

371 261

๙๙๖๖ก

๗.3

การเปรียบเทียบชั้นการวินิจฉัยระหว่างแบบทดสอบชนิดเลือกตอบ
กับชนิดเติมคำวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องระบบจำนวนเต็ม

ปริญญานิพนธ์

ของ

แสงอรุณ กันเจริญ

16 ส.ค. 2534

เสนอต่อมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา

ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต วิชาเอกการวัดผลการศึกษา

กุมภาพันธ์ 2533

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

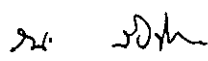
121574

คณะกรรมการที่ปรึกษาประจำวันิสิทและคณะกรรมการสอบ ได้พิจารณาปริญญานิพนธ์ฉบับนี้แล้ว เห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต วิชาเอกการพัฒนการศึกษา ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

คณะกรรมการที่ปรึกษา

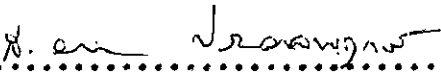
.....  ประธาน

(รศ.ดร.ส.วาสนา ประवालพฤษ)

.....  กรรมการ

(กร.วัน สังข์สะอาด)

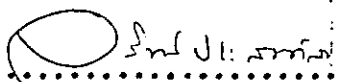
คณะกรรมการสอบ

.....  ประธาน

(รศ.ดร.ส.วาสนา ประवालพฤษ)

.....  กรรมการ

(กร.วัน สังข์สะอาด)

.....  กรรมการที่แต่งตั้งเพิ่มเติม

(ผศ.จรินทร์ ประสงค์สม)

บัณฑิตวิทยาลัยอนุมัติให้รับปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต วิชาเอกการพัฒนการศึกษา ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

.....  คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

(ศ.ดร.สมพร บัวทอง)

วันที่ .. ๗ .. เดือน .. มีนาคม .. พ.ศ. ๒๕๓๓ ..

ประกาศคุณูปการ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ได้รับความช่วยเหลืออย่างดียิ่งจากรองศาสตราจารย์ ดร.ส.วาสนา
ประมวลพฤษ์ ดร.วัน สังข์สะอาดและช่วยศาสตราจารย์จิรินทร์ ประสงค์สม ที่กรุณาให้คำแนะนำ
ข้อคิดเห็นตลอดจนการแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ขอกราบขอบพระคุณรองศาสตราจารย์ ดร.สุนันท์ ศลโกสุม ที่ให้กำลังใจและคำแนะนำใน
ด้านต่างๆเป็นอย่างดีและขอกราบขอบพระคุณ ดร.ไพฑูรย์ โพธิ์สาร และดร.ชูศักดิ์ ชัมบาลีขิที่กรุณา
ให้ความช่วยเหลือในการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยคอมพิวเตอร์

ขอขอบคุณอาจารย์ที่กรุณาช่วยเป็นพี่เลี้ยงชาวอุดรตรวจสอบเครื่องมือในการวิจัยและวิเคราะห์
ข้อบกพร่องและขอขอบคุณ คุณจรรยา สิงห์ทองและคุณสุนทรี ไกรกามแก้ว ตลอดจนเพื่อนพ้องๆ
วิทยาลัยทุกคนที่เป็นกำลังใจและให้ความช่วยเหลือในการทำปริญญานิพนธ์ในครั้งนี้

ขอขอบคุณผู้อำนวยการ อาจารย์ใหญ่ คณะครูอาจารย์และนักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่างและ
ขอขอบคุณคุณประสงค์ ศุภระมณกุล ที่ให้ความร่วมมือและความเอื้อเฟื้อในการเก็บข้อมูลเป็นอย่างดี
ท้ายที่สุดนี้ ผู้วิจัยขออภิวาถึงพระคุณของบิดา มารดาที่ให้กำลังใจแก่ผู้วิจัยโดยตลอดมา

แสงอรุณ กันเจริญ

สารบัญ

บทที่	หน้า
1 บทนำ.....	1
ภูมิหลัง.....	1
ความมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า.....	4
ความสำคัญของการศึกษาค้นคว้า.....	4
ขอบเขตของการศึกษาค้นคว้า.....	4
นิยามศัพท์เฉพาะ.....	4
2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	7
การใช้ผลทดสอบ.....	7
แบบทดสอบวินิจัย.....	9
แบบทดสอบชนิดเลือกตอบ.....	11
แบบทดสอบชนิดเติมคำ.....	13
การเปรียบเทียบชนิดของแบบทดสอบ.....	14
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	16
งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับแบบทดสอบวินิจัย.....	16
งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการเปรียบเทียบชนิดของแบบทดสอบ.....	19
สมมติฐานในการวิจัย.....	20
3 วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า.....	21
ประชากร.....	21
กลุ่มตัวอย่าง.....	21
เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า.....	22
คุณภาพของเครื่องมือ.....	28
วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า.....	28
สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล.....	29

4	ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	33
	สัญลักษณ์และอักษรย่อที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล.....	33
	การเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	33
	ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	34
5	สรุปผล อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ.....	89
	ความมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า.....	89
	สมมติฐานในการวิจัย.....	89
	กลุ่มตัวอย่าง.....	89
	เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า.....	89
	วิธีดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล.....	89
	การวิเคราะห์ข้อมูล.....	90
	สรุปผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	90
	การอภิปรายผล.....	95
	ข้อเสนอแนะ.....	97
	บรรณานุกรม	98
	ภาคผนวก.....	102
	ประวัติย่อของผู้วิจัย.....	124

บัญชีตาราง

ตาราง	หน้า
1 รายชื่อโรงเรียนและจำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ศึกษา.....	22
2 ค่าสถิติพื้นฐานของคะแนนรวมจากแบบทดสอบวิชาคณิตศาสตร์ ชนิดเลือกตอบและ ชนิดเติมคำ.....	34
3 การเปรียบเทียบดัชนีการวินิจฉัยระหว่างแบบทดสอบชนิดเลือกตอบและชนิดเติมคำ.....	35
4 การเปรียบเทียบดัชนีการวินิจฉัยระหว่างแบบทดสอบชนิดเลือกตอบกับชนิดเติมคำของ นักเรียนที่มีค่าความสามารถตั้งแต่ 1 ขึ้นไป.....	35
5 การเปรียบเทียบดัชนีการวินิจฉัยระหว่างแบบทดสอบชนิดเลือกตอบกับชนิดเติมคำของ นักเรียนที่มีค่าความสามารถตั้งแต่ -1 ลงมา.....	36
6 ค่าอำนาจจำแนก ค่าความยากง่ายของข้อสอบจากแบบทดสอบชนิดเลือกตอบกับ ชนิดเติมคำ.....	37
7 ค่าความสามารถ ค่าดัชนีบ่งชี้ของหาเหตุโอเคของนักเรียนจากการทำแบบทดสอบ ชนิดเลือกตอบ.....	40
8 ค่าความสามารถ ค่าดัชนีบ่งชี้ของหาเหตุโอเคของนักเรียนจากการทำแบบทดสอบ ชนิดเติมคำ.....	47
9 เปอร์เซนต์การตอบของนักเรียนและการวิเคราะห์ข้อบกพร่องที่นักเรียนตอบผิดในการ ตอบแบบทดสอบวินิจฉัยวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องระบบจำนวนเต็ม จากแบบทดสอบ ชนิดเลือกตอบ.....	54
10 เปอร์เซนต์การตอบของนักเรียนและการวิเคราะห์ข้อบกพร่องที่นักเรียนตอบผิดในการ ตอบแบบทดสอบวินิจฉัยวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องระบบจำนวนเต็ม จากแบบทดสอบ ชนิดเติมคำ.....	70
11 ค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบรายข้อกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม ที่ต้องการวัด ของแบบทดสอบ.....	106
12 การคัดเลือกข้อสอบจากการทดลองครั้งที่ 2.....	109
13 ค่าความยากง่ายของข้อสอบซึ่งหาโดยใช้สูตรอย่างง่ายและค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบ ซึ่งหาโดยใช้สูตรของเบรนนัน.....	114

บทนำ

สิ่งสำคัญยิ่งในการจัดการศึกษาก็คือ การสอนให้นักเรียนมีความรู้ความสามารถและเจริญงอกงามไปในทิศทางที่พึงงาม ซึ่งครูผู้สอนจำเป็นจะต้องรอบรู้และเข้าใจในการจัดการศึกษา งานหลักที่ครูจะต้องปฏิบัติอยู่เป็นประจำมี 2 ประการ คือการสอนและการสอบ (สุภชัย เอื้ออิสระวิมล. 2519 : 1) ซึ่งทั้ง 2 ประการนี้จะขาดอย่างหนึ่งอย่างใดไม่ได้ เพราะเมื่อสอนไปแล้วจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องทดสอบ เพื่อคว้านักเรียนมีความรู้หรือเจริญงอกงามตามความมุ่งหมายเพียงใดแค่ไหน การสอนกับการสอบจึงเป็นงานที่ต่อเนื่องกัน ทั้งนี้ยอมฤดี จงพยุหะ (2516 : 143) กล่าวว่า การจัดการศึกษาจำเป็นจะต้องมีการวัดผลเมื่อมีการเรียนการสอนและการอบรมแล้ว กระบวนการวัดผลเป็นสิ่งที่ขาดเสียไม่ได้ เพราะการวัดผลจะช่วยให้ครูทราบถึงความเจริญงอกงาม พัฒนาการก้าวหน้าและข้อบกพร่องใญ่ของนักเรียน เพื่อจะได้ทำการส่งเสริมหรือปรับปรุงแก้ไขให้ถูกต้องและเหมาะสมยิ่งขึ้น นอกจากนี้แล้วการทดสอบยังมีประโยชน์อื่นๆอีกมากต่อการศึกษ ขวาล แพริทักุล (2518 : 21 - 25) ได้กล่าวถึงประโยชน์ของการทดสอบไว้ดังนี้

1. สอบเพื่อจัดตำแหน่ง
2. สอบเพื่อวินิจฉัย
3. สอบเพื่อเปรียบเทียบ
4. สอบเพื่อพยากรณ์
5. สอบเพื่อประเมินค่า

ปัญหาการสอบในปัจจุบันนี้ คือการใช้ผลการสอบยังไม่คุ้มค่าเพราะการสอบแต่ละครั้งต้องลงทุนทั้งแรงงาน เวลา และเงินจำนวนไม่น้อย แต่ครูส่วนใหญ่ก็ใช้ผลการสอบเพียงเพื่อตัดสินว่าเด็กสอบไล่หรือตก ผ่านหรือไม่ผ่านเท่านั้น ซึ่งยังไม่สอดคล้องกับปรัชญาการวัดผลที่ว่า "สอบเพื่อค้นและพัฒนาสมรรถภาพมนุษย์" (ขวาล แพริทักุล. 2516 : 1-12) ซึ่งเป็นการนำผลสอบนั้นไปตรวจดูความรู้ความสามารถของนักเรียน ต้องการให้การทดสอบไปพัฒนาเด็กให้งอกงาม หรือไป

ทำหน้าที่สอนให้เด็กเกิดการเรียนรู้อย่างขึ้น โดยเชื่อว่าข้อคำถามของแบบทดสอบที่ดีจะสามารถกระตุ้น และพัฒนาสมรรถภาพของมนุษย์ได้ (ชวาล แพทย์กุล. 2517 : 24) นอกจากนี้ครูควรรู้ผลการสอบ เพื่อสำรวจข้อบกพร่องของผู้สอบว่ามีข้อบกพร่องในเรื่องใดควรมีการปรับปรุงการทำงานของครูหรือของผู้เรียนเช่นไร จึงจะทำให้ได้ผลสมบูรณ์ (เชกศักดิ์ ไชวาสินธุ์. 2525 : 55-56) ดังนั้นครูจึงควรมีเครื่องมือที่สามารถค้นหาสาเหตุและข้อบกพร่องของนักเรียน ซึ่งเครื่องมือที่นี้มีความสำคัญ และมีประโยชน์ในการค้นหาสาเหตุและข้อบกพร่องของนักเรียนก็คือ แบบทดสอบวินิจัย

(Diagnostic Test) (ทองหล่อ วิภาวรินทร์. 2521 : 49) เพราะแบบทดสอบวินิจัยสามารถวิเคราะห์ข้อบกพร่องของนักเรียนได้มากกว่าแบบทดสอบอื่น ช่วยให้ครูรู้ถึงองค์ประกอบที่สำคัญของความบกพร่อง สามารถบอกได้ว่า นักเรียนมีความบกพร่องในเรื่องอะไร พฤติกรรมใด ทำไมจึงบกพร่อง และกระบวนการที่จำเป็นต่างๆตลอดจนอุปสรรคในการเรียนการสอน ประหยัดเวลา แรงงานของครู และการที่จะทราบว่านักเรียนมีความบกพร่องในแบบแผนการตอบมากน้อยเพียงใดนั้น คัทสึโมะชิของทาซูกะ (Tatsuoka. 1984 : 95 - 116) จะเป็นตัวเลขที่ช่วยทำให้ทราบถึงระดับความบกพร่องของผู้สอบแต่ละคน ทำให้ครูมีเวลาเอาใจใส่เด็กแต่ละคนได้มากขึ้น พร้อมทั้งช่วยให้เด็กเรียนรู้อย่างถูกต้องของข้อบกพร่องของตน ทำให้สามารถปรับปรุงการเรียนการสอนได้ตรงจุด

อีเบล (Ebel. 1965 : 58) ได้กล่าวถึงวิธีการสร้างแบบทดสอบว่าในขั้นแรกครูจะต้องรู้ว่าจะสอบกับใคร วิชาอะไร เนื้อหาอย่างไร จากนั้นก็จะต้องตัดสินใจว่าจะทดสอบอย่างไร คือจะใช้คำถามแบบใดในการสอบ ปัจจุบันครูส่วนใหญ่ก็นิยมใช้ข้อสอบแบบปรนัย เพราะมีความเชื่อว่าข้อสอบแบบปรนัยจะช่วยให้การวัดผลการเรียนมีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น ข้อสอบแบบปรนัยก็มีให้เลือกหลายชนิด เช่น ชนิดเลือกตอบ ชนิดเติมคำ ชนิดจับคู่ ชนิดถูกผิด (อนันต์ ศรีโสภณ. 2515 : 48-49) แต่ข้อสอบแบบปรนัยเหล่านี้ก็ยังมีปัญหาที่จะต้องปรับปรุงอีกมาก เพราะแต่ละชนิดก็มีคุณลักษณะแตกต่างกัน สร้างให้ทำได้ยากต่างกัน (สุภชัย เอื้ออิสระวิมล. 2519 : 4) ซึ่งไพศาล หวังพานิช (2528 : 89) กล่าวว่า "ไม่มีข้อสอบชนิดใดในโลกที่ที่ดีที่สุด" การจะใช้แบบทดสอบชนิดใดขึ้นอยู่กับจำนวนผู้สอบ ปริมาณและขอบเขตของเนื้อหาวิชาต่างๆ และสภาพเงื่อนไขต่างๆของการดำเนินการทางการศึกษาโดยเฉพาะอย่างยิ่งเรื่องเวลา แม้ว่าปัจจุบันแบบทดสอบชนิดเลือกตอบจะนิยมใช้กันอย่างกว้างขวางในการวัดผลและมีประสิทธิภาพสูงในการจำแนกเด็กเก่ง เด็กอ่อนออกจากกันได้ (Ebel. 1965 : 49-65) แต่ก็ยังมีข้อจำกัดโดยเฉพาะอย่างยิ่งปัญหาเรื่องการเดา การจำกัดเสรีภาพใน

การศึกษาคำทอมและการขาดการส่งเสริมความสามารถในการเขียน ทั้งยังสร้างให้คิดได้ยากกว่าชนิดอื่น ส่วนแบบทดสอบชนิดเติมคำก็พบว่าได้รับความนิยมมากเหมือนกัน เพราะสร้างได้ง่าย ถ้าจัดการเอาได้ เป็นตัวกระตุ้นการเรียนรู้ที่ดีและใช้ได้ดีกับวิชาคณิตศาสตร์และฟิสิกส์ แต่มีข้อจำกัด คือ การทรวาให้คะแนนให้ทรงกันไคยาก (Remmers. 1955 : 78 - 80)

ฉะนั้นการใช้แบบทดสอบชนิดไคโน ก็ขึ้นอยู่กับความเหมาะสมของเนื้อหาวิชาและจุดประสงค์ของการทดสอบด้วย รอสส์ (Ross. 1955 : 166) กล่าวว่า การเปรียบเทียบแบบทดสอบว่าชนิดใดเหมาะสมกว่ากันควรจะเปรียบเทียบเมื่อแบบทดสอบนั้นถูกนำไปใช้ทดสอบในจุดประสงค์เดียวกันและในเรื่องเดียวกันด้วย ธอร์นไดค์ (Thorndike. 1961 : 27) ได้กล่าวถึงความสำคัญของการทดสอบที่มีต่อการเรียนรู้ไว้ว่า แบบทดสอบที่สร้างขึ้นอย่างดีและนำมาใช้อย่างไคยล การเลือกชนิดของแบบทดสอบที่เหมาะสมกับจุดมุ่งหมายในการสอบ ก็สามารถเป็นแรงจูงใจในการสร้างนิสัยในการเรียนรู้ที่ดี แก้อคติผิดพลาดไคอย่างถูกต้องและเป็นแนวทางที่จะนำไปสู่ผลสัมฤทธิ์ในการเรียนรู้ได้ กระบวนการทดสอบสามารถควบคุมการเรียนรู้ให้มีประสิทธิภาพที่ดี

วิชาคณิตศาสตร์เป็นวิชาทักษะที่สำคัญวิชาหนึ่ง มีความสำคัญทั้งในด้านการพัฒนาความคิดของผู้เรียน ตลอดจนมีความเกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันของบุคคล (บัณลือ พฤษวัน. 2522 : 14) แต่เนื่องจากวิชาคณิตศาสตร์เป็นวิชาที่มีลักษณะเป็นนามธรรม ต้องใช้ความคิดอย่างสมเหตุสมผลจึงจะเรียนรู้และเข้าใจโครงสร้างทางคณิตศาสตร์ได้ นักเรียนส่วนใหญ่จึงไม่ชอบเรียนคณิตศาสตร์ ทำให้สอบตกเป็นจำนวนมากและขาดทักษะพื้นฐานที่จะใช้ในการเรียน ดังนั้นการทดสอบวินิจัยจึงเป็นกระบวนการที่สำคัญสำหรับการเรียนการสอนคณิตศาสตร์และควรกระทำอย่างค่อเนื่องเพื่อค้นหาข้อบกพร่องและปรับปรุงแก้ไขให้ดีขึ้น (สุนันทา จันทลา. 2524 : 2)

ดังนั้นจึงเกิดปัญหาเพิ่มขึ้นมาอีกว่า แบบทดสอบชนิดใดที่เหมาะสมในการนำมาวินิจัยข้อบกพร่องในการเรียนคณิตศาสตร์ไคอย่างมีประสิทธิภาพ เพราะแบบทดสอบแต่ละชนิดจะใช้ไคกันหรือไม่เพียงไคขึ้นอยู่กับลักษณะเนื้อหาวิชานั้นๆและจุดประสงค์ในการสอบเป็นสำคัญ ทำให้ผู้วิจัยมีความสนใจที่จะศึกษาเปรียบเทียบคัยการวินิจัย จากแบบทดสอบชนิดเลือกคอบกับชนิดเติมคำ วิชาคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 (ม.2) เพื่อจะได้เป็นแนวทางในการเลือกใช้ชนิดของแบบทดสอบที่เหมาะสมค่อไป

ความมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า

1. เพื่อเปรียบเทียบดัชนีการวินิจฉัยข้อบกพร่องของนักเรียนในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ระหว่างแบบทดสอบชนิดเลือกตอบกับชนิดเติมคำ
2. เพื่อศึกษาความเหมาะสมในการใช้แบบทดสอบระหว่างชนิดเลือกตอบกับชนิดเติมคำ วิชาคณิตศาสตร์

ความสำคัญของการศึกษาค้นคว้า

ผลของการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ทำให้ทราบชนิดของแบบทดสอบที่เหมาะสมกับการวินิจฉัยข้อบกพร่อง ซึ่งจะใช้เป็นประโยชน์ในการนำแบบทดสอบวินิจฉัยไปทดสอบกับนักเรียน เพื่อนำผลการสอบมาช่วยเหลือนักเรียนที่บกพร่องได้อย่างมีประสิทธิภาพ นอกจากนี้ยังเป็นแนวทางในการใช้ดัชนีการวินิจฉัยข้อบกพร่องของนักเรียนเป็นรายบุคคลอีกด้วย

ขอบเขตของการศึกษาค้นคว้า

1. กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ปีการศึกษา 2531 ของโรงเรียนมัธยมศึกษาในจังหวัดปราจีนบุรี จำนวน 412 คน เลือกมาโดยการสุ่มอย่างง่าย โดยใช้ห้องเรียนเป็นหน่วยในการสุ่ม

2. ตัวแปรที่ศึกษา

2.1 ตัวแปรต้น คือ ชนิดของแบบทดสอบ ได้แก่ ชนิดเลือกตอบและชนิดเติมคำ

2.2 ตัวแปรตาม คือ ดัชนีการวินิจฉัยจากแบบทดสอบ

3. เนื้อหาที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ เป็นแบบทดสอบวินิจฉัยข้อบกพร่องในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 (ค.203) เรื่องระบบจำนวนเต็ม ตามหลักสูตรชั้นมัธยมศึกษาพุทธศักราช 2521 ของกระทรวงศึกษาธิการ

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. แบบทดสอบเชิงสำรวจ (Survey Test) หมายถึงแบบทดสอบที่ให้ให้นักเรียนเติมคำตอบสั้นๆ ซึ่งผู้วิจัยสร้างขึ้นเอง โดยสร้างให้สอดคล้องกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม ใช้เพื่อสำรวจข้อบกพร่องและรวบรวมค่าตอบของนักเรียน

2. แบบทดสอบวินิจฉัย (Diagnostic Test) หมายถึงแบบทดสอบอิงเกณฑ์ชนิดเลือกตอบ 5 ตัวเลือกและแบบทดสอบชนิดเติมคำ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นโดยดัดแปลงมาจากแบบทดสอบเชิงสำรวจ เพื่อค้นหาข้อบกพร่องในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องระบบจำนวนเต็มของนักเรียน

3. แบบทดสอบชนิดเลือกตอบ (Multiple - Choice Test) หมายถึงแบบทดสอบวินิจฉัยที่แต่ละข้อแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือส่วนที่เป็นคำถาม (stem) และส่วนที่เป็นคำตอบ (option) โดยส่วนที่เป็นคำตอบจะมีคำตอบไว้ให้เลือก 5 ตัวเลือก โดยผู้สอบจะต้องพิจารณาว่าคำตอบใดเป็นคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียว

4. แบบทดสอบชนิดเติมคำ (Completion Test) หมายถึงแบบทดสอบวินิจฉัยที่แต่ละข้อจะมีที่ว่าง เว้นให้ผู้สอบคิดหาคำตอบที่ถูกต้องเหมาะสมมาตอบโดยที่ผู้สอบต้องคิดหาคำตอบมาใส่ที่ว่างตนเอง

5. จุกประสงค์เชิงพฤติกรรม (Behavior Objective) หมายถึง พฤติกรรมของนักเรียนที่เกิดจากการเรียนการสอนแต่ละหน่วยย่อยของบทเรียนโดยกำหนดว่านักเรียนสามารถทำอะไรได้บ้างภายใต้สถานการณ์และเกณฑ์ที่กำหนด ในที่นี้ผู้วิจัยใช้จุกประสงค์เชิงพฤติกรรมตามคู่มือการสอนวิชาคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 (ค.203) เรื่องระบบจำนวนเต็ม

6. เกณฑ์ หมายถึง จำนวนข้อสอบที่น้อยที่สุด ซึ่งนักเรียนสามารถทำได้ถูกต้องเพื่อใช้ในการหาคุณภาพของแบบทดสอบ ในที่นี้กำหนดเกณฑ์ขั้นต่ำ คือร้อยละ 80 ของจำนวนข้อสอบทั้งหมด

7. คุณภาพของแบบทดสอบ

7.1 ความเชื่อมั่น (Reliability) ของแบบทดสอบ หมายถึง ค่าความคงที่แน่นอนของคะแนนแต่ละคนที่ได้จากแบบทดสอบ คำนวณหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบโดยใช้สูตรของคูเคอร์ ริชาร์ดสัน 20 (KR-20) แล้วใช้สูตรปรับแก้ค่าความเชื่อมั่นที่ได้ตามวิธีหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบแบบอิงเกณฑ์โดยใช้สูตรของลิทวิงส์ตัน

7.2 ความเที่ยงตรง (Validity) ของแบบทดสอบ ได้แก่ ความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา หมายถึง การที่แบบทดสอบสามารถวัดเนื้อหาได้ถูกต้องตามที่ต้องการจะวัด หาได้โดยนำแบบทดสอบที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นไปให้ผู้เชี่ยวชาญพิจารณาว่าสร้างตรงตามจุกประสงค์เชิงพฤติกรรมหรือไม่ ซึ่งคำนวณโดยวิธีการของ เรวิเนลล์และแอมเบิลตัน

7.3 ความยากง่าย (Difficulty) ของข้อสอบรายข้อ หมายถึง สัดส่วนที่นักเรียนตอบถูกในแต่ละข้อ คำนวณโดยใช้สูตรอย่างง่าย แต่ละข้อมีค่าตั้งแต่ .50 ขึ้นไป

7.4 ค่าอำนาจจำแนก (Discrimination) ของข้อสอบรายข้อ หมายถึง คุณสมบัติของข้อสอบที่สามารถจำแนกนักเรียนออกเป็นกลุ่มเก่งและกลุ่มอ่อนได้ คำนวณโดยใช้สูตรของเบรเนน ซึ่งเรียกว่า คำนวณค่าอำนาจจำแนก มี แต่ละข้อมีค่ามากกว่า .00 ขึ้นไป

8. คชณการวินิจฉัย (Caution Index) หมายถึง ตัวเลขที่ใช้เป็นเกณฑ์ในการบ่งชี้ข้อบกพร่องของนักเรียนในแบบแผนการตอบแบบทดสอบ ในที่นี้ใช้คชณบ่งชี้ของทาซุโอกะ () ซึ่งเสนอโดยทาซุโอกะ (Tatsuoka) เป็นคชณการวินิจฉัยโดยมีเกณฑ์การพิจารณาความเหมาะสมที่จะบ่งชี้ข้อบกพร่องของนักเรียน คือ .8 ขึ้นไป ถือว่ามีความบกพร่อง

9. ผู้เชี่ยวชาญ (Experts) หมายถึง ผู้ที่มีประสบการณ์ในการสอนและการวัดผล วิชาคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 มาแล้วไม่น้อยกว่า 5 ปี จำนวน 5 คน

10. ความเหมาะสมของแบบทดสอบ เป็นการศึกษาคุณสมบัติของแบบทดสอบ ในที่นี้จะพิจารณาจากค่าอำนาจจำแนกและค่าความยากง่ายของข้อสอบ ซึ่งวิเคราะห์หาค่าโดยใช้คอมพิวเตอร์โปรแกรมโลจิสติกพารามิเตอร์ 3 ตัว และจากค่าคชณบ่งชี้ของทาซุโอกะกับเกณฑ์ความเหมาะสมที่จะบ่งชี้ข้อบกพร่องของนักเรียน คือ .8 ขึ้นไป

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องต่อไปนี้

1. การใช้ผลการสอบ
2. แบบทดสอบวินิจัย
3. แบบทดสอบชนิดเลือกตอบ
4. แบบทดสอบชนิดเติมคำ
5. การเปรียบเทียบชนิดของแบบทดสอบ
6. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1. การใช้ผลการสอบ

ในการสอนแต่ละครั้งนั้นเป็นงานที่สำคัญมาก ทั้งครูและนักเรียนต้องลงทุนทั้งเงิน แรงงาน และเวลา แทนที่นำมาใช้มักจะไม่คุ้มค่ากับการลงทุน เพราะส่วนใหญ่แล้วครูมักจะใช้ผลการสอบเพียงเพื่อตัดสินว่า เด็กสอบได้หรือตกเท่านั้นหรือบางครั้งอาจบอกอันดับที่ในการสอบและเกรด ไม่มีการคิดตามค้นคว้าหรือหาประโยชน์อื่นใดจากผลการสอบอีกเลย ซึ่งลักษณะการใช้ผลการสอบเพียงเท่านั้นไม่สอดคล้องกับปรัชญาการวัดผลที่ว่า "สอบเพื่อค้นและพัฒนาสมรรถภาพมนุษย์" (ชวาล แพริกกุล. 2518 : 1 - 12) ฉะนั้นผลการสอบควรที่จะใช้ประโยชน์ให้มากยิ่งขึ้น ทั้งประโยชน์ที่มีต่อครูและนักเรียน โดยอาจใช้ผลการสอบเป็นข้อมูลเตือนใจครูให้ระลึกถึงวิธีสอนและแรงงานที่ใช้ในการสอบว่าเหมาะสมกับเนื้อหา เรื่องและความสัมพันธ์กับความมุ่งหมายของวิชาเพียงใด ข้อสอบที่ออกยากง่ายเหมาะสมกับเด็กหรือไม่ คุณภาพของแบบทดสอบเป็นอย่างไร คะแนนที่เด็กสอบได้สอดคล้องกับสภาพความเป็นจริงของเขาเพียงใด ส่วนในค่านักเรียนนั้น ผลการสอบก็ควรจะสามารถแยกแยะให้เขาทราบสภาพตนเองได้ว่าเก่งหรืออ่อนในเนื้อหาใดบ้าง เขาควรที่จะเลือกเรียนในสาขาใดต่อไป ซึ่งเชิควัลท์ โฆวาลินธุ์ (2525 : 55 - 56) ได้กล่าวถึงประโยชน์ของการทดสอบไว้ดังนี้

1. สอบเพื่อจัดตำแหน่ง เป็นการนำคะแนนหรือผลการสอบของผู้เข้าสอบมาจัดเรียงลำดับ

ของคะแนน เพื่อคัดเลือกคนเข้าทำงานหรือเข้าเรียน การจัดเรียงลำดับมักจะมีจำนวนที่ต้องการที่แน่นอนอยู่แล้ว จึงมักคัดโดยไม่คำนึงถึงความสัมพันธ์ของคะแนนกับความสามารถของผู้เข้าสอบมากนัก แต่คำนึงอันดับและเพื่อจัดกลุ่มผู้ที่มีความสามารถระดับเดียวกัน เพื่อประโยชน์ในการจัดอบรม โดยการกำหนดเนื้อหาและวิธีการสอนให้สอดคล้องกับความสามารถของแต่ละกลุ่มได้อย่างเหมาะสม โดยคำนึงถึงความสัมพันธ์ของคะแนนกับขีดความสามารถของผู้เข้าสอบในการจัดกลุ่มด้วยเสมอ

2. สอบเพื่อวินิจฉัย เป็นการนำผลการสอบของแต่ละคนมาวิเคราะห์หาจุดเด่น จุดถ้อยของผู้เข้าสอบแต่ละคนว่ามีความสามารถเช่นไร ส่วนใหญ่จะต้องการหาข้อบกพร่องของผู้สอบว่ามีข้อบกพร่องในเรื่องใด ควรมีการปรับปรุงการทำงานของครูหรือของผู้เรียนเช่นไร จึงจะทำให้ได้ผลสมบูรณ์หรือบรรลุจุดหมายของการจัดการศึกษา ส่วนใหญ่จะเป็นการเสนอผลการสอบแบบบอกเนื้อหาว่าผู้เรียนมีความสามารถหรือเรียนรู้อะไรบ้างหรือข้อบกพร่องในเรื่องใด

3. สอบเพื่อการเปรียบเทียบ เป็นการนำผลการสอบเพื่อบอกความงอกงามหรือการเปลี่ยนแปลง เพื่อบอกประสิทธิภาพของการเรียนการสอนโดยอาศัยการเปรียบเทียบผลการสอบครั้งแรกและผลการสอบครั้งหลัง ว่าความแตกต่างที่ได้เป็นไปตามทิศทางที่ต้องการหรือไม่ ถึงเกณฑ์ที่ต้องการหรือยัง การเปรียบเทียบจะต้องทำทั้งเป็นรายบุคคลและทั้งกลุ่ม จึงจะถือว่าได้ใช้ผลการสอบเพื่อเปรียบเทียบได้คุ้มค่า

4. สอบเพื่อพยากรณ์ ใช้ในการบอกระดับความสามารถของผู้สอบและใช้เพื่อทำนายผลสำเร็จในอนาคตของผู้สอบด้วย เพื่อประโยชน์ในการแนะแนวการศึกษา ส่วนมากมักใช้แบบทดสอบวัดความถนัดมากกว่าแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ โดยพิจารณาจากความเด่น-ถ้อย ความสามารถเด่นๆของเขาที่มีอยู่ควรจะประสบความสำเร็จในชีวิต ในอาชีพ เลือกอาชีพได้เหมาะสม ช้อรระวังในการใช้ผลการสอบเพื่อพยากรณ์ คือ ควรมีการไตร่ตรอง พินิจพิเคราะห์อย่างถี่ถ้วนจากผลการทดสอบหลายๆด้าน รวมไปถึงการวัดความสนใจและบุคลิกภาพในด้านการอื่นๆอีกด้วย

5. สอบเพื่อประเมินค่า เป็นการนำผลการสอบไปประมวลผลหรือไปเปรียบเทียบกับมาตรฐานหรือเกณฑ์ที่กำหนดขึ้น ประกอบกับการใช้พิจารณาในการลงสรุปหรือที่ค่าความสามารถของผู้เข้าสอบว่ามีความสามารถระดับใด เป็นที่น่าพึงพอใจหรือไม่ การประเมินค่าคำนึงนอกจากประเมินคุณภาพผู้เรียนแล้วยังนำมาใช้ในการประเมินคุณภาพของการสอนและเครื่องมือในการวัดผลได้

เป็นอย่างยิ่งอีกด้วย

2. แบบทดสอบวินิจัย

แบบทดสอบวินิจัยเป็นเครื่องมือที่สำคัญในการใช้ตรวจค้นข้อบกพร่องในการเรียนของนักเรียนได้อย่างละเอียดและมีประสิทธิภาพมากที่สุด ใ้กับผู้ให้ความหมายและกล่าวถึงลักษณะของแบบทดสอบวินิจัยไว้ดังนี้

ชาวาล แพร์กกุล (2518 : 317) กล่าวว่าแบบทดสอบวินิจัยข้อบกพร่องในการเรียนเป็นแบบทดสอบที่ใช้เพื่อแก้ไขและส่งเสริมการเรียนของนักเรียน ตลอดจนปรับปรุงการสอนของครูให้เกิดประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

สมศักดิ์ สินธุระเวชย์ (2522 : 1) กล่าวว่าแบบทดสอบวินิจัยเป็นแบบทดสอบที่ใช้วัดจุดอ่อนหรือจุดบกพร่องในแต่ละวิชา ผลการสอบจะนำมาใช้ค้นหาสาเหตุของความบกพร่องและจะก็นำไปสู่การแก้ไขจุดบกพร่องนั้น ซึ่งทองหล่อ วิภาวิน (2521 : 49) กล่าวว่าแบบทดสอบวินิจัยเป็นแบบทดสอบที่ใช้วัดรู้ความบกพร่องหรือเค้น-ก้อยของผู้เรียน ซึ่งเป็นการค้นหาสมุฏฐานว่าผู้เรียนคนไหนอ่อนในเนื้อหาวิชานั้นเนื่องด้วยสาเหตุใด เพื่อจะได้แก้ไขพิจารณาให้ถูก ฉะนั้นจึงเป็นการสอบเพื่อค้นและแก้ไขการเรียนของผู้เรียนตลอดจนปรับปรุงการเรียนการสอนของครูให้เกิดประสิทธิภาพยิ่งขึ้น ส่วนสิงห์ (Singha, 1974 : 200 - 202) กล่าวว่า จุดมุ่งหมายของการทดสอบวินิจัยเพื่อค้นหาข้อบกพร่องในแต่ละเนื้อหาวิชา ทั้งนี้จึงไม่จำเป็นต้องสร้างการวิเคราะห์หลักสูตรความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาที่มีความจำเป็นมากกว่าแบบทดสอบประเภทอื่นและควรเป็นแบบทดสอบที่ค่อนข้างง่าย แบบทดสอบวินิจัยไม่ควรมีความมุ่งหมายที่จะจำแนกนักเรียน ทั้งนี้คำอ่านอาจจำแนกจึงไม่จำเป็นนัก ใช้เพียงเพื่อพิจารณาประสิทธิภาพของข้อสอบ และอาห์มานน์และกล็อค (Ahmann and Glock, 1975 : 18) กล่าวว่าแบบทดสอบวินิจัย เป็นแบบทดสอบที่ใช้หลังจากให้การเรียนการสอนแล้ว จุดมุ่งหมายของการทดสอบวินิจัย ก็คือช่วยให้ทราบถึงข้อบกพร่องที่เป็นพื้นฐานที่อยู่เบื้องหลังการเรียน

ทองหล่อ วิภาวิน (2521 : 49 - 52) ได้กล่าวถึงบทบาทของแบบทดสอบวินิจัยที่มีต่อครูและนักเรียนดังนี้

1. แรงจูงใจ เป็นการกระตุ้นให้เด็กพยายามเรียนเรื่องนั้นอย่างจริงจังเพื่อปรับปรุงผล

การเรียนรู้ของทนายให้ดีขึ้น ครูต้องเฉลยข้อผิดพลาดของเด็กหลังจากสอบเสร็จแล้ว

2. การประเมินตนเอง ผู้สอบจะรู้ว่าตนเรียนรู้เรื่องนี้มากน้อยเพียงไร ควรต้องปรับปรุงอะไรบ้าง ทำให้รู้จักตนเอง รู้จักประเมินค่าตนเอง รู้จักความสามารถของตน

3. เครื่องมือการเรียนการสอน หลังจากการทดสอบวินิจฉัยแล้ว นักเรียนสามารถเรียนรู้เนื้อหาและบทเรียนต่างๆได้มากขึ้นว่าอะไรถูกหรือผิด เข้าใจหัวข้อต่างๆได้อย่างแจ่มชัด

4. การปรับปรุงการสอน เมื่อพบว่านักเรียนมีข้อบกพร่องในเรื่องใด ครูควรปรับปรุงวิธีสอนและใช้เทคนิคให้เหมาะสมกับนักเรียนในเนื้อหานั้นๆ ทำให้ครูเตรียมบทเรียนได้ตรงกับความต้องการของนักเรียน

ประสิทธิ์ เรืองกระดุม (2529 : 10) ได้สรุปลักษณะของแบบทดสอบวินิจฉัยไว้ดังนี้

1. แบบทดสอบที่มีลักษณะข้อสอบที่ค่อนข้างง่าย
2. เกณฑ์ปกติไม่มีความสำคัญในแบบทดสอบ แต่ต้องกำหนดเกณฑ์ขึ้นค่าในการวินิจฉัยที่

เหมาะสมกับความบกพร่องแต่ละชนิด

3. แบบทดสอบวินิจฉัยประกอบไปด้วยกลุ่มข้อสอบที่เกิดจากการวิเคราะห์ค่าของนักเรียนเป็นรายข้อ

4. แบบทดสอบวินิจฉัยใช้เพื่อแก้ปัญหาทางการเรียนให้กับนักเรียนที่มีคะแนนต่ำ จึงมักจะนำมาใช้โดยเริ่มจากแบบทดสอบเชิงสำรวจ

ลินด์ควิสต์ (Lindquist, 1966 : 37) ได้กล่าวถึงข้อดีของแบบทดสอบวินิจฉัยไว้ดังนี้

1. สามารถวิเคราะห์ข้อบกพร่องของนักเรียนได้มากกว่าแบบทดสอบชนิดอื่น
2. ช่วยให้ครูรู้ถึงองค์ประกอบที่สำคัญ กระบวนการที่จำเป็นตลอดจนอุปสรรคในการเรียน

การสอน

3. ประหยัดเวลาและแรงงานของครู ทำให้มีเวลาเอาใจใส่นักเรียนแต่ละคนได้มากขึ้น

4. ช่วยให้ครูรู้จักบกพร่องของตนและสามารถปรับปรุงการเรียนการสอนได้ตรงจุด

ฮอลล์ (Hall, 1957 : 430) ได้กล่าวถึงการสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยไว้ดังนี้

1. จะต้องวิเคราะห์หลัก การ ความรู้ในเนื้อหาและทักษะที่องค์การจะวัดอย่างละเอียด
2. วางแผนและสร้างแบบทดสอบให้ครอบคลุมกฎและหลักการต่างๆ

3. จัดข้อสอบเป็นกลุ่มๆตามลักษณะของการวินิจฉัย

สิงห์ (Singha. 1974 : 200 - 204) กล่าวว่า การสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยอาจสร้างเป็นแบบทดสอบมาตรฐาน (Standardized Test) หรือแบบทดสอบที่ครูสร้างขึ้น (Teacher - made Test) ก็ได้ แต่แบบทดสอบที่ครูสร้างขึ้นจะคุ้มค่าน่ากว่า ในการสร้างแบบทดสอบควรมีจำนวนข้อไม่น้อยกว่า 3 ข้อในแต่ละจุดประสงค์ ไม่จำเป็นต้องสร้างตารางวิเคราะห์หลักสูตร เพราะไม่ต้องการหาความสัมพันธ์ระหว่างเนื้อหาและวิธีการ และกรอปเปอร์ (Gropper. 1974 : 145) ได้เสนอขั้นตอนในการสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยไว้ 4 ขั้นตอน คือ

1. วางแผนในการสร้างแบบทดสอบ
2. เขียนข้อสอบให้สอดคล้องกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม
3. หาสาเหตุที่นักเรียนไม่รอบรู้ตามจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมนั้น
4. นำแบบทดสอบไปทดลองใช้และปรับปรุงแบบทดสอบนั้น

3. แบบทดสอบชนิดเลือกตอบ

แบบทดสอบที่ใช้กันอยู่ในปัจจุบันแบ่งออกเป็น 2 แบบ คือแบบอัตนัยและแบบปรนัย แบบปรนัยประกอบด้วยข้อสอบที่กำหนดคำตอบทั้งหมด ซึ่งได้แก่แบบทดสอบชนิดเลือกตอบ ชนิดถูกผิด และชนิดจับคู่ กับข้อสอบแบบหาคำตอบที่จำกัดบางชนิด ได้แก่แบบทดสอบชนิดตอบสั้นๆและชนิดเติมคำ (น้อมฤทิ้งพยุหะ. 2516 : 3)

ศุภชัย เอื้ออิสระวิมล (2519 : 3) กล่าวว่าข้อสอบแบบปรนัยจะมีความสามารถดังนี้

1. สามารถนำไปปรับใช้วัดผลการเรียนรู้ต่างๆได้ง่าย
2. สามารถถามได้มากข้อในเวลาจำกัด ซึ่งจะเป็นตัวอย่างที่แทนการทดสอบผลการเรียนรู้ทั้งหมดได้ก็

3. เป็นแบบทดสอบที่สามารถให้คะแนนได้รวดเร็วและถูกต้อง ส่วนความเป็นปรนัยของข้อสอบมีดังนี้

1. มีความแจ่มชัดในความหมายของคำถาม
2. มีความแจ่มชัดในวิธีการตรวจหรือมาตรฐานของการให้คะแนน
3. มีความแจ่มชัดในการแปลความหมายของคะแนน

การสร้างแบบทดสอบชนิดเลือกตอบนั้นการเขียนตัวลงมีความสำคัญที่สุด แต่มีผู้หาว่าจะมีวิธีการเขียนตัวเลือกให้ศึกษาได้อย่างไร โดยทั่วไปครูหรือนักจัดผลเป็นผู้นำนักคิดตัวเอง ตัวเลือกแต่ละตัวที่เขียนขึ้น ครูผู้สร้างเพียงแต่คิดว่า เป็นตัวเลือกที่ดีที่สุดแล้ว แต่พอทดลองนำข้อสอบฉบับนั้นไปทำการทดสอบกับนักเรียนจริงๆ ตัวเลือกบางตัวนักเรียนอาจจะไม่เลือกเลย ความคิดของครูผู้สร้างข้อสอบอาจจะไม่ตรงกับความคิดของเด็กก็ได้ เพาเวลล์ (Powell, 1969 : 408 - 412) ให้ความเห็นว่าการเขียนข้อสอบชนิดเลือกตอบจะใช้เวลามากที่สุดไม่กับการหาตัวเลือกหรือตัวลงที่ดี คือตัวลงที่ทำหน้าที่เป็นตัวลงใจจริงๆ ซึ่งโมสเลอร์ (Mosier, 1945 : 261 - 271) กล่าวว่า การเขียนตัวลงของข้อสอบชนิดเลือกตอบนั้น ตัวลงจะต้องมีความใกล้เคียงกับตัวเลือกถูกให้มากที่สุด นักเรียนที่ไม่มีความรู้จริงในข้อสอบนั้นจะเลือกตอบตัวลงเหล่านั้นกระจายออกไปทุกๆ ตัว ซึ่งตรงกับแนวคิดของชาว แพรทกัล (2519 : 160) ที่กล่าวถึงวิธีสร้างข้อสอบชนิดเลือกตอบว่า ข้อสอบชนิดเลือกตอบที่ดีจะต้องใช้ตัวเลือกที่ใกล้ๆ และเฉียดๆ กัน คือถามองเป็นๆ แล้วจะเห็นว่าทุกตัวเลือกถูกหมด แต่ความจริงแล้วแต่ละตัวมีน้ำหนักถูกมากน้อยต่างกัน ทั้งนี้เพื่อเป็นการพรางให้นักเรียนไม่ให้เขาได้ ในการสร้างข้อสอบชนิดเลือกตอบ ชาว แพรทกัล (2519 : 179)

* ใกล้เคียงว่าให้ครูออกข้อสอบชนิดเติมคำให้เด็กตอบแล้วรวบรวมคำตอบมากที่สุด 4 ตัวแรก มาปรับปรุงเป็นตัวลงรวมกับตัวถูกอีก 1 ตัว ก็จะกลายเป็นข้อสอบชนิดเลือกตอบ 5 ตัวเลือก ที่ค่อนข้างดีตามทฤษฎี ซึ่งเป็นแนวคิดที่ตรงกับอดัมส์ (Adam and Torgerson, 1957 : 242) ที่ว่าในการเขียนข้อสอบชนิดเลือกตอบทางที่ดีควรสร้างข้อสอบชนิดเติมคำเสียก่อนแล้วเขียนตัวลงโดยการเลือกจากคำตอบของนักเรียนที่ผิดๆ กันมากที่สุด โดยเฉพาะอย่างยิ่งข้อสอบวิชาคณิตศาสตร์ ควรจะสร้างโดยใช้ตัวลงจากคำตอบของนักเรียน ซึ่งก็จะทำให้ได้ข้อสอบปรนัยชนิดเลือกตอบที่มีค่าอำนาจจำแนกสูงๆ

เรมเมอร์ส (Remmers, 1955 : 94 - 95) ได้กล่าวถึงข้อดีข้อเสียของแบบทดสอบชนิดเลือกตอบไว้ดังนี้

- ข้อดี คือ 1. ปรับปรุงเพื่อใช้ทดสอบสมรรถภาพสมองด้านต่างๆ ตั้งแต่ระดับต่ำถึงระดับสูงได้
2. ถ้ามีตัวเลือกหลายๆ ตัว จะทำให้เด็กเดาคำตอบได้ยาก
3. มีแนวโน้มที่จะทำให้ผู้สอบมีอิสระในการคิด

ข้อเสีย คือ 1. สร้างให้ท้อใจยาก โดยเฉพาะอย่างยิ่งการสร้างตัวลงให้ใกล้เคียงกับ
ตัวเลือกถูก

2. เกิดใช้เวลาในการเลือกตอบมาก

3. การสร้างสิ้นเปลืองเวลาและต้องใช้วัสดุมาก

4. แบบทดสอบชนิดเติมคำ

แบบทดสอบชนิดเติมคำเป็นข้อสอบแบบปรนัยที่ต้องการให้นักเรียนหาคำตอบเอง ไม่ใช่ให้เลือก
คำตอบ การสร้างแบบทดสอบชนิดเติมคำคล้ายกับการสร้างแบบทดสอบชนิดเลือกตอบที่ไม่มีตัวเลือก
นั่นเอง แบบทดสอบชนิดเติมคำนี้ประกอบด้วยคำถามหรือข้อความที่ไม่สมบูรณ์ ซึ่งต้องการให้นักเรียน
ตอบโดยการหาคำตอบที่เหมาะสม จำนวนเลขหรือสัญลักษณ์ต่างๆมาตอบ แบบทดสอบชนิดนี้เรานำไป
ใช้แก้ปัญหาเกี่ยวกับการคำนวณหรือปัญหาอื่นๆที่ต้องการให้หาคำตอบมากกว่าให้เลือกตอบ (ทบทวน
มหาวิทยาลัย. 2516 : 82 - 84)

การสร้างแบบทดสอบชนิดเติมคำ มีหลักในการสร้างดังนี้ (ทบทวนมหาวิทยาลัย. 2516 :
82 - 84)

1. ตัวข้อสอบควรมีใจความเกี่ยวเท่านั้น คำตอบควรจรรวกรักเท่าที่จะทำได้
2. ควรเริ่มเขียนคำถามตรงๆและเติมประโยคก่อนแล้วเปลี่ยนเป็นข้อความที่ไม่สมบูรณ์
3. คำถามต่างๆที่จะนำมาใช้ ควรให้สัมพันธ์กับใจความสำคัญของข้อสอบนั้น
4. ควรเว้นที่ว่างสำหรับนักเรียนตอบไว้ที่ปลายสุดของข้อความหรือตัวข้อสอบ
5. ควรหลีกเลี่ยงสิ่งภายนอกที่จะมาเป็นเครื่องบอกคำตอบ
6. สำหรับคำตอบที่เป็นตัวเลข ควรระบุหน่วยที่จะให้นักเรียนตอบลงไปด้วย

ปัญหาที่เป็นอุปสรรคในการสร้างแบบทดสอบชนิดเติมคำมี 2 ประการ คือ

1. เป็นการยากที่เราจะสร้างคำถามหรือข้อความที่ไม่สมบูรณ์เพื่อให้ได้คำตอบที่ถูกต้อง
เพียงคำตอบเดียว

2. ปัญหาเกี่ยวกับการสะกดตัว ถ้าหากเราถือว่าคำตอบที่ถูกต้องจะต้องสะกดตัวถูกต้อง
ด้วย ดังนั้นถ้านักเรียนที่อ่อนในเรื่องการสะกดตัวก็จะเป็นการชักขวางในการแสดงความสามารถ
ที่แท้จริงของเขาไปและคะแนนจากการสอบก็จะกลายเป็นคะแนนที่ให้การวัดความรู้ไม่สมกับการ

วัตถุประสงค์ในการสะกดตัวของนักเรียน ในทางตรงกันข้ามถ้าหากเราพยายามลืมหรือไม่สนใจเกี่ยวกับการสะกดตัวระหว่างการใช้คะแนนก็จะมีความเกี่ยวกับการสะกดตัวเลวชานาโทที่จะแทนค่าขอบที่ถูกต้องได้ สิ่งเหล่านี้จะทำให้การใช้คะแนนผิดพลาดได้และประสิทธิภาพในการทดสอบลดน้อยลงไป (ทบทวนมหาวิทยาลัย. 2516 : 82 - 84)

เรมเมอร์ส (Remmers. 1955 : 79 - 80) ได้กล่าวถึงข้อดีและข้อเสียของแบบทดสอบชนิดเติมคำ ดังนี้

ข้อดี คือ การกำจัดการเอาใจ สร้างง่าย เป็นตัวกระตุ้นการเรียนรู้ที่ดีและพัฒนาสมรรถภาพสมองด้านการระลึกได้ (Recall) และใช้ได้ดีในวิชาคณิตศาสตร์และฟิสิกส์ แต่ก็ไม่เป็นการคำนวณที่ซับซ้อน

ข้อเสีย คือ การทราวจำแนบตรงกันไต่ยาก แม้ผู้ชำนานูจริง ๆ ก็ยังยากที่จะเฉลยข้อสอบชนิดเติมคำได้ถูกต้องสมบูรณ์ นอกจากวิชาคณิตศาสตร์และฟิสิกส์เท่านั้น

อีเบล (Ebel. 1965 : 59 - 63) ได้วิจารณ์แบบทดสอบชนิดเลือกตอบและชนิดเติมคำไว้ว่า แบบทดสอบชนิดเลือกตอบเป็นแบบทดสอบที่มีนิยมใช้มากและมีประสิทธิภาพสูงในการจำแนกเด็กเก่งและเด็กอ่อนออกจากกันได้ แต่สร้างให้ทำได้ยากกว่าชนิดอื่นๆ ส่วนแบบทดสอบชนิดเติมคำมีประโยชน์ที่ผู้เห็นได้ชัด คือผู้สอบจะต้องศึกษาคำตอบเอง แต่มีข้อจำกัดในการตอบว่าจะต้องเป็นคำวลี ตัวเลขหรือเครื่องหมายอย่างหนึ่งอย่างใด การอธิบายหรือเขียนมากจะมีปัญหาในการตรวจให้คะแนน

5. การเปรียบเทียบชนิดของแบบทดสอบ

จากข้อมูลทั้ง 2 ชุด คือข้อมูลจากแบบทดสอบชนิดเลือกตอบและจากแบบทดสอบชนิดเติมคำ การที่จะกล่าวแบบทดสอบชนิดใดเหมาะสมในการนำมาใช้วินิจฉัยข้อบกพร่องในการเรียนคณิตศาสตร์อย่างมีประสิทธิภาพนั้น ผู้วิจัยได้ใช้ข้อมูลทั้ง 2 ชุด มาเปรียบเทียบกันการวินิจฉัย

กษณการวินิจฉัย

เมื่อเรานำแบบทดสอบวินิจฉัยไปทดสอบกับนักเรียนนั้น จะช่วยทำให้เรารู้ว่านักเรียนแต่ละคนนั้นบกพร่องในเรื่องใด มากน้อยเพียงใด ถ้านำแบบทดสอบ 2 ฉบับ ท่างชนิดกัน โดยแต่ละข้อคำถามวัดในเรื่องเดียวกันข้อข้อข้อไปทดสอบกับนักเรียนการที่เราจะทราบว่าแบบทดสอบวินิจฉัย

ชนิดใดที่วินิจฉัยข้อบกพร่องในแบบแผนการตอบของนักเรียนได้ดีกว่ากัน การใช้ดัชนีการวินิจฉัยซึ่งเป็นตัวเลขที่ระบุปริมาณความบกพร่องในแบบแผนการตอบของนักเรียนแต่ละคน จะทำให้ได้ค่าสถิติที่น่าเชื่อถือได้ในการเปรียบเทียบ

ดัชนีที่ใช้ในการวินิจฉัยข้อบกพร่องในแบบแผนการตอบของนักเรียนในที่นี้ บัญญัติใช้ดัชนีมั่งซีของทาซุโอกะ (Standardized Extended Caution Indices) ซึ่งทาซุโอกะ (Tatsuoka . 1984 : 95 - 116) ได้เสนอแนวคิดในการนำทฤษฎีการตอบข้อคำถาม (Item Response Theory) มาวิเคราะห์ข้อบกพร่องจากผลการตอบแบบทดสอบจากความสัมพันธ์ระหว่างแบบแผนการตอบถูกและผิดของผู้สอบกับการเรียงความยากง่ายของข้อคำถามในรูปเมทริกซ์ดังในการาง S-P มีการจัดเรียงคะแนนของผู้สอบจากผู้ได้คะแนนสูงสุดลงไปถึงคะแนนต่ำสุดจากบรรทัดบนสุดลงไปถึงบรรทัดล่างสุดตามลำดับและการเรียงข้อคำถามจากข้อง่ายไปข้อยากตามลำดับจากซ้ายไปขวา ค่า Y_{ij} ในการวางเมทริกซ์จะเปลี่ยนเป็น P_{ij} หรือ $P(\theta_i)$ จากการคำนวณตามทฤษฎีการตอบข้อคำถาม โดยวิธีนี้จะคำนวณค่าดัชนีมั่งซีข้อบกพร่องได้ กำหนดค่าดัชนีมั่งซีข้อบกพร่องที่คำนวณได้เป็นค่า γ เรียกค่านี้ว่าดัชนีมั่งซีของทาซุโอกะ ค่าของ γ คำนวณได้ตามสูตรของทาซุโอกะ ดังนี้

$$\gamma = \frac{\sum_{j=1}^n P_{ij}(P_{ij} - T_i)}{\left[\sum_{j=1}^n \sigma_{ij}^2 (P_{ij} - T_i)^2 \right]^{1/2}} - \frac{\sum_{j=1}^n Y_{ij}(P_{ij} - T_i)}{\left[\sum_{j=1}^n \sigma_{ij}^2 (P_{ij} - T_i)^2 \right]^{1/2}}$$

เมื่อ P_{ij} คือ ความน่าจะเป็นที่นักเรียนคนที่ i จะตอบข้อสอบข้อที่ j ถูกต้อง

$$= c + \frac{1}{1 + e^{-1.7a(\theta_i - b)}}$$

T_i คือ ค่าเฉลี่ยของความน่าจะเป็นในการตอบถูกของนักเรียนคนที่ i

$$= \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n P_{ij}$$

σ_{ij}^2 คือ $P(\theta_i)Q(\theta_i)$ ของข้อคำถามที่ i ของความสามารถ θ_i

Y_{ij} คือ คะแนนของคนที่ i ในการทำแบบทดสอบ

การแปลความหมายของค่าดัชนีมั่งซีของทาซุโอกะ (γ) ในการวินิจฉัยข้อบกพร่องในแบบแผนการตอบของผู้สอบ ถ้ามีค่าน้อยแสดงว่าผู้สอบมีความบกพร่องในแบบแผนการตอบน้อย ถ้ามีค่ามากก็แสดงว่าผู้สอบมีความบกพร่องในแบบแผนการตอบมากและค่าที่เกินกว่า .8 แสดงว่าผู้สอบมีความบกพร่องในแบบแผนการตอบที่สมควรได้รับการแก้ไข

การวิเคราะห์หาค่าดัชนีชี้ของหาทชูลอเก(χ^2) จะคำนวณหาค่า χ^2 ของผู้สอบเป็นรายบุคคลเพื่อหาค่าเฉลี่ยและความเบี่ยงเบนมาตรฐานรวมทุกคน

การวิเคราะห์เพื่อเปรียบเทียบรูปแบบค่าตอบจากข้อสอบทั้ง 2 ชุด คือจากแบบทดสอบชนิดเลือกตอบและชนิดเติมคำ โดยดูจากดัชนีการวินิจฉัย (χ^2) จะทดสอบความมีนัยสำคัญของความแตกต่างของค่าเฉลี่ย โดยใช้การทดสอบ ซี (Z- test) เพื่อเปรียบเทียบว่าแบบทดสอบทั้งสองชนิดจะวินิจฉัยข้อบกพร่องในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องระบบจำนวนเต็มได้แตกต่างกันหรือไม่

6. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

6.1 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการทดสอบวินิจฉัย

งานวิจัยในประเทศไทยส่วนใหญ่เป็นงานวิจัยเกี่ยวกับการสร้างแบบทดสอบวินิจฉัย
 กังเช่น สุขุม มูลเมือง (2523 : 16 - 66) ได้สร้างแบบทดสอบวินิจฉัยข้อบกพร่องในการเรียน
 ทศนิยมของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ในจังหวัดนครพนม โดยสร้างแบบทดสอบจำนวน 4 ฉบับ
 คือ พื้นฐานความเข้าใจทศนิยม การบวกและลบทศนิยม การคูณและหารทศนิยม และโจทย์ปัญหา
 ทศนิยม โดยสร้างแบบทดสอบชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก มีค่าความยากตั้งแต่ .50 - .93
 ค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ .02 - .64 ซึ่งค่าทั้งสองหาโดยใช้เทคนิค 27 เปอร์เซนต์และเปิด
 การารางจุ่ง เกห์ ฟ่าน ค่าความเชื่อมั่นซึ่งหาโดยใช้สูตร KR-20 แล้วใช้สูตรปรับแก้ความเชื่อมั่น
 โดยใช้สูตรแบบอิงเกณฑ์ของลิฟวิงสตัน มีค่าอยู่ระหว่าง .91 - .96 และมีค่าความเที่ยงตรงเชิง
 เนื้อหาโดยให้ผู้เชี่ยวชาญพิจารณาผล และในปีเดียวกันนั้น อุไรวรรณ หัตถมนุช (2523 : 14 -
 110) ก็ได้สร้างแบบทดสอบวินิจฉัยเรื่องเศษส่วน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ในจังหวัด
 นครสวรรค์ โดยแบ่งออกเป็น 6 ฉบับ มีค่าอำนาจจำแนกที่หาโดยใช้ค่าสหสัมพันธ์แบบพอยท์ไบร์เรียล
 มีค่าตั้งแต่ .00 - .89 มีค่าความยากหาโดยใช้สูตรอย่างง่ายมีค่าตั้งแต่ .50 - .95 ค่าความ
 เชื่อมั่นหาโดยใช้สูตร KR -20 แล้วใช้สูตรปรับแก้ความเชื่อมั่นแบบอิงเกณฑ์ของลิฟวิงสตัน มีค่า
 ตั้งแต่ .91 - .97 มีความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา ท่อมาสุนันทา จันทลา (2524 : 44 - 129)
 ได้สร้างแบบทดสอบวินิจฉัยเรื่องการบวก ลบ คูณ หาร สำหรับนักเรียน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 3
 ในจังหวัดอ่างทอง โดยแบ่งแบบทดสอบออกเป็น 4 ฉบับ ผลการศึกษาพบว่ามีความยากตั้งแต่

.53 - .95 ค่าอำนาจจำแนกมีค่าตั้งแต่ .00 - .94 ซึ่งทั้งสองค่าหาโดยใช้เทคนิค 27 เปอร์เซนต์ และเปิดการารางจุ่ง เทห์ หาน ค่าความเชื่อมั่นค่าความจากสูตร 13-20 แล้วใช้สูตรปรับแก้ความเชื่อมั่นแบบอิงเกณฑ์ของลิฟวิงสตัน มีค่าตั้งแต่ .87 - .92 มีค่าความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาโดยใช้ผู้เชี่ยวชาญพิจารณาผล นอกจากนี้ยังมีวรรณคดี ชุมหุขนิยานนท์ (2524 : 42 - 129) ได้สร้างแบบทดสอบวินิจฉัยวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องโพลิโนเมียล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในเขตพื้นที่การศึกษา 4 กรุงเทพมหานคร ได้สร้างเป็นแบบทดสอบจำนวน 6 ฉบับ คือการบวกและลบ โพลิโนเมียล การบวกและลบโพลิโนเมียล การคูณโพลิโนเมียล การหารโพลิโนเมียล สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว และโจทย์สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว จากการศึกษาพบว่า ค่าความยากซึ่งหาโดยใช้สูตรอย่างง่าย มีค่าตั้งแต่ .50 - .97 ค่าอำนาจจำแนกหาจากกษนิค่าอำนาจจำแนก บี มีค่าตั้งแต่ .03 - .79 ค่าความเชื่อมั่นหาโดยใช้สูตรหาความเชื่อมั่นแบบอิงเกณฑ์ของลิฟวิงสตัน มีค่าตั้งแต่ .73 - .96 ส่วนค่าความเที่ยงตรงหาโดยให้ผู้เชี่ยวชาญทางด้านเนื้อหาเป็นผู้พิจารณา

ในต่างประเทศ บอยเดน (Boyden. 1970 : 1504 - A) ได้สร้างแบบทดสอบเชิงสำรวจวินิจฉัยข้อบกพร่องในการแก้โจทย์ปัญหาของเด็กเกรก 5 โยบทศสอบกับกลุ่มตัวอย่าง 993 คน พบจุดบกพร่อง 12 ประการ คือ

1. ไม่สามารถแปลงข้อความที่เป็นประโยคสัญลักษณ์ได้
2. บกพร่องในทักษะการคูณและหาร
3. บกพร่องในทักษะการลบ
4. นักเรียนส่วนใหญ่บกพร่องเรื่องการคำนวณมากกว่าความเข้าใจพื้นฐาน
5. บกพร่องในการแก้โจทย์ปัญหาที่เป็น 2 ขั้นตอน
6. บกพร่องในการหาความจริงจากโจทย์
7. บกพร่องในการหาความสัมพันธ์ของส่วนต่างๆในโจทย์
8. ขาดความเข้าใจในเรื่องความยาว
9. ไม่เข้าใจปริมาณของของเหลว
10. ขาดความเข้าใจในเรื่องน้ำหนัก
11. บกพร่องในการแก้ปัญหาเกี่ยวกับการเงิน
12. ขาดความรู้เกี่ยวกับค่าศัพท์และจำนวน

แล้วจึงสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยชนิดเลือกตอบ หาค่าความเชื่อมั่นโดยใช้สูตร KR-20 มีค่าเท่ากับ .802 และมีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ .334 - .629

ส่วนจีน (Jean. 1978 : 4636 - A) ได้ศึกษาบทบาทพร้อมในการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่องการบวกของนักเรียนเกรด 3 - 4 โดยใช้แบบทดสอบวินิจฉัยพร้อมและทำการสอนซ่อมเสริมในข้อบกพร่องนั้น ผลการศึกษาพบว่านักเรียนขาดทักษะพื้นฐานเกี่ยวกับระบบจำนวน ส่วนนักเรียนที่ได้รับการสอนซ่อมเสริมแล้วได้คะแนนเพิ่มขึ้นจากการทำแบบทดสอบหลังการซ่อมเสริมแล้วมากกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 บราวน์และเบอร์ตัน (Brown and Burton . 1978 : 155 - 192) ได้สร้างรูปแบบการวินิจฉัยข้อบกพร่องของกระบวนการในทักษะทางคณิตศาสตร์เบื้องต้น โดยศึกษากับกลุ่มตัวอย่าง 1300 คน เพื่อหาข้อบกพร่องในการบวก ลบ เลขคณิต ได้รวบรวมบทบาทพร้อมต่างๆเพื่อสรุปเป็นกฎเกณฑ์สำหรับการแปลความหมายความบกพร่องของผู้สอบ สาเหตุที่พบมีดังนี้

การลบ เช่น

1. นักเรียนลบเลขที่มีการยืม แต่ไม่ได้หักจำนวนที่ถูกยืมออกไป
2. การลบตัวตั้งที่เป็น 0 ตัวลบมากกว่า 0 เมื่อลบกันนักเรียนกลับนำตัวตั้งไปเป็นตัวลบ
3. นักเรียนยึดหลักการคูณจำนวนใดๆกับ 0 มาใช้ในการลบ
4. นักเรียนลบเลขโดยการยืมหลักข้างหน้าทุกตัวโดยไม่คำนึงว่าจำเป็นต้องยืมหรือไม่
5. นักเรียนใช้กฎการลบในหลักหนึ่งและใช้การบวกในอีกหลักหนึ่ง

การบวก เช่น

1. นักเรียนบวกเลขอย่างการรวมเลข เช่น $19 + 9 = 199$
2. นักเรียนบวกเลขที่ไม่มีทด แต่คิดให้มียอดทั้งหมด
3. นักเรียนนำเลขที่ทดไว้ในหลักหน่วยไปรวมในหลักร้อย

นอกจากนี้เคลนและคณะ (Klein and others. 1982 : 138) ศึกษาข้อบกพร่องของกระบวนการซึ่งสามารถใช้ในการแก้ปัญหาลักษณะการบวกและลบเศษส่วน ข้อบกพร่องนี้จะอยู่บนพื้นฐานของลำดับขั้นทางทักษะ รูปแบบของคำตอบของกลุ่มตัวอย่างจะทำให้ทราบถึงความบกพร่องของนักเรียนและความไม่สมบูรณ์ของความรู้ ส่วนทาทซูกะ (Tatsuoka. 1983 : 56)

345 - 354) ทำการศึกษาข้อบกพร่องของนักเรียนเกรด 8 ในเรื่องการลบระบบจำนวนเต็ม สำหรับการวางแผนในการสอนซ่อมเสริมให้แก่ นักเรียน โดยออกข้อสอบเป็นแบบเติมค่า 40 ข้อ โดยมีวิธีการทรวใจให้คะแนนถูกต้อง 1 คะแนน จำนวน 3 รูปแบบ คือ ค่าตอบถูกต้องอย่าง ค่าตอบถูกต้องเฉพาะเครื่องหมาย และค่าตอบถูกต้องเฉพาะค่าสัมบูรณ์ การให้คะแนน 2 แบบหลังเป็นการให้คะแนนแบบใหม่ ซึ่งจะทำให้ทราบได้ว่าความบกพร่องของนักเรียนอยู่ที่การใช้เครื่องหมายหรือการจักรกระทำกับตัวเลข ซึ่งเป็นการช่วยให้ครูได้ทำการสอนซ่อมเสริมให้แก่ นักเรียนได้ตรงกับข้อบกพร่องที่เขามี ต่อมาในปี 1986 ทาซซูกะและทาซซูกะ (Tatsuoka and Tatsuoka, 1986 : 165) ได้ร่วมกันศึกษาการใช้โมเดลรูลสเบรชท์ทักษะเกี่ยวกับความรู้ที่นักเรียนมา โดยวินิจฉัยข้อบกพร่อง และค้นหาความเก่งความอ่อนของนักเรียนแต่ละคน โดยใช้แบบทดสอบเรื่องการลบเศษส่วน จำนวน 40 ข้อ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนมัธยมศึกษา จำนวน 535 คน โดยวินิจฉัยความบกพร่องในกระบวนการจักรกระทำกับตัวเลข พบว่านักเรียนบกพร่องในการใช้กฎเกณฑ์ในการลบตัวเลขที่เป็นเศษส่วน และในปีเดียวกันนั้นทาซซูกะ (Tatsuoka, 1986 : 160) ได้ศึกษาการใช้โมเดลความรู้จะเป็นในการวินิจฉัยและจำแนกความบกพร่องของความรู้ในการแก้ปัญหาคือใช้ทฤษฎีการตอบข้อคำถามแบบทดสอบที่ใช้เป็นแบบทดสอบเรื่องการบวกเศษส่วน จำนวน 38 ข้อ ทำการทดสอบกับนักเรียนมัธยมศึกษา จำนวน 595 คน การวิเคราะห์ความคลาดเคลื่อนจากคำตอบของนักเรียน จำแนกข้อบกพร่องของนักเรียนออกได้เป็น 38 กลุ่ม เป็นความบกพร่องในกระบวนการจักรกระทำกับตัวเลขหรือความแตกต่างในระดับผลสัมฤทธิ์ หลังจากนั้นได้ใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนในการช่วยเหลือ นักเรียนที่บกพร่อง

6.2 การเปรียบเทียบชนิดของแบบทดสอบ

ในประเทศไทยได้มีผู้เปรียบเทียบชนิดของแบบทดสอบไว้มาก แต่ส่วนใหญ่เป็นการเปรียบเทียบคุณภาพของแบบทดสอบ เช่น สุธรรม จันทร์หอม (2513 : 33 - 66) ศึกษาผลของการใช้แบบทดสอบชนิดถูกผิด ชนิดเลือกตอบ และชนิดเติมค่า วัดผลสัมฤทธิ์วิชาคณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 7 ของโรงเรียนในจังหวัดเชียงใหม่ พบว่าแบบทดสอบชนิดถูกผิดให้คะแนนสูงสุด ชนิดเติมค่าให้คะแนนต่ำสุด ส่วนชนิดเลือกตอบให้คะแนนปานกลาง ส่วนค่าความยากง่ายของข้อสอบพบว่าชนิดถูกผิดง่ายที่สุด ชนิดเลือกตอบยากปานกลาง และชนิดเติมค่ายากที่สุด ค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบ พบว่าชนิดถูกผิดให้ค่าอำนาจจำแนกต่ำสุด ชนิดเลือกตอบให้ค่าอำนาจจำแนกปานกลาง

และเทคนิคให้คำอ่านาจาแนกสูงสุด ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบชนิดถูกผิดให้ค่าความเชื่อมั่นต่ำสุด เทคนิคเลือกตอบให้ค่าความเชื่อมั่นปานกลางและเทคนิคให้ค่าความเชื่อมั่นสูงสุด ส่วนคุชชัย เอออีระวิมล (2519 : 27 - 53) ศึกษาผลของการใช้แบบทดสอบชนิดเติมคำ เทคนิคเลือกตอบ และชนิดถูกผิดวัดผลทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 7 ในจังหวัดกึ่ง พบว่าแบบทดสอบทั้ง 3 ชนิดมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05 ส่วนคุณภาพของแบบทดสอบได้ผลทำนองเกี่ยวกับการศึกษาของสุธรรม จันทร์หอม ส่วนใหญ่ชัย จิตรจิต (2514 : 43 - 105) ศึกษาการใช้แบบทดสอบชนิดเลือกตอบแบบต่างๆและแบบทดสอบชนิดเติมคำ วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 และชั้นประถมศึกษาปีที่ 7 ของโรงเรียนสังกัดเทศบาลนครธนบุรี พบว่าแบบทดสอบชนิดเลือกตอบกับชนิดเติมคำมีประสิทธิภาพในการทดสอบพอกัน

ในต่างประเทศได้มีผู้ทำการศึกษาไว้เช่น ไฮม์และวัตส์ (Heim and Watts. 1967 : 339 - 346) ได้ศึกษาเปรียบเทียบค่าตอบจากแบบทดสอบชนิดเลือกตอบและชนิดเติมคำในวิชาคำศัพท์กับกลุ่มตัวอย่างที่เป็นทหารเรือ อายุ 17 - 26 ปี จำนวน 100 คน โดยแบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มหนึ่งให้ทำแบบทดสอบชนิดเลือกตอบก่อนแล้วจึงให้ทำแบบทดสอบชนิดเติมคำ อีกกลุ่มหนึ่งให้ทำในทางกลับกัน ผลพบว่าความแตกต่างระหว่างคะแนนเฉลี่ยจากแบบทดสอบทั้งสองฉบับ ต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ .01 ความแตกต่างระหว่างคะแนนเฉลี่ยจากแบบทดสอบชนิดเติมคำสำหรับทั้งสองกลุ่ม ต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .02 แต่ความแตกต่างระหว่างคะแนนเฉลี่ยจากแบบทดสอบชนิดเลือกตอบสำหรับกลุ่มตัวอย่างทั้งสองกลุ่ม ไม่แตกต่างกัน ส่วนบิเรนบอมและทาฮูโอกะ (Birenbaum and Tatsuoka. 1987 : 385 - 395) ได้ร่วมกันศึกษาเปรียบเทียบแบบทดสอบชนิดเลือกตอบกับชนิดเติมคำที่ใช้ในการวินิจฉัยข้อบกพร่องในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องการบวกเศษส่วน กับกลุ่มตัวอย่างที่เป็นนักเรียนเกรด 8 จำนวน 235 คน โดยศึกษาเกี่ยวกับลักษณะโครงสร้างของแบบทดสอบ ความแตกต่างของความคลาดเคลื่อนของชนิดของแบบทดสอบและวินิจฉัยแหล่งของความบกพร่องจากรูปแบบคำตอบของนักเรียน ผลการศึกษาพบว่าแบบทดสอบชนิดเลือกตอบให้ผลที่น่าพอใจกว่า

สมมติฐานในการวิจัย

ก) การวินิจฉัยระหว่างแบบทดสอบชนิดเลือกตอบกับชนิดเติมคำมีค่าแตกต่างกัน

บทที่ 3

วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า

ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ปีการศึกษา 2531 ภาคเรียนที่ 2 ของโรงเรียนมัธยมศึกษาในจังหวัดปราจีนบุรี จำนวน 34 โรงเรียน 129 ห้องเรียน จำนวนนักเรียน 5143 คน

กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ปีการศึกษา 2531 ภาคเรียนที่ 2 ของโรงเรียนมัธยมศึกษาในจังหวัดปราจีนบุรี จำนวน 6 โรงเรียน 12 ห้องเรียน จำนวนนักเรียน 412 คน เลือกมาโดยการสุ่มอย่างง่าย (Simple Random Sampling) ซึ่งมีลำดับขั้นตอนในการสุ่มดังนี้

ขั้นที่ 1 ประมาณขนาดกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย ด้วยความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์ ($\alpha = .05$) เมื่อเปรียบเทียบกับตารางขนาดกลุ่มตัวอย่างที่ควรเลือกจากประชากรแล้วจะต้องใช้กลุ่มตัวอย่างจำนวนอย่างต่ำ 370 คน (ดูน สายยศและอังคณา สายยศ. 2528 : 260 ; อ้างอิงมาจาก Yamane. 1976 : 886)

ขั้นที่ 2 สุ่มห้องเรียนจากโรงเรียนด้วยการสุ่มอย่างง่าย ได้กลุ่มตัวอย่างทั้งแสดงรายละเอียดไว้ในตาราง 1

ตาราง 1 รายชื่อโรงเรียนและจำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ศึกษา

ชื่อโรงเรียน	จำนวนห้องเรียน	จำนวนนักเรียน
1. ปราชญ์วิทยาลัย	2	83
2. กบินทร์วิทยา	2	74
3. ชิดดีใจ	2	62
4. วันนานคร	2	74
5. ท่าเกษมพิทยา	2	61
6. สุวรรณวิทยา	2	58
รวม	12	412

เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า

เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ เป็นแบบทดสอบวินิจัยข้อบ่งชี้ในการเรียน วิชาคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่องระบบจำนวนเต็ม ซึ่งผู้วิจัยสร้างขึ้นเอง มี 2 ฉบับ คือ แบบทดสอบชนิดเลือกตอบและแบบทดสอบชนิดเติมค่า ฉบับละ 40 ข้อ ซึ่งมีลำดับขั้นในการสร้าง ดังนี้

1. ศึกษาระเบียบวิธีการวัดผลการเรียนระดับมัธยมศึกษาและเอกสาร งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการทดสอบวินิจัยและชนิดของแบบทดสอบ

2. ศึกษาหลักสูตร คู่มือครูและแบบเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่องระบบจำนวนเต็ม ทั้งนี้มีรายละเอียดเกี่ยวกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม เนื้อหา วิธีการ ดังนี้

ก. จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

1. หาผลบวกของจำนวนเต็มลบได้

2. หาผลบวกของจำนวนเต็มบวกกับจำนวนเต็มลบได้

3. หาผลลบโดยการให้หลักการลบจำนวนเต็มได้
4. หาผลคูณของจำนวนเต็มบวกกับจำนวนเต็มลบได้
5. หาผลลัพธ์ของการคูณจำนวนเต็มลบ 2 จำนวนที่กำหนดให้ได้
6. หาผลลัพธ์โดยการใช้นิยามการหารได้
7. หาผลบวกและผลคูณของจำนวนใดๆกับ 0 ได้
8. หาผลคูณของจำนวนใดๆกับ 1 ได้
9. ใช้คุณสมบัติการสลับที่สำหรับการบวกและการคูณได้ถูกต้อง
10. ใช้คุณสมบัติการเปลี่ยนกลุ่มได้สำหรับการบวกและการคูณได้ถูกต้อง
11. ใช้คุณสมบัติการแจกแจงจำนวนเต็มบวกได้ถูกต้อง
12. บอกค่าสัมบูรณ์ของจำนวนเต็มใดๆที่กำหนดให้ได้

ข. เนื้อหาและวิธีการ

1. จำนวนเต็มบวกบวกจำนวนเต็มลบ นำค่าสัมบูรณ์มาบวกกัน ผลลัพธ์เป็นจำนวนเต็มลบ
เช่น $(-5) + (-6) = -11$, $(-23) + (-9) = -32$

2. จำนวนเต็มบวกบวกจำนวนเต็มลบ นำค่าสัมบูรณ์มาลบกันแล้วตอบเป็นจำนวนเต็มบวกหรือลบ ตามจำนวนที่มีค่าสัมบูรณ์มากกว่า เช่น $(-7) + 4 = -3$, $7 + (-5) = 2$,
 $(-5) + 8 = 3$

3. การลบจำนวนเต็ม ให้แก่การลบจำนวนเต็มบวกด้วยจำนวนเต็มบวก การลบจำนวนเต็มบวกด้วยจำนวนเต็มลบ การลบจำนวนเต็มลบด้วยจำนวนเต็มบวกและการลบจำนวนเต็มลบด้วยจำนวนเต็มลบ วิธีการลบก็คือการบวกตัวตั้งด้วยจำนวนตรงข้ามของตัวลบ เช่น $(-9) - 7 =$
 $(-9) + (-7) = -16$, $7 - (-2) = 7 + 2 = 9$

4. การคูณจำนวนเต็มบวกด้วยจำนวนเต็มลบ นำค่าสัมบูรณ์ของทั้ง 2 จำนวนมาคูณกันแล้วตอบเป็นจำนวนเต็มลบ เช่น $2 \times (-7) = -14$

5. การคูณจำนวนเต็มลบด้วยจำนวนเต็มลบ นำค่าสัมบูรณ์ของทั้ง 2 จำนวนมาคูณกันแล้วตอบเป็นจำนวนเต็มบวก เช่น $(-4) \times (-3) = 12$

6. การหารจำนวนเต็มบวกด้วยจำนวนเต็มลบและการหารจำนวนเต็มลบด้วยจำนวน

เติมบวก นำค่าสัมบูรณ์มาหารกันแล้วตอบเป็นจำนวนเต็มลบ เช่น $25 \div (-5) = -5$, $(-56) \div 7 = -8$

7. การหารจำนวนเต็มลบด้วยจำนวนเต็มลบ นำค่าสัมบูรณ์มาหารกัน แล้วตอบเป็นจำนวนเต็มบวก เช่น $(-34) \div (-17) = 2$

8. คุณสมบัติของศูนย์

จำนวนเต็มบวกคูณกับ 0 จะได้จำนวนนั้น เช่น $0 + (-7) = -7$, $3 + 0 = 3$

จำนวนเต็มบวกคูณกับ 0 จะได้ 0 เช่น $7 \times 0 = 0$, $(-5) \times 0 = 0$

0 หารด้วยจำนวนเต็มบวกที่ไม่ใช่ 0 จะได้ 0 เช่น $0 \div 6 = 0$, $0 \div (-3) = 0$

9. คุณสมบัติของหนึ่ง จำนวนเต็มบวกคูณหรือหารด้วย 1 จะได้จำนวนนั้น เช่น

$7 \times 1 = 7$, $(-12) \times 1 = -12$, $5 \div 1 = 5$, $(-9) \div 1 = -9$

10. คุณสมบัติการสลับที่สำหรับการบวกและการคูณ จำนวน 2 จำนวนที่นำมาบวกหรือคูณกัน อาจสลับที่กันได้โดยที่ผลลัพธ์ยังคงเดิม เช่น $23 + 77 = 77 + 23$, $3 \times 4 = 4 \times 3$

11. คุณสมบัติการเปลี่ยนกลุ่มสำหรับการบวกและการคูณ การนำจำนวน 3 จำนวนมาบวกหรือคูณกัน จะบวกหรือคูณ 2 จำนวนใดก่อนแล้วจึงไปบวกหรือคูณกับจำนวนที่เหลือผลลัพธ์จะคงเดิม เช่น $(33 + 67) + 78 = 33 + (67 + 78)$, $(12 \times 15) \times 8 = 12 \times (15 \times 8)$

12. คุณสมบัติการแจกแจง จำนวนใดคูณกับจำนวน 2 จำนวนที่บวกหรือลบกันโดยผลลัพธ์จะเท่ากับผลคูณของจำนวนนั้นกับจำนวนแรกบวกหรือลบด้วยผลคูณของจำนวนนั้นกับจำนวนที่สอง เช่น $7 \times (5 + 6) = (7 \times 5) + (7 \times 6)$, $12 \times (19 - 8) = (12 \times 19) - (12 \times 8)$

13. ค่าสัมบูรณ์ของจำนวนเต็ม การหาค่าสัมบูรณ์ของจำนวนเต็มบวกหาได้จากระยะทาง 0 ถึงจำนวนนั้นๆ เช่น $|5| = |-5| = 5$

3. เขียนข้อสอบตามจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม จุดประสงค์ละ 5 - 7 ข้อ โดยออกเป็นแบบทดสอบชนิดเติมคำเพื่อเป็นแบบทดสอบเชิงสำรวจ จำนวน 70 ข้อ แล้วนำไปให้ผู้เกี่ยวข้องทางศึกษานิเทศก์ตรวจสอบแบบทดสอบที่สร้างขึ้นว่าแบบทดสอบนั้นสอดคล้องกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมหรือไม่ ตามวิธีของโรวินสและแฮมเบิลตัน (สงบ ลักษณะ. 2523 : 39 - 40) ทั้งตัวอย่างการประเมินดังนี้

ตัวอย่าง แบบประเมินความสอดคล้องระหว่างจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมกับข้อสอบ
คำชี้แจง ให้ท่านพิจารณาว่าข้อสอบแต่ละข้อต่อไปนี้วัดตรงตามจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม
ข้อนั้นๆหรือไม่ โดยพิจารณาให้น้ำหนักดังนี้

- +1 เมื่อท่านแน่ใจว่าข้อสอบนั้นวัดตรงตามจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมนั้นจริง
0 เมื่อท่านไม่แน่ใจว่าข้อสอบนั้นวัดตรงตามจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมนั้น
-1 เมื่อท่านแน่ใจว่าข้อสอบนั้นไม่ได้วัดตรงตามจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมนั้นจริง

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม	ข้อสอบ	คะแนนการพิจารณา		
		+1	0	-1
1. หาผลบวกของจำนวนเต็มลบได้	1. $(-23) + (-9) =$ 			
2. หาผลบวกของจำนวนเต็มบวกกับ จำนวนเต็มลบได้	2. $(-7) + 4 =$			
3. หาผลลบโดยใช้หลักการลบจำนวน เต็มได้	3. $(-3) - 12 =$			

หลังจากผู้เชี่ยวชาญกำหนดคะแนนการพิจารณาความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์
เชิงพฤติกรรมแล้ว นำเอาคะแนนรวมของข้อสอบแต่ละข้อจากผู้เชี่ยวชาญทั้งหมดไปหาค่าดัชนีความ
สอดคล้อง ถ้าค่าดัชนีของข้อสอบแต่ละข้อมีค่ามากกว่า 0.5 ก็แสดงว่าข้อสอบที่สร้างขึ้นมีความส่อ-
คล้องตามเกณฑ์นั้นคือแบบทดสอบมีความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา

4. นำแบบทดสอบเชิงสำรวจที่สร้างขึ้นไปทดสอบกับนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ของ
โรงเรียนมัธยมศึกษาในจังหวัดปราจีนบุรี ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 247 คน เพื่อสำรวจหาข้อ
บกพร่องและหาความถี่ของคำตอบผิด นำผลการสอบครั้งนี้มาสร้างเป็นแบบทดสอบชนิดเลือกตอบ 5
ตัวเลือก ในแต่ละข้อเป็นตัวเลือกที่ถูกที่สุดเพียงคำตอบเดียว ส่วนตัวเลือกอีก 4 ตัวเป็นตัวเลือก
ซึ่งเลือกจากคำตอบที่นักเรียนตอบผิดและมีความถี่มากที่สุด 4 อันดับ มาปรับปรุงได้เป็นแบบทดสอบ

เลือกตอบ

5. นำแบบทดสอบชนิดเลือกตอบไปทดสอบกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ของโรงเรียนมัธยมศึกษาในจังหวัดปราจีนบุรีอีกกลุ่มหนึ่ง จำนวน 198 คน เพื่อหาค่าความยากง่ายและค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบรายข้อ แล้วคัดเลือกข้อที่มีคุณภาพ โดยพิจารณาจากข้อสอบที่มีค่าความยากง่ายมากกว่า .50 และค่าอำนาจจำแนกเกิน .00 ซึ่งจากการคัดเลือกข้อสอบที่มีคุณภาพนี้ต้องการข้อสอบที่ใช้ในการศึกษา 40 ข้อ ปรากฏว่าข้อสอบที่มีคุณภาพตามเกณฑ์ มีมากกว่า 40 ข้อ จึงพิจารณาคุณภาพของตัวลวงด้วย โดยแต่ละจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมจะเลือกข้อสอบไว้อย่างน้อย 3 ข้อ แล้วนำไปทดสอบอีกครั้งกับนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ของโรงเรียนมัธยมศึกษาในจังหวัดปราจีนบุรีอีกกลุ่มหนึ่ง จำนวน 197 คน เพื่อหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ

6. การสร้างให้เป็นแบบทดสอบชนิดเติมคำ โดยที่แบบทดสอบชนิดเติมคำจะมีส่วนที่สำคัญเพียงส่วนเดียว คือส่วนของข้อความถาม ฉะนั้นการดัดแปลงแบบทดสอบชนิดเลือกตอบให้เป็นชนิดเติมคำจึงนำเฉพาะส่วนที่เป็นคำถามของแบบทดสอบชนิดเลือกตอบที่มีคุณภาพแต่ละข้อมาพิมพ์ไว้แล้วให้ผู้สอบคิดหาคำตอบเอง

ตัวอย่างข้อสอบ

ก. แบบทดสอบชนิดเลือกตอบ

คำชี้แจง ให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียว จาก ก ข ค ง

หรือ จ

1. $(-23) + (-9) = 9$

ก. 32

(ข.) -32

ค. 31

ง. 14

จ. -14

$$2. (-6) + (-15) = ?$$

n. -22

(g.) -21

n. 21

j. -9

g. 9

$$3. (-7) + 4 = ?$$

n. -11

(g.) -3

n. -4

j. 3

g. 11

$$4. (-3) - 12 = ?$$

n. -9

g. 9

n. 14

(j.) -15

g. 15

$$5. 2 - 11 = ?$$

n. -13

g. 13

(g.) -9

j. 9

g. 10

ข. แบบทดสอบชนิดเติมค่า

คำชี้แจง จงหาคำตอบที่ถูกต้องใส่ลงใน

1. $(-23) + (-9) =$

2. $(-6) + (-15) =$

3. $(-7) + 4 =$

4. $(-3) - 12 =$

5. $2 - 11 =$

คุณภาพของเครื่องมือ

แบบทดสอบที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ เป็นแบบทดสอบวินิจัยข้อบกพร่องทางการเรียน วิชาคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 (ศ.203) เรื่องระบบจำนวนเต็ม แบ่งออกเป็น 2 ชนิด คือ แบบทดสอบชนิดเลือกตอบและแบบทดสอบชนิดเติมค่า ซึ่งผู้วิจัยได้สร้างขึ้นเองฉบับละ 40 ข้อ ให้นำไปทดลองกับกลุ่มตัวอย่าง ปรากฏผลการวิเคราะห์ดังนี้

1. ค่าความยากของข้อสอบรายข้อ มีค่าอยู่ระหว่าง .50 - .93 (ภาคผนวก)
2. ค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบรายข้อมีค่าอยู่ระหว่าง .08 - .58 (ภาคผนวก)
3. ค่าความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาของแบบทดสอบ โดยผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบ หากค่าดัชนี

ความสอดคล้อง (IOC) มีค่าเท่ากับ 1.00 ทุกข้อ (ภาคผนวก)

4. ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ หากโดยใช้สูตรคูเคอร์ ริชาร์ดสัน 20 (KR-20)

แล้วปรับแก้ค่าความเชื่อมั่นได้ความวิหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบแบบอิงเกณฑ์โดยใช้สูตรของ ลิฟวิงสตัน มีค่าเท่ากับ .937 ซึ่งถือว่าเป็นแบบทดสอบที่มีคุณภาพค่อนข้างสูง ซึ่งปกติแบบทดสอบ วัตถุประสงค์เพื่อใช้ในการเรียนควรมีค่าความเชื่อมั่นตั้งแต่ .80 ขึ้นไป (Loom, 1981 : 76)

วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า

1. ทดสอบโรงเรียนที่ใช้เป็นกลุ่มตัวอย่าง กำหนด วัน เวลา ในการสอบ
2. จัดเตรียมข้อสอบให้เพียงพอกับจำนวนนักเรียนที่สอบในแต่ละวัน

3. ทำการทดสอบกับนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง ผู้วิจัยดำเนินการสอบโดยในแต่ละห้องเรียน ใช้ทดสอบด้วยแบบทดสอบทั้ง 2 ฉบับ โดยสุ่มนักเรียนออกเป็น 2 กลุ่ม ซึ่งใช้วิธีสุ่มอย่างง่าย โดยให้กลุ่มที่ 1 ทำแบบทดสอบชนิดเลือกตอบและกลุ่มที่ 2 ทำแบบทดสอบชนิดเติมคำเป็นเช่นนี้ทุกๆห้องเรียน

4. นำกระดาษคำตอบจากแบบทดสอบทั้ง 2 ฉบับ มาตรวจให้คะแนน โดยกำหนดว่าถ้าตอบถูกได้ 1 คะแนน ถ้าตอบผิด ตอบมากกว่า 1 ตัวเลือก หรือไม่ตอบ ให้ 0 คะแนน แล้วนำคะแนนของแต่ละฉบับมาวิเคราะห์หาค่าทางสถิติต่อไป

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล แบ่งได้เป็น 2 ตอน คือ

ตอนที่ 1 สถิติที่ใช้ในการสร้างเครื่องมือ

1. ค่าสถิติพื้นฐาน ได้แก่ ค่าเฉลี่ย และค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน
2. ค่าความยากง่ายของข้อสอบรายข้อ โดยใช้สูตรคำนวณอย่างง่าย (อนันต์

ศรีโสภณ. 2520 : 150)

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

เมื่อ P คือ ค่าความยากของข้อสอบ

R คือ จำนวนคนตอบถูก

N คือ จำนวนคนทั้งหมด

3. ค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบรายข้อ โดยใช้สูตรของเบรนนัน ซึ่งเรียกว่า

ดัชนีค่าอำนาจจำแนก บี (Discrimination Index) (Brennan. 1972 : 289-

303)

$$B = \frac{U}{N_1} - \frac{L}{N_2}$$

เมื่อ B คือ ค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบ

U คือ จำนวนคนในกลุ่มสูงที่ตอบถูก

L คือ จำนวนคนในกลุ่มต่ำที่ตอบถูก

N₁ คือ จำนวนคนทั้งหมดในกลุ่มสูง

n_2 คือ จำนวนคนทั้งหมดในกลุ่มค่า

4. ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ โดยใช้สูตรคูเคอร์ ริชาร์ดสัน 20

(KR - 20) (ล้วน สายยศและอังคณา สายยศ. 2528 : 168)

$$r_{tt} = \frac{n}{n-1} \left[1 - \frac{\sum p_i q_i}{S_t^2} \right]$$

เมื่อ r_{tt} คือ ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ

n คือ จำนวนข้อของแบบทดสอบ

S_t^2 คือ คะแนนความแปรปรวนของแบบทดสอบฉบับนั้น

p คือ สัดส่วนของคนตอบถูกในแต่ละข้อ

q คือ สัดส่วนของคนตอบผิดในแต่ละข้อ (มีค่า = $1 - p$)

แล้วปรับแก้ค่าความเชื่อมั่นที่ได้ตามวิธีหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบแบบอิงเกณฑ์โดยใช้สูตรของ ลิฟวิงสตัน (ชนันท์ ศรีโสภณ. 2520 : 67 - 68)

$$r_{cc} = \frac{r_{tt} S_t^2 + (\bar{X} - c)^2}{S_t^2 + (\bar{X} - c)^2}$$

เมื่อ r_{cc} คือ ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบอิงเกณฑ์

r_{tt} คือ ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบอิงกลุ่ม

S_t^2 คือ ความแปรปรวนของคะแนน

$\bar{X}$ คือ คะแนนเฉลี่ย

c คือ คะแนนเกณฑ์

5. ค่าความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา หาโดยวิธีของไรวินสลิและดอมเบลตัน

(Hambleton. 1978 : 34 - 35)

$$IOC = \frac{\sum r_{ij}}{n}$$

เมื่อ IOC คือ คำนวณความสอดคล้องของข้อสอบกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

R คือ ผลรวมของคะแนนความพึงพอใจของผู้เชี่ยวชาญ

N คือ จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

ตอนที่ 2 สถิติที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า

1. การวิเคราะห์ค่าความยากง่าย ค่าอำนาจจำแนกตามทฤษฎีการทอยข้อคำถาม เพื่อจัดเรียงความยากของข้อคำถามในรูปแบบทริกซ์ในตาราง S-P เพื่อวิเคราะห์ค่า γ ต่อไป และเพื่อศึกษาความเหมาะสมของแบบทดสอบ คำนวณโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์โลจิสติกแบบพารามิเตอร์ 3 ตัว

2. การวิเคราะห์ค่าดัชนีบังชี้ของทาทุโอเกะ (γ) เป็นดัชนีการวินิจฉัยของนักเรียนแต่ละคน คำนวณโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ซึ่งพัฒนาขึ้นโดย ดร.ไพฑูรย์ โพธิ์สาร กองแผนงาน กรมการศึกษานอกโรงเรียน ซึ่งโปรแกรมนี้สนับสนุนที่ ผลโกสุม (2530 : 51) ได้ใช้ศึกษาวิจัยแล้ว ตามสูตรดังนี้

$$\gamma = \frac{\sum_{j=1}^n P_{1j}(P_{1j} - T_1)}{\left[\sum_{j=1}^n \phi_{ij}^2 (P_{1j} - T_1)^2 \right]^{1/2}} - \frac{\sum_{j=1}^n Y_{1j}(P_{1j} - T_1)}{\left[\sum_{j=1}^n \phi_{ij}^2 (P_{1j} - T_1)^2 \right]^{1/2}}$$

เมื่อ P_{1j} คือ ความน่าจะเป็นที่นักเรียนคนที่ 1 จะตอบข้อสอบข้อที่ j ถูกต้อง

T_1 คือ ค่าเฉลี่ยของความน่าจะเป็นในกาตอบถูกของนักเรียนคนที่ 1

ϕ_{ij}^2 คือ $P(\theta_1) Q(\theta_1)$ ของข้อคำถามที่ j ของความสามารถที่ θ_1

Y_{1j} คือ คะแนนของคนที่ 1 ในการทำแบบทดสอบ

3. การทดสอบความมีนัยสำคัญของความแตกต่างของดัชนีการวินิจฉัย โดยใช้การทดสอบ Z (Z -test) (ลวน สายยศและอังศณา สายยศ. 2528 : 83)

$$Z = \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{\sqrt{\frac{S_1^2}{n_1} + \frac{S_2^2}{n_2}}}$$

เมื่อ $\bar{X}_1$ คือ คะแนนเฉลี่ยของค่าดัชนีบังชี้ของทาทุโอเกะของกลุ่มตัวอย่างที่ทำแบบทดสอบชนิดเลือกตอบ

$\bar{X}_2$ คือ คะแนนเฉลี่ยของค่าดัชนีบ่งชี้ของหาเหตุโอเคของกลุ่มตัวอย่างที่ทำแบบทดสอบ
ชนิดเกมค่า

S_1^2 คือ ความแปรปรวนของค่าดัชนีบ่งชี้ของหาเหตุโอเคของกลุ่มตัวอย่างที่ทำแบบ-
ทดสอบชนิดเลือกตอบ

S_2^2 คือ ความแปรปรวนของค่าดัชนีบ่งชี้ของหาเหตุโอเคของกลุ่มตัวอย่างที่ทำแบบห
ทดสอบชนิดเกมค่า

n_1 คือ จำนวนผู้สอบในกลุ่มตัวอย่างที่ทำแบบทดสอบชนิดเลือกตอบ

n_2 คือ จำนวนผู้สอบในกลุ่มตัวอย่างที่ทำแบบทดสอบชนิดเกมค่า

สัญลักษณ์และอักษรย่อที่ใช้

เพื่อให้เกิดความเข้าใจตรงกันในการแปลความหมายของการวิเคราะห์ข้อมูล ผู้วิจัยจึงกำหนดสัญลักษณ์และอักษรย่อที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลดังนี้

N	แทน จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง
n	แทน จำนวนข้อของแบบทดสอบ
$\bar{X}$	แทน คะแนนเฉลี่ย
S	แทน ความเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนน
S^2	แทน ความแปรปรวนของคะแนน
B	แทน ค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบ ซึ่งหาโดยใช้สูตรของเบรนน
P	แทน ค่าความยากง่ายของข้อสอบ ซึ่งหาโดยใช้สูตรอย่างง่าย
a	แทน ค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบ ซึ่งหาโดยใช้คอมพิวเตอร์โปรแกรมโลจิสติก
b	แทน ค่าความยากง่ายของข้อสอบ ซึ่งหาโดยใช้คอมพิวเตอร์โปรแกรมโลจิสติก
r _{tt}	แทน ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ ซึ่งหาโดยใช้สูตร KR-20
r _{cc}	แทน ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ ซึ่งหาโดยใช้สูตรของอิทวีสตัน
IOC	แทน คำนวณความสอดคล้องระหว่างข้อสอบแต่ละข้อกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม
Z	แทน ค่าการทดสอบความแตกต่างของดัชนีการวินิจฉัยของแบบทดสอบทั้ง 2 ชนิด
χ^2	แทน คำนวณค่าของค่าดัชนีของหาหาค่า
χ^2	แทน ค่าเฉลี่ยของค่าดัชนีของหาหาค่า

การเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล ผู้วิจัยจะเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลดังนี้

1. คำนวณค่าพื้นฐาน
2. การเปรียบเทียบดัชนีการวินิจฉัยในแบบแผนการตอบระหว่างแบบทดสอบทั้ง 2 ชนิด
3. การศึกษาความเหมาะสมในการใช้แบบทดสอบ ระหว่างแบบทดสอบทั้ง 2 ชนิด

4. การศึกษาข้อบกพร่องในการออกแบบทดสอบวินิจัย วิชาคณิตศาสตร์ เรื่องระบบจำนวนเต็ม จากแบบทดสอบทั้ง 2 ชนิด

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

1. ค่าสถิติพื้นฐาน

จากการนำคะแนนผลทดสอบจากแบบทดสอบวินิจัยวิชาคณิตศาสตร์ ชั้น ม.2 เรื่องระบบจำนวนเต็ม จากแบบทดสอบชนิดเลือกตอบและชนิดเติมค่า ที่นำไปทดสอบกับนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง มาวิเคราะห์ได้ค่าสถิติพื้นฐาน ดังตาราง 2

ตาราง 2 ค่าสถิติพื้นฐานของคะแนนรวมจากแบบทดสอบวิชาคณิตศาสตร์ ชนิดเลือกตอบกับชนิดเติมค่า

ชนิดของแบบทดสอบ	N	n	$\bar{X}$	S	S^2
ชนิดเลือกตอบ	205	40	24.781	7.035	49.491
ชนิดเติมค่า	207	40	24.691	7.803	60.887

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลจากตาราง 2 แสดงให้เห็นว่าการวิเคราะห์ผลการสอบโดยการพิจารณาคะแนนรวมจากแบบทดสอบชนิดเลือกตอบและชนิดเติมค่า นักเรียนกลุ่มที่ทำแบบทดสอบชนิดเลือกตอบได้คะแนนเฉลี่ยเกินร้อยละ 50 ของคะแนนเต็ม คือได้คะแนนเฉลี่ย 24.781 คะแนน จากคะแนนเต็ม 40 คะแนน การกระจายของคะแนนแตกต่างกันมาก โดยพิจารณาจากค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน คือ 7.035 ส่วนนักเรียนกลุ่มที่ทำแบบทดสอบชนิดเติมค่า ได้คะแนนเฉลี่ยเกินร้อยละ 50 ของคะแนนเต็มเช่นเดียวกัน คือได้คะแนนเฉลี่ย 24.691 คะแนน จากคะแนนเต็ม 40 คะแนน มีการกระจายของคะแนนแตกต่างกันมาก คือมีค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 7.803

2. การเปรียบเทียบดัชนีการวินิจัยระหว่างแบบทดสอบชนิดเลือกตอบกับชนิดเติมค่า

เป็นการพิจารณาจากค่าดัชนีบ่งชี้ของหาเหตุไถ่เพื่อวินิจัยความบกพร่องในแบบแผนการตอบของนักเรียนจากการออกแบบทดสอบทั้ง 2 ชนิด ผลการวิเคราะห์ดังตาราง 3

ตาราง 3 การเปรียบเทียบดัชนีการวินิจฉัยระหว่างแบบทดสอบชนิดเลือกตอบกับชนิดเติมคำ

ชนิดของแบบทดสอบ	N	$\bar{X}$	S	Z
ชนิดเลือกตอบ	205	-0.0369	1.391	1.13
ชนิดเติมคำ	207	-0.1800	1.172	

จากตาราง 3 แสดงให้เห็นว่าดัชนีของหาพิสัยที่ใช้เป็นดัชนีการวินิจฉัยความบกพร่องในแบบแผนการตอบของนักเรียนในการตอบแบบทดสอบทั้ง 2 ชนิด มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ -0.0368 และ -0.1800 จากการทดสอบความมีนัยสำคัญของความแตกต่างของค่าเฉลี่ย มีค่า Z เท่ากับ 1.13 ซึ่งแสดงว่าดัชนีการวินิจฉัยความบกพร่องในแบบแผนการตอบของนักเรียนในการตอบแบบทดสอบชนิดเลือกตอบกับชนิดเติมคำแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

เพื่อจะศึกษานักเรียนที่มีค่าความสามารถสูงและค่าความสามารถต่ำว่านักเรียนทั้ง 2 กลุ่มจะมีดัชนีการวินิจฉัยความบกพร่องในแบบแผนการตอบแตกต่างกันหรือไม่ จึงได้เปรียบเทียบค่าดัชนีบ่งชี้ของหาพิสัยของนักเรียนกลุ่มที่มีค่าความสามารถตั้งแต่ 1 ขึ้นไปและนักเรียนกลุ่มที่มีค่าความสามารถตั้งแต่ -1 ลงมา ผลการวิเคราะห์ได้ค่าสถิติทั้งตาราง 4 และ 5

ตาราง 4 การเปรียบเทียบดัชนีการวินิจฉัยระหว่างแบบทดสอบชนิดเลือกตอบกับชนิดเติมคำ ของนักเรียนที่มีค่าความสามารถตั้งแต่ 1 ขึ้นไป

ชนิดของแบบทดสอบ	N	$\bar{X}$	S	t
ชนิดเลือกตอบ	29	-0.0760	1.0451	-0.217
ชนิดเติมคำ	30	-0.0097	1.7215	

จากตาราง 4 แสดงให้เห็นว่าค่าดัชนีบ่งชี้ของหาทฤษฎีไอเกะที่ใช้เป็นดัชนีการวินิจฉัยความบกพร่องในแบบแผนการทอมของนักเรียน โดยดูจากค่าดัชนีของนักเรียนที่มีค่าความสามารถตั้งแต่ 1 ขึ้นไป จากการทอมแบบทดสอบทั้ง 2 ชนิด มีค่าเฉลี่ย -0.0760 และ -0.0097 จากการทดสอบความมีนัยสำคัญของความแตกต่างของค่าเฉลี่ย มีค่า t เท่ากับ -0.217 ซึ่งแสดงว่าค่าดัชนีการวินิจฉัยความบกพร่องในแบบแผนการทอมของนักเรียนที่มีค่าความสามารถตั้งแต่ 1 ขึ้นไป จากการทอมแบบทดสอบชนิดเลือกตอบกับชนิดเติมค่าแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

ตาราง 5 การเปรียบเทียบดัชนีการวินิจฉัยระหว่างแบบทดสอบชนิดเลือกตอบกับชนิดเติมค่า ของนักเรียนที่มีค่าความสามารถตั้งแต่ -1 ลงมา

ชนิดของแบบทดสอบ	N	$\bar{x}$	S	t
ชนิดเลือกตอบ	32	0.0220	0.9805	1.416
ชนิดเติมค่า	38	-0.3220	1.0573	

จากตาราง 5 แสดงให้เห็นว่าค่าดัชนีบ่งชี้ของหาทฤษฎีไอเกะที่ใช้เป็นดัชนีการวินิจฉัยความบกพร่องในแบบแผนการทอมของนักเรียน โดยดูจากค่าดัชนีของนักเรียนที่มีค่าความสามารถตั้งแต่ -1 ลงมา จากการทอมแบบทดสอบทั้ง 2 ชนิด มีค่าเฉลี่ย 0.0220 และ -0.3220 จากการทดสอบความมีนัยสำคัญของความแตกต่างของค่าเฉลี่ย มีค่า t เท่ากับ 1.416 ซึ่งแสดงว่าค่าดัชนีการวินิจฉัยความบกพร่องในแบบแผนการทอมของนักเรียนที่มีค่าความสามารถตั้งแต่ -1 ลงมา จากการทอมแบบทดสอบชนิดเลือกตอบกับชนิดเติมค่าแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

3. การศึกษาความเหมาะสมในการใช้แบบทดสอบระหว่างชนิดเลือกตอบและชนิดเติมค่า

โดยการศึกษาจากค่าอำนาจจำแนกและค่าความยากง่ายของข้อสอบและค่าดัชนีบ่งชี้ของหาทฤษฎีไอเกะ จากการนำคะแนนผลการสอบของนักเรียนจากการทอมแบบทดสอบทั้ง 2 ชนิด ไปวิเคราะห์ตามทฤษฎีการตอบข้อคำถามโดยใช้คอมพิวเตอร์ โปรแกรมโลจิสติกวิเคราะห์หาค่าพารามิเตอร์ และนำค่ามาวิเคราะห์หาข้อบกพร่องในแบบแผนการทอม ผลการวิเคราะห์ได้ค่าสถิติดังตาราง 6, 7 และ 8

ตาราง 6 ค่าอำนาจจำแนกและค่าความยากง่ายของข้อสอบ จากแบบทดสอบชนิดเลือกตอบและชนิดเติมคำ

ข้อที่	ค่าอำนาจจำแนก		ค่าความยากง่าย	
	ชนิดเลือกตอบ	ชนิดเติมคำ	ชนิดเลือกตอบ	ชนิดเติมคำ
1	0.776	1.842	1.595	0.936
2	1.007	2.170	0.713	0.550
3	1.664	2.133	0.497	0.374
4	0.679	0.974	1.464	0.941
5	0.793	1.298	0.281	0.634
6	1.302	1.380	0.332	0.387
7	0.500	1.431	-0.216	0.953
8	2.000	1.655	1.489	0.931
9	1.078	1.600	0.047	0.217
10	1.678	1.810	0.574	0.413
11	0.516	2.170	-0.167	1.207
12	0.676	0.662	-0.845	-1.742
13	0.979	1.198	0.139	-0.048
14	1.002	0.708	-0.155	-0.125
15	0.714	0.866	-0.666	-0.256
16	0.878	1.133	-0.034	0.491
17	0.920	1.049	-0.480	0.276
18	0.963	0.989	-1.169	-1.669
19	0.975	0.900	-0.826	0.137
20	0.906	1.534	0.431	0.223

ตาราง 6 (ต่อ)

ข้อที่	ค่าอำนาจจำแนก		ค่าความยากง่าย	
	ชนิดเลือกตอบ	ชนิดเติมค่า	ชนิดเลือกตอบ	ชนิดเติมค่า
21	1.004	0.686	-0.282	-0.575
22	0.910	1.509	0.247	0.053
23	0.974	1.079	-0.144	-0.026
24	0.804	0.909	-0.132	-0.489
25	0.679	0.664	-0.478	-0.113
26	0.985	1.620	0.228	0.099
27	0.882	2.170	-0.766	0.120
28	0.722	2.170	-2.349	-3.579
29	0.590	2.142	-0.104	0.765
30	0.653	0.991	0.005	0.168
31	0.980	1.164	-0.596	-0.295
32	1.249	1.311	-0.317	0.322
33	0.771	0.420	-1.567	-3.468
34	1.148	1.409	-1.631	-2.429
35	1.247	1.594	-0.839	-0.147
36	0.957	0.452	-2.406	-5.444
37	1.020	1.273	-1.120	-1.082
38	0.454	1.393	-1.709	-0.647
39	2.000	0.132	2.379	1.340
40	2.000	0.159	2.392	3.292

จากการวาง 6 แสดงให้เห็นว่าค่าอำนาจจำแนกและค่าความยากง่ายของข้อสอบรายข้อโดย
การวิเคราะห์หาคอมพิวเตอร์โปรแกรมโลจิสติกพารามิเตอร์ 3 ตัว ซึ่งค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบ
จากแบบทดสอบชนิดเลือกตอบ จำนวน 40 ข้อ มีค่าตั้งแต่ 0.454 ถึง 2.000 และจากแบบทดสอบ
ชนิดเติมคำ 40 ข้อ มีค่าตั้งแต่ 0.132 ถึง 2.170 ส่วนค่าความยากง่ายของข้อสอบจากแบบทดสอบ
ชนิดเลือกตอบ 40 ข้อ มีค่าตั้งแต่ -2.406 ถึง 2.392 และจากแบบทดสอบชนิดเติมคำ 40 ข้อ
มีค่าตั้งแต่ -5.440 ถึง 3.292 เมื่อพิจารณาว่าค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบที่ดีว่าอำนาจจำแนกได้ก็จะมีค่า
ตั้งแต่ 0.5 ถึง 2.5 พบว่าค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบชนิดเลือกตอบ มี 39 ข้อที่อำนาจจำแนกได้ ยกเว้น
เพียงข้อ 38 ข้อเกี่ยวกับเท่านี้ที่อำนาจจำแนกไม่ได้ ส่วนค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบจากแบบทดสอบชนิด
เติมคำ มีข้อสอบจำนวน 36 ข้อที่อำนาจจำแนกได้ โดยไม่มีเพียง 4 ข้อ คือข้อ 33,36,39 และ 40 ที่
อำนาจจำแนกไม่ได้ จากค่าความยากง่ายของข้อสอบรายข้อ ข้อสอบที่ดีควรมีคุณภาพก็คือข้อสอบที่มีความ
ยากง่ายพอเหมาะ คือจะต้องมีค่าความยากง่ายของข้อสอบอยู่ระหว่าง -2.000 ถึง 2.000 ซึ่งก็พบ
ว่าจากแบบทดสอบชนิดเลือกตอบมีข้อสอบที่มีค่าความยากง่ายพอเหมาะ จำนวน 36 ข้อโดยมีข้อสอบ
ที่มีค่าความยากง่ายไม่ที่ 4 ข้อ คือข้อ 28,36,39 และ 40 ส่วนค่าความยากง่ายของข้อสอบจาก
แบบทดสอบชนิดเติมคำ มีข้อสอบที่มีค่าความยากง่ายพอเหมาะ จำนวน 35 ข้อ โดยมีข้อสอบที่มีค่า
ความยากง่ายไม่ที่ 5 ข้อ คือข้อ 28,33,34,36 และ 40

7 (ค) 7

ว.	๐	๙	total score	binary score by item
33	0.7800	-0.8789	31	111111111110101101111011111111111001000
34	0.7600	-0.5753	31	111111111111011011111111110011011110000
35	0.6400	1.8559	31	111111111110111011100101101111011101101
36	0.6000	1.5290	31	111110111111101100111111111001101010111
37	0.9600	-1.2813	31	111111111111111011011111101110111100000
38	0.7300	0.4083	31	111111111111111111100101110011011011100
39	0.7000	-0.4241	31	111111111111111110001111111111001111000101
40	0.7500	0.4073	31	1111111110111111111111111011100100001110
41	0.6100	0.3367	30	1111111110111111010101001111111111101000
42	0.6600	-1.7067	30	1101111111111111111111101111111111100000000
43	0.6600	-1.4803	30	11111111111111111111111011011110100001000
44	0.5300	-0.3237	30	111111111111111111100111010111100110100011
45	0.5400	0.0245	30	1111111111110110111111111011100110000011
46	0.5300	0.8484	30	111111011111101100111110011111101010110
47	0.6000	-0.5365	30	111111111111111111100111111001101101000110
48	0.6200	-1.2003	30	111111111111111111100111110111100110110000
49	0.6200	-0.7436	30	1111110111111011001111111011111111000100
50	0.6100	-0.4303	30	11111111111011111001010101111111111100100
51	0.6000	-1.9875	30	1111111111111111111011100111111111110000000
52	0.4700	1.8547	30	10111111111110010111100111011111111100011
53	0.6200	-1.1019	30	111111111111111111100111111101100110110000
54	0.3500	3.4067	29	111111001101101011110110111111111111111100
55	0.4900	-0.9956	29	111110111111111110111111111111100011000000
56	0.3700	0.1177	29	1111111111111101110111100011110100100011
57	0.4900	-0.5007	29	1101111111111111111110011110010010101100
58	0.3900	-0.2843	29	11011111111111011001111111111100110000011
59	0.3900	-0.2178	29	1111110111111111010111111011110100000011
60	0.4000	-0.8004	29	111111111111111111101111010011110100000011
61	0.3800	3.7934	29	111111101010010100001111111110111110111
62	0.4800	-1.2107	29	111111111111111111100111110011101101010000
63	0.4800	-0.4637	29	110111101111111011111111111110001011100100

ตาราง.7 (ต่อ)

nr.	θ	γ	total score	binary score by item.....
64	0.3300	0.2775	28	11111101111111111100000101101111101000
65	0.2500	2.0566	28	1011101011111101100111101111111001110100
66	0.3300	2.4643	28	111111111011010110000101101101111101101
67	0.1200	2.2694	28	1111101011111111111100100100001101111011
68	0.4400	0.6242	28	111111111011100111000110111101111100010
69	0.3300	0.5012	28	1101011111111111110100101101111111100000
70	0.3800	-0.9841	28	1111101011111111111111111001110010100000
71	0.4700	0.5159	28	1101111111010111111000111111111001101000
72	0.2700	1.6731	28	1101111110011101011110111110011011110100
73	0.4300	1.0791	28	11111101110111111111000111100011011111000
74	0.3600	-1.8147	28	11111111111111111111111111010000000000110
75	0.3200	0.5540	28	1111111111110011111101101100001011101100
76	0.4000	-2.0256	28	1111111111111101001111111111100110000000
77	0.2300	-0.7022	27	1111110110110111111111111110010010000010
78	0.2300	-1.5225	27	11111111111111111100111010110011001000010
79	0.2400	-0.5095	27	1111111110101101011111011111100110001000
80	0.1100	3.2781	27	1111101111101000111001000111011011101111
81	0.1900	1.3955	27	1111100101110110110111111101110110101000
82	0.2100	0.4804	27	1101111011101111110011010111110111110000
83	0.1700	3.4110	27	1111111111000100101101000111011111111010
84	0.1900	-1.0056	27	11111110111111111110111111000110000010010
85	0.1500	1.9191	27	11011111100011010111110101111110111001100
86	0.1500	0.1202	27	1111111011101111111101001101110100010010
87	0.1600	0.3092	27	111111111100111101111101111001100100011100
88	0.2200	-1.2654	26	1111111111101111111011110100010000010100
89	0.1300	-1.5580	26	1111111111101101101111111110010000010000
90	0.1200	1.7277	26	11111110110111000110101111110100011111100
91	0.0400	2.5006	26	110101011111011011001011111101101100011
92	0.2300	-0.5001	26	111111111110111111010001101011011101000100
93	0.0300	2.4249	26	01100111010111111101101111110011011100100
94	0.1100	-0.0134	26	1111110101110011100111111111111100000000

ตาราง 7 (ต่อ)

nr.	θ	γ	total score	binary score by item.....
95	0.0400	-0.8817	26	111111111111011100111110010010000010110
96	0.0400	0.7571	26	1111111101000010101111111100110001010
97	0.0900	-0.3814	26	11010111111111111111010010000010101100
98	0.1400	2.0685	26	11111111000110101100001011101111101100
99	0.1400	-0.9294	26	111111000111111101111111011110100000000
100	-0.0300	-0.1937	25	111101011011111110111111100010010010000
101	0.0000	-1.0670	25	111111111110011110101011110001001001000
102	-0.0100	-1.2919	25	1111111011111111100111101010010001000010
103	0.0600	-2.4020	25	111111111111011101110111110001000000000
104	0.1200	-0.5655	25	1111110101111110111011011011100100001000
105	0.0600	0.4404	25	111111110101100011011111010011000101100
106	-0.3800	3.4664	25	111111110010000011100000101101111101111
107	0.1900	-2.8521	25	11111111111111111010111010010000000000
108	0.0100	-0.5983	25	1111100011111111100111111101110100000000
109	0.1300	1.7548	26	1111011110111101010000111101011011101010
110	-0.1900	-0.0172	24	11111111111000011111100100001010011000
111	-0.0300	-3.0286	24	11111111110111111111100100000000000000
112	-0.4100	3.0964	24	111111010101101000100000101011111110110
113	-0.0500	-2.2723	24	111111111111101100111010110010010000000
114	-0.2000	0.3970	24	1101111011111010101101001111101100000010
115	-0.1300	-1.9998	24	11111111111110110111010010000001000001
116	-0.3300	1.6296	24	1111100011111111010101010000101100111010
117	-0.1400	0.6415	24	1110011111111110100101010011111011000000
118	-0.1900	-0.7851	24	1111111110111011110110011001100000010010
119	-0.1600	-0.4800	24	110111111110101111110110001100000110000
120	-0.2400	0.2512	23	110100100111111111111011011100100000000
121	-0.2700	-1.4273	23	1110111111111011111101011000000000000110
122	-0.3700	-0.8234	23	1111011111110111001101110010000000000111
123	-0.1500	-2.6355	23	1101111111111111011111110010000000000000
124	-0.3100	-0.6919	23	1111110101110110111111110010000000010010
125	-0.2000	-2.2400	23	1111111111111110001110110100000000010000
126	-0.1000	-2.8693	23	1111111110111111111110100100000000000000

TABLE 7 (cont)

UT.	θ	γ	total score	Binary score by item.....
127	-0.2400	-1.3418	23	111110101111111111101101010000000010000
128	-0.1600	-2.3002	23	1111111111111110100111100110010000000000
129	-0.1900	-2.0617	23	111110111110111111111011000000000001000
130	-0.2500	-1.0162	23	1111101011111110111101010010000010001100
131	-0.2800	-0.0798	23	111111011111111000100010100011011010000
132	-0.4100	0.4640	23	111111010110110101111000100010010100011
133	-0.1200	-1.4431	23	1111111101101101101110010000000001100
134	-0.2900	-1.8728	22	11111111011101001111111001001000000000
135	-0.3200	1.5611	22	111111010111000010000101110111011100000
136	-0.5800	0.6338	22	1111011110101000001100111111000001001011
137	-0.4300	2.3668	22	1101111010001100111010100100101011101100
138	-0.5400	2.2785	22	1111101000010011100100111110011011100010
139	-0.3700	-0.2857	22	0111101111111010100111011011000100000100
140	-0.2400	-1.7470	22	111111111111011101001100001000100000010
141	-0.3000	-1.1342	22	1110011011111111111111010010000010000000
142	-0.2900	-1.9375	22	1111111101110110101111111000000010000000
143	-0.3000	-0.2710	22	1111111011001010111000111100010011000010
144	-0.7100	0.1687	21	1111111100001101011100011000001001001011
145	-0.4000	-1.8531	21	110111110111011011111101101000000000000
146	-0.4900	-0.7700	21	1111111011110100110111000001100100001000
147	-0.4400	-1.2351	21	1111111111010011111000010000010000001110
148	-0.3900	-2.3900	21	111111111111011001011010000100000000000
149	-0.7100	1.5738	21	1110011111001001100111101000110001000011
150	-0.6400	1.8872	20	1101111110001001000000110110011011110000
151	-0.7000	2.3161	21	1110011011000011111110100000011010011100
152	-0.5200	2.7020	21	1011110100001110111010000101111110001000
153	-0.7800	0.6546	20	11110111110100101000100111000011001000101
154	-0.5400	-1.9033	20	1101111111110100110111010010000000001000
155	-0.7900	1.9167	20	1110001001011101100111010110000010101010
156	-0.6200	-0.3124	20	1111111101100010011011000100010100001001
157	-0.5200	-1.6091	20	110110111111001110111110010000000000000

ตาราง 7 (ต่อ)

nr.	θ	γ	total score	binary score by item.....
158	-0.5300	-1.3464	20	1111100101110110111111100100000000000000
159	-0.6300	-0.6424	20	1111111101110100001000011001100100000011
160	-0.6900	-0.0219	20	1111111110001000001000111001100100001101
161	-0.6900	-0.3343	20	1011111110101100011010010010000000001111
162	-0.6100	-2.0005	19	1111111011111011001110100100000000000000
163	-0.6100	-1.8068	19	1111101110110110100111011010000000000000
164	-0.7600	0.4524	19	1011111111011010100000000000110101000110
165	-0.5600	-0.5386	20	1111111010001110001001111101000100000001
166	-1.0300	0.9298	19	1011110100100100011100010011100100001110
167	-0.6900	0.1698	19	1111011110000011011000110010000011101000
168	-0.8000	0.8939	19	1011111110001001100110010100000011100100
169	-0.7900	1.0526	19	0111111001101111000110001101010000010000
170	-0.8500	1.9962	19	1101101010100011010000010110011100111000
171	-0.9600	0.5330	19	1111110101000000001100011011110100000110
172	-0.8700	0.7056	18	1101110001101111000000101001010010001100
173	-0.9500	-0.0567	18	1110111000101010011000010010000011001110
174	-0.9400	-0.3344	18	1111111010011001000100101010000010100001
175	-1.0100	0.2552	18	1111110100000011001100110001110100000010
176	-1.1000	0.7020	18	1101100100010010110000110100100110001011
177	-1.1000	1.5479	17	0101110101010010100001010101000101100010
178	-1.3200	1.7622	16	1100000011110100100111010010011000000010
179	-1.1800	-0.4297	16	1101100110011000011101010010000100000100
180	-1.3000	1.5053	16	1001011101000001111000001100000010101100
181	-1.8300	1.1059	15	1100100010000010010000101100000111100110
182	-1.4000	0.5952	15	1011100100010000100000110110001011000010
183	-1.2400	-0.4573	15	11011010100001110110001010000000000001100
184	-1.3900	1.0036	15	1100011010001111101000000000100000001110
185	-1.2000	-0.9527	14	11100101011110011100000100000000000001000
186	-1.5400	-0.1674	14	1101101011000000010010001001000000001101
187	-1.1600	-0.9003	14	1111101111001001000000011000000010000000
188	-1.2300	-0.1289	14	0111110101111100000011000000000000100000

ตาราง 7 (ต่อ)

nr.	θ	ξ	total score	binary score by it.....
189	-1.4800	0.4743	13	1010011011101000000001010011000000000010
190	-1.7100	0.9778	13	1000110110101001001100000010000001001000
191	-1.4600	-0.4242	13	1101001110001100010110010000000010000000
192	-1.4500	-1.6792	13	11011101001001000110000100000000000001100
193	-1.4900	-1.2471	13	1111110000100000000000110000100110001000
194	-1.7500	-0.9056	13	1111011000001010000000000001000000001111
195	-2.0400	-0.0174	13	0110010100100000001100111001000000001100
196	-1.5500	0.1581	12	0011110100100100100010110000000010000000
197	-2.3300	0.8199	12	0100001001010100010110010010000000100001
198	-1.9900	-0.4415	11	1000100001110000111000011000000000001000
199	-1.8500	-2.0245	10	1110100100110000000000110000000000001000
200	-2.9500	0.0181	9	1010010000000010010100000100000000011000
201	-2.0000	-0.5653	9	11111000000100000000000000000110001000000
202	-2.2100	-1.6837	9	1111000000100000000100110000000000000001
203	-7.1400	0.5692	9	0010010100000100100001000010000000010010
204	-2.4200	0.7904	8	0101011000000001100000000000010000000010
205	-7.1400	-0.4852	8	0010000000100000100010110100000010000000
item			3233313131213123271122213912256231248134	
			68843872597517521 1434960 362 0 0 90	

จากตาราง 7 แสดงให้เห็นว่าการวิเคราะห์แบบแผนการตอบข้อสอบจากแบบทดสอบ
ชนิดเลือกตอบของนักเรียนด้วยทฤษฎีการตอบข้อคำถาม โดยการวิเคราะห์เป็นรายบุคคลว่าผู้สอบ
แต่ละคนมีแบบแผนการตอบเป็นอย่างไร โดยมีดัชนีบ่งชี้ของทาทซุโอกะเป็นตัวบ่งชี้ ซึ่งจะเห็นว่าผู้สอบ
ทั้งหมด 205 คน มีคะแนนรวมทั้ง 8 ถึง 39 คะแนน มีความสามารถตั้งแต่ -7.1400 ถึง
3.0000 และมีค่าดัชนีบ่งชี้ของทาทซุโอกะ ตั้งแต่ -3.0286 ถึง 3.7934 จากดัชนีบ่งชี้ของ
ทาทซุโอกะ มีผู้ที่ได้รับการวินิจฉัยว่ามีความบกพร่องในแบบแผนการตอบเรื่องระบบจำนวนเต็มจำนวน
47 คน คิดเป็นร้อยละ 22.93

ตาราง 8 (ต่อ)

นร.	θ	γ	total score	binary score by item.....
64	0.3600	-0.1761	29	111111111110100111111101110100110001011
65	0.1500	-0.1281	29	1111111111101011111111101100000010111110
66	0.2400	-1.1061	29	111111111111111111111100010000010011110
67	0.4000	1.2788	29	11111011110100111111111100110101111000
68	0.2400	-0.7109	29	111111111111111111111001100000001101101
69	0.2700	-1.3085	28	1111111111111101111110101010100010001110
70	0.4500	0.4679	28	111101111101011111110011111110100010100
71	0.5300	-0.7302	28	111111011111110011111011101111001001000
72	0.4300	-0.7653	28	111111111111110110011110101111000100100
73	0.3700	0.2171	28	111111111101000111110111101010011101100
74	0.1200	-0.2359	27	111111101111101011111101000000011111010
75	0.3000	2.6686	27	1111011110011001001101111011111111001100
76	0.3100	-1.0982	27	111111111101011011111111001110010000100
77	0.4100	-1.2052	27	1111111101111011101111111011011000000010
78	0.2500	2.5200	27	1111011110001011001111011101110111101100
79	0.4200	-0.7315	27	1111111101110101111011011011011010100010
80	0.3700	1.6827	27	110111110011101011110011011111000001111
81	0.3100	0.0930	27	1111111111110111110011010010011111010000
82	0.3000	1.6962	27	111111111111011000001011000111111101100
83	0.1700	0.2202	27	1111111111010111101101101010110001101100
84	0.3000	1.4476	27	111110110101101011101111001111110100100
85	0.0300	0.8386	27	1111110111101011111111001101000001001111
86	0.4200	-0.3791	26	11111111011001101111001111011111110000000
87	0.1600	-1.5285	26	1111011111111111111111101010000000000011
88	0.1400	-1.8208	26	11111111111111111001111101100000110000100
89	0.0300	3.2019	26	1110111100010110100110111001110110101111
90	0.3600	-0.4850	26	1111111111100011111110011101110101000000
91	-0.0200	0.2712	26	1111111111101011001101101100110010001101
92	0.1500	-0.4625	26	1111111111111100111101000111000110000011
93	0.0600	-1.5771	25	1111111111111111110011000110001010100000
94	-0.0300	-1.6865	25	1111111111111111111001100010000110001100

ตาราง 8. (ต่อ)

nr.	θ	γ	total score	binary score by item.....
95	-0.0900	0.7839	25	1111011110010011111111101100000110100011
96	0.0800	0.7657	25	1111111101110110110010110100100101110100
97	-0.1900	1.3219	24	1111011001111111010011100101001011100100
98	0.0200	-0.9838	24	11110111101110111111111011000010010000010
99	0.2000	0.4713	24	11111111010000111111100111101111010000000
100	0.1000	1.3982	24	1111111100110100001110111000110101011100
101	0.0500	2.3107	24	1111111100011101000100110011111010110010
102	-0.0600	1.4437	24	1101111101111110000110100010100110110101
103	0.1500	1.7204	24	1111011111010100001100111011110011010100
104	-0.1900	-0.0207	24	1101111101101010111111101000000010001111
105	-0.0300	-0.1769	24	1111111111101001110011010101010011001000
106	-0.0100	-1.7551	24	1111111111111111110011000110000000010010
107	0.1800	-0.0128	24	1101111101111111110011000110111000010000
108	-0.1800	-0.2007	23	11110111101111111001101101000000111000100
109	0.1400	-0.2808	23	1111010101110110111110111111000000000100
110	-0.4000	0.6838	23	1111011111000101011101001010000011001111
111	-0.0400	-1.5666	23	1111111110111101111101001010000100000100
112	-0.3200	0.1846	23	1111111010111110110001010010001010101100
113	-0.0900	0.6793	23	1111101110010101101101111011000010001010
114	-0.1200	-2.2670	23	11111111011111111100111001000000010000100
115	-0.2500	-0.0905	23	1110111111110111110011000010000100001011
116	-0.0600	-0.8973	23	1111111111011101001101101010100010000001
117	-0.1100	-1.7019	23	1111111111110100001111101100000010000110
118	-0.1400	-1.4407	23	1111111111101111110011000100010000000011
119	-0.3000	-1.1123	23	11111111111100111001100000000000000001111
120	-0.1000	-1.0259	23	11111111101101111100110101100000000000011
121	-0.2000	-0.2225	22	11111110001111111100111001100000000011000
122	0.0600	-1.0176	23	111111011110101011111111001100000000000
123	-0.4200	-1.5098	22	11111111111011001000111000000000011001110
124	-0.0400	-0.5140	22	1101111110111111110010010110010000100000
125	-0.4000	0.7611	22	1111110111101010110011000001000100110011
126	-0.3900	0.3723	22	1111111110101010010010110100010001101010

ตาราง 8 (ต่อ)

nr.	θ	γ	total score	binary score by item.....
127	-0.2000	-1.1375	22	111111111100111110010100100000100001010
128	-0.1200	-1.7639	22	1111111101111111110001100110000000001000
129	-0.0200	1.3261	22	1111111000111100011100011001111010100000
130	-0.4000	-0.5124	21	1111111111011000001100101010000000101110
131	-0.220	-0.6901	21	1101111100111111101011001010000000001010
132	-0.4100	-2.0439	21	1111111111101001110011000100000010001100
133	-0.2900	-1.1098	21	1111110111011011110011110100000010000000
134	-0.6800	2.4021	21	1111110101010010000000110101110001101110
135	-0.4400	-0.5473	21	11111101011111110110011000010000010101000
136	-0.3600	-0.5153	20	1111111011100101110011100100000101000000
137	-0.3700	0.7576	20	1111111000111010111000001110000110010000
138	-0.3000	-1.0357	20	1111111101010111011100001100000010000001
139	-0.3900	-0.1669	20	1111111010101110001110110000100010000010
140	-0.6900	-0.5002	20	1111110111101001001011000000000110011100
141	-2.6000	1.7043	20	0110111101000001111100001000111010101100
142	-0.8000	-0.7488	20	1111110011100011110011000100000010101100
143	-0.5000	-1.1714	20	1111111111001010101101001000000001100100
144	-0.2900	-1.4896	20	1111111111111100010010100000100001000100
145	-0.6600	0.1657	20	1111101101100101100010100010000010011110
146	-0.3300	-0.8307	20	1111111101110110001100011000000010100001
147	-0.2800	-0.9495	20	1101111011111110110011000110000010000000
148	-0.8700	0.3140	19	1111111001100010010010000100001011110100
149	-0.8100	-0.3705	19	1111110111001001001101001000000000110110
150	-0.5000	-0.5516	19	1111011110011101001101001000000110000100
151	-0.6400	-0.0660	19	1111101111010110100010000000110010000101
152	-0.5900	0.7660	19	1111001101011111100001000100010010000011
153	-0.5100	-2.0059	19	1111111111100010110011000100000010001000
154	-0.7000	-0.4044	19	11111110100111111000001100000000001000111
155	-0.6100	-0.1274	19	1111111100100100110110100000001010010001
156	-0.6500	-1.2555	19	1111111110010111000100100000000010000111
157	-0.4600	-1.1618	19	1111111110110101110010000000011000000010

TABLE 8 (cont)

WT.	θ	γ	total score	binary score by item
158	-0.6700	-1.0237	19	111111111001001000001100000000010010111
159	-1.5700	1.6696	19	1111000110001000110001101100001010110011
160	-0.9000	-0.6465	18	1111110110001101001101001100000000100100
161	-0.5200	-1.7504	18	1111111111010101001100001000000010000010
162	-1.3000	1.4094	18	1111101100010010000010010010111000001101
163	-2.0500	0.6673	18	1111001101000000001100011001010001101110
164	-0.7800	1.2083	18	111100110101010100111100001010010010001000
165	-1.1700	-0.3597	18	1111110110001001000001000000100001101111
166	-0.4600	-2.7926	18	1111111111101011110011000000000000000000
167	-1.0900	0.0237	18	1111011100000100110100100100000011001110
168	-1.0300	-1.0007	18	1111110110101000010011000000000110100011
169	-0.8300	-0.5195	18	1111110111100000100011100000000110011000
170	-0.7500	0.5539	18	1111101011111010000110000000000110010001
171	-0.9100	-0.4923	17	1111110101100000111110011000000000100000
172	-0.5800	-0.6048	17	1101111011100111110011000000000100000000
173	-1.2100	-0.3267	17	1111111100010000000010010000110001101100
174	-1.0100	-1.2199	17	1111111100001001001100001000000010000111
175	-1.4000	-0.7306	17	1111110110000000001101011000000110001010
176	-0.9200	-0.6028	17	1111011100001001111101001000000000001100
177	-0.9200	-0.8316	17	11111110011001100011000000000000000101110
178	-1.0500	-0.3681	17	1111111111000000000010010001011000100100
179	-2.3600	-0.1983	17	1110111100010100001100010010000011100100
180	-0.8800	1.9501	17	1101011010011100010001000110000110000011
181	-2.5800	-0.5446	16	11110001000000000000010010001111011101100
182	-1.7700	-0.6938	16	1111100100100000110011100001000010100001
183	-1.1400	-0.6273	16	1111110100110000010110101010000000100000
184	-1.8300	2.1733	17	1101101100010100000011011101001001010000
185	-1.0300	-0.8848	15	1111101111010100000000100000000010001010
186	-2.9600	-1.3658	15	1110000110000101010111001010000010000010
187	-1.4500	-0.4849	15	1101111100001000001100001000000011001100
188	-1.0300	-0.9742	15	1111111100010100001100001000000010010000

ตาราง 8 (ต่อ)

nr.	θ	γ	total score	binary score by item.....
189	-1.1700	-1.1444	15	1111110010101001001111000000000000000010
190	-1.3700	-1.6939	15	1111110110000001001101001000000010000010
191	-0.9900	-1.4064	15	1111110111100010000011100000000000000001
192	-4.0800	-0.7292	14	1011011100011100000011001010000000100000
193	-1.5300	-0.3262	14	1111110101000000000001000000111000100010
194	-1.7200	-0.8263	14	1111101100010100000010000000000001101001
195	-1.2500	0.1186	14	1111011001100000110000010000000001100100
196	-1.2100	-1.6571	14	1111110111000010100010000010000010000000
197	-1.0700	-1.7530	13	1111111000110101000011000000000000000000
198	-1.1900	-0.7301	13	110111111000000000001000000000001001010
199	-1.9800	-0.8328	13	1111000110001001000011000000000100000110
200	-1.5000	-0.8256	12	1111010000101011100010000000000010000000
201	-7.3100	-0.7021	11	0001100100000000001110001100000001101000
202	-1.6800	-1.4455	11	1111110000100000010000000000000000100110
203	-1.8000	-1.5405	10	1111110000000000100011000000000000000001
204	-5.3100	-0.1239	7	1000000000100000110010000000010000100000
205	-7.3100	1.0994	5	000100000000000000010000001001000100000
206	-7.3100	1.2632	5	0001100000000000010001000000100000000000
207	-7.3100	1.7434	4	000100000000000000000000000000011000100000

item 3233113321231312122221392133612528147134
68342878164155453326790 072 0 9 190

จากตาราง 8 แสดงให้เห็นว่าการวิเคราะห์แบบแผนการตอบข้อสอบจากแบบทดสอบชนิด
เติมคำของนักเรียนช่วยทฤษฎีการตอบข้อคำถาม โดยการวิเคราะห์เป็นรายบุคคลว่าผู้สอบแต่ละคน
มีแบบแผนการตอบเป็นอย่างไร โดยมีดัชนีบ่งชี้ของหาทศุโอะเกะเป็นตัวบ่งชี้ ซึ่งจะเห็นว่าผู้สอบทั้งหมด
207 คน มีคะแนนรวมทั้ง 4 ถึง 39 คะแนน มีค่าความสามารถตั้งแต่ -7.3100 ถึง 3.8400
และมีค่าดัชนีบ่งชี้ของหาทศุโอะเกะตั้งแต่ -2.2670 ถึง 3.2019 จากดัชนีบ่งชี้ของหาทศุโอะเกะนี้ผู้ที่
ได้รับการวินิจฉัยว่ามีความบกพร่องในแบบแผนการตอบเรื่องระบบจำนวนเต็มจำนวน 27 คน

4. การศึกษาข้อบกพร่องในการตอบแบบทดสอบวินิจฉัยวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องระบบจำนวนเต็ม

ได้นำแบบทดสอบทั้ง 2 ฉบับ มาวิเคราะห์หาสาเหตุของความบกพร่อง ดังตาราง 9 และ 10

ตาราง 9 เปอร์เซนต์การตอบของนักเรียนและการวิเคราะห์ข้อบกพร่องที่นักเรียนตอบผิดในการ
ตอบแบบทดสอบวินิจฉัย วิชาคณิตศาสตร์ เรื่องระบบจำนวนเต็ม จากแบบทดสอบชนิดเลือกตอบ
จำนวนนักเรียน 205 คน

รูปประสงคที่	ข้อที่	จำนวนตอบถูก (ร้อยละ)	จำนวนตอบผิด (ร้อยละ)	สาเหตุ
1 หาผลบวกของ จำนวนเต็มลบได้	7	123(60.00)	14(6.83)	นำ 2 จำนวนแรกมาบวกกันแล้ว ลบด้วยจำนวนท้ายผลลัพธ์เป็น จำนวนเต็มบวก
			7(3.41)	นำ 2 จำนวนแรกมาบวกกันแล้ว ลบด้วยจำนวนท้ายผลลัพธ์เป็น จำนวนเต็มลบ
			20(9.76)	นำ 2 จำนวนหลังมาบวกกันแล้ว ลบด้วยจำนวนแรก
			41(20.00)	ใช้เครื่องหมายผิดโดยเข้าใจว่า จำนวนเต็มลบบวกกันผลลัพธ์เป็น จำนวนเต็มบวก
	8	89(43.41)	13(6.43)	นำค่าสัมบูรณ์มาลบกันผลลัพธ์เป็น จำนวนเต็มบวก
			11(5.73)	นำค่าสัมบูรณ์มาลบกันผลลัพธ์เป็น จำนวนเต็มลบ
			3(1.46)	นำเพียงหลักหน่วยของจำนวนหลัง มาบวกกับจำนวนแรกเท่านั้น
			89(43.41)	ใช้เครื่องหมายผิดโดยเข้าใจว่า จำนวนเต็มลบบวกกันผลลัพธ์เป็น จำนวนเต็มบวก
	11	120(58.54)	24(11.71)	นำ 2 จำนวนแรกมาบวกกันแล้ว

ตาราง 9 (ต่อ)

จุดประสงค์	ข้อที่	จำนวนผู้ตอบ ถูก (ร้อยละ)	จำนวนผู้ตอบ ผิด (ร้อยละ)	สาเหตุ
2 หาคะบวคของ จำนวนเต็มบวกกับ จำนวนเต็มลบได้	2	78(38.05)	8(3.90)	นำไปลบออกจากจำนวนท้าย นำ 2 จำนวนหลังบวกกันแล้วลบด้วยจำนวน แรก
			14(6.83)	บวกค่าตอบในหลักหน่วยผิด
			39(19.02)	ใช้เครื่องหมายผิดโดยเข้าใจว่าจำนวนเต็ม ลบบวกกันผลลัพธ์เป็นจำนวนเต็มบวก
			19(9.27)	ใช้เครื่องหมายผิดโดยไม่ใช้เครื่องหมาย ของจำนวนที่มีค่าสัมบูรณ์มากกว่า
			28(13.66)	นำ 2 จำนวนหลังบวกกันแล้วลบด้วย จำนวนแรก
			50(24.39)	นำทั้ง 3 จำนวนบวกกันผลลัพธ์เป็น จำนวนเต็มลบ
	3	105(51.22)	30(14.63)	นำทั้ง 3 จำนวนบวกกันผลลัพธ์เป็น จำนวนเต็มบวก
			11(5.31)	ใช้เครื่องหมายผิดโดยไม่ใช้เครื่องหมาย ของจำนวนที่มีค่าสัมบูรณ์มากกว่า
			20(9.76)	นำ 2 จำนวนหลังบวกกันแล้วลบด้วย จำนวนแรก
			56(27.32)	นำทั้ง 3 จำนวนบวกกันผลลัพธ์เป็น จำนวนเต็มลบ
			13(6.34)	นำทั้ง 3 จำนวนบวกกันผลลัพธ์เป็น จำนวนเต็มบวก

ตาราง 9 (ต่อ)

จุดประสงค์	ข้อที่	จำนวนผู้ตอบ ถูก (ร้อยละ)	จำนวนผู้ตอบ ผิด (ร้อยละ)	สาเหตุ
	6	87(42.44)	29(14.15)	ใช้เครื่องหมายผิดโดยไม่ใช้เครื่องหมายของ จำนวนที่มีค่าสัมบูรณ์มากกว่า
			8(3.90)	นำตัวเลขที่อยู่ในหลักเดียวกันที่มีค่ามากเป็น ตัวตั้งมีค่าน้อยเป็นตัวลบ
			32(15.61)	นำค่าสัมบูรณ์มาบวกกันผลลัพธ์เป็นจำนวน เต็มบวก
			49(23.90)	นำค่าสัมบูรณ์มาบวกกันผลลัพธ์เป็นจำนวน เต็มลบ
	9	117(57.07)	2(0.98)	ใช้เครื่องหมายผิดโดยไม่ใช้เครื่องหมาย ของจำนวนที่มีค่าสัมบูรณ์มากกว่า
			3(1.46)	มีความสับสนเพราะในการบวก
			67(32.68)	นำค่าสัมบูรณ์มาบวกกันผลลัพธ์เป็นจำนวน เต็มลบ
			16(7.80)	นำค่าสัมบูรณ์มาบวกกันผลลัพธ์เป็นจำนวน เต็มบวก
	10	93(45.37)	32(15.61)	นำทั้ง 3 จำนวนมาบวกกันผลลัพธ์เป็น จำนวนเต็มบวก
			57(27.80)	นำทั้ง 3 จำนวนมาบวกกันผลลัพธ์เป็น จำนวนเต็มลบ
			13(6.34)	ใช้เครื่องหมายผิดโดยไม่ใช้เครื่องหมาย ของจำนวนที่มีค่าสัมบูรณ์มากกว่า
			10(4.88)	นำ 2 จำนวนหลังบวกกันแล้วลบออกจาก จำนวนแรก

ตาราง 9 (ต่อ)

จุดประสงค์	ข้อที่	จำนวนผู้ตอบ ถูก(ร้อยละ)	จำนวนผู้ตอบ ผิด(ร้อยละ)	สาเหตุ
3 หาผลลบโดย ใช้หลักการลบ จำนวนเต็มได้	1	80(39.02)	4(1.95)	มีความสับสนเท่าในการลบจำนวนเต็ม
			42(20.49)	ใช้เครื่องหมายผิดโดยเข้าใจว่าจำนวนเต็มลบ ลบด้วยจำนวนเต็มลบผลลัพธ์เป็นจำนวนเต็มบวก
			44(21.46)	ไม่เข้าใจหลักของการลบจำนวนเต็มโดยนำ ค่าสัมบูรณ์มาบวกกันผลลัพธ์เป็นจำนวนเต็มลบ
	4	58(28.29)	35(17.07)	ไม่เข้าใจหลักของการลบจำนวนเต็มโดยนำ ค่าสัมบูรณ์มาบวกกันผลลัพธ์เป็นจำนวนเต็มบวก
			8(3.90)	นำค่าสัมบูรณ์มาลบกันและหาผลลัพธ์ในหลักสิบผิด
			19(9.27)	ไม่เข้าใจหลักของการลบจำนวนเต็มโดยนำ ค่าสัมบูรณ์มาลบกับผลลัพธ์เป็นจำนวนเต็มบวก
			95(46.34)	ไม่เข้าใจหลักของการลบจำนวนเต็มโดยนำ ค่าสัมบูรณ์มาลบกันผลลัพธ์เป็นจำนวนเต็มลบ
			25(12.20)	ใช้เครื่องหมายผิดโดยเข้าใจว่าจำนวนที่มี เครื่องหมายต่างกันลบกันผลลัพธ์เป็นจำนวน เต็มลบ
			74(36.10)	ใช้เครื่องหมายผิดโดยเข้าใจว่าจำนวน เต็มบวก 2 จำนวนลบกันผลลัพธ์เป็นจำนวน เต็มบวก
	5	99(48.29)	9(4.39)	ลบเลขในหลักหน่วยผิดผลลัพธ์เป็นจำนวน เต็มบวก
			9(4.39)	ลบเลขในหลักหน่วยผิดผลลัพธ์เป็นจำนวน เต็มลบ

ตาราง 9 (ต่อ)

จุดประสงค์ที่	ข้อที่	จำนวนผู้ตอบ ถูก (ร้อยละ)	จำนวนผู้ตอบ ผิด (ร้อยละ)	สาเหตุ
4 หาผลคูณของ จำนวนเต็มบวก กับจำนวนเต็มลบ ได้	14	147(71.71)	14(6.63)	นำค่าสัมบูรณ์มาบวกกัน
			32(15.61)	ใช้เครื่องหมายผิดโดยเข้าใจว่าจำนวน เต็มบวกกับจำนวนเต็มลบผลลัพธ์เป็น จำนวนเต็มบวก
			11(5.37)	สลับหลักค่าตอบในหลักหน่วยกับหลักสิบ
			6(2.93)	บวกผลคูณในหลักสิบผิด
	17	140(68.29)	9(4.39)	บวกผลคูณในหลักร้อยผิด
			18(8.78)	ลืมบวกทดในหลักร้อย
			6(2.93)	หาผลคูณในหลักหน่วยผิด
			40(19.51)	ใช้เครื่องหมายผิดโดยเข้าใจว่าจำนวน เต็มบวกคูณกับจำนวนเต็มลบผลลัพธ์เป็น จำนวนเต็มบวก
	25	136(66.34)	1(0.49)	หาผลคูณในหลักสิบผิด
			9(4.39)	คูณตัวตั้ง ไม่ครบทุกหลัก
			9(4.39)	คูณตัวตั้ง ไม่ครบทุกหลักผลลัพธ์เป็นจำนวน เต็มลบ
			11(5.37)	สลับหลักค่าตอบในหลักสิบกับหลักร้อย
			40(19.51)	ใช้เครื่องหมายผิดโดยเข้าใจว่าจำนวน เต็มบวกคูณกับจำนวนเต็มลบผลลัพธ์เป็น จำนวนเต็มบวก

ตาราง 9 (ต่อ)

จุดประสงค์ที่	ข้อที่	จำนวนผู้ตอบ ถูก (ร้อยละ)	จำนวนผู้ตอบ ผิด (ร้อยละ)	สาเหตุ
5 “ หมายสิทธิ์ของ การคูณจำนวน เต็มลบ 2 จำนวน ที่กำหนดให้ไว้ ”	15	143(69.76)	9(4.39)	ลืมบวกทศของผลคูณในหลักร้อย
			12(5.85)	บวกผลคูณในหลักสิบบิด
			6(2.93)	คูณทั้งทั้งจากหน้าไปหลัง
			35(17.07)	ใช้เครื่องหมายผิดโดยเข้าใจว่าจำนวน เต็มลบคูณกันผลลัพธ์เป็นจำนวนเต็มลบ
	19	145(70.73)	5(2.44)	นำค่าสัมบูรณ์มาหารกัน
			40(19.51)	ใช้เครื่องหมายผิดโดยเข้าใจว่าจำนวน เต็มลบคูณกันผลลัพธ์เป็นจำนวนเต็มลบ
			10(4.88)	บวกทศของผลคูณในหลักสิบบิด
			5(2.44)	บวกทศของผลคูณในหลักสิบบิดผลลัพธ์เป็น จำนวนเต็มลบ
	21	144(70.24)	15(7.32)	เข้าใจว่าจำนวนเต็มลบ 2 จำนวนที่มีค่า สัมบูรณ์เท่ากันคูณกันผลลัพธ์เป็น 0
			7(3.41)	ลืมบวกทศของผลคูณในหลักสิบ
			32(15.61)	ใช้เครื่องหมายผิดโดยเข้าใจว่าจำนวน เต็มลบคูณกันผลลัพธ์เป็นจำนวนเต็มลบ
			7(3.41)	นำหลักหน่วยของตัวคูณไปคูณแทนหลักสิบ
6 หาผลหารโดย ใช้นิยามการหารได้	13	124(60.49)	4(1.95)	เข้าใจว่าจำนวนเต็มบวกหารด้วยจำนวน เต็มลบผลลัพธ์เป็น 0
			12(5.85)	มีความสับสนเกี่ยวกับการคำนวณ
			45(21.95)	ใช้เครื่องหมายผิดโดยเข้าใจว่าจำนวน

ตาราง 9 (ต่อ)

จุดประสงค์	ข้อที่	จำนวนผู้ตอบ ถูก(ร้อยละ)	จำนวนผู้ตอบ ผิด(ร้อยละ)	สาเหตุ
	16	156(76.10)	20(9.76) 23(11.22)	เพิ่มอาหารทักยจำนวนเต็มลบผลลัพธ์ เป็นจำนวนเต็มบวก นำค่าสัมบูรณ์มาคูณกัน ใช้เครื่องหมายผิดโดยเข้าใจว่าจำนวน เต็มลบหารทักยจำนวนเต็มบวกผลลัพธ์ เป็นจำนวนเต็มบวก
	23	130(64.31)	5(2.44) 1(0.49) 20(9.76) 52(25.37)	มีความสับสนว่าในการคำนวณ นำตัวหาร ไปคูณหลักสิบของตัวตั้ง นำค่าสัมบูรณ์มาคูณกัน ใช้เครื่องหมายผิดโดยเข้าใจว่าจำนวน เต็มลบหารทักยจำนวนเต็มบวกผลลัพธ์ เป็นจำนวนเต็มบวก
	24	123(60.00)	1(0.49) 10(4.88) 12(5.85) 24(11.71) 14(6.83)	นำค่าสัมบูรณ์มาคูณกันและบวกทดในผล คูณผิด นำค่าสัมบูรณ์มาคูณกันผลลัพธ์เป็นจำนวน เต็มบวก นำค่าสัมบูรณ์มาคูณกันผลลัพธ์เป็นจำนวน เต็มลบ เข้าใจว่าจำนวนที่มีค่าสัมบูรณ์เท่ากันหาร กันผลลัพธ์เป็น 0 เข้าใจว่าจำนวนที่มีค่าสัมบูรณ์เท่ากัน หารกันผลลัพธ์เป็น 0 และไม่เข้าใจค่า ของ 0

ตาราง 9 (ต่อ)

จุดประสงค์	ข้อที่	จำนวนผู้ตอบ ถูก (ร้อยละ)	จำนวนผู้ตอบ ผิด (ร้อยละ)	สาเหตุ
7 หาคะแนนและ ผลคูณของจำนวน เต็มใดๆกับ 0 ได้	20	95(46.34)	37(18.05)	ใช้เครื่องหมายผิดโดยเข้าใจว่าจำนวน เต็มลบหารด้วยจำนวนเต็มบวกผลลัพธ์เป็น จำนวนเต็มบวก
			7(3.4๑)	นำตัวตั้งมาเป็นค่าตอบ
			61(29.76)	ไม่เข้าใจค่าของ 0
			3(1.46)	เข้าใจว่า 0 คูณกับจำนวนเต็มใดๆเท่ากับ -1
			40(19.51)	เข้าใจว่า 0 คูณกับจำนวนเต็มใดๆผลลัพธ์ คือจำนวนนั้น
	22	96(46.83)	6(2.93)	เข้าใจว่า 0 คูณกับจำนวนเต็มใดๆผลลัพธ์ คือจำนวนนั้น แต่มีเครื่องหมายตรงข้าม
			60(29.27)	ไม่เข้าใจค่าของ 0
			4(1.95)	เข้าใจว่า 0 คูณกับจำนวนเต็มใดๆเท่ากับ -1
			40(19.51)	เข้าใจว่า 0 คูณกับจำนวนเต็มใดๆผลลัพธ์ คือจำนวนนั้น
			5(2.44)	เข้าใจว่า 0 คูณกับจำนวนเต็มใดๆผลลัพธ์ คือจำนวนนั้น แต่มีเครื่องหมายตรงข้าม
	26	102(49.76)	58(28.29)	ไม่เข้าใจค่าของ 0
			4(1.95)	เข้าใจว่า 0 คูณกับจำนวนเต็มใดๆเท่ากับ -1
			6(2.93)	เข้าใจว่า 0 คูณกับจำนวนเต็มใดๆผลลัพธ์ คือจำนวนนั้น
			35(17.07)	เข้าใจว่า 0 คูณกับจำนวนเต็มใดๆผลลัพธ์ คือจำนวนนั้น แต่มีเครื่องหมายตรงข้าม

ตาราง 9 (ต่อ)

จุดประสงค์ที่	ข้อที่	จำนวนผู้ตอบ ถูก (ร้อยละ)	จำนวนผู้ตอบ ผิด (ร้อยละ)	สาเหตุ
8 หาผลคูณและ ผลหารของจำนวน ใดๆกับ 1 ได้	12	151(73.66)	5(2.44)	เข้าใจว่าจำนวนเต็มใดๆหารด้วย 1 ผลลัพธ์ คือ 0
			8(3.90)	เข้าใจว่าจำนวนเต็มใดๆหารด้วย 1 ผลลัพธ์คือ 1
			12(5.85)	เข้าใจว่าจำนวนเต็มใดๆหารด้วย 1 ผลลัพธ์คือ -1
			29(14.15)	เข้าใจว่าจำนวนเต็มใดๆหารด้วย 1 ผลลัพธ์คือจำนวนนั้น แต่มีเครื่องหมายตรงข้าม
	18	169(82.44)	4(1.95)	เข้าใจว่าจำนวนเต็มใดๆหารด้วย 1 ผลลัพธ์คือ 0
			19(9.27)	เข้าใจว่าจำนวนเต็มใดๆหารด้วย 1 ผลลัพธ์คือ 1
			3(1.45)	เข้าใจว่าจำนวนเต็มใดๆหารด้วย 1 ผลลัพธ์คือ -1
			10(4.88)	เข้าใจว่าจำนวนเต็มใดๆหารด้วย 1 ผลลัพธ์ คือจำนวนนั้น แต่มีเครื่องหมายตรงข้าม
	27	153(74.63)	15(7.32)	เข้าใจว่าจำนวนเต็มใดๆคูณด้วย 1 ผลลัพธ์ คือ 0
			5(2.44)	ไม่เข้าใจค่าของ 0
			28(13.66)	เข้าใจว่าจำนวนเต็มใดๆคูณด้วย 1 ผลลัพธ์คือ 1
			4(1.95)	มีความสับสนในการคำนวณ

ตาราง 9 (ต่อ)

จุดประสงค์ที่	ข้อที่	จำนวนผู้ตอบ ถูก(ร้อยละ)	จำนวนผู้ตอบ ผิด(ร้อยละ)	สาเหตุ
9 ใช้คุณสมบัติ การสลับที่สำหรับการ บวกและการ คูณได้ถูกต้อง	31	143(69.76)	5(2.44) 46(22.44)	นำตัวเลขอีกข้างหนึ่งของตัวแปรมาบวกกัน เข้าใจว่าเมื่อสลับข้างของเครื่องหมายเท่ากับ แล้วจำนวนเต็มนั้นจะมีเครื่องหมายตรงข้าม
			4(1.95)	นำตัวเลขข้างเดียวกับตัวแปรมาเป็นค่าตอบ
			7(3.41)	นำตัวเลขข้างเดียวกับตัวแปรมาเป็นค่าตอบ แต่จะมีเครื่องหมายตรงข้าม
	32	136(66.34)	54(26.34)	เข้าใจว่าเมื่อสลับข้างของเครื่องหมายเท่ากับ แล้วจำนวนเต็มนั้นจะมีเครื่องหมายตรงข้าม
			2(0.98)	นำตัวเลขข้างเดียวกับตัวแปรมาเป็นค่าตอบ
			8(3.90)	นำตัวเลขข้างเดียวกับตัวแปรมาตอบโดยให้ มีเครื่องหมายตรงข้าม
			5(2.44)	นำตัวเลขอีกข้างหนึ่งมาบวกกัน
	35	157(76.59)	37(18.05)	เข้าใจว่าเมื่อสลับข้างของเครื่องหมายเท่ากับ แล้วจำนวนนั้นจะมีเครื่องหมายตรงข้าม
			1(0.49)	นำตัวเลขข้างเดียวกับตัวแปรมาเป็นค่าตอบ
			3(1.46)	นำตัวเลขอีกข้างหนึ่งมาบวกกัน
			7(3.41)	นำตัวเลขข้างเดียวกับตัวแปรมาตอบโดยให้ มีเครื่องหมายตรงข้าม
	37	166(80.98)	31(15.12)	เข้าใจว่าเมื่อสลับข้างของเครื่องหมายเท่ากับ แล้วจำนวนนั้นจะมีเครื่องหมายตรงข้าม
			2(0.98)	นำตัวเลขข้างเดียวกับตัวแปรมาเป็นค่าตอบ
			3(1.46)	นำตัวเลขข้างเดียวกับตัวแปรมาตอบโดยให้

ตาราง 9 (ต่อ)

จุดประสงค์	ข้อที่	จำนวนผู้ตอบ ถูก (ร้อยละ)	จำนวนผู้ตอบ ผิด (ร้อยละ)	สาเหตุ
10 ใช้คุณสมบัติ การเปลี่ยนกลุ่ม สำหรับการบวก และการคูณได้ ถูกต้อง	28	188(91.71)	3(1.46)	มีเครื่องหมายตรงข้าม
			3(1.46)	นำตัวเลขที่เท่ากันมาบวกกัน
			5(2.44)	นำจำนวนกลางมาเป็นค่าตอบ เข้าใจว่าค่าตอบที่ถูกต้อง มีเครื่องหมาย ตรงข้ามเมื่ออยู่คนละข้างของเครื่องหมาย เท่ากับ
	34	183(89.27)	6(2.93)	นำจำนวนแรกมาเป็นค่าตอบ
			3(1.46)	นำจำนวนแรกที่มีเครื่องหมายตรงข้ามมาตอบ
			6(2.93)	เข้าใจว่าค่าตอบที่ถูกต้อง มีเครื่องหมาย ตรงข้ามเมื่ออยู่คนละข้างของเครื่องหมาย เท่ากับ
	36	192(93.66)	8(3.90)	นำจำนวนท้ายลบด้วยจำนวนแรก
			5(2.44)	นำจำนวนกลางมาเป็นค่าตอบ
			3(1.46)	นำจำนวนท้ายมาเป็นค่าตอบ
			2(0.98)	นำจำนวนแรกมาเป็นค่าตอบ
			6(2.93)	เข้าใจว่าค่าตอบที่ถูกต้อง มีเครื่องหมาย ตรงข้ามเมื่ออยู่คนละข้างของเครื่องหมาย เท่ากับ
			4(1.95)	นำจำนวนท้ายลบด้วยจำนวนแรก
			1(0.49)	นำจำนวนท้ายมาเป็นค่าตอบ

ตาราง 9 (ต่อ)

จุดประสงค์ที่	ข้อที่	จำนวนผู้ตอบ ถูก (ร้อยละ)	จำนวนผู้ตอบ ผิด (ร้อยละ)	สาเหตุ
11 ใช้คุณสมบัติของ การแจกแจง จำนวนเต็มบวก ได้ถูกต้อง	29	122(59.51)	26(12.68)	นำจำนวนท้ายสมการจำนวนแรก
			7(3.41)	ใช้เครื่องหมายตรงข้ามกับจำนวนที่ถูกต้อง
			20(9.76)	นำตัวเลขในวงเล็บเดียวกับตัวแปรมาตอบ
			30(14.63)	นำจำนวนหนึ่งจำนวนใดมาตอบ
	30	111(54.15)	68(33.17)	นำตัวเลขข้างเดียวกับตัวแปรมาตอบ
			7(3.41)	นำตัวเลขในวงเล็บเดียวกับตัวแปรคูณด้วย 2 มาเป็นคำตอบ
			13(6.34)	นำตัวเลขข้างเดียวกับตัวแปรมาบวกกัน
			6(2.93)	นำตัวเลขที่เหมือนกันของแต่ละข้างของ เครื่องหมายเท่ากับมาบวกกัน
	33	172(83.90)	12(5.85)	ใช้เครื่องหมายตรงข้ามกับจำนวนที่ถูกต้อง
			8(3.90)	นำตัวเลขในวงเล็บหนึ่งมาบวกกัน
			7(3.41)	นำตัวเลขในวงเล็บเดียวกับตัวแปรมาตอบ
			6(2.93)	นำตัวเลขข้างเดียวกับตัวแปรแยกอยู่นอก วงเล็บมาตอบ
12 บอกค่าสัมบูรณ์ ของจำนวนเต็ม ใดๆที่กำหนดให้ได้	38	168(81.95)	7(3.41)	เข้าใจว่าค่าสัมบูรณ์ของจำนวนเต็มใดๆคือ 0
			7(3.41)	เข้าใจว่าค่าสัมบูรณ์ของจำนวนเต็มใดๆคือ 1
			7(3.41)	เข้าใจว่าค่าสัมบูรณ์ของจำนวนเต็มใดๆคือ -1
			16(7.80)	เข้าใจว่าค่าสัมบูรณ์ของจำนวนเต็มลบใดๆคือ จำนวนนั้น โดยที่ใช้เครื่องหมายลบ

ตาราง 9 (ต่อ)

จุดประสงค์ที่	ข้อที่	จำนวนข้อสอบ ถูก (ร้อยละ)	จำนวนข้อสอบ ผิด (ร้อยละ)	สาเหตุ
	39	80(39.02)	9(4.93) 15(7.32) 28(13.66) 73(35.61)	นำคำสัณฐานมาลบกัน นำคำสัณฐานมาลบกันและไม่เข้าใจความ หมายของคำสัณฐาน นำคำสัณฐานมาบวกกัน ไม่เข้าใจความหมายของคำสัณฐานโดยยัง นำมาคูณกันและใช้เครื่องหมายปกติ
	40	47(22.93)	27(13.17) 31(15.12) 75(36.59) 25(12.20)	นำคำสัณฐานมาลบกัน นำคำสัณฐานมาลบกันและไม่เข้าใจความ หมายของคำสัณฐาน ไม่เข้าใจความหมายของคำสัณฐานโดยยัง นำมาบวกกันและใช้เครื่องหมายปกติ นำทั้ง 2 จำนวนมาคูณกัน

จากตาราง 9 ในการทบทวนข้อสอบแบบเลือกตอบพบว่าในแต่ละจุดประสงค์มีข้อบกพร่องต่างๆ
สรุปได้ดังนี้

จุดประสงค์ที่ 1 หาผลบวกของจำนวนเต็มลบได้

1. ใช้เครื่องหมายผิดโดยเข้าใจว่าจำนวนเต็มลบบวกกันได้ผลลัพธ์เป็นจำนวนเต็มบวก
2. นำคำสัณฐานมาลบกัน
3. ในกรณีที่มี 3 จำนวน จะนำ 2 จำนวนแรกบวกกันแล้วลบด้วยจำนวนหลังหรือ
2 จำนวนหลังบวกกันแล้วลบด้วยจำนวนแรก
4. นำเพียงหลักหน่วยของจำนวนหนึ่งไปบวกกับอีกจำนวนหนึ่ง
5. มีความสับสนในการบวก เช่น บวกผลลัพธ์ผิดไป 1

จุดประสงค์ที่ 2 หาดผลบวกของจำนวนเต็มลบกับจำนวนเต็มบวกได้

1. ใช้เครื่องหมายบวกโดยไม่ใช้เครื่องหมายของจำนวนที่มีค่าสัมบูรณ์มากกว่า
2. นำค่าสัมบูรณ์มาบวกกัน
3. ในกรณีที่ 3 จำนวน จะนำ 2 จำนวนใดๆบวกกันแล้วลบด้วยจำนวนหนึ่ง
4. นำตัวเลขที่อยู่ในหลักเดียวกันแต่มีค่ามากกว่าเป็นบวกทั้งและมีค่าน้อยเป็นลบ
5. มีความสะอาดในการคำนวณ

จุดประสงค์ที่ 3 หาดผลลบโดยใช้หลักการลบจำนวนเต็มได้

1. ใช้เครื่องหมายบวกโดยไม่ใช้เครื่องหมายของจำนวนที่มีเครื่องหมายต่างกันลบกันผลลัพธ์จะเป็นจำนวนเต็มบวกหรือจำนวนเต็มลบโดยไม่ใช้หลักการลบจำนวนเต็ม
2. ไม่เข้าใจหลักการลบจำนวนเต็มโดยยังนำมามากหรือลบกันตามเครื่องหมายที่เห็น
3. มีความสะอาดในการคำนวณ เช่น บวก ลบ ในบางหลักนิกหรือหาค่าบวก
4. นำเลขมาบวกหรือลบกันโดยไม่ดูเครื่องหมาย

จุดประสงค์ที่ 4 หาดผลคูณของจำนวนเต็มบวกกับจำนวนเต็มลบได้

1. ใช้เครื่องหมายบวกโดยไม่ใช้เครื่องหมายของจำนวนเต็มบวกคูณกับจำนวนเต็มลบผลลัพธ์เป็นจำนวนเต็มบวก
2. สลับหลักคำขอบ เช่น สลับหลักหน่วยกับหลักสิบ หลักหน่วยกับหลักร้อย หรือหลักร้อยกับหลักสิบ
3. บวกผลคูณในบางหลักนิก
4. มีความสะอาดเกี่ยวกับการทด เช่น สิมบวกทด บวกทดนิก
5. คูณตัวตั้งไม่ครบทุกหลัก
6. มีความสะอาดในการคูณ

จุดประสงค์ที่ 5 หาดผลลัพธ์ของการคูณจำนวนเต็มลบ 2 จำนวนที่กำหนดให้ได้

1. ใช้เครื่องหมายบวกโดยไม่ใช้เครื่องหมายของจำนวนเต็มลบคูณกับจำนวนเต็มลบผลลัพธ์เป็นจำนวนเต็มลบ
2. บวกผลคูณในบางหลักนิก
3. คูณตัวตั้งจากหน้าไปหลัง

4. นำมาหารกันแทนการคูณ

5. มีความสับสนเกี่ยวกับการหาค เช่น บวกหักลบ บวกหักเกิน คูณบวกหัก

6. เข้าใจว่าจำนวนเต็มลบ 2 จำนวนที่มีค่าสัมบูรณ์เท่ากันคูณกันผลลัพธ์ คือ 0

จุดประสงค์ที่ 6 หาผลลัพธ์โดยใช้นิยามการหารได้

1. ใช้เครื่องหมายใดโดยเข้าใจว่าจำนวนเต็มที่มีเครื่องหมายต่างกันหารกันผลลัพธ์เป็นจำนวนเต็มบวก

2. นำมาคูณกันแทนการหาร

3. เข้าใจว่าจำนวนเต็มที่มีเครื่องหมายต่างกันที่มีค่าสัมบูรณ์เท่ากันหารกันผลลัพธ์เป็น 0

4. นำตัวตั้งหรือตัวหารมาเป็นคำตอบ

จุดประสงค์ที่ 7 หาผลบวกและผลคูณของจำนวนใดๆกับ 0 ได้

1. ไม่เข้าใจค่าของ 0 โดยคิดว่ามี -0 ด้วย

2. เข้าใจว่า 0 คูณกับจำนวนเต็มใดๆ ผลลัพธ์ คือ 1 หรือ -1

3. เข้าใจว่า 0 คูณกับจำนวนเต็มใดๆ ผลลัพธ์ คือจำนวนนั้น

4. เข้าใจว่า 0 คูณกับจำนวนเต็มใดๆ ผลลัพธ์ คือจำนวนนั้น และมีเครื่องหมายตรงข้าม

จุดประสงค์ที่ 8 หาผลคูณและผลหารของจำนวนใดๆกับ 1 ได้

1. เข้าใจว่าจำนวนใดๆหารด้วย 1 ผลลัพธ์คือจำนวนนั้นและมีเครื่องหมายตรงข้าม

2. เข้าใจว่าจำนวนเต็มใดๆหารด้วย 1 ผลลัพธ์คือ 1 หรือ -1

3. เข้าใจว่าจำนวนเต็มใดๆหารด้วย 1 ผลลัพธ์คือ 0

4. เข้าใจว่าจำนวนเต็มใดๆคูณด้วย 1 ผลลัพธ์คือ 0

5. เข้าใจว่าจำนวนเต็มใดๆคูณด้วย 1 ผลลัพธ์คือ 1

จุดประสงค์ที่ 9 ใช้คุณสมบัติการสลับที่สำหรับการบวกและการคูณได้ถูกต้อง

1. เข้าใจว่าเมื่อสลับข้างของเครื่องหมายเท่ากับแล้วจำนวนนั้นจะมีเครื่องหมายตรงข้าม

2. นำตัวเลขข้างเดียวกับตัวแปรมาเป็นคำตอบ

3. นำตัวเลขข้างเดียวกับตัวแปรแต่ให้มีเครื่องหมายตรงข้ามมาเป็นคำตอบ

4. นำตัวเลขอีกข้างหนึ่งของตัวแปรมาบวกกัน

จุดประสงค์ที่ 10 ใช้คุณสมบัติการเปลี่ยนกลุ่มสำหรับการบวกและการคูณที่ถูกต้อง

1. เข้าใจว่าจำนวนที่ถูกต้อง จะมีเครื่องหมายตรงข้ามเมื่ออยู่คนละข้างของเครื่องหมายเท่ากับ

2. นำจำนวนใดจำนวนหนึ่งมาเป็นค่าตอบ
3. นำจำนวนใดจำนวนหนึ่งที่มีเครื่องหมายตรงข้ามมาตอบ
4. นำจำนวนใดจำนวนหนึ่งมาลบกับอีกจำนวนหนึ่ง

จุดประสงค์ที่ 11 ใช้คุณสมบัติของการแจกแจงจำนวนเต็มบวกได้ถูกต้อง

1. นำจำนวนใดจำนวนหนึ่งมาเป็นค่าตอบ
2. ใช้เครื่องหมายตรงข้ามกับจำนวนที่ถูกต้อง
3. ซ้ำจำนวนหนึ่งบวกหรือลบด้วยอีกจำนวนหนึ่ง

จุดประสงค์ที่ 12 บอกค่าสัมบูรณ์ของจำนวนเต็มใดๆที่กำหนดให้ได้

1. เข้าใจว่าค่าสัมบูรณ์ของจำนวนเต็มใดๆ คือ 0
2. เข้าใจว่าค่าสัมบูรณ์ของจำนวนเต็มใดๆ คือ 1 หรือ -1
3. เข้าใจว่าค่าสัมบูรณ์ของจำนวนเต็มใดๆ คือจำนวนนั้น โดยมีเครื่องหมายเดิม
4. เข้าใจว่าการบวกหรือคูณค่าสัมบูรณ์คือการบวกหรือคูณจำนวนนั้นๆตามเครื่องหมายเดิม
5. มีความสะเพร่าในการอ่านคำสั่งของโจทย์

ตาราง 10 เปอร์เซนต์การตอบของนักเรียนและการวิเคราะห์ข้อบกพร่องที่นักเรียนตอบผิดในการตอบแบบทดสอบวินิจฉัยวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องระบบจำนวนเต็ม จากแบบทดสอบชนิดเติมค่า จำนวนนักเรียน 207 คน

จุดประสงค์ที่	ข้อที่	จำนวนผู้ตอบถูก (ร้อยละ)	จำนวนผู้ตอบผิด (ร้อยละ)	สาเหตุ
1 หามลบวกของจำนวนเต็มลบได้	7	105(50.72)	10(4.83)	นำ 2 จำนวนแรกมาบวกกันแล้วลบด้วยจำนวนท้ายผลลัพธ์เป็นจำนวนเต็มบวก
			17(8.21)	นำ 2 จำนวนแรกมาบวกกันแล้วลบด้วยจำนวนท้ายผลลัพธ์เป็นจำนวนเต็มลบ
			3(1.45)	นำ 2 จำนวนหลังมาบวกกันแล้วลบด้วยจำนวนแรก
			46(22.22)	ใช้เครื่องหมายผิดโดยเข้าใจว่าจำนวนเต็มลบบวกกันผลลัพธ์เป็นจำนวนเต็มบวก
			10(4.83)	บวกทดในหลักสิบขาด
			6(2.90)	นำจำนวนแรกบวกด้วยจำนวนหลังแล้วลบด้วยจำนวนกลาง
			10(4.83)	บวกทดในหลักสิบเกิน
	8	81(39.13)	5(2.42)	นำค่าสัมบูรณ์มาลบกันผลลัพธ์เป็นจำนวนเต็มบวก
			15(7.25)	นำค่าสัมบูรณ์มาลบกันผลลัพธ์เป็นจำนวนเต็มลบ
			94(45.41)	ใช้เครื่องหมายผิดโดยเข้าใจว่าจำนวนเต็มลบบวกกันผลลัพธ์เป็นจำนวนเต็มบวก
			4(1.93)	บวกค่าตอบในหลักหน่วยผิด
			4(1.93)	บวกทดในหลักสิบเกิน

ตาราง 10(ต่อ)

จุดประสงค์	ข้อที่	จำนวนผู้ตอบ ถูก (ร้อยละ)	จำนวนผู้ตอบ ผิด (ร้อยละ)	สาเหตุ
2 หาผลบวกของ จำนวนเต็มบวก กับจำนวนเต็มลบ ได้	11	111(53.62)	3(1.45)	นำเพียงหลักหน่วยของจำนวนหลังมาบวกกับ จำนวนแรกเท่านั้น
			14(6.76)	นำ 2 จำนวนแรกมาบวกกันแล้วนำไปลบออก จากจำนวนท้าย
			6(2.90)	นำ 2 จำนวนหลังบวกกันแล้วลบด้วยจำนวนแรก
			4(1.93)	บวกค่าตอบในหลักหน่วยผิด
			59(28.50)	ใช้เครื่องหมายผิดโดยเข้าใจว่าจำนวนเต็มลบ บวกกันผลลัพธ์เป็นจำนวนเต็มบวก
			2(0.97)	นำ 2 จำนวนหลังบวกกันแล้วลบด้วยจำนวน แรก ผลลัพธ์เป็นจำนวนเต็มบวก
			4(1.93)	บวกทดในหลักสิบขาดไป
			4(1.93)	บวกทดในหลักหน่วยเกิน
			3(1.45)	ไม่ตอบ
			17(8.21)	ใช้เครื่องหมายผิดโดยไม่ใช้เครื่องหมายของ ตัวที่มีค่าสัมบูรณ์มากกว่า
	2	82(39.61)	9(4.35)	นำ 2 จำนวนหลังบวกกันแล้วลบด้วยจำนวนแรก
			25(12.03)	นำทั้ง 3 จำนวนบวกกันผลลัพธ์เป็นจำนวน เต็มลบ
			63(30.43)	นำทั้ง 3 จำนวนบวกกันผลลัพธ์เป็นจำนวน เต็มบวก
			7(3.38)	นำ 2 จำนวนหลังบวกกันแล้วลบด้วยจำนวน แรกและผลลัพธ์เป็นจำนวนเต็มลบ

ตาราง 10 (ต่อ)

จุดประสงค์	ข้อที่	จำนวนผู้ตอบ ถูก (ร้อยละ)	จำนวนผู้ตอบ ผิด (ร้อยละ)	สาเหตุ
	3	89(43.00)	4(1.93) 18(8.70) 6(2.90)	นำ 2 จำนวนแรกบวกกันแล้วลบด้วยจำนวน ท้าย ใช้เครื่องหมายผิดโดยไม่ใช้เครื่องหมายของ ตัวที่มีค่าสัมบูรณ์มากกว่า
			59(28.50)	นำ 2 จำนวนหลังบวกกันแล้วลบด้วยจำนวน แรก
			20(9.66)	นำทั้ง 3 จำนวนมาบวกกันผลลัพธ์เป็นจำนวน เต็มลบ
			5(2.42)	นำทั้ง 3 จำนวนมาบวกกันผลลัพธ์เป็นจำนวน เต็มบวก
			7(3.38)	บวกทดในหลักสิบผิด
			3(1.45)	นำ 2 จำนวนแรกบวกกันแล้วลบด้วยจำนวนหลัง สลัหลักของค่าตอบ
	6	92(44.44)	20(9.66)	ใช้เครื่องหมายผิดโดยไม่ใช้เครื่องหมายของ จำนวนที่มี ค่าสัมบูรณ์มากกว่า
			5(2.42)	นำตัวเลขที่อยู่ในหลักเดียวกันที่มีค่ามากกว่า เป็นตัวตั้งมีค่าน้อยเป็นตัวลบ
			38(18.36)	นำค่าสัมบูรณ์มาบวกกันผลลัพธ์เป็นจำนวน เต็มบวก
			45(21.74)	นำค่าสัมบูรณ์มาบวกกันผลลัพธ์เป็นจำนวน เต็มลบ
			3(1.45)	ลืมหักจำนวนที่ถูกยื่นออกไป

ตาราง 10 (ต่อ)

จุดประสงค์	ข้อที่	จำนวนผู้ตอบ ถูก (ร้อยละ)	จำนวนผู้ตอบ ผิด (ร้อยละ)	สาเหตุ
3 หาผลลบโดย ใช้หลักการลบ จำนวนเต็มได้	9	104(50.24)	4(1.93)	นำมาบวกกันและบวกผลลัพธ์ในหลักสิบขาด
			7(3.38)	ใช้เครื่องหมายผิดโดยไม่ใช้เครื่องหมาย ของตัวที่มีค่าสัมบูรณ์มากกว่า
			4(1.93)	มีความสับสนในการบวกลบจำนวนเต็ม
	10	94(45.41)	81(39.13)	นำค่าสัมบูรณ์มาบวกกันผลลัพธ์เป็นจำนวน เต็มลบ
			11(5.31)	นำค่าสัมบูรณ์มาบวกกันผลลัพธ์เป็นจำนวน เต็มบวก
			48(23.19)	นำทั้ง 3 จำนวนมาบวกกันผลลัพธ์เป็นจำนวน เต็มบวก
			39(18.84)	นำทั้ง 3 จำนวนบวกกันผลลัพธ์เป็นจำนวน เต็มลบ
			20(9.66)	ใช้เครื่องหมายผิดโดยไม่ใช้เครื่องหมาย ของตัวที่มีค่าสัมบูรณ์มากกว่า
			6(2.90)	นำ 2 จำนวนหลังบวกกันแล้วนำไปลบออก จากจำนวนแรก
	1	103(49.76)	2(0.97)	มีความสับสนในการลบจำนวนเต็ม
			50(24.15)	ใช้เครื่องหมายผิดโดยเข้าใจว่าจำนวน เต็มลบลบด้วยจำนวนเต็มลบผลลัพธ์เป็น จำนวนเต็มบวก
			27(13.04)	ไม่เข้าใจหลักของการลบจำนวนเต็มโดย นำค่าสัมบูรณ์มาบวกกันผลลัพธ์เป็นจำนวน เต็มลบ

ตาราง 10 (ต่อ)

จุดประสงค์ที่	ข้อที่	จำนวนผู้ตอบ ถูก (ร้อยละ)	จำนวนผู้ตอบ ผิด (ร้อยละ)	สาเหตุ
	4	61(29.47)	25(12.08) 4(1.93)	ไม่เข้าใจหลักของการลบจำนวนเต็มโดย นำค่าสัมบูรณ์มาบวกกันผลลัพธ์เป็นจำนวน เต็มบวก นำค่าสัมบูรณ์มาลบกันและหาผลลัพธ์ในหลัก สิบผิด
			12(5.80)	ไม่เข้าใจหลักของการลบจำนวนเต็มโดยนำ ค่าสัมบูรณ์ลบกันผลลัพธ์เป็นจำนวนเต็มบวก
			92(44.44)	ไม่เข้าใจหลักของการลบจำนวนเต็มโดยนำ ค่าสัมบูรณ์ลบกันผลลัพธ์เป็นจำนวนเต็มลบ
			35(16.91)	ใช้เครื่องหมายผิดโดยเข้าใจว่าจำนวน ที่มีเครื่องหมายต่างกันลบกันผลลัพธ์เป็น จำนวนเต็มลบ
	5	84(40.58)	3(1.45) 83(40.10)	นำค่าสัมบูรณ์มาลบกันและหาผลลัพธ์ผิด ใช้เครื่องหมายผิดโดยเข้าใจว่าจำนวน เต็มบวก 2 จำนวนลบกันผลลัพธ์เป็นจำนวน เต็มบวก
			6(2.90)	ลบเลขในหลักหน่วยผิดผลลัพธ์เป็นจำนวน เต็มบวก
			2(0.97)	ลบเลขในหลักหน่วยผิดผลลัพธ์เป็นจำนวน เต็มลบ
			8(3.86)	นำค่าสัมบูรณ์มาบวกกัน
			6(2.90)	นำหลักหน่วยมาลบกันแต่หลักอื่นนำมากบวกกัน

ตาราง 10(ต่อ)

จุดประสงค์	ข้อที่	จำนวนผู้ตอบ ถูก (ร้อยละ)	จำนวนผู้ตอบ ผิด (ร้อยละ)	สาเหตุ
4 หาผลคูณของ จำนวนเต็มบวก กับจำนวนเต็มลบ ได้	14	123(59.42)	3(1.45)	นำตัวลบมาเป็นค่าตอบ
			2(0.97)	มีความสับสนเท่าในการลบจำนวนเต็ม
			13(6.28)	ไม่ตอบ
			32(15.46)	ใช้เครื่องหมายผิดโดยเข้าใจว่าจำนวนเต็มบวก
				คูณจำนวนเต็มลบผลลัพธ์เป็นจำนวนเต็มบวก
			4(1.93)	สลับค่าตอบในหลักหน่วยกับหลักสิบ
			4(1.93)	บวกผลคูณในหลักสิบผิด
			6(2.90)	บวกผลคูณในหลักร้อยผิด
			4(1.93)	บวกผลคูณในหลักร้อยผิดและใช้เครื่องหมายผิด
			3(1.45)	ใช้กระบวนการคูณผิด
			8(3.86)	หาผลคูณในหลักหน่วยผิด
			23(11.11)	ไม่ตอบ
	17	103(49.76)	6(2.90)	ลืมบวกทดในหลักร้อย
			3(1.45)	บวกผลคูณในหลักหน่วยผิด
			52(25.12)	ใช้เครื่องหมายผิดโดยเข้าใจว่าจำนวนเต็มบวก
				คูณจำนวนเต็มลบผลลัพธ์เป็นจำนวนเต็มบวก
			7(3.38)	หาผลคูณในหลักหน่วยผิด
			3(1.45)	บวกทดในหลักสิบเกิน
			4(1.93)	ลืมบวกทดในหลักสิบ
			2(0.97)	สลับหลักค่าตอบในหลักหน่วยกับหลักร้อย
			27(13.04)	ไม่ตอบ

ตาราง 10 (ต่อ)

จุดประสงค์ที่	ข้อที่	จำนวนผู้ตอบ ถูก(ร้อยละ)	จำนวนผู้ตอบ ผิด(ร้อยละ)	สาเหตุ
5 หามลพิษของ การคูณจำนวน เต็มลบ 2 จำนวน ที่กำหนดให้ไว้	25	120(57.97)	7(3.38)	คูณตัวตั้งไม่ครบทุกหลัก
			6(2.90)	สลับหลักค่าทศนิยมในหลักสิบกับหลักร้อย
			35(16.91)	ใช้เครื่องหมายผิดโดยเข้าใจว่าจำนวน เต็มบวก 1 จำนวนคูณกับจำนวนเต็มลบ 2 จำนวนผลลัพธ์เป็นจำนวนเต็มลบ
			4(1.93)	นำ 2 จำนวนแรกคูณกันแล้วบวกด้วยจำนวนหลัง
			8(3.86)	มีความสับสนในการคูณ
			2(0.97)	นำ 2 จำนวนแรกบวกกันแล้วคูณด้วยจำนวนหลัง
			25(12.08)	ไม่ตอบ
	15	128(61.84)	2(0.97)	คูณตัวตั้งจากหน้าไปหลัง
			5(2.42)	ลืมนำทศนิยมของผลคูณในหลักร้อย
			34(16.43)	ใช้เครื่องหมายผิดโดยเข้าใจว่าจำนวน เต็มลบคูณกับผลลัพธ์เป็นจำนวนเต็มลบ
			7(3.38)	บวกผลคูณในหลักสิบผิด
			4(1.93)	นำค่าสัมบูรณ์มาบวกกัน
			3(1.45)	มีความสับสนในการคูณ
			24(11.59)	ไม่ตอบ
	19	127(61.35)	2(0.97)	นำค่าสัมบูรณ์มาหารกัน
			42(20.29)	ใช้เครื่องหมายผิดโดยเข้าใจว่าจำนวน เต็มลบคูณกับผลลัพธ์เป็นจำนวนเต็มลบ
			3(1.45)	บวกทศนิยมของผลคูณในหลักสิบผิด
			2(0.97)	บวกทศนิยมของผลคูณในหลักสิบผิดและใช้ เครื่องหมายผิด

ตาราง 10 (ต่อ)

จุดประสงค์ที่	ข้อที่	จำนวนผู้ตอบ ถูก (ร้อยละ)	จำนวนผู้ตอบ ผิด (ร้อยละ)	สาเหตุ
6 หาค่าเฉลี่ยโดย ใช้นิยามการหาร ได้	21	141(68.12)	5(2.42)	สลับหลักของค่าตอบในหลักหน่วยกับหลักสิบ
			3(1.45)	นำค่าสัมบูรณ์มาบวกกัน
			3(1.45)	บวกทศในหลักร้อยผิด
			20(9.66)	ไม่ตอบ
			9(4.85)	เข้าใจว่าจำนวนเต็มลบ 2 จำนวนที่มีค่า สัมบูรณ์เท่ากันคูณกันเท่ากับ 0
			2(0.97)	ลบบวกทศของผลคูณในหลักสิบ
			34(16.67)	ใช้เครื่องหมายผิดโดยเข้าใจว่าจำนวน เต็มลบคูณกันผลลัพธ์เป็นจำนวนเต็มลบ
			3(1.45)	นำหลักหน่วยของตัวคูณไปคูณแทนหลักสิบ
			7(3.38)	นำค่าสัมบูรณ์มาหารกัน
			2(0.97)	นำเพียงหลักหน่วยของตัวคูณไปคูณตัวตั้ง
	13	133(64.25)	9(4.85)	ไม่ตอบ
			2(0.97)	เข้าใจว่าจำนวนเต็มบวกหารด้วยจำนวน เต็มลบผลลัพธ์เป็น 0
			2(0.97)	มีความสับสนเกี่ยวกับการคำนวณ
			56(27.05)	ใช้เครื่องหมายผิดโดยเข้าใจว่าจำนวน เต็มบวกหารด้วยจำนวนเต็มลบผลลัพธ์ เป็นจำนวนเต็มบวก
			4(1.93)	นำค่าสัมบูรณ์มาคูณกัน
			2(0.97)	นำตัวหารมาเป็นค่าตอบ
			8(3.86)	ไม่ตอบ

ตาราง 10 (ต่อ)

จุดประสงค์ที่	ข้อที่	จำนวนผู้ตอบ ถูก (ร้อยละ)	จำนวนผู้ตอบ ผิด (ร้อยละ)	สาเหตุ
	16	140(67.63)	26(12.56)	ใช้เครื่องหมายผิดโดยเข้าใจว่าจำนวน เต็มลบหารด้วยจำนวนเต็มบวกผลลัพธ์เป็น จำนวนเต็มบวก
			14(6.76)	มีความสับสนในการคำนวณ
			9(4.35)	นำตัวหารไปคูณหลักสิบของตัวตั้ง
			6(2.90)	นำค่าสัมบูรณ์มาคูณกัน
			2(0.97)	นำตัวตั้งมาเป็นค่าตอบ
			10(4.83)	ไม่ตอบ
	23	130(62.80)	53(25.60)	ใช้เครื่องหมายผิดโดยเข้าใจว่าจำนวน เต็มลบหารด้วยจำนวนเต็มบวกผลลัพธ์เป็น จำนวนเต็มบวก
			4(1.93)	นำค่าสัมบูรณ์มาคูณกัน
			4(1.93)	นำตัวหารมาเป็นค่าตอบ
			3(1.45)	นำตัวตั้งมาเป็นค่าตอบ
			13(6.28)	ไม่ตอบ
	24	140(67.63)	11(5.31)	เข้าใจว่าจำนวนเต็มที่มีค่าสัมบูรณ์เท่ากัน หารกันผลลัพธ์เป็น 0
			37(17.87)	ใช้เครื่องหมายผิดโดยเข้าใจว่าจำนวน เต็มลบหารด้วยจำนวนเต็มบวกผลลัพธ์เป็น จำนวนเต็มบวก
			2(0.97)	นำตัวตั้งมาเป็นค่าตอบ
			4(1.93)	นำค่าสัมบูรณ์มาคูณกัน

ตาราง 10 (ต่อ)

จุดประสงค์	ข้อที่	จำนวนผู้ตอบ ถูก (ร้อยละ)	จำนวนผู้ตอบ ผิด (ร้อยละ)	สาเหตุ
7 หาคะแนนและ ผลคูณของจำนวน ใดๆกับ 0 ได้	20	115(55.56)	6(2.90)	นำค่าสัมบูรณ์มาบวกกัน
			7(3.38)	ไม่ตอบ
			38(18.36)	ไม่เข้าใจค่าของ 0
			37(17.87)	เข้าใจว่า 0 คูณกับจำนวนเต็มใดๆผลลัพธ์ คือจำนวนนั้น
	22	121(58.45)	6(2.90)	เข้าใจว่า 0 คูณกับจำนวนเต็มใดๆผลลัพธ์ คือจำนวนนั้น แต่มีเครื่องหมายตรงข้าม
			11(5.31)	ไม่ตอบ
			33(15.94)	ไม่เข้าใจค่าของ 0
			38(18.36)	เข้าใจว่า 0 คูณกับจำนวนเต็มใดๆผลลัพธ์ คือจำนวนนั้น
	26	129(62.32)	8(3.86)	เข้าใจว่า 0 คูณกับจำนวนเต็มใดๆผลลัพธ์ คือจำนวนนั้น แต่มีเครื่องหมายตรงข้าม
			7(3.38)	ไม่ตอบ
			35(16.91)	ไม่เข้าใจค่าของ 0
			32(15.46)	เข้าใจว่า 0 คูณกับจำนวนเต็มใดๆผลลัพธ์ คือจำนวนนั้น
8	12	176(85.02)	8(3.86)	เข้าใจว่า 0 คูณกับจำนวนเต็มใดๆผลลัพธ์ คือจำนวนนั้น แต่มีเครื่องหมายตรงข้าม
			3(1.45)	ไม่ตอบ
			2(0.97)	เข้าใจว่าจำนวนเต็มใดๆหารด้วย 1 ผลลัพธ์คือ 0

ตาราง 10 (ต่อ)

จุดประสงค์ที่	ข้อที่	จำนวนผู้ตอบ ถูก (ร้อยละ)	จำนวนผู้ตอบ ผิด (ร้อยละ)	สาเหตุ
8 หาผลคูณและ ผลหารของ จำนวนเต็มบวก กับ 1 ได้	18	176(85.02)	2(0.97)	เข้าใจว่าจำนวนเต็มบวกหารด้วย 1 ผลลัพธ์ คือ 1
			6(2.90)	เข้าใจว่าจำนวนเต็มบวกหารด้วย 1 ผลลัพธ์คือ -1
			17(8.21)	เข้าใจว่าจำนวนเต็มบวกหารด้วย 1 ผลลัพธ์ คือจำนวนนั้น แต่มีเครื่องหมายตรงข้าม
			4(1.93)	ไม่ตอบ
	27	153(73.91)	12(5.80)	เข้าใจว่าจำนวนเต็มบวกหารด้วย 1 ผลลัพธ์คือ 1
			12(5.80)	เข้าใจว่าจำนวนเต็มบวกคูณกับ 1 ผลลัพธ์ คือจำนวนนั้น แต่มีเครื่องหมายตรงข้าม
			7(3.38)	ไม่ตอบ
			5(2.42)	เข้าใจว่าจำนวนเต็มบวกคูณด้วย 1 ผลลัพธ์คือ 0
			2(0.97)	ไม่เข้าใจค่าของ 0
			45(21.74)	เข้าใจว่าจำนวนเต็มบวกคูณด้วย 1 ผลลัพธ์คือ 1
			2(0.97)	ไม่ตอบ
9 ใช้คุณสมบัติการ สลับสำหรับการ บวกและการคูณ ได้ถูกต้อง	31	92(44.44)	2(0.97)	นำตัวเลขอีกข้างหนึ่งของตัวแปรมาบวกกับ
			84(40.58)	เข้าใจว่าเมื่อสลับข้างของเครื่องหมาย เท่ากับแล้วจำนวนนั้นจะมีเครื่องหมายเป็น ตรงข้าม

ตาราง 10 (ต่อ)

จุดประสงค์ที่	ข้อที่	จำนวนผู้ตอบ ถูก (ร้อยละ)	จำนวนผู้ตอบ ผิด (ร้อยละ)	สาเหตุ
			2(0.97)	นำตัวเลขข้างเดียวกับตัวแปรมาเป็นค่าตอบ
			2(0.97)	นำตัวเลขข้างเดียวกับตัวแปรมาเป็นค่าตอบ แต่มีเครื่องหมายตรงข้าม
			25(12.08)	ไม่ตอบ
	32	100(48.31)	79(38.16)	เข้าใจว่าเมื่อสลับข้างของเครื่องหมาย เท่ากับแล้วจำนวนนั้น จะมีเครื่องหมาย เป็นตรงข้าม
			2(0.97)	นำตัวเลขข้างเดียวกับตัวแปรมาตอบ
			2(0.97)	นำตัวเลขข้างเดียวกับตัวแปรมาเป็นค่าตอบ แต่มีเครื่องหมายตรงข้าม
			2(0.97)	นำทั้ง 2 จำนวนมาหารกัน
			22(10.63)	ไม่ตอบ
	35	138(66.67)	63(30.43)	เข้าใจว่าเมื่อสลับข้างของเครื่องหมาย เท่ากับแล้วจำนวนนั้นจะมีเครื่องหมาย เป็นตรงข้าม
			1(0.48)	นำตัวเลขข้างเดียวกับตัวแปรมาเป็นค่าตอบ
			2(0.97)	นำตัวเลขอีกข้างหนึ่งมาบวกกันเป็นค่าตอบ
			2(0.97)	นำตัวเลขข้างเดียวกับตัวแปรมาตอบแต่ให้ มีเครื่องหมายตรงข้าม
			1(0.48)	ไม่ตอบ
	37	171(82.61)	30(14.49)	เข้าใจว่าเมื่อสลับข้างของเครื่องหมาย เท่ากับแล้วจำนวนนั้นจะมีเครื่องหมาย ตรงข้าม

ตาราง 10 (ต่อ)

จุดประสงค์	ข้อที่	จำนวนผู้ตอบ ถูก (ร้อยละ)	จำนวนผู้ตอบ ผิด (ร้อยละ)	สาเหตุ
10 ใช้คุณสมบัติการ เปลี่ยนกลุ่มสำหรับ การบวกและการ คูณได้ถูกต้อง	28	200(96.62)	1(0.48)	นำตัวเลขข้างเดียวกับตัวแปรมาตอบ
			2(0.97)	นำตัวเลขข้างเดียวกับตัวแปรมาตอบโดยไม่ ให้มีเครื่องหมายตรงข้าม
			2(0.97)	นำตัวเลขที่เท่ากันมาบวกกัน
			1(0.48)	นำตัวเลขคนละข้างของตัวแปรมาลบกัน
			2(0.97)	เข้าใจว่าค่าตอบที่ถูกต้องมีเครื่องหมาย ตรงข้ามเมื่ออยู่คนละข้างของเครื่องหมาย เท่ากับ
			3(1.45)	นำจำนวนแรกมาเป็นค่าตอบ
	34	199(96.14)	2(0.97)	นำจำนวนแรกที่มีเครื่องหมายตรงข้ามมา เป็นค่าตอบ
			3(1.45)	เข้าใจว่าค่าตอบที่ถูกต้องมีเครื่องหมาย ตรงข้ามเมื่ออยู่คนละข้างของเครื่องหมาย เท่ากับ
			2(0.97)	นำจำนวนท้ายลบด้วยจำนวนแรก
			2(0.97)	นำจำนวนกลางมาเป็นค่าตอบ
			1(0.48)	นำจำนวนท้ายมาเป็นค่าตอบ
			3(1.45)	นำจำนวนแรกมาเป็นค่าตอบ
	36	198(95.65)	2(0.97)	เข้าใจว่าจำนวนที่ถูกต้องมีเครื่องหมาย ตรงข้ามเมื่ออยู่คนละข้างของเครื่องหมาย เท่ากับ
			2(0.97)	นำจำนวนท้ายลบด้วยจำนวนแรก

ตาราง 10 (ต่อ)

จุดประสงค์ที่	ข้อที่	จำนวนผู้ตอบ ถูก(ร้อยละ)	จำนวนผู้ตอบ ผิด(ร้อยละ)	สาเหตุ
11 ใช้คุณสมบัติ ของการแจกแจง จำนวนเต็มบวก ได้ถูกต้อง	29	130(62.80)	2(0.97)	นำจำนวนท้ายมาเป็นค่าขอบ
			5(2.42)	นำจำนวนท้ายลบท้ายจำนวนแรก
			3(1.45)	ใช้เครื่องหมายตรงข้ามกับจำนวนที่ถูกต้อง
			8(3.86)	นำตัวเลขในวงเล็บเกี่ยวกับตัวแปรมาขอบ
			52(25.12)	นำจำนวนหนึ่งจำนวนใดมาขอบ
	30	107(51.69)	3(1.45)	นำตัวเลขในวงเล็บมาบวกกัน
			6(2.90)	ไม่ขอบ
			84(40.58)	นำตัวเลขข้างเกี่ยวกับตัวแปรมาขอบ
			2(0.97)	นำตัวเลขในวงเล็บเกี่ยวกับตัวแปรคูณท้าย 2
			2(0.97)	นำตัวเลขข้างเกี่ยวกับตัวแปรมาบวกกัน
	33	182(87.92)	6(2.90)	นำตัวเลขข้างเกี่ยวกับตัวแปรมาคูณกัน
			6(2.90)	ไม่ขอบ
			4(1.93)	ใช้เครื่องหมายตรงข้ามกับจำนวนที่ถูกต้อง
			1(0.48)	นำตัวเลขในวงเล็บมาบวกกัน
			1(0.48)	นำตัวเลขในวงเล็บเกี่ยวกับตัวแปรมาขอบ
12 บอกค่าสัมบูรณ์ ของจำนวนเต็ม ใดๆที่กำหนดให้ ได้	38	187(90.27)	4(1.93)	นำตัวเลขในวงเล็บหนึ่งมาคูณกัน
			15(7.25)	ไม่ขอบ
			2(0.97)	เข้าใจว่าค่าสัมบูรณ์ของจำนวนเต็มใดๆคือ 1
			1(0.48)	เข้าใจว่าค่าสัมบูรณ์ของจำนวนเต็มใดๆคือ -1
			1(0.48)	เข้าใจว่าค่าสัมบูรณ์ของจำนวนเต็มใดๆคือ 0
			16(7.73)	เข้าใจว่าค่าสัมบูรณ์ของจำนวนเต็มใดๆคือ จำนวนนั้น โดยใช้เครื่องหมายเดิม

ตาราง 10 (ต่อ)

จุดประสงค์ที่	ข้อที่	จำนวนผู้ตอบ ถูก (ร้อยละ)	จำนวนผู้ตอบ ผิด (ร้อยละ)	สาเหตุ
	39	88(42.51)	6(2.90) 3(1.45) 77(37.20)	นำคำสันนิษฐานมาลบกัน นำคำสันนิษฐานมาลบกันและไม่เข้าใจความ หมายของคำสันนิษฐาน ไม่เข้าใจความหมายของคำสันนิษฐานโดยยัง นำมาคูณกันและใช้เครื่องหมายตามปกติ
	40	59(28.50)	2(0.97) 6(2.90) 25(12.08) 18(8.70) 21(10.14) 63(30.43) 18(8.70) 2(0.97) 26(12.56)	ลืมบวกทศในหลักสิบ นำโจทย์ตัวหนึ่งมากลบ ไม่ตอบ นำคำสันนิษฐานมาลบกัน นำคำสันนิษฐานมาลบกันและยังไม่เข้าใจ ความหมายของคำสันนิษฐาน ไม่เข้าใจความหมายของคำสันนิษฐานโดยยัง นำมาบวกกันแล้วใช้เครื่องหมายตามปกติ นำทั้ง 2 จำนวนมาคูณกัน นำโจทย์ตัวหนึ่งมาเป็นค่าตอบ ไม่ตอบ

จากตาราง 10 ในการทดสอบชนิดเกินค่าพบว่าในแต่ละจุดประสงค์มีข้อบกพร่องต่างๆ
สรุปได้ดังนี้

จุดประสงค์ที่ 1 หาผลบวกของจำนวนเต็มลบได้

1. ใช้เครื่องหมายผิดโดยเข้าใจว่าจำนวนเต็มลบบวกกันผลลัพธ์เป็นจำนวนเต็มบวก
2. ในกรณีที่ 3 จำนวนจะนำ 2 จำนวนแรกบวกกันแล้วลบด้วยจำนวนหลังหรือนำ 2
จำนวนหลังบวกกันแล้วลบด้วยจำนวนแรก

3. นำค่าสัมบูรณ์มาลบกัน
4. นำเพียงหลักหน่วยของจำนวนหนึ่ง ไปบวกกับอีกจำนวนหนึ่ง
5. มีความสับสนในการคำนวณ เช่น บวกผลลัพธ์ผิดในหลักใดหลักหนึ่ง
6. มีความบกพร่องเกี่ยวกับการทด เช่น บวกทดซ้ำ บวกทดเกิน

จุดประสงค์ที่ 2 หาผลบวกของจำนวนเต็มลบกับจำนวนเต็มบวกได้

1. ใช้เครื่องหมายผิดโดยไม่ใช้เครื่องหมายของจำนวนที่มีค่าสัมบูรณ์มากกว่า
2. นำค่าสัมบูรณ์มาบวกกัน
3. ในกรณีที่ 3 จำนวน จะนำ 2 จำนวนใดๆบวกกันแล้วลบด้วยอีกจำนวนหนึ่ง
4. นำตัวเลขที่อยู่ในหลักเดียวกันแต่มีค่ามากกว่าเป็นตัวตั้งและมีค่าน้อยเป็นตัวลบ
5. มีความสับสนในการคำนวณ เช่น หาผลลัพธ์ผิดในหลักใดหลักหนึ่ง
6. สลับหลักที่ถูกลืมออก บวกทดในหลักใดหลักหนึ่งผิด
7. สลับหลักของค่าคอม

จุดประสงค์ที่ 3 หาผลลัพธ์โดยใช้หลักการลบจำนวนเต็มได้

1. ใช้เครื่องหมายผิดโดยเข้าใจว่าจำนวนที่มีเครื่องหมายต่างกันลบกันผลลัพธ์จะเป็น
จำนวนเต็มบวกหรือจำนวนเต็มลบ โดยไม่ใช้หลักการลบจำนวนเต็ม
2. ไม่เข้าใจหลักการของการลบจำนวนเต็มโดยยังนำมาบวกหรือลบกันตามเครื่องหมาย
ที่เห็น

3. หาผลลัพธ์ผิด มีความสับสนในการคำนวณ
4. นำมาบวกกันหรือลบกันโดยไม่ดูเครื่องหมาย
5. นำตัวลบมาเป็นค่าคอม

จุดประสงค์ที่ 4 หาผลคูณของจำนวนเต็มบวกกับจำนวนเต็มลบได้

1. ใช้เครื่องหมายบวกโดยเข้าใจว่าจำนวนเต็มบวกคูณกับจำนวนเต็มลบผลลัพธ์เป็นจำนวนเต็มบวก
2. สลับหลักค่าทศนิยม เช่น สลับหลักหน่วยกับหลักสิบ หลักหน่วยกับหลักร้อย หรือหลักสิบกับหลักร้อย
3. บวกผลคูณในบางหลักนิค
4. มีความสะเพร่าเกี่ยวกับการทด เช่น ลืมบวกทด บวกทดนิค
5. คูณตัวตั้งไม่ครบทุกหลัก
6. มีความสะเพร่าในการคูณ เช่น หาผลคูณนิค
7. ใช้กระบวนการคูณนิค

จุดประสงค์ที่ 5 หาผลลัพธ์ของการคูณจำนวนเต็มลบ 2 จำนวนที่กำหนดให้ไว้

1. ใช้เครื่องหมายบวกโดยเข้าใจว่าจำนวนเต็มลบคูณกับผลลัพธ์เป็นจำนวนเต็มลบ
2. บวกผลคูณในบางหลักนิค
3. คูณตัวตั้งจากหน้าไปหลัง
4. นำมาหารกันแทนการคูณ
5. นำมาบวกกันแทนการคูณ
6. มีความสะเพร่าในการคำนวณ
7. สลับหลักของค่าทศนิยม
8. มีความสะเพร่าเกี่ยวกับการทด เช่น บวกทดนิค ลืมบวกทด
9. เข้าใจว่าจำนวนเต็มลบ 2 จำนวนที่มีค่าสัมบูรณ์เท่ากันคูณกัน ผลลัพธ์คือ 0
10. นำเพียงหลักหน่วยของตัวคูณไปคูณตัวตั้ง

จุดประสงค์ที่ 6 หาผลลัพธ์โดยการใช้นิยามการหารได้

1. ใช้เครื่องหมายบวกโดยเข้าใจว่าจำนวนเต็มที่มีเครื่องหมายต่างกันหารกันผลลัพธ์เป็นจำนวนเต็มบวก
2. นำมาคูณกันแทนการหาร
3. เข้าใจว่าจำนวนเต็มที่มีค่าสัมบูรณ์เท่ากันที่มีเครื่องหมายต่างกันหารกันผลลัพธ์เท่ากับ 0

4. นำตัวตั้งหรือตัวหารมาเป็นค่าขอบ
5. นำมาบวกกันแทนการหาร
6. มีความสละเพร่าในการคำนวณ

จุดประสงค์ที่ 7 หาผลบวกและผลคูณของจำนวนเต็มใดๆกับ 0 ได้ .

1. ไม่เข้าใจค่าของ 0 โดยคิดว่ามี -0 ด้วย
2. เข้าใจว่า 0 คูณกับจำนวนเต็มใดๆผลลัพธ์คือจำนวนนั้น
3. เข้าใจว่า 0 คูณกับจำนวนเต็มใดๆผลลัพธ์คือจำนวนนั้น แต่มีเครื่องหมายตรงข้าม

จุดประสงค์ที่ 8 หาผลคูณและผลหารของจำนวนใดๆกับ 1 ได้

1. เข้าใจว่าจำนวนใดๆหารด้วย 1 ผลลัพธ์คือจำนวนนั้นและมีเครื่องหมายตรงข้าม
2. เข้าใจว่าจำนวนเต็มใดๆหารด้วย 1 ผลลัพธ์คือ 1 หรือ -1
3. เข้าใจว่าจำนวนเต็มใดๆหารด้วย 1 ผลลัพธ์คือ 0
4. เข้าใจว่าจำนวนเต็มใดๆคูณด้วย 1 ผลลัพธ์คือ 0
5. เข้าใจว่าจำนวนเต็มใดๆคูณด้วย 1 ผลลัพธ์คือ 1

จุดประสงค์ที่ 9 ใช้คุณสมบัติการสลับที่สำหรับการบวกและการคูณได้ถูกต้อง

1. เข้าใจว่าเมื่อสลับข้างของเครื่องหมายเท่ากับแล้วจำนวนนั้นจะมีเครื่องหมายตรงข้าม
2. นำตัวเลขข้างเดียวกับตัวแปรมาเป็นค่าขอบ
3. นำตัวเลขข้างเดียวกับตัวแปรมาตอบแต่ให้มีเครื่องหมายตรงข้าม
4. นำตัวเลขอีกข้างหนึ่งของตัวแปรมาบวกหรือลบกัน
5. นำตัวเลขอีกข้างหนึ่งของตัวแปรมาหารกัน

จุดประสงค์ที่ 10 ใช้คุณสมบัติการเปลี่ยนกลุ่มสำหรับการบวกและการคูณได้ถูกต้อง

1. เข้าใจว่าค่าขอบที่ใด ๆ จะต้องมีความหมายตรงข้ามเมื่ออยู่คนละข้างของเครื่องหมาย

เท่ากับ

2. นำจำนวนใดจำนวนหนึ่งมาเป็นค่าขอบ
3. นำจำนวนใดจำนวนหนึ่งที่มีเครื่องหมายตรงข้ามมาตอบ
4. นำจำนวนใดจำนวนหนึ่งมาลบกับอีกจำนวนหนึ่ง

จุดประสงค์ที่ 11 ใช้คุณสมบัติของการแจกแจงจำนวนเต็มบวกได้ถูกต้อง

1. นำจำนวนใดจำนวนหนึ่งมาเป็นค่าตอบ
2. ใช้เครื่องหมายตรงข้ามกับจำนวนที่ถูกต้อง
3. นำจำนวนหนึ่งบวกหรือลบด้วยอีกจำนวนหนึ่ง
4. นำตัวเลขในวงเล็บหลังมาคูณกัน

จุดประสงค์ที่ 12 บอกค่าสัมบูรณ์ของจำนวนเต็มใดๆที่กำหนดให้ได้

1. เข้าใจว่าค่าสัมบูรณ์ของจำนวนเต็มใดๆคือ 0
2. เข้าใจว่าค่าสัมบูรณ์ของจำนวนเต็มใดๆคือ 1 หรือ -1
3. เข้าใจว่าค่าสัมบูรณ์ของจำนวนเต็มลบใดๆคือจำนวนนั้น โดยยังใช้เครื่องหมายเดิม
4. เข้าใจว่าการบวกหรือการคูณค่าสัมบูรณ์คือการบวกหรือคูณจำนวนนั้น ตามเครื่องหมาย

เดิม

5. มีความสละเพร่าในการอ่านคำสั่งโจทย์
6. นำโจทย์ทั่วไปใดตัวหนึ่งมาตอบ

สรุป อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ

ความมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า

1. เพื่อเปรียบเทียบดัชนีการวินิจฉัยข้อบกพร่องของนักเรียนในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ระหว่างแบบทดสอบชนิดเลือกตอบกับชนิดเติมคำ
2. เพื่อศึกษาความเหมาะสมในการใช้แบบทดสอบระหว่างชนิดเลือกตอบกับชนิดเติมคำ วิชาคณิตศาสตร์

สมมติฐานในการวิจัย

ดัชนีการวินิจฉัยระหว่างแบบทดสอบชนิดเลือกตอบกับชนิดเติมคำมีค่าแตกต่างกัน

กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้เป็นนักเรียนชายและหญิง ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2531 ของโรงเรียนมัธยมศึกษาในจังหวัดปราจีนบุรี จำนวน 6 โรงเรียน 12 ห้องเรียน จำนวนนักเรียน 412 คน เลือกมาโดยการสุ่มอย่างง่าย โดยใช้ห้องเรียนเป็นหน่วยในการสุ่ม

เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า

เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้เป็นแบบทดสอบวินิจฉัยวิชาคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่องระบบจำนวนเต็ม ตามหลักสูตรมัธยมศึกษา พุทธศักราช 2521 กระทรวงศึกษาธิการ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ซึ่งผู้วิจัยสร้างขึ้นเอง มี 2 ฉบับ คือ แบบทดสอบชนิดเลือกตอบ 5 ข้อเลือกและแบบทดสอบชนิดเติมคำ ฉบับละ 40 ข้อ

วิธีดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล

ขั้นตอนในการเก็บรวบรวมข้อมูลในการศึกษาค้นคว้ามียังดังนี้

1. วางแผนในการดำเนินการสอบ ทดสอบโรงเรียนที่ใช้เป็นกลุ่มตัวอย่าง ขอความร่วมมือในการทดสอบ กำหนดวัน เวลาในการสอบ

2. จัดเตรียมแบบทดสอบให้เพียงพอกับจำนวนนักเรียนที่สอบในแต่ละครั้ง พร้อมทั้งตรวจสอบความเรียบร้อยของแบบทดสอบทุกฉบับ

3. ทำเนียบการสอบ แจ้งวัตถุประสงค์ของการสอบและทุกใบบันทึกใจผู้สอบให้เต็มใจ ทำข้อสอบ อธิบายคำชี้แจงในการสอบให้นักเรียนทุกคนเข้าใจ กล่าวคำขอมิให้นักเรียนทุกคนแล้วดำเนินการสอบโดยในแต่ละห้องเรียนให้ทดสอบด้วยแบบทดสอบทั้ง 2 ฉบับ โดยสุ่มนักเรียนออกเป็น 2 กลุ่ม ใช้วิธีสุ่มอย่างง่าย โดยให้กลุ่มที่ 1 ทำแบบทดสอบชนิดเลือกตอบและกลุ่มที่ 2 ทำแบบทดสอบชนิดเติมคำ เป็นเช่นนี้ทุกๆห้องเรียน

4. นำกระดาษคำตอบจากแบบทดสอบทั้ง 2 ชนิด มาตรวจให้คะแนนและนำคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์หาค่าทางสถิติและทดสอบสมมติฐานที่ตั้งไว้

การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยเสนอการวิเคราะห์ข้อมูลดังนี้

1. ค่าสถิติพื้นฐาน
2. การเปรียบเทียบชั้นการวินิจฉัยระหว่างแบบทดสอบชนิดเลือกตอบกับชนิดเติมคำ
3. การศึกษาความเหมาะสมในการใช้แบบทดสอบระหว่างชนิดเลือกตอบกับชนิดเติมคำ
4. การศึกษาข้อบกพร่องในการตอบแบบทดสอบวินิจฉัย วิเคราะห์ศาสตร์ เรื่องระบบจำนวนเต็ม จากแบบทดสอบชนิดเลือกตอบกับชนิดเติมคำ

สรุปผลการวิเคราะห์ข้อมูล

1. ค่าสถิติพื้นฐานของแบบทดสอบชนิดเลือกตอบกับชนิดเติมคำ โดยแบบทดสอบชนิดเลือกตอบมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 24.781 และชนิดเติมคำมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 24.691 ส่วนค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานของแบบทดสอบชนิดเลือกตอบ มีค่าเท่ากับ 7.035 และชนิดเติมคำมีค่าเท่ากับ 7.803
2. การเปรียบเทียบชั้นการวินิจฉัยระหว่างแบบทดสอบชนิดเลือกตอบกับชนิดเติมคำ วิเคราะห์ศาสตร์ พบว่าค่าเฉลี่ยของชั้นวินิจฉัยของหาเหตุโอเคของนักเรียนจากการตอบแบบทดสอบชนิดเลือกตอบมีค่าเท่ากับ -0.0369 และจากแบบทดสอบชนิดเติมคำมีค่าเท่ากับ -0.1800 เมื่อทดสอบความมีนัยสำคัญของความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยการทดสอบ ที พบว่าชั้นการวินิจฉัยของนักเรียนในแบบแผนการตอบแบบทดสอบชนิดเลือกตอบกับชนิดเติมคำแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

คิมค่า 2 เท่ากับ 1.13 นั่นคือเราจะเลือกใช้แบบทดสอบชนิดเลือกตอบหรือชนิดเติมค่าก็ได้ในการทดสอบเพื่อวินิจฉัยความบกพร่องในแบบแผนการตอบแบบทดสอบวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องระบบจำนวนเต็ม

3. การศึกษาความเหมาะสมในการใช้แบบทดสอบระหว่างชนิดเลือกตอบกับชนิดเติมค่า พบว่า เมื่อพิจารณาความเหมาะสมจากคุณภาพของแบบทดสอบทั้ง 2 ชนิด โดยดูจากค่าอำนาจจำแนก และค่าความยากง่ายของข้อสอบ ซึ่งวิเคราะห์จากการคำนวณตามทฤษฎีการตอบข้อคำถามด้วยการใช้คอมพิวเตอร์โปรแกรมโลจิสติกการามิเตอร์ 3 ตัว พบว่าค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบจากแบบทดสอบชนิดเลือกตอบจำนวน 40 ข้อ มีค่าอยู่ระหว่าง 0.454 ถึง 2.000 มีจำนวนข้อที่จำแนกได้ 39 ข้อ และที่จำแนกได้ไม่ถึงเพียง 1 ข้อ ส่วนค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบจากแบบทดสอบชนิดเติมค่า จำนวน 40 ข้อ มีค่าอยู่ระหว่าง 0.132 ถึง 2.170 มีจำนวนข้อที่จำแนกได้ 36 ข้อ และมี 4 ข้อที่จำแนกได้ไม่ถึง ค่าความยากง่ายของข้อสอบจากแบบทดสอบชนิดเลือกตอบ จำนวน 40 ข้อ มีค่าอยู่ระหว่าง -2.406 ถึง 2.392 มี 36 ข้อที่มีค่าความยากง่ายพอเหมาะ และมี 4 ข้อที่มีค่าความยากง่ายไม่เหมาะสมค่าความยากง่ายของข้อสอบจากแบบทดสอบชนิดเติมค่า จำนวน 40 ข้อ มีค่าอยู่ระหว่าง -5.444 ถึง 3.292 มีจำนวนข้อที่มีค่าความยากง่ายพอเหมาะ 35 ข้อ และมีจำนวนข้อที่มีค่าความยากง่ายไม่ 5 ข้อ และเมื่อพิจารณาจากค่าดัชนีบังชี้ของหาทซุโอะกะ พบว่าจากกลุ่มตัวอย่าง 205 คน ที่ทำแบบทดสอบชนิดเลือกตอบมีค่าดัชนีบังชี้ของหาทซุโอะกะอยู่ระหว่าง -3.0286 ถึง 3.7940 และมีผู้ที่ มีค่าดัชนีบังชี้ของหาทซุโอะกะเกินกว่า .8 จำนวน 47 คน คิดเป็นร้อยละ 22.93 ส่วนกลุ่มตัวอย่าง ที่ทำแบบทดสอบชนิดเติมค่า จำนวน 207 คน มีค่าดัชนีบังชี้ของหาทซุโอะกะอยู่ระหว่าง -2.2670 ถึง 3.2019 และมีผู้ที่มีค่าดัชนีบังชี้ของหาทซุโอะกะเกินกว่า .8 จำนวน 27 คน คิดเป็นร้อยละ 13.04

4. การศึกษาข้อบกพร่องในการตอบแบบทดสอบวินิจฉัยวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องระบบจำนวนเต็ม จากแบบทดสอบชนิดเลือกตอบและชนิดเติมค่า พบว่า

จุดประสงค์ที่ 1 หาผลบวกของจำนวนเต็มลบได้ มีข้อสอบ 3 ข้อ จากแบบทดสอบชนิดเลือกตอบและชนิดเติมค่า มีผู้ตอบถูกเฉลยร้อยละ 53.98 และ 47.82 ตามลำดับ ส่วนการตอบชนิดมีสาเหตุมาจากการใช้เครื่องหมายผิดโดยเข้าใจว่าจำนวนเต็มลบบวกกันผลลัพธ์เป็นจำนวนเต็มบวก เฉลยร้อยละ 27.48 และ 30.43 นำค่าสัมบูรณ์มาลบกันเฉลยร้อยละ 5.90 และ 4.11 ในกรณีที่มี 3 จำนวน นำ 2 จำนวนไปบวกกันแล้วลบด้วยอีกจำนวนหนึ่ง เฉลยร้อยละ 5.12 และ 3.26 นำเพียงหลักหน่วยของจำนวนหนึ่งไปบวกกับอีกจำนวนหนึ่ง เฉลยร้อยละ 1.46 และ 1.45 มีความ

สะเพร่าในการคำนวณเฉลี่ยร้อยละ 1.46 และ 2.90 และมีความบกพร่องเกี่ยวกับการทดเฉพาะ การทอนแบบทดสอบชนิดเกิมนค่าเฉลี่ยร้อยละ 3.22

จุดประสงค์ที่ 2 หาผลบวกของจำนวนเต็มบวกกับจำนวนเต็มลบได้ มีข้อสอบ 5 ข้อ จากการทอนแบบทดสอบชนิดเลือกตอบและชนิดเกิมนค่า มีผู้ตอบถูกเฉลี่ยร้อยละ 46.83 และ 44.54 ตามลำดับ ส่วนการตอบผิดมีสาเหตุมาจากการใช้เครื่องหมายผิดโดยไม่ใช้เครื่องหมายของจำนวน ที่มีค่าสัมบูรณ์มากกว่าเฉลี่ยร้อยละ 8.86 และ 4.46 นำค่าสัมบูรณ์มาบวกกันเฉลี่ยร้อยละ 19.61 และ 20.72 ในกรณีที่ 3 จำนวนจะนำ 2 จำนวนไปคูณบวกกันแล้วลบด้วยอีกจำนวนหนึ่งเฉลี่ยร้อยละ 9.43 และ 5.59 นำตัวเลขที่อยู่ในหลักเดียวกันแต่มีค่ามากกว่าเป็นบวกทั้งและมีค่าน้อยเป็นลบเฉลี่ยร้อยละ 3.90 และ 2.42 มีความสะเพร่าในการคำนวณเฉลี่ยร้อยละ 1.46 และ 1.52 เฉพาะการทอนแบบทดสอบชนิดเกิมนค่า บกพร่องเกี่ยวกับการทดเฉลี่ยร้อยละ 1.93 และสลับหลักของค่าทอนเฉลี่ยร้อยละ 1.45

จุดประสงค์ที่ 3 หาผลลบโดยการนำหลักการลบจำนวนเต็มได้ มีข้อสอบ 3 ข้อ จากการทอนแบบทดสอบชนิดเลือกตอบและชนิดเกิมนค่า มีผู้ตอบถูกเฉลี่ยร้อยละ 38.53 และ 39.94 ตามลำดับ ส่วนสาเหตุการตอบผิดมีการใช้เครื่องหมายผิดโดยเข้าใจว่าจำนวนที่มีเครื่องหมายต่างกันลบกันผลลัพธ์จะเป็นจำนวนเต็มลบหรือจำนวนเต็มบวกโดยไม่ใช้หลักการลบจำนวนเต็มเฉลี่ยร้อยละ 22.93 และ 33.98 ไม่เข้าใจหลักการลบจำนวนเต็มโดยยังนำนามบวกหรือลบกันตามเครื่องหมายที่เห็นเฉลี่ยร้อยละ 31.40 และ 14.73 มีความสะเพร่าในการคำนวณเฉลี่ยร้อยละ 4.39 และ 2.03 และเฉพาะการทอนแบบทดสอบชนิดเกิมนค่า คือการนำตัวเลขมาเป็นค่าทอนเฉลี่ยร้อยละ 1.45

จุดประสงค์ที่ 4 หาผลคูณของจำนวนเต็มบวกกับจำนวนเต็มลบได้ มี 3 ข้อ จากการทอนแบบทดสอบชนิดเลือกตอบและชนิดเกิมนค่า มีผู้ตอบถูกเฉลี่ยร้อยละ 68.78 และ 55.72 ตามลำดับ ส่วนค่าทอนผิดมีสาเหตุมาจากการใช้เครื่องหมายผิดโดยเข้าใจว่าจำนวนเต็มบวกคูณกับจำนวนเต็มลบผลลัพธ์เป็นจำนวนเต็มบวกเฉลี่ยร้อยละ 18.21 และ 14.82 สลับหลักของค่าทอนเฉลี่ยร้อยละ 2.37 และ 1.93 บวกผลคูณในบางหลักผิดเฉลี่ยร้อยละ 4.67 และ 4.32 มีความบกพร่องเกี่ยวกับการทดเฉลี่ยร้อยละ 2.93 และ 1.45 คูณตัวตั้งไม่ครบทุกหลัก เฉลี่ยร้อยละ 2.82 และ 1.13 มีความสะเพร่าในการคูณเฉลี่ยร้อยละ 1.13 และ 1.42 และใช้กระบวนการคูณผิดเฉพาะในการทอนแบบทดสอบชนิดเกิมนค่าเฉลี่ยร้อยละ 1.45

จุดประสงค์ที่ 5 หาผลลัพธ์ของการคูณจำนวนเต็มลบ 2 จำนวนที่กำหนดให้ได้ มีข้อสอบ 3 ข้อ จากการทอบแบบทดสอบชนิดเลือกตอบและชนิดเติมคำ มีผู้ตอบถูกเฉลี่ยร้อยละ 70.24 และ 63.77 ตามลำดับ ส่วนสาเหตุของคำตอบผิดมีใช้เครื่องหมายผิดโดยเข้าใจว่าจำนวนเต็มลบคูณกับจำนวนเต็มลบผลลัพธ์เป็นจำนวนเต็มลบเฉลี่ยร้อยละ 17.40 และ 14.28 บวคูณลบในบางหลักผิดเฉลี่ยร้อยละ 1.95 และ 1.93 มีความสับสนเกี่ยวกับการหาค่าเฉลี่ยร้อยละ 2.44 และ 1.77 คูณทั่วทั้งจากหน้าไปหลังเฉลี่ยร้อยละ 0.93 และ 0.31 นำมาหารกันแทนการคูณเฉลี่ยร้อยละ 0.81 และ 1.45 เข้าใจว่าจำนวนเต็มลบ 2 จำนวนที่มีค่าสัมบูรณ์เท่ากันคูณกับผลลัพธ์เท่ากับ 0 เฉลี่ยร้อยละ 2.44 และ 1.45 และที่ตอบผิดเฉพาะแบบทดสอบชนิดเติมคำ มีสลับหลักค่าตอบร้อยละ 2.42 นำเพียงหลักหน่วยของตัวคูณไปคูณทั่วทั้งร้อยละ 0.97

จุดประสงค์ที่ 6 หาผลลัพธ์โดยการใช้นิยามการหารได้ มีข้อสอบ 4 ข้อ จากการทอบแบบทดสอบชนิดเลือกตอบและชนิดเติมคำ มีผู้ตอบถูกเฉลี่ยร้อยละ 65.23 และ 65.58 ตามลำดับ คำตอบผิดมีสาเหตุมาจากการใช้เครื่องหมายผิดโดยเข้าใจว่าจำนวนเต็มที่มีเครื่องหมายต่างกันหารกันผลลัพธ์เป็นจำนวนเต็มบวก เฉลี่ยร้อยละ 19.15 และ 20.05 นำมาคูณกันแทนการหารเฉลี่ยร้อยละ 6.15 และ 2.90 เข้าใจว่าจำนวนเต็มที่มีเครื่องหมายต่างกันที่มีค่าสัมบูรณ์เท่ากันหารกันผลลัพธ์เป็น 0 เฉลี่ยร้อยละ 6.38 และ 5.31 นำตัวตั้งหรือตัวหารมาเป็นค่าตอบเฉลี่ยร้อยละ 3.41 และ 1.54 และเฉพาะการทอบแบบทดสอบชนิดเติมคำ นำมาบวกกันแทนการหารเฉลี่ยร้อยละ 2.90 มีความสับสนในการคำนวณเฉลี่ยร้อยละ 1.29

จุดประสงค์ที่ 7 หาผลบวกหรือผลคูณของจำนวนใดๆ กับ 0 ได้ มีข้อสอบ 3 ข้อ จากการทอบแบบทดสอบชนิดเลือกตอบและชนิดเติมคำ มีผู้ตอบถูกเฉลี่ยร้อยละ 47.64 และ 58.63 ตามลำดับ คำตอบผิดมีสาเหตุมาจากไม่เข้าใจค่าของ 0 โดยคิดว่ามี -0 ด้วย เฉลี่ยร้อยละ 29.11 และ 17.07 เข้าใจว่า 0 คูณกับจำนวนเต็มใดๆ ผลลัพธ์คือจำนวนนั้น เฉลี่ยร้อยละ 13.98 และ 17.23 เข้าใจว่า 0 คูณกับจำนวนเต็มใดๆ ผลลัพธ์คือจำนวนนั้น แต่มีเครื่องหมายตรงข้ามเฉลี่ยร้อยละ 7.48 และ 3.54 และที่ตอบผิดเฉพาะการทอบแบบทดสอบชนิดเลือกตอบ คือเข้าใจว่า 0 คูณกับจำนวนใดๆ ผลลัพธ์ คือ -1 เฉลี่ยร้อยละ 1.79

จุดประสงค์ที่ 8 หาผลคูณและผลหารของจำนวนเต็มใดๆ กับ 1 ได้ มีข้อสอบ 3 ข้อ จากการทอบแบบทดสอบชนิดเลือกตอบและชนิดเติมคำ มีผู้ตอบถูกเฉลี่ยร้อยละ 76.91 และ 81.32

ตามลำดับ ส่วนค่าคอมมิชชันมีสาเหตุมาจากการเข้าใจว่าจำนวนเต็มโคหุหารด้วย 1 ผลลัพธ์เท่ากับ 1 หรือ -1 เฉลี่ยร้อยละ 8.17 และ 3.70 เข้าใจว่าจำนวนเต็มโคหุหารด้วย 1 ผลลัพธ์เท่ากับ 0 เฉลี่ยร้อยละ 2.54 และ 1.69 เข้าใจว่าจำนวนเต็มโคหุหารด้วย 1 ผลลัพธ์คือจำนวนนั้นจะมีเครื่องหมายตรงข้ามเฉลี่ยร้อยละ 5.12 และ 11.92 เข้าใจว่าจำนวนเต็มโคหุคูณด้วย 1 ผลลัพธ์คือ 0 เฉลี่ยร้อยละ 2.44 และ 0.97 เข้าใจว่าจำนวนเต็มโคหุคูณด้วย 1 ผลลัพธ์คือ 1 หรือ -1 เฉลี่ยร้อยละ 4.55 และ 2.11 ตามลำดับ

จุดประสงค์ที่ 9 ใช้คุณสมบัติการสลับสำหรับการบวกและการคูณได้ถูกต้อง มีข้อสอบ 4 ข้อ จากการทอบแบบทดสอบชนิดเลือกตอบและชนิดเติมคำ มีผู้ตอบถูกเฉลี่ยร้อยละ 73.42 และ 60.51 ตามลำดับ ส่วนค่าคอมมิชชันมีสาเหตุมาจากการเข้าใจว่าเมื่อสลับข้างของเครื่องหมายเท่ากับแล้วจำนวนนั้นจะมีเครื่องหมายตรงข้าม เฉลี่ยร้อยละ 20.49 และ 28.68 นำตัวเลขข้างเดียวกับตัวแปรมาเป็นค่าตอบเฉลี่ยร้อยละ 1.10 และ 0.85 นำตัวเลขข้างเดียวกับตัวแปรมาเป็นค่าตอบแต่ให้มีเครื่องหมายตรงข้ามเฉลี่ยร้อยละ 3.05 และ 0.97 นำตัวเลขอีกข้างหนึ่งของตัวแปรมามากหรือลบกันเฉลี่ยร้อยละ 2.93 และ 1.45 และนำตัวเลขอีกข้างหนึ่งของตัวแปรมาหารกันซึ่งเป็นค่าตอบเฉพาะจากการทอบแบบทดสอบชนิดเติมคำเฉลี่ยร้อยละ 0.97

จุดประสงค์ที่ 10 ใช้คุณสมบัติการเปลี่ยนกลุ่มสำหรับการบวกและการคูณ มีข้อสอบ 3 ข้อ จากการทอบแบบทดสอบชนิดเลือกตอบและชนิดเติมคำ มีผู้ตอบถูกเฉลี่ยร้อยละ 91.55 และ 96.14 ตามลำดับ ค่าคอมมิชชันมีสาเหตุมาจากการเข้าใจว่าค่าคอมมิชชันจะต้องมีเครื่องหมายตรงข้ามเมื่ออยู่คนละข้างของเครื่องหมายเท่ากับ มีผู้ตอบเฉลี่ยร้อยละ 2.77 และ 0.97 นำจำนวนใดจำนวนหนึ่งที่มีเครื่องหมายตรงข้ามมาตอบเฉลี่ยร้อยละ 0.48 และ 0.32 นำจำนวนใดจำนวนหนึ่งมามากหรือลบกับอีกจำนวนหนึ่งเฉลี่ยร้อยละ 2.93 และ 1.45 ตามลำดับ

จุดประสงค์ที่ 11 ใช้คุณสมบัติของการแจกแจงจำนวนเต็มบวกได้อย่างถูกต้อง มีข้อสอบ 3 ข้อ จากการทอบแบบทดสอบชนิดเลือกตอบและชนิดเติมคำ มีผู้ตอบถูกเฉลี่ยร้อยละ 65.85 และ 67.47 ตามลำดับ ส่วนค่าคอมมิชชันมีสาเหตุมาจากนำจำนวนใดจำนวนหนึ่งมาเป็นค่าตอบเฉลี่ยร้อยละ 12.78 และ 22.06 ใช้เครื่องหมายตรงข้ามกับจำนวนที่ถูกต้องเฉลี่ยร้อยละ 4.63 และ 4.96 นำจำนวนหนึ่งบวกหรือลบด้วยอีกจำนวนหนึ่งเฉลี่ยร้อยละ 5.12 และ 2.0 และหาคอมมิชชันเฉพาะการทอบแบบทดสอบชนิดเติมคำโดยการนำตัวเลขในวงเล็บใดวงเล็บหนึ่งมามากเกินไปเฉลี่ยร้อยละ 1.93

จากประสพที่ 12 บอกค่าสัมบูรณ์ของจำนวนเต็มใดๆที่กำหนดให้ได้ มีข้อสอบ 3 ข้อ จากการทอบแบบทดสอบชนิดเลือกตอบและชนิดเติมคำ มีผู้ทอบถูกเฉลี่ยร้อยละ 47.97 และ 53.76 ตามลำดับ ค่าทอบชนิดมีสาเหตุมาจากเข้าใจว่าค่าสัมบูรณ์ของจำนวนเต็มใดๆคือ 0 เฉลี่ยร้อยละ 3.41 และ 0.97 เข้าใจว่าค่าสัมบูรณ์ของจำนวนเต็มใดๆคือ 1 หรือ -1 เฉลี่ยร้อยละ 3.41 และ 0.97 เข้าใจว่าค่าสัมบูรณ์ของจำนวนเต็มใดๆคือจำนวนนั้น โดยยังมีเครื่องหมายเกินเฉลี่ยร้อยละ 7.80 และ 7.73 เข้าใจว่าการบวกหรือคูณค่าสัมบูรณ์คือการบวกหรือคูณจำนวนนั้น ตามเครื่องหมาย เฉลี่ยร้อยละ 24.07 และ 22.54 มีความสับสนในการอ่านคำสั่งโจทย์เฉลี่ยร้อยละ 12.20 และ 11.92 และเป็นการนำโจทย์ทั่วไปที่หนึ่งมาเป็นคำทอบเฉพาะการทอบแบบทดสอบชนิดเติมคำ เฉลี่ยร้อยละ 1.94

การอภิปรายผล

1. การเปรียบเทียบชี้ให้เห็นการวินิจฉัยระหว่างแบบทดสอบชนิดเลือกตอบและชนิดเติมคำ วิชาคณิตศาสตร์ เรื่องระบบจำนวนเต็ม พบว่าค่าเฉลี่ยของดัชนีชี้ของทฤษฎีของนักเรียนในการทอบแบบทดสอบชนิดเลือกตอบกับชนิดเติมคำแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ หมายความว่าดัชนีชี้ของทฤษฎีที่ได้จากแบบแผนการทอบของนักเรียนในการทอบแบบทดสอบชนิดเลือกตอบกับชนิดเติมคำไม่แตกต่างกันซึ่งไม่เป็นไปตามสมมติฐานในการวิจัยที่ว่าดัชนีการวินิจฉัยระหว่างแบบทดสอบชนิดเลือกตอบกับชนิดเติมคำมีค่าแตกต่างกัน แต่สอดคล้องกับการศึกษาของบิเรนบอมและ ทาซซูกะ (Birenbaum and Tatsuka, 1987 : 385-395) ซึ่งได้ศึกษาเปรียบเทียบแบบทดสอบชนิดเลือกตอบและชนิดเติมคำที่ใช้ในการวินิจฉัยวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องการบวกเศษส่วน และพบว่าดัชนีการวินิจฉัยของนักเรียนในกลุ่มตัวอย่างในการทอบแบบทดสอบชนิดเลือกตอบและชนิดเติมคำไม่แตกต่างกัน

2. การศึกษาความเหมาะสมในการใช้แบบทดสอบระหว่างชนิดเลือกตอบกับชนิดเติมคำ จากการศึกษาพบว่าในการพิจารณาจากค่าอำนาจจำแนกและค่าความยากง่ายของข้อสอบโดยพิจารณาจากค่าที่คำนวณตามทฤษฎีการทอบข้อคำถามโดยใช้คอมพิวเตอร์ โปรแกรมไลจัสติกพารามิเตอร์ 3 ตัว นั้น แบบทดสอบชนิดเลือกตอบมีค่าอำนาจจำแนกที่มีอำนาจจำแนกได้คือ 39 ข้อ ส่วนแบบทดสอบชนิดเติมคำมีค่าอำนาจจำแนกที่มีอำนาจจำแนกได้คือเพียง 36 ข้อ จากข้อสอบฉบับละ 40 ข้อ จึงเห็น

ได้ว่าแบบทดสอบชนิดเลือกตอบมีจำนวนข้อที่มีอำนาจจำแนกได้มากกว่าแบบทดสอบชนิดเติมคำ ส่วนข้อสอบที่มีอำนาจจำแนกไม่คตินั้น แบบทดสอบชนิดเลือกตอบได้แก่ข้อ 38 และแบบทดสอบชนิดเติมคำได้แก่ข้อ 33, 36, 39 และ 40 ค่าความยากง่ายของข้อสอบจากแบบทดสอบชนิดเลือกตอบมีข้อสอบที่มีค่าความยากง่ายพอเหมาะจำนวน 36 ข้อ ส่วนแบบทดสอบชนิดเติมคำมีข้อสอบที่มีค่าความยากง่ายพอเหมาะจำนวน 35 ข้อ ข้อสอบที่มีค่าความยากง่ายไม่คตินั้นของแบบทดสอบชนิดเลือกตอบคือข้อ 28, 36, 39 และ 40 แบบทดสอบชนิดเติมคำที่มีค่าความยากง่ายไม่คตินั้นคือข้อ 28, 33, 34, 36 และ 40 ซึ่งจะเห็นได้ว่าข้อสอบจากแบบทดสอบทั้ง 2 ฉบับ จะมีข้อสอบที่มีความยากง่ายไม่คตินั้นน้อยอยู่ 3 ข้อ คือข้อ 28, 36 และ 40 ดังนั้นจึงสรุปได้ว่าเมื่อพิจารณาจากค่าความยากง่ายของข้อสอบแล้วจะเห็นว่าแบบทดสอบทั้ง 2 ฉบับ มีคุณภาพใกล้เคียงกัน ในการพิจารณาจากค่าดัชนีบ่งชี้ของหาเหตุโฮกะของนักเรียนเป็นรายบุคคลพบว่านักเรียนในกลุ่มตัวอย่างที่ทำแบบทดสอบชนิดเลือกตอบจำนวน 205 คน มี 47 คน คิดเป็นร้อยละ 22.93 ที่มีค่าดัชนีบ่งชี้ของหาเหตุโฮกะเกินกว่าเกณฑ์และนักเรียนในกลุ่มตัวอย่างที่ทำแบบทดสอบชนิดเติมคำจำนวน 207 คน มีนักเรียนที่มีค่าดัชนีบ่งชี้ของหาเหตุโฮกะเกินกว่าเกณฑ์ 27 คน คิดเป็นร้อยละ 13.04 จึงจะเห็นได้ว่านักเรียนกลุ่มที่ทำแบบทดสอบชนิดเลือกตอบจะมีจำนวนนักเรียนที่มีค่าดัชนีบ่งชี้ของหาเหตุโฮกะเกินกว่าเกณฑ์หรือเป็นผู้ที่มีความบกพร่องในแบบแผนการตอบมากกว่านักเรียนในกลุ่มที่ทำแบบทดสอบชนิดเติมคำ ซึ่งการที่แบบทดสอบชนิดเลือกตอบมีจำนวนผู้ที่มีความบกพร่องในแบบแผนการตอบมากกว่าแบบทดสอบชนิดเติมคำ เพราะว่าแบบทดสอบชนิดเลือกตอบมีค่าตอบให้นักเรียนเลือกตอบอยู่แล้วนักเรียนจึงอาจเผลอค่าตอบจากตัวเลือกนั้นๆ โดยไม่ได้คิดหาค่าตอบเอง เหมือนกับการทำแบบทดสอบชนิดเติมคำ ดังนั้นนักเรียนที่ทำแบบทดสอบชนิดเลือกตอบจึงมีความบกพร่องในแบบแผนการตอบมากกว่านักเรียนที่ตอบแบบทดสอบชนิดเติมคำ

ตามหลักการเขียนข้อเลือกในแบบทดสอบชนิดเลือกตอบนั้น มีหลักว่าตัวลวงที่ควรมาจากค่าตอบคตินั้นของผู้สอบที่ตอบในแบบทดสอบชนิดเติมคำ ดังนั้นจะเห็นว่าแบบทดสอบทั้ง 2 ชนิดสามารถใช้แทนกันได้ในการที่จะศึกษาความบกพร่องของผู้สอบ ทั้งกันแต่เพียงว่าแบบทดสอบชนิดเลือกตอบให้ผู้สอบเลือกค่าตอบจากที่กำหนดให้และแบบทดสอบชนิดเติมคำให้ผู้สอบคิดหาค่าตอบเอง ซึ่งในวิชาคณิตศาสตร์นั้นความปกติของผู้สอบก็ต้องคิดหาค่าตอบออกมาเองหรือคำนวณหาค่าตอบเองไม่ใช่แค่เลือกจากตัวเลือกเท่านั้น

3. การศึกษาข้อบกพร่องในการทอบแบบทดสอบวินิจัยวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องระบบจำนวนเต็ม จากการศึกษาพบว่าจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมที่นักเรียนบกพร่องมากที่สุด คือจุดประสงค์ที่ 3 หาผลลบ โดยใช้หลักการลบจำนวนเต็มได้ โดยมีผู้ตอบถูกต้องจากแบบทดสอบชนิดเลือกตอบและชนิดเติมคำตอบเพียงร้อยละ 38.53 และ 39.94 ตามลำดับ จุดประสงค์ที่บกพร่องรองลงมา คือจุดประสงค์ที่ 2 หาผลบวกของจำนวนเต็มลบกับจำนวนเต็มบวกได้ โดยมีผู้ตอบถูกต้องจากการทอบแบบทดสอบชนิดเลือกตอบและชนิดเติมคำตอบร้อยละ 46.83 และ 44.54 นอกจากนี้นักเรียนยังบกพร่องมากในจุดประสงค์ที่ 1 หาผลบวกของจำนวนเต็มลบได้ จุดประสงค์ที่ 7 หาผลบวกและผลคูณของจำนวนเต็มใดๆกับ 0 ได้ และจุดประสงค์ที่ 12 บอกค่าสัมบูรณ์ของจำนวนเต็มใดๆที่กำหนดให้ได้ ส่วนจุดประสงค์ที่นักเรียนบกพร่องน้อยที่สุด คือจุดประสงค์ที่ 9 การใช้คุณสมบัติการสลับที่สำหรับการบวกและการคูณ จุดประสงค์ที่ 10 ใช้คุณสมบัติการเปลี่ยนกลุ่มสำหรับการบวกและการคูณ และจุดประสงค์ที่ 11 การใช้คุณสมบัติการแจกแจงจำนวนเต็มบวก โดยเฉพาะจุดประสงค์ที่ 10 มีนักเรียนตอบผิดเฉลี่ยเพียงร้อยละ 8.45 และ 3.86 จากการทอบแบบทดสอบชนิดเลือกตอบและชนิดเติมคำตอบตามลำดับ ส่วนสาเหตุของการตอบผิดที่มีปรากฏอยู่ในทุกจุดประสงค์ ก็คือการใช้เครื่องหมายผิด การไม่เข้าใจหลักและวิธีการในแต่ละเนื้อหา ความบกพร่องในการทดและความสับสนในการคำนวณ ดังนั้นจึงกล่าวได้ว่าในการสอนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องระบบจำนวนเต็ม ในชั้นม.2 ผู้สอนจึงควรเน้นในเรื่องการใช้เครื่องหมายให้ถูกต้อง การใช้หลักและวิธีการต่างๆในการคำนวณและควรย้ำถึงความรอบคอบในการคิดคำนวณ การอ่านคำสั่งโจทย์ ในทำนเนื้อหาควรเน้นเรื่องการบวกและลบจำนวนเต็ม คุณสมบัติของศูนย์ และเรื่องค่าสัมบูรณ์ ส่วนเรื่องคุณสมบัติต่างๆของจำนวนเต็มไม่จำเป็นต้องเน้นมากนัก

ข้อเสนอแนะ

1. เนื่องจากการวินิจัยข้อบกพร่องในแบบแผนการทอบของนักเรียนโดยการใช้ดัชนีบ่งชี้ของหาทฤษฎีจะเป็นการหาค่าดัชนีโดยการใช้ทฤษฎีการทอบข้อคำถาม ดังนั้นน่าจะมีการศึกษาเปรียบเทียบดัชนีการวินิจัยโดยการใช้ดัชนีบ่งชี้ของหาทฤษฎีเกี่ยวกับดัชนีการวินิจัยที่หาค่าของดัชนีโดยการใช้ทฤษฎีเชิงเกม เช่นดัชนีของฮาโกบียง

2. ควรมีการวินิจัยความบกพร่องในแบบแผนการทอบของนักเรียนในเนื้อหาอื่นหรือวิชาอื่นบ้าง

גזר חקירות

บรรณานุกรม

- ชวาล แพทย์กุล. การทดสอบเพื่อคนและพัฒนาสมรรถภาพ. กรุงเทพฯ : สำนักทดสอบทางการศึกษาและจิตวิทยา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2517.
- . เทคนิคการวัดผล. พิมพ์ครั้งที่ 6. กรุงเทพฯ : วัฒนาพานิช, 2518.
- . "ประเภทของเครื่องมือการประเมินผลการศึกษา," พัฒนาการวัดผล. สำนักทดสอบทางการศึกษาและจิตวิทยา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 30 - 65 ; 2509.
- เจดศักดิ์ ไชวาณิช. "การใช้ผลการสอบ," การวัดผลการศึกษา. 4(1) . 55 - 66 ; พฤษภาคม - สิงหาคม 2525.
- ทองหล่อ วิภาวดี. "ข้อสอบวินิจฉัย," พัฒนาการวัดผล 14. สำนักทดสอบทางการศึกษาและจิตวิทยา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 49 - 52 ; 2521.
- นันทฤดี จงพูนะ. คู่มือการศึกษาลักษณะการสอบ. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ : มิตรสยาม, 2516.
- บันลือ พงษ์วัน. การประเมินผล. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ : ไทยวัฒนาพานิช, 2522.
- ประสิทธิ์ เรืองตระกูล. การใช้โมเดลโลจิสติกเพื่อพัฒนาแบบทดสอบวินิจฉัยวิชาคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. วิทยานิพนธ์ ค.ม. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2529. อังสาเนา.
- ไพฑูริย์ จิตรโก. การใช้แบบทดสอบแบบเลือกตอบชนิดต่างๆและแบบเติมคำวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นป.4 และป.7 ของโรงเรียนสังกัดเทศบาลนครธนบุรี. วิทยานิพนธ์ ค.ม. กรุงเทพฯ : วิทยาลัยวิชาการศึกษา ประสานมิตร , 2514. อังสาเนา.
- ไพศาล หวังพานิช. "ข้อสอบแบบความเรียง," วัดผลการศึกษา. 6(18) . 89 - 97 ; มกราคม - เมษายน 2528.

มหาวิทยาลัย, ทบวงและสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ. "ลักษณะสำคัญของแบบทดสอบ,"

ใน การประชุมทางวิชาการครั้งที่ 1 เรื่องการทดสอบผลสัมฤทธิ์. 26 กุมภาพันธ์ -
2 มีนาคม 2516. หน้า 26 - 27.

ลวน สายยศและอังคณา สายยศ. หลักการวิจัยทางการศึกษา. กรุงเทพฯ : ศึกษาพร, 2528.

วรรณที ชุมหุขนิยานนท์. การสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องโพลิโนเมียล สำหรับ
นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในเขตท้องที่การศึกษา 4 กรุงเทพมหานคร. ปรินิพนธ์
กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2524. อักสำเนา.

ศึกษานิเทศก์, หน่วย กรมสามัญศึกษา. คู่มือการสอบคณิตศาสตร์รายวิชา ค. 203 ชั้นมัธยมศึกษา
ปีที่ 2. กรุงเทพฯ : จงเจริญการพิมพ์, 2523.

ศุภชัย เอื้ออิสระวิมล. การศึกษาลของการใช้แบบทดสอบแบบเลือกตอบ แบบเติมคำและแบบถูกผิด
วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ชั้นป.7. ปรินิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ :
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2519. อักสำเนา.

สงบ ลักษณะ. "การตรวจสอบความเที่ยงตรงของแบบทดสอบอิงเกณฑ์," วิทยการศึกษ. 1(3) .
36 - 45 ; มกราคม - เมษายน 2523.

สมศักดิ์ สินธุระเวชญ์. การประเมินผลแบบอิงกลุ่มและอิงเกณฑ์. สำนักทดสอบกรมวิชาการ
กระทรวงศึกษาธิการ , 2522.

สุชุม มูลเมือง. การสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยข้อบกพร่องในการเรียนทศนิยมสำหรับนักเรียนชั้น ม.1
ในเขตจังหวัดนครพนม. ปรินิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
ประสานมิตร, 2523. อักสำเนา.

สุธรรม จันทร์หอม. การศึกษาลการใช้แบบทดสอบแบบถูกผิด แบบเลือกตอบและแบบเติมคำวัดผล
สัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ชั้น ป.7. ปรินิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ :
วิทยาลัยวิชาการศึกษา ประสานมิตร, 2513. อักสำเนา.

สุนันท์ ศลโกสม. การวิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์วิชาภาษาไทยชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ด้วยทฤษฎีการทดสอบ
กึ่งเดิม ศักยภาพของชาวไท และทฤษฎีการตอบสนองของข้อสอบ. ปรินซ์นิพนธ์ กศ.ก.

กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2530. อักสาเนา.

สุนันทา จันทลา. การสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยในการเรียนเรื่อง บวก ลบ คูณ สำหรับนักเรียน
ชั้น ป.3 จังหวัดอ่างทอง. ปรินซ์นิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทร-
วิโรฒ ประสานมิตร, 2524. อักสาเนา.

อนันต์ ศรีโสภา. การพัฒนาการทดสอบ. กรุงเทพฯ : จุฬารัตนการพิมพ์, 2515.

----- การวัดและประเมินผลการศึกษา. กรุงเทพฯ : ไทยวัฒนาพานิช, 2520.

อุไรวรรณ หัตถบุตร. การสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยความบกพร่องในการเรียนเรื่องเศษส่วน สำหรับ
นักเรียนชั้น ม.1 ในจังหวัดนครสวรรค์. ปรินซ์นิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัย
ศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2523. อักสาเนา.

Adams, Georgia S. and Theodore L. Torgerson. Measurement and
Evaluation for the Secondary School Teacher. New York: Boyden
Press, 1957.

Ahmann, Stanley J. and Marwin D. Glock. Measuring and Evaluating
Educational Achievement. 2nd.ed. Boston: Allyn and Bacon, 1975.

Birenbaum, Menucha and Kikumi K. Tatsnoka. "Opened-Ended Vursus
Multiple-choice Response Formats. It Does Make a Difference
Diagnostic Purpose," Applied Psychological Measurement. 11(4) :
385 - 395 ; December 1987.

Bloom, Benjamin S. Evaluation to Improve Learning. New York :
McGrawhill Book Company, 1981.

Boyden, Joanne Marie. "Construction of Diagnostic Test in Verbal
Arithmetic Problem Solving at the Fifth Grade Level,"
Dissertation Abstracts International. 1504 - A, 31; October 1970.

Brennan, R.L. "A Generalized Upper- Lower Item Discrimination Index,"
Educational and Psychological Measurement. 32: 289 - 303; 1972.

Brown, John S. and Richard B. Furtow. "Diagnostic Models for Procedural
Bugs in Basic Mathematical Skills," Cognitive Science. 2; 155 -
192; 1972.

- Ebel, Robert L. Measuring Educational Achievement. New Jersey : Prentice-Hall Inc., 1965.
- Gropper, George L. "A Technology for Developing Instruction Materials," Develop Diagnostic and Evaluation Test Research in Education. 3(9) : 145; October 1974.
- Hambleton, R.K. "Criterion-Referenced Testing and Measurement. A Review of Technical Issues and Development," Review of Educational Research. 48(1) : 1 - 49; Winter-Fall 1978.
- Helm, A.W. and K.P. Watts. "An Experiment on Multiple-Choice versus Opened-Ended Answering in a Vocabulary Test," British Journal of Educational Psychology. 37: 339 - 346 ; 1967.
- Jean, Bosland Viva. "Diagnostic Assessment of Addition Processes with Identification and Remediation of Error Pattern," Dissertation Abstracts International. 38 : 4636 - A ; February 1978.
- Klein, Mary F. and others. "Logical Error Analysis and Construction of Test to Diagnose Student "Bugs" in Addition and Subtraction of Fractions," RIE. 17(6) : 138 ; June 1982.
- Lindquist, Evert F. Educational Measurement. Washington D.C. : American Council on Education, 1966.
- Lord, F.M. and M.R. Novick. Statistical Theories of Mental Test Scores. Massachusetts; Addison Wesley Publishing Company, Inc., 1968.
- Mosier, Charles I. and others. "Suggestion for the Construction of Multiple-Choice Test," Educational and Psychological Measurement. 5 : 261 - 271 ; Autumn 1945.
- Noll, Victor H. Introduction to Educational Measurement. Boston : Houghton Mifflin, 1957.
- Powell, J.C. "The Interpretation of Wrong Answer From Multiple-Choice Item," Educational and Psychological Measurement. 28 : 403 - 412 ; Summer 1968.
- Remmers, H.H. and N.L. Gage. Educational Measurement and Evaluation. New York : Harper and Brother Publishers, 1955.
- Ross, C.C. Measurement in Today's School. New Jersey : Prentice-Hall Inc., 1955.
- Singha, H.S. Modern Educational Testing. New Delhi : Sterling Publishing, 1974.
- Tatsuoka, K.K. "Caution Indices Based On Item Response Theory," Psychometrika. 49 : 95 - 116 ; 1984.

Tatsuoka, E.K. "Diagnosing Cognitive Errors: Statistical Pattern Classification and Recognition Approach," RME, 21(3): 160; March 1986.

_____. "Rule Space: An Approach for Dealing with Misconceptions Based on Item Response Theory," Journal of Educational Measurement, 20(4): 345 - 357 ; 1983.

Tatsuoka, E.K. and E.K. Tatsuoka. "Diagnosis of Cognitive Errors by Statistical Pattern Recognition Method," RME, 21(12) : 165; December 1986.

Thorndike, Robert L. Educational Measurement. New York: The Grant Foundation, 1961.

ពាក្យស្នើសុំ

ภาคผนวก ก

ตาราง 11 ค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบรายข้อกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมที่ทองการวัด
ของแบบทดสอบ

ตาราง 11 ค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบรายข้อกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม (IOC)

ข้อที่	IOC	ข้อที่	IOC
1	1.00	21	1.00
2	1.00	22	1.00
3	1.00	23	1.00
4	1.00	24	1.00
5	1.00	25	1.00
6	1.00	26	1.00
7	1.00	27	1.00
8	1.00	28	1.00
9	1.00	29	1.00
10	1.00	30	1.00
11	1.00	31	1.00
12	1.00	32	1.00
13	1.00	33	1.00
14	1.00	34	1.00
15	1.00	35	1.00
16	1.00	36	1.00
17	1.00	37	1.00
18	1.00	38	1.00
19	1.00	39	1.00
20	1.00	40	1.00

ตาราง 11 (ต่อ)

ข้อที่	IOC	ข้อที่	IOC
41	1.00	56	1.00
42	1.00	57	1.00
43	1.00	58	1.00
44	1.00	59	1.00
45	1.00	60	1.00
46	1.00	61	1.00
47	1.00	62	1.00
48	1.00	63	1.00
49	1.00	64	1.00
50	1.00	65	1.00
51	1.00	66	1.00
52	1.00	67	1.00
53	1.00	68	1.00
54	1.00	69	1.00
55	1.00	70	1.00

ภาคผนวก ข.

ตาราง 12 การคัดเลือกข้อสอบจากการทดสอบครั้งที่ 2

ตาราง 12 การคัดเลือกข้อสอบจากการทดสอบครั้งที่ 2

จุดประสงค์	ข้อ	P	B	หมายเหตุ
3	1	.60	.35	คัดเลือกไว้
2	2	.65	.52	คัดเลือกไว้
2	3	.61	.55	คัดเลือกไว้
1	4	.64	.54	คัดออก
7	5	.82	.21	คัดออก
3	6	.51	.58	คัดเลือกไว้
3	7	.54	.46	คัดออก
3	8	.40	.46	คัดออก
3	9	.54	.37	คัดเลือกไว้
2	10	.79	.27	คัดออก
2	11	.68	.53	คัดเลือกไว้
1	12	.60	.54	คัดออก
2	13	.62	.53	คัดออก
3	14	.46	.51	คัดออก
3	15	.38	.53	คัดออก
1	16	.71	.27	คัดเลือกไว้
1	17	.64	.49	คัดเลือกไว้
2	18	.64	.51	คัดเลือกไว้
2	19	.64	.54	คัดเลือกไว้
1	20	.71	.33	คัดเลือกไว้
1	21	.53	.47	คัดออก

ตาราง 12 (ต่อ)

จุดประสงค์	ข้อ	P	B	หมายเหตุ
5	22	.83	.28	คัดออก
6	23	.86	.17	คัดออก
5	24	.89	.18	คัดออก
4	25	.87	.19	คัดออก
8	26	.77	.31	คัดเลือกไว้
6	27	.75	.32	คัดเลือกไว้
4	28	.81	.30	คัดเลือกไว้
5	29	.88	.13	คัดออก
4	30	.86	.16	คัดออก
4	31	.84	.22	คัดออก
6	32	.85	.23	คัดออก
5	33	.81	.26	คัดเลือกไว้
6	34	.82	.23	คัดเลือกไว้
4	35	.78	.31	คัดเลือกไว้
6	36	.86	.21	คัดเลือกไว้
6	37	.85	.23	คัดออก
5	38	.80	.25	คัดเลือกไว้
7	39	.69	.43	คัดเลือกไว้
5	40	.80	.30	คัดเลือกไว้
7	41	.76	.35	คัดเลือกไว้
6	42	.77	.27	คัดเลือกไว้

ตาราง 12 (ต่อ)

จุดประสงค์	ข้อ	P	B	หมายเหตุ
6	43	.71	.39	คัดเลือกไว้
4	44	.84	.23	คัดออก
4	45	.78	.34	คัดเลือกไว้
7	46	.72	.38	คัดเลือกไว้
5	47	.91	.10	คัดออก
8	48	.96	.06	คัดออก
8	49	.94	.11	คัดออก
8	50	.82	.29	คัดออก
9	51	.90	.12	คัดออก
11	52	.90	.10	คัดออก
10	53	.93	.08	คัดเลือกไว้
11	54	.75	.32	คัดเลือกไว้
11	55	.58	.47	คัดเลือกไว้
9	56	.73	.44	คัดเลือกไว้
11	57	.22	.18	คัดออก
9	58	.76	.31	คัดเลือกไว้
10	59	.94	.09	คัดออก
11	60	.85	.22	คัดออก
11	61	.71	.48	คัดเลือกไว้
10	62	.92	.14	คัดเลือกไว้
9	63	.79	.35	คัดเลือกไว้

ตาราง 12 (ต่อ)

จุดประสงค์	ข้อ	P	B	หมายเหตุ
10	64	.92	.14	คัดเลือกไว้
9	65	.78	.39	คัดเลือกไว้
12	66	.88	.17	คัดเลือกไว้
12	67	.50	.40	คัดออก
12	68	.78	.25	คัดออก
12	69	.50	.46	คัดเลือกไว้
12	70	.54	.38	คัดเลือกไว้

ภาคผนวก ค.

ตาราง 13 ค่าความยากง่ายของข้อสอบซึ่งหาโดยสูตรอย่างง่ายและค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบ
ซึ่งหาโดยใช้สูตรของเบรนนาน

ตาราง 13 ค่าความยากและค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบรายข้อ

จุดประสงค์	ข้อ	P	B	จุดประสงค์	ข้อ	P	B
1	7	.71	.27	7	20	.69	.43
	8	.64	.49		22	.76	.35
	11	.71	.33		26	.72	.38
2	2	.65	.52	8	12	.77	.31
	3	.61	.55		18	.88	.21
	6	.68	.53		27	.82	.29
	9	.64	.51	9	31	.71	.44
	10	.64	.54		32	.76	.31
3	1	.60	.35		35	.79	.35
	4	.52	.58	10	37	.78	.39
	5	.54	.35		28	.93	.08
4	14	.81	.30	11	34	.92	.14
	17	.78	.31		36	.92	.14
	25	.78	.34	12	29	.75	.32
5	15	.81	.26		30	.58	.47
	19	.80	.25		33	.71	.48
	21	.81	.30	12	38	.88	.17
6	13	.75	.32		39	.54	.38
	16	.82	.23		40	.50	.46
	23	.77	.27				
	24	.76	.39				

ภาคผนวก ง.

แบบทดสอบวินิจฉัยวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องระบบจำนวนเต็ม ชนิดเลือกตอบ
และชนิดเติมคำ

แบบทดสอบวิชาคณิตศาสตร์ ชั้น ม.2 (ค.203) เรื่องระบบจำนวนเต็ม

คำชี้แจง

1. แบบทดสอบฉบับนี้เป็นแบบทดสอบชนิดเลือกตอบ 5 ตัวเลือก จำนวน 40 ข้อ เวลา 40 นาที
 2. ให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุด จากข้อ ก ข ค ง หรือ จ เพียงข้อเดียว แล้วเขียนเครื่องหมาย $\times$ ลงในช่องสี่เหลี่ยมใต้ตัวอักษรที่เป็นคำตอบที่ถูกต้องลงในกระดาษคำตอบ
- ตัวอย่าง (0) $23 + (-6) = ?$

ก. -15

ข. 17

ค. -17

ง. 29

จ. -29

จากตัวอย่าง ถ้านักเรียนเห็นว่า คำตอบที่ถูกต้องที่สุด คือ ข้อ จ นักเรียนก็จะไป $\times$ ลงใต้ตัวอักษรในกระดาษคำตอบดังนี้

ข้อ	ก	ข	ค	ง	จ
(0)					$\times$

3. ถ้านักเรียนต้องการเปลี่ยนคำตอบจาก จ เป็น ข ให้ทำดังนี้

ข้อ	ก	ข	ค	ง	จ
(0)		$\times$			~~$\times$~~

4. ถ้านักเรียนพบข้อยากให้ข้ามไปทำข้ออื่นก่อน เมื่อมีเวลาจึงย้อนกลับมาทำใหม่
5. อย่าซีด เขียน หรือทำเครื่องหมายอื่นใดลงในแบบทดสอบ

ขอขอบคุณนักเรียนทุกคน

1. $(-15) - (-9) = ?$

n. -4

п. -6

к. 6

д. -24

г. 24

5. $11 - 101 = ?$

n. 90

п. -90

к. 91

д. -91

г. 112

2. $(-9) + 24 + (-14) = ?$

n. 1

п. -1

к. 29

д. 47

г. -47

6. $72 + (-24) = ?$

n. 48

п. -48

к. 52

д. 96

г. -96

3. $11 + (-59) + 7 = ?$

n. -41

п. 41

к. -55

д. -77

г. 77

7. $(-17) + (-6) + (-18) = ?$

n. 5

п. -5

к. -7

д. -41

г. 41

4. $12 - (-35) = ?$

n. -13

п. 23

к. -23

д. 47

г. -47

8. $(-48) + (-26) = ?$

n. 22

п. -22

к. 54

д. 74

г. -74

9. $(-16) + 4 = ?$

а. -10

б. -12

в. 12

г. 20

д. -20

10. $12 + (-3) + 6 = ?$

а. 21

б. -21

в. 15

г. -15

д. -3

11. $(-21) + (-13) + (-59) = ?$

а. -25

б. -51

в. -92

г. 93

д. -93

12. $(-48) \div 1 = ?$

а. 0

б. 1

в. -1

г. 48

д. -48

13. $72 \div (-8) = ?$

а. 0

б. -6

в. 9

г. -9

д. -576

14. $(-15) \times 31 = ?$

а. 465

б. -465

в. -456

г. -415

д. -365

15. $(-18) \times (-21) = ?$

а. 278

б. 368

в. -376

г. 378

д. -378

16. $(-91) \div 7 = ?$

а. 13

б. -13

в. 30

г. 63

д. 637

17. $19 \times (-13) = ?$

A. -147

B. 241

C. 247

D. -247

E. -248

21. $(-14) \times (-14) = ?$

A. 0

B. -186

C. 196

D. -196

E. 616

18. $78 \div 1 = ?$

A. 0

B. 1

C. -1

D. 78

E. -78

22. $(-43) \times 0 = ?$

A. 0

B. -0

C. -1

D. -43

E. 43

19. $(-39) \times (-4) = ?$

A. 9

B. 156

C. -156

D. 166

E. -166

23. $28 \div (-4) = ?$

A. -7

B. 7

C. 92

D. 112

E. -112

20. $(-39) \times 0 = ?$

A. -0

B. 0

C. -1

D. -39

E. 39

24. $(-35) \div 35 = ?$

A. 0

B. -0

C. 1

D. -1

E. -35

25. $(-12) \times (-3) \times 6 = ?$

n. 96

u. -96

n. 126

v. 216

z. -216

26. $0 \times (-512) = ?$

n. 0

u. -0

n. -1

v. 512

z. -512

27. $(-1) \times 1 = ?$

n. 0

u. -0

n. 1

v. -1

z. 10

28. $(8 \times 32) \times ? = 8 \times (32 \times 12)$

n. 32

u. -12

n. 12

v. 8

z. -8

29. $6 \times (11 + 7) = (6 \times 11) + (? \times 7)$

n. 1

u. -6

n. 6

v. 7

z. 11

30. $(? + 18) \times 20 = (18 \times 20) + (18 \times 20)$

n. 18

u. 20

n. 36

v. 38

z. 40

31. $56 \times ? = 72 \times 56$

n. 128

u. -72

n. 72

v. 56

z. -56

32. $18 \times 9 = ? \times 18$

n. 9

u. -9

n. -18

v. 18

z. 27

$$33. (23 - ?) \times 4 = (23 \times 4) - \quad 37. 27 \times 14 = 14 \times ?$$

$$(6 \times 4)$$

$$\text{ก. } 6$$

$$\text{ข. } -6$$

$$\text{ค. } 10$$

$$\text{ง. } 23$$

$$\text{จ. } 4$$

$$34. (? + 19) + 30 = 20 +$$

$$(19 + 30)$$

$$\text{ก. } 20$$

$$\text{ข. } -20$$

$$\text{ค. } 10$$

$$\text{ง. } 19$$

$$\text{จ. } 30$$

$$35. 12 \times 55 = 55 \times ?$$

$$\text{ก. } 12$$

$$\text{ข. } -12$$

$$\text{ค. } 55$$

$$\text{ง. } -55$$

$$\text{จ. } 67$$

$$36. 4 \times (? \times 56) = (4 \times 13) \times 56$$

$$\text{ก. } 4$$

$$\text{ข. } -13$$

$$\text{ค. } 13$$

$$\text{ง. } 52$$

$$\text{จ. } 56$$

$$\text{ก. } -14$$

$$\text{ข. } 14$$

$$\text{ค. } -27$$

$$\text{ง. } 27$$

$$\text{จ. } 28$$

$$38. \text{ค่าสัมบูรณ์ของ } -5 \text{ มีค่าเท่าไร}$$

$$\text{ก. } 0$$

$$\text{ข. } 1$$

$$\text{ค. } -1$$

$$\text{ง. } 5$$

$$\text{จ. } -5$$

$$39. \text{นำค่าสัมบูรณ์ของ } -4 \text{ คูณกับค่าสัมบูรณ์ของ } 14 \text{ เท่ากับเท่าไร}$$

$$\text{ก. } 10$$

$$\text{ข. } -10$$

$$\text{ค. } 18$$

$$\text{ง. } 56$$

$$\text{จ. } -56$$

$$40. \text{นำค่าสัมบูรณ์ของ } 5 \text{ และค่าสัมบูรณ์ของ } -6 \text{ มาบวกกันได้เท่าไร}$$

$$\text{ก. } 1$$

$$\text{ข. } -1$$

$$\text{ค. } 11$$

$$\text{ง. } -11$$

$$\text{จ. } -30$$

แบบทดสอบวิชาคณิตศาสตร์ ชั้น ม. 2 (ต. 203) เรื่องระบบจำนวนเต็ม

คำชี้แจง ให้นักเรียนหาคำตอบที่ถูกต้องที่สุดในแต่ละข้อเติมลงใน จำนวน 40 ข้อ 40 นาที

1. $(-15) - (-9) =$
2. $(-9) + 24 + (-14) =$
3. $11 + (-59) + 7 =$
4. $12 - (-35) =$
5. $11 - 101 =$
6. $72 + (-24) =$
7. $(-17) + (-6) + (-18) =$
8. $(-48) + (-26) =$
9. $(-16) + 4 =$
10. $12 + (-3) + 6 =$
11. $(-21) + (-13) + (-59) =$
12. $(-48) \div 1 =$
13. $72 \div (-8) =$
14. $(-15) \times 31 =$
15. $(-18) \times (-21) =$
16. $(-91) \div 7 =$
17. $19 \times (-13) =$
18. $78 \div 1 =$
19. $(-39) \times (-4) =$
20. $(-39) \times 0 =$
21. $(-14) \times (-14) =$
22. $(-43) \times 0 =$
23. $28 \div (-4) =$

24. $(-35) \div 35 = \square$
25. $(-12) \times (-3) \times 6 = \square$
26. $0 \times (-512) = \square$
27. $(-1) \times 1 = \square$
28. $(8 \times 32) \times \square = 8 \times (32 \times 12)$
29. $6 \times (11 + 7) = (6 \times 11) + (\square \times 7)$
30. $(\square + 18) \times 20 = (18 \times 20) + (18 \times 20)$
31. $56 \times \square = 72 \times 56$
32. $18 \times 9 = \square \times 18$
33. $(23 - \square) \times 4 = (23 \times 4) - (6 \times 4)$
34. $(\square + 19) + 30 = 20 + (19 + 30)$
35. $12 \times 55 = 55 \times \square$
36. $4 \times (\square \times 56) = (4 \times 13) \times 56$
37. $27 \times 14 = 14 \times \square$
38. ค่าสัมบูรณ์ของ -5 มีค่าเท่าไร $= \square$
39. นำค่าสัมบูรณ์ของ -4 คูณกับค่าสัมบูรณ์ของ 14 มีค่าเท่าไร $= \square$
40. นำค่าสัมบูรณ์ของ 5 และค่าสัมบูรณ์ของ -6 มาบวกกันได้เท่าไร $= \square$

ประวัติของผู้วิจัย

ชื่อ นางสาวแสงอรุณ ชื้อสกุล กันเจริญ

เกิดวันที่ 23 เดือนธันวาคม พุทธศักราช 2498

สถานที่เกิด อำเภอเมือง จังหวัดปราจีนบุรี

สถานที่อยู่ปัจจุบัน บ้านเลขที่ 20 หมู่ที่ 2 ตำบลรอบเมือง

อำเภอเมือง จังหวัดปราจีนบุรี 25000

ตำแหน่งหน้าที่การงานปัจจุบัน อาจารย์ 1 ระดับ 4

สถานที่ทำงานปัจจุบัน โรงเรียนบ้านค่าน อำเภอสระแก้ว

จังหวัดปราจีนบุรี 25170

ประวัติการศึกษา

พ.ศ. 2519 ป.กศ. จากวิทยาลัยครูระยอง

พ.ศ. 2523 ค.ม. (เกียรตินิยมอันดับ 2) (วิชาเอกประวัติศาสตร์) จาก
วิทยาลัยครูเพชรบุรีวิทยาลงกรณ์

พ.ศ. 2526 ศษ.ม. (วิชาเอกคณิตศาสตร์) จากมหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช

พ.ศ. 2533 กศ.ม. (การพัฒนการศึกษา) จากมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
ประสานมิตร

การเปรียบเทียบชั้นการวินิจฉัยระหว่างแบบทดสอบชนิดเลือกตอบ
กับชนิดเติมคำวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องระบบจำนวนเต็ม

บทคัดย่อ

ของ

แสงอรุณ กันเจริญ

เสนอต่อมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ความหลักรัฐประณัติการศึกษานานาชาติ วิชาเอกการวัดผลการศึกษา

กุมภาพันธ์ 2533

ในการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนนั้นนอกจากจะนำผลการสอบมาตัดสินความสามารถของนักเรียนแล้วควรจะได้นำผลมาตรวจสอบหาข้อบกพร่องจากการเรียนการสอนด้วย เป็นการวินิจฉัยข้อบกพร่องของนักเรียนเพื่อจะได้แก้ไขต่อไป แบบทดสอบที่ใช้ในการวัดผลสัมฤทธิ์นั้นมักจะเป็นแบบทดสอบชนิดเลือกตอบและชนิดเติมค่า การศึกษาค้นคว้าครั้งนี้มุ่งหมายที่จะเปรียบเทียบแบบทดสอบทั้งสองในแง่ของดัชนีการวินิจฉัยและความเหมาะสมในคุณค่าความยากง่ายและค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบ โดยการใช้ทฤษฎีการตอบข้อคำถามว่าชนิดใดจะเหมาะสมในการศึกษาลักษณะนิสัยในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องระบบจำนวนเต็ม โดยกลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 2 ของโรงเรียนมัธยมศึกษาจังหวัดปราจีนบุรี ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2531 จำนวน 412 คน ซึ่งเลือกมาโดยวิธีการสุ่มอย่างง่าย ผลการศึกษาพบว่า

1. ดัชนีการวินิจฉัยข้อบกพร่องในแบบแผนการตอบของนักเรียนในวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องระบบจำนวนเต็ม ระหว่างแบบทดสอบชนิดเลือกตอบและชนิดเติมค่า มีประสิทธิภาพในการวินิจฉัยข้อบกพร่องในแบบแผนการตอบข้อสอบไม่แตกต่างกัน
2. แบบทดสอบชนิดเลือกตอบและชนิดเติมค่ามีความเหมาะสมในคุณค่าความยากง่ายและค่าอำนาจจำแนกเท่าเทียมกัน
3. ข้อบกพร่องในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องระบบจำนวนเต็ม ของนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง ส่วนใหญ่บกพร่องในเรื่องการบวกและการลบจำนวนเต็มและเรื่องคุณสมบัติของศูนย์

A COMPARISON OF CAUTION INDICES BETWEEN MULTIPLE-CHOICE AND
COMPLETION TESTS IN MATHEMATICS ON INTERER SYSTEM

AN ABSTRACT

BY

SANGAROON TUNCHAROEN

Presented in partial fulfillment of the requirements for
the Master of Education degree in Educational measurement at

Srinakharinwirot University

February 1990

In measuring the learning achievement of students, apart from taking result of examination to evaluate the ability of students, such result should also be brought to examine in search of diagnostics in learning and teaching. Test forms that are used in measuring achievement are mostly multiple-choice and completion forms. The purpose of this study were to compare between two forms in the aspect of caution indices and appropriateness in the line of item difficulty and discrimination which were estimated under the Item Response Theory. Mathematics topic under investigated was integer system. The samples were 412 Mattayom Suksa II students in second term of the academic year 1988 in Prachinburi province, selected by simple random sampling technique. The result were

1. The caution indices in Response Pattern of students in mathematics on integer system between multiple-choice and completion form were not statistically different from each other.

2. Multiple-choice and completion forms were equally appropriated on item difficulty and discrimination indices.

3. Deflection in mathematics on integer system of students most of them have deflection in addition and subtraction integer system and properties of zero.