหญ่ เชี่ยวชาญเป็นผู้พิจารณาปรากฏว่า แบบทดสอบทั้งสี่ฉบับวัดเรื่องทศนิยมจริง และความเที่ยงตรงตามสภาพนั้นคำนวณโดยหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนจากแบบทดสอบที่สร้างขึ้นกับคะแนนจากแบบทดสอบมาตรฐานวิชาคณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษา 7 ฉบับที่คณะ ข. ปรากฏว่ามีค่าตั้งแต่ .3268 - .5242 และมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

และในปีเดียวกันนี้ อุไรวรรณ ทิพนบุตร (อุไรวรรณ ทิพนบุตร 2523 : 14 - 102) ได้สร้างแบบทดสอบวินิจฉัยความบกพร่องในการเรียนเรื่องเศษส่วนสำหรับ

นักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 1 ในจังหวัดนครสวรรค์ แบบทดสอบที่สร้างมีทั้งหมดคือ แบบทดสอบพื้นฐานความเข้าใจเกี่ยวกับเศษส่วน การบวกเศษส่วน การลบเศษส่วน การคูณเศษส่วน การหารเศษส่วน และโจทย์ปัญหาเศษส่วน ซึ่งมีวิธีดำเนินการสร้างสรุปได้ดังนี้

1. ศึกษาทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
2. วิเคราะห์เนื้อหาและจุดมุ่งหมายของหลักสูตรและเขียนจุดมุ่งหมาย

เชิงพฤติกรรม

3. เขียนแบบทดสอบเพื่อสำรวจเป็นแบบชนิดเติมคำตอบสั้น ๆ โดยยึดตามจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรม

4. นำแบบทดสอบไปทดสอบสามครั้ง เพื่อปรับปรุงและหาคุณภาพของแบบทดสอบและเพื่อรวบรวมคำตอบผิดของนักเรียน แล้วดัดแปลงเป็นแบบทดสอบชนิดเลือกข้อที่ตัวเลือก และทดสอบครั้งที่สี่ เพื่อหาคุณภาพของแบบทดสอบวินิจฉัย กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ จำนวน 990 คน

ผลจากการศึกษาพบว่าแบบทดสอบชุดนี้มีค่าความยากของข้อสอบรายข้อ ตั้งแต่ .50 - .95 ซึ่งคำนวณโดยใช้สูตรคำนวณอย่างง่าย และมีค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบตั้งแต่ .00 - .89 ซึ่งคำนวณโดยใช้ (Point-Biserial Correlation) ส่วนค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวินิจฉัยทั้งหมดมี ซึ่งคำนวณโดยใช้สูตร คูเคอร์ - ริชาร์ดสัน 20 แล้วปรับแก้ค่าความเชื่อมั่นที่ได้ตามวิธีหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบอิงเกณฑ์ โดยใช้สูตรของ ลิฟวิงสตัน มีค่าตั้งแต่ .906 - .967 สำหรับค่าความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาของแบบทดสอบที่ใหญ่เชี่ยวชาญเป็นผู้พิจารณาปรากฏว่าแบบทดสอบทั้งหมดเป็นแบบทดสอบที่ใช้วัดเรื่อง เศษส่วนจริง

ในปีต่อมา พ.ศ. 2524 สุนันทา จันทลา (สุนันทา จันทลา 2524 : 27 - 129) ได้สร้างแบบทดสอบวินิจฉัยในการเรียนเรื่องการบวก ลบ คูณ และหาร

สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ในจังหวัดอ่างทอง แบบทดสอบที่สร้างมีสี่ฉบับคือ การบวก การลบ การคูณ และการหาร ซึ่งมีวิธีดำเนินการสร้างสรุปได้ดังนี้

1. กำหนดจุดมุ่งหมายในการสร้าง และวางแผนในการสร้างแบบทดสอบ โดยศึกษาทฤษฎี วิธีการสร้างแบบทดสอบ ศึกษาเนื้อหา และจุดมุ่งหมายเรื่อง การบวก ลบ คูณ และหาร

2. วิเคราะห์เนื้อหาและเขียนจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรม

3. สร้างแบบทดสอบสำรวจ โดยเขียนข้อสอบให้สอดคล้องกับจุดมุ่งหมาย

เชิงพฤติกรรม

4. นำแบบทดสอบสำรวจไปทดสอบสองครั้ง เพื่อปรับปรุงข้อสอบและรวบรวมค่าตอบผิด

5. สร้างแบบทดสอบวินิจฉัย ข้อสอบเป็นแบบปรนัยชนิดเลือกตอบมีสี่ตัวเลือก โดยใช้ข้อความเช่นเดียวกับแบบทดสอบสำรวจ แล้วนำแบบทดสอบไปทดสอบกับกลุ่มตัวอย่างสองครั้ง เพื่อหาคุณภาพของแบบทดสอบวินิจฉัย กลุ่มตัวอย่างที่ใช้จำนวน 826 คน

ผลจากการศึกษาพบว่าแบบทดสอบชุดนี้มีค่าความยากของข้อสอบ ตั้งแต่ .53 - .95 และมีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ .00 - .84 โดยใช้เทคนิค 27 เปอร์เซนต์ ส่วนค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งสี่ฉบับมีค่าตั้งแต่ .869 - .918 โดยใช้สูตรของ คูเกอร์ - ริชาร์ดสัน 20 แล้วปรับแก้ค่าให้ถูกต้องตามวิธีหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบแบบอิงเกณฑ์ โดยใช้สูตรของลิฟวิงสตัน ส่วนค่าความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาของแบบทดสอบแต่ละฉบับหาโดยนำแบบทดสอบไปให้ผู้เชี่ยวชาญทางเนื้อหาวิชาพิจารณา ปรากฏว่าแบบทดสอบทั้งสี่ฉบับเป็นแบบทดสอบที่วัดเรื่องการบวก ลบ คูณ และหารจริง

และในปีเดียวกันนี้ วรรัตน์ ชุนหุทัยานนท์ (วรรัตน์ ชุนหุทัยานนท์ 2524 : 21 - 129) ได้สร้างแบบทดสอบวินิจฉัยวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องโพลิโนเมียล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 (ม.3) ในเขตท้องที่การศึกษาที่ 4 กรุงเทพมหานคร

แบบทดสอบที่สร้างมีหกฉบับคือ การบวกและการลบโมโนเมียล การบวกและการลบ
โพลิโนเมียล การคูณโพลิโนเมียล การหารโพลิโนเมียล สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว
และโจทย์สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ซึ่งมีวิธีคำนวณการสร้างสรุปได้ดังนี้

1. กำหนดจุดมุ่งหมายในการสร้างแบบทดสอบ วางแผนสร้างแบบทดสอบ
ศึกษาทฤษฎี ลักษณะของแบบทดสอบ วิธีการสร้างแบบทดสอบ และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
2. วิเคราะห์เนื้อหาและเขียนจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรม
3. สร้างแบบทดสอบเพื่อสำรวจ โดยเขียนข้อสอบให้สอดคล้องกับ
จุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรม และนำแบบทดสอบเพื่อสำรวจทั้งหกฉบับไปทดสอบกับกลุ่มตัวอย่าง
เพื่อสำรวจจุดบกพร่องและรวบรวมคำตอบผิด

4. สร้างแบบทดสอบวินิจฉัย เป็นแบบทดสอบแบบเลือกตอบชนิดสี่ตัวเลือก
โดยดัดแปลงมาจากแบบทดสอบเพื่อสำรวจ แล้วนำไปทดสอบกับกลุ่มตัวอย่างสามครั้ง เพื่อ
ปรับปรุงและหาคุณภาพของแบบทดสอบ กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ จำนวน 750 คน

ผลจากการศึกษาพบว่าแบบทดสอบวินิจฉัยมีค่าความยากตั้งแต่ .50 - .97
โดยใช้สูตรคำนวณอย่างง่าย และมีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ .03 - .79 โดยใช้สูตรคัต
ค่าอำนาจจำแนกบี (Discrimination Index B) ส่วนค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ
ทั้งหกฉบับที่คำนวณโดยใช้สูตร คูเคอร์ - ริชาร์ดสัน 20 แล้วปรับแก้ค่าความเชื่อมั่นให้
ถูกต้องตามแบบอิงเกณฑ์ โดยใช้สูตรของลิฟวิงสตัน ปรากฏว่าค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ
มีค่าตั้งแต่ .7349 - .9558 สำหรับค่าความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาของแบบทดสอบแต่ละฉบับ
หาโดยนำแบบทดสอบใหญ่เชี่ยวชาญทางเนื้อหาวิชาเป็นผู้พิจารณา ปรากฏว่าแบบทดสอบทั้งหกฉบับ
สามารถวัดเรื่องโพลิโนเมียลได้จริง

2.2 ผลงานวิจัยในต่างประเทศ

ในต่างประเทศแบบทดสอบวินิจฉัยเป็นที่รู้จักแพร่หลายมานานแล้ว ซึ่งพอจะ
นำมากล่าวโดยสรุปดังนี้

บอยเดน (Boyden, 1970 : 1504 - A) ได้สร้างแบบทดสอบ
 วินิจฉัยจุดบกพร่องในการแก้ปัญหาโจทย์เลขคณิต (Verbal Arithmetic Problem
 Solving)

สำหรับนักเรียนเกรด 5 โดยนำแบบทดสอบสำรวจไปทดสอบกับนักเรียน
 เกรด 5 จำนวน 993 คน ลักษณะของแบบทดสอบเป็นแบบตอบอิสระ ผลจากการสำรวจ
 พบจุดบกพร่องในลักษณะต่าง ๆ 12 ประการ แล้วสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยเป็นแบบตอบอิสระ
 ผลจากการสำรวจพบจุดบกพร่องในลักษณะต่าง ๆ 12 ประการ แล้วสร้างแบบทดสอบวินิจฉัย
 เป็นแบบเลือกตอบโดยนำคำตอบที่นักเรียนส่วนมากตอบผิดจากการตอบแบบทดสอบสำรวจ
 มาใช้เป็นตัวเลือก การวิเคราะห์เพื่อหาคุณภาพของแบบทดสอบ หาค่าความเชื่อมั่นโดยใช้
 สูตร กูเกอ์ - ริชาร์ดสัน 20 และหาค่าอำนาจจำแนก โดยใช้ Point - Biserial
 Correlation ปรากฏว่าแบบทดสอบสำรวจมีค่าความเชื่อมั่น .727 - .850 และ
 ค่าอำนาจจำแนก .00 - .741 ส่วนแบบทดสอบวินิจฉัยมีค่าความเชื่อมั่น .802 และ
 ค่าอำนาจจำแนก .334 - .629 ผลจากการศึกษาพบว่า แบบทดสอบที่สร้างขึ้นสามารถ
 ค้นหาจุดบกพร่องในการเรียนของนักเรียนเป็นรายบุคคลและทั้งชั้นได้ และเป็นประโยชน์
 ในการสอนซ่อมเสริม

ต่อมาในปี 1972 เอลลิส (Ellis, 1972 : 2234 - A) ได้ศึกษา
 วิธวินิจฉัยจุดบกพร่องในการเรียน เรื่องการคำนวณเลขจำนวนเต็มของนักเรียนชั้นประถมศึกษา
 โดยมีจุดมุ่งหมายเพื่อหาข้อผิดพลาดที่เกิดขึ้นบ่อย ๆ ในการคำนวณตัวเลข และได้ปรับปรุง
 แบบทดสอบวินิจฉัย โดยศึกษากับนักเรียนเกรด 6 จำนวน 690 คน นักเรียนแต่ละคน
 ได้รับการทดสอบด้วยแบบทดสอบค้นหาจุดบกพร่อง เรื่องเลขจำนวนเต็ม แล้วจัดนักเรียนเป็น
 สามกลุ่มคือ พวกที่ตอบถูกทั้งหมด พวกที่ทำถูกแต่ตอบผิด และพวกที่ทั้งวิธีทำและคำตอบผิด
 พวกที่วิธีทำถูกแต่คำตอบผิด ได้รับการทดสอบด้วยแบบทดสอบวินิจฉัยเพื่อหาจุดบกพร่องต่าง ๆ
 ผลจากการศึกษาพบจุดบกพร่องในคานการบวก 17 เปอร์เซ็นต์ การคูณด้วยเลขหลักเดียว
 14 เปอร์เซ็นต์ การคูณด้วยเลขสองหลัก 16 เปอร์เซ็นต์

ในปี 1976 โบว์แมน (Bowman. 1976 : 7260 - A) ได้สร้างแบบทดสอบวินิจฉัยคณิตศาสตร์เบื้องต้น (A Basic Mathematics Diagnostic Instrument) เพื่อค้นหาจุดเด่นและจุดบกพร่องของนักเรียนในเรื่องการบวก ลบ คูณหาร จำนวนต่าง ๆ การแก้ปัญหาคณิตศาสตร์เบื้องต้น แบบทดสอบชุดนี้สร้างขึ้นเพื่อใช้ในวิทยาลัยที่มีโครงการช่วยเหลือนักเรียนที่มีพื้นฐานความรู้ทางคณิตศาสตร์ต่ำ และใช้ทดสอบเป็นกลุ่ม และนำผลจากคำตอบของนักเรียนแต่ละคนมาพิจารณาว่า นักเรียนมีจุดเด่นและจุดบกพร่องในเนื้อหาใด และมีลักษณะใด ข้อมูลที่ได้จะบันทึกเป็นเส้นภาพ (Profile) เพื่อความสะดวกในการตีความหมายผลงานของนักเรียน การศึกษารังนี้ใช้กลุ่มตัวอย่างจำนวน 435 คน ผลปรากฏว่าแบบทดสอบชุดนี้มีประโยชน์ในการจัดโครงการสอนซ่อมเสริมนักเรียนเป็นรายบุคคลได้อย่างเหมาะสม

ต่อมาในปี 1978 จีน (Jean. 1978 : 4636 - A) ได้ศึกษาจุดบกพร่องในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์เรื่องการบวก (Addition Process) ของนักเรียนเกรด 3 และเกรด 4 โดยใช้แบบทดสอบวินิจฉัยค้นหาจุดบกพร่องและทำการสอนซ่อมเสริมในจุดบกพร่องนั้น ผลจากการศึกษาพบว่า นักเรียนที่บกพร่องในการเรียนคณิตศาสตร์ เกี่ยวกับตัวเลข เพราะขาดทักษะพื้นฐานเกี่ยวกับระบบจำนวน ส่วนนักเรียนที่ได้รับการสอนซ่อมเสริมได้คะแนนเพิ่มขึ้นจากการทำแบบทดสอบหลังจากการสอนซ่อมเสริมแล้วมากกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับแบบทดสอบวินิจฉัยที่กล่าวมาสรุปได้ว่างานวิจัยในประเทศไทย สุชุม มูลเมือง ได้สร้างแบบทดสอบวินิจฉัยขอบกพร่องในการเรียนทศนิยมสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ในเขตจังหวัดนครพนม ผลปรากฏว่าแบบทดสอบที่สร้างขึ้นทั้งสี่ฉบับ มีค่าความเชื่อมั่นและค่าความเที่ยงตรงตามสภาพสูงทุกฉบับ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 แบบทดสอบทั้งสี่ฉบับมีความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาว่าเรื่องทศนิยมได้จริงในปีเดียวกัน อุไรวรรณ ทัดนบุตร ได้สร้างแบบทดสอบวินิจฉัยความบกพร่องในการเรียน

เรื่องพิเศษ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ในจังหวัดนครสวรรค์ ผลปรากฏว่าแบบทดสอบที่สร้างขึ้นทั้งหกฉบับมีความเชื่อมั่นสูง และมีความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา

ในปีต่อมา สุนันทา จันทลา ได้สร้างแบบทดสอบวินิจฉัยในการเรียนเรื่องการบวก ลบ คูณ และหาร สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ในจังหวัดอ่างทอง และในปีเดียวกันนี้ วรรัตติ ชูหนูพิชานนท์ ได้สร้างแบบทดสอบวินิจฉัยวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องโพลิโนเมียล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 (ม.3) ในเขตท้องที่การศึกษาที่ 4 กรุงเทพมหานคร ผลปรากฏว่าแบบทดสอบที่สร้างขึ้นทุกฉบับมีความเชื่อมั่นสูงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และทุกฉบับมีความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา

สำหรับงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับแบบทดสอบวินิจฉัยในต่างประเทศ บอยเคน ทำการวิจัยเกี่ยวกับการสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยข้อบกพร่องในการแก้ปัญหาโจทย์เลขคณิตที่ใช้ภาษาสำหรับนักเรียนเกรด 5 ผลการวิจัยพบว่า แบบทดสอบที่สร้างขึ้นสามารถหาข้อบกพร่องในการเรียนเป็นรายบุคคล และทั้งชั้นได้ ส่วน เอลลิส ใช้แบบทดสอบค้นหาข้อบกพร่องเรื่องเลขจำนวนเต็มกับนักเรียนเกรด 6 และนำแบบทดสอบวินิจฉัยทดสอบกับกลุ่มที่วิชาถูกแต่คำตอบผิด ผลการวิจัยพบว่า ความบกพร่องในด้านการบวกมี 17 เปอร์เซ็นต์ การคูณด้วยเลขหลักเดียว 14 เปอร์เซ็นต์ การคูณด้วยเลขสองหลัก 16 เปอร์เซ็นต์ สำหรับไบว์แมน ได้สร้างแบบทดสอบวินิจฉัยเกี่ยวกับคณิตศาสตร์เบื้องต้นหาจุดเด่น และจุดบกพร่องของนักเรียนเกี่ยวกับเรื่องการบวก ลบ คูณ และหาร การแก้ปัญหาโจทย์ และพีชคณิตเบื้องต้น ผลการวิจัยปรากฏว่าแบบทดสอบมีประโยชน์ในการจัดโครงการสอนซ่อมเสริมให้นักเรียนเป็นรายบุคคลได้อย่างดี และใช้แบบทดสอบค้นหาจุดบกพร่องในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องการบวกของนักเรียนเกรด 3 และเกรด 4 และทำการสอนซ่อมเสริมผลปรากฏว่า นักเรียนบกพร่องเพราะขาดทักษะพื้นฐานเกี่ยวกับระบบจำนวน และนักเรียนที่ได้รับการสอนซ่อมเสริมแล้วทดสอบได้คะแนนสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 จากข้อสรุปผลงานวิจัยดังกล่าวผู้วิจัยได้ใช้เป็นแนวคิดในการสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยในการเรียนเรื่องระบบจำนวนเต็มในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ในจังหวัดนครนายก ซึ่งเรื่องระบบจำนวนเต็มในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ยังไม่มีผู้ทำจึงจำเป็นต้องสร้างขึ้น

วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ปีการศึกษา 2524 ของโรงเรียนสังกัดกรมสามัญศึกษา ในจังหวัดนครนายก จำนวน 1,634 คน

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ปีการศึกษา 2524 ของโรงเรียนสังกัดกรมสามัญศึกษา ในจังหวัดนครนายก จำนวน 894 คน ซึ่งเลือกมาโดยวิธีสุ่มแบบแบ่งพวก (Stratified Random Sampling) โดยสุ่มห้องเรียนมาประมาณ 50 เปอร์เซ็นต์ของจำนวนห้องเรียนในแต่ละโรงเรียนทุกโรงเรียนในกลุ่มประชากร มีรายละเอียดในการสุ่มดังแสดงในตาราง 1

ตาราง 1 กลุ่มตัวอย่างจำแนกตามโรงเรียน จำนวนห้องเรียน และจำนวนนักเรียน

โรงเรียน	จำนวน ห้องเรียน ทั้งหมด	จำนวน นักเรียน ทั้งหมด	จำนวน ห้องเรียน ที่สุ่ม	จำนวน นักเรียน ที่สุ่ม
นครนายกวิทยาคม	12	533	6	266
นวมราชานุสรณ์	5	180	3	123
เมืองนครนายก	3	88	2	61
บ้านนา "นายกพิทยากร"	10	356	5	178
เขาเพิ่มนารีวิทยาลัย	2	40	1	25
ปากพลีพิทยาคาร	5	168	3	89
องครักษ์	6	233	3	130
ภัทรพิทยาคาร	2	36	1	22
รวม	45	1,634	24	894

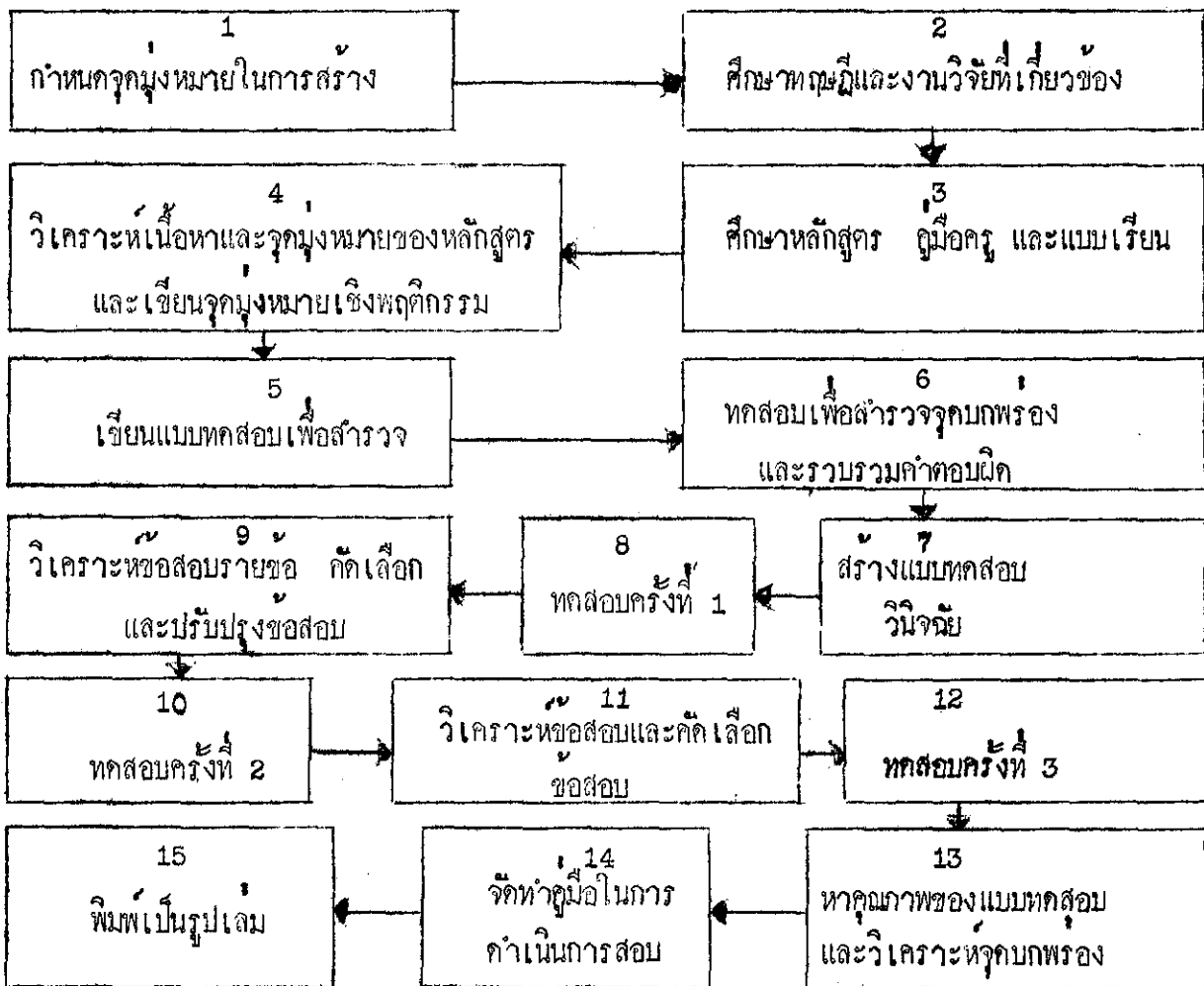
คือนำห้องเรียนที่สุ่มมาได้ทั้งหมดจำนวน 24 ห้อง มาสุ่มว่าในการสอบแต่ละครั้งให้นักเรียนจากห้องใด โดยวิธีการสุ่มแบบธรรมดา (Simple Random Sampling) มีรายละเอียดในการสุ่มดังแสดงในตาราง 2

ตาราง 2 กลุ่มตัวอย่างจำแนกตามโรงเรียน และตามครั้งที่ใช้ทดสอบ

โรงเรียน	จำนวนนักเรียนจำแนกตามครั้งที่ใช้สอบ			
	สอบเพื่อสำรวจ	สอบครั้งที่ 1	สอบครั้งที่ 2	สอบครั้งที่ 3
นครนายกวิทยาคม	45	41	44	45, 45, 46
นวมราชานุสรณ์	-	-	42	39, 42
เมืองนครนายก	-	-	-	30, 31
บ้านนา "นายกพิทยากร"	36	34	38	36, 34
เขาเพิ่มนารีวัฒนา	25	-	-	-
ปากพลีวิทยาคาร	26	30, 33	-	-
องครักษ์	-	38	43, 49	-
ภัทรพิทยาคาร	-	-	-	22
รวม	132	176	216	370

วิธีดำเนินการสร้างแบบทดสอบวินิจัย

ในการสร้างแบบทดสอบวินิจัยความบกพร่องในการเรียนเรื่องระบบจำนวนเต็มครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ดำเนินการตามลำดับขั้น ดังแสดงไว้ในภาพประกอบ 1



ภาพประกอบ 1 ลำดับขั้นในการดำเนินการสร้างแบบทดสอบวินิจัย

จากภาพประกอบ 1 แสดงลำดับขั้นตอนในการดำเนินการสร้างแบบทดสอบวินิจัย ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1. กำหนดจุดมุ่งหมายในการสร้างแบบทดสอบ เพื่อสร้างแบบทดสอบวินิจัยในการเรียนเรื่องระบบจำนวนเต็ม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 สำหรับนำไปทดสอบนักเรียนหลังการสอนสิ้นสุดลง ว่านักเรียนยังบกพร่องในเรื่องใด จะได้เป็นประโยชน์ในการสอนซ่อมเสริม และเป็นแนวทางในการปรับปรุงการเรียนการสอนต่อไป
2. ศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับแบบทดสอบวินิจัย เพื่อเป็นแนวทางในการสร้างแบบทดสอบ
3. ศึกษาหลักสูตร คู่มือครู และหนังสือแบบเรียนวิชาคณิตศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เพื่อหาขอบเขตของเนื้อหาที่เกี่ยวข้องในการสร้างแบบทดสอบ
4. วิเคราะห์เนื้อหาและจุดมุ่งหมายของหลักสูตรในการสอนเรื่องระบบจำนวนเต็มในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เพื่อวิเคราะห์ห่ออกเป็นหน่วยการเรียนรู้ และเขียนจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรมออกจากนั้นก็นำจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรม เนื้อหาวิชา และจุดมุ่งหมายของหลักสูตรไปใหญ่ เชี่ยวชาญทางเนื้อหาวิชาตัดสินว่าจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรมที่เขียนขึ้นนั้นครอบคลุมประชากรทั้งหมดของเนื้อหาหลักสูตรหรือไม่ ซึ่งหาได้โดยใช้แบบตรวจสอบรายการ (Checklist) ตามวิธีของโรวินेलลี และแฮมเบิร์ตตัน (Rovinelli and Hamberton) (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี 2524 : 83 - 85) ดังตัวอย่างการประเมินดังนี้

แบบประเมินผลความสอดคล้องระหว่างจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรม กับเนื้อหา

คำชี้แจง ให้ท่านพิจารณาว่าจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรมเหล่านี้ครอบคลุมเนื้อหาที่กำหนดให้หรือไม่ ดังนี้

ถ้าท่านรู้สึกแน่ใจว่าจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรมนั้นวัดครอบคลุมเนื้อหานั้นจริงก็ให้

1 คะแนน

ถ้าท่านรู้สึกไม่แน่ใจว่าจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรมนั้นวัดครอบคลุมเนื้อหานั้นก็ให้

0 คะแนน

ถ้าท่านรู้สึกแน่ใจว่าจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรมนั้นวัดไม่ครอบคลุมเนื้อหานั้นก็ให้

-1 คะแนน

เนื้อหา (หน่วยการเรียนรู้)	จุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรม	คะแนนการพิจารณา		
		1	0	-1
1. การบวกจำนวนเต็มบวก	<p>1.1 เมื่อกำหนดเส้นจำนวนเกี่ยวกับการบวกจำนวนเต็มบวกให้นักเรียนสามารถเขียนแทนด้วยประโยคสัญลักษณ์ แสดงการบวกและหาผลบวกได้ถูกต้อง</p> <p>1.2 เมื่อกำหนดประโยคสัญลักษณ์ของการบวกจำนวนเต็มบวกให้นักเรียนสามารถหาผลบวกได้ถูกต้อง</p>			

จากนั้นนำคะแนนรวมของจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรมแต่ละจุดมุ่งหมาย จากผู้เชี่ยวชาญทั้งหมดไปเทียบกับเกณฑ์ที่กำหนดความถี่รวมของคะแนนเกินครึ่งหนึ่งของคะแนนเต็มก็ถือว่าจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรมนั้น ๆ ครอบคลุมประชากรทั้งหมดของเนื้อหาในหลักสูตร การดำเนินการในขั้นนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อใช้ในการพิจารณาแบบทดสอบที่สร้างขึ้นว่ามีความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา มากน้อยเพียงใด

5. สร้างแบบทดสอบเพื่อสำรวจ โดยเขียนข้อสอบให้สอดคล้องกับจุดมุ่งหมาย
เชิงพฤติกรรม ประกอบด้วยแบบทดสอบ 7 ฉบับ คือ

ฉบับที่ 1 ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับจำนวนเต็ม

ตอนที่ 1 ประโยค

ตอนที่ 2 จำนวนเต็ม

ตอนที่ 3 คุณสมบัติการบวกและการคูณของจำนวนเต็มบวก

ตอนที่ 4 ความสมบูรณ์ของจำนวนเต็ม

ฉบับที่ 2 การบวกจำนวนเต็ม

ตอนที่ 1 การบวกจำนวนเต็มบวก

ตอนที่ 2 การบวกจำนวนเต็มลบ

ตอนที่ 3 การบวกจำนวนเต็มบวกกับจำนวนเต็มลบ

ฉบับที่ 3 การลบจำนวนเต็ม

ตอนที่ 1 ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับการลบจำนวนเต็ม

ตอนที่ 2 การลบจำนวนเต็มบวก

ตอนที่ 3 การลบจำนวนเต็มลบ

ตอนที่ 4 การลบจำนวนเต็มลบด้วยจำนวนเต็มบวก

ตอนที่ 5 การลบจำนวนเต็มบวกด้วยจำนวนเต็มลบ

ฉบับที่ 4 การคูณจำนวนเต็ม

ตอนที่ 1 ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับการคูณจำนวนเต็ม

ตอนที่ 2 การคูณจำนวนเต็มบวก

ตอนที่ 3 การคูณจำนวนเต็มบวกกับจำนวนเต็มลบ

ตอนที่ 4 การคูณจำนวนเต็มลบกับจำนวนเต็มลบ

ฉบับที่ 5 การหารจำนวนเต็ม

ตอนที่ 1 การหารจำนวนเต็มบวก

ตอนที่ 2 การหารจำนวนเต็มบวกกับจำนวนเต็มลบ

ตอนที่ 3 การหารจำนวนเต็มลบกับจำนวนเต็มลบ

ฉบับที่ 6 คุณสมบัติของหนึ่ง และคุณสมบัติของศูนย์

ตอนที่ 1 คุณสมบัติของหนึ่ง

ตอนที่ 2 คุณสมบัติของศูนย์

ฉบับที่ 7 เลขยกกำลัง

ตัวอย่างข้อสอบ

แบบทดสอบฉบับที่ 1 ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับจำนวนเต็ม

จุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรม *เมื่อกำหนดเลขจำนวนเต็มให้ชุดหนึ่ง นักเรียนสามารถเรียงลำดับจำนวนเหล่านี้ จากมากไปหาน้อย หรือจากน้อยไปหามากได้ถูกต้อง*

ข้อสอบ จเรียงลำดับจำนวนต่อไปนี้จากมากไปหาน้อย

-5, 2, 0, -3, 7

แบบทดสอบฉบับที่ 2 การบวกจำนวนเต็ม

จุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรม *เมื่อกำหนดประโยคสัญลักษณ์การบวกจำนวนเต็มลบให้ นักเรียนสามารถหาค่าผลบวกได้ถูกต้อง*

ข้อสอบ $(-15) + (-7) = ?$

แบบทดสอบฉบับที่ 3 การลบจำนวนเต็ม

จุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรม *เมื่อกำหนดประโยคสัญลักษณ์การลบจำนวนเต็มบวกด้วยจำนวนเต็มลบโดยที่จำนวนเต็มบวกมีค่าสัมบูรณ์น้อยกว่าจำนวนเต็มลบให้นักเรียนสามารถหาค่าผลลบได้ถูกต้อง*

ข้อสอบ $12 - (-25) = ?$

แบบทดสอบฉบับที่ 4 การคูณจำนวนเต็ม

จุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรม "เมื่อกำหนดประโยคสัญลักษณ์การคูณจำนวนเต็ม
ลบกับจำนวนเต็มลบให้ นักเรียนสามารถหาผลลัพธ์ได้ถูกต้อง"

ข้อสอบ $(-18) \times (-5) = ?$

แบบทดสอบฉบับที่ 5 การหารจำนวนเต็ม

จุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรม "เมื่อกำหนดประโยคสัญลักษณ์การหาร จำนวนเต็ม
บวกด้วยจำนวนเต็มลบให้ นักเรียนสามารถหาผลลัพธ์ได้ถูกต้อง"

ข้อสอบ $136 \div (-4) = ?$

แบบทดสอบฉบับที่ 6 คุณสมบัติของหนึ่ง และคุณสมบัติของศูนย์

จุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรม "เมื่อกำหนดประโยคสัญลักษณ์การคูณจำนวนเต็ม
ใด ๆ ด้วย 1 ให้ นักเรียนสามารถหาผลคูณได้ถูกต้อง"

ข้อสอบ $(-25) \times 1 = ?$

แบบทดสอบที่ 7 เลขยกกำลัง

จุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรม "เมื่อกำหนดจำนวนบางจำนวนให้ นักเรียนสามารถ
เขียนให้อยู่ในรูปเลขยกกำลังได้ถูกต้อง"

ข้อสอบ จงเขียน 625 ให้อยู่ในรูปเลขยกกำลัง

6. นำแบบทดสอบที่สร้างขึ้นทั้ง เจ็ดฉบับไปทดสอบกับกลุ่มตัวอย่างจำนวน 132 คน
จุดมุ่งหมายในการทดสอบ เพื่อสำรวจจุดบกพร่องและรวบรวมคำตอบผิด โดยรวบรวมคำตอบ
ที่นักเรียนส่วนมากตอบผิดมาเป็นตัวลงในการสร้างแบบทดสอบวินิจัยต่อไป

7. สร้างแบบทดสอบวินิจัย เป็นข้อสอบปรนัยชนิดเลือกตอบสี่ตัวเลือก โดยคัดแปลง
มาจากแบบทดสอบเพื่อสำรวจ และตัวลงได้จากคำตอบที่นักเรียนส่วนมากตอบผิดในแบบทดสอบ
เพื่อสำรวจ นอกจากนั้นก็นำข้อสอบที่เขียนพร้อมจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรมไปให้ผู้เชี่ยวชาญทาง
เนื้อหาเป็นผู้พิจารณาตัดสินว่า ข้อสอบแต่ละข้อวัดตามจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรมนั้นจริงหรือไม่

ตามวิธีของ โรวินเนลลี และ แฮมเบิร์ตตัน (Rovinelli and Hanberton) (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี 2524 : 84 - 85) ดังตัวอย่างแบบการประเมินดังนี้

แบบประเมินความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรม คำชี้แจง ให้ท่านพิจารณาว่าข้อสอบแต่ละข้อต่อไปนี้วัดตรงตามจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรมข้อนั้น ๆ หรือไม่ ให้ท่านพิจารณาให้คะแนนดังนี้

ถ้าท่านรู้สึกแน่ใจว่าข้อสอบนั้นวัดตรงตามจุดมุ่งหมายที่ต้องการวัด ก็ให้

1 คะแนน

ถ้าท่านรู้สึกไม่แน่ใจว่าข้อสอบนั้นวัดได้ตรงตามจุดมุ่งหมายที่ต้องการวัดก็ให้

0 คะแนน

ถ้าท่านรู้สึกแน่ใจว่าข้อสอบนั้นวัดไม่ตรงตามจุดมุ่งหมายที่ต้องการวัด ก็ให้

-1 คะแนน

จุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรม	ข้อสอบ	คะแนนการพิจารณา		
		1	0	-1
2.12 เมื่อกำหนดประโยคสัญลักษณ์ การบวกจำนวนเต็มบวกให้ นักเรียนสามารถหาผลลัพธ์ ได้ถูกต้อง	1. $85 + 6 = ?$ ก. 81 ข. 91 ค. 151 ง. 811			

หลังจากผู้เชี่ยวชาญประมาณค่าข้อสอบเสร็จแล้ว นำเอาคะแนนรวมจากผู้เชี่ยวชาญทั้งหมดไปเทียบกับเกณฑ์ที่กำหนดไว้ว่า เปรียบของคะแนนเกินครึ่งของคะแนนเต็ม 8 คะแนน ถือว่าข้อสอบแต่ละข้อวัดตามจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรมนั้นจริง การดำเนินการในขั้นนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อใช้ในการพิจารณาแบบทดสอบที่สร้างขึ้นว่ามีความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา มากน้อยเพียงใด

8. ทดสอบครั้งที่ 1 นำแบบทดสอบวินิจฉัยทั้ง 7 ฉบับ ไปทดสอบกับกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 176 คน เพื่อวิเคราะห์ข้อสอบรายข้อ คัดเลือก และปรับปรุงข้อสอบ

9. การวิเคราะห์ข้อสอบรายข้อ คัดเลือก และปรับปรุงข้อสอบ

9.1 ตรวจสอบให้คะแนนแบบทดสอบ ถ้าตอบถูกให้ 1 คะแนน ถ้าตอบผิด ตอบเกินกว่าหนึ่งคำตอบ หรือไม่ตอบ ให้ 0 คะแนน

9.2 หากค่าความยากของข้อสอบเป็นรายข้อ โดยใช้สูตรคำนวณอย่างง่าย (อนันต์ ศรีโสภณ 2520 : 150)

$$P = \frac{R}{N}$$

เมื่อ P แทน ค่าความยากของข้อสอบ

R แทน จำนวนคนตอบถูก

N แทน จำนวนคนทั้งหมด

9.3 หากค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบเป็นรายข้อ โดยใช้สูตรของ เบรนนัน ซึ่งเรียกว่า ดัชนีค่าอำนาจจำแนกบี (Discrimination Index B) (Bannan,

1972 : 289 - 303)

$$B = \frac{U}{n_1} - \frac{L}{n_2}$$

เมื่อ	B	แทน	ค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบ
	U	แทน	จำนวนคนในกลุ่มสูงที่ตอบถูก
	L	แทน	จำนวนคนในกลุ่มต่ำที่ตอบถูก
	n_1	แทน	จำนวนคนทั้งหมดในกลุ่มสูง
	n_2	แทน	จำนวนคนทั้งหมดในกลุ่มต่ำ

สำหรับการแบ่งนักเรียนเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มสูง และกลุ่มต่ำ ผู้วิจัยใช้คะแนนเกณฑ์ของ แบบทดสอบแต่ละฉบับที่กำหนดในตาราง 3 เป็นจุดตัดระหว่างกลุ่มสูง และกลุ่มต่ำ

9.4 ทาค่าความยากของข้อสอบเป็นรายข้อจากกลุ่มผู้มีความบกพร่องในการเรียน โดยใช้สูตรคำนวณอย่างง่าย เช่นเดียวกับข้อ 9.2

ตาราง 3 คะแนนเกณฑ์ของแบบทดสอบวินิจฉัยทั้ง เจ็ดฉบับ ที่ใช้เกณฑ์ ๕๐ เปอร์เซ็นต์ ของคะแนนเต็ม

แบบทดสอบฉบับที่	จำนวนข้อสอบของแบบทดสอบ	คะแนนเกณฑ์
1	60	48
2	40	32
3	45	36
4	35	28
5	20	16
6	25	20
7	20	16

9.4 การคัดเลือกข้อสอบมีเกณฑ์ดังนี้

9.4.1 ข้อสอบต้องค่อนข้างง่าย คือ ค่า p ตั้งแต่ .65 ขึ้นไป
 ความลักษณะของแบบทดสอบวินิจัยที่ บลูม (Bloom, 1971 : 91 - 92) กล่าวไว้

9.4.2 ข้อสอบต้องมีค่าอำนาจจำแนกเป็นบวกคือมีค่าตั้งแต่ .00 ขึ้นไป
 ทั้งนี้เพราะ อคัมส์ และทอร์เจอร์สัน กล่าวว่า แบบทดสอบวินิจัยมีจุดมุ่งหมายที่สำคัญที่สุด
 เพื่อที่จะค้นหาว่าสิ่งใดที่นักเรียนไม่สามารถที่จะทำได้ และมีสาเหตุใดมากกว่าที่จะเปรียบเทียบ
 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน (Adams and Torguson, 1964 : 472) ดังนั้น
 ผู้วิจัยจึงใช้เกณฑ์ในการคัดเลือกข้อสอบที่มีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ .00 ขึ้นไป

9.4.3 พิจารณาค่าความยากของข้อสอบ ซึ่งหามาจากกลุ่มผู้
 ความบกพร่องในการเรียนโดยคัดเลือกข้อสอบที่วัดจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรมเดียวกันที่มีค่า
 ใกล้เคียงกันไว้ สำหรับข้อสอบข้อใดมีค่าเบี่ยงเบนไปจากข้อสอบส่วนใหญ่ก็แสดงว่าข้อสอบ
 ข้อนั้นไม่สามารถวัดลักษณะที่ต้องการวัด (สงข ลักษณ์ 2523 : 40 - 44)

9.5 ปรับปรุงข้อสอบที่ไม่ได้ความเกณฑ์ในข้อ 9.4

10. ทดสอบครั้งที่ 2 นำแบบทดสอบที่คัดเลือกและปรับปรุงแล้วทั้ง เจ็ดฉบับไป
 ทดสอบกับกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 216 คน เพื่อวิเคราะห์ข้อสอบและคัดเลือกข้อสอบ
11. วิเคราะห์ข้อสอบและคัดเลือกข้อสอบ โดยยึดหลักเช่นเดียวกับข้อ 9 แล้ว
 รวบรวมข้อสอบเป็นข้อสอบวินิจัยเพื่อนำไปทดสอบหาคุณภาพของแบบทดสอบต่อไป
12. ทดสอบครั้งที่ 3 นำแบบทดสอบวินิจัยที่คัดเลือกไว้ทั้ง เจ็ดฉบับไปทดสอบกับ
 กลุ่มตัวอย่างจำนวน 370 คน เพื่อหาคุณภาพของแบบทดสอบ
13. หาคุณภาพของแบบทดสอบและวิเคราะห์จุดบกพร่อง
 - 13.1 หากค่าความยากของข้อสอบเป็นรายชื่อ โดยใช้สูตรเกี่ยวกับข้อ 9.2
 - 13.2 หากค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบเป็นรายชื่อโดยใช้สูตรเกี่ยวกับข้อ 9.3
 - 13.3 หากค่าความยากของข้อสอบเป็นรายชื่อจากกลุ่มผู้มีความบกพร่องใน
 การเรียน โดยใช้สูตรเกี่ยวกับข้อ 9.2

13.4 หากหาความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ โดยวิธีสูตรของ ฮวิน (Huynh. 1976 : 252 - 259) ดังนี้

$$K = (P_{11} - P_1^2) / (P_1 - P_1^2)$$

เมื่อ K แทน ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบอิง เกณฑ์ (สัมประสิทธิ์ Kappa)
 P_{11} แทน สัดส่วนของผู้สอบผ่านทั้งสองครั้ง
 P_1 แทน สัดส่วนของผู้สอบผ่านเพียงครั้งเดียว

13.5 หากหาความเที่ยงตรงของแบบทดสอบแต่ละฉบับสองประการคือ ความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา และความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้าง

13.5.1 ความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา การตรวจสอบมี 2 ขั้นตอนคือ
 ขั้นที่ 1 นำจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรม เนื้อหาวิชา และ จุดมุ่งหมายของหลักสูตรไปให้ผู้เชี่ยวชาญ เนื้อหาวิชาพิจารณาตัดสินว่าจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรม ที่เขียนขึ้นนั้นครอบคลุมเนื้อหาในหลักสูตรหรือไม่ ซึ่งได้ดำเนินการไว้แล้วในข้อ 4
 ขั้นที่ 2 นำข้อสอบพร้อมจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรมไปให้ผู้เชี่ยวชาญ เนื้อหาตัดสินว่าข้อสอบแต่ละข้อวัดตามจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรมนั้นจริงหรือไม่ ซึ่งได้ดำเนินการไว้แล้วในข้อ 7

13.5.2 ความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้าง ตรวจสอบได้โดยหาค่า ความยากของข้อสอบจากกลุ่มที่มีความบกพร่องในการ เรียนและข้อสอบแต่ละข้อทั่วจุดมุ่งหมาย เกี่ยวกันมีความยากใกล้เคียงกัน (สงบ ลักษณะ 2523 : 40 - 44)

13.6 วิเคราะห์จุดบกพร่องของตัวดวงในแบบทดสอบวินิจฉัย ในแต่ละข้อ ที่นักเรียนตอบผิดนั้น บกพร่องเพราะสาเหตุใด โดยพิจารณาจากคำตอบในแบบทดสอบ เพื่อสำรวจหาประกอบการพิจารณา การวิเคราะห์จุดบกพร่องผู้วิจัยทำร่วมกับอาจารย์ผู้สอน คณิตศาสตร์ เรื่องระบบจำนวนเต็ม ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

14. จัดทำคู่มือดำเนินการสอบ
15. จัดพิมพ์เป็นรูปเล่ม

วิธีดำเนินการรวบรวมข้อมูล

1. ติดต่อโรงเรียนที่ใช้เป็นกลุ่มตัวอย่าง เพื่อกำหนดวันและเวลาในการสอบ
2. เตรียมข้อสอบให้พอกับจำนวนนักเรียนในการสอบแต่ละครั้ง
3. อธิบายให้นักเรียนในกลุ่มตัวอย่างให้เข้าใจวัตถุประสงค์ในการสอบ
4. นำแบบทดสอบไปทดสอบกับนักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง 4 ครั้งคือ
 - 4.1 นำแบบทดสอบเพื่อสำรวจไปทดสอบกับกลุ่มตัวอย่าง เพื่อสำรวจ

จุดบกพร่องและรวบรวมคำตอบผิด

- 4.2 นำแบบทดสอบวินิจฉัยไปทดสอบครั้งที่ 1 กับกลุ่มตัวอย่างเพื่อวิเคราะห์ข้อสอบรายข้อ และปรับปรุงข้อสอบ
- 4.3 นำแบบทดสอบวินิจฉัยที่ปรับปรุงแล้วไปทดสอบครั้งที่ 2 กับกลุ่มตัวอย่างเพื่อวิเคราะห์ข้อสอบรายข้อและคัดเลือกข้อสอบ
- 4.4 นำแบบทดสอบวินิจฉัยที่คัดเลือกแล้วไปทดสอบครั้งที่ 3 กับกลุ่มตัวอย่าง เพื่อหาคุณภาพของแบบทดสอบ

วิธีจัดกระทำข้อมูล

1. หาค่าความยากของข้อสอบ โดยใช้สูตรคำนวณอย่างง่าย (อนันต์ ศรีโสภณ 2520 : 150)
2. หาค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบ โดยใช้สูตรของแบรนแนน ซึ่งเรียกว่า คณิตศาสตร์อำนาจจำแนกบี (Discrimination Index B) (Brennan, 1972 : 289 - 303)

3. หากค่าความยากของข้อสอบจากกลุ่มผู้มีความบกพร่องในการเรียน โดยใช้สูตรคำนวณอย่างง่าย (อนันต์ ศรีโสภณ 2520 : 150)
4. หากค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบแต่ละฉบับ โดยใช้สูตรของ ฮวิน (Huynh. 1976 : 252 - 259)
5. หากค่าความเที่ยงตรงของแบบทดสอบแต่ละฉบับในที่นี้คือ ความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา ซึ่งหาได้โดยให้ผู้ชำนาญทางเนื้อหาเป็นผู้พิจารณาตัดสิน ค่าความไวของ โรวินเนลลี และแฮมเบิร์ตตัน (Rovinelli and Hamberton) (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี 2524 : 83 - 85) และความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้าง ตรวจสอบได้โดยดูค่าความยากของข้อสอบจากกลุ่มที่มีความบกพร่องในการเรียน และข้อสอบแต่ละข้อที่จัดมุ่งหมายเดียวกันต้องมีค่าความยากใกล้เคียงกัน (สงบ ลักษณะ 2523 : 40 - 44)

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

อักษรย่อที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

เพื่อให้เกิดความเข้าใจตรงกันในการแปลความหมายของการวิเคราะห์ข้อมูล ผู้วิจัยจึงกำหนดอักษรย่อที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลดังนี้

P	แทน	ค่าความยากของ ข้อสอบ
B	แทน	ค่าอำนาจจำแนกของ ข้อสอบ
\bar{P}	แทน	ค่าความยากของ ข้อสอบจากกลุ่มผู้มีความบกพร่อง
R	แทน	ค่าคอบถุกของ ของ ข้อสอบแต่ละข้อ
W	แทน	ค่าคอบถุกของ ข้อสอบแต่ละ ข้อ
N	แทน	จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง
n	แทน	จำนวนข้อสอบในแบบทดสอบ
K	แทน	ค่าความ เชื่อมั่นของ แบบทดสอบ

การเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล

1. การทดสอบครั้งที่ 1
หาค่าความยาก ค่าอำนาจจำแนกและค่าความยากจากกลุ่มผู้มีความบกพร่อง
2. การทดสอบครั้งที่ 2
หาค่าความยาก ค่าอำนาจจำแนกและค่าความยากจากกลุ่มผู้มีความบกพร่อง

3. การทดสอบครั้งที่ 3

3.10 หาค่าความยากและค่าอำนาจจำแนก

3.20 หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวินิจัยทั้ง เจ็ดฉบับ

3.30 หาค่าความเที่ยงตรง ของแบบทดสอบวินิจัยทั้ง เจ็ดฉบับ

3.40 วิเคราะห์จุดบกพร่องที่นักเรียนเลือกตอบผิดในแบบทดสอบวินิจัย

ทั้ง เจ็ดฉบับ

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล1. การทดสอบครั้งที่ 1

หาค่าความยากของ ข้อสอบ (P) ค่าอำนาจจำแนกของ ข้อสอบ (B)

และค่าความยากของ ข้อสอบจากกลุ่มผู้มีความบกพร่อง (P) ในแบบทดสอบวินิจัยทั้ง เจ็ดฉบับ

ผู้วิจัยนำคะแนนจากการทดสอบครั้งที่ 1 มาคำนวณหาค่าความยากของ ข้อสอบโดยใช้สูตรคำนวณอย่างง่าย หาค่าอำนาจจำแนกของ ข้อสอบ โดยใช้สูตรของ เบรนนแมน และค่าความยากของ ข้อสอบจากกลุ่มผู้มีความบกพร่อง โดยใช้สูตรคำนวณ อย่างง่ายซึ่งใช้เกณฑ์ ในการแบ่งกลุ่มผู้มีความบกพร่องในแบบทดสอบแต่ละ ฉบับตาม ตาราง 3 ปรากฏว่าได้ค่าความยาก ข้อสอบ ค่าอำนาจจำแนกของ ข้อสอบ และค่า ความยากของ ข้อสอบจากกลุ่มผู้มีความบกพร่อง ดังแสดงในตาราง 4

ตาราง 4 ค่าความยากของข้อสอบ ค่าอำนาจจำแนก และค่าความยากของข้อสอบจาก
กลุ่มผู้มีความบกพร่อง ในแบบทดสอบวินิจฉัยจากการทดสอบครั้งที่ 1

ฉบับที่	ตอนที่	จุดมุ่งหมาย เชิงพฤติกรรม ข้อที่	ข้อที่	ข้อที่			ข้อที่	ข้อที่			ข้อที่	ข้อที่			
				P	B	\bar{P}		P	B	\bar{P}		P	B	\bar{P}	
1	1	1.1.1	1	.78	.32	.51	4	.71	.34	.45	*7	.53	.42	.39	
			*2	.46	.60	.30	5	.72	.30	.47					
			*3	.44	.58	.29	6	.68	.36	.43					
	2	1.2.1	1.2.1	8	.70	.37	.37	11	.72	.22	.51	*14	.43	.31	.21
				*9	.41	.30	.20	12	.72	.27	.42				
				*10	.44	.31	.21	13	.78	.21	.46				
		1.2.2	1.2.2	15	.95	.07	.60	*18	.44	.07	.27	*21	.26	.20	.11
				16	.97	.05	.62	*19	.55	.15	.28				
				17	.91	.09	.58	20	.89	.16	.53				
		1.2.3	1.2.3	22	.97	.05	.62	*25	.64	.25	.32	*28	.72	.23	.42
				23	.95	.05	.60	26	.92	.08	.58				
				*24	.99	.02	.65	27	.85	.15	.52				
1.2.4	1.2.4	29	.78	.22	.46	*32	.85	.20	.51	35	.70	.34	.38		
		30	.74	.34	.41	33	.79	.22	.46						
		31	.74	.29	.42	34	.66	.19	.38						

ตาราง 4 (ต่อ)

ฉบับที่	ตอนที่	จุดมุ่งหมาย เชิงพฤติกรรม ข้อที่	ข้อที่	ข้อที่			ข้อที่			ข้อที่				
				P	B	P̄	P	B	P̄	P	B	P̄		
1	2	1.2.5	*36	.89	.14	.55	39	.72	.30	.40	42	.83	.27	.48
			37	.74	.25	.42	40	.81	.26	.47				
			38	.74	.35	.40	41	.81	.29	.46				
	3	1.3.1	43	.91	.13	.56	46	.91	.13	.56	49	.94	.10	.59
			44	.93	.11	.58	47	.91	.13	.56				
			45	.88	.18	.53	48	.90	.15	.55				
		1.3.2	50	.93	.08	.59	53	.98	.04	.63	56	.95	.07	.60
			51	.95	.07	.60	54	.95	.08	.60				
			52	.98	.04	.63	55	.91	.09	.58				
		1.3.3	57	.73	.36	.40	60	.70	.22	.41	63	.60	.46	.36
			*58	.59	.35	.31	*61	.90	.15	.55				
			59	.69	.43	.35	*62	.52	.43	.24				
	4	1.4.1	*64	.52	.33	.26	67	.70	.20	.41	70	.70	.19	.41
			65	.69	.21	.40	68	.67	.24	.38				
			*66	.48	.33	.24	*69	.50	.31	.26				

ตาราง 4 (ต่อ)

ฉบับที่	ตอนที่	จุดมุ่งหมาย เชิงพฤติกรรม ข้อที่	ข้อที่	ข้อที่			ข้อที่	ข้อที่			ข้อที่	ข้อที่						
				P	B	\bar{P}		P	B	\bar{P}		P	B	\bar{P}				
1	4	1.4.2	71	.69	.57	.30	74	.73	.49	.30	77	.67	.34	.32				
			*72	.63	.31	.27	75	.73	.48	.32								
			*73	.49	.35	.17	76	.66	.34	.28								
		1.4.3	78	.94	.06	.60	81	.90	.16	.55					84	.92	.12	.57
			79	.90	.05	.58	82	.90	.13	.55								
			80	.92	.10	.58	83	.94	.06	.60								
	2	1	2.1.1	1	.97	.01	.64	4	.90	.02	.59	7	.96	.01	.63			
				2	.98	.00	.65	5	.95	.05	.62							
				3	.94	.00	.62	6	.98	.03	.65							
		2	2.2.1	8	8	.67	.60	.33	11	.65	.56	.33	14	.66	.55	.33		
9					.67	.60	.33	12	.65	.60	.32							
10					.70	.55	.36	13	.67	.57	.34							
2.2.2			15	*18	15	.67	.55	.35	*18	.64	.61	.30	21	.68	.58	.35		
					16	.66	.53	.35	19	.65	.58	.33						
					17	.68	.56	.35	20	.65	.56	.33						

ตาราง 4 (ต่อ)

ฉบับที่	ตอนที่	จุดมุ่งหมาย (เชิงพฤติกรรม ข้อที่	ข้อที่	ข้อที่ 1			ข้อที่ 2			ข้อที่ 3				
				P	B	\bar{P}	P	B	\bar{P}	P	B	\bar{P}		
2	2	2.2.3	22	.73	.46	.39	25	.70	.51	.36	28	.71	.49	.37
			23	.71	.49	.37	26	.72	.48	.38				
			24	.69	.51	.36	27	.72	.48	.38				
	3	2.3.1	29	.71	.50	.38	32	.69	.46	.38	35	.73	.47	.40
			30	.71	.59	.39	33	.75	.48	.42				
			31	.71	.51	.40	34	.70	.35	.40				
		2.3.2	36	.73	.36	.43	39	.77	.34	.46	42	.75	.44	.42
			37	.75	.33	.44	40	.76	.39	.44				
			38	.73	.27	.44	41	.75	.41	.43				
		2.3.3	43	.86	.47	.53	46	.84	.45	.52	49	.83	.53	.50
			44	.87	.48	.53	47	.84	.52	.51				
			45	.85	.49	.51	48	.86	.52	.52				
2.3.4		50	.69	.64	.38	53	.66	.58	.37	*56	.58	.58	.33	
		51	.71	.54	.42	54	.71	.67	.39					
		*52	.52	.67	.26	*55	.61	.73	.31					

ตาราง 4 (ต่อ)

ฉบับที่	ตอนที่	จุดมุ่งหมาย เชิงพฤติกรรม ข้อที่	ข้อที่	1			ข้อที่	2			ข้อที่	3			
				P	B	P̄		P	B	P̄		P	B	P̄	
3	1	3.1.1	1	.78	.32	.51	4	.71	.34	.55	7	.73	.32	.48	
			*2	.46	.60	.30	*5	.62	.40	.47					
			3	.68	.38	.49	*6	.58	.46	.43					
	2	3.2.1		8	.84	.02	.70	11	.83	.15	.68	14	.89	.12	.73
				9	.83	.12	.73	12	.85	.10	.75				
				10	.88	.09	.73	13	.81	.09	.67				
		3.2.2		*15	.58	.42	.43	18	.69	.31	.54	21	.70	.33	.54
				*16	.62	.31	.48	19	.66	.29	.52				
				17	.66	.38	.50	20	.68	.35	.52				
	3	3.3.1		22	.72	.46	.48	25	.72	.52	.46	28	.75	.51	.49
				23	.72	.50	.47	26	.75	.56	.48				
				24	.72	.52	.46	27	.72	.55	.46				
3.3.2			*29	.64	.26	.50	32	.67	.30	.53	35	.65	.32	.51	
			30	.65	.21	.52	33	.66	.31	.51					
			*31	.59	.36	.45	*34	.62	.36	.48					

ตาราง 4 (ต่อ)

ฉบับที่	ตอนที่	จุดมุ่งหมาย เชิงพฤติกรรม ข้อที่	ข้อที่	ข้อที่			ข้อที่	ข้อที่			ข้อที่	ข้อที่		
				P	B	\bar{P}		P	B	\bar{P}		P	B	\bar{P}
4	2	4.2.1	8	.92	.09	.41	11	.96	.03	.45	14	.86	.14	.37
			9	.86	.19	.36	12	.92	.14	.40				
			10	.92	.06	.42	13	.94	.10	.42				
	3	4.3.1	15	.83	.30	.32	18	.81	.38	.29	21	.83	.27	.33
			16	.83	.34	.31	19	.80	.39	.28				
			17	.81	.37	.29	20	.88	.23	.36				
		4.3.2	22	.77	.46	.25	25	.84	.30	.33	28	.76	.40	.26
			*23	.73	.51	.22	26	.83	.34	.31				
			24	.85	.30	.33	27	.81	.37	.29				
	4.3.3	*29	.58	.61	.10	32	.67	.75	.10	*35	.53	.63	.07	
		30	.66	.62	.13	33	.71	.69	.14					
		31	.67	.69	.12	34	.67	.71	.11					
4	4.4.1	36	.76	.46	.24	39	.78	.47	.25	42	.77	.49	.24	
		37	.74	.50	.23	40	.75	.49	.23					
		38	.80	.42	.27	41	.80	.43	.27					

ตาราง 4 (ต่อ)

ฉบับที่	ตอนที่	จุดมุ่งหมาย เชิงพฤติกรรม ข้อที่	ข้อที่	ข้อที่			ข้อที่	ข้อที่			ข้อที่	ข้อที่		
				P	B	P̄		P	B	P̄		P	B	P̄
4	4	4.4.2	43	.71	.47	.22	46	.66	.46	.20	49	.69	.58	.21
			44	.67	.51	.19	47	.65	.46	.19				
			45	.67	.48	.20	48	.67	.45	.20				
5	1	5.1.1	*1	.98	.07	.34	4	.91	.24	.28	7	.83	.20	.26
			2	.88	.12	.30	5	.88	.16	.28				
			3	.95	.14	.31	6	.79	.27	.23				
	2	5.2.1	8	.76	.44	.16	11	.74	.52	.15	14	.74	.65	.12
			9	.75	.41	.18	12	.78	.54	.16				
			10	.73	.37	.18	13	.80	.49	.18				
		5.2.2	15	.87	.29	.25	18	.82	.39	.21	21	.76	.37	.19
			16	.76	.43	.18	19	.71	.42	.16				
			17	.79	.37	.20	20	.83	.37	.22				
3	5.3.1	22	.77	.57	.15	25	.76	.64	.13	28	.76	.55	.15	
		23	.75	.60	.13	26	.78	.55	.16					
		24	.80	.56	.16	27	.75	.60	.13					

ตาราง 4 (ต่อ)

ฉบับที่	ตอนที่	จุดมุ่งหมาย เชิงพฤติกรรม ข้อที่	ข้อที่	ข้อที่ 1			ข้อที่ 2			ข้อที่ 3				
				P	B	\bar{P}	P	B	\bar{P}	P	B	\bar{P}		
6	1	6.1.1	1	.97	.04	.44	4	.94	.14	.40	*7	.70	.37	.23
			2	.97	.03	.44	5	.81	.20	.33				
			3	.94	.10	.41	*6	.66	.37	.22				
	2	6.1.2	8	.90	.13	.38	11	.87	.23	.35	*14	.66	.47	.19
			9	.92	.16	.39	12	.85	.24	.33				
			10	.92	.14	.40	*13	.62	.45	.17				
			15	.92	.09	.41	18	.92	.16	.39	21	.92	.16	.39
	2	6.2.1	16	.91	.11	.40	19	.89	.17	.37				
			17	.90	.14	.38	20	.88	.12	.38				
			22	.75	.52	.22	25	.72	.54	.20	28	.73	.59	.19
6.2.2		23	.74	.55	.21	26	.73	.57	.20					
		24	.73	.53	.21	27	.73	.57	.20					
		29	.73	.51	.22	32	.73	.48	.22	35	.77	.43	.25	
6.2.3	30	.70	.54	.19	33	.75	.47	.23						
	31	.71	.53	.20	34	.77	.41	.26						

ตาราง 4 (ต่อ)

ฉบับที่	ตอนที่	จุดมุ่งหมาย เชิงพฤติกรรม ข้อที่	ข้อที่	P			ข้อที่	P			ข้อที่	P			
				P	B	\bar{P}		P	B	\bar{P}		P	B	\bar{P}	
7	1	7.1.1	1	.79	.32	.40	4	.78	.35	.38	7	.79	.33	.40	
			2	.77	.36	.37	5	.83	.28	.42					
			3	.72	.36	.34	6	.81	.28	.42					
		7.1.2	8	.67	.45	.29	11	.65	.55	.20		*14	.59	.57	.18
			9	.66	.44	.28	12	.69	.60	.20					
			10	.71	.54	.23	*13	.59	.67	.13					
		7.1.3	15	.69	.51	.28	*18	.41	.63	.09		.21	.66	.45	.29
			*16	.52	.65	.15	19	.70	.49	.28					
			17	.66	.54	.26	*20	.45	.59	.80					
	7.1.4	22	.65	.50	.26	25	.69	.49	.30	28	.70	.43	.31		
		*23	.56	.56	.20	26	.69	.51	.28						
		24	.65	.49	.27	*27	.59	.52	.23						

* ข้อที่ปรับปรุงแก้ไข

จากตาราง 4 แสดงให้เห็นค่าความยากของข้อสอบ (P) ค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบ (B) และค่าความยากของข้อสอบจากกลุ่มผู้มีความบกพร่อง (F) ในแบบทดสอบทั้งเจ็ดฉบับ จากการทดสอบครั้งที่ 1 สรุปผลการวิเคราะห์ได้ดังนี้

แบบทดสอบฉบับที่ 1 (ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับจำนวนเต็ม) จำนวน 84 ข้อ มีค่าความยากตั้งแต่ .26 - .99 ค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ -.02 - .60 และค่าความยากจากกลุ่มผู้มีความบกพร่องตั้งแต่ .11 - .65 สำหรับค่าความยากจากกลุ่มผู้มีความบกพร่องใช้สำหรับพิจารณาหาความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้าง โดยมีหลักเกณฑ์ว่าข้อสอบที่วัดในจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรมเดียวกัน ควรมีค่าใกล้เคียงกัน คือมีค่าพิสัยไม่เกิน .15 เมื่อค่าความยากจากกลุ่มผู้มีความบกพร่องในแต่ละจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรม ปรากฏว่ามีค่าพิสัยตั้งแต่ .05 - .51 ดังนั้นจึงมีข้อสอบที่ต้องปรับปรุงแก้ไข เนื่องจากมีค่าต่ำกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ คือมีค่าความยากต่ำกว่า .65 จำนวน 17 ข้อ สำหรับข้อสอบที่มีค่าอำนาจจำแนกต่ำกว่า .00 มีอยู่เพียง 1 ข้อ คือข้อสอบข้อที่ 24 มีค่าอำนาจจำแนก -.02 นอกจากนี้ยังมีข้อสอบที่มีค่าความยากและค่าอำนาจจำแนกถึง เกณฑ์ที่กำหนดไว้ แต่เป็นข้อสอบที่มีค่าความยากจากกลุ่มผู้มีความบกพร่อง เบี่ยงเบนห่างไปจากข้อสอบที่วัดในจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรมเดียวกัน มีอีก 4 ข้อ คือข้อสอบข้อที่ 28, 32, 36 และ 61 รวมข้อสอบที่ต้องปรับปรุงแก้ไขจำนวน 22 ข้อ

สำหรับข้อสอบที่มีค่าถึง เกณฑ์ที่กำหนดไว้มีจำนวน 62 ข้อ มีค่าความยากตั้งแต่ .66 - .98 ค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ .04 - .49 และมีค่าความยากจากกลุ่มผู้มีความบกพร่องในแต่ละจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรมมีค่าพิสัยตั้งแต่ .03 - .10

แบบทดสอบฉบับที่ 2 (การบวกจำนวนเต็ม) จำนวน 56 ข้อ มีค่าความยากตั้งแต่ .52 - .98 ค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ .00 - .67 และค่าความยากจากกลุ่มผู้มีความบกพร่องตั้งแต่ .27 - .67 สำหรับค่าความยากจากกลุ่มผู้มีความบกพร่อง เมื่อดูแต่ละจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรมมีค่าพิสัยตั้งแต่ .03 - .18 ดังนั้นมีข้อสอบที่ต้องปรับปรุงแก้ไข

เนื่องจากมีค่าต่ำกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ มีจำนวนเพียง 3 ข้อ คือ ข้อสอบข้อที่ 52, 55 และ 56 ซึ่งทั้ง 3 ข้อนี้เป็นข้อสอบที่มีค่าความยากต่ำกว่า .65 และมีค่าความยากจากกลุ่มผู้มีความบกพร่อง เบี่ยงเบนห่างไปจากข้อสอบที่วัดในจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรมเดียวกัน

สำหรับข้อสอบที่มีค่าถึงเกณฑ์ที่กำหนดไว้มีจำนวน 53 ข้อ มีค่าความยากตั้งแต่ .65 - .98 ค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ .00 - .67 และค่าความยากจากกลุ่มผู้มีความบกพร่องในแต่ละจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรมมีค่าพิสัย ตั้งแต่ .02 - .06

แบบทดสอบฉบับที่ 3 (การลบจำนวนเต็ม) จำนวน 63 ข้อ มีค่าความยากตั้งแต่ .46 - .89 มีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ .02 - .60 และค่าความยากจากกลุ่มผู้มีความบกพร่อง ตั้งแต่ .30 - .75 สำหรับค่าความยากจากกลุ่มผู้มีความบกพร่อง เมื่อดูค่าแต่ละจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรม มีค่าพิสัยตั้งแต่ .02 - .25 ทั้งนี้มีข้อสอบที่ต้องปรับปรุงแก้ไขเนื่องจากมีค่าต่ำกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้คือ เป็นข้อสอบที่มีค่าความยากต่ำกว่า .65 จำนวน 10 ข้อ นอกจากนี้ยังมีข้อสอบที่มีค่าความยากและค่าอำนาจจำแนกถึงเกณฑ์ที่กำหนดไว้ แต่มีค่าความยากจากกลุ่มผู้มีความบกพร่อง เบี่ยงเบนห่างไปจากข้อสอบที่วัดในจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรมเดียวกัน อีก 2 ข้อคือ ข้อสอบข้อที่ 38 และ 54 รวมข้อสอบที่ต้องปรับปรุงแก้ไขจำนวน 12 ข้อ

สำหรับข้อสอบที่มีค่าถึงเกณฑ์ที่กำหนดไว้มีจำนวน 51 ข้อ มีค่าความยากตั้งแต่ .65 - .89 ค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ .02 - .56 และค่าความยากจากกลุ่มผู้มีความบกพร่องในแต่ละจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรม มีค่าพิสัยตั้งแต่ .02 - .08

แบบทดสอบฉบับที่ 4 (การคูณจำนวนเต็ม) จำนวน 49 ข้อ มีค่าความยาก ตั้งแต่ .53 - .96 ค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ .02 - .60 และค่าความยากจากกลุ่มผู้มีความบกพร่องตั้งแต่ .19 - .45 สำหรับค่าความยากจากกลุ่มผู้มีความบกพร่อง เมื่อดูค่าแต่ละจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรม จะมีค่าพิสัยตั้งแต่ .02 - .16 ทั้งนี้มีข้อสอบที่ต้องปรับปรุงแก้ไข

เนื่องจากมีค่าต่ำกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้คือ เป็นข้อสอบที่มีค่าความยากต่ำกว่า .65 มีจำนวน 2 ข้อ คือข้อสอบข้อที่ 29 และ 35 นอกจากนี้ยังมีข้อสอบที่มีค่าความยากและค่าอำนาจจำแนกถึงเกณฑ์ที่กำหนดไว้ แต่มีค่าความยากจากกลุ่มผู้มีความบกพร่อง เบี่ยงเบนห่างไปจากข้อสอบที่วัดในจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรมเดียวกันอีก 2 ข้อ คือข้อสอบข้อที่ 7 และ 23 รวมข้อสอบที่ต้องปรับปรุงแก้ไขจำนวน 4 ข้อ

สำหรับข้อสอบที่มีค่าถึงเกณฑ์ที่กำหนดไว้มีจำนวน 45 ข้อ มีค่าความยากตั้งแต่ .65 - .96 ค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ .02 - .69 และค่าความยากจากกลุ่มผู้มีความบกพร่องในแต่ละจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรมมีค่าพิสัยตั้งแต่ .02 - .10

แบบทดสอบฉบับที่ 5 (การหารจำนวนเต็ม) จำนวน 28 ข้อ มีค่าความยากตั้งแต่ .71 - .98 ค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ .07 - .65 และค่าความยากจากกลุ่มผู้มีความบกพร่องตั้งแต่ .12 - .34 สำหรับค่าความยากจากกลุ่มผู้มีความบกพร่อง เมื่อดูค่าแต่ละจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรม มีค่าพิสัยตั้งแต่ .03 - .11 ข้อสอบทุกข้อมีค่าความยาก ค่าอำนาจจำแนก และค่าความยากจากกลุ่มผู้มีความบกพร่องในแต่ละจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรมถึงเกณฑ์ที่กำหนดไว้ทุกข้อ ดังนั้นไม่มีข้อสอบที่ต้องปรับปรุงแก้ไข

แบบทดสอบฉบับที่ 6 (คุณสมบัติของหนึ่งและคุณสมบัติของศูนย์) จำนวน 35 ข้อ มีค่าความยากตั้งแต่ .62 - .97 ค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ .03 - .59 และค่าความยากจากกลุ่มผู้มีความบกพร่อง ตั้งแต่ .17 - .44 สำหรับค่าความยากจากกลุ่มผู้มีความบกพร่อง เมื่อดูค่าแต่ละจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรม มีค่าพิสัยตั้งแต่ .03 - .23 ทั้งนี้มีข้อสอบที่ต้องปรับปรุงแก้ไขเนื่องจากมีค่าต่ำกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ คือมีค่าความยากต่ำกว่า .65 มีอยู่เพียง 1 ข้อ คือ ข้อสอบข้อที่ 13 นอกจากนี้ยังมีข้อสอบที่มีค่าความยาก และค่าอำนาจจำแนกถึงเกณฑ์ที่กำหนดไว้ แต่มีค่าความยากจากกลุ่มผู้มีความบกพร่อง เบี่ยงเบนห่างไปจากข้อสอบที่วัดในจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรมเดียวกันอีก 3 ข้อคือ ข้อสอบข้อที่ 6, 7 และ 14 รวมข้อสอบที่ต้องปรับปรุงแก้ไข จำนวน 4 ข้อ

สำหรับข้อสอบที่มีค่าถึง เกณฑ์ที่กำหนดไว้มีจำนวน 31 ข้อ มีค่าความยากตั้งแต่ .72 - .97 ค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ .03 - .59 และค่าความยากจากกลุ่มผู้มีความบกพร่อง ในแต่ละจุดมุ่งหมาย เชิงพฤติกรรมมีค่าพิสัยตั้งแต่ .03 - .11

แบบทดสอบฉบับที่ 7 (เลขยกกำลัง) จำนวน 28 ข้อ มีค่าความยากตั้งแต่ .41 - .83 ค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ .28 - .67 และค่าความยากจากกลุ่มผู้มีความบกพร่อง ตั้งแต่ .08 - .42 สำหรับค่าความยากจากกลุ่มผู้มีความบกพร่อง เมื่อคูณค่าแต่ละจุดมุ่งหมาย เชิงพฤติกรรม มีค่าพิสัยตั้งแต่ .08 - .21 ทั้งนี้มีข้อสอบที่ต้องปรับปรุงแก้ไข เนื่องจากมีค่าต่ำกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ มีจำนวน 7 ข้อ ซึ่งข้อสอบทั้ง 7 ข้อ เป็นข้อสอบที่มีค่าความยากต่ำกว่า .65 และมีค่าความยากจากกลุ่มผู้มีความบกพร่อง เบี่ยงเบนห่างจากข้อสอบที่วัดในจุดมุ่งหมาย เชิงพฤติกรรมเดียวกัน

สำหรับข้อสอบที่มีค่าถึง เกณฑ์ที่กำหนดไว้มีจำนวน 21 ข้อ มีค่าความยากตั้งแต่ .65 - .83 ค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ .28 - .60 และค่าความยากจากกลุ่มผู้มีความบกพร่อง ในแต่ละจุดมุ่งหมาย เชิงพฤติกรรมมีค่าพิสัยตั้งแต่ .03 - .09

2. การทดสอบครั้งที่ 2

หาค่าความยากของข้อสอบ (P) ค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบ (B)
และค่าความยากของข้อสอบจากกลุ่มผู้มีความบกพร่อง (P) ในแบบทดสอบวินิจฉัยทั้ง
เจ็ดฉบับ

หลังจากผู้วิจัยปรับปรุงแบบทดสอบในการทดสอบครั้งแรกแล้ว ผู้วิจัยได้นำไปทดสอบครั้งที่ 2 และนำคะแนนจากการทดสอบครั้งที่ 2 มาคำนวณหาค่าความยากของข้อสอบ โดยใช้สูตรคำนวณอย่างง่าย ค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบโดยใช้สูตรของ เบรนนแมน และค่าความยากของข้อสอบจากกลุ่มผู้มีความบกพร่อง โดยใช้สูตรคำนวณอย่างง่าย โดยใช้เกณฑ์ในการแบ่งกลุ่มผู้มีความบกพร่อง ในแบบทดสอบแต่ละฉบับตามตาราง 3 ได้ค่าความยากของข้อสอบ ค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบ และค่าความยากของข้อสอบ จากกลุ่มผู้มีความบกพร่อง ดังแสดงในตาราง 5

ตาราง 5 ค่าความยากของข้อสอบ ค่าอำนาจจำแนกและค่าความยากของข้อสอบจากกลุ่ม
ผู้มีความบกพร่อง ในแบบทดสอบวินิจฉัยจากการทดสอบครั้งที่ 2

ฉบับที่	ตอนที่	จุดมุ่งหมาย เชิงพฤติกรรม ข้อที่	ข้อที่	P	B	\bar{P}	ข้อที่	P	B	\bar{P}	ข้อที่	P	B	\bar{P}
1	1	1.1.1	1	.67	.48	.38	4	.69	.40	.41	* 7	.66	.34	.39
			* 2	.58	.49	.42	5	.71	.38	.43				
			3	.68	.41	.45	6	.72	.33	.48				
	2	1.2.1	8	.73	.41	.50	11	.72	.48	.45	14	.76	.40	.53
			* 9	.71	.52	.43	12	.75	.40	.55				
			10	.76	.51	.54	* 13	.68	.53	.39				
		1.2.2	15	.91	.10	.88	* 18	.81	.15	.77	* 21	.85	.19	.76
			16	.94	.06	.92	19	.90	.11	.87				
			17	.92	.09	.89	20	.88	.14	.83				
		1.2.3	22	.92	.06	.90	25	.90	.10	.89	28	.89	.09	.85
			23	.91	.08	.88	* 26	.81	.16	.76				
			24	.92	.09	.89	* 27	.85	.21	.69				
		1.2.4	29	.75	.27	.67	* 32	.82	.20	.76	35	.73	.35	.59
			30	.68	.31	.59	33	.68	.31	.59				
31	.69		.29	.61	* 34	.58	.33	.48						

ตาราง 5 (ต่อ)

ฉบับที่	ตอนที่	จุดมุ่งหมาย เชิงพฤติกรรม ข้อที่	ข้อที่	ข้อที่			ข้อที่	ข้อที่			ข้อที่	ข้อที่			
				P	B	\bar{P}		P	B	\bar{P}		P	B	\bar{P}	
1	2	1.2.5	*36	.86	.12	.86	39	.66	.35	.55	*42	.80	.20	.74	
			37	.66	.40	.54	40	.70	.37	.59					
			38	.66	.40	.54	41	.73	.30	.64					
		1.3.1		43	.84	.19	.79	46	.86	.18	.80	49	.84	.19	.79
				44	.84	.19	.79	*47	.88	.15	.83				
				45	.84	.20	.78	*48	.87	.16	.82				
		1.3.2		*50	.83	.18	.78	53	.89	.12	.86	56	.88	.15	.83
				*51	.86	.15	.81	54	.89	.12	.86				
				52	.87	.16	.82	55	.88	.14	.84				
		1.3.3		57	.67	.49	.57	60	.69	.23	.58	*63	.47	.27	.39
				58	.66	.42	.48	61	.70	.31	.58				
				59	.69	.36	.54	*62	.48	.41	.26				
	4	1.4.1		64	.73	.25	.54	67	.70	.28	.51	70	.75	.22	.57
				65	.73	.25	.54	68	.74	.21	.56				
				*66	.56	.17	.43	*69	.56	.17	.41				

ตาราง 5 (ต่อ)

ฉบับที่	ตอนที่	จุดมุ่งหมาย เชิงพฤติกรรม ข้อที่	ข้อที่	ข้อที่			ข้อที่	ข้อที่			ข้อที่	ข้อที่		
				P	B	\bar{P}		P	B	\bar{P}		P	B	\bar{P}
1	4	1.4.2	* 71	.61	.41	.48	74	.73	.37	.41	777	.75	.45	.35
			72	.69	.35	.40	75	.74	.47	.32				
			73	.70	.34	.42	* 76	.60	.30	.41				
		1.4.3	* 78	.89	.07	.87	81	.84	.17	.79	84	.87	.16	.82
			79	.86	.18	.80	82	.88	.14	.84				
			80	.84	.19	.79	* 83	.88	.12	.84				
2	1	2.1.1	1	.96	.02	.96	* 4	.93	.03	.93	7	.98	.03	.97
			2	.97	.03	.97	5	.97	.02	.96				
			3	.96	.05	.95	* 6	.96	.04	.95				
	2	2.2.1	8	.69	.50	.50	11	.69	.50	.50	14	.69	.50	.50
			* 9	.67	.52	.48	* 12	.67	.52	.48				
			10	.68	.50	.50	13	.68	.52	.48				
		2.2.2	15	.67	.63	.42	18	.70	.60	.45	* 21	.74	.49	.56
			16	.73	.57	.48	19	.69	.60	.45				
			17	.73	.57	.48	* 20	.65	.59	.42				

ตาราง 5 (ต่อ)

ฉบับที่	ตอนที่	จุดมุ่งหมาย เชิงพฤติกรรม ข้อที่	ข้อที่	P	B	\bar{P}	ข้อที่	P	B	\bar{P}	ข้อที่	P	B	\bar{P}		
2	2	2.2.3	22	.75	.37	.63	* 25	.76	.34	.66	28	.73	.39	.61		
			23	.74	.38	.62	26	.77	.34	.66						
			* 24	.78	.33	.67	27	.76	.35	.65						
	3	2.3.1	2.3.1	* 29	.65	.62	.33	32	.66	.67	.28	35	.69	.64	.31	
				30	.68	.65	.31	33	.67	.66	.27					
				* 31	.65	.64	.27	34	.65	.61	.26					
		2.3.2	2.3.2	2.3.2	36	.76	.45	.37	39	.78	.49	.37	42	.78	.49	.37
					37	.79	.45	.39	40	.81	.45	.41				
					* 38	.76	.46	.35	* 41	.81	.44	.45				
2.3.3		2.3.3	2.3.3	43	.81	.47	.53	* 46	.80	.47	.53	49	.77	.52	.48	
				44	.81	.46	.54	47	.78	.52	.48					
				* 45	.75	.55	.45	48	.78	.50	.50					
2.3.4		2.3.4	2.3.4	50	.71	.65	.33	53	.69	.59	.33	* 56	.64	.50	.31	
				51	.72	.49	.40	54	.74	.55	.39					
				* 52	.63	.57	.32	55	.69	.53	.35					

ตาราง 5 (ต่อ)

ฉบับที่	ตอนที่	จุดมุ่งหมาย เชิงพฤติกรรม ข้อที่	ข้อที่	ข้อที่ 1			ข้อที่ 2			ข้อที่ 3				
				P	B	\bar{P}	P	B	\bar{P}	P	B	\bar{P}		
3	1	3.1.1	* 1	.60	.40	.55	4	.76	.46	.50	* 7	.58	.43	.42
			2	.67	.66	.39	5	.65	.68	.39				
			3	.73	.53	.47	6	.74	.57	.49				
	2	3.2.1	* 8	.83	.02	.83	* 11	.85	.12	.83	14	.93	.09	.91
			9	.89	.07	.88	12	.93	.08	.92				
			10	.89	.13	.87	13	.88	.14	.86				
		3.2.2	15	.68	.26	.64	18	.67	.22	.64	21	.69	.29	.66
			* 16	.61	.23	.58	19	.68	.26	.64				
			* 17	.66	.21	.60	20	.66	.26	.60				
	3	3.3.1	22	.70	.69	.51	* 25	.67	.73	.47	28	.68	.71	.49
23			.71	.68	.52	26	.68	.72	.48					
24			.72	.67	.53	* 27	.65	.75	.45					
3.3.2		* 29	.64	.60	.45	32	.70	.48	.52	35	.71	.47	.53	
		* 30	.67	.57	.48	33	.69	.55	.50					
		31	.71	.53	.52	34	.69	.58	.47					

ตาราง 5 (ต่อ)

ฉบับที่	ตอนที่	จุดมุ่งหมาย เชิงพฤติกรรม ข้อที่	ข้อที่	ข้อที่			ข้อที่	ข้อที่			ข้อที่	ข้อที่						
				P	B	P̄		P	B	P̄		P	B	P̄				
3	4	3.4.1	36	.70	.54	.56	39	.67	.58	.52	42	.68	.57	.53				
			37	.68	.57	.53	* 40	.65	.61	.49								
			* 38	.61	.71	.49	41	.69	.55	.55								
		3.4.2	43	.68	.56	.49	* 46	.68	.52	.48					49	.69	.60	.50
			44	.68	.56	.49	47	.69	.60	.50								
			45	.68	.56	.49	* 48	.70	.59	.51								
	5	3.5.1	50	.73	.68	.42	* 53	.73	.67	.33	* 56	.74	.66	.44				
			51	.70	.71	.39	54	.69	.66	.39								
			52	.71	.70	.40	55	.68	.68	.37								
3.5.2		* 57	.68	.53	.47	60	.72	.58	.42	* 63	.75	.43	.47					
		58	.72	.58	.42	61	.70	.61	.39									
		59	.69	.51	.39	62	.69	.61	.39									
4	1	4.1.1	* 1	.93	.16	.84	4	.78	.32	.61	7	.75	.50	.54				
			* 2	.93	.08	.88	5	.78	.45	.59								
			3	.80	.36	.63	6	.74	.40	.53								

ตาราง 5 (ต่อ)

ฉบับที่	ตอนที่	จุดมุ่งหมาย เชิงพฤติกรรม ข้อที่	ข้อที่	P			ข้อที่	P			ข้อที่	P		
				P	B	\bar{P}		P	B	\bar{P}		P	B	\bar{P}
4	2	4.2.1	8	.91	.10	.86	11	.89	.16	.80	14	.89	.13	.82
			* 9	.86	.21	.74	12	.86	.15	.80				
			* 10	.96	.09	.91	13	.93	.12	.87				
	3	4.3.1	15	.83	.33	.66	* 18	.79	.39	.59	21	.80	.37	.61
			* 16	.82	.28	.67	19	.82	.38	.62				
			17	.82	.36	.63	20	.82	.36	.63				
		4.3.2	22	.79	.40	.58	25	.79	.41	.58	* 28	.75	.48	.50
			* 23	.76	.40	.55	26	.78	.44	.55				
			24	.77	.36	.58	27	.79	.43	.57				
	4.3.3	* 29	.56	.75	.07	32	.76	.52	.37	* 35	.58	.44	.25	
		30	.68	.61	.26	33	.73	.46	.39					
		31	.65	.59	.24	34	.71	.55	.32					
4	4.4.1	* 36	.67	.57	.37	39	.75	.45	.51	42	.73	.54	.45	
		* 37	.70	.59	.59	40	.73	.54	.45					
		38	.73	.58	.42	41	.73	.54	.45					

ตาราง 5 (ต่อ)

ฉบับที่	ตอนที่	จุดมุ่งหมาย เชิงพฤติกรรม ข้อที่	ข้อที่	P			ข้อที่	P			ข้อที่	P		
				P	B	P̄		P	B	P̄		P	B	P̄
4	4	4.4.2	* 43	.74	.39	.54	46	.69	.51	.42	49	.70	.53	.42
			* 44	.64	.52	.37	47	.67	.43	.41				
			45	.69	.53	.41	48	.67	.45	.43				
5	1	5.1.1	* 1	.97	.06	.94	4	.88	.17	.79	7	.87	.22	.76
			2	.88	.19	.79	5	.83	.16	.75				
			3	.93	.15	.85	* 6	.81	.17	.72				
	2	5.2.1	8	.79	.38	.60	11	.76	.40	.56	* 14	.74	.43	.53
			9	.81	.34	.64	12	.79	.35	.61				
			10	.78	.39	.59	* 13	.73	.49	.49				
		5.2.2	15	.76	.44	.54	* 18	.76	.37	.58	21	.68	.45	.45
			16	.70	.42	.49	* 19	.61	.37	.43				
			17	.74	.45	.51	20	.71	.48	.46				
	3	5.3.1	22	.69	.50	.44	25	.70	.52	.44	* 28	.66	.57	.38
			* 23	.66	.56	.38	26	.68	.59	.39				
			24	.71	.51	.45	27	.69	.50	.44				

ตาราง 5 (ต่อ)

ฉบับที่	ตอนที่	จุดมุ่งหมาย เชิงพฤติกรรม ข้อที่	ข้อที่	ข้อที่			ข้อที่	ข้อที่			ข้อที่	ข้อที่		
				P	B	\bar{P}		P	B	\bar{P}		P	B	\bar{P}
6	1	6.1.1	1	.94	.15	.86	4	.85	.26	.72	* 7	.69	.37	.51
			2	.93	.13	.86	5	.80	.24	.71				
			3	.87	.18	.76	* 6	.68	.34	.51				
		6.1.2	8	.83	.30	.68	11	.81	.29	.66	* 14	.59	.48	.35
			9	.89	.19	.80	12	.80	.22	.69				
			10	.89	.21	.79	* 13	.57	.38	.38				
	2	6.2.1	15	.86	.23	.75	* 18	.94	.08	.90	* 21	.86	.25	.74
			16	.88	.10	.83	19	.89	.17	.81				
			17	.91	.11	.85	20	.89	.20	.79				
		6.2.2	22	.74	.60	.38	* 25	.63	.64	.31	28	.68	.70	.29
23			.68	.60	.38	26	.69	.29						
* 24			.67	.74	.24	27	.66	.69	.30					
6.2.3		29	.65	.65	.31	32	.67	.64	.35	35	.66	.67	.31	
		* 30	.63	.61	.33	33	.65	.62	.34					
		* 31	.67	.68	.30	34	.66	.63	.35					

ตาราง 5 (ต่อ)

ฉบับที่	ตอนที่	จุดมุ่งหมาย เชิงพฤติกรรม ข้อที่	ข้อที่	P			ข้อที่	P			ข้อที่	P		
				B	\bar{P}	B		\bar{P}	B	\bar{P}				
7	1	7.1.1	1	.83	.29	.68	4	.88	.24	.76	* 7	.88	.23	.77
			2	.81	.29	.67	5	.87	.26	.74				
			* 3	.76	.35	.59	6	.87	.26	.74				
		7.1.2	8	.71	.63	.35	11	.65	.69	.25	* 14	.63	.63	.23
			9	.68	.67	.30	12	.68	.70	.27				
			10	.68	.60	.34	* 13	.59	.69	.21				
		7.1.3	15	.70	.63	.33	18	.65	.66	.28	21	.68	.58	.34
			16	.67	.71	.25	* 19	.53	.61	.23				
			17	.66	.75	.26	* 20	.50	.78	.12				
	7.1.4	22	.68	.52	.38	25	.68	.47	.45	28	.65	.41	.40	
		* 23	.66	.54	.34	26	.73	.45	.46					
		24	.66	.43	.40	* 27	.65	.61	.30					

* ข้อที่ขีดเลือกออก

จากตาราง 5 แสดงให้เห็นค่าความยากของข้อสอบ (P) ค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบ (B) และค่าความยากของข้อสอบจากกลุ่มผู้มีความบกพร่อง (P) ในแบบทดสอบทั้งเจ็ดฉบับ จากการทดสอบครั้งที่ 2 สรุปผลการวิเคราะห์ได้ดังนี้

แบบทดสอบฉบับที่ 1 (ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับจำนวนเต็ม) จำนวน 84 ข้อ มีค่าความยากตั้งแต่ .47 - .94 ค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ .06 - .53 และค่าความยากจากกลุ่มผู้มีความบกพร่องตั้งแต่ .26 - .92 สำหรับค่าความยากจากกลุ่มผู้มีความบกพร่อง ใช้สำหรับพิจารณาหาความเที่ยงตรง เชิงโครงสร้าง ซึ่งมีหลักเกณฑ์ในการพิจารณาว่าข้อสอบที่วัดในจุดมุ่งหมาย เชิงพฤติกรรมเดียวกัน ควรมีค่าใกล้เคียงกัน คือมีค่าพิสัยไม่เกิน .15 เมื่อดูค่าความยากจากกลุ่มผู้มีความบกพร่องในแต่ละจุดมุ่งหมาย เชิงพฤติกรรม ปรากฏว่ามีค่าพิสัยตั้งแต่ .05 - .32

คัดเลือกข้อสอบไว้ทดสอบครั้งที่ 3 จุดมุ่งหมาย เชิงพฤติกรรมละ 5 ข้อ รวมข้อสอบที่คัดเลือกไว้จำนวน 60 ข้อ โดยคัดเลือกข้อสอบที่มีค่าความยากต่ำกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ คือ .65 ออกจำนวน 8 ข้อ สำหรับค่าอำนาจจำแนกปรากฏว่าข้อสอบทุกข้อมีค่าถึง เกณฑ์ที่กำหนดไว้ ก็มีค่าตั้งแต่ .00 ขึ้นไป นอกจากนี้คัดเลือกข้อสอบที่มีค่าความยาก และค่าอำนาจจำแนกถึง เกณฑ์ที่กำหนด แต่มีค่าความยากจากกลุ่มผู้มีความบกพร่อง เบี่ยงเบนจากข้อสอบที่วัดในจุดมุ่งหมาย เชิงพฤติกรรมเดียวกันออกอีก โดยคัดเลือกข้อที่มีค่าเบี่ยงเบนห่างมากกว่าข้ออื่น ๆ ออก เพื่อให้ได้ข้อสอบที่วัดในจุดมุ่งหมาย เชิงพฤติกรรมเดียวกันมีค่าพิสัยแคบที่สุด ซึ่งคัดเลือกออกอีกจำนวน 16 ข้อ รวมข้อสอบที่คัดเลือกออกจำนวน 24 ข้อ

สำหรับข้อสอบที่คัดเลือกไว้ทดสอบครั้งที่ 3 จำนวน 60 ข้อ มีค่าความยากตั้งแต่ .66 - .94 ค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ .06 - .53 ค่าความยากจากกลุ่มผู้มีความบกพร่องในแต่ละจุดมุ่งหมาย เชิงพฤติกรรม มีค่าพิสัยตั้งแต่ .02 - .10

แบบทดสอบฉบับที่ 2 (การบวกจำนวนเต็ม) จำนวน 56 ข้อ มีค่าความยากตั้งแต่ .63 - .98 ค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ .02 - .67 และค่าความยากจากกลุ่มผู้มีความบกพร่อง ตั้งแต่ .26 - .97 สำหรับค่าความยากจากกลุ่มผู้มีความบกพร่อง เมื่อดูค่าแต่ละจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรมมีค่าพิสัยตั้งแต่ .02 - .14

การคัดเลือกข้อสอบออกใช้หลักเกณฑ์เช่นเดียวกับแบบทดสอบฉบับที่ 1 โดยคัดเลือกข้อสอบที่มีค่าความยากต่ำกว่าเกณฑ์ออกจำนวน 2 ข้อ และคัดเลือกข้อสอบที่มีค่าความยากและค่าอำนาจจำแนกถึง เกณฑ์ที่กำหนด และมีค่าความยากจากกลุ่มผู้มีความบกพร่อง เบี่ยงเบนห่างมากกว่าข้ออื่น ๆ ที่วัดในจุดมุ่งหมายเดียวกันออกอีกจำนวน 13 ข้อ รวมข้อสอบที่คัดเลือกออกจำนวน 15 ข้อ

สำหรับข้อสอบที่คัดเลือกไว้ทดสอบครั้งที่ 3 จำนวน 40 ข้อ มีค่าความยากตั้งแต่ .65 - .98 ค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ .02 - .67 และค่าความยากจากกลุ่มผู้มีความบกพร่องในแต่ละจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรม มีค่าพิสัยตั้งแต่ .02 - .07

แบบทดสอบฉบับที่ 3 (การลบจำนวนเต็ม) จำนวน 63 ข้อ มีค่าความยากตั้งแต่ .58 - .93 ค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ .02 - .75 และค่าความยากจากกลุ่มผู้มีความบกพร่อง ตั้งแต่ .33 - .92 สำหรับค่าความยากจากกลุ่มผู้มีความบกพร่อง เมื่อดูค่าแต่ละจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรมมีค่าพิสัย ตั้งแต่ .03 - .16

การคัดเลือกข้อสอบใช้หลักเกณฑ์เช่นเดียวกับแบบทดสอบฉบับที่ 1 โดยคัดเลือกข้อสอบที่มีค่าความยากต่ำกว่าเกณฑ์ออกจำนวน 5 ข้อ และคัดเลือกข้อสอบที่มีค่าความยากและค่าอำนาจจำแนกถึง เกณฑ์ที่กำหนดและมีค่าความยากจากกลุ่มผู้มีความบกพร่อง เบี่ยงเบนห่างมากกว่าข้ออื่น ๆ ที่วัดในจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรมเดียวกันออกอีกจำนวน 13 ข้อ รวมข้อสอบที่คัดเลือกออกจำนวน 18 ข้อ

สำหรับข้อสอบที่คัดเลือกไว้ทดสอบครั้งที่ 3 จำนวน 45 ข้อ มีค่าความยากตั้งแต่ .65 - .93 ค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ .07 - .72 และค่าความยากจากกลุ่มผู้มีความบกพร่องในแต่ละจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรมมีค่าพิสัยตั้งแต่ .01 - .11

แบบทดสอบฉบับที่ 4 (การคูณจำนวนเต็ม) จำนวน 49 ข้อ มีค่าความยากตั้งแต่ .56 - .96 ค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ .08 - .75 และค่าความยากจากกลุ่มผู้มีความบกพร่องตั้งแต่ .07 - .91 สำหรับค่าความยากจากกลุ่มผู้มีความบกพร่อง เมื่อดูค่าแต่ละจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรมมีค่าพิสัยตั้งแต่ .08 - .35

การคัดเลือกข้อสอบใช้หลักเกณฑ์เช่นเดียวกับแบบทดสอบฉบับที่ 1 โดยคัดเลือกข้อสอบที่มีความยากต่ำกว่า เกณฑ์ออกจำนวน 3 ข้อ และคัดเลือกข้อสอบที่มีค่าความยาก และค่าอำนาจจำแนกถึง เกณฑ์ที่กำหนด แต่มีค่าความยากจากกลุ่มผู้มีความบกพร่อง เบี่ยงเบนห่างมากกว่าข้ออื่น ๆ ที่วัดในจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรมเดียวกันออกอีกจำนวน 11 ข้อ รวมข้อสอบที่คัดเลือกออกจำนวน 14 ข้อ

สำหรับข้อสอบที่คัดเลือกไว้ทดสอบครั้งที่ 3 จำนวน 35 ข้อ มีค่าความยากตั้งแต่ .65 - .93 ค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ .10 - .61 และค่าความยากจากกลุ่มผู้มีความบกพร่องในแต่ละจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรม มีค่าพิสัยตั้งแต่ .02 - .15

แบบทดสอบฉบับที่ 5 (การหารจำนวนเต็ม) จำนวน 28 ข้อ มีค่าความยากตั้งแต่ .61 - .97 ค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ .06 - .59 และค่าความยากจากกลุ่มผู้มีความบกพร่องตั้งแต่ .38 - .94 สำหรับค่าความยากจากกลุ่มผู้มีความบกพร่อง เมื่อดูค่าแต่ละจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรม มีค่าพิสัยตั้งแต่ .07 - .22

การคัดเลือกข้อสอบใช้หลักเกณฑ์เช่นเดียวกับแบบทดสอบฉบับที่ 1 โดยคัดเลือกข้อสอบที่มีค่าความยากต่ำกว่า เกณฑ์ ออกจำนวน 1 ข้อ และคัดเลือกข้อสอบที่มีค่าความยากและค่าอำนาจจำแนกถึง เกณฑ์ที่กำหนดแต่มีค่าความยากจากกลุ่มผู้มีความบกพร่อง เบี่ยงเบนห่างมากกว่าข้ออื่น ๆ ที่วัดในจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรมเดียวกันออกอีกจำนวน 7 ข้อ รวมข้อสอบที่คัดเลือกออกจำนวน 8 ข้อ

สำหรับข้อสอบที่คัดเลือกไว้ทดสอบครั้งที่ 3 จำนวน 20 ข้อ มีค่าความยาก ตั้งแต่ .68 - .93 ค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ .15 - .59 และค่าความยากจากกลุ่มผู้มีความบกพร่อง เมื่อคุณค่าแต่ละจุดมุ่งหมาย เชิงพฤติกรรม มีค่าพิสัยตั้งแต่ .06 - .10

แบบทดสอบฉบับที่ 6 (คุณสมบัติของหนึ่ง และคุณสมบัติของศูนย์) จำนวน 35 ข้อ มีค่าความยากตั้งแต่ .57 - .94 ค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ .08 - .74 และค่าความยากจากกลุ่มผู้มีความบกพร่องตั้งแต่ .24 - .90 สำหรับค่าความยากจากกลุ่มผู้มีความบกพร่อง เมื่อคุณค่าแต่ละจุดมุ่งหมาย เชิงพฤติกรรม มีค่าพิสัยตั้งแต่ .04 - .35

การคัดเลือกข้อสอบไว้ทดสอบครั้งที่ 3 ใช้หลักเกณฑ์เช่นเดียวกับแบบทดสอบฉบับที่ 1 โดยคัดเลือกข้อสอบที่มีค่าความยากต่ำกว่าเกณฑ์ออกจำนวน 4 ข้อ และคัดเลือกข้อสอบที่มีค่าความยากและค่าอำนาจจำแนกถึง เกณฑ์ที่กำหนด แต่มีค่าความยากจากกลุ่มผู้มีความบกพร่อง เบี่ยงเบนห่างมากกว่าข้ออื่น ๆ ที่วัดในจุดมุ่งหมาย เชิงพฤติกรรม เดียวกันออกอีกจำนวน 6 ข้อ รวมข้อสอบที่คัดเลือกออก จำนวน 10 ข้อ

สำหรับข้อสอบที่คัดเลือกไว้ทดสอบครั้งที่ 3 จำนวน 25 ข้อ มีค่าความยาก ตั้งแต่ .65 - .94 ค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ .10 - .74 และค่าความยากจากกลุ่มผู้มีความบกพร่อง เมื่อคุณค่าแต่ละจุดมุ่งหมาย เชิงพฤติกรรม มีค่าพิสัยตั้งแต่ .04 - .15

แบบทดสอบฉบับที่ 7 (เลขยกกำลัง) จำนวน 28 ข้อ มีค่าความยากตั้งแต่ .50 - .88 ค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ .23 - .78 และค่าความยากจากกลุ่มผู้มีความบกพร่อง ตั้งแต่ .12 - .77 สำหรับค่าความยากจากกลุ่มผู้มีความบกพร่อง เมื่อคุณค่าแต่ละจุดมุ่งหมาย เชิงพฤติกรรม มีค่าพิสัย ตั้งแต่ .16 - .22

การคัดเลือกข้อสอบไว้ทดสอบครั้งที่ 3 ใช้หลักเกณฑ์เช่นเดียวกับแบบทดสอบฉบับที่ 1 โดยคัดเลือกข้อสอบที่มีค่าความยากต่ำกว่าเกณฑ์ออกจำนวน 4 ข้อ และคัดเลือกข้อสอบที่มีค่าความยาก และค่าอำนาจจำแนกถึง เกณฑ์ที่กำหนด แต่มีค่าความยากจากกลุ่มผู้มีความบกพร่อง เบี่ยงเบนห่างมากกว่าข้ออื่น ๆ ที่วัดในจุดมุ่งหมาย เชิงพฤติกรรม เดียวกันออกอีก จำนวน 4 ข้อ รวมข้อสอบที่คัดเลือกออก จำนวน 8 ข้อ

สำหรับข้อสอบที่คัดเลือกไว้ทดสอบครั้งที่ 3 จำนวน 20 ข้อ มีค่าความยาก ตั้งแต่ .65 - .88 ค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ .24 - .75 และค่าความยากจากกลุ่มผู้มีความบกพร่อง เมื่อค่าแต่ละจุดมุ่งหมาย เชิงพฤติกรรมมีค่าพิสัยตั้งแต่ .08 - .10

3. การทดสอบครั้งที่ 3

จากการทดสอบครั้งที่ 1 และครั้งที่ 2 และได้ปรับปรุงแก้ไขข้อคำถามที่เลือก และคัดเลือกข้อสอบได้ตามที่ต้องการแล้ว ผู้วิจัยจึงนำไปทดสอบครั้งที่ 3 ซึ่งเป็นครั้งที่จะหาคุณภาพของแบบทดสอบครั้งสุดท้าย โดยดำเนินการหาคุณภาพดังนี้

3.10 ค่าความยากและค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบ

ผู้วิจัยนำคะแนนจากการทดสอบครั้งที่ 3 มาคำนวณหาค่าความยาก โดยใช้สูตรคำนวณอย่างง่าย และค่าอำนาจจำแนกโดยใช้สูตรคำนวณอย่างง่าย และค่าอำนาจจำแนก โดยใช้สูตรของ เบรทเทนแนน ได้ค่าดังแสดงในตาราง 6

ตาราง 6 ค่าความยากและค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบ ในแบบทดสอบวินิจฉัยทั้ง เจ็ดฉบับ จากการทดสอบครั้งที่ 3

ฉบับที่	ตอนที่	จุดมุ่งหมาย เชิงพฤติกรรม ข้อที่	ข้อที่	ข้อที่		ข้อที่		ข้อที่		ข้อที่	
				P	B	P	B	P	B		
1	1	1.1.1	1	.80	.28	3	.80	.33	5	.73	.39
			2	.74	.38	4	.78	.36			

ตาราง 6 (ต่อ)

ฉบับที่	ตอนที่	จุดมุ่งหมาย เชิงพฤติกรรม ข้อที่	ข้อที่	P		B		ข้อที่	P		B	
				P	B	P	B		P	B		
1	2	1.2.1	6	.83	.35	8	.77	.29	10	.74	.39	
			7	.75	.35	9	.72	.32				
		1.2.2	11	.99	.02	13	.95	.08	15	.96	.03	
			12	.98	.04	14	.94	.05				
		1.2.3	16	.95	.04	18	.96	.06	20	.90	.07	
			17	.96	.03	19	.93	.08				
		1.2.4	21	.71	.48	23	.71	.52	25	.70	.54	
			22	.73	.42	24	.76	.41				
		1.2.5	26	.76	.34	28	.76	.40	30	.86	.28	
			27	.78	.39	29	.83	.33				
	3	1.3.1	31	.94	.13	33	.92	.14	35	.93	.13	
			32	.94	.12	34	.93	.13				
		1.3.2	36	.92	.10	38	.98	.03	40	.98	.03	
			37	.95	.08	39	.96	.06				

ตาราง 6 (ต่อ)

ฉบับที่	ตอนที่	จุดมุ่งหมาย เชิงพฤติกรรม ข้อที่	ข้อที่			ข้อที่			ข้อที่			
			ข้อที่	P	B	ข้อที่	P	B	ข้อที่	P	B	
1	3	1.3.3	41	.77	.25	43	.69	.37	45	.65	.28	
			42	.66	.32	44	.73	.28				
	4	1.4.1.	46	.76	.29	48	.78	.28	50	.77	.25	
			47	.77	.27	49	.78	.25				
		1.4.2	51	.66	.30	53	.65	.34	55	.65	.26	
			52	.65	.28	54	.67	.31				
	1.4.3	56	.96	.07	58	.95	.28	60	.94	.04		
		57	.96	.06	59	.92	.11					
	2	1	2.1.1	1	.98	.01	3	.96	.02	5	.98	.01
				2	.99	.02	4	.97	.03			
		2	2.2.1	6	.66	.60	8	.66	.60	10	.68	.57
				7	.66	.60	9	.67	.59			
2.2.2			11	.66	.65	13	.66	.61	15	.67	.60	
			12	.65	.65	14	.67	.61				

ตาราง 6 (ต่อ)

ฉบับที่	ตอนที่	จุดมุ่งหมาย เชิงพฤติกรรม ข้อที่	ข้อที่			ข้อที่			ข้อที่			
			ข้อที่	P	B	ข้อที่	P	B	ข้อที่	P	B	
2	2	2.2.3	16	.75	.41	18	.72	.42	20	.72	.45	
			17	.74	.43	19	.74	.43				
	3	2.3.1	21	.67	.56	23	.66	.54	25	.65	.57	
			22	.66	.53	24	.70	.54				
		2.3.2	26	.68	.47	28	.70	.50	30	.66	.48	
			27	.69	.47	29	.70	.47				
		2.3.3	31	.72	.52	33	.72	.46	35	.73	.49	
			32	.71	.54	34	.73	.47				
		2.3.4	36	.66	.47	38	.66	.42	40	.66	.48	
			37	.69	.44	39	.68	.51				
	3	1	3.1.1	1	.73	.32	3	.65	.35	5	.67	.34
				2	.65	.30	4	.69	.39			

ตาราง 6 (ต่อ)

ฉบับที่	ตอนที่	จุดมุ่งหมาย เชิงพฤติกรรม ข้อที่	ข้อที่	ข้อที่		ข้อที่		ข้อที่		ข้อที่	P	B
				P	B	P	B	P	B			
3	2	3.2.1	6	.95	.06	8	.94	.04	10	.96	.05	
			7	.89	.10	9	.89	.07				
	3.2.2	11	.77	.26	13	.73	.30	15	.73	.32		
		12	.74	.29	14	.70	.30					
	3	3.3.1	16	.69	.39	18	.65	.50	20	.65	.42	
			17	.65	.49	19	.65	.52				
3	3.3.2	21	.66	.50	23	.67	.45	25	.65	.50		
		22	.65	.51	24	.66	.48					
4	3.4.1	26	.63	.45	28	.66	.54	30	.68	.52		
		27	.68	.52	29	.68	.52					
	3.4.2	31	.65	.51	33	.67	.51	35	.70	.43		
		32	.67	.46	34	.69	.47					

ตาราง 6 (ต่อ)

ฉบับที่	ตอนที่	จุดมุ่งหมาย เชิงพฤติกรรม ข้อที่	ข้อที่			ข้อที่			ข้อที่				
			ข้อที่	P	B	ข้อที่	P	B	ข้อที่	P	B		
3	5	3.5.1	36	.69	.42	38	.70	.43	40	.67	.48		
			37	.69	.47	39	.71	.44					
		3.5.2	41	.73	.44	43	.71	.41	45	.74	.39		
			42	.71	.40	44	.72	.40					
		4	1	4.1.1	1	.79	.26	3	.74	.40	5	.76	.34
					2	.76	.34	4	.76	.32			
2	4.2.1		6	.93	.10	8	.93	.10	10	.89	.16		
			7	.95	.08	9	.94	.09					
3	4.3.1		11	.85	.29	13	.83	.28	15	.80	.20		
			12	.78	.42	14	.82	.30					
	4.3.2		16	.81	.35	18	.80	.32	20	.82	.29		
			17	.80	.31	19	.81	.35					
	4.3.3		21	.68	.43	23	.72	.45	25	.75	.44		
			22	.67	.41	24	.70	.42					

ตาราง 6 (ต่อ)

ฉบับที่	ตอนที่	จุดมุ่งหมาย เชิงพฤติกรรม ข้อที่	ข้อที่	ข้อที่			ข้อที่			ข้อที่		
				P	B		P	B		P	B	
4	4	4.4.1	26	.87	.22	28	.85	.26	30	.85	.23	
			27	.84	.27	29	.89	.19				
		4.4.2	31	.65	.28	33	.66	.34	35	.69	.24	
			32	.65	.36	34	.65	.30				
5	1	5.1.1	1	.91	.09	3	.90	.10	5	.85	.13	
			2	.90	.08	4	.89	.06				
	2	5.2.1	6	.77	.51	8	.76	.52	10	.75	.54	
			7	.77	.50	9	.74	.47				
		5.2.2	11	.73	.38	13	.78	.47	15	.71	.40	
			12	.74	.42	14	.78	.46				
	3	5.3.1	16	.74	.49	18	.75	.56	20	.75	.60	
			17	.76	.51	19	.76	.57				
	6	1	6.1.1	1	.97	.08	3	.94	.08	5	.89	.05
				2	.98	.03	4	.90	.06			

ตาราง 6 (ต่อ)

ฉบับที่	ตอนที่	จุดมุ่งหมาย เชิงพฤติกรรม ข้อที่	ข้อที่	ข้อที่		ข้อที่	ข้อที่		ข้อที่	ข้อที่		
				P	B		P	B		P	B	
6	1	6.1.2	6	.88	.25	8	.89	.25	10	.83	.29	
			7	.89	.21		9	.86		.27		
	2	6.2.1	11	.95	.06	13	.93	.03	15	.91	.13	
			12	.93	.09		14	.93		.08		
		6.2.2	16	.74	.60	18	.73	.64	20	.72	.67	
			17	.73	.66		19	.70		.66		
	6.2.3	21	.76	.61	23	.78	.51	25	.79	.54		
		22	.74	.64		24	.79		.57			
	7	1	7.1.1	1	.84	.27	3	.85	.27	5	.86	.23
				2	.85	.27		4	.85		.29	
		7.1.2	6	.72	.59	8	.66	.56	10	.65	.55	
			7	.66	.55		9	.65		.49		
7.1.3		11	.71	.52	13	.65	.46	15	.66	.44		
		12	.67	.52		14	.65		.29			

ตาราง 6 (ต่อ)

ฉบับที่	ตอนที่	จุดมุ่งหมาย เชิงพฤติกรรม ข้อที่	ข้อที่			ข้อที่			ข้อที่		
			P	B		P	B		P	B	
7	1	7.1.4	16	.69	.40	18	.65	.36	20	.70	.32
			17	.66	.39	19	.72	.40			

จากตาราง 6 แสดงให้เห็นค่าความยากของข้อสอบ (P) และค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบ (B) ในแบบทดสอบทั้งเจ็ดฉบับ จากการทดสอบครั้งที่ 3 สรุปผลการวิเคราะห์ได้ดังนี้

แบบทดสอบฉบับที่ 1 (ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับจำนวนเต็ม) จำนวน 60 ข้อ มีค่าความยากตั้งแต่ .65 - .99 ค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ .02 - .54 แบบทดสอบฉบับที่ 2 (การบวกจำนวนเต็ม) จำนวน 40 ข้อ มีค่าความยากตั้งแต่ .65 - .99 ค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ .01 - .65 แบบทดสอบฉบับที่ 3 (การลบจำนวนเต็ม) จำนวน 45 ข้อ มีค่าความยากตั้งแต่ .65 - .96 ค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ .04 - .54 แบบทดสอบฉบับที่ 4 (การคูณจำนวนเต็ม) จำนวน 35 ข้อ มีค่าความยากตั้งแต่ .65 - .95 ค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ .08 - .45 แบบทดสอบฉบับที่ 5 (การหารจำนวนเต็ม) จำนวน 20 ข้อ มีค่าความยากตั้งแต่ .74 - .90 ค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ .06 - .60 แบบทดสอบฉบับที่ 6 (คุณสมบัติของหนึ่ง และคุณสมบัติของศูนย์) จำนวน 25 ข้อ มีค่าความยากตั้งแต่ .70 - .98 ค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ .03 - .67 แบบทดสอบฉบับที่ 7 (เลขยกกำลัง) จำนวน 20 ข้อ มีค่าความยากตั้งแต่ .65 - .86 ค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ .23 - .56

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลจากการทดสอบครั้งที่ 3 ซึ่งเป็นครั้งสุดท้ายของการสร้างแบบทดสอบวินิจัย ทั้งเจ็ดฉบับนี้ จะเห็นได้ว่าข้อสอบทุกข้อมีคุณภาพสอดคล้องกับเกณฑ์ที่กำหนดไว้ คือมีค่าความยากตั้งแต่ .65 ขึ้นไป และค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ .01 ขึ้นไป

3.20 ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวินิจัยทั้งเจ็ดฉบับ จากการทดสอบครั้งที่ 3

ผู้วิจัยนำคะแนนจากการทดสอบครั้งที่ 3 มาคำนวณหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวินิจัยทั้งเจ็ดฉบับ โดยใช้สูตรของ ฮวิน (Huynh) ปรากฏว่าได้ค่าความเชื่อมั่น ดังแสดงในตาราง 7

ตาราง 7 ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวินิจัยทั้งเจ็ดฉบับ จากการทดสอบครั้งที่ 3

แบบทดสอบฉบับที่	N	n	K
1	370	60	.6815
2	370	40	.6791
3	370	45	.6694
4	370	35	.6342
5	370	20	.6540
6	370	25	.7304
7	370	20	.6187

จากตาราง 7 แสดงให้เห็นว่าค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวินิฉัยทั้งเจ็ดฉบับ มีค่าความเชื่อมั่นตั้งแต่ .6187 - .7304 แบบทดสอบที่มีความเชื่อมั่นสูงสุดคือ แบบทดสอบ ฉบับที่ 6 (คุณสมบัติของหนึ่ง และคุณสมบัติของศูนย์) และแบบทดสอบที่มีค่าความเชื่อมั่นต่ำสุด คือแบบทดสอบฉบับที่ 7 (เลขยกกำลัง)

3.30 ความเที่ยงตรงของแบบทดสอบวินิฉัยทั้งเจ็ดฉบับ

3.31 หาความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา การตรวจสอบมี 2 ขั้นตอน คือ
 ขั้นตอนที่ 1 นำจุดมุ่งหมาย เชิงพฤติกรรม เนื้อหาวิชา และ
 จุดมุ่งหมายของหลักสูตร ไปให้ผู้เชี่ยวชาญทางเนื้อหาวิชาจำนวน 8 คน ตัดสินว่าจุดมุ่งหมาย
 เชิงพฤติกรรมที่เขียนขึ้นนั้นครอบคลุมหลักสูตรหรือไม่ ซึ่งใช้แบบตรวจสอบรายการ ตามวิธีของ
 โรวินเนลลี และแฮมเบตัน (Rovinelli and Hambeaton) ซึ่งได้ดำเนินการไว้ใน
 ขั้นตอนที่ 4 ของวิธีดำเนินการสร้างแบบทดสอบวินิฉัย มีค่าดังแสดงในตาราง 8

ตาราง 8 คะแนนรวมการพิจารณาของผู้เชี่ยวชาญ ระหว่างจุดมุ่งหมาย เชิงพฤติกรรม
 กับเนื้อหาวิชา ของแบบทดสอบทั้งเจ็ดฉบับ

ฉบับที่	เนื้อหาวิชา (หน่วยการ เรียน)	จุดมุ่งหมาย เชิงพฤติกรรม ข้อที่	คะแนนรวม การพิจารณา
1. ความรู้เบื้องต้นที่ เกี่ยวกับจำนวนเต็ม	1.1 ประโยค	1.1.1	7
	1.2 จำนวนเต็ม	1.2.1 - 1.2.5	8
	1.3 คุณสมบัติการบวก และ การคูณของจำนวนเต็มบวก	1.3.1 - 1.3.3	7
	1.4 คาสมบูรณ์ของจำนวนเต็ม	1.4.1 - 1.4.3	7

ตาราง 8 (ต่อ)

ฉบับที่	เนื้อหาวิชา (หน่วยการเรียนรู้)	จุดมุ่งหมาย เชิงพฤติกรรม ข้อที่	คะแนนรวม การพิจารณา
2. การบวกจำนวนเต็ม	2.1 การบวกจำนวนเต็มบวก 2.2 การบวกจำนวนเต็มลบ 2.3 การบวกจำนวนเต็มบวก กับจำนวนเต็มลบ	2.1.1 2.2.1 – 2.2.3 2.3.1 – 2.3.4	6 7 7
3. การลบจำนวนเต็ม	3.1 ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับ การลบจำนวนเต็ม 3.2 การลบจำนวนเต็มบวก 3.3 การลบจำนวนเต็มลบ 3.4 การลบจำนวนเต็มลบด้วย จำนวนเต็มบวก 3.5 การลบจำนวนเต็มบวก ด้วยจำนวนเต็มลบ	3.1.1 3.2.1 – 3.2.2 3.3.1 – 3.3.2 3.4.1 – 3.4.2 3.5.1 – 3.5.2	6 7 8 8 8
4. การคูณจำนวนเต็ม	4.1 ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับ การคูณจำนวนเต็ม 4.2 การคูณจำนวนเต็มบวก 4.3 การคูณจำนวนเต็มบวก กับจำนวนเต็มลบ 4.4 การคูณจำนวนเต็มลบ กับจำนวนเต็มลบ	4.1.1 4.2.1 4.3.1 – 4.3.2 4.4.1 – 4.4.3	7 6 8 8

ตาราง 8 (ต่อ)

ฉบับที่	เนื้อหาวิชา (หน่วยการเรียน)	จุดมุ่งหมาย เชิงพฤติกรรม ข้อที่	คะแนนรวม การพิจารณา
5. การหารจำนวนเต็ม	5.1 การหารจำนวนเต็มบวก	5.1.1	6
	5.2 การหารจำนวนเต็มบวก กับจำนวนเต็มลบ	5.2.1 - 5.2.2	8
	5.3 การหารจำนวนเต็มลบ กับจำนวนเต็มลบ	5.3.1	8
6. คุณสมบัติของหนึ่ง และคุณสมบัติของศูนย์	6.1 คุณสมบัติของหนึ่ง	6.1.1 - 6.1.2	7
	6.2 คุณสมบัติของศูนย์	6.2.1 - 6.2.3	7
7. เลขยกกำลัง	7.1 เลขยกกำลัง	7.1.1 - 7.1.4	7

จากตาราง 8 แสดงให้เห็นคะแนนรวมการพิจารณาคัดเลือกของผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 8 คน ซึ่งมีคะแนนเต็ม 8 คะแนน ปรากฏว่าได้คะแนนรวมทั้ง 6 - 8 คะแนนรวมการพิจารณาคัดเลือกของผู้เชี่ยวชาญ ระหว่างจุดมุ่งหมาย เชิงพฤติกรรมกับเนื้อหาวิชา ของแบบทดสอบทั้งเจ็ดฉบับ มีคะแนนรวม เกินครึ่งของคะแนนเต็ม แสดงว่าจุดมุ่งหมาย เชิงพฤติกรรมที่เขียนขึ้นนั้นครอบคลุมเนื้อหาในหลักสูตร

ขั้นตอนที่ 2 นำข้อสอบวินิจฉัยที่สร้างขึ้นทั้งเจ็ดฉบับ และจุดมุ่งหมาย
เชิงพฤติกรรม ไปให้ผู้เชี่ยวชาญทางเนื้อหาวิชา จำนวน 8 คน พิจารณาตัดสินว่าข้อสอบ
แต่ละข้อวัดตรงตามจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรมจริงหรือไม่ ซึ่งใช้แบบตรวจรายการ ตามวิธีของ
โรวินเนลลี และแฮมเบตัน (Rovinelli and Hamber-ton) ซึ่งดำเนินการไว้ในขั้นตอน
ที่ 7 ของการดำเนินการสร้างแบบทดสอบวินิจฉัย และแสดงเฉพาะข้อสอบข้อที่ได้รับการ
คัดเลือกไว้เป็นแบบทดสอบวินิจฉัยเท่านั้น ดังแสดงในตาราง 9

ตาราง 9 คะแนนรวมการพิจารณาของผู้เชี่ยวชาญ ระหว่าง ข้อสอบกับจุดมุ่งหมาย
เชิงพฤติกรรม

ฉบับที่	ข้อที่	จุดมุ่งหมาย เชิงพฤติกรรม ข้อที่	คะแนนรวม การพิจารณา	ฉบับที่	ข้อที่	จุดมุ่งหมาย เชิงพฤติกรรม ข้อที่	คะแนนรวม การพิจารณา
1	1 - 5	1.1.1	8	1	31 - 35	1.3.1	8
	6 - 10	1.2.1	8		36 - 40	1.3.2	8
	11 - 15	1.2.2	7		41 - 45	1.3.3	8
	16 - 20	1.2.3	8		46 - 50	1.4.1	8
	21 - 25	1.2.4	7		51 - 55	1.4.2	7
	26 - 30	1.2.5	8		56 - 60	1.4.3	8
2	1 - 5	2.1.1	8	2	21 - 25	2.3.1	8
	6 - 10	2.2.1	8		26 - 30	2.3.2	8
	11 - 15	2.2.2	8		31 - 35	2.3.3	8
	16 - 20	2.2.3	8		36 - 40	2.3.4	8

ตาราง 9 (ต่อ)

ฉบับที่	ข้อที่	จุดมุ่งหมาย เชิงพฤติกรรม ข้อที่	คะแนนรวม การพิจารณา	ฉบับที่	ข้อที่	จุดมุ่งหมาย เชิงพฤติกรรม ข้อที่	คะแนนรวม การพิจารณา
3	1 - 5	3.1.1	8	3	26 - 30	3.4.1	8
	6 - 10	3.2.1	8		31 - 35	3.4.2	8
	11 - 15	3.2.2	8		36 - 40	3.5.1	8
	16 - 20	3.3.1	8		41 - 45	3.5.2	8
	21 - 25	3.3.	8				
4	1 - 5	4.1.1	8	4	21 - 25	4.3.3	8
	6 - 10	4.2.1	8		26 - 30	4.4.1	8
	11 - 15	4.3.1	8		31 - 35	4.4.2	8
5	1 - 5	5.1.1	8	5	11 - 15	5.2.2	8
	6 - 10	5.2.1	8		16 - 20	5.3.1	8
6	1 - 5	6.1.1	8	6	16 - 20	6.2.2	8
	6 - 10	6.1.2	8		21 - 25	6.2.3	8
	11 - 15	6.2.1	8				
7	1 - 5	7.1.1	8	7	11 - 15	7.1.3	8
	6 - 10	7.1.2	8		16 - 20	7.1.4	7

จากตาราง 9 แสดงให้เห็นคะแนนรวมการพิจารณาตัดสิน ของผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 8 คน ซึ่งมีคะแนนเต็ม 8 คะแนน ปรากฏว่าได้คะแนนรวมทั้ง 7 - 8 คะแนนรวมการพิจารณาตัดสินของผู้เชี่ยวชาญ ระหว่างจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรม กับข้อสอบทุกข้อในแบบทดสอบทั้ง เจ็ดฉบับ มีคะแนนรวม เกินครึ่งของคะแนนเต็ม

จากการให้ผู้เชี่ยวชาญทาง เนื้อหาวิชาพิจารณาตัดสิน ปรากฏว่าทั้ง 2 ขั้นตอนได้คะแนนรวม จากการพิจารณาตัดสินเกินครึ่งของคะแนนเต็ม ซึ่งแสดงว่าจุดมุ่งหมาย เชิงพฤติกรรม เขียนได้ครอบคลุม เนื้อหาวิชาในหลักสูตรและข้อสอบทุกข้อ เขียนได้ตรงตามจุดมุ่งหมาย เชิงพฤติกรรมที่ต้องการทดสอบจริง ดังนั้นแบบทดสอบทั้ง เจ็ดฉบับมีความเที่ยงตรง เชิงเนื้อหา

3.32 หาความเที่ยงตรง เชิงโครงสร้าง

การหาความเที่ยงตรง เชิงโครงสร้างตรวจสอบโดยอาศัยค่าความยากจากกลุ่มผู้มีความบกพร่องที่วัดในจุดมุ่งหมาย เชิงพฤติกรรมเดียวกัน เป็นตัวชี้แนะโดยยึดหลักเกณฑ์ว่า ข้อสอบที่วัดในจุดมุ่งหมาย เชิงพฤติกรรมเดียวกัน ควรมีค่าใกล้เคียงกัน คือมีค่าพิสัยไม่เกิน .15 ในการสอบแต่ละครั้ง ผู้วิจัย ได้หาค่าความยากจากกลุ่มผู้มีความบกพร่อง โดยใช้สูตรคำนวณอย่างง่าย และใช้เกณฑ์ในการแบ่งกลุ่มผู้มีความบกพร่อง ในแบบทดสอบแต่ละฉบับ ตามตาราง 3 ซึ่งได้เคยใช้ค่าความยากจากกลุ่มผู้มีความบกพร่อง เป็นเกณฑ์ในการพิจารณาปรับปรุงแก้ไขข้อสอบจากการทดสอบ ครั้งที่ 1 และในการคัดเลือกข้อสอบจากการทดสอบครั้งที่ 2 เมื่อนำแบบทดสอบทุกฉบับไปทดสอบ ครั้งที่ 3 ซึ่งเป็นการหาคุณภาพของแบบทดสอบ เป็นครั้งสุดท้าย ปรากฏว่าได้ค่าความยากจากกลุ่มผู้มีความบกพร่อง เป็นรายชื่อ และค่าพิสัยในแต่ละจุดมุ่งหมาย เชิงพฤติกรรม ดังแสดงในตาราง 10

ตาราง 10 ค่าความยากจากกลุ่มผู้มีความบกพร่อง และค่าพิสัยในแต่ละจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรม
ของแบบทดสอบทั้ง เจ็ดฉบับ จากการทดสอบครั้งที่ 3

ข้อที่	ฉบับที่ 1		2		3		4		5		6		7	
	P	พิสัย	P	พิสัย	P	พิสัย	P	พิสัย	P	พิสัย	P	พิสัย	P	พิสัย
1	.64		.98		.61		.65		.85		.91		.71	
2	.54		.98		.52		.57		.87		.94		.72	
3	.62	.10	.95	.03	.52	.09	.54	.11	.84	.06	.88	.09	.72	.04
4	.58		.95		.55		.59		.86		.85		.71	
5	.55		.98		.54		.57		.81		.85		.75	
6	.64		.38		.93		.88		.45		.71		.40	
7	.56		.38		.85		.91		.46		.75		.40	
8	.61	.10	.38	.03	.92	.09	.88	.10	.44	.04	.72	.10	.39	.03
9	.55		.39		.86		.89		.45		.67		.42	
10	.54		.41		.94		.81		.42		.65		.39	
11	.98		.35		.67		.70		.49		.90		.46	
12	.96		.35		.63		.60		.48		.87		.42	
13	.91	.08	.37	.04	.61	.08	.69	.10	.49	.03	.91	.09	.43	.09
14	.90		.38		.59		.68		.50		.86		.51	
15	.94		.39		.61		.70		.47		.82		.45	

ตาราง 10 (ต่อ)

ลำดับที่ ข้อที่	1		2		3		4		5		6		7	
	P	พิสัย	P	พิสัย	P	พิสัย	P	พิสัย	P	พิสัย	P	พิสัย	P	พิสัย
16	.93		.56		.54		.63		.44		.32		.50	
17	.94		.54		.47		.65		.45		.27		.48	
18	.93	.07	.53	.05	.45	.10	.64	.05	.41	.07	.28	.08	.48	.07
19	.89		.54		.44		.63		.41		.24		.53	
20	.87		.51		.49		.68		.38		.25		.55	
21	.45		.41		.48		.46				.33			
22	.51		.41		.48		.47				.30			
23	.43	.12	.41	.06	.52	.04	.50	.07			.39	.11		
24	.54		.44		.50		.49				.39			
25	.42		.38		.49		.53				.41			
26	.58		.46		.52		.76							
27	.57		.47		.48		.70							
28	.57	.12	.47	.04	.46	.04	.72	.09						
29	.65		.48		.48		.74							
30	.69		.44		.48		.74							

จากตาราง 10 แสดงให้เห็นค่าความยากจากกลุ่มผู้มีความบกพร่อง และค่าพิสัยใน
แต่ละจุดมุ่งหมาย เชิงพฤติกรรมของ แบบทดสอบทั้ง เจ็ดฉบับจากการทดสอบครั้งที่ 3 สรุปได้ดังนี้

ค่าความยากจากกลุ่มผู้มีความบกพร่องในแต่ละจุดมุ่งหมาย เชิงพฤติกรรม ปรากฏว่า
แบบทดสอบฉบับที่ 1 (ความรู้เบื้องต้นที่เกี่ยวกับจำนวนเต็ม) มีค่าพิสัยตั้งแต่ .03 - .12
แบบทดสอบฉบับที่ 2 (การบวกจำนวนเต็ม) มีค่าพิสัยตั้งแต่ .03 - .06 แบบทดสอบฉบับที่ 3
(การลบจำนวนเต็ม) มีค่าพิสัยตั้งแต่ .04 - .10 แบบทดสอบฉบับที่ 4 (การคูณจำนวนเต็ม)
มีค่าพิสัยตั้งแต่ .04 - .11 แบบทดสอบฉบับที่ 5 (การหารจำนวนเต็ม) มีค่าพิสัยตั้งแต่
.03 - .07 แบบทดสอบฉบับที่ 6 (คุณสมบัติของหนึ่ง และคุณสมบัติของศูนย์) มีค่าพิสัยตั้งแต่
.08 - .11 แบบทดสอบฉบับที่ 7 (เลขยกกำลัง) มีค่าพิสัยตั้งแต่ .03 - .07 ดังนั้นข้อสอบ
ที่วัดในจุดมุ่งหมาย เชิงพฤติกรรมเดียวกัน ในทุกจุดมุ่งหมาย เชิงพฤติกรรมมีค่าใกล้เคียงกัน คือมี
ค่าพิสัยตั้งแต่ .03 - .12 แสดงว่าแบบทดสอบทั้ง เจ็ดฉบับมีความเที่ยงตรง เชิงโครงสร้าง

3.40 วิเคราะห์จุดบกพร่องที่นักเรียนเลือกตอบผิด ในการตอบแบบทดสอบวินิจัย ทั้งเจ็ดฉบับ จากการทดสอบครั้งที่ 3

ผู้วิจัยนำแบบทดสอบวินิจัยทั้ง เจ็ดฉบับมาวิเคราะห์จุดบกพร่องที่นักเรียนเลือกตอบผิด
ในแต่ละข้อว่า การที่นักเรียนตอบผิดนั้นมีจุดบกพร่อง เพราะสาเหตุใด โดยนำคำตอบในแบบทดสอบ
เพื่อสำรวจหาประกอบการพิจารณา การวิเคราะห์จุดบกพร่องผู้วิจัยทำร่วมกับอาจารย์ผู้สอน
คณิตศาสตร์ เรื่องระบบจำนวนเต็ม จำนวน 3 คน ดังแสดงไว้ในตาราง 11 - 17

การวิเคราะห์จุดบกพร่องที่นักเรียนเลือกตอบผิด ในการตอบแบบทดสอบวินิจัย
ฉบับที่ 1 (ความรู้เบื้องต้นที่เกี่ยวกับจำนวนเต็ม) ซึ่งแสดงในตาราง 11 และได้กำหนดสัญลักษณ์
แทนจุดบกพร่องในลักษณะต่าง ๆ ดังนี้คือ

- a แทน ไม่เข้าใจความหมายของตัวแปร ซึ่งมีชื่อบทประพันธ์ออกเป็น
- a.1 แทน นำตัวเลขที่แทนตัวแปรแล้วทำให้ประโยคนั้น เป็นจริงมา เป็นคำตอบ
- a.2 แทน เข้าใจว่าจำนวนที่อยู่ข้างหน้าเครื่องหมาย เป็นตัวแปร
- a.3 แทน เข้าใจว่าตัวเลขคือตัวแปร
- b แทน ไม่สามารถแยกจำนวนเต็มออกจากจำนวนอื่น ๆ ได้ ซึ่งมีชื่อบทประพันธ์ออกเป็น
- b.1 แทน เข้าใจว่าเลขทศนิยมและจำนวนเต็มที่อยู่ในจำนวนเดียวกัน เป็นเลขจำนวนเต็ม
- b.2 แทน เข้าใจว่าเลขทศนิยม เป็นเลขจำนวนเต็ม
- b.3 แทน เข้าใจว่าเศษส่วนแท้ เป็นเลขจำนวนเต็ม
- b.4 แทน เข้าใจว่าเศษส่วนเกิน เป็นเลขจำนวนเต็ม
- b.5 แทน เข้าใจว่าเลขเศษส่วนจำนวนคละ เป็นเลขจำนวนเต็ม
- c แทน ไม่สามารถหาความสัมพันธ์ระหว่าง เส้นจำนวนกับจำนวนเต็มได้
- d แทน ไม่สามารถเรียงลำดับเลขตามแบบที่กำหนดให้ได้ ซึ่งมีชื่อบทประพันธ์ออกเป็น
- d.1 แทน เรียงจำนวนเลขโดยเพิ่มครั้งละ 1 จากจำนวนสุดท้ายของแบบที่กำหนดให้
- d.2 แทน เรียงจำนวนเลขซ้ำแบบที่กำหนดให้
- d.3 แทน เรียงจำนวนเลขย้อนกลับแบบที่กำหนดให้
- e แทน เข้าใจว่าจำนวนเต็มลบที่มีค่าสมบูรณ์มากกว่าจะมีค่ามากกว่า
- f แทน เข้าใจว่าศูนย์มีค่ามากกว่าจำนวนเต็มบวก
- g แทน เข้าใจว่าจำนวนเต็มลบที่มีค่ามากกว่าจำนวนเต็มบวกหรือศูนย์
- h แทน ไม่เข้าใจคุณสมบัติการสลับที่สำหรับการบวกและการคูณ ซึ่งมีชื่อบทประพันธ์ออกเป็น
- h.1 แทน นำตัวเลขที่เหมือนกันทั้งสองข้าง เป็นคำตอบ
- h.2 แทน นำตัวเลขค่านที่ไม่มีตัวแปรมาบวกกัน เป็นคำตอบ
- h.3 แทน นำตัวเลขทั้งหมดมาบวกกัน เป็นคำตอบ
- h.4 แทน นำตัวเลขค่านที่ไม่มีตัวแปรมาคูณ เป็นคำตอบ

- i แทน ไม่เข้าใจคุณสมบัติการจับคู่สำหรับการบวก และการคูณ ซึ่งมีขอบพรวง
แบ่งออกเป็น
- i.1 แทน นำจำนวนแรกเป็นคำตอบ
 - i.2 แทน นำจำนวนที่อยู่ตรงกลาง เป็นคำตอบ
 - i.3 แทน นำจำนวนในวงเล็บมาคำนวณเป็นคำตอบ
 - i.4 แทน นำจำนวนสุดท้าย เป็นคำตอบ
- j แทน ไม่เข้าใจคุณสมบัติของการกระจาย ซึ่งมีขอบพรวงแบ่งออกเป็น
- j.1 แทน นำเลขมาคูณเรียงต่อกัน
 - j.2 แทน ใส่เครื่องหมายบวกและคูณสลับที่กัน
 - j.3 แทน จำหลักในการกระจายสลับกัน
- k แทน ไม่เข้าใจความหมายของค่าสมบูรณ์ ซึ่งมีขอบพรวงแบ่งออกเป็น
- k.1 แทน นำตัว เลขมาบวกกัน เป็นค่าสมบูรณ์
 - k.2 แทน นำตัว เลขมาเรียงสลับที่กัน เป็นค่าสมบูรณ์
 - k.3 แทน ใช้จำนวนตรงข้ามมาตอบ เป็นค่าสมบูรณ์
 - k.4 แทน ใช้จำนวนเดิมมาตอบ เป็นค่าสมบูรณ์
 - k.5 แทน เข้าใจว่าจำนวนเต็มลบที่มีค่ามากจะมีค่าสมบูรณ์มากกว่า
 - k.6 แทน เข้าใจว่าจำนวนเต็มลบที่มีค่าสมบูรณ์มากกว่าจำนวนเต็มบวก
 - k.7 แทน เข้าใจว่าจำนวนเต็มบวกที่มีค่าน้อยกว่ามีค่าสมบูรณ์มากกว่า
 - k.8 แทน เข้าใจว่าจำนวนเต็มบวกมีค่าสมบูรณ์มากกว่าจำนวนเต็มลบ
- l แทน ไม่เข้าใจความหมายของจำนวนตรงข้าม ซึ่งมีขอบพรวงแบ่งออกเป็น
- l.1 แทน ใช้จำนวนเดิม เป็นคำตอบ
 - l.2 แทน เข้าใจว่าจำนวนที่มีค่าสมบูรณ์มากกว่าจำนวนเต็มใด ๆ อีก 1 คือ
จำนวนตรงข้าม
 - l.3 แทน เข้าใจว่าจำนวนที่มีค่าสมบูรณ์น้อยกว่าจำนวนเต็มใด ๆ อีก 1 คือ
จำนวนตรงข้าม
 - l.4 แทน เข้าใจว่าจำนวนที่สลับตำแหน่งของจำนวนใด ๆ คือจำนวนตรงข้าม

ตาราง 11 วิเคราะห์จุดบกพร่องที่นักเรียนเลือกตอบผิดในการตอบแบบทดสอบวินิจฉัย ฉบับที่ 1
(ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับจำนวนเต็ม) จากการทดสอบครั้งที่ 3

จุดมุ่งหมาย ข้อที่	ข้อที่	R	W	จุด บกพร่อง	จุดมุ่งหมาย ข้อที่	ข้อที่	R	W	จุด บกพร่อง	
1.1.1	1	y	8	a.1	1.1.1	4	a และ b	2a + b	a.2	
			y + 3	a.2				2 และ 27	a.3	
			3 และ 10	a.3				a = 10, b = 7	a.1	
	2	m	2 และ 10	a.3		5	n และ m	7 + n	a.2	
			2m	a.2				n = 2, m = 3	a.1	
			6	a.1				7 และ 3	a.3	
	3	x	5, 1 และ 20	a.3						
			5(x + 1)	a.2						
			3	a.1						
1.2.1	6	13	6.75	b.1	1.2.1	9	0	3.05	b.1	
			$\frac{3}{7}$	b.3				$\frac{2}{5}$	b.3	
			0.30	b.2				$\frac{3}{2}$	b.4	
	7	-28	5.2	b.1		10	-5	0.65	b.2	
			$\frac{6}{5}$	b.4				$\frac{2}{5}$	b.5	
			$\frac{4}{7}$	b.3				$\frac{4}{9}$	b.3	

ตาราง 11 (ต่อ)

จุดมุ่งหมาย ข้อที่	ข้อที่	R	W	จุด บกพร่อง	จุดมุ่งหมาย ข้อที่	ข้อที่	R	W	จุด บกพร่อง
1.2.1	8	0	0.36 $1\frac{1}{2}$ 3.56	b.2 b.5 b.1					
1.2.2	11	4	2 3 8	c c c	1.2.2	14	-6 -	-4 -2 -1	e c c
	12	0	1 -1 -2	c c c		15	-3	-8 -2 -1	c c e
	13	-3	1 -1 -2	c c c					
1.2.3	16	8,10,12	7,8,9 2,4,6 6,4,2	d.1 d.2 d.3	1.2.3	18	-13,15,17	-11,9,17 -17,-9,-11 12,13,14	d.3 d.2 d.1
	17	9,11,13	8,9,10 7,5,3 3,5,7	d.1 d.3 d.2		19	3,6,9	-6,-3,0 0,-3,-6 1,2,3	d.2 d.3

ตาราง 11 (ต่อ)

จุดมุ่งหมาย ข้อที่	ข้อที่	R	W	จุด บกพร่อง	จุดมุ่งหมาย ข้อที่	ข้อที่	R	W	จุด บกพร่อง
1.2.3	20	-3,-5,-7	-2,-3,-4 3,1,-1 -1,1,3	d.1 d.2 d.3					
1.2.4	21	$0 > -2$	$-4 > -2$ $2 < 0$ $-2 > 2$	e f g	1.2.4	24	$-6 < -5$	$5 < 0$ $5 < -6$ $0 < -5$	f g g
	22	$-2 > -3$	$0 > 3$ $-4 > 3$ $0 < -3$	f g g		25	$-5 < 0$	$3 < 0$ $-8 > 7$ $-4 < -7$	f g e
	23	$-4 < 2$	$0 > 5$ $-5 < -8$ $-2 > 0$	f e g					
1.2.5	26	-4,-2,5,8	5,8,-4,2 5,8,-2,-4 -4,-2,5,8	g e,g e	1.2.5	28	-6,3,1,0	0,6,3,1 0,1,3,6 -1,3,6,0	g e,g e
	27	-7,-3,-1,0	0,1,3,7 0,7,3,1 -1,3,7,0	e,g g e		29	-4,3,0,2	0,3,4,2 0,4,3,2 -3,4,0,2	e,g g e

ตาราง 11 (ต่อ)

จุดมุ่งหมาย ข้อที่	ข้อที่	R	W	จุด บกพร่อง	จุดมุ่งหมาย ข้อที่	ข้อที่	R	W	จุด บกพร่อง
1.2.5	30	5,3,2,3	3,5,2,3 2,3,3,5 2,3,5,3	e e,g g					
1.3.1	31	5	7 12 19	h.1 h.2 h.3	1.3.1	34	4	32 12	h.4 h.2
	32	3	10 13 23	h.1 h.2 h.3		35	9	8 207 32 23	h.1 h.4 h.2 h.1
	33	11	2 13 22	h.1 h.2 h.4					
1.3.2	36	4	2 3 7	i.1 i.2 i.3	1.3.2	38	5	10 3 2	i.3 i.1 i.4
	37	6	4 5 11	i.4 i.2 i.3		39	8	96 12 9	i.3 i.2 i.1

ตาราง 11 (ต่อ)

จุดมุ่งหมาย ข้อที่	ข้อที่	R	W	จุด บกพร่อง	จุดมุ่งหมาย ข้อที่	ข้อที่	R	W	จุด บกพร่อง
1.3.2	40	3	5 7 35	i.2 i.4 i.3					
1.3.3	41	$(2 \times 3) + (2 \times 8)$	$2 \times 3 \times 8$ $(2+5) \times (2+8)$ $2 \times 3 + (3 \times 8)$	j.1 j.2 j.3	1.3.3	44	$(5 \times 3) + (5 \times 2)$	$5 \times 3 \times 2$ $(5 \times 3) + (3 \times 2)$ $(5+3) \times (5+2)$	j.1 j.3 j.2
	42	$(4 \times 10) + (10 \times 3)$	$4 \times 10 \times 3$ $(4 \times 10) + (10 \times 3)$ $(4+10) \times (4+3)$	j.1 j.3 j.2		45	$(3 \times 5) + (3 \times 7)$	$(3+5) \times (3+7)$ $(3 \times 5) + (5 \times 7)$ $3 \times 5 \times 7$	j.2 j.3 j.1
	43	$(6 \times 4) + (6 \times 5)$	$6 \times 4 \times 5$ $(6+4) \times (6+5)$ $(6 \times 4) + (4 \times 5)$	j.1 j.2 j.3					
1.4.1	46	13	4 31 -13	k.1 k.2 k.3	1.4.1	48	12	3 -12 21	k.1 k.4 k.2
	47	15	-15 51 6	k.4 k.2 k.1		49	20	-2 2 -20	k.1 k.2 k.4

ตาราง 11 (ต่อ)

จุดมุ่งหมาย ข้อที่	ข้อที่	R	W	จุด บกพร่อง	จุดมุ่งหมาย ข้อที่	ข้อที่	R	W	จุด บกพร่อง
1.4.1	50	38	83 -38 11	k.2 k.4 k.1					
1.4.2	51	12 > 10	-6 > -8 -15 > 18 20 > 25	k.5 k.6 k.7	1.4.2	54	-7 < -10	23 < -14 3 > -12 -6 > 9	k.7 k.8 k.6
	52	-7 > 6	13 < -12 -11 < -9 18 > 22	k.6 k.5 k.7		55	-20 > 18	-23 < -19 29 < -16 8 < 5	k.5 k.6 k.7
	53	18 < -25	-8 > 9 15 > -28 -13 < -12	k.6 k.8 k.5					
1.4.3	56	20	-20 -21 -19	1.1 1.2 1.3	1.4.3	58	13	-13 -14 31	1.1 1.2 1.4
	57	-7	7 6 8	1.1 1.3 1.2		59	-23	32 24 23	1.4 1.2 1.1

ตาราง 11 (ต่อ)

จุดมุ่งหมาย ข้อที่	ข้อที่	R	W	จุด บกพร่อง	จุดมุ่งหมาย ข้อที่	ข้อที่	R	W	จุด บกพร่อง
1.4.3	60	16	-61	1.4					
			-16	1.1					
			-17	1.2					

การวิเคราะห์จุดบกพร่องที่นักเรียนเลือกตอบผิด ในการตอบแบบทดสอบฉบับที่ 2 (การบวกจำนวนเต็ม) ซึ่งแสดงในตาราง 12 และได้แสดงสัญลักษณ์แทนจุดบกพร่องในลักษณะต่าง ๆ ดังนี้คือ

- a แทน มีความบกพร่องในการคำนวณ ซึ่งแยกออกเป็น
 - a.1 แทน บวกเลขผิดตำแหน่ง
 - a.2 แทน นำเลขในหลักร้อยมาลบกัน
 - a.3 แทน บวกเลขไม่ครบทุกหลัก
- b แทน มีความบกพร่องเกี่ยวกับจำนวนทด ซึ่งแยกออกเป็น
 - b.1 แทน คิดว่ามีจำนวนทด
 - b.2 แทน ลืมบวกจำนวนทด
 - b.3 แทน บวกจำนวนทดผิดหลัก
- c แทน ใช้ขบวนการผิดโดยบวกเลขจากข้างหน้ามาหลัง
- d แทน เข้าใจว่าจำนวนเต็มลบบวกจำนวนเต็มลบผลลัพธ์เป็นจำนวนเต็มบวก

- e แทน เข้าใจว่าค่าสมมุติฐานมาต่อกันแล้วตอบ เป็นจำนวนเต็มลบ
- f แทน เข้าใจว่าค่าสมมุติฐานมาต่อกันแล้วตอบ เป็นจำนวนเต็มบวก
- g แทน เข้าใจว่าค่าสองจำนวนแรกบวกกัน และลบด้วยจำนวนสุดท้าย
ได้ผลลัพธ์ เป็นจำนวนเต็มลบ
- h แทน เข้าใจว่าค่าสองจำนวนแรกบวกกัน และลบด้วยจำนวนสุดท้าย
ได้ผลลัพธ์ เป็นจำนวนเต็มบวก
- i แทน เข้าใจว่าค่าสมมุติฐานมาต่อกัน แล้วตอบ เป็นจำนวนเต็มลบ
- j แทน เข้าใจว่าค่าสมมุติฐานมาต่อกัน แล้วตอบ เป็นจำนวนเต็มบวก
- k แทน นำจำนวนใดจำนวนหนึ่ง เป็นค่าตอบ
- l แทน เข้าใจว่าจำนวนเต็มบวก บวกกับจำนวนเต็มลบผลลัพธ์เป็นจำนวนเต็มบวก
หรือจำนวนเต็มลบ โดยไม่ว่าพวกใดมีค่าสมมุติฐานมากกว่า

ตาราง 12 วิเคราะห์จุดบกพร่องที่นักเรียนเลือกตอบผิดในการตอบแบบทดสอบวินิจฉัยฉบับที่ 2
(การบวกจำนวนเต็ม) จากการทดสอบครั้งที่ 3

จุดมุ่งหมาย ข้อที่	ข้อที่	R	W	จุด บกพร่อง	จุดมุ่งหมาย ข้อที่	ข้อที่	R	W	จุด บกพร่อง		
2.1.1	1	399	119	a.1	2.1.1	3	1,015	1,609	a		
			409	b.1				977	b.2		
			741	c				315	a.3		
	2	977	577	a.2				4	1,346	1,336	b.2
			779	c						1,436	b.3
			987	b.1						1,742	e

ตาราง 12 (ต่อ)

จุดมุ่งหมาย ข้อที่	ข้อที่	R	W	จุด บกพร่อง	จุดมุ่งหมาย ข้อที่	ข้อที่	R	W	จุด บกพร่อง
2.1.1	5	474	494 464 274	a.1 b.2 a.3					
2.2.1	6	-14	-2 2 14	e f d	2.2.1	9	-642	-84 84 642	e f d
	7	-154	24 -24 154	f e d		10	-631	631 125 -125	d f e
	8	-153	153 117 -117	d f e					
2.2.2	11	-22	-4 4 22	e f d	2.2.2	13	-49	49 15 -15	d f e
	12	-55	5 -5 55	f e d		14	-103	103 -93 93	d e f

ตาราง 12 (ต่อ)

จุดมุ่งหมาย ข้อที่	ข้อที่	R	W	จุด บกพร่อง	จุดมุ่งหมาย ข้อที่	ข้อที่	R	W	จุด บกพร่อง
2.2.2	15	-160	160 -150 150	d e f					
2.2.3	16	-14	-8 8 14	g h f	2.2.3	19	-70	70 44 -44	f h g
	17	-27	27 9 -9	f h g		20	-80	80 40 -40	f h g
	18	-40	-30 30 40	g h f					
2.3.1	21	20	-54 54 -20	i j e	2.3.1	23	15	-33 33 -15	i j e
	22	15	41 -41 -15	j i e		24	9	33 -33 -9	j i e

ตาราง 12 (ต่อ)

จุดมุ่งหมาย ข้อที่	ข้อที่	R	W	จุด บกพร่อง	จุดมุ่งหมาย ข้อที่	ข้อที่	R	W	จุด บกพร่อง
2.3.1	25	47	-47 111 -111	e j i					
2.3.2	26	-19	33 -33 19	j i f	2.3.2	29	-145	145 -391 391	f i j
	27	-54	-102 102 54	i j f		30	-90	90 -660 660	f i j
	28	-21	21 81 -81	f j i					
2.3.3	31	0	-5 10 -10	k j i	2.3.3	33	0	258 -258 -129	j i k
	32	0	48 -48 24	j i k		34	0	480 -480 240	j i k

ตาราง 12 (ต่อ)

จุดมุ่งหมาย ข้อที่	ข้อที่	R	W	จุด บกพร่อง	จุดมุ่งหมาย ข้อที่	ข้อที่	R	W	จุด บกพร่อง
2.3.3	35	0	-1,556 1,556 -778	i j k					
2.3.4	36	-1	1 15 -15	l j i	2.3.4	39	24	-24 36 -36	l j i
	37	-7	65 -65 7	j i l		40	-26	26 52 -52	l j i
	38	7	31 -31 -7	j i l					

การวิเคราะห์จุดบกพร่องที่นักเรียนเลือกตอบผิด ในการตอบแบบทดสอบวินิจฉัยฉบับที่ 3 (การลบจำนวนเต็ม) ซึ่งแสดงในตาราง 13 และได้กำหนดสัญลักษณ์แทนจุดบกพร่องในลักษณะต่าง ๆ ดังนี้คือ

- a แทน เข้าใจการ เปลี่ยนการลบ เป็นการบวกต้อง เปลี่ยนตัวตั้ง เป็น
จำนวนตรงข้าม
- b แทน เข้าใจว่าการ เปลี่ยนการลบ เป็นการบวกไม่ต้อง เปลี่ยนตัวลบ เป็น
จำนวนตรงข้าม
- c แทน เข้าใจว่าการ เปลี่ยนการลบ เป็นการบวกต้อง เปลี่ยนทั้ง ตัวตั้ง และตัวลบ
เป็นจำนวนตรงข้าม
- d แทน ใช้ เลขที่อยู่ในหลักเดียวกันที่มีค่ามากกว่า เป็นตัวตั้ง และตัวลบ เป็น
จำนวนตรงข้าม
- e แทน สัมผัสจำนวนที่ถูกลำบากไปกระจายก่อนที่จะลบ เลขหลักต่อไป
- f แทน ใช้วิธีบวกในหลักที่ตัวลบมากกว่าตัวตั้ง
- g แทน นำตัวตั้ง เป็นค่าตอบใน เลขที่ ตัวลบมากกว่าตัวตั้ง
- h แทน บทพร่องในการใส่เครื่องหมาย
- i แทน ไม่เข้าใจหลักของการลบจำนวนเต็ม โดยเข้าใจว่านำค่าสมบูรณ์
มาบวกกันแล้วผลลัพธ์ เป็นจำนวนเต็มลบ
- j แทน ไม่เข้าใจหลักของการลบจำนวนเต็ม โดยเข้าใจว่านำค่าสมบูรณ์
มาบวกกันแล้วผลลัพธ์ เป็นจำนวนเต็มบวก
- k แทน ไม่เข้าใจหลักของการลบจำนวนเต็ม โดยเข้าใจว่านำค่าสมบูรณ์
มาลบกัน แล้วผลลัพธ์ เป็นจำนวนเต็มลบ
- l แทน ไม่เข้าใจหลักของการลบจำนวนเต็ม โดยเข้าใจว่านำค่าสมบูรณ์
มาลบกันแล้วผลลัพธ์ เป็นจำนวนเต็มบวก

ตาราง 13 วิเคราะห์จุดบกพร่องที่นักเรียนเลือกตอบผิดในการตอบแบบทดสอบวินิจัย ฉบับที่ 3
(การลบจำนวนเต็ม) จากการทดสอบครั้งที่ 3

จุดมุ่งหมาย ข้อที่	ข้อที่	R	W	จุด บกพร่อง	จุดมุ่งหมาย ข้อที่	ข้อที่	R	W	จุด บกพร่อง
3.1.1	1	$15+6$	$15+(-6)$	a	3.1.1	4	$(-5)+3$	$5+3$	a
			$(-15)+6$	b				$5+(-3)$	c
			$(-15)+(-6)$	c				$(-5)+(-3)$	b
	2	$(-4)+(-3)$	$4+3$	a		5	$(-7)+18$	$7+18$	a
			$4+(-3)$	b				$7+(-18)$	c
			$(-4)+3$	a				$(-7)+(-18)$	b
	3	$(-8)+(-6)$	$8+6$	a					
			$8+(-6)$	a					
			$(-8)+6$	b					
3.2.1	6	455	545	d	3.2.1	9	68	72	d
			565	e				75	g
			571	f				78	e
	7	109	115	g		10	47	53	d
			111	d				57	e
			119	e				59	f
	8	263	343	d					
			363	a					
			313	g					

ตาราง 13 (ต่อ)

จุดมุ่งหมาย ชนิด	ชนิด	R	W	จุด บกพร่อง	จุดมุ่งหมาย ชนิด	ชนิด	R	W	จุด บกพร่อง	
3.2.2	11	- 7	7	h	3.2.2	14	-108	108	h	
			13	d				112	d	
			-17	e				-118	e	
	12	-78	78	h		15	-186	214	d	
			-88	e				-196	e	
			122	d				186	h	
	13	-19	19	h						
			21	d						
			-29	e						
3.3.1	16	- 9	9	h	3.3.1	19	-8	-46	i	
			11	d				12	d	
			-25	i				8	h	
	17	-90	-184	i		20	-7	-57	i	
			110	d				13	d	
			90	h				7	h	
	18	-16	16	h						
			24	d						
			-32	i						

ตาราง 13 (ต่อ)

จุดมุ่งหมาย ข้อที่	ข้อที่	R	W	จุด บกพร่อง	จุดมุ่งหมาย ข้อที่	ข้อที่	R	W	จุด บกพร่อง	
3.3.2	21	13	-13	h	3.3.2	24	99	-99	h	
			37	j				101	d	
			-37	i				-173	i	
	22	47	-57	i		25	74	-172	i	
			53	d				126	d	
			-47	h				-74	h	
	23	14	-120	i						
			120	j						
			-14	h						
3.4.1	26	-20	14	d	3.4.1	29	-62	6	l	
			-6	k				-6	k	
			6	l				14	d	
	27	-27	9	l		30	-113	45	d	
			-9	k				35	l	
			11	d				-35	k	
	28	-55	21	d						
			-19	k						
			19	l						

ตาราง 13 (ต่อ)

จุดมุ่งหมาย ข้อที่	ข้อที่	R	W	จุด บกพร่อง	จุดมุ่งหมาย ข้อที่	ข้อที่	R	W	จุด บกพร่อง	
3.4.2	31	-23	9	l	3.4.2	34	-51	27	b	
			-9	k				-13	k	
			23	j				13	l	
	32	-50	-10	k		35	-129	65	b	
			10	l				55	l	
			50	j				-55	k	
	33	-38	14	d						
			-6	k						
			6	l						
3.5.1	36	21	-21	i	3.5.1	39	58	4	l	
			5	l				-4	k	
			-5	k				-16	d	
	37	48	12	l		40	100	6	l	
			-12	k				-6	k	
			28	d				-14	d	
	38	36	-12	k						
			12	l						
			-36	i						

ตาราง 13 (ต่อ)

จุดมุ่งหมาย ข้อที่	ข้อที่	R	W	จุด บกพร่อง	จุดมุ่งหมาย ข้อที่	ข้อที่	R	W	จุด บกพร่อง			
3.5.2	41	35	-13	d	3.5.2	44	85	-13	d			
			7	l				7	l			
			-7	k				-7	k			
	42	57	-17	d				45	166	-24	d	
			3	l						-16	k	
			-3	k						16	l	
	43	75	-15	d								
			5	l								
			-5	k								

การวิเคราะห์จุดบกพร่องที่นักเรียนเลือกตอบผิดในการตอบแบบทดสอบวินิจัย ฉบับที่ 4
(การคูณจำนวนเต็ม) ซึ่งแสดงไว้ในตาราง 14 และได้กำหนดสัญลักษณ์แทนจุดบกพร่องต่าง ๆ
ดังนี้คือ

- a แทน ไม่เข้าใจความหมายของการคูณที่อยู่ในรูปของการบวก
- b แทน ใช้วิธีบวกแทนวิธีคูณ

- c แทน มีความบกพร่องในการคำนวณ ซึ่งแบ่งออกเป็น
- c.1 แทน คุณตัวตั้ง ไม่ครบทุกจำนวน
 - c.2 แทน คุณซ้ำในหลักที่คุณมาแล้ว
 - c.3 แทน ไม่นำศูนย์ไปคูณ
 - c.4 แทน คุณจำนวนทดแทนตัวตั้ง
 - c.5 แทน ไม่ใช่หลักทางคณิตศาสตร์ในการคำนวณ
- d แทน บกพร่องเกี่ยวกับจำนวนทด ซึ่งแบ่งออกเป็น
- d.1 แทน ลืมบวกจำนวนทด
 - d.2 แทน ใส่จำนวนทดผิดหลัก
 - d.3 แทน ใส่จำนวนทดขาด
 - d.4 แทน ใส่จำนวนทดเกิน
 - d.5 แทน ใช้ตัวตั้ง เป็นจำนวนทด
- e แทน ใช้ขบวนการผิดโดยคุณจากข้างหน้ามาหลัง
- f แทน นำจำนวนตรงข้ามของตัวตั้ง เป็นคำตอบ
- g แทน เข้าใจว่าจำนวนเพิ่มบวกคูณกับจำนวนเพิ่มลบผลลัพธ์ได้จำนวนเพิ่มบวก
- h แทน เข้าใจว่าจำนวนเพิ่มบวกสองจำนวนคูณกับจำนวนเพิ่มลบหนึ่งจำนวน
ผลลัพธ์ได้จำนวนเพิ่มบวก
- i แทน เข้าใจว่าจำนวนเพิ่มบวกหนึ่งจำนวนคูณกับจำนวนเพิ่มลบสองจำนวน
ผลลัพธ์ได้จำนวนเพิ่มลบ
- j แทน เข้าใจว่าจำนวนเพิ่มลบคูณกับจำนวนเพิ่มลบ ผลลัพธ์ได้จำนวนเพิ่มลบ
- k แทน นำตัวเลขมาเรียงกัน เป็นคำตอบ
- l แทน เข้าใจว่าจำนวนเพิ่มลบสามจำนวนคูณกัน ผลลัพธ์ได้จำนวนเพิ่มบวก

ตาราง 14 วิเคราะห์จุดบกพร่องที่นักเรียนเลือกตอบผิดในการตอบแบบทดสอบวินิจฉัยฉบับที่ 4
(การคูณจำนวนเต็ม) จากการทดสอบครั้งที่ 3

จุดมุ่งหมาย ข้อที่	ข้อที่	R	W	จุด บกพร่อง	จุดมุ่งหมาย ข้อที่	ข้อที่	R	W	จุด บกพร่อง		
4.1.1	1	4+4+4	3+3	a	4.1.1	4	(-4)+(-4)	$(-2)+(-2)+(-2)$	a		
			3+3+3	a				2+2	a		
			4+4+4+4	a				4+4	a		
	2	$(-6)+(-6)+(-6)+(-6)$	$(-4)+(-4)$	a		5	$(-3)+(-3)+(-3)$	3+3	a		
			6+6+6+6	a				$(-3)+(-3)$	a		
			4+4+4+4+4+4	a				3+3+3	a		
	3	$(-2)+(-2)+(-2)+(-2)+(-2)$	2+2+2+2+	a							
			$(-5)+(-5)+(-5)$	a							
			5+5	a							
	4.2.1	6	64	20		b	4.2.1	9	1,570	865	c.5
				46		c.1				1,750	c.5
				244		e				7,510	c.5
7		488	128	c.5	10	2,457		358	b		
			468	c.5				1,071	c.5		
			848	e				2,357	c.5		
8		792	682	d.1							
			782	d.2							
			1,382	c.2							

ตาราง 14 (ต่อ)

จุดมุ่งหมาย ข้อที่	ข้อที่	R	W	จุด บกพร่อง	จุดมุ่งหมาย ข้อที่	ข้อที่	R	W	จุด บกพร่อง	
4.3.1	11	-15	-5	f	4.3.1	14	-84	84	g	
			8	c.5,g				89	c.5,g	
			15	g				-94	d.4	
	12	-117	107	d.3,g		15	-1,360	136	c.3,g	
			117	g				1,360	g	
			-127	c.1				1,460	d.4	
	13	-90	-76	c.5						
			90	g						
			306	e,g						
4.3.2	16	-60	-30	c.1	4.3.2	19	-70	-50	c.2	
			60	h				70	h	
			120	c.2,h				135	c.5,h	
	17	-30	20	c.5,h		20	-12	-14	c.5	
			30	h				14	c.5,h	
			-60	c.2				12	h	
	18	-420	-628	c.5						
			480	c.5,h						
			420	h						

ตาราง 14 (ต่อ)

จุดมุ่งหมาย ข้อที่	ข้อที่	R	W	จุด บกพร่อง	จุดมุ่งหมาย ข้อที่	ข้อที่	R	W	จุด บกพร่อง	
4.3.3	21	252	252	i	4.3.3	24	90	-80	c.5,i	
			-292	c.5,i				98	c.5	
			312	c.4				-90	i	
	22	50	-30	c.5,i		25	80	-80	i	
			40	c.4				60	c.5	
			-50	i				-40	c.1,i	
	23	60	-60	i						
			-30	c.1,i						
			80	c.5						
4.4.1	26	30	-15	c.5,j	4.4.1	29	220	20	f	
			-30	j				-220	j	
			56	k				105	c.5	
	27	168	-96	e		30	140	-120	d.1,j	
			128	k				-140	j	
			-168	j				160	d.4	
	28	105	75	c.1						
			-135	c.1,j						
			-105	j						

ตาราง 14 (ต่อ)

จุดมุ่งหมาย ข้อที่	ข้อที่	R	W	จุด บกพร่อง	จุดมุ่งหมาย ข้อที่	ข้อที่	R	W	จุด บกพร่อง			
4.4.2	31	-126	126	1	4.4.2	34	-16	-8	c.2			
			-136	d.5				16	1			
			246	c.5,1				32	c.2,1			
	32	-120	240	c.5,1		35	-96	-86	d.1			
			-140	c.5				96	1			
			120	1				118	c.5,1			
	33	-280	280	1								
			-260	c.5								
			175	c.5,1								

การวิเคราะห์จุดบกพร่องที่นักเรียนเลือกตอบผิด ในการตอบแบบทดสอบวินิจฉัย ฉบับที่ 5 (การหารจำนวนเต็ม) ซึ่งแสดงในตาราง 15 และได้กำหนดสัญลักษณ์แทนจุดบกพร่องในลักษณะต่าง ๆ ดังนี้

- แทน ใช้ขบวนการคิดโดยหารจากข้างหน้ามาหลัง
- แทน บกพร่องในการคำนวณโดยไม่ใช้หลักทางคณิตศาสตร์
- แทน นำตัวหาร เป็นคำตอบ
- แทน เข้าใจว่าจำนวนเหมือนกันหารกันผลลัพธ์ เป็นศูนย์

- e แทน เข้าใจว่าจำนวนเต็มบวกหารด้วยจำนวนเต็มลบผลลัพธ์เป็นจำนวนเต็มบวก
- f แทน เข้าใจว่าจำนวนเต็มลบหารด้วยจำนวนเต็มบวกผลลัพธ์เป็นจำนวนเต็มบวก
- g แทน นำจำนวนตรงข้ามของตัวตั้งหรือตัวหาร เป็นคำตอบ
- h แทน เข้าใจว่าจำนวนเต็มลบหารด้วยจำนวนเต็มลบผลลัพธ์ได้จำนวนเต็มลบ

ตาราง 15 วิเคราะห์จุดบกพร่องที่นักเรียนเลือกตอบผิดในการตอบแบบทดสอบวินิจฉัยฉบับที่ 5
(การหารจำนวนเต็ม) จากการทดสอบครั้งที่ 2

จุดมุ่งหมาย ข้อที่	ข้อที่	R	W	จุด บกพร่อง	จุดมุ่งหมาย ข้อที่	ข้อที่	R	W	จุด บกพร่อง			
5.1.1	1	21	12	a	5.1.1	4	1	35	c			
			41	b				10	b			
			111	b				0	d			
	2	36	56	b				5	21	36	b	
			42	b						22	b	
			15	b						111	b	
	3	27	7	c								
			17	b								
			47	b								

ตาราง 15 (ต่อ)

จุดมุ่งหมาย ข้อที่	ข้อที่	R	W	จุด บกพร่อง	จุดมุ่งหมาย ข้อที่	ข้อที่	R	W	จุด บกพร่อง				
5.2.1	6	-4	54	b	5.2.1	9	-12	7	c,e				
			-5	c				12	e				
			4	e				-21	b				
	7	-6	6	e		10	-13	-12	-12	b,e			
			-9	b					13	e			
			36	b,e					17	b,e			
	8	-7	6	c,e					5.2.2	14	-13	13	f
			-4	a								15	b,f
			7	e								-14	b
	5.2.2	11	-4	4		f	15	-15		15	f		
				-5		g				-21	b		
				20		g,f				28	b,f		
12		-18	-12	b	13	-12				-8	g		
			16	b,f						21	b,f		
			18	f						12	f		

ตาราง 15 (ต่อ)

จุดมุ่งหมาย ข้อที่	ข้อที่	R	W	จุด บกพร่อง	จุดมุ่งหมาย ข้อที่	ข้อที่	R	W	จุด บกพร่อง			
5.3.1	16	5	-5	h	5.3.1	19	17	-17	h			
			20	g				-16	b,h			
			-45	b,h				58	b			
	17	12	-12	h		20	18	-18	h			
			-41	b,h				33	b			
			18	b				-17	b,h			
	18	71	-17	a,h								
			70	b								
			-71	h								

การวิเคราะห์จุดบกพร่องที่นักเรียนเลือกตอบผิด ในการตอบแบบทดสอบวินิจฉัย ฉบับที่ 6 (คุณสมบัติของหนึ่งและคุณสมบัติของศูนย์) ซึ่งแสดงในตาราง 16 และได้กำหนดสัญลักษณ์แทนจุดบกพร่องในลักษณะต่าง ๆ ดังนี้

- a แทน เข้าใจว่าจำนวนเต็มใด ๆ คูณด้วย 1 ผลลัพธ์เท่ากับ 1
- b แทน ใช้วิธีบวกแทนวิธีคูณหรือวิธีหาร
- c แทน นำเลขมาเรียงกันเป็นคำตอบ
- d แทน เข้าใจว่าจำนวนเต็มลบคูณด้วย 1 ผลลัพธ์เป็นจำนวนเต็มบวก
- e แทน เข้าใจว่าจำนวนเต็มลบคูณด้วย 1 คำสมบูรณ์เพิ่มขึ้นอีก 1

- f แทน เข้าใจว่าจำนวนเต็มบวกหารด้วย 1 ผลลัพธ์เท่ากับ 1
- g แทน เข้าใจว่าจำนวนเต็มลบหารด้วย 1 ได้ผลลัพธ์เท่ากับ -1
- h แทน เข้าใจว่าจำนวนเต็มลบหารด้วย 1 ผลลัพธ์เป็นจำนวนเต็มบวก
- i แทน เข้าใจว่าจำนวนเต็มใด ๆ หารด้วย 0 ผลลัพธ์เท่ากับ 0
- j แทน เข้าใจว่าจำนวนเต็มใด ๆ หารด้วย 0 ผลลัพธ์เป็นเลขสลับหลักของ
จำนวนนั้น
- k แทน เข้าใจว่าจำนวนเต็มลบใด ๆ หารด้วย 0 ผลลัพธ์เป็นจำนวนเต็มบวก
- l แทน เข้าใจว่าจำนวนเต็มใด ๆ คูณกับ 0 ผลลัพธ์คือจำนวนตรงข้ามของ
จำนวนนั้น
- m แทน เข้าใจว่าจำนวนเต็มใด ๆ คูณกับ 0 ผลลัพธ์คือจำนวนเต็มนั้น
- n แทน เข้าใจว่า 0 หารด้วยจำนวนเต็มบวกหรือจำนวนเต็มลบ ผลลัพธ์คือ 1
- o แทน เข้าใจว่า 0 หารด้วยจำนวนเต็มใด ๆ ผลลัพธ์คือจำนวนเต็มนั้น

ตาราง 16 วิเคราะห์จุดบกพร่องที่นักเรียนเลือกตอบผิดในการตอบแบบทดสอบวินิจฉัย ฉบับที่ 6
(คุณสมบัติของหนึ่งและคุณสมบัติของศูนย์) จากการทดสอบครั้งที่ 3

จุดมุ่งหมาย ข้อที่	ข้อที่	R	W	จุด บกพร่อง	จุดมุ่งหมาย ข้อที่	ข้อที่	R	W	จุด บกพร่อง			
6.1.1	1	10	1	a	6.1.1	4	-18	1	a			
			11	b				-19	e			
			101	c				18	d			
	2	121	1	a				5	-27	27	d	
			122	b						-28	e	
			1,211	c						1	a	
	3	-3	3	d								
			-4	e								
			1	a								
6.1.2	6	11	1	f	6.1.2	9	-35	-1	g			
			3	b				35	h			
			111	e				36	b			
	7	26	261	c				10	-29	29	h	
			27	b						30	b	
			1	f						-1	g	
	8	37	371	c								
			38	b								
			1	f								

ตาราง 16 (ต่อ)

จุดมุ่งหมาย ชอติ	ชอติ	R	W	จุด บกพร่อง	จุดมุ่งหมาย ชอติ	ชอติ	R	W	จุด บกพร่อง	
6.2.1	11	20	0	i	6.2.1	14	-14	14	k	
			2	j				0	i	
			200	c				-140	c	
	12	16	160	c		15	-28	28	k	
			61	j				-280	c	
			0	i				0	i	
	13	24	0	i						
			42	j						
			240	c						
6.2.2	16	0	-180	c	6.2.2	19	0	121	l	
			-18	l				-121	m	
			18	m				-1,210	c	
	17	0	-11	m		20	0	67	l	
			11	l				-67	m	
			-110	c				-670	c	
	18	0	-36	m						
			36	l						
			-360	c						

ตาราง 16 (ต่อ)

จุดมุ่งหมาย ข้อที่	ข้อที่	R	W	จุด บกพร่อง	จุดมุ่งหมาย ข้อที่	ข้อที่	R	W	จุด บกพร่อง
6.2.3	21	0	1	n	6.2.3	24	0	1	n
			2	o				-27	o
			20	c				270	c
	22	0	1	n	25	0	1	n	
			31	o			-39	o	
			310	c			390	c	
	23	0	180	c					
			-18	o					
			1	n					

การวิเคราะห์จุดบกพร่องที่นักเรียนเลือกตอบผิด ในการตอบแบบทดสอบวินิจฉัย ฉบับที่ 7 (เลขยกกำลัง) ซึ่งแสดงในตาราง 17 และได้กำหนดสัญลักษณ์แทนจุดบกพร่องในลักษณะต่าง ๆ ดังนี้

- a. แทน ไม่เข้าใจนิยามของเลขยกกำลัง ซึ่งแยกออกเป็น
- a.1 แทน ใช้เลขที่แยกตัวประกอบไว้ เป็นเลขฐานหนึ่งจำนวนที่เหลืออีกก็จำนวนให้เป็นเลขชี้กำลัง
 - a.2 แทน ใช้เลขที่แยกตัวประกอบไว้ เป็นเลขฐานและนำเลขทุกจำนวนมาบวกกันเป็นเลขชี้กำลัง
 - a.3 แทน นำเลขทุกจำนวนมาบวกกันเป็นเลขฐาน และใช้เลขที่แยกตัวประกอบไว้เป็นเลขชี้กำลัง

- b แทน ไม่เข้าใจนิยามของ เลขยกกำลัง ซึ่งแยกออกเป็น
- b.1 แทน นำเลขฐานบวกเลขชี้กำลัง เป็นผลลัพธ์
- b.2 แทน นำเลขฐานคูณเลขชี้กำลัง เป็นผลลัพธ์
- b.3 แทน สลับหน้าที่ของ เลขฐานกับ เลขชี้กำลัง
- c แทน นับเลขศูนย์ เป็นเลขชี้กำลังขาดไป 1
- d แทน นับเลขศูนย์ เป็นเลขชี้กำลัง เกินไป 1
- e แทน ใช้ 100 เป็นเลขฐานแทน 10

ตาราง 17 วิเคราะห์จุดบกพร่องที่นักเรียนเลือกตอบผิดในการตอบแบบทดสอบวินิจัย ฉบับที่ 7
(เลขยกกำลัง) จากการทดสอบครั้งที่ 3

จุดมุ่งหมาย ข้อที่	ข้อที่	R	W	จุด บกพร่อง	จุดมุ่งหมาย ข้อที่	ข้อที่	R	W	จุด บกพร่อง		
7.1.1	1	2^3	2^2	a.1	7.1.1	4	10^4	40^{10}	a.3		
			2^6	a.2				10^{40}	a.2		
			6^2	a.3				10^3	a.1		
	2	2^4	2^3	a.1				5	13^3	13^2	a.1
			8^2	a.3						39^{13}	a.3
			2^8	a.2						13^{39}	a.2
	3	7^5	35^7	a.3							
			7^{35}	a.2							
4^7			a.1								

ตาราง 17 (ต่อ)

จุดมุ่งหมาย ข้อที่	ข้อที่	R	W	จุด บกพร่อง	จุดมุ่งหมาย ข้อที่	ข้อที่	R	W	จุด บกพร่อง	
7.1.2	6	8	5	b.1	7.1.2	9	18	10	b.1	
			6	b.2				12	b.2	
			9	b.3				16	b.3	
	7	81	7	b.1		10	375	24	b.1	
			12	b.2				45	b.2	
			64	b.3				729	b.3	
	8	100	12	b.1						
			20	b.2						
			1,024	b.3						
7.1.3	11	3^2	2^3	b.3	7.1.3	14	3^5	3^8	b	
			3^3	b.2				5^3	b.3	
			3^6	b				81^3	b.2	
	12	3^4	9^3	b		15	10^3	500^2	b.2	
			4^3	b.3				100^{10}	b.2	
			9^9	b.2				3^{10}	b.3	
	13	5^3	3^5	b.3						
			5^5	b						
			25^5	b.2						

ตาราง 17 (ต่อ)

จุดมุ่งหมาย ข้อที่	ข้อที่	R	W	จุด บกพร่อง	จุดมุ่งหมาย ข้อที่	ข้อที่	R	W	จุด บกพร่อง			
7.1.4	16	2×10^3	2×10^2	c	7.1.4	19	426×10^5	426×100^5	e			
			2×10^4	d				426×10^4	c			
			2×100^3	e				426×10^6	d			
	17	3×10^4	3×10^3	c				20	7×10^6	7×100^6	e	
			3×10^5	d						7×10^7	d	
			3×100^4	e						7×10^5	c	
	18	5×10^6	5×100^6	e								
			5×10^5	c								
			5×10^7	d								

จากการวิเคราะห์จุดบกพร่องทั้งเจ็ดฉบับ สรุปจุดบกพร่องได้ดังนี้ แบบทดสอบฉบับที่ 1 มีจุดบกพร่องจำนวน 12 ข้อ แบบทดสอบฉบับที่ 2 จำนวน 11 ข้อ แบบทดสอบฉบับที่ 3 จำนวน 7 ข้อ แบบทดสอบฉบับที่ 4 จำนวน 12 ข้อ แบบทดสอบฉบับที่ 5 จำนวน 8 ข้อ แบบทดสอบฉบับที่ 6 จำนวน 15 ข้อ และแบบทดสอบฉบับที่ 7 จำนวน 3 ข้อ สำหรับแบบทดสอบบางฉบับ มีจุดบกพร่องบางข้อสามารถที่จะแยกหาจุดบกพร่องได้ละเอียดเป็นจุดบกพร่องย่อยๆ คือ แบบทดสอบฉบับที่ 1 แยกเป็นจุดบกพร่องย่อยๆ ได้จำนวน 34 ข้อ แบบทดสอบฉบับที่ 2 จำนวน 6 ข้อ แบบทดสอบฉบับที่ 4 จำนวน 10 ข้อ และแบบทดสอบฉบับที่ 7 จำนวน 6 ข้อ ดังนั้นแบบทดสอบที่มีจุดบกพร่องมากที่สุดคือ แบบทดสอบฉบับที่ 1 มี 12 ข้อใหญ่ 34 ข้อย่อย และแบบทดสอบที่มีจุดบกพร่องน้อยที่สุดคือ แบบทดสอบฉบับที่ 7 มี 3 ข้อใหญ่ 6 ข้อย่อย

สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

ความมุ่งหมายในการศึกษาค้นคว้า

1. เพื่อสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ระบบจำนวนเต็มของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ใหม่อีกฉบับรวม 7 ฉบับ
2. เพื่อหาคุณภาพของแบบทดสอบแต่ละฉบับ โดยหาค่าความยากของข้อสอบ ค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบ ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ และความเที่ยงตรงของแบบทดสอบ

กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ของโรงเรียนสังกัดกรมสามัญศึกษา ในจังหวัดนครนายก ซึ่งเลือกโดยวิธีการสุ่มแบบแบ่งพวก (Stratified Random Sampling)

เครื่องมือที่ใช้ในการรวบรวมข้อมูล

เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าคือ แบบทดสอบวินิจฉัย เรื่อง ระบบจำนวนเต็ม ซึ่งประกอบด้วยแบบทดสอบเจ็ดฉบับ ดังนี้

- | | |
|-------------------|------------------------------------|
| แบบทดสอบฉบับที่ 1 | ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับจำนวนเต็ม |
| แบบทดสอบฉบับที่ 2 | การบวกจำนวนเต็ม |
| แบบทดสอบฉบับที่ 3 | การลบจำนวนเต็ม |

- แบบทดสอบฉบับที่ 4 การคูณจำนวนเต็ม
 แบบทดสอบฉบับที่ 5 การหารจำนวนเต็ม
 แบบทดสอบฉบับที่ 6 คุณสมบัติของหนึ่ง และคุณสมบัติของศูนย์
 แบบทดสอบฉบับที่ 7 เลขยกกำลัง

วิธีดำเนินการรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยนำแบบทดสอบที่สร้างขึ้นทั้ง เจ็ดฉบับ ไปทดสอบกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง โดยนักเรียนแต่ละคนในกลุ่มตัวอย่างทำข้อสอบทั้ง เจ็ดฉบับ ซึ่งนำแบบทดสอบไปทดสอบดังนี้

การทดสอบเพื่อสำรวจ นำแบบทดสอบเพื่อสำรวจที่สร้างขึ้นทั้ง เจ็ดฉบับ ไปทดสอบกับกลุ่มตัวอย่างจำนวน 132 คน เพื่อสำรวจจุดบกพร่องและรวบรวมคำตอบกลับมาใช้เป็นตัวลงในกรสร้างแบบทดสอบวินิจัย

การทดสอบครั้งที่ 1 นำแบบทดสอบวินิจัยทั้ง เจ็ดฉบับ ซึ่งดัดแปลงมาจากแบบทดสอบเพื่อสำรวจ ไปทดสอบกับกลุ่มตัวอย่างจำนวน 176 คน เพื่อวิเคราะห์ข้อสอบรายข้อ และปรับปรุงแก้ไขข้อสอบ

การทดสอบครั้งที่ 2 นำแบบทดสอบวินิจัยทั้ง เจ็ดฉบับที่ได้รับการปรับปรุงแก้ไขแล้ว ไปทดสอบกับกลุ่มตัวอย่างจำนวน 216 คน เพื่อวิเคราะห์ข้อสอบรายข้อ และคัดเลือกข้อสอบไว้ทดสอบครั้งที่ 3 จุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรมละ 5 ข้อ

การทดสอบครั้งที่ 3 นำแบบทดสอบวินิจัยทั้ง เจ็ดฉบับที่คัดเลือกไว้จากการทดสอบครั้งที่ 2 ไปทดสอบกับกลุ่มตัวอย่างจำนวน 370 คน เพื่อหาคุณภาพของแบบทดสอบ และวิเคราะห์จุดบกพร่อง

การวิเคราะห์ข้อมูล

1. การทดสอบครั้งที่ 1
หาค่าความยาก ค่าอำนาจจำแนก และค่าความยากจากกลุ่มผู้มีความบกพร่อง
2. การทดสอบครั้งที่ 2
หาค่าความยาก ค่าอำนาจจำแนก และค่าความยากจากกลุ่มผู้มีความบกพร่อง
3. การทดสอบครั้งที่ 3
 - 3.10 หาค่าความยาก และค่าอำนาจจำแนก
 - 3.20 หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวินิจฉัยทั้ง เจ็ดฉบับ
 - 3.30 หาค่าความเที่ยงตรงของแบบทดสอบวินิจฉัยทั้ง เจ็ดฉบับ
 - 3.40 วิเคราะห์จุดบกพร่องที่นักเรียน เลือกตอบผิดในแบบทดสอบวินิจฉัย

ทั้ง เจ็ดฉบับ

สรุปผลการวิเคราะห์ข้อมูลและอภิปรายผล

1. ค่าความยากของข้อสอบ ในแบบทดสอบวินิจฉัยทั้ง เจ็ดฉบับ จากการวิเคราะห์ผลการสอบสามครั้ง ได้ค่าความยากสรุปได้ดังนี้

การทดสอบครั้งที่ 1	แบบทดสอบฉบับที่ 1	มีค่าความยากตั้งแต่	.26 - .99
	แบบทดสอบฉบับที่ 2	มีค่าความยากตั้งแต่	.52 - .98
	แบบทดสอบฉบับที่ 3	มีค่าความยากตั้งแต่	.46 - .89
	แบบทดสอบฉบับที่ 4	มีค่าความยากตั้งแต่	.53 - .96
	แบบทดสอบฉบับที่ 5	มีค่าความยากตั้งแต่	.71 - .98
	แบบทดสอบฉบับที่ 6	มีค่าความยากตั้งแต่	.62 - .97
	แบบทดสอบฉบับที่ 7	มีค่าความยากตั้งแต่	.41 - .83

การทดสอบครั้งที่ 2	แบบทดสอบฉบับที่ 1	มีค่าความยากตั้งแต่	.47 - .94
	แบบทดสอบฉบับที่ 2	มีค่าความยากตั้งแต่	.63 - .98
	แบบทดสอบฉบับที่ 3	มีค่าความยากตั้งแต่	.58 - .93
	แบบทดสอบฉบับที่ 4	มีค่าความยากตั้งแต่	.56 - .96
	แบบทดสอบฉบับที่ 5	มีค่าความยากตั้งแต่	.61 - .97
	แบบทดสอบฉบับที่ 6	มีค่าความยากตั้งแต่	.57 - .94
	แบบทดสอบฉบับที่ 7	มีค่าความยากตั้งแต่	.50 - .88
การทดสอบครั้งที่ 3	แบบทดสอบฉบับที่ 1	มีค่าความยากตั้งแต่	.65 - .99
	แบบทดสอบฉบับที่ 2	มีค่าความยากตั้งแต่	.65 - .99
	แบบทดสอบฉบับที่ 3	มีค่าความยากตั้งแต่	.65 - .96
	แบบทดสอบฉบับที่ 4	มีค่าความยากตั้งแต่	.65 - .95
	แบบทดสอบฉบับที่ 5	มีค่าความยากตั้งแต่	.74 - .96
	แบบทดสอบฉบับที่ 6	มีค่าความยากตั้งแต่	.70 - .98
	แบบทดสอบฉบับที่ 7	มีค่าความยากตั้งแต่	.65 - .86

ค่าความยากของข้อสอบจากการทดสอบครั้งที่ 1 ปรากฏว่าข้อสอบส่วนใหญ่มีค่าความยากถึง เกณฑ์ที่กำหนด คือมีค่าความยากตั้งแต่ .65 ขึ้นไป แต่มีข้อสอบบางข้อที่มีค่าความยากต่ำกว่าเกณฑ์ที่กำหนด คือมีค่าความยากต่ำกว่า .65 ซึ่งในแบบทดสอบฉบับที่ 1 มีจำนวน 17 ข้อ แบบทดสอบฉบับที่ 2 จำนวน 3 ข้อ แบบทดสอบฉบับที่ 3 จำนวน 10 ข้อ แบบทดสอบฉบับที่ 4 จำนวน 2 ข้อ แบบทดสอบฉบับที่ 6 จำนวน 1 ข้อ และแบบทดสอบฉบับที่ 7 จำนวน 7 ข้อ สำหรับแบบทดสอบฉบับที่ 5 ปรากฏว่าข้อสอบทุกข้อมีค่าความยากถึง เกณฑ์ที่กำหนด รวมข้อสอบที่มีค่าความยากต่ำกว่าเกณฑ์ทุกฉบับมีจำนวน 46 ข้อ

การที่ข้อสอบมีค่าความยากต่ำกว่า .65 มีอยู่หลายข้อ ทั้งนี้เพราะข้อสอบได้รับการวิเคราะห์ เป็นครั้งแรก และข้อสอบยังมิได้รับการปรับปรุงแก้ไขมาก่อน ดังนั้นจึงนำข้อสอบเหล่านี้มา ปรับปรุงแก้ไข ทั้งตัวคำถามและตัวลวง เพื่อให้ได้ข้อสอบที่ง่ายขึ้น

หลังจากผู้วิจัยปรับปรุงแก้ไขแบบทดสอบในการทดสอบครั้งแรกแล้ว ได้นำแบบทดสอบ ทั้ง เจ็ดฉบับไปทดสอบครั้งที่ 2 ปรากฏว่ามีข้อสอบที่มีค่าความยากถึง เกณฑ์มากขึ้น แต่ยังมีข้อสอบ บางข้อที่มีค่าความยากต่ำกว่า .65 ซึ่งในแบบทดสอบฉบับที่ 1 มีจำนวน 8 ข้อ แบบทดสอบ ฉบับที่ 2 จำนวน 2 ข้อ แบบทดสอบฉบับที่ 3 จำนวน 5 ข้อ แบบทดสอบฉบับที่ 4 จำนวน 3 ข้อ แบบทดสอบฉบับที่ 5 จำนวน 1 ข้อ แบบทดสอบฉบับที่ 6 จำนวน 4 ข้อ และ แบบทดสอบฉบับที่ 7 จำนวน 4 ข้อ รวมข้อสอบที่มีค่าความยากต่ำกว่าเกณฑ์ทุกฉบับมีจำนวน 27 ข้อ คัดเลือกข้อสอบไว้ทดสอบครั้งที่ 3 จุดมุ่งหมาย เชิงพฤติกรรมละ 5 ข้อ โดย คัดเลือกข้อสอบที่มีค่าความยากต่ำกว่า .65 ออกทุกข้อ ต่อจากนั้นจะคัดเลือกข้อสอบที่มี ค่าอำนาจจำแนกต่ำกว่า .00 ออกอีกทุกข้อ ถ้ายังมีข้อสอบที่ต้องการคัดเลือกออกอีก ก็นำ ข้อสอบที่เหลือมาดูค่าความยากจากกลุ่มผู้มีความบกพร่อง โดยยึดหลักว่าข้อสอบที่วัดใน จุดมุ่งหมาย เชิงพฤติกรรม เดียวมีค่าใกล้เคียงกัน ข้อสอบข้อใดที่มีค่าความยากจากกลุ่มผู้มีความ บกพร่อง เบี่ยงเบนห่างมากกว่าข้ออื่น ๆ ที่วัดในจุดมุ่งหมาย เชิงพฤติกรรม เดียวกัน จะถูกตัดออก ให้ครบตามจำนวนที่ต้องการ

เมื่อคัดเลือกข้อสอบได้ตามต้องการแล้ว นำแบบทดสอบทั้ง เจ็ดฉบับไปทดสอบครั้งที่ 3 ซึ่ง เป็นการทดสอบครั้งสุดท้ายของการสร้างแบบทดสอบครั้งนี้ ปรากฏว่าค่าความยากของข้อสอบ มีค่าตั้งแต่ .65 - .99 ซึ่ง ข้อสอบทุกข้อของ แบบทดสอบทั้ง เจ็ดฉบับมีค่าความยากตามที่ต้องการ คือมีค่าความยากตั้งแต่ .65 ขึ้นไป แสดงว่าเป็นข้อสอบที่ค่อนข้างง่าย เพราะข้อสอบได้ผ่านการ วิเคราะห์ ปรับปรุงแก้ไข และคัดเลือกมาแล้ว สำหรับแบบทดสอบวินิจัยที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น มีค่าความยากมากกว่าแบบทดสอบวินิจัยที่เคยมีผู้สร้างมา เช่น สุขุม มูลเมือง สร้าง แบบทดสอบวินิจัยข้อบกพร่องในการเรียนทัศนียม ได้ค่าความยากตั้งแต่ .50 - .93 (สุขุม มูลเมือง 2523 : 59 - 60) อุไรวรรณ หัตถมนตรี สร้างแบบทดสอบวินิจัย

ในการเรียนเรื่องเศษส่วน ได้ค่าความยากตั้งแต่ .50 - .93 (อุไรวรรณ ทัศนบุตร 2523 : 106 - 107) สำหรับสุนันทา จันทลา ได้สร้างแบบทดสอบวินิจฉัยในการเรียน เรื่อง การบวก ลบ คูณ และหาร ได้ค่าความยากตั้งแต่ .53 - .95 (สุนันทา จันทลา 2524 : 122) และ วรรณที ชุมหุขิยานนท์ ได้สร้างแบบทดสอบวินิจฉัยวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง โพลีโนเมียล ได้ค่าความยากตั้งแต่ .50 - .97 (วรรณที ชุมหุขิยานนท์ 2524 : 119 - 120) แต่แบบทดสอบวินิจฉัยที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมีค่าความยากสอดคล้องกับ บลูม (Bloom, 1971 : 91 - 92) ที่ได้กล่าวถึงลักษณะของแบบทดสอบวินิจฉัยว่าข้อสอบแต่ละข้อควรมีค่าความยากตั้งแต่ .65 ขึ้นไป

2. ค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบ ในแบบทดสอบวินิจฉัยทั้งเจ็ดฉบับ จากการวิเคราะห์ผลการทดสอบสามครั้ง ได้ค่าอำนาจจำแนกสรุปผล ได้ดังนี้

การทดสอบครั้งที่ 1	แบบทดสอบฉบับที่ 1	มีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่	-.02 - .60
	แบบทดสอบฉบับที่ 2	มีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่	.00 - .67
	แบบทดสอบฉบับที่ 3	มีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่	.02 - .69
	แบบทดสอบฉบับที่ 4	มีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่	.03 - .75
	แบบทดสอบฉบับที่ 5	มีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่	.07 - .65
	แบบทดสอบฉบับที่ 6	มีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่	.03 - .59
	แบบทดสอบฉบับที่ 7	มีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่	.28 - .67
การทดสอบครั้งที่ 2	แบบทดสอบฉบับที่ 1	มีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่	.06 - .53
	แบบทดสอบฉบับที่ 2	มีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่	.02 - .65
	แบบทดสอบฉบับที่ 3	มีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่	.02 - .75
	แบบทดสอบฉบับที่ 4	มีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่	.08 - .75

	แบบทดสอบฉบับที่ 5	มีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่	.06 - .59
	แบบทดสอบฉบับที่ 6	มีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่	.08 - .74
	แบบทดสอบฉบับที่ 7	มีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่	.23 - .78
แบบทดสอบครั้งที่ 3	แบบทดสอบฉบับที่ 1	มีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่	.02 - .54
	แบบทดสอบฉบับที่ 2	มีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่	.01 - .65
	แบบทดสอบฉบับที่ 3	มีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่	.04 - .54
	แบบทดสอบฉบับที่ 4	มีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่	.08 - .45
	แบบทดสอบฉบับที่ 5	มีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่	.06 - .60
	แบบทดสอบฉบับที่ 6	มีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่	.03 - .67
	แบบทดสอบฉบับที่ 7	มีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่	.23 - .56

ค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบในแบบทดสอบวินิจฉัยทั้งเจ็ดฉบับ ผลการวิเคราะห์ในการทดสอบครั้งที่ 1 ปรากฏว่าค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบทุกฉบับมีค่าตั้งแต่ $-.02 - .75$ ซึ่งข้อสอบส่วนใหญ่สอดคล้องกับเกณฑ์ที่กำหนดไว้ มีข้อสอบเพียงข้อเดียวที่มีค่าอำนาจจำแนกต่ำกว่า $.00$ แสดงว่านักเรียนในกลุ่มนี้ไม่มีความบกพร่องตอบข้อสอบส่วนใหญ่ดีกว่ากลุ่มผู้มีความบกพร่อง สำหรับข้อสอบที่มีค่าอำนาจจำแนกต่ำกว่า $.00$ จะถูกนำไปปรับปรุงแก้ไข เพื่อให้ข้อสอบที่มีค่าอำนาจจำแนกสูงขึ้น เมื่อปรับปรุงแก้ไขข้อสอบแล้ว นำแบบทดสอบทุกฉบับไปทดสอบครั้งที่ 2 ปรากฏว่าค่าอำนาจจำแนกมีค่าตั้งแต่ $.02 - .78$ ซึ่งข้อสอบทุกข้อสอดคล้องกับเกณฑ์ที่กำหนด คือมีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ $.00$ ขึ้นไป เมื่อคัดเลือกข้อสอบได้ครบตามที่ต้องการแล้วนำแบบทดสอบทุกฉบับไปทดสอบครั้งที่ 3 ซึ่งเป็นการหาคุณภาพครั้งสุดท้ายของการสร้างแบบทดสอบ ปรากฏว่าค่าอำนาจจำแนกมีค่าตั้งแต่ $.01 - .67$ ข้อสอบทุกข้อมีค่าอำนาจจำแนกตามเกณฑ์ที่กำหนด คือมีค่าตั้งแต่ $.00$ ขึ้นไป ซึ่งสอดคล้องกับค่าอำนาจจำแนกในแบบทดสอบวินิจฉัยที่ สุขุม มูลเมือง ได้สร้างไว้ มีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ $.02 - .64$ (สุขุม มูลเมือง 2523 : 59 - 60) ส่วน อุไรวรรณ ทศนบุตร ได้สร้างไว้มีค่าอำนาจจำแนก

ตั้งแต่ .00 - .89 (อุไรวรรณ ทศนบุตร 2523 : 106 - 107) สำหรับ สุนันทา
 จันทลา ไคสรังไว มีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ .11 - .87 (สุนันทา จันทลา 2524 :
 127 - 128) และ วรรณดี ชูณหวิยานนท์ ไคสรังไวมีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ .00 - .73
 (วรรณดี ชูณหวิยานนท์ 2524 : 126 - 127) และยังสอดคล้องกับ อคัมภ์ และทอร์เจอร์สัน
 ที่กล่าวว่า แบบทดสอบวินิจัยมีจุดมุ่งหมายที่สำคัญที่สุด เพื่อค้นหาว่าสิ่งใดที่นักเรียนไม่สามารถ
 จะทำได้ และมีสาเหตุใด มากกว่าที่จะเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ของนักเรียน (Adams and
 Torgerson. 1964 : 472) ดังนั้นข้อสอบทุกข้อในแบบทดสอบวินิจัยทั้ง เจ็ดฉบับ จึงมี
 ค่าอำนาจจำแนกตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้

3. ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวินิจัยทั้ง เจ็ดฉบับ จากการทดสอบครั้งที่ 3

ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวินิจัยทั้ง เจ็ดฉบับ จากการทดสอบครั้งที่ 3

ซึ่งเป็นการหาคูณภาพครั้งสุดท้ายของการสร้างแบบทดสอบ ผลปรากฏว่าแบบทดสอบ ฉบับที่ 1
 ฉบับที่ 2 ฉบับที่ 3 ฉบับที่ 4 ฉบับที่ 5 ฉบับที่ 6 และฉบับที่ 7 มีความเชื่อมั่นเรียงตาม
 ลำดับดังนี้ .6815 .6791 .6694 .6342 .6540 .7304 และ .6187

ผลจากการคำนวณหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ จากการทดสอบครั้งที่ 3

ซึ่งหาโดยใช้สูตรของ ฮวิน (Huynh) ปรากฏว่าได้ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้ง เจ็ดฉบับ
 ตั้งแต่ .6187 - .7304 ซึ่งได้ค่าที่ค่อนข้างต่ำเมื่อเปรียบเทียบกับค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ

วินิจัยที่คำนวณโดยใช้สูตร คูเคอร์ - ริชาร์ดสัน 20 แล้วปรับแก้โดยวิธีหาค่าความเชื่อมั่นของ

แบบทดสอบอิงเกณฑ์ ของ ลิฟวิงสตัน เช่น สุขุม มูลเมือง หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ

วินิจัยข้อบกพร่องในการเรียนทัศนียม ได้ค่าตั้งแต่ .9163 - .9683 (สุขุม มูลเมือง

2523 : 52) ส่วน อุไรวรรณ ทศนบุตร หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวินิจัยความบกพร่อง

ในการเรียนเรื่อง เศษส่วน ได้ค่าตั้งแต่ .906 - .967 (อุไรวรรณ ทศนบุตร 2523 : 107)

สำหรับ สุนันทา จันทลา หากความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวินิจฉัยในการเรียนเรื่องการบวก
ลบ คูณ และหาร ได้ค่าตั้งแต่ .869 - .918 (สุนันทา จันทลา 2524 : 128) และ
วรรณที ชูณหาดิยานนท์ หากความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวินิจฉัยวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง
โพลิโนเมียล ได้ค่าตั้งแต่ .7257 - .9474 (วรรณที ชูณหาดิยานนท์ 2524 : 127)
แต่เมื่อเปรียบเทียบความเชื่อมั่นของผู้ใช้สูตรของ ฮวิน (Huynh) เหมือนกัน ค่าความเชื่อมั่น
ของแบบทดสอบวินิจฉัยที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมีค่าความเชื่อมั่นสูงกว่า ของ ไพฑูรย์ เวทการ ซึ่งหา
ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบอิง เกณฑ์วิชาคณิตศาสตร์ ได้ค่าความเชื่อมั่น ตั้งแต่ .2042 - .3134
สำหรับการใช้สูตรของ ฮวิน (Huynh) แล้วได้ค่าความเชื่อมั่นเท่านั้น ซับโคเวียค
(Subkoviak) ได้กล่าวว่า ความเชื่อมั่นที่คำนวณโดยใช้สูตร ฮวิน จะได้ค่าความเชื่อมั่น
ต่ำกว่าวิธีของคนอื่น แต่วิธีนี้จะเป็นการหาความเชื่อมั่นของแบบทดสอบอิง เกณฑ์ที่เหมาะสมกับ
คะแนนหลายชนิดที่เกิดขึ้นในทางปฏิบัติ (แจ้งจิต อินทสุวรรณ 2523 : 59 - 60) ดังนั้น
ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบที่สร้างขึ้นทั้ง เจ็ดฉบับ มีความเชื่อมั่นที่เชื่อถือได้

4. หากความเที่ยงตรง ของแบบทดสอบ

4.1 หากความเที่ยงตรงเชิง เนื้อหา

ได้ให้ผู้เชี่ยวชาญทางเนื้อหาวิชา จำนวน 8 คน เป็นผู้พิจารณาตัดสิน
ว่าข้อสอบทั้ง เจ็ดฉบับมีความเที่ยงตรงเชิง เนื้อหาหรือไม่ ซึ่งใช้แบบกรวยการถามวิธีของ
โรวินเนลลี และแฮมเบิร์ตตัน (Rovinelli and Hamberton) การตรวจสอบมี 2 ขั้นตอน
คือ

ขั้นตอนที่ 1 นำจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรม เนื้อหาวิชา และจุดมุ่งหมาย
ของหลักสูตร ไปให้ผู้เชี่ยวชาญพิจารณาตัดสินว่าจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรมที่เขียนขึ้นนั้น ครอบคลุม
เนื้อหาวิชาในหลักสูตรหรือไม่

ขั้นตอนที่ 2 นำข้อสอบวินิจฉัยที่สร้างขึ้นทั้ง เจ็ดฉบับ และจุดมุ่งหมาย
เชิงพฤติกรรม ไปให้ผู้เชี่ยวชาญพิจารณาตัดสินว่าข้อสอบ เขียนได้ตรงตามจุดมุ่งหมาย เชิงพฤติกรรม
หรือไม่

ผลจากการพิจารณาตัดสินของผู้เชี่ยวชาญ ในขั้นตอนที่ 1 ปรากฏว่า
คะแนนรวมการพิจารณาตัดสินของผู้เชี่ยวชาญ ระหว่างจุดมุ่งหมาย เชิงพฤติกรรมกับเนื้อหาวิชา
ในหลักสูตร ของแบบทดสอบฉบับที่ 1 ได้คะแนนรวม ตั้งแต่ 7 - 8 คะแนน แบบทดสอบ
ฉบับที่ 2 ตั้งแต่ 6 - 7 คะแนน แบบทดสอบฉบับที่ 3 ตั้งแต่ 6 - 8 คะแนน แบบทดสอบ
ฉบับที่ 4 ตั้งแต่ 6 - 8 คะแนน แบบทดสอบฉบับที่ 5 ตั้งแต่ 6 - 8 คะแนน และ
แบบทดสอบฉบับที่ 7 ตั้งแต่ 7 - 8 คะแนน จากคะแนนเต็ม 8 คะแนน ซึ่งคะแนนรวมของ
แบบทดสอบทั้ง เจ็ดฉบับมีคะแนนรวม เกินครึ่งหนึ่งของคะแนนเต็มทุกฉบับ แสดงว่าจุดมุ่งหมาย
เชิงพฤติกรรมที่เขียนนั้นครอบคลุม เนื้อหาวิชาของหลักสูตร

สำหรับในขั้นตอนที่ 2 คะแนนรวมการพิจารณาตัดสินของผู้เชี่ยวชาญ
ระหว่าง ข้อสอบกับจุดมุ่งหมาย เชิงพฤติกรรม ปรากฏว่าแบบทดสอบเกือบทุกฉบับ ได้คะแนนรวม
8 คะแนนเต็ม ยกเว้นแบบทดสอบฉบับที่ 1 และฉบับที่ 7 ที่ได้คะแนนรวมทั้ง 7 - 8 คะแนน
ซึ่งคะแนนรวมของแบบทดสอบทั้ง เจ็ดฉบับมีคะแนนรวม เกินครึ่งของคะแนนเต็มทุกฉบับ แสดงว่า
ข้อสอบทุกข้อเขียนได้ตรงตามจุดมุ่งหมาย เชิงพฤติกรรม

จากการตรวจสอบทั้ง 2 ขั้นตอน ปรากฏว่าได้รับการยืนยันจาก
ผู้เชี่ยวชาญทาง เนื้อหาวิชาจำนวน 8 คน ว่าจุดมุ่งหมาย เชิงพฤติกรรม เขียนได้ครอบคลุม
เนื้อหาวิชาในหลักสูตรและข้อสอบทุกข้อ เขียนได้ตรงตามจุดมุ่งหมาย เชิงพฤติกรรมที่ต้องการ
ทดสอบจริง แสดงว่าแบบทดสอบทั้ง เจ็ดฉบับมีความเที่ยงตรง เชิงเนื้อหา

4.2 หาความเที่ยงตรง เชิงโครงสร้าง

การหาความเที่ยงตรง เชิงโครงสร้างตรวจสอบโดยอาศัยค่าความยาก
จากกลุ่มผู้มีความบกพร่องที่วัดในจุดมุ่งหมาย เชิงพฤติกรรมเดียวกันเป็นตัวชี้แนะ โดยมีหลักเกณฑ์ว่า

ข้อสอบที่วัดในจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรมเกี่ยวกับควรมีค่าใกล้เคียงกัน คือมีค่าพิสัยไม่เกิน .15 ในการทดสอบแต่ละครั้ง ผู้วิจัยได้หาค่าความยากจากกลุ่มผู้มีความบกพร่อง โดยใช้สูตรคำนวณอย่างง่าย และใช้เกณฑ์ในการแบ่งกลุ่มผู้มีความบกพร่องในแบบทดสอบแต่ละฉบับตามตาราง 3 และนำค่าความยากนี้มาหาค่าพิสัยในแต่ละจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรม ปรากฏว่าได้ค่าพิสัยในการทดสอบแต่ละครั้งสรุปได้ดังนี้

การทดสอบครั้งที่ 1	แบบทดสอบฉบับที่ 1	มีค่าพิสัยตั้งแต่	.05 - .51
	แบบทดสอบฉบับที่ 2	มีค่าพิสัยตั้งแต่	.03 - .08
	แบบทดสอบฉบับที่ 3	มีค่าพิสัยตั้งแต่	.02 - .05
	แบบทดสอบฉบับที่ 4	มีค่าพิสัยตั้งแต่	.02 - .16
	แบบทดสอบฉบับที่ 5	มีค่าพิสัยตั้งแต่	.03 - .11
	แบบทดสอบฉบับที่ 6	มีค่าพิสัยตั้งแต่	.03 - .23
	แบบทดสอบฉบับที่ 7	มีค่าพิสัยตั้งแต่	.08 - .21
การทดสอบครั้งที่ 2	แบบทดสอบฉบับที่ 1	มีค่าพิสัยตั้งแต่	.05 - .32
	แบบทดสอบฉบับที่ 2	มีค่าพิสัยตั้งแต่	.02 - .14
	แบบทดสอบฉบับที่ 3	มีค่าพิสัยตั้งแต่	.03 - .16
	แบบทดสอบฉบับที่ 4	มีค่าพิสัยตั้งแต่	.08 - .35
	แบบทดสอบฉบับที่ 5	มีค่าพิสัยตั้งแต่	.07 - .22
	แบบทดสอบฉบับที่ 6	มีค่าพิสัยตั้งแต่	.04 - .35
	แบบทดสอบฉบับที่ 7	มีค่าพิสัยตั้งแต่	.16 - .22
การทดสอบครั้งที่ 3	แบบทดสอบฉบับที่ 1	มีค่าพิสัยตั้งแต่	.03 - .12
	แบบทดสอบฉบับที่ 2	มีค่าพิสัยตั้งแต่	.03 - .06
	แบบทดสอบฉบับที่ 3	มีค่าพิสัยตั้งแต่	.04 - .10

แบบทดสอบฉบับที่ 4	มีค่าพิสัยตั้งแต่	.04 - .11
แบบทดสอบฉบับที่ 5	มีค่าพิสัยตั้งแต่	.03 - .07
แบบทดสอบฉบับที่ 6	มีค่าพิสัยตั้งแต่	.08 - .11
แบบทดสอบฉบับที่ 7	มีค่าพิสัยตั้งแต่	.03 - .07

ค่าความยากจากกลุ่มผู้มีความบกพร่อง จากการทดสอบครั้งที่ 1 ปรากฏว่า ค่าความยากจากกลุ่มผู้มีความบกพร่องที่วัดในจุดมุ่งหมาย เชิงพฤติกรรม เดียวกัน ส่วนมาก มีค่าใกล้เคียงกัน แต่มีข้อสอบบางข้อที่มีค่าความยากแตกต่างจากข้ออื่น ๆ มาก จึงทำให้ได้ ค่าพิสัยที่กว้างมาก คือมีค่าพิสัยในแบบทดสอบทุกฉบับตั้งแต่ .02 - .51 ทั้งนี้เนื่องจากการ ทดสอบครั้งนี้เป็นการทดสอบครั้งแรก ข้อสอบยังไม่ได้ผ่านการวิเคราะห์และปรับปรุงแก้ไขมาก่อน เมื่อได้ปรับปรุงและแก้ไขข้อสอบเรียบร้อยแล้ว จึงนำแบบทดสอบทุกฉบับไปทดสอบครั้งที่ 2 ปรากฏว่าค่าความยากจากกลุ่มผู้มีความบกพร่องที่วัดในจุดมุ่งหมาย เชิงพฤติกรรม เดียวกันมีค่า ใกล้เคียงกันมากขึ้น จึงทำให้ได้ค่าพิสัยของแบบทดสอบทุกฉบับแคบกว่าการทดสอบครั้งที่ 1 คือมีค่าพิสัยตั้งแต่ .02 - .35 แต่ยังมีข้อสอบบางข้อที่มีค่าความยากจากกลุ่มผู้มีความบกพร่อง ที่มีค่าห่างจากข้อสอบข้ออื่น ๆ ที่วัดในจุดมุ่งหมาย เชิงพฤติกรรม เดียวกัน จึงทำให้บางจุดมุ่งหมาย เชิงพฤติกรรมมีค่าพิสัยที่กว้างมาก เมื่อได้คัดเลือกข้อสอบได้ตามจำนวนที่ต้องการแล้วนำแบบทดสอบ ทุกฉบับไปทดสอบครั้งที่ 3 ซึ่งเป็นการทดสอบครั้งสุดท้ายของการสร้างแบบทดสอบ ปรากฏว่า ได้ค่าความยากจากกลุ่มผู้มีความบกพร่องที่วัดในจุดมุ่งหมาย เชิงพฤติกรรม เดียวกันมีค่าใกล้เคียง กันมาก โดยมีค่าพิสัยตั้งแต่ .03 - .12 แสดงว่าแบบทดสอบทั้งเจ็ดฉบับมีความเที่ยงตรง เชิงโครงสร้างสูง ซึ่งสอดคล้องกับ สงบ ลักษณะ ที่กล่าวว่า ความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้าง ตรวจสอบโดยค่าความยากจากกลุ่มผู้มีความบกพร่องที่วัดในจุดมุ่งหมาย เชิงพฤติกรรม เดียวกัน ควรมีค่าใกล้เคียงกัน (สงบ ลักษณะ 2523 : 40 - 44)

5. วิเคราะห์จุดบกพร่องที่นักเรียนเลือกตอบผิด ในการตอบแบบทดสอบวินิจฉัยทั้งเจ็ดฉบับ จากการทดสอบครั้งที่ 3 ผลปรากฏว่าแบบทดสอบแต่ละฉบับนักเรียนมีจุดบกพร่องดังนี้

แบบทดสอบฉบับที่ 1 (ความรู้ที่เกี่ยวกับจำนวนเต็ม) นักเรียนมีจุดบกพร่องดังนี้

1. ไม่เข้าใจความหมายของตัวแปร โดยนำตัวเลขที่แทนตัวแปรแล้วทำให้ประโยคนั้นเป็นจริงมาเป็นคำตอบ เนื่องจากไม่อ่านคำสั่งหรือเข้าใจผิดในคำสั่ง นอกจากนั้นยังเข้าใจว่าจำนวนที่อยู่หน้าเครื่องหมาย เป็นตัวแปรหรือเข้าใจว่าตัวเลขคือตัวแปร
2. ไม่สามารถแยกจำนวนเต็มออกจากจำนวนอื่น ๆ ได้ โดยเข้าใจว่าทศนิยมและเศษส่วนเป็นจำนวนเต็ม
3. ไม่สามารถหาความสัมพันธ์ระหว่าง เส้นจำนวนกับจำนวนเต็มได้
4. ไม่สามารถเรียงลำดับเลขตามแบบที่กำหนดให้ได้ โดยเรียงจำนวนเพิ่มครั้งละ 1 จากจำนวนสุดท้าย หรือเรียงจำนวนซ้ำแบบที่กำหนดให้ หรือเรียงจำนวนย้อนกลับแบบที่กำหนดให้
5. เข้าใจว่าจำนวนเต็มลบที่มีค่าสมบูรณ์มากกว่าจะมีค่ามากกว่า
6. เข้าใจว่าศูนย์มีค่ามากกว่าจำนวนเต็มบวก
7. เข้าใจว่าจำนวนเต็มลบมีค่ามากกว่าจำนวนเต็มบวกหรือศูนย์
8. ไม่เข้าใจคุณสมบัติการสลับที่สำหรับการบวกและการคูณ โดยนำตัวเลขที่เหมือนกันทั้งสองข้าง หรือนำตัวเลขค่านที่ไม่มีตัวแปรมาบวกกันหรือนำตัวเลขทั้งหมดมาบวกกัน หรือนำตัวเลขค่านที่ไม่มีตัวแปรมาคูณกัน เป็นคำตอบ
9. ไม่เข้าใจคุณสมบัติการจับคู่ทุกสำหรับการบวกและการคูณ โดยนำจำนวนแรก หรือจำนวนกลาง หรือจำนวนสุดท้าย หรือนำจำนวนในวงเล็บมาคำนวณเป็นคำตอบ
10. ไม่เข้าใจคุณสมบัติของการกระจาย โดยนำเลขมาคูณเรียงต่อกันใส่เครื่องหมายบวกและคูณสลับที่กัน หรือจำหลักในการกระจายสลับ

11. ไม่เข้าใจความหมายของค่าสมบูรณ์ โดยนำตัวเลขมาบวกกัน นำมาเรียงสลับที่กัน ใช้จำนวนตรงข้าม หรือใช้จำนวนเต็ม มาตอบเป็นค่าสมบูรณ์ นอกจากนั้น ยังเข้าใจว่าจำนวนเต็มลบที่มีค่ามากจะมีค่าสมบูรณ์มากกว่า เข้าใจว่าจำนวนเต็มบวกที่มีค่าน้อยกว่ามีค่าสมบูรณ์มากกว่า หรือเข้าใจว่าจำนวนเต็มบวกมีค่าสมบูรณ์มากกว่าจำนวนเต็มลบ

12. ไม่เข้าใจความหมายของจำนวนตรงข้าม โดยใช้จำนวนเต็มเป็นคำตอบ นอกจากนั้นยัง เข้าใจว่าจำนวนที่มีค่าสมบูรณ์มากกว่าหรือน้อยกว่าจำนวนเต็มใด ๆ อีก 1 คือจำนวนตรงข้าม หรือเข้าใจว่าจำนวนที่สลับตำแหน่งของจำนวนเต็มใด ๆ คือจำนวนตรงข้าม

ฉบับที่ 2 (การบวกจำนวนเต็ม) นักเรียนมีจุดบกพร่องดังนี้

1. มีความบกพร่องในการคำนวณ โดยบวกเลขผิดตำแหน่ง นำเลขในหลักร้อยมาลบกัน หรือบวกเลขไม่ครบทุกหลัก

2. มีความบกพร่องเกี่ยวกับจำนวนทด โดยคิดว่ามีจำนวนทด สัมบวกจำนวนทด หรือบวกจำนวนทดผิดหลัก

3. ใช้ขบวนการผิด โดยบวกเลขจากข้างหน้ามาหลัง

4. เข้าใจว่าจำนวนเต็มลบบวกจำนวนเต็มลบผลลัพธ์เป็นจำนวนเต็มบวก

5. เข้าใจว่านำค่าสมบูรณ์มาลบกันแล้วตอบเป็นจำนวนเต็มบวก

6. เข้าใจว่านำสองจำนวนแรกมาบวกกันแล้วลบด้วยจำนวนสุดท้าย

ผลลัพธ์เป็นจำนวนเต็มลบ

7. เข้าใจว่านำสองจำนวนแรกมาบวกกันแล้วลบด้วยจำนวนสุดท้าย

ผลลัพธ์เป็นจำนวนเต็มบวก

8. เข้าใจว่านำค่าสมบูรณ์มาบวกกันแล้วตอบเป็นจำนวนเต็มลบ

9. เข้าใจว่านำค่าสมบูรณ์มาบวกกันแล้วตอบเป็นจำนวนเต็มบวก

10. นำจำนวนใดจำนวนหนึ่ง เป็นคำตอบ

11. เข้าใจว่าจำนวนเต็มบวกบวกกับจำนวนเต็มลบผลลัพธ์เป็นจำนวนเต็มบวก

หรือจำนวนเต็มลบ โดยไม่รู้ว่าพวกใดมีค่าสมบูรณ์มากกว่า

ฉบับที่ 3 (การลบจำนวนเต็ม) นักเรียนมีจุดบกพร่องดังนี้

1. ไม่เข้าใจวิธีการ เปลี่ยนการลบ เป็นการบวกด้วยจำนวนตรงข้ามของตัวลบ โดยเข้าใจว่าต้อง เปลี่ยนตัวตั้งเป็นจำนวนตรงข้าม หรือไม่ต้อง เปลี่ยนตัวลบเป็นจำนวนตรงข้าม หรือ เปลี่ยนทั้งตัวตั้งและตัวลบ เป็นจำนวนตรงข้าม
2. ใช้เลขที่อยู่ในหลักเดียวกันที่มีค่ามากกว่าเป็นตัวตั้ง
3. ลืมหักจำนวนที่ถูกนำไปกระจายก่อนที่จะลบ เลขหลักต่อไป
4. ใช้วิธีบวกในหลักที่ตัวลบมากกว่าตัวตั้ง
5. นำตัวตั้ง เป็นคำตอบในหลักที่ตัวลบมากกว่าตัวตั้ง
6. บกพร่องในการใส่เครื่องหมาย
7. ไม่เข้าใจหลักของการลบจำนวนเต็ม โดยเข้าใจว่านำค่าสมมูลมาบวกหรือลบ แล้ว ได้ผลลัพธ์เป็นจำนวนเต็มบวกหรือจำนวนเต็มลบ

ฉบับที่ 4 (การคูณจำนวนเต็ม) นักเรียนมีจุดบกพร่องดังนี้

1. ไม่เข้าใจเข้าใจความหมายของการคูณที่อยู่ในรูปของการบวก
2. ใช้วิธีบวกแทนวิธีคูณ
3. มีความบกพร่องในการคำนวณ โดยคูณตัวตั้งไม่ครบทุกจำนวนคูณซ้ำหลักที่คูณมาแล้ว ไม่นำศูนย์ไปคูณ คูณจำนวนทดแทนตัวตั้งหรือไม่ใช้หลักทางคณิตศาสตร์ในการคำนวณ
4. บกพร่องเกี่ยวกับจำนวนทด โดยลืมบวกจำนวนทด ใส่จำนวนทดผิดหลัก ใส่จำนวนทดขาด ใส่จำนวนทดเกิน หรือใช้ตัวตั้งเป็นจำนวนทด
5. ใช้ขบวนการผิดโดยคูณจากข้างหน้ามาหลัง
6. นำจำนวนตรงข้ามของตัวตั้ง เป็นคำตอบ

7. เข้าใจว่าจำนวนเต็มบวกคูณกับจำนวนเต็มลบ ผลลัพธ์ได้จำนวนเต็มบวก
8. เข้าใจว่าจำนวนเต็มบวกสองจำนวนคูณกับจำนวนเต็มลบหนึ่งจำนวน

ผลลัพธ์ได้จำนวนเต็มบวก

9. เข้าใจว่าจำนวนเต็มบวกหนึ่งจำนวน คูณกับจำนวนเต็มลบสองจำนวน

ผลลัพธ์ได้จำนวนเต็มลบ

10. เข้าใจว่าจำนวนเต็มลบ คูณกับจำนวนเต็มลบ ผลลัพธ์ได้จำนวนเต็มลบ
11. นำตัว เลขมา เรียงกัน เป็นคำตอบ
12. เข้าใจว่าจำนวนเต็มลบสามจำนวนคูณกันผลลัพธ์ได้จำนวนเต็มบวก

ฉบับที่ 5 (การหารจำนวนเต็ม) นักเรียนมีจุดบกพร่องดังนี้

1. ใช้ขบวนการผิด โดยหารจากข้างหน้ามาหลัง
2. บกพร่องในการคำนวณ โดยไม่ใช้หลักทางคณิตศาสตร์
3. นำตัวหาร เป็นคำตอบ
4. เข้าใจว่าจำนวนเหมือนกันหาร กันผลลัพธ์ เป็นศูนย์
5. เข้าใจว่าจำนวนเต็มบวกหารด้วยจำนวนเต็มลบ ผลลัพธ์ เป็นจำนวนเต็มบวก
6. เข้าใจว่าจำนวนเต็มลบ หารด้วยจำนวนเต็มบวก ผลลัพธ์ เป็น

จำนวนเต็มบวก

7. นำจำนวนตรงข้ามของตัวตั้ง หรือตัวหาร เป็นคำตอบ
8. เข้าใจว่าจำนวนเต็มลบหารด้วยจำนวนเต็มลบ ผลลัพธ์ เป็นจำนวนเต็มลบ

ฉบับที่ 6 (คุณสมบัติของหนึ่งและคุณสมบัติของศูนย์) นักเรียนมีจุดบกพร่อง

ดังนี้

1. เข้าใจว่าจำนวนเต็มใด ๆ คูณด้วย 1 ผลลัพธ์เท่ากับ 1
2. ใช้วิธีบวกแทนวิธีคูณหรือวิธีหาร
3. นำเลขมาเรียงกันเป็นคำตอบ
4. เข้าใจว่าจำนวนเต็มลบคูณด้วย 1 ผลลัพธ์เป็นจำนวนเต็มบวก
5. เข้าใจว่าจำนวนเต็มลบคูณด้วย 1 ค่าสมบูรณ์เพิ่มขึ้นอีก 1
6. เข้าใจว่าจำนวนเต็มบวกหารด้วย 1 ผลลัพธ์เท่ากับ 1
7. เข้าใจว่าจำนวนเต็มลบหารด้วย 1 ได้ผลลัพธ์เท่ากับ -1
8. เข้าใจว่าจำนวนเต็มลบหารด้วย 1 ผลลัพธ์เป็นจำนวนเต็มบวก
9. เข้าใจว่าจำนวนเต็มใด ๆ บวกกับ 0 ผลลัพธ์เท่ากับ 0
10. เข้าใจว่าจำนวนเต็มใด ๆ บวกกับ 0 ผลลัพธ์เป็นเลขสลับหลักของ

จำนวนนั้น

11. เข้าใจว่าจำนวนเต็มลบใด ๆ บวกด้วย 0 ผลลัพธ์เป็นจำนวนเต็มบวก
12. เข้าใจว่าจำนวนเต็มใด ๆ คูณกับ 0 ผลลัพธ์คือ จำนวนตรงข้ามของ

จำนวนนั้น

13. เข้าใจว่าจำนวนเต็มใด ๆ คูณกับ 0 ผลลัพธ์คือจำนวนเต็มนั้น
14. เข้าใจว่า 0 หารด้วยจำนวนเต็มบวก หรือจำนวนเต็มลบ ผลลัพธ์

คือ 1

15. เข้าใจว่า 0 หารด้วยจำนวนเต็มใด ๆ ผลลัพธ์คือจำนวนเต็มนั้น

ฉบับที่ 7 (เลขยกกำลัง) นักเรียนมีจุดบกพร่องดังนี้

1. ไม่เข้าใจนิยามของ เลขยกกำลัง โดยใช้ เลขที่แยกตัวประกอบไว้ เป็นเลขฐานหนึ่งจำนวน ที่เหลืออีกจำนวนให้เป็นเลขชี้กำลัง หรือใช้ เลขที่แยกตัวประกอบไว้เป็นเลขฐาน และนำเลขทุกจำนวนมาบวกกันเป็นเลขชี้กำลัง หรือนำเลขทุกจำนวนมาบวกกันเป็นเลขฐาน และใช้ เลขที่แยกเป็นตัวประกอบไว้ เป็นเลขชี้กำลัง
2. ไม่เข้าใจนิยามของ เลขยกกำลัง โดยนำเลขฐานบวกกับ เลขชี้กำลัง เป็นผลลัพธ์ หรือนำเลขฐานคูณ เลขชี้กำลัง เป็นผลลัพธ์ หรือสลับหน้าที่ของ เลขฐานกับ เลขชี้กำลัง
3. นับเลขศูนย์ เป็นเลขยกกำลังขาดไปหรือเกินไป 1 หรือใช้ 100 เป็นเลขฐานแทน 10

จากการวิเคราะห์จุดบกพร่องทั้ง เจ็ดฉบับ สรุปจุดบกพร่อง ได้ดังนี้ แบบทดสอบ ฉบับที่ 1 มีจุดบกพร่องจำนวน 12 ข้อ แบบทดสอบฉบับที่ 2 จำนวน 11 ข้อ แบบทดสอบ ฉบับที่ 3 จำนวน 7 ข้อ แบบทดสอบฉบับที่ 4 จำนวน 12 ข้อ แบบทดสอบฉบับที่ 5 จำนวน 8 ข้อ แบบทดสอบฉบับที่ 6 จำนวน 15 ข้อ และแบบทดสอบฉบับที่ 7 จำนวน 3 ข้อ สำหรับแบบทดสอบบางฉบับมีจุดบกพร่องบางข้อสามารถที่จะแยก หาจุดบกพร่อง ได้ ละเอียกเป็นจุดบกพร่องย่อยๆ คือแบบทดสอบฉบับที่ 1 แยกเป็นจุดบกพร่องย่อยๆ ได้จำนวน 34 ข้อ แบบทดสอบฉบับที่ 2 จำนวน 6 ข้อ แบบทดสอบฉบับที่ 4 จำนวน 10 ข้อ และแบบทดสอบฉบับที่ 7 จำนวน 6 ข้อ ดังนั้นแบบทดสอบที่มีจุดบกพร่องมากที่สุดคือ แบบทดสอบฉบับที่ 1 มี 12 ข้อใหญ่ 34 ข้อย่อย และแบบทดสอบที่มีจุดบกพร่องน้อยที่สุดคือ แบบทดสอบฉบับที่ 7 มี 3 ข้อใหญ่ 6 ข้อย่อย ทั้งนี้เป็นเพราะแบบทดสอบฉบับที่ 1 เป็น แบบทดสอบที่วัดความรู้เบื้องต้นที่เกี่ยวกับจำนวนเต็ม ซึ่งมีเนื้อหามากกว่าแบบทดสอบฉบับอื่น ๆ และมีจำนวนข้อสอบมากที่สุดคือจำนวน 60 ข้อ สำหรับแบบทดสอบฉบับที่ 7 เป็นแบบทดสอบ ที่วัดความรู้เกี่ยวกับเลขยกกำลัง ซึ่งมีเนื้อหาเพียงเรื่องเดียว และมีจำนวนข้อสอบน้อยที่สุด คือจำนวน 20 ข้อ

สำหรับจุดบกพร่องในแต่ละฉบับส่วนมากมีจุดบกพร่องแตกต่างกัน เนื่องจากแบบทดสอบแต่ละฉบับวัดเนื้อหาต่างกัน แต่ก็ยังมีจุดบกพร่องบางจุดบกพร่องที่เหมือนกันในแต่ละฉบับ ส่วนมากเป็นจุดบกพร่องเกี่ยวกับการใช้ทักษะ เช่น มีจุดบกพร่องในการคำนวณ มีจุดบกพร่องเกี่ยวกับจำนวนทศ แต่มีจุดบกพร่องเกี่ยวกับการใช้ขบวนการในการคำนวณคิด ดังนั้นจากการวิเคราะห์จุดบกพร่อง ปรากฏว่าตัวลวงที่นักเรียนเลือกตอบสามารถวิเคราะห์จุดบกพร่องในการเรียนได้ ซึ่งสอดคล้องกับ อีเบล (Ebel. 1965 : 449) บราวน์ (Brown. 1970 : 225) และ สิงห์ (Singha. 1974 : 200 - 201) ที่กล่าวในทำนองเดียวกันว่า จุดมุ่งหมายในการสร้างแบบทดสอบวินิจัยก็เพื่อค้นหาข้อบกพร่องของนักเรียน และข้อสอบแต่ละข้อสามารถค้นหาสาเหตุของการตอบผิดได้

ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะในด้านการวิจัย ผู้วิจัยขอเสนอแนะดังนี้

1. ควรสร้างแบบทดสอบวินิจัย เรื่องอื่น ระดับชั้นอื่น และวิชาอื่น ๆ ขึ้นอีก
2. ควรขยายขอบเขตการวิจัยให้กว้างขึ้น เป็นระดับเขต หรือระดับประเทศ เพื่อให้การวิจัยมีคุณค่ามากขึ้น
3. ควรหาวิธีกำหนดเกณฑ์ที่เป็นมาตรฐานในการพิจารณาว่าคะแนนจุดตัดเท่าไรจึงจะถือว่านักเรียนเป็นผู้มีความบกพร่องในการเรียน
4. ควรหาวิธีตรวจสอบค่าพิสัยของค่าความยากจากกลุ่มผู้มีความบกพร่องในแต่ละจุดมุ่งหมาย เชิงพฤติกรรมว่าควรมีค่าเท่าไรจึงจะถือว่าแบบทดสอบมีความเที่ยงตรง เชิงโครงสร้าง
5. ในการวิเคราะห์จุดบกพร่อง เพื่อรวบรวมคำตอบที่นักเรียนส่วนมากตอบผิดมาใช้เป็นตัวลวงนั้น นอกจากดูความถี่ที่นักเรียนตอบผิดควรพิจารณาว่าตัวลวงนั้นสามารถจำแนกข้อบกพร่องได้ต่างกันหรือไม่

บรรณานุกรม

บรรณานุกรม

- กมล สุทธิประเสริฐ "ผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงหลักสูตรและการวัดผลการศึกษา"
การศึกษาเอกชน (2(6) : 26 - 28 มีนาคม 2520
- ชวาล แพทย์กุล "การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน" พัฒนาวิจัย 7 : 2 - 16
 กรกฎาคม 2514
- ทองหล่อ วิภาวีน "ข้อสอบวินิจัย" พัฒนาวิจัย 14 : 49 - 52 กรกฎาคม 2521
- ทัศนีย์ อ่องไพบุลย์ ร.ต.หญิง "การสืบค้นปัญหาที่เป็นอุปสรรคในการเรียนจากนักเรียน
 ชั้นมัธยมศึกษา ของโรงเรียนรัฐบาล" การวิจัยการศึกษา 4 : 1 - 27 สิงหาคม 2513
- นงนุช วรรณวาทะ และภัทรกุล จริยวิทยานนท์ "รูปแบบการประเมินผลหลักสูตรวิชาคณิตศาสตร์
 ของ ไอ อี เอ" วารสารวัดผลการศึกษา 2 : 71 - 82 กันยายน - ธันวาคม 2523
- บุญชม ศรีสะอาด การประเมินผลเพื่อวินิจัย เอกสารอค์สำเนา 2523, 11 หน้า
 _____ "แบบทดสอบวินิจัย" วารสารการวัดผลการศึกษา 2(1) : 9 - 23
 พฤษภาคม - สิงหาคม 2523
- ไพฑูริย์ เวทการ การสร้างแบบทดสอบอิงเกณฑ์ วิชาคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 (ม.1)
 ปรียญานพนธ์ กศ.ม. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร 2524, 135 หน้า
 อค์สำเนา
- ไพศาล หวังพานิช "การสอนเพื่อปรับปรุงการเรียนการสอน" พัฒนาวิจัย 14 : 39 - 48
 กรกฎาคม 2521
- รัตนา ศิริพานิช ความรู้ด้านหลักและทฤษฎีการประเมินที่เกี่ยวกับระเบียบวัดผลมัธยมศึกษาตอนต้น
 เจริญวิทยการพิมพ์ 2521, 71 หน้า
- วิเชียร เกตุสิงห์ การวัดผลการศึกษาและสถิติเบื้องต้น สำนักพิมพ์สกุลไชย 2517, 172 หน้า

- วรรณดี ชุมพูนยานนท์ การสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง โพลีโนเมียล
 สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 (ม.3) ในเขตท้องที่การศึกษาที่ 4 กรุงเทพมหานคร
 ปรินทิพพานิช กศ.ม. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร 2524, 172 หน้า
 อิศำเนา
- ศึกษาธิการ, กระทรวง คู่มือการสอนคณิตศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 (ม.2) โรงพิมพ์คุรุสภา
 2523, 325 หน้า
- _____ แบบเรียนวิชาคณิตศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 (ม.2) โรงพิมพ์คุรุสภา
 2522, 218 หน้า
- _____ หลักสูตรชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น พุทธศักราช 2521 จงเจริญการพิมพ์
 2520, 252 หน้า
- สงบ ลักษณะ "การตรวจสอบความเที่ยงตรงของข้อสอบอิง เกณฑ์" วารสารวิจัยการศึกษาศึกษา
 1 (3) : 36 - 45 มกราคม - เมษายน 2523
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี "การปรับปรุงข้อสอบและการตัดสิน
 ผลการเรียน" วารสารการวิจัยการศึกษาศึกษา 3 (1) : 81 - 102 พฤษภาคม -
 สิงหาคม 2524
- สมศักดิ์ สิ้นธุระเวชณ์ แบบทดสอบวินิจฉัย สำนักทดสอบกรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ
 2522, 7 หน้า
- สุขุม มูลเมือง การสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยข้อบกพร่องในการเรียนทศนิยมสำหรับนักเรียน
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ในเขตจังหวัดนครพนม ปรินทิพพานิช กศ.ม. มหาวิทยาลัย
 ศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร 2523, 106 หน้า อิศำเนา
- สุชาติ รัตนกุล วิธีสอนคณิตศาสตร์ตำราชุดครูประกาศนียบัตรวิชาการศึกษาวิชาคณิตศาสตร์
ตอนที่ 3 โรงพิมพ์คุรุสภา 2506, 184 หน้า
- สุนันทา จันทพลา การสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยในการเรียนเรื่อง บวก ลบ คูณ และหาร
สำหรับนักเรียนชั้นประถมปีที่ 3 ในจังหวัดอ่างทอง ปรินทิพพานิช กศ.ม. มหาวิทยาลัย
 ศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร 2524, 176 หน้า อิศำเนา

- อนันต์ ศรีโสภณ การพัฒนาการทดสอบ จุฬารัตนการพิมพ์ 2515, 159 หน้า
- _____ การวัดและการประเมินผล ไทยวัฒนาพานิช 2520, 251 หน้า
- อุไรวรรณ ทัศนบุตร การสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยความบกพร่องในการเรียนเรื่องเศษส่วน
สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ในจังหวัดนครสวรรค์ ปรินญาพิมพ์ กศ.ม.
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร 2523, 185 หน้า อักสำเนา
- Adams, Georgia S. and Theodore L. Torgerson. Measurement and
Evaluation in Education Psychology and Guidance. New York,
Rinehart and Winston, 1964. 654 p.
- Ahmann, Stanley J. and Marvin D. Glock. Evaluating Pupil Growth
Principles of Tests and Measurement. 3 rd ed., Boston, Allyn
and Bacon, Inc., 1967. 605 p.
- Atkinson, Smith Krouse. The Educator's Encyclopedia. New York,
Prentice Hall, Engle Wood Cliff, 1961. 914 p.
- Bloom, Benjamin S. Hand Book on Formative and Summative Evaluation
of Student Learning. New York, McGraw - Hill, 1971. 923 p.
- Bowman, Deanna Gay. "A Basic Mathematics Diagnostic Instrument,"
Dissertation Abstracts International. 37 : 7260 - A, July,
1976.
- Boyden, Joanne Marie. "Construction of a Diagnostic Test in Verbal
Arithmetic Problem Solving at the Fifth Grade Level," Dissertation
Abstracts International. 31 : 1504 - A, October, 1970.
- Brennan, R.L. "A Generalized Upper-Lower Item Discrimination Index,"
Educational and Psychological Measurement. 32 : 289 - 303, 1972.
- Brown, Frederick G. Principles of Educational and Psychological
Testing. 2 nd ed., New York, Holt, Rinehart and Winston, 1976.
504 p.
- Ebel, Robert L. Measuring Educational Achievement. New Jersey,
Practive - Hall, Engle Wood Cliffs, 1965. 449 p.
- Edward E.L., and other, "Mathematical Competencies and Skill
Essential for Enlightened Citizens," The Arithmetic Teacher.
604 - 604, November 1972.

- Ellis, Leslie Glyde. "A Diagnostic Study of Whole Number Computation of Certain Elementary Students," Dissertation Abstracts. 33 : 2234 - A, November, 1972.
- Gronlund, Norman E. Measurement and Evaluation in Teaching. 3rd ed., New York, Macmillan Publishing Co., Inc., 1967. 590 p.
- Gropper, George L. "A Technology for Developing Instructional Materials Vol.3 Hand Book Part F., Develop Diagnostic and Evaluation Test," Research in Educational. 9 : 145, October, 1974.
- Huynh, H. "On the Reliability of Decisions in Domain - Referenced Testing," Journal of Educational Measurement. 13 : 253 - 264, Spring, 1967.
- Jean, Bosland Viva. "Diagnostic Assessment of Addition Processes with Identification and Remediation of Error Patterns," Dissertation Abstracts. 38 : 4636 - A, February, 1978.
- Lindquist, Everet Franklin. Educational Measurement. Washington, D.C. American Council on Education, 1963. 819 p.
- Mehrens, William A. and Irvin J. Lehmann. Measurement and Evaluation in Education and Psychology. 2nd ed., New York, Holt, Rinehart and Winston, Inc., 1975. 473 p.
- Noll, Victor Herbert. Introduction to Educational Measurement. Boston, Houghton Mifflin, 1957. 437 p.
- Payne, David A. The Specification and Measurement of Learning Outcomes. Waltham, Blaisdell, 1968. 209 p.
- Singha, H.S. Modern Education Teaching. New Delhi, Sterling Pub., 1974. 228 p.
- Thorndike, R.L. and E.P. Hagen. Measurement and Evaluation in Psychology and Education. 4 e., New York, John Wiley and Sons, Inc., 1977. 693 p.

การคำนวณ

ภาคผนวก ก

คู่มือการใช้แบบทดสอบวินิจฉัยในการ เรียนเรื่อง ระบบจำนวนเต็ม

คู่มือการใช้แบบทดสอบวินิฉัยวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ระบบจำนวนเต็ม

แบบทดสอบชุดนี้สร้างขึ้นเพื่อใช้ค้นหาจุดบกพร่องและสาเหตุของความบกพร่องในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ระบบจำนวนเต็ม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ประกอบด้วยแบบทดสอบย่อย 7 ฉบับคือ

- แบบทดสอบฉบับที่ 1 ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับจำนวนเต็ม
- แบบทดสอบฉบับที่ 2 การบวกจำนวนเต็ม
- แบบทดสอบฉบับที่ 3 การลบจำนวนเต็ม
- แบบทดสอบฉบับที่ 4 การคูณจำนวนเต็ม
- แบบทดสอบฉบับที่ 5 การหารจำนวนเต็ม
- แบบทดสอบฉบับที่ 6 คุณสมบัติของหนึ่งและคุณสมบัติของศูนย์
- แบบทดสอบฉบับที่ 7 เลขยกกำลัง

โครงสร้างของแบบทดสอบ

- แบบทดสอบฉบับที่ 1 แบบทดสอบฉบับนี้ต้องการวัดความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับจำนวนเต็ม เป็นแบบทดสอบแบบเลือกตอบชนิดสี่ตัวเลือก มี 60 ข้อ แบ่งออกเป็นสี่ตอนคือ
- ตอนที่ 1 วัดความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับประโยคมี 5 ข้อ ตั้งแต่ข้อ 1 - 5
 - ตอนที่ 2 วัดความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับจำนวนเต็มมี 25 ข้อ ตั้งแต่ข้อ 6 - 30
 - ตอนที่ 3 วัดความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับคุณสมบัติการบวกและการคูณของจำนวนเต็มบวก มี 15 ข้อ ตั้งแต่ข้อ 31 - 45
 - ตอนที่ 4 วัดความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับคาสมบูรณมี 15 ข้อ ตั้งแต่ข้อ 46 - 60

ตัวอย่างข้อสอบ

ข้อ (๐) $2 + 3 = ?$

ก. 2

ข. 3

ค. 4

ง. 5

คำตอบที่ถูกต้องคือ ข.

แบบทดสอบฉบับที่ 2 แบบทดสอบฉบับนี้ต้องการวัดความรู้เกี่ยวกับการบวกจำนวนเต็ม เป็นแบบทดสอบแบบเลือกตอบชนิดที่ตัวเลือก มี 40 ข้อ แบ่งออกเป็นสามตอนคือ

ตอนที่ 1 วัดความรู้เกี่ยวกับการบวกจำนวนเต็มบวก มี 5 ข้อ

ตั้งแต่ข้อ 1 - 5

ตอนที่ 2 วัดความรู้เกี่ยวกับการบวกจำนวนเต็มลบ มี 15 ข้อ

ตั้งแต่ข้อ 6 - 20

ตอนที่ 3 วัดความรู้เกี่ยวกับการบวกจำนวนเต็มบวกกับจำนวนเต็มลบ

มี 20 ข้อ ตั้งแต่ข้อ 21 - 40

ตัวอย่าง ข้อสอบ

ข้อ (๐) $2 + 4 = ?$

ก. 6

ข. 5

ค. 4

ง. 2

คำตอบที่ถูกต้องคือ ก.

แบบทดสอบฉบับที่ 3 แบบทดสอบฉบับนี้ต้องการวัดความรู้เกี่ยวกับการลบจำนวนเพิ่ม
เป็นแบบทดสอบเลือกตอบชนิดสี่ตัวเลือก มี 45 ข้อ แบ่งออกเป็นห้าตอนคือ

ตอนที่ 1 วัดความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับจำนวนเพิ่มลบ มี 5 ข้อ ตั้งแต่
ข้อ 1 - 5

ตอนที่ 2 วัดความรู้เกี่ยวกับการลบจำนวนเพิ่มบวก มี 10 ข้อ ตั้งแต่
ข้อ 6 - 15

ตอนที่ 3 วัดความรู้เกี่ยวกับการลบจำนวนเพิ่มลบ มี 10 ข้อ ตั้งแต่
ข้อ 16 - 25

ตอนที่ 4 วัดความรู้เกี่ยวกับการลบจำนวนเพิ่มลบ ด้วยจำนวนเพิ่มบวก
มี 10 ข้อ ตั้งแต่ข้อ 26 - 35

ตอนที่ 5 วัดความรู้เกี่ยวกับการลบจำนวนเพิ่มบวกด้วยจำนวนเพิ่มลบ
มี 10 ข้อ ตั้งแต่ข้อ 36 - 45

ตัวอย่างข้อสอบ

ข้อ (0) $4 - 2 = ?$

ก. 6

ข. 5

ค. 4

ง. 2

คำตอบที่ถูกต้องคือ ง.

แบบทดสอบฉบับที่ 4 แบบทดสอบฉบับนี้ต้องการวัดความรู้เกี่ยวกับการคูณจำนวนเพิ่ม
เป็นแบบทดสอบแบบเลือกตอบชนิดสี่ตัวเลือก มี 35 ข้อ แบ่งออกเป็นสี่ตอนคือ

ตอนที่ 1 วัดความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับการคูณจำนวนเพิ่ม มี 5 ข้อ
ตั้งแต่ข้อ 1 - 5

ตอนที่ 2 วิชาความรู้เกี่ยวกับการคูณจำนวนเต็มบวก มี 5 ข้อ ตั้งแต่
ข้อ 6 - 10

ตอนที่ 3 วิชาความรู้เกี่ยวกับการคูณจำนวนเต็มบวก ้วยจำนวนเต็มลบ
มี 15 ข้อ ตั้งแต่ข้อ 11 - 25

ตอนที่ 4 วิชาความรู้เกี่ยวกับการคูณจำนวนเต็มลบ ้วยจำนวนเต็มลบ
มี 10 ข้อ ตั้งแต่ข้อ 26 - 35

ตัวอย่างข้อสอบ

ข้อ (0) $2 \times 3 = ?$

ก. 2

ข. 3

ค. 5

ง. 6

คำตอบที่ถูกต้องคือ ง.

แบบทดสอบฉบับที่ 5 แบบทดสอบฉบับนี้ต้องการวิชาความรู้เกี่ยวกับการหารจำนวนเต็ม
เป็นแบบทดสอบแบบเลือกตอบชนิดสี่ตัวเลือก มี 20 ข้อ แบ่งออกเป็นสามตอนคือ

ตอนที่ 1 วิชาความรู้เกี่ยวกับการหารจำนวนเต็มบวก มี 5 ข้อ ตั้งแต่
ข้อ 1 - 5

ตอนที่ 2 วิชาความรู้เกี่ยวกับการหารจำนวนเต็มบวกกับจำนวนเต็มลบ
มี 10 ข้อ ตั้งแต่ข้อ 6 - 15

ตอนที่ 3 วิชาความรู้เกี่ยวกับการหารจำนวนเต็มลบด้วยจำนวนเต็มลบ
มี 5 ข้อ ตั้งแต่ข้อ 16 - 20

ตัวอย่าง ข้อสอบ

ข้อ (๐) $6 \div 2 = ?$

ก. 1

ข. 2

ค. 3

ง. 4

คำตอบที่ถูกต้องคือ ค.

แบบทดสอบฉบับที่ 6 แบบทดสอบฉบับนี้ต้องการวัดความรู้เกี่ยวกับคุณสมบัติของหนึ่ง และคุณสมบัติของศูนย์ เป็นแบบทดสอบแบบเลือกตอบชนิดสี่ตัวเลือก มี 25 ข้อ แบ่งออกเป็นสองตอนคือ

ตอนที่ 1 วัดความรู้เกี่ยวกับคุณสมบัติของหนึ่ง มี 10 ข้อ ตั้งแต่

ข้อ 1 - 10

ตอนที่ 2 วัดความรู้เกี่ยวกับคุณสมบัติของศูนย์ มี 15 ข้อ ตั้งแต่

ข้อ 11 - 25

ตัวอย่าง ข้อสอบ

ข้อ (๐) $2 \times 1 = ?$

ก. 0

ข. 1

ค. 2

ง. 3

คำตอบที่ถูกต้องคือ ค.

แบบทดสอบฉบับที่ 7 แบบทดสอบฉบับนี้ของ การวัดความรู้ เกี่ยวกับ เลขยกกำลัง
มีข้อสอบ 20 ข้อ

ตัวอย่าง ข้อสอบ

ข้อ (๐) $2^2 = ?$

ก. 0

ข. 1

ค. 2

ง. 4

คำตอบที่ถูกต้องคือ ง.

ลักษณะของแบบทดสอบ

แบบทดสอบวินิจัยวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ระบบจำนวนเต็มชุดนี้มุ่งหมาย
ในการสร้างคือ ใ้ทดสอบนักเรียนหลังจากการสอนแต่ละเนื้อหาสิ้นสุดลง เพื่อค้นหาว่า
นักเรียนแต่ละคนยังบกพร่องในเรื่องใด และบกพร่องเพราะสาเหตุใด เพื่อเป็นประโยชน์
ในการสอนซ่อมเสริม และเป็นแนวทางในการปรับปรุงการเรียนการสอน ดังนั้นการทดสอบ
จึงไม่ได้มุ่งสนใจคะแนนรวมทั้งฉบับ แต่มุ่งสนใจคะแนนของนักเรียนแต่ละคนว่าผ่านเกณฑ์ที่
กำหนดไว้ในแต่ละจุดมุ่งหมาย เชิงพฤติกรรมหรือไม่ ถ้านักเรียนได้คะแนนตาม เกณฑ์ที่กำหนดไว้
คือ 80 เปอร์เซ็นต์ ของจำนวนข้อสอบในแต่ละจุดมุ่งหมาย เชิงพฤติกรรมแสดงว่านักเรียน
ไม่บกพร่องในเนื้อหานั้น ถ้านักเรียนไม่ได้คะแนนตาม เกณฑ์ที่กำหนดไว้ คำตอบที่นักเรียน
เลือกตอบมีความสำคัญมาก เพราะคำตอบผิดที่นักเรียนเลือกตอบจะทำให้ทราบว่านักเรียน
บกพร่องในเรื่องใด และบกพร่องเพราะสาเหตุใด แบบทดสอบวินิจัยสามารถนำไปทดสอบ
กับนักเรียนเป็นกลุ่มหรือเป็นรายบุคคลก็ได้ ทั้งนี้เพราะไม่มีการ เปรียบเทียบคะแนนของนักเรียน
ในกลุ่ม

การพัฒนาแบบทดสอบ

การสร้างแบบทดสอบวินิจัยวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องระบบจำนวนเต็ม เริ่มดำเนินการสร้างในปี พ.ศ. 2424 และสร้างสำเร็จเมื่อปี พ.ศ. 2525 โดยใช้นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ในจังหวัดนครนายก จำนวน 894 คน เป็นกลุ่มตัวอย่าง ครั้งแรกสร้างเป็นแบบทดสอบเพื่อสำรวจ เพื่อสำรวจจุดบกพร่องและรวบรวมคำตอบผิด โดยรวบรวมคำตอบที่นักเรียนส่วนมากตอบผิดมาเป็นตัวดวงในการสร้างแบบทดสอบวินิจัย ต่อจากนั้นนำแบบทดสอบวินิจัยทั้ง เจ็ดฉบับ ไปทดสอบสามครั้งคือ ทดสอบครั้งที่ 1 และครั้งที่ 2 เพื่อหาคุณภาพของข้อสอบ และคัดเลือกข้อสอบ และการทดสอบครั้งที่ 3 ซึ่งเป็นการทดสอบครั้งสุดท้ายของการสร้างแบบทดสอบวินิจัย เพื่อหาคุณภาพของแบบทดสอบที่สร้างขึ้นทั้ง เจ็ดฉบับ

คุณภาพของแบบทดสอบ

1. คุณภาพของข้อสอบ หมายถึง ค่าความยากของข้อสอบ ค่าความโดยใช่สูตร ค่าความง่าย และค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบ ค่าความโดยใช่สูตรของ เบรนแนน ผลปรากฏว่าค่าความยาก และค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบในแบบทดสอบวินิจัยทั้ง เจ็ดฉบับ ทั้งแสดงในตาราง 1

ตาราง 1 ค่าความยากและค่าอำนาจจำแนกของ ข้อสอบในแบบทดสอบวินิจัยทั้ง เจ็ดฉบับ

แบบทดสอบฉบับที่	ค่าความยาก	ค่าอำนาจจำแนก
1	.65- .99	.02 - .54
2	.65 - .99	.01 - .65
3	.65 - .96	.04 - .64
4	.65 - .95	.08 - .45
5	.74 - .96	.06 - .60
6	.70 - .98	.03 - .67
7	.65 - .86	.23 - .56

2. ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ หมายถึง ความคงที่ในการได้คะแนนของนักเรียนแต่ละคน หาโดยใช้สูตรของ ฮวิน (Huyhn) ผลปรากฏว่าได้ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวินิจัยทั้งเจ็ดฉบับ ดังแสดงในตาราง 2

ตาราง 2 ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวินิจฉัยทั้งเจ็ดฉบับ

แบบทดสอบฉบับที่	จำนวนผู้สอบ	จำนวนข้อ	ค่าความเชื่อมั่น
1	370	60	.6815
2	370	40	.6791
3	370	45	.6694
4	370	35	.6342
5	370	20	.6540
6	370	25	.7304
7	370	20	.6187

3. ค่าความเที่ยงตรงของแบบทดสอบ ในที่นี้คือความเที่ยงตรง เชิง เนื้อหา และความเที่ยงตรง เชิง โครงสร้าง

ความเที่ยงตรง เชิง เนื้อหา หมายถึง คุณสมบัติของแบบทดสอบที่สามารถวัดในสิ่งที่ต้องการวัดได้อย่างถูกต้องตามจุดมุ่งหมาย หากโดยใช้แบบตรวจสอบรายการ (Checklist) ตามวิธีของ โรวิ เนลลี และแฮม เบิลตัน โดยให้ผู้เชี่ยวชาญทาง เนื้อหาวิชา เป็นผู้พิจารณาว่าสร้าง ได้ตรงตามจุดมุ่งหมาย เชิงพฤติกรรมที่เขียน โดยยึดเนื้อหาและจุดมุ่งหมายของหลักสูตร พุทธศักราช 2521 เรื่องระบบจำนวนเต็ม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หรือไม่ ผลปรากฏว่า ได้รับการยืนยันจากผู้เชี่ยวชาญทาง เนื้อหาว่าแบบทดสอบวินิจฉัย ทั้งเจ็ดฉบับมีความ เที่ยงตรง เชิง เนื้อหา

ความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้าง หมายถึง แบบทดสอบที่มีคุณสมบัติที่สามารถวัดได้ตรงตามลักษณะที่ต้องการวัด ซึ่งตรวจสอบโดยดูค่าความยากจากกลุ่มผู้มีความบกพร่อง เป็นตัวชี้แนะความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้าง ซึ่งปรากฏว่าข้อสอบที่วัดในจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรมเดียวกันมีค่าความยากใกล้เคียงกัน แสดงว่าแบบทดสอบวินิจัยทั้งเจ็ดฉบับ มีความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้าง

เวลาที่ใช้ในการทดสอบ

โดยทั่วไปแล้วแบบทดสอบวินิจัยจะไม่กำหนดเวลาในการสอบเพื่อให้นักเรียนได้ใช้ความรู้ความสามารถในการทำข้อสอบได้เต็มที่ ซึ่งจะทำให้การวินิจัยถูกต้อง และจะได้แน่ใจว่าการที่นักเรียนบกพร่อง ไม่ได้เกิดจากการทำข้อสอบไม่ทัน จึงจำเป็นต้องเคาะในข้อสอบข้อท้าย ๆ ทำให้นักเรียนตอบผิดทั้ง ๆ ที่นักเรียนอาจจะมีความรู้ แต่เนื่องจากแบบทดสอบส่วนมากมีจำนวนข้อมาก ถ้าไม่กำหนดเวลาในการสอบแล้ว การดำเนินการสอบอาจใช้เวลามากเกินไป ดังนั้นในการทดสอบครั้งสุดท้าย จึงได้จับเวลาที่นักเรียนส่วนมากทำเสร็จมาเป็นเกณฑ์ในการกำหนดเวลา ดังแสดงไว้ในตาราง 3

ตาราง 3 เวลาที่ใช้ในการทดสอบแบบทดสอบวินิจัยทั้งเจ็ดฉบับ โดยคิดเป็นนาที

แบบทดสอบฉบับที่	ชี้แจง	ทำข้อสอบ	รวม
1	10	40	50
2	10	30	40
3	10	35	45
4	10	25	35
5	10	15	25
6	10	20	30
7	10	15	25

วิธีดำเนินการทดสอบ

1. การเตรียมตัวก่อนการทดสอบ

1.1 เตรียมแบบทดสอบและกระดาษคำตอบให้มากกว่าจำนวนผู้สอบ เพื่อเก็บสำรองไว้ สำหรับนักเรียนบางคนที่ได้แบบทดสอบที่พิมพ์ไม่ชัด หรือกระดาษคำตอบขาด

1.2 การเตรียมแบบทดสอบ สำหรับผู้ดำเนินการสอบต้องอ่านและศึกษาคำชี้แจงในการทำแบบทดสอบไว้ล่วงหน้าอย่างน้อยหนึ่งครั้ง เพื่อให้การดำเนินการสอบถูกต้องและคล่องแคล่ว

2. วิธีดำเนินการขณะสอบปฏิบัติดังนี้

2.1 แจกกระดาษคำตอบให้นักเรียนทุกคน และให้นักเรียนเขียนรายละเอียดต่าง ๆ เกี่ยวกับตัวนักเรียน ตามแบบค่านิยมของกระดาษคำตอบ ได้แก่ ชื่อ สกุล เลขที่ โรงเรียน ชั้น เป็นต้น

2.2 แจกแบบทดสอบให้นักเรียนทุกคนพร้อมทั้งบอกนักเรียนว่าอย่าลงมือทำข้อสอบจนกว่าครูจะบอกให้ลงมือทำได้

2.3 อธิบายวิธีทำแบบทดสอบโดยผู้ดำเนินการสอบอ่านคำชี้แจง อธิบายตัวอย่างในการตอบ ตามแบบคำชี้แจงที่หน้าปกของแบบทดสอบ โดยใช้เวลาประมาณ 10 นาที ถ้านักเรียนไม่เข้าใจให้ยกมือถาม

2.4 เมื่อนักเรียนทุกคนเข้าใจวิธีทำแบบทดสอบเป็นอย่างดีแล้ว ผู้ดำเนินการสอบบอกให้นักเรียนลงมือทำแบบทดสอบได้

2.5 ในขณะที่นักเรียนทำแบบทดสอบ ควรเดินตรวจดูว่านักเรียนเขียนตอบได้ถูกต้องหรือไม่ และตรวจดูว่านักเรียนเขียนรายละเอียดเกี่ยวกับตัวนักเรียนครบหรือไม่ ถ้านักเรียนไม่เข้าใจหรือเขียนรายละเอียดเกี่ยวกับตัวนักเรียนไม่ครบ ก็ให้ชี้แจง เป็นรายบุคคล และขอสำคัญอย่าให้นักเรียนมีโอกาสคัดลอกหรือปรึกษากันเป็นอันขาด

3. วิธีปฏิบัติเมื่อหมดเวลาสอบ

เมื่อนักเรียนคนใดทำแบบทดสอบเสร็จให้นำแบบทดสอบพร้อมกระดาษคำตอบส่งกรรมการคุมสอบ

การตรวจให้คะแนนและการวินิจฉัย

- นำกระดาษคำตอบของนักเรียนแต่ละคนมาตรวจให้คะแนน โดยให้ 1 คะแนนสำหรับข้อที่ถูก และให้ 0 สำหรับข้อที่ตอบผิด หรือไม่ตอบ
- พิจารณาคัดสินว่านักเรียนบกพร่องหรือไม่ในแต่ละจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรม โดยรวมคะแนนของข้อสอบที่วัดในจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรมเดียวกัน ถ้านักเรียนทำข้อสอบได้ถูกต้องตั้งแต่ 80 เปอร์เซ็นต์ขึ้นไป ถือว่าถูก 4 ข้อ หรือ 5 ข้อ แสดงว่านักเรียนไม่บกพร่องในจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรมนั้น แต่ถ้านักเรียนทำข้อสอบถูกน้อยกว่า 4 ข้อ ในจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรมใด แสดงว่านักเรียนมีความบกพร่องในจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรมนั้น
- เมื่อทราบว่านักเรียนคนใดบกพร่องในแบบทดสอบวินิจฉัยฉบับใด ตอนใด จุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรมใด และข้อใด ให้เปิดตารางวินิจฉัยว่านักเรียนเลือกตอบตัวเลือกนั้นมีจุดบกพร่อง เพราะอะไร
- นำผลการวินิจฉัยของนักเรียนแต่ละคนบันทึกลงในใบแจ้งผลการวินิจฉัยสองฉบับ ฉบับหนึ่งครูเก็บไว้ เป็นหลักฐานในการพิจารณาสอนซ่อมเสริม และอีกฉบับหนึ่งแจ้งให้นักเรียนทราบ

การวินิจฉัยจุดบกพร่องในการเรียนเรื่องระบบจำนวนเต็ม ของแบบทดสอบวินิจฉัย

ทั้งเจ็ดฉบับ ดังแสดงในตาราง 4 - 10

การวินิจฉัยจุดบกพร่องในการเรียนเรื่องระบบจำนวนเต็ม ของแบบทดสอบฉบับที่ 1 (ความรู้เบื้องต้นที่เกี่ยวกับจำนวนเต็ม) ดังแสดงในตาราง 4

การวินิจฉัยจุดบกพร่องในตาราง 4 ได้กำหนดสัญลักษณ์แทนจุดบกพร่องในลักษณะต่าง ๆ ดังนี้

- a แทน ไม่เข้าใจความหมายของตัวแปร ซึ่งมีข้อบกพร่องแบ่งออกเป็น
- a.1 แทน นำตัว เลขที่แทนตัวแปรแล้วทำให้ประโยคนั้น เป็นจริงมา เป็นคำตอบ
 - a.2 แทน เข้าใจว่าจำนวนที่อยู่ข้างหน้า เครื่องหมาย เป็นตัวแปร
 - a.3 แทน เข้าใจว่าตัว เลขคือตัวแปร
- b แทน ไม่สามารถแยกจำนวนเพิ่มออกจากจำนวนอื่น ๆ ได้ ซึ่งมีข้อบกพร่องแบ่งออกเป็น
- b.1 แทน เข้าใจว่า เลขทศนิยมและจำนวนเพิ่มที่อยู่ในจำนวนเดียวกัน เป็น เลขจำนวนเพิ่ม
 - b.2 แทน เข้าใจว่า เลขทศนิยม เป็นเลขจำนวนเพิ่ม
 - b.3 แทน เข้าใจว่า เศษส่วนแท้ เป็นเลขจำนวนเพิ่ม
 - b.4 แทน เข้าใจว่า เศษส่วนเกิน เป็นเลขจำนวนเพิ่ม
 - b.5 แทน เข้าใจว่า เลขเศษส่วนจำนวนคละ เป็นเลขจำนวนเพิ่ม
- c แทน ไม่สามารถหาความสัมพันธ์ระหว่าง เส้นจำนวนกับจำนวนเพิ่มได้
- d แทน ไม่สามารถ เรียงลำดับ เลขตามแบบที่กำหนดให้ได้ ซึ่งมีข้อบกพร่องแบ่งออกเป็น
- d.1 แทน เรียงจำนวน เลขโดย เพิ่มครั้งละ 1 จากจำนวนสุดท้ายของแบบที่กำหนดให้
 - d.2 แทน เรียงจำนวน เลขซ้ำแบบที่กำหนดให้
 - d.3 แทน เรียงจำนวน เลขย้อนกลับแบบที่กำหนดให้
- e แทน เข้าใจว่าจำนวนเพิ่มลบที่มีค่าสมบูรณมากกว่าจะมีค่ามากกว่า
- f แทน เข้าใจว่าศูนย์มีค่ามากกว่าจำนวนเพิ่มบวก
- g แทน เข้าใจว่าจำนวนเพิ่มลบมีค่ามากกว่าจำนวนเพิ่มบวกหรือศูนย์
- h แทน ไม่เข้าใจคุณสมบัติการสลับที่สำหรับการบวกและการคูณ ซึ่งมีข้อบกพร่องแบ่งออกเป็น
- h.1 แทน นำตัว เลขที่ เหมือนกันทั้งสองข้าง เป็นคำตอบ
 - h.2 แทน นำตัว เลขค่านที่ไม่มีตัวแปรมาบวกกัน เป็นคำตอบ
 - h.3 แทน นำตัว เลขทั้งหมดมาบวกกัน เป็นคำตอบ
 - h.4 แทน นำตัว เลขค่านที่ไม่มีตัวแปรมาคูณ เป็นคำตอบ

- i แทน ไม่เข้าใจคุณสมบัติการจับคู่สำหรับการบวก และการคูณ ซึ่งมีข้อบกพร่อง
แบ่งออกเป็น
- i.1 แทน นำจำนวนแรก เป็นคำตอบ
 - i.2 แทน นำจำนวนที่อยู่ตรงกลาง เป็นคำตอบ
 - i.3 แทน นำจำนวนในวงเล็บมาคำนวณ เป็นคำตอบ
 - i.4 แทน นำจำนวนสุดท้าย เป็นคำตอบ
- j แทน ไม่เข้าใจคุณสมบัติของการกระจาย ซึ่งมีข้อบกพร่องแบ่งออกเป็น
- j.1 แทน นำเลขมาคูณเรียงต่อกัน
 - j.2 แทน ใส่เครื่องหมายบวกและลบสลับที่กัน
 - j.3 แทน จำหลักในการกระจายสลับกัน
- k แทน ไม่เข้าใจความหมายของค่าสมบูรณ์ ซึ่งมีข้อบกพร่องแบ่งออกเป็น
- k.1 แทน นำตัวเลขมาบวกกันเป็นค่าสมบูรณ์
 - k.2 แทน นำตัวเลขมาเรียงสลับที่กันเป็นค่าสมบูรณ์
 - k.3 แทน ใช้จำนวนตรงข้ามมาตอบเป็นค่าสมบูรณ์
 - k.4 แทน ใช้จำนวนเพิ่มมาตอบเป็นค่าสมบูรณ์
 - k.5 แทน เข้าใจว่าจำนวนเต็มลบที่มีค่ามากจะมีค่าสมบูรณ์มากกว่า
 - k.6 แทน เข้าใจว่าจำนวนเต็มลบที่มีค่าสมบูรณ์มากกว่าจำนวนเต็มบวก
 - k.7 แทน เข้าใจว่าจำนวนเต็มบวกที่มีค่าน้อยกว่ามีค่าสมบูรณ์มากกว่า
 - k.8 แทน เข้าใจว่าจำนวนเต็มบวกที่มีค่าสมบูรณ์มากกว่าจำนวนเต็มลบ
- l แทน ไม่เข้าใจความหมายของจำนวนตรงข้าม ซึ่งมีข้อบกพร่องแบ่งออกเป็น
- l.1 แทน ใช้จำนวนเฉย เป็นคำตอบ
 - l.2 แทน เข้าใจว่าจำนวนที่มีค่าสมบูรณ์มากกว่าจำนวนเต็มใด ๆ อีก 1 คือ
จำนวนตรงข้าม
 - l.3 แทน เข้าใจว่าจำนวนที่มีค่าสมบูรณ์น้อยกว่าจำนวนเต็มใด ๆ อีก 1 คือ
จำนวนตรงข้าม
 - l.4 แทน เข้าใจว่าจำนวนที่สลับตำแหน่งของจำนวนใด ๆ คือจำนวนตรงข้าม

ตาราง 4 การวินิจฉัยจุดบกพร่องในการเรียนเรื่องระบบจำนวนเต็มจากแบบทดสอบฉบับที่ 1
(ความรู้เบื้องต้นที่เกี่ยวข้องกับจำนวนเต็ม)

ตอนที่	ข้อที่	ตัวเลือก				ตอนที่	ข้อที่	ตัวเลือก			
		ก	ข	ค	ง			ก	ข	ค	ง
1	1	-	a.1	a.2	a.3	1	4	-	a.2	a.3	a.1
	2	a.3	a.2	a.1	-		5	a.2	a.1	a.3	-
	3	a.3	a.2	-	a.1						
2	6	b.1	b.3	-	b.2	2	19	d.2	d.3	d.1	-
	7	-	b.1	b.4	b.3		20	d.1	d.2	-	d.3
	8	b.2	-	b.5	b.1		21	-	e	f	g
	9	b.1	b.3	b.4	-		22	f	g	g	-
	10	-	b.2	b.5	b.3		23	f	e	-	g
	11	o	e	-	o		24	f	g	-	g
	12	-	o	e	o		25	f	-	g	e
	13	e	e	e	-		26	g	-	e,g	e
	14	-	e	o	e		27	-	e,g	g	e
	15	e	-	e	e		28	g	e,g	e	-
	16	d.1	-	d.2	d.3		29	e,g	g	-	e
	17	d.1	d.3	-	d.2		30	-	e	e,g	g
	18	d.3	d.2	d.1	-						

ตาราง 4 (ต่อ)

ตอนที่	ข้อที่	ตัวเลือก				ตอนที่	ข้อที่	ตัวเลือก			
		ก	ข	ค	ง			ก	ข	ค	ง
3	31	-	h.1	h.2	h.3	3	39	i.3	i.2	i.1	-
	32	-	h.1	h.2	h.3		40	-	i.2	i.4	i.3
	33	h.1	-	h.2	h.4		41	-	j.1	j.2	j.3
	34	h.4	h.2	h.1	-		42	j.1	-	j.3	j.2
	35	h.4	h.2	h.1	-		43	j.1	-	j.2	j.3
	36	i.1	i.2	-	i.3		44	j.1	-	j.3	j.2
	37	i.4	i.2	-	i.3		45	j.2	j.3	-	j.1
	38	i.3	-	i.1	i.4						
4	46	-	k.1	k.2	k.3	4	54	k.7	k.8	k.6	-
	47	k.4	-	k.2	k.1		55	k.5	k.6	k.7	-
	48	k.1	-	k.4	k.2		56	-	l.1	l.2	l.3
	49	k.1	k.2	-	k.4		57	l.1	-	l.3	l.2
	50	k.2	k.4	-	k.1		58	l.1	-	l.2	l.4
	51	k.5	-	k.6	k.7		59	l.4	l.2	l.1	-
	52	k.6	k.5	-	k.7		60	l.4	-	l.1	l.2
	53	k.6	k.8	-	k.5						

การวินิจฉัยจุดบกพร่องในการเขียนเรื่องระบบจำนวนเต็ม ของแบบทดสอบ
ฉบับที่ 2 (การบวกจำนวนเต็ม) ดังแสดงในตาราง 5

การวินิจฉัยจุดบกพร่องในตาราง 5 ได้กำหนดสัญลักษณ์ชี้แทนจุดบกพร่อง
ในลักษณะต่าง ๆ ดังนี้

- a แทน มีความบกพร่องในการคำนวณ ซึ่งแยกออกเป็น
 - a.1 แทน บวกเลขผิดตำแหน่ง
 - a.2 แทน นำเลขในหลักร้อยมาลบกัน
 - a.3 แทน บวกเลขไม่ครบทุกหลัก
- b แทน มีความบกพร่องเกี่ยวกับจำนวนทด ซึ่งแยกออกเป็น
 - b.1 แทน คิดว่ามีจำนวนทด
 - b.2 แทน สัมบวกจำนวนทด
 - b.3 แทน บวกจำนวนทดผิดหลัก
- c แทน ใช้ขั้นตอนการคิดโดยบวกเลขจากข้างหน้ามาหลัง
- d แทน เข้าใจว่าจำนวนเต็มลบบวกจำนวนเต็มลบบวกจำนวนเต็มลบผลลัพธ์
เป็นจำนวนเต็มบวก
- e แทน เข้าใจว่านำค่าสมบูรณมาลบกันแล้วตอบเป็นจำนวนเต็มลบ
- f แทน เข้าใจว่านำค่าสมบูรณมาลบกันแล้วตอบเป็นจำนวน
- g แทน เข้าใจว่านำสองจำนวนแรกบวกกันแล้วลบด้วยจำนวนสุดท้าย
ได้ผลลัพธ์เป็นจำนวนเต็มลบ
- h แทน เข้าใจว่านำสองจำนวนแรกบวกกันแล้วลบด้วยจำนวนสุดท้าย
ได้ผลลัพธ์เป็นจำนวนเต็มบวก

- i แทน เข้าใจว่าค่าสมมุติฐานมาบวกกันแล้วตอบ เป็นจำนวนเต็มลบ
- j แทน เข้าใจว่าค่าสมมุติฐานมาบวกกันแล้วตอบ เป็นจำนวนเต็มบวก
- k แทน นำจำนวนใดจำนวนหนึ่ง เป็นคำตอบ
- l แทน เข้าใจว่าจำนวนเต็มบวกบวกกับจำนวนเต็มลบผลลัพธ์ เป็นจำนวนเต็มบวก หรือจำนวนเต็มลบโดย ไม่รู้ว่าพวกใดมีค่าสมมุติฐานมากกว่า

ตาราง 5 การวินิจฉัยจุดบกพร่องในการเรียนเรื่องระบบจำนวนเต็มจากแบบทดสอบ ฉบับที่ 2 (การบวกจำนวนเต็ม)

ตอนที่	ข้อที่	ตัวเลือก				ตอนที่	ข้อที่	ตัวเลือก			
		ก	ข	ค	ง			ก	ข	ค	ง
1	1	a.1	-	b.1	c	1	4	-	b.2	b.3	c
	2	a.2	c	-	b.1		5	a.1	b.2	a.3	-
	3	-	c	b.2	a.3						
2	6	e	f	-	d	2	14	d	-	e	f
	7	f	e	d	-		15	d	-	e	f
	8	-	d	f	e		16	g	-	h	f
	9	e	f	-	d		17	-	f	h	g
	10	-	d	f	e		18	g	h	-	f
	11	e	f	d	-		19	f	-	h	g
	12	f	e	d	-		20	-	f	h	g
	13	-	d	f	e						

ตาราง 5 (ต่อ)

ตอนที่	ข้อที่	ตัวเลือก				ตอนที่	ข้อที่	ตัวเลือก			
		ก	ข	ค	ง			ก	ข	ค	ง
3	21	i	j	e	-	3	31	-	k	j	i
	22	j	i	-	e		32	-	j	i	k
	23	i	j	e	-		33	j	i	-	k
	24	j	i	-	e		34	-	j	i	k
	25	e	-	j	i		35	i	j	k	-
	26	j	i	-	f		36	-	l	j	i
	27	i	j	f	-		37	j	i	l	-
	28	f	-	j	i		38	j	i	l	-
	29	f	-	i	j		39	l	-	j	i
	30	-	f	i	j		40	-	l	j	i

- คำตอบถูก

การวินิจฉัยจุดบกพร่องในการเขียนเรื่องระบบจำนวนเต็ม ของแบบทดสอบฉบับที่ 3 (การลบจำนวนเต็ม) ทั้งแสดงในตาราง 6

การวินิจฉัยจุดบกพร่องในตาราง 6 ได้กำหนดสัญลักษณ์แทนจุดบกพร่องในลักษณะต่าง ๆ ดังนี้

- a แทน เข้าใจว่าการ เปลี่ยนการลบ เป็นการบวกต้อง เปลี่ยนตัวตั้ง เป็นจำนวนตรงข้าม
- b แทน เข้าใจว่าการ เปลี่ยนการลบ เป็นการบวกไม่ต้อง เปลี่ยนตัวลบ เป็นจำนวนตรงข้าม
- c แทน เข้าใจว่าการ เปลี่ยนการลบ เป็นการบวกต้อง เปลี่ยนทั้ง ตัวตั้ง และตัวลบ เป็นจำนวนตรงข้าม
- d แทน ใช้ เลขที่อยู่ในหลักเดียวกันที่มีค่ามากกว่า เป็นตัวตั้ง
- e แทน ลืมหักจำนวนที่ถูกลำไปกระจายก่อนที่จะลบ เลขหลักต่อไป
- f แทน ใช้วิธีบวกในหลักที่ตัวลบมากกว่าตัวตั้ง
- g แทน นำตัวตั้ง เป็นคำตอบใน เลขที่ตัวลบมากกว่าตัวตั้ง
- h แทน บกพร่องในการใส่เครื่องหมาย
- i แทน ไม่เข้าใจหลักของการลบจำนวนเต็ม โดย เข้าใจว่านำค่าสมบูรณ์ มาบวกกันแล้วผลลัพธ์ เป็นจำนวนเต็มลบ
- j แทน ไม่เข้าใจหลักของการลบจำนวนเต็ม โดย เข้าใจว่านำค่าสมบูรณ์ มาบวกกันแล้วผลลัพธ์ เป็นจำนวนเต็มบวก
- k แทน ไม่เข้าใจหลักของการลบจำนวนเต็ม โดย เข้าใจว่านำค่าสมบูรณ์ มาลบกันแล้วผลลัพธ์ เป็นจำนวนเต็มลบ
- l แทน ไม่เข้าใจหลักของการลบจำนวนเต็ม โดย เข้าใจว่านำค่าสมบูรณ์ มาลบกันแล้วผลลัพธ์ เป็นจำนวนเต็มบวก

ตาราง 6 การวิเคราะห์จุดบกพร่องในการเรียนเรื่องระบบจำนวนเต็มจากแบบทดสอบ
ฉบับที่ 3 (การลบจำนวนเต็ม)

ตอนที่	ข้อที่	ตัวเลือก				ตอนที่	ข้อที่	ตัวเลือก			
		ก	ข	ค	ง			ก	ข	ค	ง
1	1	-	a	b	c	1	4	a	c	-	b
	2	c	b	a	-		5	a	c	-	b
	3	c	a	b	-						
2	6	d	-	e	f	2	11	h	-	d	e
	7	g	d	-	e		12	-	h	e	d
	8	d	e	-	g		13	h	-	d	e
	9	d	-	g	e		14	-	h	d	e
	10	d	-	e	f		15	d	e	h	-
3	16	h	-	d	i	3	21	h	-	j	i
	17	i	d	h	-		22	i	d	h	-
	18	h	-	d	i		23	i	j	-	h
	19	i	d	h	-		24	h	-	d	i
	20	i	d	-	h		25	i	d	-	h
4	26	-	d	k	l	4	31	l	k	j	-
	27	l	k	d	-		32	k	l	-	j
	28	-	d	k	l		33	-	d	k	l
	29	l	k	d	-		34	-	d	k	l
	30	-	d	l	k		35	-	d	l	k

ตาราง 6 (ต่อ)

ตอนที่	ข้อที่	ตัวเลือก				ตอนที่	ข้อที่	ตัวเลือก			
		ก	ข	ค	ง			ก	ข	ค	ง
5	36	i	-	l	k	5	41	-	d	l	k
	37	l	k	d	-		42	-	d	l	k
	38	k	l	-	i		43	-	d	l	k
	39	l	k	d	-		44	d	-	l	k
	40	l	k	d	-		45	d	k	-	l

- คำตอบถูก

การวินิจฉัยจุดบกพร่องในการ เรียงเรื่อง ระบบจำนวนเต็มของแบบทดสอบ ฉบับที่ 4

(การคูณจำนวนเต็ม) ดังแสดงในตาราง 7

การวินิจฉัยจุดบกพร่องในตาราง 7 ได้กำหนดสัญลักษณ์แทนจุดบกพร่องในลักษณะต่าง ๆ

ดังนี้

- a แทน ไม่เข้าใจความหมายของการคูณที่อยู่ในรูปของการบวก
- b แทน ใช้วิธีบวกแทนวิธีคูณ
- c แทน มีความบกพร่องในการคำนวณ ซึ่งแบ่งออกเป็น
 - c.1 แทน คูณตัวตั้ง ไม่ครบทุกจำนวน
 - c.2 แทน คูณซ้ำในหลักที่คูณมาแล้ว
 - c.3 แทน ไม่นำศูนย์ไปคูณ
 - c.4 แทน คูณจำนวนทดแทนตัวตั้ง
 - c.5 แทน ไม่ใช่หลักทางคณิตศาสตร์ในการคำนวณ

- d แทน บทประพันธ์ เกี่ยวกับจำนวนทศ ซึ่งแบ่งออกเป็น
- d.1 แทน ดัชนีบอกจำนวนทศ
 - d.2 แทน ใสจำนวนทศหลัก
 - d.3 แทน ใสจำนวนทศซาย
 - d.4 แทน ใสจำนวนทศเกิน
 - d.5 แทน ใสตัวตั้ง เป็นจำนวนทศ
- e แทน ใสขบวนการนิโคโดยคุณจากข้างห้านามาหลัง
- f แทน นำจำนวนตรงข้ามของตัวตั้ง เป็นคำตอบ
- g แทน เข้าใจว่าจำนวนเต็มบวกคูณกับจำนวนเต็มลบผลลัพธ์ได้จำนวนเต็มบวก
- h แทน เข้าใจว่าจำนวนเต็มบวกสองจำนวนคูณกับจำนวนเต็มลบหนึ่งจำนวนผลลัพธ์ได้จำนวนเต็มบวก
- i แทน เข้าใจว่าจำนวนเต็มบวกหนึ่งจำนวนคูณกับจำนวนเต็มลบสองจำนวนผลลัพธ์ได้จำนวนเต็มลบ
- j แทน เข้าใจว่าจำนวนเต็มลบคูณกับจำนวนเต็มลบผลลัพธ์ได้จำนวนเต็มลบ
- k แทน นำตัว เลขมา เรียงกัน เป็นคำตอบ
- l แทน เข้าใจว่าจำนวนเต็มลบสามจำนวนคูณกับผลลัพธ์ได้จำนวนเต็มบวก

ตาราง 7 การวิเคราะห์จุดบกพร่องในการเรียนเรื่องระบบจำนวนเต็มจากแบบทดสอบ
ฉบับที่ 4 (การคูณจำนวนเต็ม)

ตอนที่	ข้อที่	ตัวเลือก				ตอนที่	ข้อที่	ตัวเลือก				
		ก	ข	ค	ง			ก	ข	ค	ง	
1	1	a	a	a	a	1	4	a	-	a	a	
	2	a	a	-	a			5	a	a	a	-
	3	-	a	a	a							
2	6	b	c.1	-	e	2	9	c.5	-	c.5	c.5	
	7	c.5	c.5	-	e			10	b	c.5	c.5	-
	8	d-1	d-2	-	c.2							
3	11	f	c.5,g	g	-	3	19	-	c.2	h	c.5,h	
	12	d.3,g	-	g	c.1			20	c.5	-	c.5,h	h
	13	c.5	g	-	e,g				21	-	i	c.5,i
	14	-	g	c.5,g	d.4			22		c.5,i	c.4	i
	15	c.3,g	-	g	d.4				23	-	i	c.1,i
	16	c.1	h	-	c.2,h			24		-	c.5,i	c.5
	17	c.5,h	h	c.2	-				25	-	i	c.5
	18	c.5	-	c.5,h	h							
4	26	c.5,j	-	j	k	4	31	l	d.5	c.5,l	-	
	27	e	k	j	-			32	c.5,l	d.5	l	-
	28	c.1	c.1,j	j	-				33	-	l	c.5
	29	f	j	-	c.5			34		c.2	-	l
	30	d.1,j	-	j	d.4				35	d.1	l	-

การวิจัยจุดบกพร่องในการเรียนเรื่องระบบจำนวนเต็ม ของแบบทดสอบ
ฉบับที่ 5 (การหารจำนวนเต็ม) ดังแสดงในตาราง 8

การวิจัยจุดบกพร่องในตาราง 8 ได้กำหนดสัญลักษณ์แทนจุดบกพร่อง
ในลักษณะต่าง ๆ ดังนี้

- a แทน ใช้ชบวนการคิดโดยหารจากข้างหน้ามาหลัง
- b แทน บกพร่องในการคำนวณโดยไม่ใช้หลักทางคณิตศาสตร์
- c แทน นำตัวหาร เป็นคำตอบ
- d แทน เข้าใจว่าจำนวนเหมือนกันหารกันผลลัพธ์เป็นศูนย์
- e แทน เข้าใจว่าจำนวนเต็มบวกหารด้วยจำนวนเต็มลบ ผลลัพธ์เป็น
จำนวนเต็มบวก
- f แทน เข้าใจว่าจำนวนเต็มลบหารด้วยจำนวนเต็มบวก ผลลัพธ์เป็น
จำนวนเต็มบวก
- g แทน นำจำนวนตรงข้ามของตัวตั้งหรือตัวหาร เป็นคำตอบ
- h แทน เข้าใจว่าจำนวนเต็มลบหารด้วยจำนวนเต็มลบ ผลลัพธ์ได้
จำนวนเต็มลบ

ตาราง 8 การวิเคราะห์จุดบกพร่องในการเรียนเรื่องระบบจำนวนเต็มจากแบบทดสอบ
ฉบับที่ 5 (การหารจำนวนเต็ม)

ตอนที่	ข้อที่	ข้อเลือก				ตอนที่	ข้อที่	ข้อเลือก			
		ก	ข	ค	ง			ก	ข	ค	ง
1	1	a	-	b	b	1	4	c	b	-	d
	2	b	b	-	b		5	-	b	b	b
	3	c	b	-	b						
2	6	b	c	e	-	2	11	-	f	g	g,f
	7	-	e	b	b,e		12	b	b,f	f	-
	8	-	c,e	a	e		13	g	b,f	f	-
	9	c,e	e	b	-		14	f	-	b,f	b
	10	b,e	e	-	b,e		15	f	b	b,f	-
3	16	h	-	g	b,h	3	19	-	h	b,h	b
	17	h	-	b,h	b		20	h	-	b	b,h
	18	a,h	b	-	h						

- คำตอบถูก

การวินิจฉัยจุดบกพร่องในการเขียนเรื่องระบบจำนวนเต็มของแบบทดสอบ
 ฉบับที่ 6 (คุณสมบัติของหนึ่งและคุณสมบัติของศูนย์) ดังแสดงในตาราง 9
 การวินิจฉัยจุดบกพร่องในตาราง 9 ได้กำหนดสัญลักษณ์แทนจุดบกพร่องในลักษณะ
 ต่าง ๆ ดังนี้

- a แทน เข้าใจว่าจำนวนเต็มใด ๆ คูณด้วย 1 ผลลัพธ์เท่ากับ 1
- b แทน ใช้วิธีบวกแทนวิธีคูณหรือวิธีหาร
- c แทน นำเลขมาเรียงกันเป็นคำตอบ
- d แทน เข้าใจว่าจำนวนเต็มลบคูณด้วย 1 ผลลัพธ์เป็นจำนวนเต็มบวก
- e แทน เข้าใจว่าจำนวนเต็มลบคูณด้วย 1 ค่าสมบูรณ์เพิ่มขึ้นอีก 1
- f แทน เข้าใจว่าจำนวนเต็มบวกหารด้วย 1 ผลลัพธ์เท่ากับ 1
- g แทน เข้าใจว่าจำนวนเต็มลบหารด้วย 1 ได้ผลลัพธ์เท่ากับ -1
- h แทน เข้าใจว่าจำนวนเต็มลบหารด้วย 1 ผลลัพธ์เป็นจำนวนเต็มบวก
- i แทน เข้าใจว่าจำนวนเต็มใด ๆ บวกกับ 0 ผลลัพธ์เท่ากับ 0
- j แทน เข้าใจว่าจำนวนเต็มใด ๆ บวกกับ 0 ผลลัพธ์เป็นเลขสลับหลัก
 ของจำนวนนั้น
- k แทน เข้าใจว่าจำนวนเต็มลบใด ๆ บวกด้วย 0 ผลลัพธ์เป็นจำนวนเต็มบวก
- l แทน เข้าใจว่าจำนวนเต็มใด ๆ คูณกับ 0 ผลลัพธ์คือจำนวนตรงข้ามของ
 จำนวนนั้น
- m แทน เข้าใจว่าจำนวนเต็มใด ๆ คูณกับ 0 ผลลัพธ์คือจำนวนเต็มนั้น
- n แทน เข้าใจว่า 0 หารด้วยจำนวนเต็มบวกหรือจำนวนเต็มลบ ผลลัพธ์คือ 1
- o แทน เข้าใจว่า 0 หารด้วยจำนวนเต็มใด ๆ ผลลัพธ์คือจำนวนเต็มนั้น

ตาราง 9 การวิเคราะห์จุดบกพร่องในการเขียนเรื่องระบบจำนวนเต็มจากแบบทดสอบ
ฉบับที่ 6 (คุณสมบัติของหนึ่งและคุณสมบัติของศูนย์)

ตอนที่	ข้อที่	ตัวเลือก				ตอนที่	ข้อที่	ตัวเลือก			
		ก	ข	ค	ง			ก	ข	ค	ง
1	1	a	-	b	c	1	6	f	b	-	c
	2	a	b	-	c		7	c	b	-	f
	3	-	d	e	a		8	e	b	-	f
	4	a	e	d	-		9	g	-	h	b
	5	-	d	e	a		10	-	h	b	g
2	11	i	j	-	c	2	19	-	l	m	c
	12	c	j	i	-		20	-	l	m	c
	13	i	j	c	-		21	-	n	o	c
	14	k	-	i	c		22	n	-	o	c
	15	k	-	c	i		23	c	o	-	n
	16	c	l	m	-		24	-	n	o	c
	17	m	l	c	-		25	n	-	o	c
	18	m	l	c	-						

การวินิจฉัยจุดบกพร่องในการเขียนเรื่องระบบจำนวนเต็ม ของแบบทดสอบฉบับที่ 7
(เลขยกกำลัง) ดังแสดงในตาราง 10

การวินิจฉัยจุดบกพร่องในตาราง 10 ได้กำหนดสัญลักษณ์แทนจุดบกพร่องในลักษณะ
ต่าง ๆ ดังนี้

- a แทน ไม่เข้าใจนิยามของ เลขยกกำลัง ซึ่งแยกออกเป็น
- a.1 แทน ใช้ เลขที่แยกตัวประกอบไว้ เป็นเลขฐานหนึ่งจำนวนที่เหลือนอกอีกจำนวน
ให้เป็นเลขชี้กำลัง
- a.2 แทน ใช้ เลขที่แยกตัวประกอบไว้ เป็นเลขฐานและนำเลขทุกจำนวน
มาบวกกันเป็นเลขชี้กำลัง
- a.3 แทน นำเลขทุกจำนวนมาบวกกันเป็นเลขฐานและใช้ เลขที่
แยกตัวประกอบไว้ เป็นเลขชี้กำลัง
- b แทน ไม่เข้าใจนิยามของ เลขยกกำลัง ซึ่งแยกออกเป็น
- b.1 แทน นำเลขฐานบวกเลขชี้กำลัง เป็นผลลัพธ์
- b.2 แทน นำเลขฐานคูณเลขชี้กำลัง เป็นผลลัพธ์
- b.3 แทน สลับหน้าที่ของ เลขฐานกับเลขชี้กำลัง
- c แทน นับเลขศูนย์ เป็นเลขชี้กำลังขาดไป 1
- d แทน นับเลขศูนย์ เป็นเลขชี้กำลัง เกินไป 1
- e แทน ใช้ 100 เป็นเลขฐานแทน 10

ตาราง 10 การวิเคราะห์จุดบกพร่องในการเรียนเรื่องระบบจำนวนเต็มจากแบบทดสอบ
ฉบับที่ 7 (เลขยกกำลัง)

ตอนที่	ข้อที่	ตัวเลือก				ตอนที่	ข้อที่	ตัวเลือก			
		ก	ข	ค	ง			ก	ข	ค	ง
1	1	a.1	-	a.2	a.3	1	11	b.3	-	b.2	b
	2	-	a.1	a.3	a.2		12	b	b.3	b.2	-
	3	a.3	a.2	a.1	-		13	b.3	-	b	b.2
	4	a.3	a.2	-	a.1		14	-	b	b.3	b.2
	5	-	a.1	a.3	a.2		15	b.2	b.2	-	b.3
	6	b.1	b.2	-	b.3		16	c	-	d	e
	7	b.1	b.2	b.3	-		17	-	e	d	e
	8	b.1	b.2	-	b.3		18	e	-	c	d
	9	b.1	b.2	b.3	-		19	-	e	c	d
	10	b.1	b.2	-	b.3		20	e	d	-	c

- คำตอบถูก

จุดมุ่งหมาย เชิงพฤติกรรม

จุดมุ่งหมาย เชิงพฤติกรรมของแบบทดสอบวินิจฉัยทั้ง เจ็ดฉบับ ได้แสดง ไว้ในตาราง 11 - 17 สำหรับ เกณฑ์ของทุกจุดมุ่งหมาย เชิงพฤติกรรมในแบบทดสอบทุกฉบับ ใช้เกณฑ์เดียวกัน คือ นักเรียนสามารถทำข้อสอบได้อย่างน้อย 80 เปอร์เซ็นต์ของจำนวนข้อสอบที่วัดในจุดมุ่งหมาย เชิงพฤติกรรมนั้น

ตาราง 11 จุดมุ่งหมาย เชิงพฤติกรรมและ ข้อสอบที่สอดคล้อง กับแต่ละจุดมุ่งหมาย ในแบบทดสอบ ฉบับที่ 1 (ความรู้ เบื้องต้นที่เกี่ยวกับจำนวนเต็ม)

ตอนที่	ข้อที่	หมายเลข ประจำ B.O.	จุดมุ่งหมาย เชิงพฤติกรรม
			<u>ประโยค</u>
1	1-5	1.1.1	เมื่อกำหนดประโยคสัญลักษณ์ให้ นักเรียนสามารถตอบว่ามีอะไร เป็นตัวแปรของประโยคนั้นได้
			<u>จำนวนเต็ม</u>
2	6-10	1.2.1	เมื่อกำหนดจำนวนต่าง ๆ ให้นักเรียนสามารถตอบว่าจำนวนใดเป็นจำนวนเต็มได้
	11-15	1.2.2	เมื่อกำหนดจุดบนเส้นจำนวนให้ นักเรียนสามารถตอบว่าจำนวนเต็มใดที่แทนจุดที่กำหนดให้ได้
	16-20	1.2.3	เมื่อกำหนดเลขจำนวนเต็มให้จุดหนึ่ง นักเรียนสามารถตอบจำนวนอีกสามจำนวนตามแบบที่กำหนดให้ได้
	21-25	1.2.4	เมื่อกำหนดเลขจำนวนเต็มให้สองจำนวน นักเรียนสามารถเปรียบเทียบได้ว่าจำนวนใดมีค่ามากกว่าหรือน้อยกว่าได้

ตาราง 11 (ต่อ)

ตอนที่	ข้อที่	หมายเลข ประจำ B.O.	จุดมุ่งหมาย เชิงพฤติกรรม
2	26-30	1.2.5	เมื่อกำหนดเลขจำนวนเต็มให้จุดหนึ่ง นักเรียนสามารถ เรียงลำดับจำนวนเต็ม เหล่านี้จากน้อยไปหามากได้ <u>คุณสมบัติการบวกและการคูณของจำนวนเต็มบวก</u>
3	31-35	1.3.1	เมื่อกำหนดประโยคสัญลักษณ์ที่มีตัวแปรให้ นักเรียนสามารถ หาจำนวนเต็มมาแทนตัวแปรแล้วทำให้ประโยคนั้นเป็นจริง โดยใช้คุณสมบัติการลบที่ของการบวกและการคูณได้
	36-40	1.3.2	เมื่อกำหนดประโยคสัญลักษณ์ที่มีตัวแปรให้นักเรียนสามารถ หาจำนวนมาแทนตัวแปรแล้วทำให้ประโยคนั้นเป็นจริง โดยใช้คุณสมบัติการจัดหมู่ของการบวกและการคูณได้
	41-45	1.3.3	เมื่อกำหนดประโยคสัญลักษณ์ที่มีตัวแปรให้ นักเรียนสามารถ หาจำนวนมาแทนตัวแปรแล้วทำให้ประโยคนั้นเป็นจริง โดยใช้ คุณสมบัติการกระจายของการคูณได้ <u>ค่าสมมูลของจำนวนเต็ม</u>
4	46-50	1.4.1	เมื่อกำหนดจำนวนเต็มใด ๆ ให้ นักเรียนสามารถหา ค่าสมมูลของจำนวนเต็มนั้นได้
	51-55	1.4.2	เมื่อกำหนดค่าสมมูลของจำนวนเต็มสองจำนวนให้ นักเรียน สามารถเปรียบเทียบค่าสมมูลของจำนวนเต็มใดมีค่ามากกว่า น้อยกว่า หรือเท่ากันได้
	56-60	1.4.3	เมื่อกำหนดจำนวนเต็มใด ๆ ให้ นักเรียนสามารถหาจำนวน ตรงข้ามของจำนวนเต็มนั้น ๆ ได้

ตาราง 12 จุดมุ่งหมาย เชิงพฤติกรรมแต่ละข้อสอบที่สอดคล้องกับแต่ละจุดมุ่งหมายในแบบทดสอบ
ฉบับที่ 2 (การบวกจำนวนเต็ม)

ตอนที่	ข้อที่	หมายเลข ประจำข้อ.	จุดมุ่งหมาย เชิงพฤติกรรม
1	1-5	2.1.1	<u>การบวกจำนวนเต็ม</u> เมื่อกำหนดประโยชน์สัญลักษณ์การบวกจำนวนเต็มให้นักเรียนสามารถหาผลบวกได้
		2.2.1	<u>การบวกจำนวนเต็มลบ</u> เมื่อกำหนดประโยชน์สัญลักษณ์การบวกจำนวนเต็มลบสองจำนวนโดยตัวตั้งมีค่าสมบูรณ์มากกว่าให้นักเรียนสามารถหาผลบวกได้
2	6-10	2.2.1	เมื่อกำหนดประโยชน์สัญลักษณ์การบวกจำนวนเต็มลบสองจำนวนโดยตัวตั้งมีค่าสมบูรณ์มากกว่าให้นักเรียนสามารถหาผลบวกได้
	11-15	2.2.2	เมื่อกำหนดประโยชน์สัญลักษณ์การบวกจำนวนเต็มลบสองจำนวนโดยตัวตั้งมีค่าสมบูรณ์น้อยกว่าให้นักเรียนสามารถหาผลบวกได้
	16-20	2.2.3	เมื่อกำหนดประโยชน์สัญลักษณ์การบวกจำนวนเต็มลบสามจำนวนให้นักเรียนสามารถหาผลบวกได้
3	21-25	2.3.1	<u>การบวกจำนวนเต็มบวกกับจำนวนเต็มลบ</u> เมื่อกำหนดประโยชน์สัญลักษณ์การบวกจำนวนเต็มบวกกับจำนวนเต็มลบโดยที่จำนวนเต็มบวกมีค่าสมบูรณ์มากกว่าจำนวนเต็มลบให้นักเรียนสามารถหาผลบวกได้
	26-30	2.3.2	เมื่อกำหนดประโยชน์สัญลักษณ์การบวกจำนวนเต็มบวกกับจำนวนเต็มลบโดยที่จำนวนเต็มบวกมีค่าสมบูรณ์น้อยกว่าจำนวนเต็มลบให้นักเรียนสามารถหาผลบวกได้

ตาราง 12 (ต่อ)

ตอนที่	ข้อที่	หมายเลข ประจำ B.O.	จุดมุ่งหมาย เชิงพฤติกรรม
3	31-35	2.3.3	เมื่อกำหนดคสัญลักษณ์การบวกจำนวนเพิ่มบวกกับจำนวนเต็มลบ โดยที่จำนวนเพิ่มบวกมีค่าสมบูรณ์เท่ากับจำนวนเต็มลบให้นักเรียน สามารถหาผลบวกได้
	36-40	2.3.4	เมื่อกำหนดประโยคสัญลักษณ์การบวกจำนวนเพิ่มบวกกับจำนวน เต็มลบให้สามจำนวน นักเรียนสามารถหาผลบวกได้

ตาราง 13 จุดมุ่งหมาย เชิงพฤติกรรม และข้อสอบที่สอดคล้องกับแต่ละจุดมุ่งหมายในแบบทดสอบ
ฉบับที่ 3 (การลบจำนวนเต็ม)

ตอนที่	ข้อที่	หมายเลข ประจำ B.O.	จุดมุ่งหมาย เชิงพฤติกรรม
1	1-5	3.1.1	<u>การลบจำนวนเต็ม</u> เมื่อกำหนดประโยคสัญลักษณ์การลบจำนวนเต็มแบบต่าง ๆ ให้ นักเรียนสามารถ เปลี่ยนการลบให้เป็นการบวกด้วยจำนวน ตรงข้ามของตัวลบได้

ตาราง 13 (ต่อ)

ตอนที่	ข้อที่	หมายเลข ประจำ B.O.	จุดมุ่งหมาย เชิงพฤติกรรม
2	6-10	3.2.1	<u>การลบจำนวนเพิ่มบวก</u> เมื่อกำหนดประโยชน์สัญลักษณ์การลบจำนวนเพิ่มบวกโดยที่ตัวตั้ง มีค่าสมบูรณ์มากกว่าตัวลบให้ นักเรียนสามารถหาผลลบได้
	11-15	3.2.2	เมื่อกำหนดประโยชน์สัญลักษณ์การลบจำนวนเพิ่มบวกโดยที่ตัวตั้ง มีค่าสมบูรณ์น้อยกว่าตัวลบให้นักเรียนสามารถหาผลลบได้
3	16-20	3.3.1	<u>การลบจำนวนเพิ่มลบ</u> เมื่อกำหนดประโยชน์สัญลักษณ์การลบจำนวนเพิ่มลบโดยที่ตัวตั้ง มีค่าสมบูรณ์มากกว่าตัวลบให้นักเรียนสามารถหาผลลบได้
	21-25	3.3.2	เมื่อกำหนดประโยชน์สัญลักษณ์การลบจำนวนเพิ่มลบโดยที่ตัวตั้ง มีค่าสมบูรณ์น้อยกว่าตัวลบให้นักเรียนสามารถหาผลลบได้
4	26-30	3.4.1	<u>การลบจำนวนเพิ่มลบด้วยจำนวนเพิ่มบวก</u> เมื่อกำหนดประโยชน์สัญลักษณ์การลบจำนวนเพิ่มลบด้วยจำนวน เพิ่มบวก โดยที่จำนวนเพิ่มลบมีค่าสมบูรณ์มากกว่าจำนวนเพิ่มบวก ให้นักเรียนสามารถหาผลลบได้
	31-35	3.4.2	เมื่อกำหนดประโยชน์สัญลักษณ์การลบจำนวนเพิ่มลบด้วยจำนวน เพิ่มบวกโดยที่จำนวนเพิ่มลบมีค่าสมบูรณ์น้อยกว่าจำนวนเพิ่มบวกให้ นักเรียนสามารถหาผลลบได้

ตาราง 13 (ต่อ)

ตอนที่	ข้อที่	หมายเลข ประจำ B.O.	จุดมุ่งหมาย เชิงพฤติกรรม
5	36-40	3.5.1	<u>การลดจำนวนเพิ่มบวกด้วยจำนวนเพิ่มลบ</u> เมื่อกำหนดประโยคสัญลักษณ์การลดจำนวนเพิ่มบวกด้วยจำนวน เพิ่มลบ โดยที่จำนวนเพิ่มบวกมีค่าสมบูรณมากกว่าจำนวนเพิ่มลบให้ นักเรียนสามารถหาผลลบได้
5	41-45	3.5.2	เมื่อกำหนดประโยคสัญลักษณ์การลดจำนวนเพิ่มบวกด้วยจำนวน เพิ่มลบ โดยที่จำนวนเพิ่มบวกมีค่าสมบูรณน้อยกว่าจำนวนเพิ่มลบให้ นักเรียนสามารถหาผลลบได้

ตาราง 14 จุดมุ่งหมาย เชิงพฤติกรรมและข้อสอบที่สอดคล้องกับแต่ละจุดมุ่งหมายในแบบทดสอบ
ฉบับที่ 4 (การคูณจำนวนเพิ่ม)

ตอนที่	ข้อที่	หมายเลข ประจำ B.O.	จุดมุ่งหมาย เชิงพฤติกรรม
1	1-5	4.1.1	<u>ความรู้เบื้องต้นที่เกี่ยวกับการคูณจำนวนเพิ่ม</u> เมื่อกำหนดสัญลักษณ์การคูณจำนวนเพิ่มบวกให้ นักเรียน สามารถ เปลี่ยนการคูณ เป็นการบวกจำนวนเดียวกันหลาย ๆ ครั้งได้

ตาราง 14 (ต่อ)

ตอนที่	ข้อที่	หมายเลข ประจำ B.O.	จุดมุ่งหมาย เชิงพฤติกรรม
2	6-10	4.2.1	<u>การคูณจำนวนเพิ่มบวก</u> เมื่อกำหนดประโยชน์สำคัญลักษณะการคูณจำนวนเพิ่มบวกให้นักเรียนสามารถหาผลคูณได้
		4.3.1	<u>การคูณจำนวนเพิ่มบวกกับจำนวนเพิ่มลบ</u> เมื่อกำหนดประโยชน์สำคัญลักษณะการคูณจำนวนเพิ่มบวกกับจำนวนเพิ่มลบให้นักเรียนสามารถหาผลคูณได้
3	11-15	4.3.1	เมื่อกำหนดประโยชน์สำคัญลักษณะการคูณจำนวนเพิ่มบวกกับจำนวนเพิ่มลบให้นักเรียนสามารถหาผลคูณได้
	16-20	4.3.2	เมื่อกำหนดประโยชน์สำคัญลักษณะการคูณจำนวนเพิ่มบวกสองจำนวนกับจำนวนเพิ่มลบหนึ่งจำนวนให้นักเรียนสามารถหาผลคูณได้
	21-25	4.3.3	เมื่อกำหนดประโยชน์สำคัญลักษณะการคูณจำนวนเพิ่มบวกหนึ่งจำนวนกับจำนวนเพิ่มลบสองจำนวนให้นักเรียนสามารถหาผลคูณได้
4	26-30	4.4.1	<u>การคูณจำนวนเพิ่มลบกับจำนวนเพิ่มลบ</u> เมื่อกำหนดประโยชน์สำคัญลักษณะการคูณจำนวนเพิ่มลบสองจำนวนให้นักเรียนสามารถหาผลคูณได้
	31-35	4.4.2	เมื่อกำหนดประโยชน์สำคัญลักษณะการคูณจำนวนเพิ่มลบสามจำนวนให้นักเรียนสามารถหาผลคูณได้

ตาราง 15 จุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรมและข้อสอบที่สอดคล้องกับแต่ละจุดมุ่งหมาย
ในแบบทดสอบฉบับที่ 5 (การหารจำนวนเต็ม)

ตอนที่	ข้อที่	หมายเลข ประจำ B.O.	จุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรม
1	1-5	5.1.1	<u>การหารจำนวนเต็มบวก</u> เมื่อกำหนดประโยชน์สัญลักษณ์การหารจำนวนเต็มบวกให้นักเรียนสามารถหาผลหารได้
			<u>การหารจำนวนเต็มบวกกับจำนวนเต็มลบ</u> เมื่อกำหนดประโยชน์สัญลักษณ์การหารจำนวนเต็มบวกด้วยจำนวนเต็มลบให้นักเรียนสามารถหาผลหารได้
2	6-10	5.2.1	<u>การหารจำนวนเต็มบวกกับจำนวนเต็มลบ</u> เมื่อกำหนดประโยชน์สัญลักษณ์การหารจำนวนเต็มบวกด้วยจำนวนเต็มลบให้นักเรียนสามารถหาผลหารได้
	11-15	5.2.2	<u>การหารจำนวนเต็มลบด้วยจำนวนเต็มบวก</u> เมื่อกำหนดประโยชน์สัญลักษณ์การหารจำนวนเต็มลบด้วยจำนวนเต็มบวกให้นักเรียนสามารถหาผลหารได้
3	16-20	5.3.1	<u>การหารจำนวนเต็มลบด้วยจำนวนเต็มลบ</u> เมื่อกำหนดประโยชน์สัญลักษณ์การหารจำนวนเต็มลบด้วยจำนวนเต็มลบให้นักเรียนสามารถหาผลหารได้

ตาราง 16 จุดมุ่งหมาย เชิงพฤติกรรมและข้อสอบที่สอดคล้องกันแก่จุดมุ่งหมาย
ในแบบทดสอบฉบับที่ 6 (คุณสมบัติของหนึ่ง และคุณสมบัติของศูนย์)

ตอนที่	ข้อที่	หมายเลข ประจำ B.O.	จุดมุ่งหมาย เชิงพฤติกรรม
1	1-5	6.1.1	<u>คุณสมบัติของหนึ่ง</u> เมื่อกำหนดประโยคสัญลักษณ์การคูณจำนวนเต็มใด ๆ ด้วย 1 ให้ นักเรียนสามารถหาผลคูณได้
	6-10	6.1.2	เมื่อกำหนดประโยคสัญลักษณ์การหารจำนวนเต็มใด ๆ ด้วย 1 ให้ นักเรียนสามารถหาผลหารได้
2	11-15	6.2.1	<u>คุณสมบัติของศูนย์</u> เมื่อกำหนดประโยคสัญลักษณ์การบวกจำนวนเต็มใด ๆ กับ 0 ให้ นักเรียนสามารถหาผลบวกได้
	16-20	6.2.2	เมื่อกำหนดประโยคสัญลักษณ์การคูณจำนวนใด ๆ ด้วย 0 ให้ นักเรียนสามารถหาผลคูณได้
	21-25	6.2.3	เมื่อกำหนดประโยคสัญลักษณ์การหาร 0 ด้วยจำนวนใด ๆ ให้ นักเรียนสามารถหาผลหารได้

ตาราง 17 จุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรมและข้อสอบที่สอดคล้องกับแต่ละจุดมุ่งหมาย
ในแบบทดสอบฉบับที่ 7 (เลขยกกำลัง)

ตอนที่	ข้อที่	หมายเลข ประจำ B.O.	จุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรม
1	1-5	7.1.1	เมื่อกำหนดเลขจำนวนเดียวกันคูณกันหลายครั้งให้นักเรียนสามารถใช้สัญลัศน์เลขยกกำลังแทนได้
	6-10	7.1.2	เมื่อกำหนดเลขยกกำลังใด ๆ ให้นักเรียนสามารถหาได้ว่าเลขยกกำลังที่กำหนดให้แทนด้วยจำนวนใดได้
	11-15	7.1.3	เมื่อกำหนดจำนวนเต็มบางจำนวนให้นักเรียนสามารถเขียนจำนวนให้อยู่ในรูปเลขยกกำลังได้
	16-20	7.1.4	เมื่อกำหนดจำนวนเต็มที่มีค่ามาก ๆ บางจำนวนให้นักเรียนสามารถเขียนให้อยู่ในรูป $A \times 10^n$ เมื่อ $1 \leq A < 10$ ได้

ใบแจ้งผลการวินิจฉัยการ เวียนเวียนระบบจำนวนเต็ม จากแบบทดสอบฉบับที่

ชื่อ ชื่อสกุล ชั้น

โรงเรียน อำเภอ จังหวัด

ตอนที่	จุดมุ่งหมาย เชิงพฤติกรรม ข้อที่	คะแนนรวม ในแต่ละจุดมุ่งหมาย เชิงพฤติกรรม	ผลการวินิจฉัย	ข้อที่ผิด	จุดบกพร่อง

หมายเหตุ ในแต่ละจุดมุ่งหมาย เชิงพฤติกรรมมี 5 ข้อ ถ้าทำถูก 4 หรือ 5 ข้อ แสดงว่า
ไม่มีความบกพร่องในจุดมุ่งหมาย เชิงพฤติกรรมนั้น

การสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยในการเรียนเรื่องระบบจำนวนเต็ม
สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ในจังหวัดนครนายก

บทคัดย่อ

ของ

วิรัช นิยมแย้ม

เสนอต่อมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร

เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาค้นคว้าหลักสูตร

ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต

กุมภาพันธ์ 2525

การศึกษาค้นคว้าครั้งนี้มีจุดมุ่งหมาย เพื่อสร้างแบบทดสอบวินิจัยในการเรียนเรื่องระบบจำนวนเต็ม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ใหม้คุณภาพสูง แบบทดสอบที่สร้างขึ้นมีเจ็ดฉบับ คือ แบบทดสอบความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับจำนวนเต็ม แบบทดสอบการบวกจำนวนเต็ม แบบทดสอบการลบจำนวนเต็ม แบบทดสอบการคูณจำนวนเต็ม แบบทดสอบการหารจำนวนเต็ม แบบทดสอบคุณสมบัติของหนึ่งและคุณสมบัติของศูนย์ และแบบทดสอบเลขยกกำลัง เพื่อใช้ค้นหาจุดบกพร่องในการเรียน กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ปีการศึกษา 2524 ของโรงเรียนสังกัดกรมสามัญศึกษาในจังหวัดนครนายก จำนวน 894 คน ซึ่งเลือกโดยวิธีสุ่มแบบแบ่งพวก

สำหรับการสร้างแบบทดสอบมีวิธีดำเนินการสร้างดังนี้ คือ สร้างแบบทดสอบเพื่อสำรวจแบบให้แสดงวิธีทำและเติมคำ โดยเขียนข้อสอบให้สอดคล้องกับจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรม นำไปทดสอบเพื่อสำรวจจุดบกพร่องและรวบรวมคำตอบผิด แล้วดัดแปลงเป็นแบบทดสอบวินิจัยแบบเลือกตอบชนิดสี่ตัวเลือก โดยนำคำตอบที่นักเรียนส่วนมากตอบผิดในแบบทดสอบเพื่อสำรวจมาเป็นตัวเลือก นำไปทดสอบสามครั้งคือ ทดสอบครั้งที่หนึ่งและครั้งที่สอง เพื่อปรับปรุงและคัดเลือกข้อสอบ และทดสอบครั้งที่สาม เพื่อหาคุณภาพของแบบทดสอบ

ผลจากการศึกษาพบว่า แบบทดสอบวินิจัยมีค่าความยากตั้งแต่ .65 ขึ้นไป ค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ .01 ขึ้นไป ค่าความเชื่อมั่น คำนวณโดยใช้สูตรของฮวิน มีค่าตั้งแต่ .6187 - .7304 สำหรับความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาของแบบทดสอบ หาโดยให้ผู้เชี่ยวชาญพิจารณา ปรากฏว่าแบบทดสอบทั้งเจ็ดฉบับสามารถวัดเรื่องระบบจำนวนเต็มได้จริง ส่วนความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้าง ตรวจสอบโดยอาศัยค่าความยากจากกลุ่มผู้มีความบกพร่อง เป็นตัวชี้แนะความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้าง ปรากฏว่าข้อสอบที่วัดในจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรมเดียวกันมีค่าใกล้เคียงกัน ดังนั้นแบบทดสอบทั้งเจ็ดฉบับมีความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้าง

A CONSTRUCTION OF A DIAGNOSTIC TEST IN INTEGER SYSTEM
FOR MATAYOM SUKSA II STUDENTS
IN NAKORN NAYOK PROVINCE

AN ABSTRACT

BY

WIRAT NIYOMYAM

Presented in partial fulfillment of the requirements
for the Master of Education degree
at Srinakharinwirot University

February 1982

The purpose of the study was to construct a qualitative Diagnostic Test in Integer system for Matayom Suksa II students in Nakorn Nayok province. Seven subtests were constructed : Conception, Addition, Subtration, Combination, Devision, Property of one and zero, and Exponent. These subtests were used to determine the cause of students weaknesses in these content areas. The sample of the study consisted of 894 Matayom Suksa II students of academic year 1981 in Nakorn Nayok province. They were selected by using the Stratified Random Sampling technique.

Two different kinds of tests were constructed consequently. The first one was the written and completion method for the purpose of serveying students' mistakes. Then the students' incorrect answers were used as the distractors in a multiple - choice Diagnostic Test, which was the tool for this study.

The whole test, which was composed of seven subtests, was tried out twice. The second try out was for improving items. The second one was for selecting the items, that would be in the Diagnostic Test.

The findings were as follow :

- a) The difficulty index of each item was not less than .65
- b) The discriminating power of each item was equal or more than .01
- c) The reliabilities of the subtests, which were calculated by Huynh formula, varied from .6187 to .7304

d) The content validity of the subtest, judged by the school teachers who are expert in subject contents, was relevant.

e) The construct validity was found by the following method. First of all was selecting the students, who received the total score less than 80 percent of the full score of each subtest. Next, analysing item scores in order to indicate the difficulty index. Then considering the difficulty indices of the items that clustered around the same behavioral objectives. These difficulty indices were very close to each other. That meant these subtest had satisfactory construct validity.