

การร่างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง โพลีโนเมียล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 (ม.3)
ในเขตท้องที่การศึกษาที่ 4 กรุงเทพมหานคร

ปริญญานิพนธ์

ของ

วรรณดี อุทหาญยานนท์

สำนักหอสมุดกลาง มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
สุขุมวิท 23 พระโขนง กรุงเทพฯ 11 โทร. 3921575, 3915058

27 ก.ย. 2525

เสนอต่อมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประธานมิตร

เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาดารงหลักสูตร

ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต

เลขวายน 2524

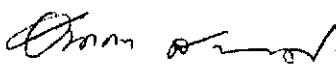
ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

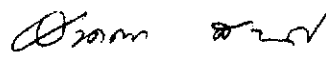
90734

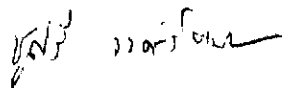
คณะกรรมการที่ปรึกษาประจำตัวนิสิตและกรรมการสอบ ได้พิจารณาปัญหานี้อย่าง
ฉบับนี้แล้ว เห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต
ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

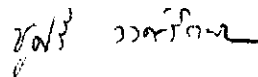
คณะกรรมการที่ปรึกษา

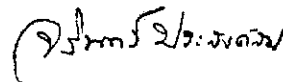
คณะกรรมการสอบ

 ประธาน

 ประธาน

 กรรมการ

 กรรมการ

 กรรมการ

ประกาศคุณูปการ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จได้ด้วยดี เนื่องจากผู้วิจัยได้รับคำแนะนำและช่วยเหลือ ตลอดจน
แก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ อย่างดียิ่งจาก รองศาสตราจารย์ อังคณา ล้ายยศ และ ผู้ช่วยศาสตราจารย์
ชูศักดิ์ วงศ์รัตนะ ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้ง และขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ ที่นี้

ขอกราบขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ บุญชม ศรีสะอาด อาจารย์ ดร. ส่งบ
ลักษณะ อาจารย์สายสมร สร้อยอินท๊ะ อาจารย์ณงนุช วรรณวณะ และอาจารย์สมศักดิ์
สินธุระเวชญ์ ที่กรุณาให้คำปรึกษาและคำแนะนำในการสร้างแบบทดสอบ

ขอกราบขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ สัมพันธ์ วงษ์อยู่น้อย และคณาจารย์ในสำนัก
ทดสอบทางการศึกษาและศตวิทยา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ที่กรุณาให้คำปรึกษาและให้
ความสะดวกในการพิมพ์แบบทดสอบและการค้นคว้าตำราต่าง ๆ

ขอขอบพระคุณ อาจารย์อนันต์ สันทรักษ์ อาจารย์พรทิพย์ ภักษ์ชาคร ที่กรุณาให้
ความช่วยเหลือในการค้นคว้าที่กล่าวป็นสิ่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

ขอขอบพระคุณ ผู้อำนวยการ อาจารย์ใหญ่ และคณะครูของโรงเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง
และขอขอบใจนักเขียนทุกคนที่ให้ความร่วมมือในการเก็บรวบรวมข้อมูล

ขอขอบคุณ คุณกาญจนา ชัยจิตามร และขอขอบใจ คุณสุมาลี ปุณฺหวุฒิยานนท์
คุณวิรัตน์ ธาราสัมปติ ตลอดจนทุกท่านที่ให้ความช่วยเหลือในการทำปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จ
เป็นรูปเล่มโดยสมบูรณ์

วรรณดี ปุณฺหวุฒิยานนท์

สารบัญ

บทที่		หน้า
1	บทนำ	1
	ภูมิหลัง	1
	ความมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า	3
	ความสำคัญของการศึกษาค้นคว้า	3
	ขอบเขตของการศึกษาค้นคว้า	4
	นิยามศัพท์เฉพาะ	4
2	เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	6
	เอกสารที่เกี่ยวข้องกับแบบทดสอบวินิจฉัย	6
	ลักษณะของแบบทดสอบวินิจฉัย	6
	เทคนิคการสร้างแบบทดสอบวินิจฉัย	10
	ตัวอย่างแบบทดสอบวินิจฉัย	13
	ผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับแบบทดสอบวินิจฉัย	16
	ผลงานวิจัยในประเทศไทย	16
	ผลงานวิจัยในต่างประเทศ	18
3	วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า	21
	ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง	21
	วิธีดำเนินการสร้างแบบทดสอบวินิจฉัย	22
	วิธีดำเนินการรวบรวมข้อมูล	40
	วิธีสถิติกระทำกับข้อมูล	40

บทที่	หน้า
4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	42
สัญลักษณ์และตัวชื่อย่อที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล	42
การเล่นผลการวิเคราะห์ข้อมูล	43
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	43
ค่าความยากและค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบในแบบทดสอบวินิจฉัยทั้งกลุ่ม	
จากการทดสอบครั้งที่หนึ่ง	43
ค่าความยากและค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบในแบบทดสอบวินิจฉัยทั้งกลุ่ม	
จากการทดสอบครั้งที่สอง	52
ค่าความยากและค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบในแบบทดสอบวินิจฉัยทั้งกลุ่ม	
จากการทดสอบครั้งที่สาม	59
ค่าสถิติพื้นฐานของแบบทดสอบวินิจฉัยทั้งกลุ่ม จากการทดสอบครั้งที่สาม ..	65
ค่าความเชื่อมั่นและการทดสอบนัยสำคัญค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวินิจฉัย	
ทั้งกลุ่ม จากการทดสอบครั้งที่สาม	66
ความเที่ยงตรงของแบบทดสอบวินิจฉัยทั้งกลุ่ม	67
วิเคราะห์จุดบกพร่องที่นักเรียนเลือกตอบผิดในการตอบแบบทดสอบวินิจฉัย	
ทั้งกลุ่ม จากการทดสอบครั้งที่สาม	67
5 สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ	117
ความมุ่งหมายในการศึกษาค้นคว้า	117
กลุ่มตัวอย่าง	117
เครื่องมือที่ใช้ในการรวบรวมข้อมูล	117
วิธีดำเนินการรวบรวมข้อมูล	118
การวิเคราะห์ข้อมูล	118

บทที่	หน้า
สรุปผลการวิเคราะห์ข้อมูล	119
อภิปรายผล	125
ข้อเสนอแนะ	128
บรรณานุกรม	130
ภาคผนวก	136

บัญชีตาราง

ตาราง		หน้า
1	รายชื่อโรงเรียน จำนวนห้องเรียน จำนวนนักเรียนและจุดมุ่งหมายในการทดสอบ	22
2	หน่วยการเรียน เรื่อง โพลีโนเมียล	25
3	เนื้อหาและจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม	27
4	คะแนน เกณฑ์ของแบบทดสอบวินิจฉัยทั้งหกฉบับ	38
5	ค่าความยากและค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบในแบบทดสอบวินิจฉัยทั้งหกฉบับ จากการทดสอบครั้งที่หนึ่ง	44
6	ค่าความยากและค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบในแบบทดสอบวินิจฉัยทั้งหกฉบับ จากการทดสอบครั้งที่สอง	52
7	ค่าความยากและค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบในแบบทดสอบวินิจฉัยทั้งหกฉบับ จากการทดสอบครั้งที่สาม	59
8	ค่าสถิติพื้นฐานของแบบทดสอบวินิจฉัยทั้งหกฉบับ จากการทดสอบครั้งที่สาม	65
9	ค่าความเชื่อมั่นและการทดสอบนัยสำคัญค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวินิจฉัย ทั้งหกฉบับ จากการทดสอบครั้งที่สาม	66
10	วิเคราะห์จุดบกพร่องที่นักเรียนเลือกตอบผิดในการตอบแบบทดสอบการบวกและ การลบโมโนเมียล จากการทดสอบครั้งที่สาม	68
11	วิเคราะห์จุดบกพร่องที่นักเรียนเลือกตอบผิดในการตอบแบบทดสอบการบวกและ การลบโพลีโนเมียล จากการทดสอบครั้งที่สาม	77
12	วิเคราะห์จุดบกพร่องที่นักเรียนเลือกตอบผิดในการตอบแบบทดสอบการคูณโพลีโนเมียล จากการทดสอบครั้งที่สาม	86
13	วิเคราะห์จุดบกพร่องที่นักเรียนเลือกตอบผิดในการตอบแบบทดสอบการหารโพลีโนเมียล จากการทดสอบครั้งที่สาม	96

14	วิเคราะห์จุดบกพร่องที่นักเรียนเลือกตอบผิดในการตอบแบบทดสอบสัมภาระ เชิงเส้นตัวแปรเดียว จากการทดสอบครั้งที่สาม	107
15	วิเคราะห์จุดบกพร่องที่นักเรียนเลือกตอบผิดในการตอบแบบทดสอบโจทย์สัมภาระ เชิงเส้นตัวแปรเดียว จากการทดสอบครั้งที่สาม	111

บัญชีภาพประกอบ

ภาพประกอบ

หน้า

1	ลำดับขั้นในการดำเนินการสร้างแบบทดสอบวินิจฉัย	23
---	--	----

บทที่ 1

บทนำ

ภูมิหลัง

ปัจจุบันการศึกษามีแนวโน้มที่เพียงเพื่อเลือกให้คนเพื่อการใดการหนึ่ง แต่ยังมีหน้าที่เพื่อพัฒนาคนทุกคนในชาติ ดังนั้น หลักสูตรมัธยมศึกษาตอนต้น พุทธศักราช 2521 จึงเป็นหลักสูตรที่มุ่งพัฒนาผู้เรียนของชาติ เมื่อการศึกษามีแนวโน้มไปในทางพัฒนาผู้เรียนของชาติ การวัดผลประเมินผลที่จะต้องกำหนดแนวทางให้สอดคล้องกัน กล่าวคือ เป็นการวัดผลประเมินผลเพื่อพัฒนาการเรียน การเรียน ไม่ใช่ใช้วัดผลประเมินผลเพื่อตัดสินได้ดกเท่านั้น (กระทรวงศึกษาธิการ 2521 : 16) การประเมินผลตามหลักสูตรมัธยมศึกษาตอนต้น ให้ใช้ประเมินผลเพื่อปรับปรุงการเรียนการสอนและการประเมินผลเพื่อตัดสินผลการเรียนรายวิชา การประเมินผลเพื่อปรับปรุงการเรียนการสอนให้ผู้เรียนประเมินผลก่อนเรียนเพื่อศึกษาความรู้พื้นฐานของผู้เรียน และประเมินผลระหว่างเรียนซึ่งเป็นการประเมินผลการเรียนผ่านที่ละจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมนั่นเอง ในกรณีที่นักเรียนบางคนไม่สามารถผ่านได้ตามเกณฑ์ จะต้องจัดให้มีการสอนซ่อมเสริมผู้ที่ไม่ผ่านตามเกณฑ์นั้น (สัมพันธสิทธิ์ เวชอยู่ 2521 : 5 - 7)

การสอนซ่อมเสริมเป็นวิธีการสอนแบบหนึ่งที่จะช่วยแก้ไขสิ่งเสริมเด็กเป็นรายบุคคลหรือกลุ่มย่อย เพื่อให้เกิดความเชี่ยวชาญ (Mastery Learning) การสอนแบบนี้เป็นการสอนที่มุ่งช่วยเหลือนักเรียนที่เรียนอ่อนหรือนักเรียนที่มีปัญหาการเรียน ปกติการเรียนการสอนครูส่วนใหญ่ชอบสอนคนเก่งไม่สนใจคนอ่อน คนเรียนเก่งหรือคนฉลาดเท่านั้นจะได้เปรียบและไปได้ไกลกว่า คนเก่งเป็นที่ยอมรับและเป็นที่ยอมรับของคนอื่น ๆ มากกว่า ในโรงเรียนที่มีเด็กเก่งและเด็กอ่อนคละกันอยู่ ครูรู้สึกภูมิใจเมื่อกล่าวถึงเด็กที่เรียนเก่ง แต่ถ้าเป็นเด็กอ่อนความรู้สึกต่าง ๆ จะเป็นไปในทางตรงกันข้าม คนเรียนอ่อนมักไม่ได้รับความสนใจเท่าที่ควร ทำให้เด็กอ่อนท้อแท้ สิ้นหวัง หหมดกำลังใจที่จะเรียน และอาจจะก่อให้เกิดปัญหาอื่น ๆ ตามมา หน้าที่ของความเป็นครูไม่อาจจะแบ่งแยกคนเก่ง-คนอ่อนได้

ครูมีสิทธิ์จะชื่นชมยินดีและส่งเสริมเด็กเก่งได้จริง แต่ก็ไม่มีสิทธิ์จะละเลยเด็กอ่อนได้ ควรให้ความสนใจและคิดหาวิธีที่ถูกต้องเหมาะสมในการที่จะแก้ไขปรับปรุงการเรียนของเด็กอ่อนให้เกิดความรอบรู้ (ไพศาล หวังพาณิชย์ 2521 : 39) ถ้าครูไม่แก้ไขปรับปรุงหรือสนับสนุนส่งเสริมแก่ความบกพร่องต่าง ๆ ในการเรียนของเด็กอ่อนก็จะเกิดการเพิ่มความไม่รู้ให้มากขึ้น ๆ และถ้าเรื่องนั้นเป็นปัญหาพื้นฐานในการเรียนเรื่องอื่นจะมีผลมากขึ้น คนเก่งและคนอ่อนในห้องเดียวกันก็จะมีความรู้ต่างกัน การที่ครูไม่ช่วยคนอ่อนหรือช่วยน้อยไปนั้นก็อาจเป็นเพราะครูไม่ทราบว่าเด็กมีจุดบกพร่องในด้านใด (กมล สุตประเสริฐ 2521 : 26 - 28) ทำให้ขัดสนซ่อมเสริมไม่ตรงจุด ดังนั้น เพื่อให้การสนับสนุนเสริมเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพจะต้องมีการวินิจฉัย

การวินิจฉัย หมายถึง การค้นหาจุดบกพร่องหรือจุดที่เป็นปัญหาหรืออุปสรรค (Difficulty) ในการเรียนของนักเรียนแต่ละคน เครื่องมือที่อาจนำไปใช้ในการวินิจฉัย ได้แก่ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (Achievement Tests) แบบทดสอบวัดสติปัญญา (Intelligence Tests) หรือแบบทดสอบวินิจฉัย (Diagnostic Tests) ซึ่งเครื่องมือเหล่านี้ แบบทดสอบวินิจฉัยวินิจฉัยรายบุคคลได้ละเอียดกว่า และมีประโยชน์ต่อการเรียนการสอนมากที่สุด ดังที่ ลินด์ควิสท์ (Lindquist, 1963 : 37) ได้กล่าวไว้ดังนี้

1. สามารถวิเคราะห์จุดบกพร่องในการเรียนของนักเรียนได้ละเอียดมาก
2. ช่วยให้ผู้สอนทราบองค์ประกอบที่สำคัญของเนื้อหาวิชา ลำดับขั้นของกระบวนการเรียนการสอน ตลอดจนจุดบกพร่องของกระบวนการนั้น
3. ประหยัดเวลาและแรงงานของครู ทำให้มีเวลาเอาใจใส่เด็กแต่ละคนได้มากขึ้น
4. ช่วยให้นักเรียนทราบจุดบกพร่องของตนและสามารถปรับปรุงการเรียนได้ตรงจุด

นอกจากนี้แล้ว ผลที่ได้จากแบบทดสอบวินิจฉัยจะทำให้นักเรียนเกิดแรงจูงใจ รู้จักประเมินผลเพื่อปรับปรุงตนเอง และมีผลต่อครูที่จะช่วยปรับปรุงการสอนให้ดีขึ้น ดังนั้น แบบทดสอบวินิจฉัยจึงเป็นเครื่องมือที่สำคัญ โดยเฉพาะในหลักสูตรใหม่ซึ่งมีการเรียนเป็นรายวิชา เมื่อนักเรียนเรียนจบในเนื้อหาแต่ละตอน ครูจำเป็นต้องใช้แบบทดสอบวินิจฉัยเพื่อจะวินิจฉัยว่า นักเรียนบรรลุจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมที่กำหนดไว้หรือไม่ และมีจุดบกพร่องในเนื้อเรื่องหัวข้อใด ครูจะได้จัดสนับสนุนเสริม

ได้ตรงจุด (ทองหล่อ วิจารณ์ 2521 : 50 - 51) การวิจัยดังกล่าวเป็นอย่างยิ่ง โดยเฉพาะ
คณิตศาสตร์เป็นวิชาที่เรียนยากวิชาหนึ่ง นักเรียนส่วนใหญ่ไม่ชอบเรียนและสอบตกเป็นจำนวนมาก
(ศักดิ์ชัย อ่องไพบูลย์ 2513 : 18) ทั้งนี้เพราะคณิตศาสตร์เป็นวิชาที่มีลักษณะนามธรรม ต้องใช้
ความคิดอย่างลุ่มลึกผลจึงจะเรียนรู้และเข้าใจโครงสร้างทางคณิตศาสตร์ได้ (ลู่อ่าดี รัตนกุล
2506 : 3) และเนื้อหาวิชาที่มีลำดับชั้น กล่าวคือ เนื้อหาตอนหลัง ๆ จะต้องอาศัยความรู้
มโนภาพ หลักการจากตอนต้น ๆ เมื่อนักเรียนเกิดความล้มเหลวในการเรียนเรื่องต้น ๆ ก็จะ
ส่งผลให้เกิดความล้มเหลวในการเรียนเรื่องหลัง ๆ ต่อ ๆ มา และถ้าเกิดบกพร่องในการเรียน
วิชาดังกล่าวจะส่งผลให้เกิดความล้มเหลวในการเรียนวิชาอื่น ๆ ทั่ววิชาด้วย (บุญชม ศรีสะอาด
2523 : 9) ด้วยเหตุนี้ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะสร้างแบบทดสอบวิจัยวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องโพลิโนเมียล
สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 (ม.3) เพราะโพลิโนเมียลเป็นเนื้อหาที่เริ่มเรียนเป็นปีแรก
สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 (ม.3) นักเรียนจะต้องเรียนให้รอบรู้เป็นอย่างดีสำหรับ
ตอนแรก ๆ เพื่อจะได้เป็นพื้นฐานสำหรับเรียนเนื้อหาตอนต่อไป

ความมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า

เพื่อสร้างแบบทดสอบวิจัยวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องโพลิโนเมียล สำหรับนักเรียนชั้น
มัธยมศึกษาปีที่ 3 (ม.3) ให้มีคุณภาพสูง

ความสำคัญของการศึกษาค้นคว้า

ผลจากการศึกษาค้นคว้าทำให้ได้แบบทดสอบวิจัยวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง โพลิโนเมียล
สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 (ม.3) ที่เป็นประโยชน์สำหรับการเรียนการสอน นำไปใช้
ทดสอบนักเรียนหลังจากการสอนเนื้อหาแต่ละเนื้อหาสิ้นสุดลง เพื่อนำข้อมูลมาพิจารณา เป็นประโยชน์
ในการสอนซ่อมเสริมได้ถูกต้องและตรงจุด และเป็นแนวทางในการปรับปรุงการเรียนการสอน
นอกจากนี้ยังเป็นแนวทางในการวิจัยเพื่อสร้างและพัฒนาแบบทดสอบวิจัยวิชาคณิตศาสตร์ในเรื่อง
อื่น ๆ และในระดับชั้นต่าง ๆ

ขอบเขตของการศึกษาค้นคว้า

1. ประชากรที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 (ม.3) ปีการศึกษา 2523 ของโรงเรียนสังกัดกรมสามัญศึกษา ในเขตท้องที่การศึกษาที่ 4 กรุงเทพมหานคร

2. กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 (ม.3) ปีการศึกษา 2523 ของโรงเรียนสังกัดกรมสามัญศึกษา ในเขตท้องที่การศึกษาที่ 4 กรุงเทพมหานคร แบ่งกลุ่มตัวอย่างเป็นสองประเภท ดังนี้

2.1 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้สำหรับทดสอบเพื่อสำรวจจุดบกพร่องและรวบรวมคำตอบผิดของนักเรียน จำนวน 230 คน

2.2 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้สำหรับทดสอบเพื่อหาคุณภาพของแบบทดสอบ จำนวน 520 คน

3. เนื้อหาวิชาที่ผ่านการศึกษาค้นคว้า คือ เนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง โพลิโนเมียล ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 (ม.3) ตามหลักสูตรมัธยมศึกษาตอนต้น พุทธศักราช 2521

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. แบบทดสอบวินิจฉัย หมายถึง แบบทดสอบเชิงเกณฑ์แบบเลือกตอบชนิดสั้นๆ เลือกที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเพื่อค้นหาจุดบกพร่องและสาเหตุของความบกพร่องในการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง โพลิโนเมียล โดยดัดแปลงมาจากแบบทดสอบเพื่อสำรวจ

2. แบบทดสอบเชิงเกณฑ์ หมายถึง แบบทดสอบที่มีข้อคำถามสอดคล้องกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม ซึ่งต้องการวัดความสามารถของนักเรียนแต่ละคนว่ามีพฤติกรรมตามที่บ่งไว้ในจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมหรือไม่ คะแนนที่ได้จากแบบทดสอบจะแสดงว่านักเรียนมีจุดบกพร่องหรือไม่ ให้ยึดเกณฑ์ที่กำหนดไว้ในจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

3. แบบทดสอบเพื่อสำรวจ หมายถึง แบบทดสอบชนิดให้แสดงวิธีทำและเติมคำที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นโดยเขียนข้อสอบให้สอดคล้องกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม ใช้เพื่อสำรวจจุดบกพร่องและรวบรวมคำตอบผิดของนักเรียนในการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง โพลิโนเมียล

4. จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม หมายถึง จุดประสงค์ในการสอนที่เขียนในลักษณะบอก การกระทำหรือพฤติกรรมของนักเรียนว่า เมื่อจบการเรียนรู้ในแต่ละหน่วยย่อยแล้ว นักเรียนสามารถ ทำอะไรได้บ้าง ภายใต้เงื่อนไขและเกณฑ์ที่กำหนดไว้

5. เกณฑ์ หมายถึง จำนวนข้อสอบที่น้อยที่สุดที่กำหนดไว้ในจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม ซึ่ง นักเรียนสามารถทำได้ถูกต้อง แสดงว่านักเรียนไม่มีจุดบกพร่องในพฤติกรรมนั้น

6. คุณภาพของแบบทดสอบ หมายถึง คุณภาพทางด้านความเชื่อมั่นและความเที่ยงตรง ดังนี้

6.1 ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ หมายถึง ความคงที่ในการได้คะแนนของนักเรียน แต่ละคน จากการตอบแบบทดสอบ คำนวณโดยใช้สูตรคูเดอร์-ริชาร์ดสัน 20 แล้วปรับแก้ค่าความ เชื่อมั่นที่ได้ตามวิธีหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบถึงเกณฑ์ โดยใช้สูตรของลิวริงส์

6.2 ความเที่ยงตรงของแบบทดสอบ หมายถึง แบบทดสอบที่สามารถวัดได้ตรง ตามเนื้อหา หาได้โดยนำแบบทดสอบวินิจฉัยและจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมไปให้ผู้เชี่ยวชาญทาง เนื้อหาพิจารณาว่าการกำหนดจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมเขียนไว้ชัดแจ้งหรือไม่ ข้อสอบแต่ละข้อ วัดตรงตามจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมที่ต้องการทดสอบและครอบคลุมเนื้อหาหรือไม่

7. แบบทดสอบที่มีคุณภาพสูง หมายถึง แบบทดสอบที่มีค่าความเชื่อมั่นที่ทดสอบแล้วเชื่อถือได้ อย่างน้อย 95 เปอร์เซ็นต์ และมีความเที่ยงตรงตามเนื้อหา ความยากของข้อสอบมีค่าตั้งแต่ .50 ขึ้นไป และอำนาจจำแนกของข้อสอบมีค่าตั้งแต่ .00 ขึ้นไป

8. โมงโนเมียล หมายถึง จำนวนที่สามารถเขียนให้อยู่ในรูปการคูณตัวคงที่ใด ๆ กับตัวแปร ดังแต่หนึ่งตัวขึ้นไป โดยที่กำลังของตัวแปรแต่ละตัวเป็นศูนย์หรือจำนวนเต็มบวก

9. โพลีโนเมียล หมายถึง จำนวนที่สามารถเขียนในรูปโมนอมียลหรือในรูปการบวก โมงโนเมียลตั้งแต่สองโมนอมียลขึ้นไป

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาค้นคว้า ผู้วิจัยแบ่งเป็นสองตอนดังนี้

1. เอกสารที่เกี่ยวข้องกับแบบทดสอบวินิจฉัย
 - 1.1 ลักษณะของแบบทดสอบวินิจฉัย
 - 1.2 เทคนิคการสร้างแบบทดสอบวินิจฉัย
 - 1.3 ตัวอย่างแบบทดสอบวินิจฉัย
2. ผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับแบบทดสอบวินิจฉัย
 - 2.1 ผลงานวิจัยในประเทศไทย
 - 2.2 ผลงานวิจัยในต่างประเทศ

1. เอกสารที่เกี่ยวข้องกับแบบทดสอบวินิจฉัย

1.1 ลักษณะของแบบทดสอบวินิจฉัย

การวินิจฉัยเป็นการค้นหาจุดบกพร่องหรือปัญหาต่าง ๆ ในการเรียนของนักเรียน เมื่อทราบว่าเด็กคนใดมีจุดบกพร่องก็ต้องตรวจค้นอย่างละเอียดว่า เด็กบกพร่องนั้นบกพร่องเรื่องใด และบกพร่องเพราะอะไร เครื่องมือที่ใช้ตรวจหารายละเอียดของจุดบกพร่องที่ดีที่สุด คือ "แบบทดสอบวินิจฉัย" แนวคิดเกี่ยวกับแบบทดสอบวินิจฉัยเท่าที่ บุญยม คีรีละอิต (บุญยม คีรีละอิต 2523 : 9 - 10) ศึกษาว่ามีสองแนว คือ แบบทดสอบใดก็ตามที่มุ่งวัดเพื่อนำผลไปวินิจฉัยก็นับได้ว่าเป็นแบบทดสอบวินิจฉัย อีกแนวหนึ่งยึดรูปแบบเป็นสำคัญ แบบทดสอบวินิจฉัยจะเป็นแบบทดสอบประเภทหนึ่งสร้างขึ้นเพื่อวัดทักษะย่อย ๆ และวัดละเอียดกว่าแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ ซึ่งสามารถชี้ให้เห็นจุดบกพร่องหรือจุดที่เป็นปัญหาหรืออุปสรรคในการเรียนเรื่องหนึ่ง ๆ ของนักเรียนแต่ละคน เพื่อที่จะได้หาทางแก้ไขได้ตรงจุดยิ่งขึ้น อันจะทำให้สามารถช่วยเหลือนักเรียนที่มีปัญหาหรืออุปสรรค

ในการเรียน บรรลุจุดประสงค์ในการเรียนหรือเกิดการเรียนรู้ได้เหมือนคนอื่น ๆ แนวคิดเกี่ยวกับแบบทดสอบวินิจฉัยประการหลังนี้เท่าที่ศึกษามา มีกว่า 3 ท่าน กล่าวถึงลักษณะของแบบทดสอบวินิจฉัยไว้สอดคล้องกัน ได้แก่

ลัมศักดิ์ สินธุระเวทย์ (ลัมศักดิ์ สินธุระเวทย์ 2522 : 1) กล่าวถึงลักษณะของแบบทดสอบวินิจฉัยไว้ว่า เป็นแบบทดสอบเพื่อวัดจุดอ่อนหรือจุดบกพร่องในแต่ละวิชา ผลของการสอบที่ได้จากแบบทดสอบวินิจฉัยจะนำไปสู่การแก้ไขจุดบกพร่องต่าง ๆ และค้นหาสาเหตุของความบกพร่องนั้น ส่วน วิเชียร เกตุสิงห์ (วิเชียร เกตุสิงห์ 2517 : 27) กล่าวถึง ลักษณะของแบบทดสอบวินิจฉัยไว้ว่า เป็นแบบทดสอบที่สร้างขึ้นเพื่อหาจุดบกพร่องหรือจุดอ่อนในการเรียนแต่ละวิชาของนักเรียนเป็นเรื่อง ๆ ไป แบบทดสอบประเภทนี้จะมีเนื้อหาต่าง ๆ ที่ต้องการวินิจฉัย โดยแต่ละเรื่องจะมีข้อสอบมาก ๆ ข้อ เมื่อนำไปทดสอบนักเรียนแล้ว ถ้าเด็กทำข้อสอบในเรื่องใดผิดมาก แสดงว่าเด็กมีจุดอ่อนหรือเรียนอ่อนในเรื่องนั้น และ อนันต์ ศิริโสภา (อนันต์ ศิริโสภา 2515 : 5) กล่าวถึง ลักษณะของแบบทดสอบวินิจฉัยไว้ว่า เป็นแบบทดสอบที่มีจำนวนข้อสอบมากข้อ ในแต่ละเนื้อหาวิชาที่ต้องการทดสอบ การทดสอบนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อค้นหาสาเหตุของความบกพร่องและปัญหาต่าง ๆ ในการเรียนของนักเรียน จึงพิจารณาแต่เฉพาะคำตอบของข้อสอบส่วนคะแนนรวมในวิชามีความสำคัญน้อยมาก การทดสอบโดยใช้แบบทดสอบวินิจฉัยนี้จึงไม่สนใจคะแนนรวม

สำหรับในต่างประเทศ มีผู้กล่าวถึงลักษณะของแบบทดสอบวินิจฉัยไว้หลายท่านด้วยกัน เช่น สิงห์ (Singha. 1974 : 200 - 202) กล่าวถึงลักษณะของแบบทดสอบวินิจฉัยไว้ว่า เป็นแบบทดสอบที่วัดเนื้อหาย่อย ๆ สัตแยกคำถามเป็นพวก ๆ ในแบบทดสอบย่อยแต่ละชุดประกอบด้วยข้อสอบที่เกิดจากการวิเคราะห์เนื้อหาอย่างละเอียด และมีจำนวนข้อสอบมาก ๆ ข้อที่ครอบคลุมจุดประสงค์ในการเรียนรู้ที่ต้องการทดสอบ ดังนั้นแบบทดสอบวินิจฉัยนี้จึง เน้นความเที่ยงตรงตามเนื้อหามากกว่าแบบทดสอบประเภทอื่น ข้อสอบเรียงตามลำดับขั้นของจุดประสงค์การเรียนรู้ และเป็นข้อสอบค่อนข้างง่ายไม่จำกัดเวลาในการสอบ

อดัมส์ และ ทอร์เจอร์สัน (Adams and Torgerson. 1964 : 472) ได้กล่าวถึงลักษณะของแบบทดสอบวินิจฉัยทำงานเองเกี่ยวกับสิ่งที่ว่า แบบทดสอบวินิจฉัยแบ่งเป็นแบบทดสอบย่อย ๆ หลายฉบับ เพื่อวัดทักษะเฉพาะอย่างของการเรียนวิชาต่าง ๆ แบบทดสอบย่อยแต่ละฉบับจะต้องมีความยาวพอที่จะวัดความสามารถของนักเรียนแต่ละคนได้อย่างมีความเชื่อมั่น แบบทดสอบจึงประกอบด้วยข้อสอบจำนวนมาก ๆ ข้อ และเป็นข้อสอบที่ค่อนข้างง่าย เพราะปกติแบบทดสอบวินิจฉัยจะใช้ทดสอบนักเรียนที่มีระดับผลสัมฤทธิ์ต่ำ และเกณฑ์ปกติ (Norm) ไม่สำคัญสำหรับแบบทดสอบวินิจฉัย เพราะจุดมุ่งหมายที่สำคัญที่สุดของแบบทดสอบวินิจฉัยก็เพื่อที่จะค้นหาว่าสิ่งใดที่นักเรียนไม่สามารถจะทำได้ และมีสาเหตุใดมากกว่าที่จะเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนแต่ละคนจะต้องกำหนดเกณฑ์ขั้นต่ำในการวินิจฉัยที่เหมาะสมกับความบกพร่องแต่ละชนิด

บราวน์ (Brown. 1976 : 287) ได้กล่าวถึงลักษณะของแบบทดสอบวินิจฉัยสอดคล้องกับ สิ่งที่ อดัมส์ และ ทอร์เจอร์สัน ว่า แบบทดสอบวินิจฉัยจะต้องแบ่งเป็นแบบทดสอบย่อย ๆ หลายฉบับ แต่ละฉบับจะวัดเป็นเรื่อง ๆ หรือด้าน ๆ ไป แบบทดสอบย่อยบางฉบับอาจแบ่งเป็นตอน ๆ มีคะแนนในแต่ละด้าน แต่ละตอน ดังนั้นคะแนนรวมของนักเรียนแต่ละคนมีความสำคัญน้อยมาก เพราะต้องการค้นหาจุดบกพร่องในแต่ละด้าน และแบบทดสอบย่อยแต่ละฉบับมีข้อสอบจำนวนมากข้อที่วัดสมรรถภาพหรือทักษะเดียวกัน ซึ่งจะทำให้เพิ่มโอกาสการผิดพลาดให้มากขึ้น อันจะช่วยให้สามารถค้นหาแก่นักเรียนที่มีจุดบกพร่องในการเรียนเรื่องนั้น ๆ ได้อย่างเพียงพอ นั่นคือ ย้ำให้เห็นจุดบกพร่องที่แท้จริงได้อย่างแจ่มชัด

เพย์ (Payne. 1968 : 167) กล่าวถึงลักษณะของแบบทดสอบวินิจฉัยว่า เป็นแบบทดสอบที่สอดคล้องกับจุดประสงค์ของหลักสูตรและจุดประสงค์ของการสอน ประกอบด้วยข้อสอบที่เกิดจากการวิเคราะห์เนื้อหาอย่างละเอียดและครอบคลุมจุดประสงค์ในการเรียนรู้เรื่องนั้น ๆ นอกจากนี้ยังเป็นแนวทางในการแก้ไขจุดบกพร่องว่าควรแก้ไข ณ จุดใด และโดยทั่วไปจะใช้แบบทดสอบวินิจฉัยทดสอบหลังจากการสอนเนื้อหาแต่ละเนื้อหาสิ้นสุดลง ซึ่งอาจใช้แบบทดสอบนี้ทดสอบนักเรียนเป็นกลุ่มหรือรายบุคคลก็ได้ เพื่อชี้ให้เห็นจุดบกพร่องทางการเรียนรู้ในรายละเอียดแต่ละเนื้อหาอันจะเป็นประโยชน์ต่อการเรียนการสอน และ โอเคย์ (Okey. 1977 : 223-224)

ได้กล่าวถึงแบบทดสอบวินิจฉัยสอดคล้องกับพบว่า ควรใช้แบบทดสอบวินิจฉัยทดสอบเนื้อหาบ่อย ๆ ในระหว่างการเรียนการสอนจะเกิดคุณค่ามากกว่าที่จะทดสอบเนื้อหาหมก ๆ เมื่อสิ้นสุดการสอนแต่ละบท เพราะทำให้ครูทราบจุดบกพร่องทางการเรียนรู้ในเนื้อหาบ่อย ๆ ก่อนที่นักเรียนจะไปเรียนเนื้อหาต่อไป

อาห์แมนน์ และ คล็อค (Ahmann and Clock. 1967 : 364 - 366) กล่าวถึงลักษณะของแบบทดสอบวินิจฉัยว่า เป็นแบบทดสอบที่ใช้สำหรับค้นหาจุดที่เป็นปัญหาหรืออุปสรรคในการเรียนของนักเรียน เพื่อสำหรับซ่อมเสริม แบบทดสอบวินิจฉัยที่ดีจะต้องแสดงให้เห็นถึงสาเหตุของจุดที่เป็นปัญหาหรืออุปสรรคในการเรียนของนักเรียนด้วย และประกอบด้วยข้อสอบที่เกิดจากการวิเคราะห์คำตอบของนักเรียนเป็นรายข้อ ซึ่งเป็นข้อสอบที่เป็นปัญหาเกิดขึ้นกับนักเรียน โดยทั่วไปจะใช้แบบทดสอบสำรวจทดสอบก่อน เพื่อจะได้ทราบว่านักเรียนคนใดจะต้องซ่อมเสริม นักเรียนที่สอบได้คะแนนต่ำจากแบบทดสอบสำรวจจึงทดสอบด้วยแบบทดสอบวินิจฉัย ซึ่ง เมห์เรนส์ และ เลห์มานน์ (Mehrens and Lehmann. 1975 : 463 - 473) ก็ได้กล่าวถึงแบบทดสอบวินิจฉัยสอดคล้องกับ อาห์แมนน์ และ คล็อค ว่าไม่ควรใช้แบบทดสอบวินิจฉัยทดสอบนักเรียนทุกคน ควรทดสอบเฉพาะนักเรียนที่มีจุดบกพร่องหรือปัญหาในการเรียนเท่านั้น เพราะจะต้องใช้เวลาในการสอบมาก ในกรณีที่ เป็นแบบทดสอบให้นักเรียนแสดงวิธีทำการตรวจและการตีความก็ใช้เวลาเหมือนกัน นอกจากนี้ยังกล่าวว่า แบบทดสอบวินิจฉัยจะเป็นมาตรฐานในกรณีที่ใช้ดำเนินการสอบภายใต้สภาพการเดียวกัน และการให้คะแนนมีความเป็นปรนัยสูง การดำเนินการสอบแบบทดสอบวินิจฉัยอาจยากกว่าแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ เพราะครูต้องไม่เพียงแต่จะทำการบันทึกคำตอบของเด็กเท่านั้น แต่จะต้องบันทึกชนิดของการทำผิดด้วย เช่น การอ่านข้ามคำเมื่อให้อ่านประโยค หรือการกลับอักษรในคำหนึ่ง ๆ เป็นต้น และจะต้องบันทึกกระบวนการในการคิดของเด็ก ที่ค้นคิดของเด็กตลอดเวลาของการสอบ

นอกจากนี้ บลูม (Bloom. 1971 : 91 - 92) ได้กล่าวถึงแบบทดสอบวินิจฉัยว่า เป็นแบบทดสอบใช้สำหรับค้นหาจุดบกพร่องในการเรียนของนักเรียนเกี่ยวกับทักษะพื้นฐานและระดับการเรียนรู้ เพื่อคัดแยกเด็ก เพื่อปรับปรุงการเรียนการสอน และทราบว่านักเรียนคนใดต้องสอน

ซ่อมเสริม สามารถประเมินผลได้ทั้งพฤติกรรมด้านความรู้-ความคิด ด้านความรู้สึก และด้านปฏิบัติ การประเมินผลของคะแนนใช้ได้ทั้งแบบอิงเกณฑ์และอิงกลุ่ม และการรายงานคะแนนจากแบบทดสอบวินิจฉัยจะอยู่ในรูปเส้นภาพ (Profile) ของคะแนนของนักเรียนแต่ละคนในแต่ละทักษะย่อย

จากลักษณะของแบบทดสอบวินิจฉัยที่กล่าวมาแล้วสรุปได้ว่า แบบทดสอบวินิจฉัยเป็นแบบทดสอบที่ใช้สำหรับค้นหาจุดบกพร่องในการเรียนแต่ละวิชาของนักเรียนเป็นเรื่อง ๆ ไป และชี้ให้เห็นสาเหตุของความบกพร่องนั้นด้วย เพื่อสำหรับซ่อมเสริม และเป็นแนวทางในการปรับปรุงการเรียนการสอน แบบทดสอบวินิจฉัยจะแบ่งเป็นแบบทดสอบย่อย ๆ หลายฉบับ บางฉบับอาจแบ่งเป็นตอน ๆ วัสดุเป็นเรื่อง ๆ หรือด้าน ๆ ไป ประกอบด้วยข้อสอบที่เกิดจากการวิเคราะห์เนื้อหาอย่างละเอียดและครอบคลุมจุดประสงค์ในการเรียนรู้เรื่องนั้น ๆ มีจำนวนข้อสอบมาก ๆ ข้อที่วัดทักษะเดียวกัน เพื่อชี้ให้เห็นจุดบกพร่องที่แท้จริงได้อย่างแจ่มชัด และเป็นข้อสอบค่อนข้างง่าย เพราะปกติแบบทดสอบวินิจฉัยมักใช้กับนักเรียนที่มีระดับผลสัมฤทธิ์ต่ำ เมื่อไปทดสอบนักเรียนแล้วจะวิเคราะห์คำตอบของนักเรียนเป็นรายข้อ หรือกลุ่มข้อสอบในแต่ละตอนของแบบทดสอบย่อย และไม่สนใจคะแนนรวมของนักเรียนแต่ละคน ถ้าเด็กทำข้อสอบในเรื่องใดผิดมาก แสดงว่าเด็กมีจุดบกพร่องในเรื่องนั้น ซึ่งจะต้องกำหนดเกณฑ์ขึ้นสำหรับการวินิจฉัยที่เหมาะสมกับความบกพร่องแต่ละชนิด เพื่อสำหรับตัดสินว่านักเรียนมีจุดบกพร่องในด้านใดบ้าง ส่วนเกณฑ์ปกติ (Norm) ไม่สำคัญสำหรับแบบทดสอบวินิจฉัย เพราะจุดประสงค์ที่สำคัญของแบบทดสอบวินิจฉัยก็เพื่อค้นหาจุดบกพร่องของนักเรียนแต่ละคนมากกว่าจะเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน ควรใช้แบบทดสอบวินิจฉัยหลังการสอนเนื้อหาแต่ละเนื้อหาสิ้นสุดลง และอาจใช้ทดสอบนักเรียนเป็นกลุ่มหรือรายบุคคลก็ได้

1.2 เทคนิคการสร้างแบบทดสอบวินิจฉัย

เทคนิคการสร้างแบบทดสอบวินิจฉัย มีอยู่กล่าวไว้หลายท่านด้วยกัน แต่ที่สำคัญพอที่จะนำมาเป็นแนวทางในการสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยได้ดังนี้

ฉันทน์ ศรีโสภณ (ฉันทน์ ศรีโสภณ 2515 : 5) กล่าวว่า การสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยมักจะวัดในสิ่งที่นักเรียนทำผิดอยู่เสมอมากกว่าการสร้างเพื่อวัดผลการเรียนรู้อย่างกว้างขวางในวิชานั้น และ สำเริง บุญเรืองรัตน์ (สำเริง บุญเรืองรัตน์ 2517 : 25) กล่าวว่า การสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยผู้สร้างจะต้องวินิจฉัยให้ทราบเสียก่อนว่า เรื่องนั้น ๆ มีเนื้อหาย่อย ๆ อย่างไร และจะต้องใช้ความสามารถด้านใดบ้าง เช่น การบวกลบเลขนั้น เด็กต้องใช้ความสามารถอะไรบ้าง มีบวกลบกี่ชนิด แล้วสร้างคำถามแต่ละชนิดตามสัดส่วนที่ได้จากการวิเคราะห์นั้น ๆ

สิงห์ (Singha, 1974 : 200 - 204) กล่าวว่า การสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยอาจสร้างเป็นแบบทดสอบมาตรฐาน (Standardize Test) หรือเป็นแบบทดสอบที่ครูสร้างขึ้น (Teacher-made Test) แต่แบบทดสอบที่ครูสร้างขึ้นจะคุ้มค่ามากกว่า เพราะประหยัดเวลาและกำลังงานมากกว่าแบบทดสอบมาตรฐาน และในกรณีที่สร้างเป็นแบบทดสอบแบบปรนัยชนิดเลือกตอบ หรือแบบตอบสั้น ๆ ควรมีจำนวนข้อสอบไม่น้อยกว่าสามข้อในแต่ละจุดประสงค์ ไม่จำเป็นต้องสร้างตารางวิเคราะห์หลักสูตร (Blue-Print) เพราะไม่ต้องการหาความสัมพันธ์ระหว่างเนื้อหาวิชาและวิธีการแต่จะต้องวิเคราะห์เนื้อหาอย่างละเอียด และไม่จำเป็นต้องสร้างเกณฑ์ปกติในการวินิจฉัย เพราะจุดมุ่งหมายของแบบทดสอบวินิจฉัยเพื่อค้นหาจุดบกพร่องและสาเหตุของความบกพร่องมากกว่าจะเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน

นอลล์ (Noll, 1957 : 430) กล่าวถึงลำดับขั้นในการสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยไว้ดังนี้

1. วิเคราะห์กฎ หลักการ ความรู้หรือทักษะที่ต้องการวัดอย่างละเอียด
2. วางแผนและสร้างแบบทดสอบให้ครอบคลุมกฎและหลักการต่าง ๆ
3. จัดเรียงข้อสอบเป็นกลุ่มตามลักษณะที่ต้องการวินิจฉัย

บราวน์ (Brown, 1976 : 287) กล่าวถึงการสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยสอดคล้องกับนอลล์ว่า การสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยมีหลักการดังนี้

1. วิเคราะห์ทักษะที่ต้องการวัดออกเป็นองค์ประกอบย่อย ๆ ให้ชัดเจน
2. แบ่งเป็นแบบทดสอบย่อย ๆ หลายฉบับ และสร้างให้แบบทดสอบย่อยแต่ละฉบับ

สามารถวัดองค์ประกอบย่อยของทักษะนั้นได้เพียง องค์ประกอบเดียว

กรอปเปอร์ (Gropier. 1974 : 145) ได้กล่าวถึงขั้นตอนในการสร้างแบบทดสอบ
วินิจฉัยไว้สี่ขั้นดังนี้

1. วางแผนในการสร้างแบบทดสอบ
2. เขียนข้อสอบให้สอดคล้องกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม
3. หาลำเหตุที่นักเรียนไม่รอบรู้ตามจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมนั้น
4. นำแบบทดสอบไปทดลองใช้และปรับปรุงแบบทดสอบ

นอกจากนี้ ลินด์ควิสต์ (Lindquist. 1963 : 37 - 38) กล่าวว่า การสร้าง
แบบทดสอบวินิจฉัยให้มีคุณภาพนั้น ควรยึดเกณฑ์ดังนี้

1. แบบทดสอบวินิจฉัยจะต้องครอบคลุมเนื้อหาและจุดประสงค์ที่กำหนดไว้ในหลักสูตร
และมีความชัดเจนในจุดประสงค์ที่ต้องการทดสอบ
2. ศาถามในแบบทดสอบจะต้องสามารถวัดได้ตรงตามจุดประสงค์ที่ต้องการทดสอบ
3. แบบทดสอบจะต้องสร้างจากรากฐานแห่งการวิเคราะห์อย่างละเอียด โดย
อาศัยการทดลองที่เกี่ยวข้องกับอุปสรรคและความไม่เข้าใจในการเรียนเป็นหลัก
4. แบบทดสอบจะต้องแสดงให้เห็นกระบวนการคิดของผู้เรียนอย่างเพียงพอที่จะ
ค้นหาจุดบกพร่องในการเรียนได้
5. แบบทดสอบจะต้องเสนอแนะวิธีการปรับปรุงแก้ไขจุดบกพร่องที่พบ
6. แบบทดสอบจะต้องสร้างให้ครอบคลุมลำดับขั้นของการเรียนรู้อย่างมีระบบ
7. แบบทดสอบจะต้องสามารถวัดจุดบกพร่องทางการเรียนที่ผ่านมาได้ และสามารถ
ค้นหาจุดบกพร่องนั้นจากเนื้อหาแต่ละตอนที่ทำการทดสอบ
8. แบบทดสอบจะต้องสามารถแสดงความก้าวหน้าทางการเรียนของนักเรียน
ได้อย่างประณีต

จากเทคนิคการสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยที่กล่าวมาแล้ว มีขั้นตอนในการสร้างสรุปได้ดังนี้

1. วางแผนในการสร้างแบบทดสอบ
2. วิเคราะห์เนื้อหาวิชาอย่างละเอียด และแบ่งเป็นเนื้อหาย่อย ๆ

3. วิเคราะห์ทักษะที่ต้องการวัดออกเป็นองค์ประกอบย่อย ๆ ให้ชัดเจน
4. เขียนข้อสอบให้สอดคล้องกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม
5. วิเคราะห์ค่าเฉลี่ยที่นักเรียนไม่รอบรู้ตามจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมนั้น
6. นำแบบทดสอบไปทดลองใช้และปรับปรุงแบบทดสอบ

1.3 ตัวอย่างแบบทดสอบวินิจฉัย

ในต่างประเทศมีแบบทดสอบวินิจฉัยหลายวิชาและหลายฉบับ แต่ที่นิยมมากที่สุด ได้แก่ แบบทดสอบวินิจฉัยทางการอ่านและเลขคณิต เนื่องจากทั้งสองด้านเป็นองค์ประกอบที่สำคัญในการเรียนและสามารถแตกเป็นองค์ประกอบของทักษะต่าง ๆ ได้อย่างชัดเจน แบบทดสอบวินิจฉัยที่รู้จักกันดี ได้แก่

1. แบบทดสอบวินิจฉัยเลขคณิตและช่วยตนเอง (Diagnostic Tests and Self-Helps in Arithmetic) เป็นแบบทดสอบที่สร้างขึ้นโดยสำนักทดสอบแคลิฟอร์เนีย (California Test Bureau) พิมพ์ปี 1955 ใช้สำหรับเด็กเกรด 3 ถึงเกรด 12 มีฟอร์มเดี่ยว ไม่กำหนดเวลา ไม่มีเกณฑ์ปกติ (Norm) ประกอบด้วยแบบทดสอบเพื่อใช้คัดแยก (Screening Test) 4 ฉบับ และแบบทดสอบวินิจฉัย 23 ฉบับ ซึ่งทดสอบเรื่องต่าง ๆ ดังนี้คือ ข้อเท็จจริงพื้นฐานมี 5 ฉบับ การบวก ลบ คูณ หาร จำนวนเต็ม มี 5 ฉบับ การบวก ลบ คูณ หาร ร้อยละ มี 1 ฉบับ การบวก ลบ คูณ หาร เศษส่วน ทศนิยม มี 4 ฉบับ การบวก ลบ คูณ หาร มাত্রา รัด มี 1 ฉบับ และการบวก ลบ คูณ หาร เศษส่วน ล้ำมัญ มี 7 ฉบับ สำหรับแบบทดสอบเพื่อใช้คัดแยก สร้างขึ้นเพื่อวัดผลสัมฤทธิ์ของนักเรียนเกี่ยวกับจำนวนเต็ม เศษส่วน ทศนิยม ความรู้และทักษะทั่วไปทางเลขคณิต เมื่อทดสอบฉบับใดฉบับหนึ่งหรือมากกว่าใน 3 ฉบับแรก ของแบบทดสอบชุดนี้แล้ว จะนำเอาผลมาพิจารณาเพื่อดำเนินการสอบวินิจฉัยตามความเหมาะสมต่อไป ในส่วนที่ช่วยตนเอง ซึ่งอยู่ด้านหลังของแบบทดสอบวินิจฉัย เป็นแบบฝึกหัดซ่อมเสริมที่เฉลยวิธีทำข้อสอบวินิจฉัย แบบทดสอบวินิจฉัยเลขคณิตและช่วยตนเองชุดนี้ไม่ได้กล่าวถึงค่าความเชื่อมั่นและค่าความเที่ยงตรง แต่ผู้สร้างเน้นความเที่ยงตรงตามเนื้อหา และทำการวิเคราะห์ทักษะต่าง ๆ ที่จำเป็นในการคิดหรือ

ทำโจทย์ปัญหาต่าง ๆ แต่ไม่ได้กล่าวถึงว่าทำการวิเคราะห์ทักษะต่าง ๆ เหล่านั้นอย่างไร ใครเป็นผู้วิเคราะห์และวิเคราะห์บนรากฐานของอะไร และขาดข้อมูลที่จะตอบคำถามเกี่ยวกับว่าแบบฝึกหัดช่วยตนเองจะช่วยให้เกิดการเรียนรู้อย่างแท้จริงหรือไม่ แบบทดสอบวินิจฉัยช่วยครูให้ทราบถึงธรรมชาติของข้อผิดพลาดของนักเรียนหรือไม่ แต่ในคู่มือแบบทดสอบมีข้อเสนอแนะต่าง ๆ เพื่อที่จะให้ใช้ผลการสอบอย่างมีประสิทธิภาพ และมีรายงานแสดงความผิดพลาดในการบวก ลบ คูณ หาร จำนวนเต็ม เศษส่วนสามัญ และทศนิยม แบบทดสอบวินิจฉัยชุดนี้สามารถสำรวจจุดบกพร่องเฉพาะจุดในทักษะพื้นฐานทางเลขคณิตได้อย่างเพียงพอ (Mehrens and Lehmann, 1975 : 468 - 469)

2. แบบทดสอบวินิจฉัยกระบวนการพื้นฐานทางเลขคณิตบัสเวลล์-จอห์น (Buswell-John Diagnostic Test for Fundamental Processes in Arithmetic) สร้างโดยบัสเวลล์ และ จอห์น ในปี 1926 ใช้สำหรับเด็กเกรด 2 ถึง เกรด 8 ไม่กำหนดเวลา ไม่มีเกณฑ์ปกติ (Norm) และไม่มีคะแนนรวม เป็นแบบทดสอบที่วัดทักษะการบวก ลบ คูณ และหาร นักเรียนทำข้อสอบโดยพูดออกเสียง เป็นรายบุคคล ผู้คุมสอบจะฟังการตอบของนักเรียนและบันทึกข้อผิดพลาดลงบนแผ่นบันทึกที่ขีดไว้โดยเฉพาะ ในคู่มือแบบทดสอบกล่าวถึงตัวอย่างของลักษณะการทำผิดเป็นประจำแบบต่าง ๆ และเสนอว่าครูไม่ควรจะพอใจกับการที่ได้วินิจฉัย และตรวจสอบแต่ละข้อ ๆ เท่านั้น ควรจะทำการศึกษาทักษะการทำงานของเด็กว่า เขาแก้ปัญหาอย่างไร หรือใช้กระบวนการ วิธีการใด พร้อม ๆ กันไปด้วย เพื่อให้การล่อนล่อคล่องกับเด็ก (Anastasi, 1968 : 409)

3. แบบทดสอบสำรวจคณิตศาสตร์ (Prescriptive Mathematics Inventory หรือ PMI) เป็นแบบทดสอบที่สร้างโดยไฮน์วอห์ใหม่ สร้างโดยสำนักทดสอบแคลิฟอร์เนีย (California Test Bureau) ปี 1971 มีสามระดับ คือ เกรด 4 - 5 เกรด 5 - 7 และเกรด 7 - 8 มีข้อสอบ 107 - 212 ข้อ ซึ่งวัดคุณลักษณะการคำนวณ 350 จุดประสงค์ทั้งในโครงการคณิตศาสตร์ "เก่า" และ "ใหม่" เวลาที่ใช้ในการทดสอบมีตั้งแต่ 2 ถึง 3 ชั่วโมงครึ่ง นักเรียนทำข้อสอบโดยเขียนคำตอบลงในแผ่นที่ตรวจให้คะแนนได้โดยใช้เครื่องตรวจ

จะมีรายงานแยกกันสามชุดให้ครูเพื่อช่วยในการจัดการสอนซ่อมเสริมที่เหมาะสมต่อไป (Mehrens and Lehmann. 1975 : 470)

4. แบบทดสอบวินิจฉัยศักยภาพพื้นฐาน (Diagnostic Test in Basic Algebra) สร้างโดย จอห์น เอช เฮนชอว์ (John H. Henshaw) ซึ่งพัฒนาโดยสถาบันการวิจัยทางการศึกษา ออสเตรเลีย (Australian Council for Educational Research) เป็นแบบทดสอบ วินิจฉัยที่ไม่กำหนดเวลาในการสอบ เวลาที่ใช้ในการสอบขึ้นอยู่กับอายุและความสามารถของ นักเรียน อาจจะใช้เวลาตั้งแต่ 30 นาที ถึง 90 นาที และเป็นแบบทดสอบแบบเติมคำ มี 150 ข้อ แต่ละข้อมีข้อย่อย 2 ข้อ ซึ่งเป็นข้อสอบคู่ขนาน ถ้านักเรียนทำข้อสอบถูกต้องทั้ง 2 ข้อ แสดงว่านักเรียน เข้าใจกระบวนการนั้น ถ้าทำผิดทั้ง 2 ข้อ แสดงว่าจำเป็นต้องสอนซ่อมเสริม แต่ถ้าส่วนมากทำถูกต้อง ข้อผิด แสดงว่านักเรียนเข้าใจแต่ขาดความรอบคอบ อาจจะเป็นเพราะเหตุที่กล่าวมาแล้วหรือไม่ ก็ได้ขึ้นอยู่กับดุลพินิจของครูผู้สอน แบบทดสอบวินิจฉัยชุดนี้ประกอบด้วยแบบทดสอบย่อย 2 ฉบับ คือ

ฉบับที่ 1 ตั้งแต่ข้อ 1 - 90 ใช้สำหรับนักเรียนที่เรียนพีชคณิตเป็นปีแรก ซึ่งเรียน พีชคณิตมาแล้วเป็นเวลา 2 เทอม หรืออาจจะใช้ทดสอบเวลาใดก็ได้สำหรับนักเรียนที่เรียนในระดับ สูงกว่า อาจจะต้องทบทวนแบบทดสอบมาเป็นบางส่วนเพื่อทดสอบหลังจากสอนเนื้อหาข้อย่อยแล้วก็ได้ แบบทดสอบฉบับนี้จะทดสอบในเรื่องต่าง ๆ ดังนี้ คือ การใช้สัญลักษณ์ การแทนค่า การบวก และการลบ การคูณ วงเล็บ และการหาร

ฉบับที่ 2 ตั้งแต่ข้อ 91 - 150 ใช้สำหรับนักเรียนที่เรียนพีชคณิตเป็นปีที่สอง ใช้สอบ กลางปี หรือใช้ทดสอบเวลาใดก็ได้สำหรับนักเรียนที่เรียนในระดับสูงกว่า แบบทดสอบฉบับนี้จะ ทดสอบในเรื่องต่าง ๆ ดังนี้ คือ โครงสร้างของสมการ การแก้สมการ การแยกตัวประกอบ และ ผลคูณของวงเล็บสองวงเล็บ

แบบทดสอบชุดนี้ไม่ได้กล่าวถึงค่าความเชื่อมั่นและความเที่ยงตรง แต่ในคู่มือแบบทดสอบ กล่าวถึงตัวอย่างข้อผิดพลาดที่นักเรียนทำผิด ดังตัวอย่างดังนี้ คือ

การบวกและการลบ เช่น $a + a$ ตอบ a^2 แทน $2a$ $6a - a$ ตอบ 6 แทน $5a$ และความผิดพลาดอาจจะเกิดจากการรวมพจน์ไม่เหมือน

การคูณโดยใช้กฎของเลขยกกำลัง เช่น $a^4 \times a^3$ ตอบ a^{12} แทน a^7 $ab \times ab$
ตอบ ab^2 แทน a^2b^2

วงเล็บ เช่น $a(b + c)$ ตอบ $ab + c$ แทน $ab + ac$

การหาร เช่น $\frac{a^6}{a^2}$ ตอบ a^3 แทน a^4 $\frac{a^3}{a^5}$ ตอบ a^2 แทน $\frac{1}{a^2}$ หรือ a^{-2}

ผลคูณของวงเล็บสองวงเล็บ ข้อผิดพลาดที่พบคือ สับสนเครื่องหมายในการคูณ และ
บางข้อนักเรียนอาจจะตอบถูกโดยบังเอิญก็ได้ เช่น $(a - 3)(a + 3)$ เมื่อข้ออื่นผิดหมด คำตอบ
ที่ได้อาจจะได้จากการคูณพจน์แรกกับพจน์แรก และพจน์ที่สองกับพจน์ที่สองก็ได้ (Henshaw.
1957 : 1 - 16)

2. ผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับแบบทดสอบวินิจฉัย

2.1 ผลงานวิจัยในประเทศไทย

ปัจจุบันการสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยเป็นที่สนใจของผู้ที่อยู่ในวงการศึกษ เพราะการ
ประเมินผลตามหลักสูตรมัธยมศึกษาตอนต้น พุทธศักราช 2521 ให้ครูผู้สอนจัดการสอนซ่อมเสริม
นักเรียนที่ไม่ร้อบรู้ และเพื่อให้การซ่อมเสริมมีประสิทธิภาพ ควรใช้แบบทดสอบวินิจฉัยค้นหา
จุดบกพร่องและสาเหตุของความบกพร่องนั้น แต่งานวิจัยในประเทศไทยเกี่ยวกับการสร้างและ
พัฒนาแบบทดสอบยังไม่มีมากนักเท่าที่ศึกษาค้นคว้ามานักวิจัยเพียง 2 ท่านที่ศึกษาการสร้างและ
พัฒนาแบบทดสอบวินิจฉัย ได้แก่

อุไรวรรณ ทัศนบุตร (อุไรวรรณ ทัศนบุตร 2523 : 14 - 112) สร้างแบบ
ทดสอบวินิจฉัย ความบกพร่องในการเรียนเรื่องเศษส่วน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1
(ม.1) แบบทดสอบที่สร้างมีหกฉบับ คือ แบบทดสอบพื้นฐานความเข้าใจเกี่ยวกับเศษส่วน การบวก
เศษส่วน การลบเศษส่วน การคูณเศษส่วน การหารเศษส่วน และโจทย์ปัญหาเศษส่วน ซึ่งมีวิธี
ดำเนินการสร้างสรุปได้ดังนี้ คือ ศึกษาทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง วิเคราะห์เนื้อหาและ
จุดประสงค์ของหลักสูตร แล้วเขียนจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมและเขียนแบบทดสอบเพื่อสำรวจเป็น

แบบทดสอบชนิดเติมคำตอบสั้น โดยยึดจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมเป็นหลัก นำแบบทดสอบไปทดลอง
ครั้งที่ 1 และครั้งที่ 2 เพื่อปรับปรุงและหาคุณภาพของแบบทดสอบ และครั้งที่ 3 เพื่อรวบรวม
คำตอบผิดของนักเรียนและวิเคราะห์คำตอบผิดเพื่อหาสาเหตุของการตอบผิด แล้วดัดแปลงเป็น
แบบทดสอบแบบเลือกตอบชนิดสี่ตัวเลือก นำไปทดลองครั้งที่ 4 เพื่อหาคุณภาพของแบบทดสอบ
ชนิดสี่ตัวเลือกกลุ่มตัวอย่างจำนวน 990 คน ผลจากการศึกษาพบว่า แบบทดสอบชุดนี้มีค่าความยาก
ของข้อสอบตั้งแต่ .50 - .95 ซึ่งคำนวณโดยใช้สูตรคำนวณอย่างง่าย และมีความอำนาจจำแนก
ของข้อสอบตั้งแต่ .00 - .89 ซึ่งคำนวณโดยใช้ Point-Biserial Correlation ส่วน
ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบชนิดสี่ตัวเลือกทั้งฉบับ ซึ่งคำนวณโดยใช้สูตรคูเตอร์-ริชาร์ดสัน 20 แล้ว
ปรับแก้ค่าความเชื่อมั่นที่ได้ตามวิธีหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบอิง เกณฑ์ โดยใช้สูตรของ
ลิวริงส์สัน มีค่าตั้งแต่ .906 - .967 สำหรับความเที่ยงตรงตามเนื้อหาของแบบทดสอบให้
ผู้เกี่ยวข้องเป็นผู้พิจารณาปรากฏว่าแบบทดสอบทั้งฉบับเป็นแบบทดสอบที่ใช้วัดเรื่อง เศรษฐกิจ
และ สุขุม มลเมือง (สุขุม มลเมือง 2523 : 16 - 65) ได้สร้างแบบทดสอบชนิดสี่ตัวเลือก
ข้อบกพร่องในการเรียนทศนิยม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 (ม.1) แบบทดสอบที่สร้าง
มีสี่ฉบับ คือ แบบทดสอบพื้นฐานความเข้าใจทศนิยม การบวกและการลบทศนิยม การคูณและการหาร
ทศนิยม และโจทย์ปัญหาทศนิยม ซึ่งมีวิธีดำเนินการสร้างสรุปได้ดังนี้ คือ ศึกษาทฤษฎี วิธีสร้าง
และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง แล้วสร้างตารางวิเคราะห์หลักสูตรและเขียนข้อสอบแบบตอบอิสระเพื่อ
หาตัวลองที่มีประสิทธิภาพ มีจำนวนข้อตามตารางวิเคราะห์หลักสูตร นำแบบทดสอบไปทดลองเพื่อ
รวบรวมคำตอบผิดของนักเรียน แล้วดัดแปลงเป็นแบบทดสอบแบบเลือกตอบชนิดสี่ตัวเลือก นำไป
ทดลองสามครั้งเพื่อปรับปรุงและหาคุณภาพของข้อสอบ และทดลองครั้งสุดท้ายเพื่อหาคุณภาพของ
แบบทดสอบและเกณฑ์ขั้นต่ำในการวินิจฉัย ใช้กลุ่มตัวอย่างจำนวน 802 คน ผลจากการศึกษาพบว่า
แบบทดสอบชุดนี้มีค่าความยากของข้อสอบตั้งแต่ .50 - .93 ซึ่งคำนวณโดยใช้สูตรคำนวณอย่างง่าย
และมีความอำนาจจำแนกของข้อสอบตั้งแต่ .02 - .64 ซึ่งคำนวณโดยใช้เทคนิค 27 เปอร์เซ็นต์
ส่วนค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งสี่ฉบับ ซึ่งคำนวณโดยใช้สูตรคูเตอร์-ริชาร์ดสัน 20 แล้ว
ปรับแก้ค่าความเชื่อมั่นที่ได้ตามวิธีหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบอิง เกณฑ์ โดยใช้สูตรของ

สหสัมพันธ์ มีค่าตั้งแต่ .9163 - .9683 และมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 สำหรับความเที่ยงตรงตามเนื้อหาของแบบทดสอบให้ผู้เชี่ยวชาญเป็นผู้พิจารณา ปรากฏว่าแบบทดสอบทั้งสี่ฉบับวัดเรื่องทัศนคติจริง และความเที่ยงตรงตามสภาพพื้นฐานโดยหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนจากแบบทดสอบที่สร้างขึ้นกับคะแนนจากแบบทดสอบมาตรฐานวิชาคณิตศาสตร์ชั้นประถมศึกษาปีที่ 7 ฉบับทักษะ ข ปรากฏว่ามีค่าตั้งแต่ .3268 - .5242 และมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

2.2 ผลงานวิจัยในต่างประเทศ

สำหรับในต่างประเทศมีการวิจัยที่เกี่ยวกับแบบทดสอบวินิจฉัย ใช้สำหรับค้นหาจุดบกพร่องเพื่อสำหรับซ่อมเสริม ซึ่งพอจะนำมากล่าวโดยสรุปได้ดังนี้

บอยเดน (Boyden. 1970 : 1504-A) ได้สร้างแบบทดสอบวินิจฉัยจุดบกพร่องในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ (Verbal Arithmetic Problem Solving) สำหรับนักเรียนเกรด 5 โดยนำแบบทดสอบสำรวจไปทดสอบนักเรียนเกรด 5 จำนวน 993 คน ลักษณะของแบบทดสอบเป็นแบบตอบอิสระ ผลจากการสำรวจพบจุดบกพร่องในลักษณะต่าง ๆ 12 ประการ แล้วสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยเป็นแบบเลือกตอบโดยนำคำตอบที่นักเรียนเลือกมาทดสอบผิดจากการตอบแบบทดสอบสำรวจมาใช้เป็นตัวลง การวิเคราะห์เพื่อหาคุณภาพของแบบทดสอบ หาค่าความเชื่อมั่นโดยใช้สูตรครอนบาค-ริชาร์ดสัน 20 และหาค่าอำนาจจำแนกโดยใช้ Point-Biserial Correlation ปรากฏว่าแบบทดสอบสำรวจมีค่าความเชื่อมั่น .727 - .850 และค่าอำนาจจำแนก .00 - .741 ส่วนแบบทดสอบวินิจฉัยมีค่าความเชื่อมั่น .802 และค่าอำนาจจำแนก .334 - .629 ผลจากการศึกษาพบว่า แบบทดสอบที่สร้างขึ้นสามารถค้นหาจุดบกพร่องในการเรียนของนักเรียนเป็นรายบุคคลและทั้งชั้นได้ และเป็นประโยชน์ในการจัดการซ่อมเสริมอย่างมาก

ในปี 1972 เอลลิส (Ellis. 1972 : 2234-A) ได้ศึกษาจุดบกพร่องในการเรียนเลขจำนวนเต็มของนักเรียนชั้นประถมศึกษา โดยมีจุดมุ่งหมายเพื่อค้นหาแบบต่าง ๆ ที่นักเรียนชั้นประถมศึกษา มักจะทำผิดเสมอ ๆ เกี่ยวกับการคำนวณตัวเลข และปรับปรุงแบบทดสอบวินิจฉัย โดย

ศึกษาแก่นักเรียนเกรด 6 จำนวน 690 คน นักเรียนแต่ละคนได้รับการทดสอบด้วยแบบทดสอบ ค้นหาจุดบกพร่อง เรื่องเลขจำนวนเต็ม แล้วจัดนักเรียนเป็นสามกลุ่ม คือ พวกที่ตอบถูกทั้งหมด พวกที่ทำถูกแต่คำตอบผิด และพวกที่ทั้งวิธีทำและคำตอบผิด พวกที่วิธีทำถูกแต่คำตอบผิดได้รับการทดสอบด้วยแบบทดสอบวินิจฉัยเพื่อหาจุดบกพร่องต่าง ๆ ผลจากการศึกษาพบจุดบกพร่องในด้านการบวก 17 เปอร์เซนต์ การคูณด้วยเลขหลักเดียว 14 เปอร์เซนต์ การคูณด้วยเลขสองหลัก 16 เปอร์เซนต์

ในปี 1976 โบว์แมน (Bowman, 1976 : 7260-A) ได้สร้างแบบทดสอบวินิจฉัยคณิตศาสตร์เบื้องต้น (A Basic Mathematics Diagnostic Instrument) เพื่อค้นหาจุดเด่นและจุดบกพร่องของนักเรียนในเรื่องการบวก ลบ คูณ และหารจำนวนต่าง ๆ การแก้ปัญหาคณิตศาสตร์เบื้องต้น แบบทดสอบชุดนี้สร้างขึ้นเพื่อใช้ในวิทยาลัยที่มีโครงการช่วยเหลือนักเรียนที่มีพื้นฐานทางคณิตศาสตร์ต่ำ และใช้ทดสอบเป็นกลุ่ม แต่หลังจากคำตอบของนักเรียนแต่ละคนมาพิจารณาว่า นักเรียนมีจุดเด่นและจุดบกพร่องในเรื่องหาโตและมักผิดพลาดในลักษณะใด ข้อมูลที่ได้จะบันทึกเป็นเส้นภาพ (Profile) เพื่อความสะดวกในการตีความหมายผลงานของนักเรียน การศึกษาครั้งนี้ใช้กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 435 คน ผลปรากฏว่าแบบทดสอบชุดนี้มีประโยชน์ในการจัดโครงการสอนซ่อมเสริมนักเรียนเป็นรายบุคคลได้อย่างเหมาะสม

ต่อมาในปี 1978 จ็อน (Jean, 1978 : 4636-A) ได้ศึกษาจุดบกพร่องในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์เรื่องการบวก (Addition Process) ของนักเรียนเกรด 3 และเกรด 4 โดยใช้แบบทดสอบวินิจฉัยค้นหาจุดบกพร่องและทำการสอนซ่อมเสริมในจุดบกพร่องนั้น ผลจากการศึกษาพบว่า นักเรียนที่บกพร่องในการเรียนคณิตศาสตร์เกี่ยวกับตัวเลข เพราะขาดทักษะพื้นฐานเกี่ยวกับระบบจำนวน ส่วนนักเรียนที่ได้รับการสอนซ่อมเสริมได้คะแนนเพิ่มขึ้นจากการทำแบบทดสอบหลังจากการสอนซ่อมเสริมแล้วมากกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับแบบทดสอบวินิจฉัยที่กล่าวมาแล้วสรุปได้ว่า งานวิจัยในประเทศไทย อภิไธยธรรม หัตถนุตร ได้สร้างแบบทดสอบวินิจฉัยความบกพร่องในการเรียนเรื่องเศษส่วน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 (ม.1) ผลปรากฏว่าแบบทดสอบที่สร้างขึ้นมีความเชื่อมั่นและความเที่ยงตรงตามเนื้อหาสูงทุกฉบับ และในปีเดียวกัน ลุ่มม มุลเมือง ได้

สร้างแบบทดสอบวินิจฉัยข้อบกพร่องในการเรียนคณิตม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 (ม.1) ผลปรากฏว่าแบบทดสอบทั้งสี่ฉบับมีความเชื่อมั่นและความเที่ยงตรงตามสภาพที่เชื่อถือได้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 สำหรับงานวิจัยในต่างประเทศ บอยเตน ได้สร้างแบบทดสอบวินิจฉัยจุดบกพร่องในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนเกรด 5 ผลปรากฏว่าแบบทดสอบที่สร้างขึ้นสามารถค้นหาจุดบกพร่องในการเรียนของนักเรียนเป็นรายบุคคลและทั้งชั้นได้ และเป็นประโยชน์ในการจัดการสอนซ่อมเสริมอย่างมาก และ เอลลิส ได้ศึกษาจุดบกพร่องในการเรียนเลขจำนวนเต็มของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา โดยใช้แบบทดสอบวินิจฉัยทดสอบนักเรียนเกรด 6 ซึ่งเป็นกลุ่มที่วิธีทำถูกแต่คำตอบผิด ผลปรากฏว่าบกพร่องในด้านการบวก 17 เปอร์เซนต์ การคูณด้วยเลขหลักเดียว 14 เปอร์เซนต์ การคูณด้วยเลขสองหลัก 16 เปอร์เซนต์ ส่วน โบว์แมน ได้สร้างแบบทดสอบวินิจฉัยคณิตศาสตร์เบื้องต้น เพื่อค้นหาจุดเด่นและจุดบกพร่องของนักเรียนในเรื่องการบวก ลบ คูณ และหารจำนวนต่าง ๆ การแก้ปัญหาคณิตศาสตร์เบื้องต้น ผลปรากฏว่าแบบทดสอบชุดนี้มีประโยชน์ในการจัดโครงการสอนซ่อมเสริมนักเรียนเป็นรายบุคคลได้อย่างเหมาะสม และ จีน ใช้แบบทดสอบวินิจฉัยค้นหาจุดบกพร่องในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องการบวกของนักเรียนเกรด 3 และเกรด 4 และทำการสอนซ่อมเสริม ผลปรากฏว่านักเรียนบกพร่องเพราะขาดทักษะพื้นฐานเกี่ยวกับระบบจำนวน และนักเรียนที่ได้รับการสอนซ่อมเสริมแล้วทดสอบได้คะแนนสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

บทที่ 3

วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 (ม.3) ปีการศึกษา 2523 ของโรงเรียนสังกัดกรมสามัญศึกษา ในเขตท้องที่การศึกษาที่ 4 กรุงเทพมหานคร

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 (ม.3) ปีการศึกษา 2523 ของโรงเรียนสังกัดกรมสามัญศึกษา ในเขตท้องที่การศึกษาที่ 4 กรุงเทพมหานคร แบ่งกลุ่มตัวอย่างเป็นสองประเภท ดังนี้

1. กลุ่มตัวอย่างที่ใช้สำหรับทดสอบเพื่อสำรวจจุดบกพร่องและรวบรวมคำตอบผิดของนักเรียนจำนวน 230 คน ซึ่งเลือกโดยสุ่มโรงเรียนละสองโรงเรียนจากโรงเรียนทั้งหมด 19 โรงเรียน แล้วสุ่มห้องเรียนหนึ่งห้องจากโรงเรียนที่สุ่มได้

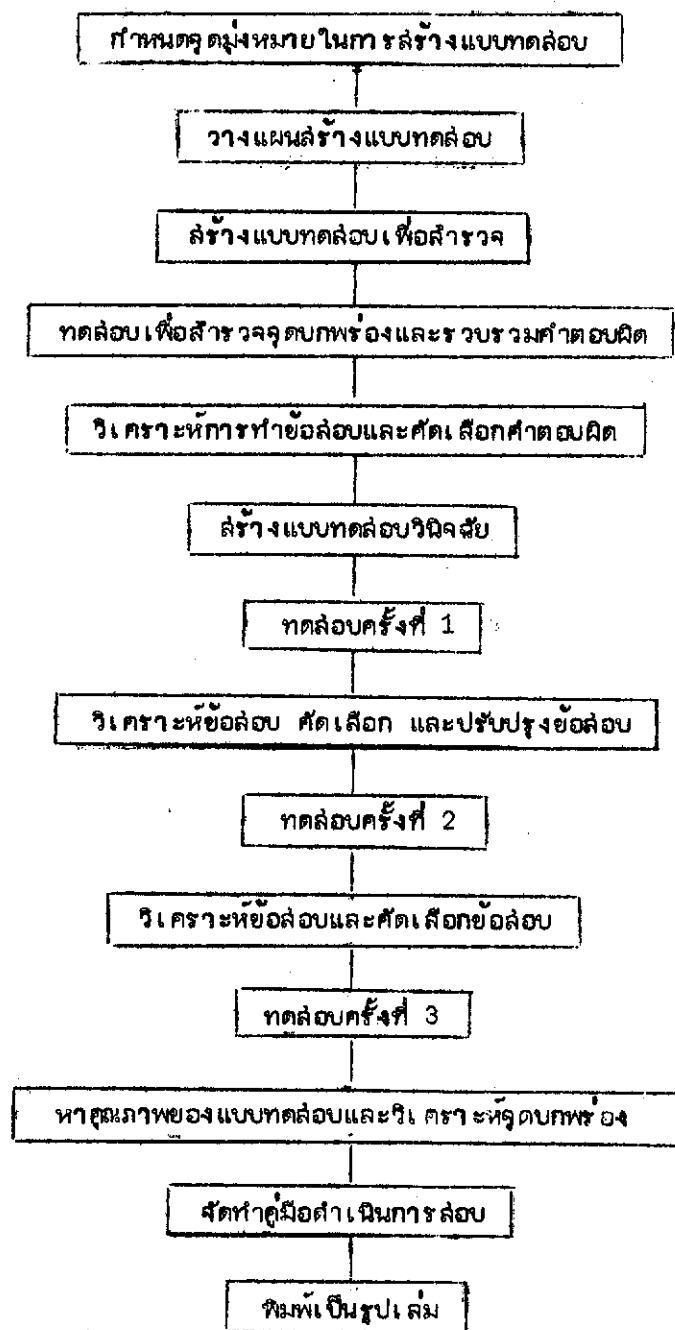
2. กลุ่มตัวอย่างที่ใช้สำหรับทดสอบเพื่อหาคุณภาพของแบบทดสอบ จำนวน 520 คน ซึ่งในการทดสอบครั้งที่ 1 และครั้งที่ 2 สุ่มโรงเรียนครั้งละสองโรงเรียนจากโรงเรียนทั้งหมด 19 โรงเรียน แล้วสุ่มห้องเรียนจากโรงเรียนที่สุ่มได้โรงเรียนละสองห้อง สำหรับการทดสอบครั้งที่ 3 สุ่มโรงเรียนสามโรงเรียนจากโรงเรียนที่เหลือจากการสุ่มครั้งที่ 1 และครั้งที่ 2 แล้วสุ่มห้องเรียนหนึ่งห้องจากโรงเรียนที่สุ่มได้ และได้กลุ่มตัวอย่างดังแสดงในตาราง 1

ตาราง 1 รายชื่อโรงเรียน จำนวนห้องเรียน จำนวนนักเรียนและจุดมุ่งหมายในการทดสอบ

โรงเรียน	จำนวน ห้องเรียน	จำนวน นักเรียน	จุดมุ่งหมายในการทดสอบ
ศูนย์ประติสฐารามวิทยาคม	3	110	ทดสอบเพื่อสำรวจจุดบกพร่อง
แจรงร้อนวิทยา	3	120	และรวบรวมคำขอผิด
ศูนย์ประติสฐารามวิทยาคม	2	75	ทดสอบครั้งที่ 1 เพื่อหา
ปัญญาวรคุณ	2	65	คุณภาพของข้อสอบ
วัดหนองแขม	2	92	ทดสอบครั้งที่ 2 เพื่อหา
วัดอินทาราม	2	73	คุณภาพของข้อสอบ
วัดศรีวัดอัมปลารักษ์	2	90	ทดสอบครั้งที่ 3 เพื่อหา
วัดราชโอรส	2	80	คุณภาพของแบบทดสอบ
บางปะกอกวิทยาคม	1	45	
รวม	19	750	

วิธีดำเนินการสร้างแบบทดสอบวินิจฉัย

ในการดำเนินการสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องโพลิโนเมียล ผู้วิจัย
ดำเนินการสร้างตามลำดับขั้น ดังแสดงในภาพประกอบ 1



ภาพประกอบ 1 ลำดับขั้นในการดำเนินการสร้างแบบทดสอบวินิจฉัย

ผู้วิจัยดำเนินการสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยตามลำดับขั้นในภาพประกอบ 1 ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

1. กำหนดจุดมุ่งหมายในการสร้างแบบทดสอบ

เพื่อสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง โพลิโนเมียลสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 (ม.3) นำไปใช้ทดสอบนักเรียนหลังจากการสอนเนื้อหาแต่ละเนื้อหาสิ้นสุดลง เพื่อนำข้อมูลมาพิจารณาเป็นประโยชน์ในการสอนซ่อมเสริมได้ถูกต้องและตรงจุด และเป็นแนวทางในการปรับปรุงการเรียนการสอน

2. วางแผนสร้างแบบทดสอบ

2.1 ศึกษาทฤษฎี ลักษณะของแบบทดสอบ วิธีการสร้างแบบทดสอบและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับแบบทดสอบวินิจฉัย เพื่อเป็นแนวทางในการสร้างแบบทดสอบ

2.2 ศึกษาหลักสูตร คู่มือการสอนคณิตศาสตร์ หนังสือแบบเรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 (ม.3) และในระดับชั้นก่อน ๆ คือ ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 (ม.1) และชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 (ม.2) เพื่อให้ทราบขอบเขตของเนื้อหาที่จะนำมาเกี่ยวข้องในการสร้างแบบทดสอบ

2.3 วิเคราะห์เนื้อหาและจุดประสงค์ในการสอนคณิตศาสตร์ เรื่อง โพลิโนเมียล โดยยึดแนวจุดประสงค์และเนื้อหาตามหลักสูตรวิชาคณิตศาสตร์ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น พุทธศักราช 2521 และคู่มือการสอนคณิตศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 (ม.3) เพื่อแบ่งเป็นหน่วยการเรียนรู้และเขียนจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

จากการที่ได้วิเคราะห์เนื้อหาเรื่อง โพลิโนเมียลแล้ว จึงสร้างตารางหน่วยการเรียนรู้ที่จะสร้างแบบทดสอบ ดังแสดงในตาราง 2

ตาราง 2 หน่วยการเรียนรู้เรื่องโพลิโนเมียล

หัวข้อเรื่อง	หน่วยการเรียนรู้
1. การบวกและการลบโมนอมียล	1.1 ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับโมนอมียล 1.2 การบวกโมนอมียล 1.3 การลบโมนอมียล
2. การบวกและการลบโพลิโนเมียล	2.1 ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับโพลิโนเมียล 2.2 การบวกลบโพลิโนเมียล 2.3 การบวกโพลิโนเมียล 2.4 การลบโพลิโนเมียล
3. การคูณโพลิโนเมียล	3.1 การคูณโมนอมียลกับโมนอมียล 3.2 การคูณโมนอมียลกับโพลิโนเมียลที่ไม่ใช่โมนอมียล 3.3 การคูณโพลิโนเมียลกับโพลิโนเมียล
4. การหารโพลิโนเมียล	4.1 การหารโมนอมียลด้วยโมนอมียล 4.2 การหารโพลิโนเมียลที่ไม่ใช่โมนอมียลด้วยโมนอมียล 4.3 การหารโพลิโนเมียลด้วยโพลิโนเมียลที่ต่างก็ไม่ใช่โมนอมียล
5. สัมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว	5.1 ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับสัมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว 5.2 การแก้สัมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว

ตาราง 2 (ต่อ)

หัวข้อเรื่อง	หน่วยการเรียนรู้
6. โจทย์ส่มการเชิงเส้นตัวแปรเดียว	6.1 การใช้สัญลักษณ์แทนข้อความ 6.2 การใช้ส่มการแสดงความสัมพันธ์ตามที่ โจทย์กำหนดให้ 6.3 การแก้โจทย์ส่มการเชิงเส้นตัวแปรเดียว

เมื่อสร้างตารางหน่วยการเรียนรู้แล้วจึงเขียนจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม ดังแสดงใน ตาราง 3 เพื่อเป็นแบบแผนในการสร้างแบบทดสอบให้ครอบคลุมเนื้อหา สำหรับการกำหนดเกณฑ์ ในจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมนั้นก็คือ การกำหนดจุดตัดของคะแนนที่แบ่งผู้เรียนออกเป็นสองพวกคือ พวก ที่มีจุดบกพร่องกับพวกที่ไม่มีจุดบกพร่อง ซึ่ง ส่งบ สักขณะ (ส่งบ สักขณะ 2523 : 53 - 54) ได้เสนอแนะวิธีการกำหนดจุดตัดของคะแนนว่า ควรใช้กลุ่มผู้มีประสบการณ์พิจารณากำหนด ความสำคัญของจุดประสงค์และกำหนดจุดตัดของคะแนน แบบทดสอบหนึ่งฉบับอาจวัดหลายจุดประสงค์ แต่ละจุดประสงค์ออกข้อสอบได้หลายข้อ การใช้จุดตัดเดียวอาจไม่เหมาะสม ควรกำหนดจุดตัดตาม ความสำคัญของจุดประสงค์ ถ้าจุดประสงค์ใดสำคัญเป็นมากก็อาจตั้งจุดตัดไว้สูง ๆ ด้วยเหตุผลดังกล่าว ผู้วิจัยจึงกำหนดเกณฑ์ในแต่ละจุดประสงค์ไม่เท่ากัน การกำหนดเกณฑ์และจำนวนข้อสอบ ผู้วิจัย กระทำร่วมกับอาจารย์ผู้สอนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง โพลีโนเมียล จำนวน 3 คน โดยพิจารณาสักขณะ เนื้อหาวิชา ความต้องการพื้นฐานที่จะไปเรียนเนื้อหาต่อไป ความสามารถของนัก เรียนและจำนวน คาบเวลาในการสอน เป็นหลักในการกำหนดเกณฑ์และจำนวนข้อสอบ

ตาราง 3 เนื้อหาและจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

เนื้อหา	จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม
1. การบวกและการลบโมนีเยล	
1.1 ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับโมนีเยล	1.1.1 เมื่อกำหนดจำนวนต่าง ๆ ให้ นักเรียนสามารถบอกได้ว่า จำนวนใดเป็นโมนีเยลได้ถูกต้องอย่างน้อย 4 ใน 5 ข้อ 1.1.2 เมื่อกำหนดโมนีเยลให้ นักเรียนสามารถบอกสัมประสิทธิ์ของโมนีเยลได้ถูกต้องอย่างน้อย 4 ใน 5 ข้อ 1.1.3 เมื่อกำหนดโมนีเยลให้ นักเรียนสามารถบอกดีกรีของโมนีเยลได้ถูกต้องอย่างน้อย 4 ใน 5 ข้อ 1.1.4 เมื่อกำหนดโมนีเยลเป็นคู่ ๆ ให้ นักเรียนสามารถบอกได้ว่าโมนีเยลคู่ใดคล้ายกันได้ถูกต้องอย่างน้อย 4 ใน 5 ข้อ
1.2 การบวกโมนีเยล	1.2.1 เมื่อกำหนดโมนีเยลให้ นักเรียนสามารถหาผลบวกของโมนีเยลได้ถูกต้องอย่างน้อย 7 ใน 10 ข้อ
1.3 การลบโมนีเยล	1.3.1 เมื่อกำหนดโมนีเยลให้ นักเรียนสามารถหาผลลบของโมนีเยลได้ถูกต้องอย่างน้อย 7 ใน 10 ข้อ
2. การบวกและการลบโพลีโนเมียล	
2.1 ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับโพลีโนเมียล	2.1.1 เมื่อกำหนดจำนวนต่าง ๆ ให้ นักเรียนสามารถบอกได้ว่าจำนวนใดเป็นโพลีโนเมียลได้ถูกต้องอย่างน้อย 4 ใน 5 ข้อ

ตาราง 3 (ต่อ)

เนื้อหา	จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม
	2.1.2 เมื่อกำหนดโพลีโนเมียลให้ นักเรียนสามารถบอกดีกรีของโพลีโนเมียลได้ถูกต้องอย่างน้อย 4 ใน 5 ข้อ 2.1.3 เมื่อกำหนดโพลีโนเมียลให้ นักเรียนสามารถบอกจำนวนพจน์ของโพลีโนเมียลได้ถูกต้องอย่างน้อย 4 ใน 5 ข้อ
2.2 การบวกลบโพลีโนเมียล	2.2.1 เมื่อกำหนดโพลีโนเมียลให้ นักเรียนสามารถทำให้เป็นโพลีโนเมียลในรูปผลสำเร็จได้ถูกต้องอย่างน้อย 6 ใน 10 ข้อ
2.3 การบวกโพลีโนเมียล	2.3.1 เมื่อกำหนดโพลีโนเมียลให้ นักเรียนสามารถหาผลบวกของโพลีโนเมียลได้ถูกต้องอย่างน้อย 5 ใน 8 ข้อ
2.4 การลบโพลีโนเมียล	2.4.1 เมื่อกำหนดโพลีโนเมียลให้ นักเรียนสามารถหาผลลบของโพลีโนเมียลได้ถูกต้องอย่างน้อย 4 ใน 7 ข้อ
3. การคูณโพลีโนเมียล	
3.1 การคูณโมนอเมียลกับโมนอเมียล	3.1.1 เมื่อกำหนดโมนอเมียลให้ นักเรียนสามารถหาผลคูณของโมนอเมียลได้ถูกต้องอย่างน้อย 5 ใน 7 ข้อ
3.2 การคูณโมนอเมียลกับโพลีโนเมียลที่ไม่ใช่โมนอเมียล	3.2.1 เมื่อกำหนดโมนอเมียลกับโพลีโนเมียลที่ไม่ใช่โมนอเมียลให้ นักเรียนสามารถหาผลคูณของโมนอเมียลกับโพลีโนเมียลได้ถูกต้องอย่างน้อย 5 ใน 8 ข้อ

ตาราง 3 (ต่อ)

เนื้อหา	จุดประสงค์ ซึ่งพฤติกรรม
3.3 การดูโพลีโนเมียลกับ โพลีโนเมียล	3.3.1 เมื่อกำหนดโพลีโนเมียลให้ นักเรียนสามารถหาผลคูณ ของโพลีโนเมียลโดยวิธีที่ได้ถูกต้องอย่างน้อย 6 ใน 10 ข้อ 3.3.2 เมื่อกำหนดโพลีโนเมียลให้ นักเรียนสามารถหาผลคูณ ของโพลีโนเมียลโดยวิธีที่ดูได้ถูกต้องอย่างน้อย 6 ใน 10 ข้อ
4. การหารโพลีโนเมียล	
4.1 การหารโมนีโนเมียลด้วย โมนีโนเมียล	4.1.1 เมื่อกำหนดโมนีโนเมียลให้ นักเรียนสามารถหาผลหาร ของโมนีโนเมียลได้ถูกต้องอย่างน้อย 3 ใน 5 ข้อ 4.1.2 เมื่อกำหนดโมนีโนเมียลหารด้วยโมนีโนเมียลให้ นักเรียนสามารถบอกได้ว่า โมนีโนเมียลคู่ใดเป็น การหารลงตัวได้ถูกต้องอย่างน้อย 3 ใน 5 ข้อ
4.2 การหารโพลีโนเมียล ที่ไม่ใช่โมนีโนเมียลด้วย โมนีโนเมียล	4.2.1 เมื่อกำหนดโพลีโนเมียลที่ไม่ใช่โมนีโนเมียลหารด้วย โมนีโนเมียลและเป็นการหารลงตัวให้ นักเรียน สามารถหาผลหารได้ถูกต้องอย่างน้อย 5 ใน 8 ข้อ 4.2.2 เมื่อกำหนดโพลีโนเมียลที่ไม่ใช่โมนีโนเมียลหารด้วย โมนีโนเมียลและเป็นการหารไม่ลงตัวให้ นักเรียน สามารถหาผลหารและเศษของการหารได้ถูกต้อง อย่างน้อย 4 ใน 7 ข้อ

ตาราง 3 (ต่อ)

เนื้อหา	จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม
4.3 การหารโพลโนเมียลด้วยโพลโนเมียลที่ต่างก็ไม่ใช่โพลโนเมียล	4.3.1 เมื่อกำหนดโพลโนเมียลหารด้วยโพลโนเมียลที่ต่างก็ไม่ใช่โพลโนเมียลให้ นักเรียนสามารถหาผลหารได้ถูกต้องอย่างน้อย 6 ใน 10 ข้อ
5. สัมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว	
5.1 ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับสัมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว	5.1.1 เมื่อกำหนดสมการให้ นักเรียนสามารถบอกสมการที่สัมพันธ์กับสมการที่กำหนดให้ได้ถูกต้องอย่างน้อย 4 ใน 5 ข้อ
	5.1.2 เมื่อกำหนดสมการให้ นักเรียนสามารถบอกได้ว่าสมการใดเป็นสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวได้ถูกต้องอย่างน้อย 4 ใน 5 ข้อ
5.2 การแก้สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว	5.2.1 เมื่อกำหนดสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวให้ นักเรียนสามารถใช้คุณสมบัติของความเท่ากันแก้สมการเพื่อหาคำตอบได้ถูกต้องอย่างน้อย 6 ใน 10 ข้อ
6. โจทย์สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว	
6.1 การใช้สัญลักษณ์แทนข้อความ	6.1.1 เมื่อกำหนดข้อความให้ นักเรียนสามารถเปลี่ยนข้อความเป็นสัญลักษณ์ได้ถูกต้องอย่างน้อย 5 ใน 8 ข้อ
6.2 การใช้สมการแสดงความสัมพันธ์ตามที่โจทย์กำหนดให้	6.2.1 เมื่อกำหนดโจทย์สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวให้ นักเรียนสามารถบอกสมการแสดงความสัมพันธ์ตามที่โจทย์กำหนดให้ได้ถูกต้องอย่างน้อย 4 ใน 7 ข้อ

ตาราง 3 (ต่อ)

เนื้อหา	จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม
6.3 การแก้โจทย์สมการ เชิงเส้นตัวแปรเดียว	6.3.1 เมื่อกำหนดโจทย์สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ให้นักเรียนสามารถหาคำตอบของโจทย์สมการ ได้ถูกต้องอย่างน้อย 3 ใน 5 ข้อ

2.4 แบบทดสอบที่สร้างขึ้นมีจำนวนหกฉบับ คือ แบบทดสอบการบวกและการลบ
โมนอเมียล การบวกและการลบพหุนาม การคูณพหุนาม การหารพหุนาม สมการ
เชิงเส้นตัวแปรเดียว และโจทย์สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ซึ่งครั้งแรกจะสร้างแบบทดสอบเพื่อ
สำรวจแบบให้แสดงวิธีทำและเติมคำ แล้วดัดแปลงเป็นแบบทดสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบชนิด
สี่ตัวเลือก โดยนำคำตอบที่นักเรียนลงนามมากตอบผิดในแบบทดสอบเพื่อสำรวจมาเป็นตัวลวง

3. สร้างแบบทดสอบเพื่อสำรวจ โดยเขียนข้อสอบให้สอดคล้องกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม
ประกอบด้วยแบบทดสอบย่อยหกฉบับ คือ

ฉบับที่ 1 การบวกและการลบโมนอเมียล มีสามตอน คือ

ตอนที่ 1 ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับโมนอเมียล ได้แก่ ความหมายของโมนอเมียล
สัมประสิทธิ์ของโมนอเมียล ดีกรีของโมนอเมียลและโมนอเมียลคล้าย

ตอนที่ 2 การบวกโมนอเมียล

ตอนที่ 3 การลบโมนอเมียล

ฉบับที่ 2 การบวกและการลบพหุนาม มีสี่ตอน คือ

ตอนที่ 1 ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับพหุนาม ได้แก่ ความหมายของ
พหุนาม ดีกรีของพหุนามและจำนวนพจน์ของพหุนาม

ตอนที่ 2 การบวกลบพหุนาม

ตอนที่ 3 การบวกโพลิโนเมียล

ตอนที่ 4 การลบโพลิโนเมียล

ฉบับที่ 3 การคูณโพลิโนเมียล มีสามตอน คือ

ตอนที่ 1 การคูณโมนเมียลกับโมนเมียล

ตอนที่ 2 การคูณโมนเมียลกับโพลิโนเมียลที่ไม่ใช่โมนเมียล

ตอนที่ 3 การคูณโพลิโนเมียลกับโพลิโนเมียล

ฉบับที่ 4 การหารโพลิโนเมียล มีสามตอน คือ

ตอนที่ 1 การหารโมนเมียลด้วยโมนเมียล

ตอนที่ 2 การหารโพลิโนเมียลที่ไม่ใช่โมนเมียลด้วยโมนเมียล

ตอนที่ 3 การหารโพลิโนเมียลด้วยโพลิโนเมียลที่ต่างก็ไม่ใช่โมนเมียล

ฉบับที่ 5 สัมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว มีสองตอน คือ

ตอนที่ 1 ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับสัมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ได้แก่

สัมการสมมูลและลักษณะของสัมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว

ตอนที่ 2 การแก้สัมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว

ฉบับที่ 6 โจทย์สัมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว มีสามตอน คือ

ตอนที่ 1 การใช้สัญลักษณ์แทนข้อความ

ตอนที่ 2 การใช้สัมการแสดงความสัมพันธ์ตามที่โจทย์กำหนดให้

ตอนที่ 3 การแก้โจทย์สัมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว

ตัวอย่างข้อสอบ

แบบทดสอบฉบับที่ 1 การบวกและการลบโมนเมียล

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม "เมื่อกำหนดโมนเมียลให้นักเรียนสามารถหาผลบวกของโมนเมียลได้ถูกต้องอย่างน้อย 7 ใน 10 ข้อ"

ข้อสอบ $(5x^2) + (-2x^2) = ?$

แบบทดสอบฉบับที่ 2 การบวกและการลบพหุนาม

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม "เมื่อกำหนดพหุนามให้ นักเรียนสามารถหาผลบวกของพหุนามได้ถูกต้องอย่างน้อย 4 ใน 7 ข้อ"

ข้อสอบ $(2x + 5y) - (3x - 2y) = ?$

แบบทดสอบฉบับที่ 3 การคูณพหุนาม

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม "เมื่อกำหนดพหุนามให้ นักเรียนสามารถหาผลคูณของพหุนามโดยวิธีที่ได้ถูกต้องอย่างน้อย 6 ใน 10 ข้อ"

ข้อสอบ $(3x - 2)(4x + 5) = ?$

แบบทดสอบฉบับที่ 4 การหารพหุนาม

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม "เมื่อกำหนดพหุนามที่ไม่ใช่โมนอมials หารด้วยโมนอมials และเป็นการหารไม่ลงตัวให้ นักเรียนสามารถหาผลหารและเศษของการหารได้ถูกต้องอย่างน้อย 4 ใน 7 ข้อ"

ข้อสอบ $\frac{2x^4 - x^3 + x}{x^2} = ?$

แบบทดสอบฉบับที่ 5 สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม "เมื่อกำหนดสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวให้ นักเรียนสามารถใช้คุณสมบัติของความเท่ากันแก้สมการเพื่อหาคำตอบได้ถูกต้องอย่างน้อย 6 ใน 10 ข้อ"

ข้อสอบ จงแก้สมการ $5x - 6x = 21 - 8x$

แบบทดสอบฉบับที่ 6 โจทย์สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม "เมื่อกำหนดโจทย์สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวให้ นักเรียนสามารถบอกสมการแสดงความสัมพันธ์ตามที่โจทย์กำหนดให้ได้ถูกต้องอย่างน้อย 4 ใน 7 ข้อ"

ข้อสอบ บิดาอายุเป็นสามเท่าของบุตรชาย บุตรชายอายุมากกว่าบุตรสาว 4 ปี ทั้งสามคนอายุรวมกันได้ 46 ปี จงหาอายุของบิดา ถ้าบุตรชายอายุ x ปี เขียนสมการเพื่อหาอายุของบิดาได้อย่างไร ?

นำแบบทดสอบเพื่อสำรวจทั้งหกฉบับและจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมไปให้ผู้เชี่ยวชาญทาง
เนื้อหาวิชา ได้แก่ อาจารย์ที่มีประสบการณ์ในการสอนวิชาคณิตศาสตร์ ระดับประถมศึกษาตอนต้น
มาไม่น้อยกว่า 5 ปี จำนวน 1 คน และอาจารย์ผู้สอนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องโพลีโนเมียล จำนวน
3 คน เป็นผู้พิจารณาว่าข้อกำหนดจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมเขียนไว้อย่างชัดเจนหรือไม่ ตรวจสอบแต่ละข้อ
วัดตรงตามจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมที่ต้องการทดสอบและครอบคลุมเนื้อหาหรือไม่ แล้วแก้ไข
ปรับปรุงให้เรียบร้อยก่อนนำไปทดสอบ วิเคราะห์การขึ้นนี้เป็นการพิจารณาความเที่ยงตรงตาม
เนื้อหา

4. นำแบบทดสอบเพื่อสำรวจทั้งหกฉบับไปทดสอบกับกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 230 คน เพื่อ
สำรวจจุดบกพร่องและรวบรวมคำตอบผิด

5. นำข้อผิดพลาดหรือคำตอบผิดของนักเรียนมาวิเคราะห์ว่า นักเรียนทำอย่างไรจึงผิด
หรือนักเรียนใช้วิธีการอย่างไรในการแก้ปัญหา ซึ่งในการวิเคราะห์หาสาเหตุของการทำผิด
ผู้วิจัยจะทำงานร่วมกับอาจารย์ผู้สอนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องโพลีโนเมียล จำนวน 3 คน และคัดเลือก
คำตอบผิดเพื่อนำไปสร้างเป็นตัวลงในแบบทดสอบวินิจฉัย ในการคัดเลือกคำตอบผิดวิธีเลือกดังนี้

ในกรณีที่คำตอบผิดของแต่ละข้อมีมากกว่าสามคำตอบ เลือกคำตอบผิดที่นักเรียนตอบ
มากที่สุดเรียงตามลำดับจนครบสามข้อเลือก ส่วนในกรณีที่คำตอบผิดน้อยกว่าสามคำตอบได้สร้าง
ตัวลงให้ครบสามตัวตามต้องการ

6. สร้างแบบทดสอบวินิจฉัยวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องโพลีโนเมียล เป็นแบบทดสอบแบบ
เลือกตอบชนิดสี่ตัวเลือก โดยดัดแปลงมาจากแบบทดสอบเพื่อสำรวจ และนำคำตอบที่นักเรียน
ส่วนมากตอบผิดในแบบทดสอบเพื่อสำรวจมาเป็นตัวลง ตัวลงแต่ละตัวสามารถค้นหาสาเหตุของ
ความบกพร่องของนักเรียนในลักษณะต่าง ๆ กันได้ และมีความยาวข้อสอบมากกว่าที่กำหนดไว้ใน
จุดประสงค์เชิงพฤติกรรมจำนวน 2 ถึง 5 ข้อ

7. ทดสอบครั้งที่ 1 นำแบบทดสอบวินิจฉัยทั้งหกฉบับไปทดสอบกับกลุ่มตัวอย่าง จำนวน
140 คน เพื่อหาคุณภาพของข้อสอบ

8. วิเคราะห์ข้อสอบ คัดเลือกและปรับปรุงข้อสอบ

8.1 ตรวจให้คะแนนแบบทดสอบ ถ้าตอบถูกให้ 1 คะแนน ถ้าตอบผิด ตอบเกินกว่าหนึ่งคำตอบหรือไม่ตอบเลยให้ 0 คะแนน

8.2 หาค่าความยากของข้อสอบแต่ละข้อ โดยใช้สูตรคำนวณอย่างง่าย

8.3 หาค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบแต่ละข้อ โดยใช้สูตรของ เบรนนัม ซึ่งเรียกว่า ดัชนีค่าอำนาจจำแนกบี (Discrimination Index B) และการแบ่งนักเรียนเป็นสองกลุ่ม คือ กลุ่มสูงและกลุ่มต่ำนั้น ผู้วิจัยใช้คะแนนเกณฑ์ของแบบทดสอบแต่ละฉบับเป็นจุดตัดระหว่างกลุ่มสูงและกลุ่มต่ำ ซึ่งการกำหนดคะแนนเกณฑ์ของแบบทดสอบแต่ละฉบับผู้วิจัยกระทำร่วมกับอาจารย์ผู้สอน วิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง โพลิโนเมียล จำนวน 3 คน

8.4 คัดเลือกข้อสอบ โดยมีหลักเกณฑ์ดังนี้

8.4.1 ข้อสอบจะต้องมีค่าความยาก (p) ตั้งแต่ .50 ขึ้นไป เนื่องจากค่าความยากของข้อสอบขึ้นอยู่กับเนื้อหาวิชาตามจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม ถ้าสิ่งที่ต้องการวัดง่าย ข้อสอบก็จะง่าย ถ้าสิ่งที่จะวัดยาก ข้อสอบก็ควรยากตามไปด้วย (ลัมศักดิ์ สินธุระเวชชัย 2522 : 9) และข้อสอบที่วัดจุดประสงค์เดียวกัน ควรมีค่าความยากใกล้เคียงกัน (ลัมศักดิ์ สินธุระ 2523 : 41) และเป็นข้อสอบค่อนข้างง่าย (Singha. 1974 : 200 - 202) ดังนั้น ถ้าข้อสอบมีค่าความยากตั้งแต่ .50 ขึ้นไป ก็จะคัดเลือกข้อที่มีค่าความยากใกล้เคียงกัน เอาไว้ ส่วนข้อที่มีค่าความยากห่างจากข้อสอบที่วัดจุดประสงค์เดียวกันก็จะคัดออก

8.4.2 ข้อสอบจะต้องมีค่าอำนาจจำแนก (B) ตั้งแต่ .00 ขึ้นไป เนื่องจากจุดมุ่งหมายที่สำคัญที่สุดของแบบทดสอบวินิจฉัยก็เพื่อจะค้นหาว่าสิ่งใดที่นักเรียนไม่สามารถจะทำได้ และมีสาเหตุใดมากกว่าที่จะเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน (Adams and Torgerson. 1964 : 472)

8.5 ปรับปรุงข้อสอบที่ไม่ได้ตามเกณฑ์ในข้อ 8.4 โดยปรับปรุงข้อสอบที่มีค่าความยาก ใกล้ .50

9. ทดสอบครั้งที่ 2 นำแบบทดสอบวินิจฉัยทั้งหมดฉบับที่คัดเลือกและปรับปรุงจากการทดสอบ ครั้งที่ 1 ไปทดสอบกับกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 165 คน เพื่อหาคุณภาพของข้อสอบ

10. วิเคราะห์ข้อสอบและคัดเลือกข้อสอบ โดยให้หลักการเดียวกับข้อ 8 เมื่อคัดเลือกข้อสอบแล้วให้จำนวนข้อสอบตามที่กำหนดไว้ในจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

11. ทดสอบครั้งที่ 3 นำแบบทดสอบวินิจฉัยทั้งหมดที่คัดเลือกจากการทดสอบครั้งที่ 2 ไปทดสอบกับกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 215 คน เพื่อหาคุณภาพของแบบทดสอบ

12. หาคุณภาพของแบบทดสอบและวิเคราะห์จุดบกพร่อง

12.1 หาค่าความยากของข้อสอบแต่ละข้อ โดยใช้สูตรคำนวณอย่างง่าย (อนันต์ ศรีโสภา 2520 : 150)

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

เมื่อ P แทน ค่าความยากของข้อสอบ

R แทน จำนวนคนตอบถูก

N แทน จำนวนคนทั้งหมด

12.2 หาค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบแต่ละข้อ โดยใช้สูตรของเบรนนัน ซึ่งเรียกว่า ดัชนีค่าอำนาจจำแนกบี (Discrimination Index B) (Brennan. 1972 : 289 - 303) สำหรับการแบ่งนักเรียนเป็นสองกลุ่มคือ กลุ่มสูงและกลุ่มต่ำ ผู้วิจัยใช้คะแนนเกณฑ์ของแบบทดสอบแต่ละฉบับที่กำหนดไว้ในตาราง 4 เป็นจุดตัดระหว่างกลุ่มสูงและกลุ่มต่ำ

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

เมื่อ B แทน ค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบ

U แทน จำนวนคนในกลุ่มสูงที่ตอบถูก

L แทน จำนวนคนในกลุ่มต่ำที่ตอบถูก

n_1 แทน จำนวนคนทั้งหมดในกลุ่มสูง

n_2 แทน จำนวนคนทั้งหมดในกลุ่มต่ำ

12.3 หาค่าสถิติพื้นฐาน ได้แก่

12.3.1 คะแนนเฉลี่ย (ชูศรี วงศ์รัตนะ 2523 : 29 - 33)

$$\bar{X} = \frac{\Sigma X}{N}$$

เมื่อ $\bar{X}$ แทน คะแนนเฉลี่ย

ΣX แทน ผลรวมของคะแนนทั้งหมด

N แทน จำนวนคนทั้งหมด

12.3.2 ความเบี่ยงเบนมาตรฐาน (ผู้ศรั วัง ศรัตนะ 2523 : 50 - 52)

$$S = \sqrt{\frac{N\Sigma X^2 - (\Sigma X)^2}{N(N-1)}}$$

เมื่อ S แทน ความเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ΣX แทน ผลรวมของคะแนนทั้งหมด

ΣX^2 แทน ผลรวมทั้งหมดของคะแนนแต่ละตัวยกกำลังสอง

N แทน จำนวนคนทั้งหมด

12.4 หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ โดยใช้สูตร คูเตอร์-ริชาร์ดสัน 20

(อนันต์ ศรัโลภา 2520 : 49 - 55)

$$r_{tt} = \frac{n}{n-1} \left(1 - \frac{\Sigma pq}{S_x^2} \right)$$

เมื่อ r_{tt} แทน ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ

n แทน จำนวนข้อของแบบทดสอบ

p แทน สัดส่วนของคนตอบถูกในแต่ละข้อ

q แทน สัดส่วนของคนตอบผิดในแต่ละข้อ ($1 - p$)

S_x^2 แทน ความแปรปรวนของคะแนนทั้งหมด

แล้วปรับแก้ค่าความเชื่อมั่นที่ได้ตามวิธีหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบอิง เกณฑ์ โดยใช้สูตรของ

ลิฟวิงส์ตัน (อนันต์ ศรัโลภา 2520 : 67 - 68) สำหรับคะแนนเกณฑ์ของแบบทดสอบ

แต่ละฉบับ ใช้คะแนนเกณฑ์ที่กำหนดไว้ในตาราง 4

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

เมื่อ r_{cc}	แทน	ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบอิง เกณฑ์
r_{tt}	แทน	ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบอิง กลุ่ม
s_x^2	แทน	ความแปรปรวนของคะแนน
$\bar{X}$	แทน	คะแนนเฉลี่ย
c	แทน	คะแนนเกณฑ์

ตาราง 4 คะแนนเกณฑ์ของแบบทดสอบวินิจฉัยผู้บกพร่อง

แบบทดสอบฉบับที่	จำนวนข้อของแบบทดสอบ	คะแนน เกณฑ์
1	40	30
2	40	27
3	35	22
4	35	21
5	20	14
6	20	12

12.5 หาค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานในการวัด (อนันต์ ศรีโสภา 2520 :

44 - 45)

$$SE_{meas} = S \sqrt{1 - r_{cc}}$$

เมื่อ SE_{meas}	แทน	ความคลาดเคลื่อนมาตรฐานในการวัด
S	แทน	ความเบี่ยงเบนมาตรฐานของแบบทดสอบ
r_{cc}	แทน	ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ

12.6 ทดสอบนัยสำคัญทางสถิติของค่าความเชื่อมั่น (อังกฤษ ลำดับที่ 2523 :

103)

$$t = r \sqrt{\frac{N - r}{1 - r^2}}$$

เมื่อ t แทน ค่าสถิติในการแจกแจงแบบที (t-distribution)

r แทน ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์

N แทน จำนวนคนทั้งหมด

12.7 หากความเที่ยงตรงตามเนื้อหาของแบบทดสอบแต่ละฉบับ โดยนำแบบทดสอบวินิจฉัยทั้งหกฉบับและจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมไปให้ผู้เชี่ยวชาญทางเนื้อหาวิชา ได้แก่ อาจารย์ที่มีประสบการณ์ในการสอนวิชาคณิตศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาตอนต้นมาไม่น้อยกว่า 5 ปี จำนวน 1 คน และอาจารย์ผู้สอนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง โพลีโนเมียล จำนวน 3 คน เป็นผู้พิจารณาว่าการกำหนดจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมเขียนไว้ชัดเจนหรือไม่ ข้อสอบแต่ละข้อวัดตรงตามจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมที่ต้องการทดสอบและครอบคลุมเนื้อหาหรือไม่

12.8 วิเคราะห์จุดบกพร่องที่นักเรียนเลือกตอบผิดในแต่ละข้อว่า นักเรียนทำอย่างไร หรือใช้วิธีการอย่างไรในการแก้ปัญหา โดยพิจารณาจากการแสดงวิธีทำในแบบทดสอบเพื่อสำรวจมาประกอบในการวิเคราะห์ เพื่อหาสาเหตุของความบกพร่อง การวิเคราะห์จุดบกพร่อง ผู้วิจัยกระทำร่วมกับอาจารย์ผู้สอนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง โพลีโนเมียล จำนวน 3 คน

12.9 จัดทำคู่มือดำเนินการสอบ เพื่อให้เป็นแบบทดสอบมาตรฐาน และสามารถนำไปใช้ทดสอบเพื่อค้นหาจุดบกพร่องในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง โพลีโนเมียล

12.10 จัดพิมพ์เป็นรูปเล่ม

วิธีดำเนินการรวบรวมข้อมูล

1. ติดต่อโรงเรียนที่ใช้เป็นกลุ่มตัวอย่าง เพื่อกำหนดวันและเวลาในการสอบ
2. เตรียมข้อสอบให้เพียงพอกับจำนวนนักเรียนที่สอบในแต่ละครั้ง และวางแผนในการดำเนินการสอบล่วงหน้า เช่น การจัดการกรรมการคุมสอบ ย้ายห้องเรียนและวิธีดำเนินการสอบต่อกรรมการคุมสอบ
3. อธิบายให้นักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง เข้าใจวัตถุประสงค์และผลประโยชน์ที่ได้รับจากการทำแบบทดสอบ
4. นำแบบทดสอบไปทดสอบกับกลุ่มตัวอย่างดังนี้
 - 4.1 นำแบบทดสอบเพื่อสำรวจไปทดสอบกับกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 230 คน เพื่อสำรวจจุดบกพร่องและรวบรวมคำตอบผิด
 - 4.2 นำแบบทดสอบวินิจฉัยไปทดสอบครั้งที่ 1 กับกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 140 คน เพื่อหาคุณภาพของข้อสอบ
 - 4.3 นำแบบทดสอบวินิจฉัยที่คัดเลือกและปรับปรุงแล้วไปทดสอบครั้งที่ 2 กับกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 165 คน เพื่อหาคุณภาพของข้อสอบ
 - 4.4 นำแบบทดสอบวินิจฉัยที่คัดเลือกแล้วไปทดสอบครั้งที่ 3 กับกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 215 คน เพื่อหาคุณภาพของแบบทดสอบ

วิธีสกัดกระทำกับข้อมูล

1. หาค่าความยากของข้อสอบ โดยใช้สูตรคำนวณอย่างง่าย (อนันต์ ศิริโสภา 2520 : 150)
2. หาค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบ โดยใช้สูตรของเบรนนัน ซึ่งเรียกว่า ดัชนีค่าอำนาจจำแนกบี (Discrimination Index B) (Brennan. 1972 : 289 - 303)

3. หาค่าสถิติพื้นฐานของคะแนนจากแบบทดสอบ ได้แก่ ค่าเฉลี่ย และค่าความเบี่ยงเบน
มาตรฐาน (บุศรี วงศ์รัตนะ 2523 : 29 - 52)

4. หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบแต่ละฉบับ โดยใช้สูตรครุฑเตอร์-ริชาร์ดสัน 20 แล้ว
ปรับแก้ค่าความเชื่อมั่นที่ได้ตามวิธีหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบถึงเกณฑ์ โดยใช้สูตรของ
ลิฟวิงส์ตัน (อนันต์ ศรีโสภา 2520 : 49 - 68)

5. หาค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานในการวัด (อนันต์ ศรีโสภา 2520 : 44 - 45)

6. ทดสอบนัยสำคัญทางสถิติของค่าความเชื่อมั่น (อังคณา ลำยยศ 2523 : 103)

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

สัญลักษณ์และตัวย่อที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

เพื่อให้ เกิดความเข้าใจตรงกันในการแปลความหมายของการ วิเคราะห์ข้อมูล ผู้วิจัยกำหนด
สัญลักษณ์และตัวย่อที่ใช้ในการ วิเคราะห์ข้อมูลดังนี้

N	แทน	จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง
n	แทน	จำนวนข้อในแบบทดสอบ
p	แทน	ค่าความยากของ ข้อสอบ
B	แทน	ค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบ
$\bar{X}$	แทน	คะแนนเฉลี่ย
c	แทน	คะแนน เกณฑ์
S	แทน	ความเบี่ยงเบนมาตรฐาน
SE _{meas}	แทน	ความคลาดเคลื่อนมาตรฐานในการวัด
r _{tt}	แทน	ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบถึงกลุ่ม จำนวนโดยใช้สูตรเดออร์- ริชาร์ดสัน 20
r _{cc}	แทน	ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบถึง เกณฑ์ จำนวนโดยใช้สูตรของลิฟวิงส์ตัน
t	แทน	ค่าสถิติในการแจกแจงแบบที (t-distribution)
df	แทน	ระดับความเป็นอิสระ (Degree of Freedom)
R	แทน	ค่าตอบถูกของข้อสอบแต่ละข้อ
W	แทน	ค่าตอบผิดที่นักเรียนเลือกตอบ

การเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัย เสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลตามลำดับดังนี้

1. ค่าความยากและค่าอำนาจจำแนกของ ข้อสอบในแบบทดสอบวินิจฉัย ผู้ซึ่งหกลบับจาก การทดสอบครั้งที่หนึ่ง
2. ค่าความยากและค่าอำนาจจำแนกของ ข้อสอบในแบบทดสอบวินิจฉัย ผู้ซึ่งหกลบับจาก การทดสอบครั้งที่สอง
3. ค่าความยากและค่าอำนาจจำแนกของ ข้อสอบในแบบทดสอบวินิจฉัย ผู้ซึ่งหกลบับจาก การทดสอบครั้งที่สาม
4. ค่าสถิติพื้นฐานของ แบบทดสอบวินิจฉัย ผู้ซึ่งหกลบับจาก การทดสอบครั้งที่สาม
5. ค่าความ เชื่อมั่นและการทดสอบนัยสำคัญค่า ความ เชื่อมั่นของ แบบทดสอบ วินิจฉัย ผู้ซึ่งหกลบับ จากการทดสอบครั้งที่สาม
6. ความเที่ยงตรงของแบบทดสอบวินิจฉัย ผู้ซึ่งหกลบับ
7. วิเคราะห์จุดบกพร่องที่นักเรียน ล้มเหลวตอบผิดในการตอบแบบทดสอบ วินิจฉัย ผู้ซึ่งหกลบับ จากการทดสอบครั้งที่สาม

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

1. ค่าความยาก (p) และค่าอำนาจจำแนก (B) ของข้อสอบในแบบทดสอบวินิจฉัย
ผู้ซึ่งหกลบับจากการทดสอบครั้งที่หนึ่ง

ผู้วิจัยนำคะแนนจากการทดสอบครั้งที่หนึ่งมาคำนวณหาค่าความยาก โดยใช้สูตรคำนวณ อย่างง่าย และหาค่าอำนาจจำแนก โดยใช้สูตรของ เบรนนแมน ได้ค่าความยากและค่าอำนาจจำแนก ดังแสดงในตาราง 5

ตาราง 5 ค่าความยากและค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบในแบบทดสอบวินิจฉัยสัปดาห์ที่หกฉบับจากกร
ทดลองครั้งที่หนึ่ง

ฉบับที่	ตอนที่	จุดประสงค์ ข้อที่	ข้อที่	p	B	ข้อที่	p	B	ข้อที่	p	B
1	1	1.1.1	1*	.48	.19	4	.60	.46	6	.60	.33
			2	.70	.46	5	.73	.46	7	.56	.44
			3*	.46	.30						
		1.1.2	8	.89	.21	11	.93	.11	13	.93	.14
			9	.91	.18	12*	.60	.17	14*	.43	.29
			10	.92	.08						
		1.1.3	15*	.48	.21	18	.61	.54	20	.61	.56
			16	.63	.51	19*	.49	.34	21	.57	.61
			17	.57	.60						
		1.1.4	22	.68	.48	25	.60	.32	27	.84	.25
			23	.68	.48	26	.64	.35	28	.69	.38
			24	.83	.30						
	2	1.2.1	29	.75	.46	34	.69	.61	38	.67	.62
			30*	.59	.48	35	.77	.32	39	.77	.40
			31	.74	.48	36	.66	.28	40	.79	.30
			32	.77	.47	37	.70	.54	41	.68	.44
			33	.72	.48						

ตาราง 5 (ต่อ)

ฉบับที่	ตอนที่	ชุดประจักษ์ ข้อที่	ข้อที่	p	B	ข้อที่	p	B	ข้อที่	p	B
1	3	1.3.1	42	.69	.55	47	.67	.55	52	.51	.60
			43	.67	.53	48	.58	.69	53*	.49	.58
			44	.51	.58	49	.68	.58	54*	.48	.30
			45	.52	.43	50	.50	.35	55	.70	.52
			46	.58	.66	51	.55	.73			
2	1	2.1.1	1	.77	.30	4*	.59	.26	6*	.56	.35
			2	.70	.30	5	.81	.29	7	.76	.37
			3	.74	.25						
		2.1.2	8	.71	.42	11	.66	.35	13	.68	.47
			9	.73	.36	12	.69	.42	14*	.50	.41
			10*	.53	.31						
		2.1.3	15	.80	.28	18	.74	.31	20*	.60	.00
			16	.80	.28	19	.84	.20	21*	.68	.12
			17	.73	.01						
	2	2.2.1	22	.74	.39	27	.75	.41	31	.80	.34
			23	.82	.33	28	.78	.31	32	.75	.26
			24*	.58	.61	29	.75	.41	33	.68	.46
			25	.82	.34	30	.71	.48	34	.77	.39
			26	.66	.37						

ตาราง 5 (ต่อ)

ฉบับที่	ตอน	ชุดประสิทธิ์ ข้อที่	ข้อที่	p	B	ข้อที่	p	B	ข้อที่	p	B
2	3	2.3.1	35	.62	.51	39	.58	.39	43	.82	.36
			36	.64	.56	40	.64	.45	44	.78	.37
			37	.65	.51	41	.71	.42	45	.75	.46
			38	.60	.44	42*	.52	.48			
	4	2.4.1	46	.65	.57	50	.50	.37	53	.59	.66
			47*	.49	.34	51	.53	.42	54	.63	.64
			48	.62	.66	52	.58	.61	55	.60	.55
			49	.60	.67						
3	1	3.1.1	1	.89	.15	4	.88	.36	7	.70	.24
			2	.88	.14	5	.85	.27	8	.76	.28
			3	.81	.31	6	.70	.22	9	.65	.31
	2	3.2.1	10	.79	.46	14	.79	.49	18*	.58	.28
			11	.74	.65	15	.91	.32	19*	.54	.42
			12	.67	.39	16	.84	.45	20	.84	.42
			13	.84	.31	17	.92	.22			

ตาราง 5 (ต่อ)

ฉบับที่	ตอน	ชุดประสิทธิ์ ข้อ	ข้อ	p	B	ข้อ	p	B	ข้อ	p	B
4	2	4.2.1	17	.74	.37	21	.69	.47	25*	.55	.48
			18*	.58	.28	22	.82	.26	26	.86	.22
			19	.72	.22	23	.70	.46	27	.68	.29
			20	.74	.23	24	.66	.33			
		4.2.2	28	.52	.25	32	.55	.36	35	.58	.38
			29*		.22	33*	.38	.16	36	.51	.40
			30	.49	.17	34*	.29	.04	37	.51	.26
			31	.48	.30						
	3	4.3.1	38	.50	.44	43	.59	.28	48	.56	.47
			39	.61	.45	44	.50	.28	49	.50	.33
			40	.51	.29	45*	.40	.36	50	.52	.49
			41	.50	.43	46	.59	.39	51	.55	.42
			42	.53	.66	47*	.42	.32			
5	1	5.1.1	1	.84	.33	4	.85	.28	7*	.52	.17
			2	.70	.22	5	.80	.27	8	.82	.26
			3	.80	.32	6*	.64	.23			
		5.1.2	9	.70	.48	12	.70	.30	14	.60	.61
			10	.71	.42	13*	.45	.42	15	.75	.36
			11	.55	.18						

ตาราง 5 (ต่อ)

ฉบับที่	ตอน	จุดประสงค์ ข้อที่	ข้อที่	p	B	ข้อที่	p	B	ข้อที่	p	B
5	2	5.2.1	16	.85	.13	21	.73	.36	26*	.36	.24
			17	.83	.13	22	.57	.30	27	.56	.21
			18	.46	.21	23*	.35	.09	28*	.37	.20
			19	.48	.10	24	.55	.39	29	.50	.19
			20	.78	.19	25	.54	.25	30	.52	.12
6	1	6.1.1	1	.73	.09	5	.66	.25	9	.54	.26
			2	.50	.22	6	.59	.30	10	.62	.41
			3	.64	.34	7*	.26	.40	11*	.32	.31
			4	.66	.40	8	.68	.25			
	2	6.2.1	12	.70	.45	16	.49	.36	19*	.12	.05
			13	.56	.39	17	.69	.48	20	.43	.37
			14	.72	.10	18	.45	.44	21*	.33	.08
			15	.56	.34						
	3	6.3.1	22	.45	.17	25	.40	.34	28	.53	.58
			23	.37	.32	26	.41	.39	29	.36	.18
			24*	.23	.05	27	.57	.64	30*	.29	.00

* ข้อที่คัดออก

จากตาราง 5 แสดงให้เห็นค่าความยากและค่า อำนาจจำแนกของข้อสอบในแบบทดสอบแต่ละฉบับ สรุปได้ดังนี้

แบบทดสอบฉบับที่ 1 (การบวกและการลบในเมเยล) จำนวน 55 ข้อ มีค่าความยากตั้งแต่ .43 - .93 ค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ .08 - .73 คัดเลือกไว้ทดสอบครั้งที่สอง จำนวน 46 ข้อ มีค่าความยากตั้งแต่ .50 - .93 ค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ .08 - .73 โดยคัดข้อสอบที่มีค่าความยากตั้งแต่ .43 - .49 ออก ซึ่งมีย่อย 7 ข้อ และคัดข้อสอบที่มีค่าความยากสูงกว่า .50 แต่มีค่าห่างจากข้อสอบที่วัดจุดประสงค์เดียวกันออก 2 ข้อ ซึ่งได้แก่ ข้อสอบที่วัดจุดประสงค์ข้อที่ 1.1.2 มีย่อย 1 ข้อ มีค่าความยาก .60 และข้อสอบที่วัดจุดประสงค์ข้อที่ 1.2.1 มีย่อย 1 ข้อ มีค่าความยาก .59 รวมข้อสอบที่คัดออกทั้งหมด 9 ข้อ

แบบทดสอบฉบับที่ 2 (การบวกและการลบในเมเยล) จำนวน 55 ข้อ มีค่าความยากตั้งแต่ .49 - .84 ค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ .00 - .67 คัดเลือกไว้ทดสอบครั้งที่สอง จำนวน 46 ข้อ มีค่าความยากตั้งแต่ .50 - .84 ค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ .01 - .67 โดยคัดข้อสอบที่มีค่าความยาก .49 ออก ซึ่งมีย่อย 1 ข้อ และคัดข้อสอบที่มีค่าความยากตั้งแต่ .50 ขึ้นไป แต่มีค่าห่างจากข้อสอบที่วัดจุดประสงค์เดียวกันออก 8 ข้อ ซึ่งได้แก่ ข้อสอบที่วัดจุดประสงค์ข้อที่ 2.1.1 - 2.1.3 จุดประสงค์ละ 2 ข้อ มีค่าความยาก .50, .53, .56, .59, .60 และ .68 และข้อสอบที่วัดจุดประสงค์ข้อที่ 2.2.1 และ 2.3.1 จุดประสงค์ละ 1 ข้อ มีค่าความยาก .52 และ .58 รวมข้อสอบที่คัดออกทั้งหมด 9 ข้อ

แบบทดสอบฉบับที่ 3 (การคูณในเมเยล) จำนวน 50 ข้อ มีค่าความยากตั้งแต่ .31 - .92 ค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ .14 - .67 คัดเลือกไว้ทดสอบครั้งที่สอง จำนวน 43 ข้อ มีค่าความยากตั้งแต่ .61 - .92 ค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ .14 - .67 โดยคัดข้อสอบที่มีค่าความยาก .31 และ .45 ออก ซึ่งมีย่อย 2 ข้อ และคัดข้อสอบที่มีค่าความยากสูงกว่า .50 แต่มีค่าห่างจากข้อสอบที่วัดจุดประสงค์เดียวกันออก 5 ข้อ ซึ่งได้แก่ ข้อสอบที่วัดจุดประสงค์ข้อที่ 3.2.1 และ 3.3.1 จุดประสงค์ละ 2 ข้อ มีค่าความยาก .54, .57, .58 และ .59 และข้อสอบที่วัดจุดประสงค์ข้อที่ 3.3.2 มีย่อย 1 ข้อ มีค่าความยาก .57 รวมข้อสอบที่คัดออกทั้งหมด 7 ข้อ

แบบทดสอบฉบับที่ 4 (การหารโพลิโนเมียล) จำนวน 51 ข้อ มีค่าความยากตั้งแต่ .29 - .86 ค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ .04 - .66 คัดเลือกไว้ทดสอบครั้งที่สอง จำนวน 41 ข้อ มีค่าความยากตั้งแต่ .50 - .86 ค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ .16 - .66 โดยคัดข้อสอบที่มีค่าความยากตั้งแต่ .29 - .42 ออก ซึ่งมีย่อย 5 ข้อ และคัดข้อสอบที่มีค่าความยากสูงกว่า .50 แต่มีค่าห่างจากข้อสอบที่วัดจุดประสงค์เดียวกันออก 5 ข้อ ซึ่งได้แก่ ข้อสอบที่วัดจุดประสงค์ข้อที่ 4.1.1 มีย่อย 3 ข้อ มีค่าความยาก .54, .58 และ .63 และข้อสอบที่วัดจุดประสงค์ข้อที่ 4.2.1 มีย่อย 2 ข้อ มีค่าความยาก .55 และ .58 รวมข้อสอบที่คัดออกทั้งหมด 10 ข้อ และมีจุดประสงค์บางข้อที่มีข้อสอบที่มีค่าความยากต่ำกว่า .50 แต่มีค่าใกล้เคียง .50 สุ่มควรที่จะนำมาปรับปรุง มีย่อย 6 ข้อ ซึ่งได้แก่ ข้อสอบที่วัดจุดประสงค์ข้อที่ 4.1.2 มีย่อย 4 ข้อ มีค่าความยากตั้งแต่ .44 - .46 และข้อสอบที่วัดจุดประสงค์ข้อที่ 4.2.2 มีย่อย 2 ข้อ มีค่าความยาก .48 และ .49 ดังนั้นรวมข้อสอบที่คัดเลือกและปรับปรุงไว้ทดสอบครั้งที่สองทั้งหมด มีย่อย 41 ข้อ

แบบทดสอบฉบับที่ 5 (สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว) จำนวน 30 ข้อ มีค่าความยากตั้งแต่ .35 - .85 ค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ .09 - .61 คัดเลือกไว้ทดสอบครั้งที่สอง จำนวน 22 ข้อ มีค่าความยากตั้งแต่ .50 - .85 ค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ .12 - .61 โดยคัดข้อสอบที่มีค่าความยากตั้งแต่ .35 - .45 ออก ซึ่งมีย่อย 4 ข้อ และคัดข้อสอบที่มีค่าความยากสูงกว่า .50 แต่มีค่าห่างจากข้อสอบที่วัดจุดประสงค์เดียวกันออก 2 ข้อ ซึ่งได้แก่ ข้อสอบที่วัดจุดประสงค์ข้อที่ 5.1.1 มีค่าความยาก .52 และ .60 รวมข้อสอบที่คัดออกทั้งหมด 6 ข้อ และมีจุดประสงค์บางข้อที่มีข้อสอบที่มีค่าความยากต่ำกว่า .50 แต่มีค่าใกล้เคียง .50 สุ่มควรที่จะนำมาปรับปรุง มีย่อย 2 ข้อ ซึ่งได้แก่ ข้อสอบที่วัดจุดประสงค์ข้อที่ 5.2.1 มีค่าความยาก .46 และ .48 ดังนั้นรวมข้อสอบที่คัดเลือกและปรับปรุงไว้ทดสอบครั้งที่สองทั้งหมด มีย่อย 24 ข้อ

แบบทดสอบฉบับที่ 6 (โจทย์สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว) จำนวน 30 ข้อ มีค่าความยากตั้งแต่ .12 - .73 ค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ .00 - .64 คัดเลือกไว้ทดสอบครั้งที่สอง จำนวน 16 ข้อ มีค่าความยากตั้งแต่ .50 - .73 ค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ .09 - .64 โดยคัดข้อสอบที่มีค่าความยากตั้งแต่ .12 - .33 ออก ซึ่งมีย่อย 6 ข้อ และมีจุดประสงค์บางข้อที่มีข้อสอบที่มีค่าความยากต่ำกว่า .50

แต่มีค่าใกล้เคียง .50 กลุ่มควรที่จะนำมาปรับปรุงมีอยู่ 8 ข้อ ซึ่งได้แก่ ข้อสอบที่วัดจุดประสงค์ข้อที่

6.2.1 มีอยู่ 3 ข้อ มีค่าความยาก .43, .45 และ .49 และข้อสอบที่วัดจุดประสงค์ข้อที่

6.3.1 มีอยู่ 5 ข้อ มีค่าความยากตั้งแต่ .36 - .45 ดังนั้น รวมข้อสอบที่คัดเลือกและปรับปรุง

ไว้ทดสอบครั้งที่สองทั้งหมด มีอยู่ 24 ข้อ

2. ค่าความยาก (p) และค่าอำนาจจำแนก (B) ของข้อสอบในแบบทดสอบวินิจฉัย ทั้งหมดฉบับ จากการทดสอบครั้งที่สอง

ผู้วิจัยจะแนบจากการทดสอบครั้งที่สองมาศึกษาวิเคราะห์ค่าความยาก โดยใช้สูตรคำนวณ
อย่างง่าย และหาค่าอำนาจจำแนก โดยใช้สูตรของ เบรนนแฮม ได้ค่าความยากและค่าอำนาจจำแนก
ดังแสดงในตาราง 6

ตาราง 6 ค่าความยากและค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบในแบบทดสอบวินิจฉัยทั้งหมดฉบับจากการ
ทดสอบครั้งที่สอง

ฉบับที่	ตอนที่	จุดประสงค์ ข้อที่	ข้อที่	p	B	ข้อที่	p	B	ข้อที่	p	B
1	1	1.1.1	1	.74	.39	3	.73	.36	5	.55	.51
			2	.64	.37	4	.58	.28			
		1.1.2	6	.89	.19	8	.92	.07	10	.94	.06
			7	.91	.09	9	.95	.05			
		1.1.3	11	.74	.39	13	.73	.41	15	.64	.68
			12	.65	.65	14	.67	.61			

ตาราง 6 (ต่อ)

ฉบับที่	ตอนที่	จุดประสงค์ ข้อที่	ข้อที่	p	B	ข้อที่	p	B	ข้อที่	p	B
1	1	1.1.4	16	.64	.48	19*	.55	.31	21	.85	.31
			17	.66	.49	20*	.58	.30	22	.71	.43
			18	.82	.36						
	2	1.2.1	23	.79	.40	27	.70	.58	31	.70	.53
			24	.74	.48	28	.80	.38	32	.73	.42
			25	.77	.45	29*	.68	.31	33	.77	.34
			26	.74	.46	30	.74	.54	34*	.64	.36
	3	1.3.1	35	.71	.53	39	.58	.65	43*	.48	.48
			36	.66	.53	40	.72	.51	44	.59	.62
			37	.50	.51	41	.58	.68	45	.51	.52
			38*	.49	.39	42	.66	.56	46	.66	.44
2	1	2.1.1	1	.80	.25	3	.75	.21	5	.76	.22
			2	.73	.27	4	.85	.17			
		2.1.2	6	.68	.45	8	.61	.50	10	.67	.54
			7	.75	.35	9	.66	.56			
		2.1.3	11	.82	.20	13	.76	.15	15	.84	.17
			12	.77	.30	14	.75	.23			

ตาราง 6 (ต่อ)

ฉบับที่	ตอนที่	จุดประสงค์ ข้อที่	ข้อที่	p	B	ข้อที่	p	B	ข้อที่	p	B
2	2	2.2.1	16	.80	.33	20	.76	.43	24	.85	.26
			17	.89	.23	21	.82	.27	25	.70	.38
			18	.82	.33	22	.79	.41	26*	.64	.40
			19*	.66	.31	23	.75	.41	27	.78	.42
	3	2.3.1	28	.67	.45	32*	.55	.41	35	.85	.31
			29	.69	.52	33	.64	.45	36	.79	.40
			30	.70	.42	34	.74	.47	37	.80	.43
			31*	.62	.35						
	4	2.4.1	38	.69	.55	41*	.56	.44	44	.63	.62
			39	.65	.62	42*	.57	.50	45	.67	.64
			40	.64	.61	43	.63	.59	46	.63	.46
3	1	3.1.1	1	.86	.22	4	.88	.25	7	.74	.23
			2	.89	.20	5	.86	.30	8	.76	.28
			3	.80	.36	6*	.68	.15	9*	.62	.26
	2	3.2.1	10	.74	.32	13	.86	.18	16	.88	.30
			11	.74	.35	14	.82	.27	17	.93	.15
			12*	.69	.55	15	.91	.26	18	.86	.34

ฉบับที่	ตอน	จุดประสงค์ ข้อที่	ข้อที่	P	B	ข้อที่	P	B	ข้อที่	P	B
3	3	3.3.1	19	.71	.70	24	.70	.61	28	.74	.63
			20*	.64	.67	25	.76	.56	29*	.69	.61
			21	.78	.46	26	.76	.65	30	.71	.61
			22	.72	.46	27	.76	.68	31	.78	.46
			23*	.69	.46						
		3.3.2	32*	.54	.39	36	.63	.54	40	.64	.47
			33	.71	.67	37	.70	.57	41	.61	.35
			34	.67	.58	38	.70	.57	42	.63	.40
			35	.74	.53	39*	.54	.47	43	.63	.25
4	1	4.1.1	1	.82	.26	3	.76	.33	5	.82	.24
			2	.79	.33	4	.77	.40			
		4.1.2	6	.51	.22	9	.55	.16	12	.54	.31
			7*	.43	.32	10*	.48	.17	13*	.42	.23
	2	4.2.1	8	.55	.32	11	.57	.08			
			14	.72	.21	17	.75	.29	20	.70	.23
			15	.73	.23	18	.82	.18	21	.90	.15
			16	.70	.23	19	.79	.32	22*	.64	.30

ตาราง 6 (ต่อ)

ฉบับที่	ตอนที่	จุดประสงค์ ข้อที่	ข้อที่	p	B	ข้อที่	p	B	ข้อที่	p	B
4	2	4.2.2	23	.52	.32	26	.58	.25	28	.53	.33
			24	.52	.21	27	.61	.32	29	.56	.27
			25	.50	.15						
	3	4.3.1	30	.60	.22	34	.74	.42	38	.60	.50
			31	.78	.31	35	.61	.33	39	.56	.30
			32*	.46	.37	36*	.49	.23	40	.62	.52
			33	.58	.38	37	.58	.32	41	.56	.43
5	1	5.1.1	1	.79	.42	3	.76	.44	5	.79	.35
			2*	.68	.21	4	.88	.24	6	.80	.25
		5.1.2	7	.66	.53	9*	.50	.28	11	.62	.61
			8	.63	.65	10	.71	.39	12	.76	.45
	2	5.2.1	13	.88	.17	17	.79	.20	21	.63	.39
			14	.88	.17	18	.71	.42	22	.55	.28
			15*	.45	.24	19	.65	.32	23	.56	.21
			16*	.50	.07	20	.53	.45	24	.58	.24
6	1	6.1.1	1	.73	.21	4	.67	.48	7	.70	.33
			2*	.51	.26	5	.69	.33	8	.57	.26
			3	.72	.35	6	.58	.32	9	.70	.39

ตาราง 6 (ต่อ)

ฉบับที่	ตอนที่	จุดประสงค์ ข้อที่	ข้อที่	p	B	ข้อที่	p	B	ข้อที่	p	B
6	2	6.2.1	10	.68	.02	13	.58	.41	16	.54	.51
			11	.62	.44	14*	.52	.15	17	.53	.28
			12	.70	.26	15	.65	.51			
	3	6.3.1	18	.61	.13	21	.56	.33	23	.59	.27
			19*	.45	.38	22	.66	.38	24*	.48	.23
			20	.51	.23						

*ข้อที่คัดออก

จากตาราง 6 แสดงให้เห็นค่าความยากและค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบในแบบทดสอบแต่ละฉบับ สรุปได้ดังนี้

แบบทดสอบฉบับที่ 1 (การบวกและการลบโมโนเมียล) จำนวน 46 ข้อ มีค่าความยากตั้งแต่ .48 - .95 ค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ .05 - .68 คัดเลือกไว้ทดสอบครั้งที่สาม จำนวน 40 ข้อ มีค่าความยากตั้งแต่ .50 - .95 ค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ .05 - .68 โดยคัดข้อสอบที่มีค่าความยาก .48 และ .49 ออก ซึ่งมีอยู่ 2 ข้อ และคัดข้อสอบที่มีค่าความยากสูงกว่า .50 แต่มีค่าห่างจากข้อสอบที่วัดจุดประสงค์เดียวกันออก 4 ข้อ ซึ่งได้แก่ ข้อสอบที่วัดจุดประสงค์ข้อที่ 1.1.4 และ 1.2.1 จุดประสงค์ละ 2 ข้อ มีค่าความยาก .55, .58, .64 และ .68 รวมข้อสอบที่คัดออกทั้งหมด 6 ข้อ

แบบทดสอบฉบับที่ 2 (การบวกและการลบโพลิโนเมียล) จำนวน 46 ข้อ มีค่าความยากตั้งแต่ .55 - .89 ค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ .15 - .64 คัดเลือกไว้ทดสอบครั้งที่สาม จำนวน

40 ข้อ มีค่าความยากตั้งแต่ .61 - .89 ค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ .15 - .64 โดยคัดข้อสอบที่มีค่าความยากสูงกว่า .50 แต่มีค่าห่างจากข้อสอบที่วัดจุดประสงค์เดียวกันออก 6 ข้อ ซึ่งได้แก่ ข้อสอบที่วัดจุดประสงค์ข้อที่ 2.2.1, 2.3.1 และ 2.4.1 จุดประสงค์ละ 2 ข้อ มีค่าความยาก .55, .56, .57, .62, .64 และ .66

แบบทดสอบฉบับที่ 3 (การคูณโพลีโนเมียล) จำนวน 43 ข้อ มีค่าความยากตั้งแต่ .54 - .93 ค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ .15 - .70 คัดเลือกไว้ทดสอบครั้งที่สาม จำนวน 35 ข้อ มีค่าความยากตั้งแต่ .61 - .93 ค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ .15 - .70 โดยคัดข้อสอบที่มีค่าความยากสูงกว่า .50 แต่มีค่าห่างจากข้อสอบที่วัดจุดประสงค์เดียวกันออก 8 ข้อ ซึ่งได้แก่ ข้อสอบที่วัดจุดประสงค์ข้อที่ 3.1.1 มี 2 ข้อ มีค่าความยาก .62 และ .68 ข้อสอบที่วัดจุดประสงค์ข้อที่ 3.2.1 มี 1 ข้อ มีค่าความยาก .69 และข้อสอบที่วัดจุดประสงค์ข้อที่ 3.3.1 - 3.3.2 มี 5 ข้อ มีค่าความยาก .54, .54, .64, .69 และ .69

แบบทดสอบฉบับที่ 4 (การหารโพลีโนเมียล) จำนวน 41 ข้อ มีค่าความยากตั้งแต่ .42 - .90 ค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ .08 - .52 คัดเลือกไว้ทดสอบครั้งที่สาม จำนวน 35 ข้อ มีค่าความยากตั้งแต่ .50 - .90 ค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ .08 - .52 โดยคัดข้อสอบที่มีค่าความยากตั้งแต่ .42 - .49 ออก ซึ่งมีอยู่ 5 ข้อ และคัดข้อสอบที่มีค่าความยากสูงกว่า .50 แต่มีค่าห่างจากข้อสอบที่วัดจุดประสงค์เดียวกันออก 1 ข้อ ซึ่งได้แก่ ข้อสอบที่วัดจุดประสงค์ข้อที่ 4.2.1 มีค่าความยาก .64 รวมข้อสอบที่คัดออกทั้งหมด 6 ข้อ

แบบทดสอบฉบับที่ 5 (สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว) จำนวน 24 ข้อ มีค่าความยากตั้งแต่ .45 - .88 ค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ .07 - .65 คัดเลือกไว้ทดสอบครั้งที่สาม จำนวน 20 ข้อ มีค่าความยากตั้งแต่ .53 - .88 ค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ .17 - .65 โดยคัดข้อสอบที่มีค่าความยาก .45 ออก ซึ่งมีอยู่ 1 ข้อ และคัดข้อสอบที่มีค่าความยากตั้งแต่ .50 ขึ้นไป แต่มีค่าห่างจากข้อสอบที่วัดจุดประสงค์เดียวกันออก 3 ข้อ ซึ่งได้แก่ ข้อสอบที่วัดจุดประสงค์ข้อที่ 5.1.1, 5.1.2 และ 5.2.1 จุดประสงค์ละ 1 ข้อ มีค่าความยาก .50 อยู่ 2 ข้อ และ .68 อยู่ 1 ข้อ รวมข้อสอบที่คัดออกทั้งหมด 4 ข้อ

แบบทดสอบฉบับที่ 6 (โจทย์สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว) จำนวน 24 ข้อ มีค่าความยาก ตั้งแต่ .45 - .73 ค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ .02 - .51 ศัดเลือกไว้ทดสอบครั้งที่สาม จำนวน 20 ข้อ มีค่าความยากตั้งแต่ .51 - .73 ค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ .02 - .51 โดยคัดข้อสอบที่มีค่าความยาก .45 และ .48 ออก ซึ่งมีอยู่ 2 ข้อ และคัดข้อสอบที่มีค่าสูงกว่า .50 แต่มีค่าห่างจากข้อสอบที่วัดจุดประสงค์เดียวกันออก 2 ข้อ ซึ่งได้แก่ ข้อสอบที่วัดจุดประสงค์ข้อที่ 6.1.1 และ 6.2.1 มีค่าความยาก .51 และ .52

3. ค่าความยาก (p) และค่าอำนาจจำแนก (B) ของข้อสอบในแบบทดสอบวินิจฉัย
ทั้งหกฉบับ จากการทดสอบครั้งที่สาม

ผู้วิจัยนำคะแนนจากการทดสอบครั้งที่สามมาคำนวณหาค่าความยาก โดยใช้สูตรคำนวณอย่างง่าย และหาค่าอำนาจจำแนก โดยใช้สูตรของเบรนนัน ได้ค่าความยากและค่าอำนาจจำแนกดังแสดงในตาราง 7

ตาราง 7 ค่าความยากและค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบในแบบทดสอบวินิจฉัยทั้งหกฉบับ จากการทดสอบครั้งที่สาม

ฉบับที่	ตอนที่	จุดประสงค์ข้อที่	ข้อที่	p	B	ข้อที่	p	B	ข้อที่	p	B
1	1	1.1.1	1	.77	.32	3	.76	.30	5	.60	.40
			2	.63	.28	4	.56	.25			
		1.1.2	6	.93	.12	8	.92	.07	10	.97	.03
			7	.94	.10	9	.94	.07			
		1.1.3	11	.71	.41	13	.72	.43	15	.67	.54
			12	.67	.52	14	.70	.51			

ตาราง 7 (ต่อ)

ฉบับที่	ตอน	จุดประสงค์ ข้อที่	ข้อที่	p	B	ข้อที่	p	B	ข้อที่	p	B
1	1	1.1.4	16	.71	.46	18	.88	.22	20	.80	.35
			17	.76	.39	19	.88	.16			
	2	1.2.1	21	.80	.39	25	.75	.49	28	.76	.44
			22	.80	.38	26	.79	.30	29	.75	.37
			23	.84	.31	27	.80	.37	30	.80	.32
			24	.80	.36						
	3	1.3.1	31	.72	.51	35	.74	.48	38	.59	.58
			32	.71	.49	46	.59	.65	39	.55	.56
			33	.53	.54	37	.71	.55	40	.70	.52
			34	.59	.63						
2	1	2.1.1	1	.85	.15	3	.78	.20	5	.81	.33
			2	.75	.23	4	.85	.15			
		2.1.2	6	.68	.40	8	.61	.43	10	.64	.44
			7	.73	.37	9	.64	.49			
		2.1.3	11	.84	.16	13	.73	.07	15	.84	.17
			12	.80	.18	14	.76	.22			

ฉบับที่	ตอน	จุดประสงค์ ข้อที่	ข้อที่	p	B	ข้อที่	p	B	ข้อที่	p	B
2	2	2.2.1	16	.78	.28	20	.82	.28	23	.80	.32
			17	.86	.24	21	.72	.36	24	.67	.35
			18	.78	.34	22	.71	.38	25	.73	.39
			19	.71	.46						
	3	2.3.1	26	.66	.40	29	.60	.50	32	.79	.34
			27	.64	.46	30	.72	.41	33	.76	.42
			28	.67	.46	31	.79	.33			
	4	2.4.1	34	.61	.58	37	.55	.64	39	.59	.58
			35	.59	.61	38	.56	.62	40	.57	.44
			36	.56	.63						
3	1	3.1.1	1	.87	.35	4	.84	.30	6	.70	.40
			2	.85	.33	5	.82	.31	7	.77	.33
			3	.81	.40						
	2	3.2.1	8	.71	.34	11	.74	.61	14	.88	.19
			9	.73	.42	12	.88	.36	15	.78	.49
			10	.80	.38	13	.83	.41			

ฉบับที่	ตอนที่	จุดประสงค์ ข้อที่	ข้อที่	p	B	ข้อที่	p	B	ข้อที่	p	B
3	3	3.3.1	16	.72	.61	20	.74	.66	23	.70	.68
			17	.73	.63	21	.71	.65	24	.72	.74
			18	.73	.32	22	.73	.70	25	.76	.64
			19	.73	.68						
		3.3.2	26	.66	.66	30	.66	.79	33	.65	.46
			27	.71	.47	31	.73	.63	34	.64	.44
			28	.73	.60	32	.63	.58	35	.61	.37
			29	.65	.65						
		4.1.1	1	.93	.11	3	.88	.18	5	.86	.18
			2	.86	.22	4	.80	.34			
		4.1.2	6	.57	.35	8	.61	.43	10	.56	.37
			7	.72	.34	9	.64	.29			
4	2	4.2.1	11	.83	.30	14	.82	.34	17	.75	.39
			12	.82	.29	15	.80	.24	18	.93	.14
			13	.81	.31	16	.85	.26			
		4.2.2	19	.72	.32	22	.73	.70	25	.76	.64
			20	.74	.66	23	.70	.68			

ตาราง 7 (ต่อ)

ฉบับที่	ตอนที่	จุดประสงค์ ข้อที่	ข้อที่	p	B	ข้อที่	p	B	ข้อที่	p	B
4	2	4.2.2	19	.58	.34	22	.62	.39	24	.50	.37
			20	.54	.30	23	.56	.31	25	.53	.28
			21	.55	.21						
	3	4.3.1	26	.68	.35	30	.63	.37	33	.65	.38
			27	.86	.23	31	.59	.43	34	.65	.43
			28	.58	.44	32	.70	.37	35	.59	.51
			29	.82	.32						
	5	5.1.1	1	.82	.33	3	.85	.27	5	.81	.20
			2	.79	.31	4	.79	.34			
		5.1.2	6	.70	.48	8	.72	.44	10	.76	.37
			7	.72	.46	9	.60	.53			
		5.2.1	11	.86	.22	15	.59	.25	18	.50	.30
			12	.84	.23	16	.55	.23	19	.52	.39
			13	.78	.25	17	.56	.36	20	.54	.23
			14	.69	.39						

ตาราง 7 (ต่อ)

ฉบับที่	ตอนที่	จุดประสงค์ ข้อที่	ข้อที่	p	B	ข้อที่	p	B	ข้อที่	p	B
6	1	6.1.1	1	.87	.25	4	.72	.34	7	.58	.27
			2	.74	.34	5	.60	.29	8	.68	.34
			3	.70	.43	6	.75	.34			
	2	6.2.1	9	.67	.35	12	.53	.38	14	.55	.54
			10	.53	.43	13	.60	.44	15	.54	.37
			11	.66	.42						
	3	6.3.1	16	.59	.18	18	.54	.42	20	.57	.37
			17	.52	.39	19	.60	.56			

จากตาราง 7 แสดงให้เห็นว่าแบบทดสอบฉบับที่ 1 (การบวกและการลบโมโนเมียล) จำนวน 40 ข้อ มีค่าความยากตั้งแต่ .53 - .97 ค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ .03 - .65 แบบทดสอบฉบับที่ 2 (การบวกและการลบโพลิโนเมียล) จำนวน 40 ข้อ มีค่าความยากตั้งแต่ .55 - .86 ค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ .07 - .63 แบบทดสอบฉบับที่ 3 (การคูณโพลิโนเมียล) จำนวน 35 ข้อ มีค่าความยากตั้งแต่ .61 - .88 ค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ .19 - .79 แบบทดสอบฉบับที่ 4 (การหารโพลิโนเมียล) จำนวน 35 ข้อ มีค่าความยากตั้งแต่ .50 - .93 ค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ .11 - .51 แบบทดสอบฉบับที่ 5 (สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว) จำนวน 20 ข้อ มีค่าความยากตั้งแต่ .50 - .85 ค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ .20 - .53 และแบบทดสอบฉบับที่ 6 (โจทย์สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว) จำนวน 20 ข้อ มีค่าความยากตั้งแต่ .52 - .87 ค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ .18 - .56

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลจากการทดสอบครั้งที่สาม ซึ่งเป็นการทดสอบครั้งสุดท้ายของ
การสร้างแบบทดสอบครั้งนี้ จะเห็นว่าข้อสอบทุกข้อมีคุณภาพสอดคล้องกับเกณฑ์ที่กำหนดไว้ คือ มีค่า
ความยากตั้งแต่ .50 ขึ้นไป และค่าอำนาจจำแนกมีค่าตั้งแต่ .03 ขึ้นไป

4. ค่าสถิติพื้นฐานของแบบทดสอบวินิจฉัยทั้งหกฉบับ จากการทดสอบครั้งที่สาม

ผู้วิจัยนำคะแนนจากการทดสอบครั้งที่สามมาคำนวณหาค่าคะแนนเฉลี่ย และค่าความ
เบี่ยงเบนมาตรฐาน ปรากฏผลดังแสดงในตาราง 8

ตาราง 8 ค่าสถิติพื้นฐานของแบบทดสอบวินิจฉัยทั้งหกฉบับ จากการทดสอบครั้งที่สาม

แบบทดสอบฉบับที่	N	n	คะแนนเต็ม	c	$\bar{X}$	$\bar{p}$	S
1	215	40	40	30	29.56	0.74	8.5288
2	215	40	40	27	28.20	0.71	8.9188
3	215	35	35	22	25.97	0.74	9.0749
4	215	35	35	21	24.36	0.70	6.5199
5	215	20	20	14	13.74	0.69	3.8449
6	215	20	20	12	12.61	0.63	3.8198

จากตาราง 8 แสดงให้เห็นว่าคะแนนเฉลี่ยของแบบทดสอบทุกฉบับมีค่าสูงกว่าครึ่งหนึ่ง
ของคะแนนเต็ม แสดงว่าแบบทดสอบทุกฉบับค่อนข้างง่าย ส่วนค่าความยากตัวเฉลี่ยของข้อสอบ
ทั้งฉบับ ($\bar{p}$) มีค่าสูงกว่า .60 ทุกฉบับ แสดงว่าโดยเฉลี่ยรายข้อแล้วข้อสอบทั้งฉบับค่อนข้างง่าย
ซึ่งส่วนใหญ่มีค่าความยากตัวเฉลี่ยรายข้อตั้งแต่ 0.69 - 0.74 ยกเว้นแบบทดสอบฉบับที่ 6 (โจทย์
สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว) มีค่าความยากตัวเฉลี่ย 0.63 ทดสอบแล้วจะเห็นว่าแบบทดสอบ
ฉบับที่ 6 มีค่าความยากตัวเฉลี่ยต่ำกว่าข้อสอบในฉบับอื่น แสดงว่าข้อสอบในแบบทดสอบฉบับที่ 6

โดยเฉลี่ยแล้วข้อสอบยากกว่าฉบับอื่น สำหรับในด้านการกระจายของคะแนนในแบบทดสอบ ปรากฏว่าแบบทดสอบที่มีการกระจายของคะแนนมากที่สุดคือ แบบทดสอบฉบับที่ 3 (การคูณโพลีโนเมียล) แบบทดสอบที่มีการกระจายของคะแนนน้อยที่สุดคือ แบบทดสอบฉบับที่ 6 (โจทย์สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว) แสดงว่าความสามารถในการคูณโพลีโนเมียลของนักเรียนในกลุ่มตัวอย่างแตกต่างกันมาก ส่วนความสามารถในการแก้ปัญหาคู่สมการของนักเรียนในกลุ่มตัวอย่างใกล้เคียงกันมาก

5. ค่าความเชื่อมั่นและการทดสอบนัยสำคัญค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวินิจฉัยทั้งหกฉบับจากการทดสอบครั้งที่สาม

ผู้วิจัยนำคะแนนจากการทดสอบครั้งที่สามมาคำนวณหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวินิจฉัยทั้งหกฉบับ โดยใช้สูตรครุเดอร์-ริชาร์ดสัน 20 แล้วปรับแก้ค่าความเชื่อมั่นที่ได้ตามวิธีหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบอิงเกณฑ์ โดยใช้สูตรของสปีริงส์ตัน และทดสอบนัยสำคัญค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวินิจฉัยทั้งหกฉบับ ปรากฏผลดังแสดงในตาราง 9

ตาราง 9 ค่าความเชื่อมั่นและการทดสอบนัยสำคัญค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวินิจฉัยทั้งหกฉบับจากการทดสอบครั้งที่สาม

แบบทดสอบฉบับที่	N	n	r_{tt}	r_{cc}	SE _{meas}	t
1	215	40	.9251	.9253	± 2.3310	35.6990**
2	215	40	.9226	.9240	± 2.4587	35.3547**
3	215	35	.9474	.9558	± 1.9079	47.5604**
4	215	35	.8668	.8948	± 2.1147	29.3258**
5	215	20	.7735	.7755	± 1.8218	17.9783**
6	215	20	.7257	.7349	± 1.9667	15.8621**

**นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 $t_{.01, 213} = 2.576$

จากตาราง 9 แสดงให้เห็นว่าค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวินิจฉัยทั้งหมดฉบับที่คำนวณโดยใช้สูตรเตอร์-ริชาร์ดสัน 20 มีค่าตั้งแต่ .7257 - .9474 และเมื่อปรับแก้ค่าความเชื่อมั่นที่ได้ตามวิธีหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบอิง เกณฑ์ โดยใช้สูตรของลิฟวิงสตัน ปรากฏว่าแบบทดสอบทั้งหมดฉบับที่มีความเชื่อมั่นสูงขึ้น มีค่าตั้งแต่ .7349 - .9558 แบบทดสอบที่มีความเชื่อมั่นสูงสุดคือ แบบทดสอบฉบับที่ 3 (การดูแลโพลีโนเมียล) แบบทดสอบที่มีความเชื่อมั่นต่ำสุดคือ แบบทดสอบฉบับที่ 6 (โจทย์สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว) ส่วนค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานในการวัดของคะแนนของแบบทดสอบทั้งหมดฉบับมีค่าใกล้เคียงกัน มีค่าตั้งแต่ 1.8218 - 2.4587 แบบทดสอบที่มีความคลาดเคลื่อนมาตรฐานในการวัดน้อยที่สุดคือ แบบทดสอบฉบับที่ 5 (สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว) มีค่า 1.8218 แสดงว่าคะแนนที่ได้มักเป็นคะแนนที่เบี่ยงเบนไปจากคะแนนจริงน้อยกว่าฉบับอื่น และจากการทดสอบนัยสำคัญค่าความเชื่อมั่น ปรากฏว่าแบบทดสอบทั้งหมดฉบับมีความเชื่อมั่นที่เชื่อถือได้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

6. ความเที่ยงตรงของแบบทดสอบวินิจฉัยทั้งหมดฉบับ

ผู้วิจัยนำแบบทดสอบวินิจฉัยทั้งหมดฉบับ และจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมไปให้ผู้เชี่ยวชาญทางเนื้อหาวิชา เป็นผู้พิจารณาว่าการกำหนดจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมเขียนไว้อย่างชัดเจนหรือไม่ ข้อสอบแต่ละข้อวัดตรงตามจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมที่ต้องการทดสอบและครอบคลุมเนื้อหาหรือไม่ ปรากฏว่าการกำหนดจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมเขียนไว้อย่างชัดเจน ข้อสอบแต่ละข้อวัดตรงตามจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมที่ต้องการทดสอบจริงและครอบคลุมเนื้อหา แสดงว่าแบบทดสอบวินิจฉัยทั้งหมดฉบับมีความเที่ยงตรงตามเนื้อหา สามารถวัดเรื่องโพลีโนเมียลได้จริง

7. วิเคราะห์จุดบกพร่องที่นักเรียนเลือกตอบผิดในการตอบแบบทดสอบวินิจฉัยทั้งหมดฉบับจากการทดสอบครั้งที่สาม

ผู้วิจัยนำแบบทดสอบวินิจฉัยทั้งหมดฉบับ วิเคราะห์จุดบกพร่องที่นักเรียนเลือกตอบผิด นักเรียนทำอย่างไร หรือนักเรียนใช้วิธีการอย่างไรในการแก้ปัญหา โดยพิจารณาจากการแสดงวิธีทำใน

แบบทดสอบเพื่อสำรวจมาประกอบการวิเคราะห์เพื่อหาจุดบกพร่อง และในการวิเคราะห์กระทำร่วมกับผู้เชี่ยวชาญทางเนื้อหาวิชา ดังแสดงในตาราง 10 - 15

ตาราง 10 วิเคราะห์จุดบกพร่องที่นักเรียนเลือกตอบผิดในการตอบแบบทดสอบการบวกและการลบ โมนอเมียล จากการทดสอบครั้งที่สาม

จุดประสงค์ ข้อที่	ข้อที่	R	W	จุดบกพร่อง
1.1.1	1	11a	$x - 6y$	เอาจำนวนที่อยู่ในรูปการลบ โมนอเมียล เป็นคำตอบ
			$1 + a^0$	เอาจำนวนที่อยู่ในรูปการบวก โมนอเมียล เป็นคำตอบ
			$\frac{xy}{y^2}$	เอาจำนวนที่อยู่ในรูปการหาร โมนอเมียล เป็นคำตอบ
	2	$2x^0$	$7x^{-4}$	เอาจำนวนที่อยู่ในรูปการคูณ โมนอเมียล กับจำนวนที่ไม่ใช่ โมนอเมียล เป็นคำตอบ
			$\frac{5x}{y}$	เอาจำนวนที่อยู่ในรูปการหาร โมนอเมียล เป็นคำตอบ
			$x + 3$	เอาจำนวนที่อยู่ในรูปการบวก โมนอเมียล เป็นคำตอบ
	3	$3ab^2$	$\frac{x + y}{4}$	เอาจำนวนที่อยู่ในรูปการหาร ผลบวกของ โมนอเมียล ด้วย โมนอเมียล เป็นคำตอบ
			$6a + 5$	เอาจำนวนที่อยู่ในรูปการบวก โมนอเมียล เป็นคำตอบ
			$\frac{4}{a}$	เอาจำนวนที่อยู่ในรูปการหาร โมนอเมียล เป็นคำตอบ
	4	12	$x+y+z$	เอาจำนวนที่อยู่ในรูปการบวก โมนอเมียล เป็นคำตอบ
			$9xy^{-2}$	เอาจำนวนที่อยู่ในรูปการคูณ โมนอเมียล กับจำนวนที่ไม่ใช่ โมนอเมียล เป็นคำตอบ

ตาราง 10 (ต่อ)

จุดประสงค์ ข้อที่	ข้อที่	R	W	จุดบกพร่อง
1.1.1	4	12	$\frac{3}{xy}$	เอาจำนวนที่อยู่ในรูปการหารโมนีเมลเป็นคำตอบ
	5	$\frac{3}{2}xy$	x^3y^{-1}	เอาจำนวนที่อยู่ในรูปการคูณโมนีเมลกับจำนวนที่ไม่ใช่โมนีเมลเป็นคำตอบ
			$4 - x^5$	เอาจำนวนที่อยู่ในรูปการลบโมนีเมลเป็นคำตอบ
			$\frac{x+1}{2}$	เอาจำนวนที่อยู่ในรูปการหารผลบวกของโมนีเมลด้วยโมนีเมลเป็นคำตอบ
1.1.2	6	-4	4	เอาตัวคงที่โดยไม่มีอาเครื่องหมายลบเป็นคำตอบ
			$4x$	เอาตัวคงที่โดยไม่มีอาเครื่องหมายลบคูณตัวแปรกำลังหนึ่งเป็นคำตอบ
			$-4x$	เอาตัวคงที่คูณตัวแปรกำลังหนึ่งเป็นคำตอบ
	7	$\frac{5}{3}$	5	เอาตัวคงที่ที่เป็นคี่เป็นคำตอบ
			3	เอาตัวคงที่ที่เป็นส่วนเป็นคำตอบ
			$\frac{5}{3}x$	เอาตัวคงที่คูณตัวแปรกำลังหนึ่งเป็นคำตอบ
	8	-2	2	เอาตัวคงที่โดยไม่มีอาเครื่องหมายลบเป็นคำตอบ
			$-2x$	เอาตัวคงที่คูณตัวแปรกำลังหนึ่งเป็นคำตอบ
			$2x$	เอาตัวคงที่โดยไม่มีอาเครื่องหมายลบคูณตัวแปรกำลังหนึ่งเป็นคำตอบ

ตาราง 10 (ต่อ)

จุดประสงค์ ข้อที่	ข้อที่	R	W	จุดบกพร่อง
1.1.2	9	-6	6x	เอาตัวคงที่โดยไม้อำ เสร็จของหมายลบคูณตัวแปรกำลังหนึ่ง เป็นคำตอบ
			-6x	เอาตัวคงที่คูณตัวแปรกำลังหนึ่ง เป็นคำตอบ
			6	เอาตัวคงที่โดยไม้อำ เสร็จของหมายลบ เป็นคำตอบ
	10	$\frac{3}{4}$	$\frac{3}{4}a$	เอาตัวคงที่คูณตัวแปรกำลังหนึ่ง เป็นคำตอบ
			3	เอาตัวคงที่ที่เป็นเศษ เป็นคำตอบ
			4	เอาตัวคงที่ที่เป็นส่วน เป็นคำตอบ
1.1.3	11	11	30	เอาผลคูณของกำลัง ของตัวแปร เป็นคำตอบ
			6	เอากำลังสูงสุดของตัวแปร เป็นคำตอบ
			5,6	เอากำลังของตัวแปรแต่ละตัว เป็นคำตอบ
			2	เอากำลังสูงสุดของตัวแปร เป็นคำตอบ
	12	3	7	เอาสัมประสิทธิ์ของโมโนเมียลเป็นคำตอบ
			1,2	เอากำลังของตัวแปรแต่ละตัวเป็นคำตอบ
			3,5	เอากำลังของตัวแปรแต่ละตัว เป็นคำตอบ
	13	8	15	เอาผลคูณของกำลังของตัวแปร เป็นคำตอบ
			5	เอากำลังสูงสุดของตัวแปร เป็นคำตอบ
			1,3	เอากำลังของตัวแปรแต่ละตัว เป็นคำตอบ
14	5	5	6	เอาสัมประสิทธิ์ของโมโนเมียลเป็นคำตอบ
			3	เอากำลังสูงสุดของตัวแปร เป็นคำตอบ

ตาราง 10 (ต่อ)

จุดประสงค์ ข้อที่	ข้อที่	R	W	จุดบกพร่อง
1.1.3	15	7	8	เอาผลคูณของกำลังของตัวแปรเป็นคำตอบ
			4	เอากำลังสูงสุดของตัวแปรเป็นคำตอบ
			2,4	เอากำลังของตัวแปรแต่ละตัวเป็นคำตอบ
1.1.4	16	7 กับ 11	4bx กับ 5ax	เอาจำนวนที่มีตัวแปรอย่างน้อยหนึ่งตัว เหมือนกัน และกำลังของตัวแปรเท่ากัน เป็นคำตอบ
			$3xy^2$ กับ $2x^2y$	เอาจำนวนที่มีตัวแปรเหมือนกันและดีกรี เท่ากันเป็นคำตอบ
			$1.5x^3$ กับ $3.2x^4$	เอาจำนวนที่มีตัวแปรเหมือนกันแต่กำลัง ของตัวแปรไม่เท่ากันเป็นคำตอบ
	17	6ab กับ ba	$7xy^3$ กับ $4xy$	เอาจำนวนที่มีตัวแปรเหมือนกัน และกำลัง ของตัวแปรตัวหนึ่งเท่ากันเป็นคำตอบ
			$2x$ กับ $2x^2$	เอาจำนวนที่มีสัมประสิทธิ์และตัวแปรเหมือนกัน แต่กำลังของตัวแปรไม่เท่ากันเป็นคำตอบ
			$3x^2y$ กับ xy^2	เอาจำนวนที่มีตัวแปรเหมือนกันและดีกรี เท่ากันเป็นคำตอบ
	18	9a กับ -8a	$5x^2y^2$ กับ $3xy^2$	เอาจำนวนที่มีตัวแปรเหมือนกัน และกำลัง ของตัวแปรตัวหนึ่งเท่ากันเป็นคำตอบ

ตาราง 10 (ต่อ)

จุดประสงค์ ข้อที่	ข้อที่	R	W	จุดบกพร่อง
1.1.4	18	9a กับ -8a	ab กับ 2b	เอาจำนวนที่มีตัวแปรอย่างน้อยหนึ่งตัว เหมือนกัน และกำลัง ของตัวแปร เท่ากัน เป็นคำตอบ
			$2ab^4$ กับ $2a^3b^4$	เอาจำนวนที่มีสัมประสิทธิ์และตัวแปร เหมือนกันและกำลัง ของตัวแปรตัวหนึ่ง เท่ากัน เป็นคำตอบ
	19	2xyz กับ 11xyz	xy กับ yz	เอาจำนวนที่มีตัวแปรอย่างน้อยหนึ่งตัว เหมือนกัน และกำลัง ของตัวแปร เท่ากัน เป็นคำตอบ
			9ab กับ $7ab^2$	เอาจำนวนที่มีตัวแปรเหมือนกัน และกำลัง ของตัวแปรตัวหนึ่ง เท่ากัน เป็นคำตอบ
			$3x^2y^4$ กับ $5x^3y^3$	เอาจำนวนที่มีตัวแปรเหมือนกัน และตัวกร เท่ากันเป็นคำตอบ
	20	$8a^2b$ กับ $10ba^2$	4bc กับ bd	เอาจำนวนที่มีตัวแปรอย่างน้อยหนึ่งตัว เหมือนกัน และกำลังของตัวแปร เท่ากัน เป็นคำตอบ
			$-2x^3y$ กับ $3y^3x$	เอาจำนวนที่มีตัวแปรเหมือนกันและตัวกร เท่ากันเป็นคำตอบ
			$6x^4$ กับ x	เอาจำนวนที่มีตัวแปร เหมือนกันแต่กำลัง ของตัวแปรไม่ เท่ากันเป็นคำตอบ

ตาราง 10 (ต่อ)

จุดประสงค์ ข้อที่	ข้อที่	R	W	จุดบกพร่อง
1.2.1	21	$3x^2$	$3x^4$ $-3x^2$ $-7x^2$	นำกำลังของตัวแปรบวกกัน สับสนเครื่องหมายในการบวก ไม่เข้าใจการบวกจำนวนเต็ม
	22	$-2a^3$	$-10a^6$ $-10a^3$ $2a^3$	นำกำลังของตัวแปรบวกกันและไม่เข้าใจการบวก จำนวนเต็ม ไม่เข้าใจการบวกจำนวนเต็ม สับสนเครื่องหมายในการบวก
	23	$9x^3y$	$9x^6y^2$ $9x^6y$ $9x^3y^2$	นำกำลังของตัวแปรบวกกัน นำกำลังของตัวแปรที่เป็นตัวเลขปรากฏอยู่บวกกัน นำกำลังของตัวแปรกำลังหนึ่งบวกกัน
	24	x^2y	x^2y^2 x^4y $-7x^2y$	นำกำลังของตัวแปรกำลังหนึ่งบวกกัน นำกำลังของตัวแปรที่เป็นตัวเลขปรากฏอยู่บวกกัน ไม่เข้าใจการบวกจำนวนเต็ม
	25	$-10ab$	$10ab$ $-4ab$ $-4a^2b^2$	สับสนเครื่องหมายในการบวก ไม่เข้าใจการบวกจำนวนเต็ม นำกำลังของตัวแปรบวกกันและไม่เข้าใจการบวก จำนวนเต็ม
	26	$-4ab^3$	$-20ab^6$ $-20ab^3$	นำกำลังของตัวแปรบวกกันและไม่เข้าใจการบวก จำนวนเต็ม ไม่เข้าใจการบวกจำนวนเต็ม

ตาราง 10 (ต่อ)

จุดประสงค์ ข้อที่	ข้อที่	R	W	จุดบกพร่อง
1.2.1	26	$-4ab^3$	$4ab^3$	สับสนเครื่องหมายในการบวก
	27	$-9ab$	$-ab$	ไม่เข้าใจการบวกจำนวนเต็ม
			$-9a^3b^3$	นำกำลังของตัวแปรบวกกัน
			$9ab$	สับสนเครื่องหมายในการบวก
	28	$-11a$	$-19a$	ไม่เข้าใจการบวกจำนวนเต็ม
			$-19a^4$	นำกำลังของตัวแปรบวกกัน และไม่เข้าใจการบวก จำนวนเต็ม
			$11a$	สับสนเครื่องหมายในการบวก
	29	$-x^3$	x^3	สับสนเครื่องหมายในการบวก
			$-15x^{12}$	นำกำลังของตัวแปรบวกกันและไม่เข้าใจการบวก จำนวนเต็ม
			$15x^3$	ไม่เข้าใจการบวกจำนวนเต็ม
	30	$-xy$	$-19x^4y^4$	นำกำลังของตัวแปรบวกกัน และไม่เข้าใจการบวก จำนวนเต็ม
			$19xy$	ไม่เข้าใจการบวกจำนวนเต็ม
			xy	สับสนเครื่องหมายในการบวก
1.3.1	31	$-6x$	$6x$	สับสนเครื่องหมายในการลบ
			$10x$	ไม่เข้าใจการเปลี่ยนการลบให้อยู่ในรูปการบวก
			6	นำตัวแปรลบกันและไม่เข้าใจการลบจำนวนเต็ม

ตาราง 10 (ต่อ)

จุดประสงค์ ข้อที่	ข้อที่	R	W	จุดบกพร่อง
1.3.1	32	-2a	-12a	ไม่ เข้าใจการบวกจำนวนเต็ม
			12a	ไม่ เข้าใจการบวกจำนวนเต็มและสับส่นเครื่องหมายในการบวก
			2a	สับส่นเครื่องหมายในการบวก
	33	-9x	-3x	ไม่ เข้าใจการลบจำนวนเต็ม
			3x	ไม่ เข้าใจการ เปลี่ยนการลบให้อยู่ในรูปการบวก
			9x	สับส่น เครื่องหมายในการลบ
	34	$14y^4$	$-2y^4$	ไม่ เข้าใจการลบจำนวนเต็ม
			$2y^4$	ไม่ เข้าใจการลบจำนวนเต็มและสับส่นเครื่องหมายในการลบ
			2	นำตัวแปรลบกันและไม่ เข้าใจการลบจำนวนเต็ม
	35	$-4a^2b$	$4a^2b$	สับส่นเครื่องหมายในการลบ
			$12a^2b$	ไม่ เข้าใจการ เปลี่ยนการลบให้อยู่ในรูปการบวก
			4	นำตัวแปรลบกันและไม่ เข้าใจการลบจำนวนเต็ม
	36	$13xy^3$	$-xy^3$	ไม่ เข้าใจการลบจำนวนเต็ม
			xy^3	ไม่ เข้าใจการลบจำนวนเต็มและสับส่นเครื่องหมายในการลบ
			1	นำตัวแปรลบกันและไม่ เข้าใจการลบจำนวนเต็ม

ตาราง 10 (ต่อ)

จุดประสงค์ ข้อที่	ข้อที่	R	W	จุดบกพร่อง
1.3.1	37	-4ab	-20ab	ไม่เข้าใจการบวกจำนวนเต็ม
			20ab	ไม่เข้าใจการบวกจำนวนเต็มและสับสลับเครื่องหมายในการบวก
			4ab	สับสลับเครื่องหมายในการบวก
	38	8abc	2	นำตัวแปรลบกันและไม่เข้าใจการลบจำนวนเต็ม
			2abc	ไม่เข้าใจการลบจำนวนเต็ม
			-2abc	ไม่เข้าใจการลบจำนวนเต็มและสับสลับเครื่องหมายในการลบ
	39	-11abc	11abc	สับสลับเครื่องหมายในการลบ
			7abc	ไม่เข้าใจการเปลี่ยนการลบให้อยู่ในรูปการบวก
			-7abc	ไม่เข้าใจการลบจำนวนเต็ม
	40	-2xyz	-4xyz	ไม่เข้าใจการบวกจำนวนเต็ม
			2xyz	สับสลับเครื่องหมายในการบวก
			-3	นำตัวแปรลบกันและไม่เข้าใจการลบจำนวนเต็ม

ตาราง 11 วิเคราะห์จุดบกพร่องที่นักเรียนเลือกตอบผิดในการตอบแบบทดสอบการบวกและการลบ
โพลิโนเมียล จากการทดสอบครั้งที่สาม

จุดประสงค์ ข้อที่	ข้อที่	R	W	จุดบกพร่อง
2.1.1	1	$x^2 + y^2 + 1$	$\frac{2x + 1}{x}$	เอาจำนวนที่อยู่ในรูปการหาร โพลิโนเมียล ซึ่งมีสองพจน์ด้วย โมโนเมียลเป็นคำตอบ
			$\frac{xy}{y^2}$	เอาจำนวนที่อยู่ในรูปการหาร โมโนเมียลเป็นคำตอบ
			$2x^{-3}y$	เอาจำนวนที่อยู่ในรูปการคูณ โมโนเมียลกับจำนวนที่ไม่ใช่ โมโนเมียลเป็นคำตอบ
	2	$xy + x + 1$	$\frac{1}{x} + \frac{1}{y} + 2$	เอาจำนวนที่อยู่ในรูปผลบวกของ โมโนเมียลกับการหารโมโนเมียล เป็นคำตอบ
			$x - y^{\frac{1}{2}}$	เอาจำนวนที่อยู่ในรูปผลต่างของ โมโนเมียลกับจำนวนที่ไม่ใช่ โมโนเมียลเป็นคำตอบ
			$\frac{3x}{y} + 4$	เอาจำนวนที่อยู่ในรูปผลบวกของ โมโนเมียลกับการหารโมโนเมียล เป็นคำตอบ

ตาราง 11 (ต่อ)

จุดประสงค์ ข้อที่	ข้อที่	R	W	จุดบกพร่อง
2.1.1	3	$3x^4$	$x + \frac{1}{y}$	เอาจำนวนที่อยู่ในรูปผลบวกของ โมนอมิเียลกับการหารโมนอมิเียล เป็นคำตอบ
			$\frac{x+1}{x-1}$	เอาจำนวนที่อยู่ในรูปการหาร โพลิโนมิเียลเป็นคำตอบ
			$\frac{5x}{xy}$	เอาจำนวนที่อยู่ในรูปการหาร โมนอมิเียลเป็นคำตอบ
	4	$x^3 + 2x^3 + 4$	$x^{-3} - 2x + 1$	เอาจำนวนที่อยู่ในรูปผลต่างของ โมนอมิเียลกับจำนวนที่ไม่ใช่ โมนอมิเียลเป็นคำตอบ
			$xy^{-2} + 1$	เอาจำนวนที่อยู่ในรูปผลบวกของ โมนอมิเียลกับผลคูณของตัวแปรซึ่ง ไม่ใช่โมนอมิเียลเป็นคำตอบ
			$2x + \frac{3}{y}$	เอาจำนวนที่อยู่ในรูปผลบวกของ โมนอมิเียลกับการหารโมนอมิเียลเป็น คำตอบ
	5	$x + y + z$	$\frac{3x+4}{y}$	เอาจำนวนที่อยู่ในรูปการหาร โพลิโนมิเียลซึ่งมีสองพจน์ด้วย โมนอมิเียลเป็นคำตอบ

ตาราง 11 (ต่อ)

จุดประสงค์ ข้อที่	ข้อที่	R	W	จุดบกพร่อง
2.1.1	5	$x + y + z$	$\frac{x^2 + x + 5}{x}$	เอาจำนวนที่อยู่ในรูปการหารโพลิโนเมียล ซึ่งมีสามพจน์กับโมนอเมียลเป็นคำตอบ
			$\frac{x}{xy} + 2x$	เอาจำนวนที่อยู่ในรูปผลบวกของโมนอเมียล กับการหาร โพลิโนเมียลเป็นคำตอบ
2.1.2	6	1	3	เอาผลบวกของกำลังของตัวแปรทุกตัว เป็นคำตอบ
			2	ไม่เข้าใจความหมายของดีกรีของ โพลิโนเมียล
			0	เข้าใจว่ากำลังของตัวแปรที่ไม่มีตัวเลข ปรากฏอยู่คือ กำลังศูนย์
	7	5	3	ไม่เข้าใจความหมายของ ดีกรีของ โพลิโนเมียล
			7	เอาผลบวกของกำลังของตัวแปรที่เป็น ตัวเลขปรากฏอยู่เป็นคำตอบ
			10	เอาผลคูณของ กำลังของตัวแปรที่เป็นตัวเลข ปรากฏอยู่เป็นคำตอบ
	8	4	3	เอากำลังสูงสุดของตัวแปรเป็นคำตอบ
			5	เอาผลบวกของกำลังของตัวแปรที่เป็นตัวเลข ปรากฏอยู่เป็นคำตอบ

ตาราง 11 (ต่อ)

จุดประสงค์ ข้อที่	ข้อที่	R	W	จุดบกพร่อง
2.1.2	8	4	6	เอาผลคูณของกำลังของตัวแปรที่เป็นตัวเลขปรากฏอยู่เป็นคำตอบ
	9	6	4	เอากำลังสูงสุดของตัวแปรเป็นคำตอบ
			8	เอาผลคูณของกำลังของตัวแปรของพจน์ที่มีดีกรีสูงสุดเป็นคำตอบ
			11	เอาผลบวกของกำลังของตัวแปรที่เป็นตัวเลขปรากฏอยู่เป็นคำตอบ
	10	5	6	เอาผลคูณของกำลังของตัวแปรของพจน์ที่มีดีกรีสูงสุดเป็นคำตอบ
			3	เอากำลังสูงสุดของตัวแปรเป็นคำตอบ
			15	เอาผลบวกของกำลังของตัวแปรที่เป็นตัวเลขปรากฏอยู่เป็นคำตอบ
2.1.3	11	2	1	ไม่รับพจน์อิสระ
			4	ไม่เข้าใจการนับจำนวนพจน์
			7	ไม่เข้าใจการนับจำนวนพจน์
	12	3	1	ไม่เข้าใจการนับจำนวนพจน์
			2	ไม่รับพจน์อิสระ
			5	ไม่เข้าใจการนับจำนวนพจน์
	13	5	2	นับตัวแปรต่างชนิดกันเป็นคำตอบ
			4	ไม่รับพจน์อิสระ
			3	นับตัวแปรที่แตกต่างกันเป็นคำตอบ
	14	4	2	นับตัวแปรต่างชนิดกันเป็นคำตอบ
			3	ไม่รับพจน์อิสระ
			6	ไม่เข้าใจการนับจำนวนพจน์

ตาราง 11 (ต่อ)

จุดประสงค์ ข้อที่	ข้อที่	R	W	จุดบกพร่อง
2.1.3	15	3	4	ไม่เข้าใจการนับจำนวนพจน์
			2	ไม่นับพจน์อิสระ
			1	ไม่เข้าใจการนับจำนวนพจน์
2.2.1	16	$5x^2 - x - 2$	$5x^2 + x - 2$	สับสนเครื่องหมายในการลบ
			$6x^2 - 2$	รวมโมนีเมียลไม่คล้าย
			$x - 9x^2$	รวมโมนีเมียลไม่คล้าย
	17	$4x - 3$	$4x + 3$	สับสนเครื่องหมายในการลบ
			$9x - 7x$	รวมโมนีเมียลไม่คล้าย
			$6x - 3$	สับสนเครื่องหมายในการสัณทนต์
	18	$x^2 + 2x$	$2x^2 + x$	รวมโมนีเมียลไม่คล้าย
			$-x^2 + 2x$	สับสนเครื่องหมายในการลบ
			$-5x^2 + 2x$	เข้าวงเล็บโดยไม่เปลี่ยนเครื่องหมาย
				เป็นตรงข้าม
	19	$-4y - 6x$	$-10y - 6x$	สับสนเครื่องหมายในการสัณทนต์
			$4y - 4x$	เข้าวงเล็บโดยไม่เปลี่ยนเครื่องหมาย
				เป็นตรงข้ามและไม่เข้าใจการบวกลบ
				จำนวนเต็ม
			$-4y - 4x$	เข้าวงเล็บโดยไม่เปลี่ยนเครื่องหมาย
				เป็นตรงข้าม

ตาราง 11 (ต่อ)

จุดประสงค์ ข้อที่	ข้อที่	R	W	จุดบกพร่อง
2.2.1	20	$-5a^2 + 7a - 12$	$-9a^2 + 7a - 12$	เข้าวงเล็บโดยไม่เปลี่ยนเครื่องหมาย เป็นตรงข้าม
			$5a^2 - 11a - 12$	รวมโรมโนเมียวไม่คล้าย
			$5a^2 + 7a - 12$	สลับเครื่องหมายในการลบ
	21	$x^4 - 4x^2 - x$	$2x^4 + 6x^2 - 8x$	รวมโรมโนเมียวไม่คล้าย
			$x^4 - 2x^2 + x$	เข้าวงเล็บโดยไม่เปลี่ยนเครื่องหมาย เป็นตรงข้ามและสลับเครื่องหมาย ในการลบ
			$x^4 - 4x^2 + x$	สลับเครื่องหมายในการลบ
	22	$x^3 + 4x + 17$	$x^3 - 7x + 18$	รวมโรมโนเมียวไม่คล้าย
			$x^3 - 8x + 17$	เข้าวงเล็บโดยไม่เปลี่ยนเครื่องหมาย เป็นตรงข้าม
			$x^3 - 4x + 17$	สลับเครื่องหมายในการลบ
	23	$4a^4 - b^3 - 5$	$4a^4 + b^3 - 3$	เข้าวงเล็บโดยไม่เปลี่ยนเครื่องหมาย เป็นตรงข้ามและสลับเครื่องหมาย ในการลบ
			$4a^4 - b^3 + 3$	เข้าวงเล็บโดยไม่เปลี่ยนเครื่องหมาย เป็นตรงข้าม
			$4a^4 + b^3 - 5$	สลับเครื่องหมายในการลบ

ตาราง 11 (ต่อ)

จุดประสงค์ ข้อที่	ข้อที่	R	W	จุดบกพร่อง
2.2.1	24	$-x^2 + 3x + 1$	$-x^2 - 3x - 1$	สับสลับเครื่องหมายในการบวกลบ
			$x^2 + 3x + 1$	สับสลับเครื่องหมายในการบวก
			$x^2 - 3x - 1$	สับสลับเครื่องหมายในการบวกลบ
	25	$2x - 4y$	$4x + 2y$	เข้าวงเล็บโดยไม่เปลี่ยนเครื่องหมาย เป็นตรงข้าม และไม่เข้าใจการลบ จำนวนเต็ม
			$4x - 2y$	เข้าวงเล็บโดยไม่เปลี่ยนเครื่องหมาย เป็นตรงข้าม และไม่เข้าใจการลบ จำนวนเต็ม
			$2x + 4y$	สับสลับเครื่องหมายในการบวกลบ
2.3.1	26	$7x - 10y$	$7x^2 - 10y^2$	นำกำลังของตัวแปรบวกกัน
			$7x + 10y$	สับสลับเครื่องหมายในการบวก
			$7x - 4y$	ไม่เข้าใจการบวกจำนวนเต็ม
	27	$2y^2 + xy$	$2y^2 - xy$	สับสลับเครื่องหมายในการบวก
			$2y^2 - 3xy$	ไม่เข้าใจการบวกจำนวนเต็ม
			$y^4 - 2x^2y^2$	นำกำลังของตัวแปรบวกกัน
	28	$4a^2 - 8b$	$4a^4 - 7b^2$	นำกำลังของตัวแปรบวกกัน
			$4a^2 - 6b$	ไม่เข้าใจการบวกจำนวนเต็ม
			$4a^2 + 8b$	สับสลับเครื่องหมายในการบวก

ตาราง 11 (ต่อ)

จุดประสงค์ ข้อที่	ข้อที่	R	W	จุดบกพร่อง
2.3.1	29	$3a + b - c$	$10ab - 6ab - 5c^2$	รวมโมโนเมียลไม่คล้าย
			$3a - 7b + c$	ไม่เข้าใจการบวกจำนวนเต็ม
			$3a - b - c$	สับสนเครื่องหมายในการบวก
	30	$x + 2y - 6z$	$x - 2y + 6z$	สับสนเครื่องหมายในการบวก
			$x - 10y + 6z$	ไม่เข้าใจการบวกจำนวนเต็ม
			$x^2 + 2y^2 - 6z^2$	นำกำลังของตัวแปรบวกกัน
	31	$-x^2 - 8x - 4$	$x^4 - 2x^2 - 4$	นำกำลังของตัวแปรบวกกันและ
				ไม่เข้าใจการบวกจำนวนเต็ม
			$x^2 - 2x - 4$	ไม่เข้าใจการบวกจำนวนเต็ม
			$6x^2 - 8x - 11$	รวมโมโนเมียลไม่คล้าย
	32	$x^2 + 2x + 5$	$5x^2 - 10x - 2$	รวมโมโนเมียลไม่คล้าย
			$x^2 - 8x - 9$	ไม่เข้าใจการบวกจำนวนเต็ม
			$x^2 - 2x - 5$	สับสนเครื่องหมายในการบวก
	33	$9x^2 + 5x - 16$	$9x^4 + 5x - 2$	นำกำลังของตัวแปรบวกกันและ
				ไม่เข้าใจการบวกจำนวนเต็ม
			$9x^2 + 5x - 2$	ไม่เข้าใจการบวกจำนวนเต็ม
			$9x^2 + 5x + 16$	สับสนเครื่องหมายในการบวก
2.4.1	34	$-15x + 1$	$3x - 1$	ลบโดยไม่สนใจเครื่องหมายของ พจน์ที่เป็นตัวลบ

ตาราง 11 (ต่อ)

จุดประสงค์ ข้อที่	ข้อที่	R	W	จุดบกพร่อง
2.4.1	34	$-15x + 1$	$3x - 15$	ใช้วิธีบวกแทนลบ
			$-15x - 1$	สลับตำแหน่งเครื่องหมายในการลบ
	35	$-x + 7y$	$-x + 3y$	ลบโดยไม่สนใจ เครื่องหมายของพจน์ ที่เป็นตัวลบ
			$x + 3y$	ลบโดยไม่สนใจ เครื่องหมาย ของพจน์ที่เป็นตัวลบ
			$x + 7y$	สลับตำแหน่งเครื่องหมายในการลบ
			$2a - 3b$	สลับตำแหน่งเครื่องหมายในการลบ
	36	$-2a - 3b$	$2a - 9b$	ใช้วิธีบวกแทนลบ
			$-2a + 3b$	สลับตำแหน่งเครื่องหมายในการลบ
			$3x^2 - 2x - 3$	รวมโมนีเดียวไม่ได้
	37	$3x^2 + 4x + 5$	$3x^2 - 4x - 1$	ลบโดยไม่สนใจ เครื่องหมายของ พจน์ที่เป็นตัวลบ
			$3x^2 - 4x + 1$	ลบโดยไม่สนใจ เครื่องหมายของ พจน์ที่เป็นตัวลบ
			$-6x^2 - 7x - 12$	ลบโดยไม่สนใจ เครื่องหมายของ พจน์ที่เป็นตัวลบ
	38	$-6x^2 - 7x + 34$	$-6x^2 - 16x + 11$	รวมโมนีเดียวไม่ได้
			$6x^2 - 7x + 12$	ลบโดยไม่สนใจ เครื่องหมายของ พจน์ที่เป็นตัวลบ

ตาราง 11 (ต่อ)

จุดประสงค์ ข้อที่	ข้อที่	R	W	จุดบกพร่อง
2.4.1	39	$8x^2 - 7x + 15$	$-2x^2 - 7x + 1$ $-2x^2 - x - 1$	ใช้วิธีบวกแทนลบ ลบโดยไม่สนใจเครื่องหมายของ พจน์ที่เป็นตัวลบ
	40	$x^2 - 10x - 10$	$8x^2 + x + 1$ $x^2 + 10$ $7x^2 + 14$ $x^2 - 10x + 10$	ใช้วิธีบวกแทนลบ ลบโดยไม่สนใจเครื่องหมายของ พจน์ที่เป็นตัวลบ ใช้วิธีบวกแทนลบ สับสนเครื่องหมายในการลบ

ตาราง 12 วิเคราะห์จุดบกพร่องที่นักเรียนเลือกตอบผิดในการตอบแบบทดสอบการคูณพหุนามเมื่อยล
จากการทดสอบครั้งที่สาม

จุดประสงค์ ข้อที่	ข้อที่	R	W	จุดบกพร่อง
3.1.1	1	$6x^3$	$-6x^3$ $6x^2$ $-6x^2$	สับสนเครื่องหมายในการคูณ นำกำลังของตัวแปรคูณกันแทนบวกกัน นำกำลังของตัวแปรคูณกันแทนบวกกัน และสับสนเครื่องหมายในการคูณ
	2	$12y^5$	$12y^6$	นำกำลังของตัวแปรคูณกันแทนบวกกัน

ตาราง 12 (ต่อ)

จุดประสงค์ ข้อที่	ข้อที่	R	W	จุดบกพร่อง
3.1.1	2	$12y^5$	$-12y^6$	นำกำลังของตัวแปรคูณกันแทนบวกกันและสับล้น เครื่องหมายในการคูณ
	3	$-9y^7$	$-12y^5$	สับล้นเครื่องหมายในการคูณ
			$9y^{12}$	นำกำลังของตัวแปรคูณกันแทนบวกกันและสับล้น เครื่องหมายในการคูณ
			$-9y^{12}$	นำกำลังของตัวแปรคูณกันแทนบวกกัน
	4	$-8x^3y^2$	$9y^7$	สับล้นเครื่องหมายในการคูณ
			$8x^3y^2$	สับล้นเครื่องหมายในการคูณ
			$8x^2y^2$	นำกำลังของตัวแปรคูณกันแทนบวกกันและสับล้น เครื่องหมายในการคูณ
	5	$10x^3y$	$-8x^2y^2$	นำกำลังของตัวแปรคูณกันแทนบวกกัน
			$10x^2y$	นำกำลังของตัวแปรคูณกันแทนบวกกัน
			$-10x^2y$	นำกำลังของตัวแปรคูณกันแทนบวกกัน และ สับล้นเครื่องหมายในการคูณ
	6	$-30xy^2$	$-10x^3y$	สับล้นเครื่องหมายในการคูณ
			$30xy$	นำกำลังของตัวแปรคูณกันแทนบวกกัน และ สับล้นเครื่องหมายในการคูณ
			$-30xy$	นำกำลังของตัวแปรคูณกันแทนบวกกัน
			$30xy^2$	สับล้นเครื่องหมายในการคูณ

ตาราง 12 (ต่อ)

จุดประสงค์ ข้อที่	ข้อที่	R	W	จุดบกพร่อง
3.1.1	7	$18x^2y^2$	$-18x^2y^2$ $18xy^2$ $-18xy^2$	สลับเครื่องหมายใน การคูณ นำกำลังของตัวแปรคูณกัน แทนบวกกัน นำกำลังของตัวแปรคูณกัน แทนบวกกันและสลับ เครื่องหมายในการคูณ
3.2.1	8	$12x^2 + 20x$	$32x^2$ $12x^2 + 5$ $12x^2 + 20$	รวมกันเมื่อไม่คล้าย ไม่ได้เอาพจน์หน้าวงเล็บ คูณพจน์ท้ายในวงเล็บ ไม่ได้เอาตัวแปรหน้า วงเล็บคูณพจน์ท้ายใน วงเล็บ
	9	$-7xy + 14y^2$	$14xy^2$ $-7xy - 14y$ $-7xy - 14y^2$	รวมกันเมื่อไม่คล้าย ไม่ได้เอาตัวแปรหน้า วงเล็บคูณพจน์ท้ายใน วงเล็บและสลับ เครื่องหมายในการคูณ สลับเครื่องหมายใน การคูณ

ตาราง 12 (ต่อ)

จุดประสงค์ ข้อที่	ข้อที่	R	W	จุดบกพร่อง
3.2.1	10	$6x^2y - 12xy$	$-6x^2y$ $6x^2y - 12$	รวมโมโนเมียลไม่คล้าย ไม่ได้เอาตัวแปรหน้า วงเล็บคูณหน้าท้ายใน วงเล็บ
			$6xy - 12xy$	นำกำลังของตัวแปรคูณกัน แทนบวกกัน
	11	$-5x^2y - 4xy$	$-9x^2y$ $-5x^2y + 4$	รวมโมโนเมียลไม่คล้าย ไม่ได้เอาตัวแปรหน้า วงเล็บคูณหน้าท้ายใน วงเล็บและสลับ
			$-5x^2y + 4xy$	เครื่องหมายในการคูณ สลับเครื่องหมายใน การคูณ
	12	$24x^2y - 12xy^2$	$24xy - 12xy$ $24x^2y - 12y$	นำกำลังของตัวแปรคูณกัน แทนบวกกัน ไม่เอาตัวแปรหน้าวงเล็บ คูณหน้าท้ายในวงเล็บ
			$12x^2y^2$	รวมโมโนเมียลไม่คล้าย
	13	$-21x^2y - 6xy^2$	$-21x^2y + 6xy^2$	สลับเครื่องหมายใน การคูณ

ตาราง 12 (ต่อ)

จุดประสงค์ ข้อที่	ข้อที่	R	W	จุดบกพร่อง
3.2.1	13	$-21x^2y - 6xy^2$	$-21x^2y + 6y$	ไม่ได้เอาตัวแปรหน้า วงเล็บคูณพจน์ท้ายใน วงเล็บและสับสัน
	14	$5x^2y - 10xy^2 + 15xyz$	$27x^2y^2$ $-25x^2y^2z$ $5xy - 10xy + 15xyz$	เครื่องหมายในการคูณ รวมโมโนเมียลไม่คล้าย รวมโมโนเมียลไม่คล้าย นำกำลังของตัวแปร คูณกันแทนบวกกัน
	15	$-6x^2y - 8xy^2 + 2xyz$	$5x^2y + 10xy^2 + 15xyz$ $14x^2y^2z$ $-6x^2y + 8xy^2 + 2xyz$ $-6x^2y + 8xy^2 - 2xyz$	สับสันเครื่องหมายใน การคูณ รวมโมโนเมียลไม่คล้าย สับสันเครื่องหมายใน การคูณ สับสันเครื่องหมายใน การคูณ
3.3.1	16	$x^2 - 10x + 21$	$x^2 - 4x - 21$ $x^2 - 4x + 21$	บกพร่องในการรวม โมโนเมียลและสับสัน เครื่องหมายในการคูณ บกพร่องในการรวม โมโนเมียล

ตาราง 12 (ต่อ)

จุดประสงค์ ข้อที่	ข้อที่	R	W	จุดบกพร่อง
3.3.1	16	$x^2 - 10x + 21$	$x^2 + 10x + 21$	สับสน เครื่องหมายในการรวม โมโนเมียล
	17	$x^2 - 16$	$x^2 + 16$	สับสน เครื่องหมายในการคูณ
			$x^2 + 8x + 16$	สับสน เครื่องหมายในการคูณ
			$x^2 - 8x - 16$	บกพร่องในการรวมโมโนเมียล
	18	$6x^2 + x - 15$	$6x^2 + 19x + 15$	สับสน เครื่องหมายในการคูณ
			$6x^2 - 19x - 15$	บกพร่องในการรวมโมโนเมียล
			$6x^2 - x - 15$	สับสน เครื่องหมายในการรวม โมโนเมียล
	19	$10x^2 - 19x + 6$	$10x^2 + 19x + 6$	สับสน เครื่องหมายในการรวม โมโนเมียล
			$10x^2 - 11x - 6$	บกพร่องในการรวมโมโนเมียลและ สับสน เครื่องหมายในการคูณ
			$10x^2 - 11x + 6$	บกพร่องในการรวมโมโนเมียล
	20	$12x^2 + 7x - 10$	$12x^2 + 7x + 10$	สับสน เครื่องหมายในการคูณ
			$12x^2 - 23x - 10$	บกพร่องในการรวมโมโนเมียล
			$12x^2 + 23x + 10$	บกพร่องในการรวมโมโนเมียล และสับสน เครื่องหมายในการคูณ
	21	$x^2 + xy - 6y^2$	$x^2 + 5xy + 6y^2$	บกพร่องในการรวมโมโนเมียล และสับสน เครื่องหมายในการคูณ

ตาราง 12 (ต่อ)

จุดประสงค์ ข้อที่	ข้อที่	R	W	จุดบกพร่อง
3.3.1	21	$x^2 + xy - 6y^2$	$x^2 - 5xy - 6y^2$	บกพร่องในการรวมโมโนเมียล
			$x^2 + xy + 6y^2$	สับสั่นเครื่องหมายในการคูณ
	22	$x^2 - xy - 30y^2$	$x^2 - 11xy - 30y^2$	บกพร่องในการรวมโมโนเมียล
			$x^2 - 11xy + 30y^2$	บกพร่องในการรวมโมโนเมียลและ
				สับสั่นเครื่องหมายในการคูณ
			$x^2 + xy + 30y^2$	สับสั่นเครื่องหมายในการคูณและ
				ในการรวมโมโนเมียล
	23	$x^2 - 9xy + 20y^2$	$x^2 + 9xy + 20y^2$	สับสั่นเครื่องหมายในการรวม
				โมโนเมียล
			$x^2 + xy + 20y^2$	บกพร่องในการรวมโมโนเมียล
			$x^2 - xy - 20y^2$	บกพร่องในการรวมโมโนเมียล
				และสับสั่นเครื่องหมายในการคูณ
	24	$9x^2 - 4y^2$	$9x^2 + 4y^2$	สับสั่นเครื่องหมายในการคูณ
			$9x^2 - 12xy - 4y^2$	บกพร่องในการรวมโมโนเมียล
			$9x^2 + 12xy + 4y^2$	บกพร่องในการรวมโมโนเมียล
				และสับสั่นเครื่องหมายในการคูณ
	25	$20x^2 - 7xy - 6y^2$	$20x^2 + 23xy + 6y^2$	สับสั่นเครื่องหมายในการคูณ
			$20x^2 - 23xy - 6y^2$	บกพร่องในการรวมโมโนเมียล
			$20x^2 + 7xy + 6y^2$	สับสั่นเครื่องหมายในการคูณและ
				ในการรวมโมโนเมียล

ตาราง 12 (ต่อ)

จุดประสงค์ ข้อที่	ข้อที่	R	W	จุดบกพร่อง
3.3.2	26	$x^2 - 7xy + 10y^2$	$x^2 - 3xy + 10y^2$ $x^2 - 3xy - 10y^2$ $x^2 + 7xy + 10y^2$	ผิดพลาด เครื่องหมายของพจน์แรก ที่ได้จากการตั้งคูณ สลับเครื่องหมายในการคูณและ บวกพร้อมในการรวมโมโนเมียล สลับเครื่องหมายในการรวม โมโนเมียล
	27	$2x^2 - 13xy + 21y^2$	$2x^2 - xy + 21y^2$ $2x^2 - xy - 21y^2$ $2x^2 + 13xy + 21y^2$	ผิดพลาด เครื่องหมายของพจน์แรก ที่ได้จากการตั้งคูณ บวกพร้อมในการรวมโมโนเมียล และสลับเครื่องหมายในการคูณ สลับเครื่องหมายในการรวม โมโนเมียล
	28	$16x^2 + 8xy + y^2$	$16x^2 + y^2$ $16x^2 + 4xy + y^2$ $8x^2 + 8xy + y^2$	บวกพร้อมในการรวมโมโนเมียล บวกพร้อมในการรวมโมโนเมียล ผิดพลาดในการคูณ
	29	$4x^2 - 12xy + 9y^2$	$4x^2 + 9y^2$ $4x^2 - 9y^2$ $4x^2 + 12xy + 9y^2$	ผิดพลาด เครื่องหมายของพจน์แรก ที่ได้จากการตั้งคูณ บวกพร้อมในการรวมโมโนเมียล และสลับเครื่องหมายในการคูณ สลับเครื่องหมายในการรวม โมโนเมียล

ตาราง 12 (ต่อ)

จุดประสงค์ ข้อที่	ข้อที่	R	W	จุดบกพร่อง
3.3.2	30	$18x^2 - 2y^2$	$18x^2 + 2y^2$	สับสั่นเครื่องหมายในการคูณ
			$18x^2 + 12xy + 2y^2$	บกพร่องในการรวมโมโนเมียล
				และสับสั่นเครื่องหมายในการคูณ
			$18x^2 - 12xy - 2y^2$	บกพร่องในการรวมโมโนเมียล
	31	$20x^2 + 7xy - 6y^2$	$20x^2 - 23xy - 6y^2$	บกพร่องในการรวมโมโนเมียล
			$20x^2 + 23xy + 6y^2$	สับสั่นเครื่องหมายในการคูณ
			$20x^2 - 7xy - 6y^2$	สับสั่นเครื่องหมายในการรวม
				โมโนเมียล
	32	$x^3 - 7x - 6$	$x^3 - 4x^2 - 7x - 6$	บกพร่องในการรวมโมโนเมียล
			$x^3 - 4x^2 + 7x + 6$	สับสั่นเครื่องหมายในการคูณและ
				บกพร่องในการรวมโมโนเมียล
			$x^3 - 4x^2 + 7x - 6$	บกพร่องในการรวมโมโนเมียล
				และสับสั่นเครื่องหมายในการรวม
				โมโนเมียล
	33	$6x^3 - 13x^2 + 3x + 2$	$6x^3 - 5x^2 + 3x + 2$	ผิดพลาด เครื่องหมายของพจน์แรก
				ที่ได้จากการตั้งคูณ
			$6x^3 - 5x^2 + 3x - 2$	สับสั่นเครื่องหมายในการคูณและ
				บกพร่องในการรวมโมโนเมียล
			$6x^3 - 13x^2 - 9x - 2$	สับสั่นเครื่องหมายในการคูณ

ตาราง 12 (ต่อ)

จุดประสงค์ ข้อที่	ข้อที่	R	W	จุดบกพร่อง
3.3.2	34	$x^4 - 3x^3 - 3x^2 + 7x + 6$	$x^4 - 3x^3 - 3x^2 - 7x + 6$	สับล้นเครื่องหมายใน การรวมโมโนเมียล
			$x^4 + 7x^3 - 3x^2 + 7x + 6$	ผิดพลาดเครื่องหมาย ของพจน์แรกที่ได้จาก การตั้งคูณ
			$x^4 + 7x^3 + 3x^2 + 7x + 6$	บกพร่องในการรวม โมโนเมียล และสับล้น เครื่องหมายในการรวม โมโนเมียล
	35	$x^4 + 4x^3 - 2x^2 - 12x + 9$	$x^4 + 4x^3 + 4x^2 + 9$	บกพร่องในการรวม โมโนเมียล
			$x^4 + 4x^3 + 4x^2 - 12x + 9$	ผิดพลาดเครื่องหมาย ของพจน์แรกที่ได้จาก การตั้งคูณ
			$x^4 + 4x^3 + 4x^2 - 12x - 9$	สับล้นเครื่องหมาย ในการคูณและบกพร่อง ในการรวมโมโนเมียล

ตาราง 13 วิเคราะห์จุดบกพร่องที่มักเขียนเลือกตอบผิดในการตอบแบบทดสอบการหาโพลีโนเมียล
จากการทดลอบครั้งที่สาม

จุดประสงค์ ข้อที่	ข้อที่	R	W	จุดบกพร่อง
4.1.1	1	$-2a^2b^4$	$2a^4b^4$	นำกำลังของตัวแปรบวกกันแทนลบกันและสับสัน เครื่องหมายในการหา
			$-2a^4b^4$	นำกำลังของตัวแปรบวกกันแทนลบกัน
	2	$-4x^2y^3$	$2a^2b^4$	สับสันเครื่องหมายในการหา
			$4x^2y^3$	สับสันเครื่องหมายในการหา
			$4x^4y^5$	นำกำลังของตัวแปรบวกกันแทนลบกันและ สับสันเครื่องหมายในการหา
			$-4x^4y^5$	นำกำลังของตัวแปรบวกกันแทนลบกัน
	3	$-4ac$	$4ac$	สับสันเครื่องหมายในการหา
			$4a^3b^2c$	นำกำลังของตัวแปรบวกกันแทนลบกันและ สับสันเครื่องหมายในการหา
			$-4a^3b^2c$	นำกำลังของตัวแปรบวกกันแทนลบกัน
	4	$7ab^2c$	$-7ab^2c$	สับสันเครื่องหมายในการหา
			$7a^3b^4c$	นำกำลังของตัวแปรบวกกันแทนลบกัน
			$-7a^3b^4c$	นำกำลังของตัวแปรบวกกันแทนลบกันและ สับสันเครื่องหมายในการหา
	5	$2x^3y$	$2x^5y^3z^2$	นำกำลังของตัวแปรบวกกันแทนลบกัน
			$-2x^5y^3z^2$	นำกำลังของตัวแปรบวกกันแทนลบกันและ สับสันเครื่องหมายในการหา
			$-2x^3y$	สับสันเครื่องหมายในการหา

ตาราง 13 (ต่อ)

จุดประสงค์ ข้อที่	ข้อที่	R	W	จุดบกพร่อง
4.1.2	6	$\frac{13ab}{-2ab}$	$\frac{6xy}{2z}$	เข้าใจว่าจำนวนที่หารกันลงตัวจะต้องมีสัมประสิทธิ์ หารกันลงตัว เป็นจำนวนเต็ม
			$\frac{xy}{yz}$	เข้าใจว่าจำนวนที่หารกันลงตัวจะต้องมีตัวแปร อย่างน้อยหนึ่งตัวหารกันได้
			$\frac{y^3}{xz}$	เข้าใจว่าจำนวนที่หารกันลงตัวจะต้องเป็นเศษส่วน อย่างต่ำของตัวแปรต่างชนิดกัน
	7	$\frac{3x^9}{6x}$	$\frac{2a^3}{b}$	เข้าใจว่าจำนวนที่หารกันลงตัวจะต้องเป็นเศษส่วน อย่างต่ำของตัวแปรต่างชนิดกัน
			$\frac{3a^4}{2ab}$	เข้าใจว่าจำนวนที่หารกันลงตัวจะต้องมีตัวแปร อย่างน้อยหนึ่งตัวหารกันได้
			$\frac{8xy}{4z}$	เข้าใจว่าจำนวนที่หารกันลงตัวจะต้องมีสัมประสิทธิ์ หารกันลงตัว เป็นจำนวนเต็ม
	8	$\frac{12x^2yz}{4xy}$	$\frac{18xy}{6ax}$	เข้าใจว่าจำนวนที่หารกันลงตัวจะต้องมีสัมประสิทธิ์ หารกันลงตัวเป็นจำนวนเต็มและมีตัวแปรอย่างน้อย หนึ่งตัวหารกันได้
			$\frac{2abx}{xyz}$	เข้าใจว่าจำนวนที่หารกันลงตัวจะต้องมีตัวแปร อย่างน้อยหนึ่งตัวหารกันได้
			$\frac{2bc}{d}$	เข้าใจว่าจำนวนที่หารกันลงตัวจะต้องเป็นเศษส่วน อย่างต่ำของตัวแปรต่างชนิดกัน

ตาราง 13 (ต่อ)

จุดประสงค์ ข้อที่	ข้อที่	R	W	จุดบกพร่อง
4.1.2	9	$\frac{2ab^3}{4ab}$	$\frac{abc}{bcd}$	เข้าใจว่าจำนวนที่หารกันลงตัวจะต้องมีตัวแปร อย่างน้อยหนึ่งตัวหารกันได้
			$\frac{7xy^2}{z}$	เข้าใจว่าจำนวนที่หารกันลงตัวจะต้องเป็นเศษส่วน อย่างต่ำของตัวแปรต่างชนิดกัน
			$\frac{10x^2}{5xy}$	เข้าใจว่าจำนวนที่หารกันลงตัวจะต้องมีสมบัติ หารกันลงตัวเป็นจำนวนเต็มและมีตัวแปรอย่างน้อย หนึ่งตัวหารกันได้
	10	$\frac{7x^4y}{3xy}$	$\frac{15x^2}{3xy}$	เข้าใจว่าจำนวนที่หารกันลงตัวจะต้องมีสมบัติ หารกันลงตัวเป็นจำนวนเต็มและมีตัวแปรอย่างน้อย หนึ่งตัวหารกันได้
			$\frac{-4a^2x^3}{5bx}$	เข้าใจว่าจำนวนที่หารกันลงตัวจะต้องมีตัวแปร อย่างน้อยหนึ่งตัวหารกันได้
			$\frac{6ab}{2cd}$	เข้าใจว่าจำนวนที่หารกันลงตัวจะต้องมีสมบัติ หารกันลงตัวเป็นจำนวนเต็ม
4.2.1	11	$-x + 2$	$x + 2$	สลับเครื่องหมายในการหาร
			$-2x^2 + 2$	ไม่หารพจน์แรก
			$-x^2 + 2$	ไม่หารตัวแปรพจน์แรก
	12	$5x^2 - 2x$	$5x^2 - 2x^2$	ไม่หารพจน์ท้าย

ตาราง 13 (ต่อ)

จุดประสงค์ ข้อที่	ข้อที่	R	W	จุดบกพร่อง
4.2.1	12	$5x^2 - 2x$	$5x^2 + 2x$	สับสนเครื่องหมาย ในการหาร
	13	$3xy - 2$	$5x^3 - 2x$	ไม่หารพจน์แรก
			$3xy + 2$	สับสนเครื่องหมาย ในการหาร
			$3xy^2 - 2$	ไม่หารพจน์แรก
			$3xy - 2y$	ไม่หารพจน์ท้าย
	14	$2xy + 3$	$2xy + 3y$	ไม่หารตัวแปรพจน์ท้าย
			$2xy^2 + 3$	ไม่หารตัวแปรพจน์แรก
			$4xy^2 + 3$	ไม่หารพจน์แรก
			$4x^3 - 3$	ไม่หารตัวแปรพจน์แรก
	15	$4x - \frac{3}{2}$		และไม่หารสัมประสิทธิ์ ในพจน์ท้าย
			$4x - 3$	ไม่หารสัมประสิทธิ์ ในพจน์ท้าย
			$4x + \frac{3}{2}$	สับสนเครื่องหมาย ในการหาร
	16	$2x^2 - x + 3$	$6x^3 - 3x^2 + 3$	ไม่หารพจน์แรกและ พจน์ที่สอง

ตาราง 13 (ต่อ)

จุดประสงค์ ข้อที่	ข้อที่	R	W	จุดบกพร่อง
4.2.1	16	$2x^2 - x + 3$	$2x^3 - x^2 + 3$	ไม่หารตัวแปรพจน์แรก และพจน์ที่สี่
			$2x^2 + x + 3$	สับส่นเครื่องหมาย ในการหาร
	17	$4x^2 + 3x - 1$	$16x^3 + 12x^2 - 1$	ไม่หารพจน์แรกและ พจน์ที่สี่
			$4x^3 + 3x^2 - 1$	ไม่หารตัวแปรพจน์แรก และพจน์ที่สี่
			$4x^2 + 3x + 1$	สับส่นเครื่องหมาย ในการหาร
	18	$x^3 - 5x^2 + 2x - 4$	$x^3 + 5x^2 + 2x + 4$	สับส่นเครื่องหมาย ในการหาร
			$x^4 - 5x^3 + 2x - 4$	ไม่หารตัวแปรพจน์แรก และพจน์ที่สี่
			$x^4 + 5x^3 + 2x + 4$	ไม่หารตัวแปรพจน์แรก และพจน์ที่สี่ และ สับส่นเครื่องหมาย ในการหาร

ตาราง 13 (ต่อ)

จุดประสงค์ ข้อที่	ข้อที่	R	W	จุดบกพร่อง
4.2.2	19	x เศษ $3x$	$x + \frac{3}{x}$ เศษ $\frac{3}{x}$	ไม่เข้าใจความหมายของ ผลหารและเศษ
			$x + 3$ เศษ x	เอาเศษเฉพาะตัวแปรของ จำนวนที่ไม่ใช่โมโนเมียล เป็นคำตอบของเศษและ ตัวคงที่เป็นคำตอบของ ผลหาร
			x เศษ $\frac{3}{x}$	ทอนจำนวนที่ไม่ใช่ โมโนเมียลเป็นอย่างต่ำ เป็นคำตอบของเศษ
	20	$7x^2$ เศษ $-4x$	$7x^2$ เศษ $\frac{4}{3x}$	ทอนจำนวนที่ไม่ใช่ โมโนเมียลเป็นอย่างต่ำ เป็นคำตอบของเศษ
			$7x^2 - 1$ เศษ x	เอาเศษที่เหลือจาก การหารไม่ลงตัวเป็น คำตอบของเศษ
			$7x^2 - \frac{4}{3x}$ เศษ $\frac{4}{3x}$	ไม่เข้าใจความหมาย ของผลหารและเศษ

ตาราง 13 (ต่อ)

จุดประสงค์ ข้อที่	ข้อที่	R	W	จุดบกพร่อง
4.2.2	21	$2x^2 - x$ เศษ x	$2x^2 - x$ เศษ 1	เอาเศษจากการทอน จำนวนที่ไม่ใช่โมโนเมียล เป็นอย่างต่ำเป็นคำตอบ ของเศษ
			$2x^2 - x$ เศษ $\frac{1}{x}$	ทอนจำนวนที่ไม่ใช่ โมโนเมียลเป็นอย่างต่ำ เป็นคำตอบของเศษ
			$2x^2 - x + \frac{1}{x}$ เศษ $\frac{1}{x}$	ไม่เข้าใจความหมาย ของผลหารและเศษ
	22	$2x^3 - 6x$ เศษ 7	$2x^3 - 6x + 7$	เอาพจน์ท้ายที่เป็นพจน์ อิสระหารไม่ลงตัวเป็น คำตอบของผลหารด้วย
			$2x^3 - 6x + 3$ เศษ 1	เอาเศษที่เหลือจากการ หารไม่ลงตัวเป็นคำตอบ ของเศษ
			$2x^3 - 6x + \frac{7}{2x}$ เศษ $\frac{7}{2x}$	ไม่เข้าใจความหมายของ ผลหารและเศษ

ตาราง 13 (ต่อ)

จุดประสงค์ ข้อที่	ข้อที่	R	W	จุดบกพร่อง
4.2.2	23	$x^4 + 4x$ เศษ $-2x$	$x^4 + 4x - 2$ เศษ x	เอา เศษเฉพาะตัวแปรของ จำนวนที่ไม่ใช่โมโนเมียล เป็นคำตอบของ เศษ และ ตัวคงที่เป็นคำตอบของ ผลหาร
			$x^4 + 4x$ เศษ $-\frac{2}{x}$	ทอนจำนวนที่ไม่ใช่ โมโนเมียล เป็นอย่างต่ำ เป็นคำตอบของ เศษ
			$x^4 + 4x - \frac{2}{x}$ เศษ $\frac{2}{x}$	ไม่ เข้าใจความหมาย ของผลหารและ เศษ
	24	$x^2 + 3x + 4$ เศษ 4	$x^2 + 3x + 4 + \frac{4}{x}$ เศษ $\frac{4}{x}$	ไม่ เข้าใจความหมาย ของผลหารและ เศษ
			$x^2 + 3x + 4$ เศษ $\frac{4}{x}$	ทอนจำนวนที่ไม่ใช่ โมโนเมียล เป็นอย่างต่ำ เป็นคำตอบของ เศษ
			$x^2 + 3x + 4 + 4$	เอาพจน์ท้ายที่เป็น พจน์อิสระซึ่งหารไม่ลงตัว เป็นคำตอบของผลหารด้วย
	25	$x^2 + 2x - 4$ เศษ x^2	$x^2 + 2x - 4 + \frac{1}{x}$ เศษ $\frac{1}{x}$	ไม่ เข้าใจความหมายของ ผลหารและ เศษ

ตาราง 13 (ต่อ)

จุดประสงค์ ข้อที่	ข้อที่	R	W	จุดบกพร่อง
4.2.2	25	$x^2 + 2x - 4$ เศษ x^2	$x^2 + 2x - 4$ เศษ $\frac{1}{x}$ $x^2 + 2x - 4$ เศษ 1	ทอนจำนวนที่ไม่ใช่ โมนมเนียบลเป็นอย่างต่ำ เป็นคำตอบของ เศษ เอา เศษจากการทอนจำนวน ที่ไม่ใช่โมนมเนียบลเป็น อย่างต่ำเป็นคำตอบของ เศษ
4.3.1	26	$x + 6$	$x - 6$ $x - 6$ เศษ 36 x เศษ - 18	สับสนเครื่องหมายในการลบ และคูณ สับสนเครื่องหมายในการลบ ลบโดยไม่สนใจ เครื่องหมาย ของพจน์ที่เป็นตัวลบ
	27	$3x + 2$	$3x - 2$ เศษ 12 $3x - 2$ เศษ -12 $3x - 2$	สับสนเครื่องหมายในการลบ สับสนเครื่องหมายในการลบ สับสนเครื่องหมายในการลบ และคูณ
	28	$3x + 4$ เศษ 3	$3x + 1$	ลบโดยไม่สนใจ เครื่องหมาย ของพจน์ที่เป็นตัวลบ

ตาราง 13 (ต่อ)

จุดประสงค์ ข้อที่	ข้อที่	R	W	จุดบกพร่อง
4.3.1	28	$3x + 4$ เศษ 3	$3x - 1$	ลบโดยไม่สนใจ เครื่องหมาย ของพจน์ที่เป็นตัวลบ และ สลับเครื่องหมายในการลบ
	29	$3x - 2$	$3x - 4$ เศษ 5	สลับเครื่องหมายในการลบ
			$3x + 2$	ลบโดยไม่สนใจ เครื่องหมาย ของพจน์ที่เป็นตัวลบและ
				สลับเครื่องหมายในการลบ
			$3x + 2$ เศษ 12	สลับเครื่องหมายในการลบ
			$3x - 2$ เศษ 12	สลับเครื่องหมายในการลบ และคูณ
	30	$4x - 3$ เศษ 2	$4x + 3$ เศษ 10	สลับเครื่องหมายในการลบ
			$4x + 3$ เศษ 2	ลบโดยไม่สนใจ เครื่องหมาย ของพจน์ที่เป็นตัวลบและ
				สลับเครื่องหมายในการลบ
	31	$x^2 + 4x + 5$	$4x - 3$ เศษ -2	สลับเครื่องหมายในการลบ
			$x^2 - 4x - 5$	สลับเครื่องหมายในการลบ และคูณ
			$x^2 + 4x - 5$ เศษ 20	สลับเครื่องหมายในการลบ
			$x^2 - 3$ เศษ -4	ลบโดยไม่สนใจ เครื่องหมาย ของพจน์ที่เป็นตัวลบ

ตาราง 13 (ต่อ)

จุดประสงค์ ข้อที่	ข้อที่	R	W	จุดบกพร่อง
4.3.1	32	$3x^2 + x - 1$	$3x^2 + x + 1$ เศษ 2 $3x^2 + x + 1$ เศษ -2 $3x^2 + x + 1$	สับสั่นเครื่องหมายในการลบ สับสั่นเครื่องหมายในการลบ สับสั่นเครื่องหมายในการลบ และคูณ
	33	$y^2 - 2$ เศษ $4y$	$y^2 + 2$ เศษ 4 $y^2 + 2$ $y^2 - 2$	สับสั่นเครื่องหมายในการลบ ลบโดยไม่สนใจ เครื่องหมาย ของพจน์ที่เป็นตัวลบและสับสั่น เครื่องหมายในการลบ ลบโดยไม่สนใจ เครื่องหมาย ของพจน์ที่เป็นตัวลบ
	34	$x + 1$	$x - 1$ เศษ 2 $x - 1$ เศษ -2 $x - 1$	สับสั่นเครื่องหมายในการลบ สับสั่นเครื่องหมายในการลบ สับสั่นเครื่องหมายในการลบ และคูณ
	35	$3x + 4$	$3x - 4$ $3x - 4$ เศษ 40 $3x + 4$ เศษ 24x	สับสั่นเครื่องหมายในการลบ และคูณ สับสั่นเครื่องหมายในการลบ สับสั่นเครื่องหมายในการลบ

ตาราง 14 วิเคราะห์จุดบกพร่องที่นักเรียนเลือกตอบผิดในการตอบแบบทดสอบสมการเชิงเส้น

ตัวแปรเดียว จากการทดสอบครั้งที่สาม

จุดประสงค์ ข้อที่	ข้อที่	R	W	จุดบกพร่อง
5.1.1	1	$2x = 6$	$x + 7 = 0$	ไม่สามารถหาค่าสมการสมมูลได้
			$x - 3 = 4$	ไม่สามารถหาค่าสมการสมมูลได้
			$x = -3$	ไม่สามารถหาค่าสมการสมมูลได้
	2	$\frac{x}{2} = 8$	$x - 2 = 0$	ไม่สามารถหาค่าสมการสมมูลได้
			$x + 5 = 3$	ไม่สามารถหาค่าสมการสมมูลได้
			$x + 16 = 0$	ไม่สามารถหาค่าสมการสมมูลได้
	3	$\frac{x}{2} = 3$	$x + 2 = -13$	ไม่สามารถหาค่าสมการสมมูลได้
			$2x = -12$	ไม่สามารถหาค่าสมการสมมูลได้
			$\frac{x}{3} = 5$	ไม่สามารถหาค่าสมการสมมูลได้
	4	$x + 1 = 9$	$x + 8 = 0$	ไม่สามารถหาค่าสมการสมมูลได้
			$x + 3 = 1$	ไม่สามารถหาค่าสมการสมมูลได้
			$3x = 6$	ไม่สามารถหาค่าสมการสมมูลได้
	5	$x = 4$	$x - 2 = 3$	ไม่สามารถหาค่าสมการสมมูลได้
			$x + 5 = 1$	ไม่สามารถหาค่าสมการสมมูลได้
			$x = 8$	ไม่สามารถหาค่าสมการสมมูลได้
5.1.2	6	$x + 3 = 5x$	$x^2 + 3x + 2 = 0$	เอาสมการกำลังสองเป็นคำตอบ
			$x + y = 2x$	เอาสมการที่มีตัวแปรกำลังหนึ่งต่างชนิดกันอยู่ในรูปสมบวคเป็นคำตอบ
			$y^4 - 1 = 0$	เอาสมการที่มีตัวแปรตัวเดียวซึ่งมีกำลังไม่ใช่กำลังหนึ่งเป็นคำตอบ

ตาราง 14 (ต่อ)

จุดประสงค์ ข้อที่	ข้อที่	R	W	จุดบกพร่อง
5.1.2	7	$3x - 6 = 9 + x$	$2x - y - 3 = 0$	เอาสมการที่มีตัวแปรกำลังหนึ่งต่าง ชนิดกันอยู่ในรูปผลต่าง เป็นคำตอบ
			$xy = 10$	เอาสมการที่มีตัวแปรกำลังหนึ่ง ต่าง ชนิดกันอยู่ในรูปผลคูณ เป็นคำตอบ
			$x^2 - 5x = 6$	เอาสมการกำลังสอง เป็นคำตอบ
	8	$x + 2x = 3$	$3x - 2y = 8$	เอาสมการที่มีตัวแปรกำลังหนึ่ง ต่าง ชนิดกันอยู่ในรูปผลต่าง เป็นคำตอบ
			$xy = 5$	เอาสมการที่มีตัวแปรกำลังหนึ่ง ต่าง ชนิดกันอยู่ในรูปผลคูณ เป็นคำตอบ
			$x^2 = 4$	เอาสมการที่มีตัวแปรตัวเดียวซึ่งมี กำลัง ไม่ใช่กำลังหนึ่ง เป็นคำตอบ
	9	$\frac{x}{5} - 4 = x$	$2x + y = 4$	เอาสมการที่มีตัวแปรกำลังหนึ่ง ต่างชนิดกันอยู่ในรูปผลบวก เป็นคำตอบ
			$xy + 3 = 2$	เอาสมการที่มีตัวแปรกำลังหนึ่งต่าง ชนิดกันอยู่ในรูปผลคูณ เป็นคำตอบ
			$x^3 = 27$	เอาสมการที่มีตัวแปรตัวเดียวซึ่งมี กำลัง ไม่ใช่กำลังหนึ่ง เป็นคำตอบ
	10	$x + 5x = 4 + x$	$xyz = 7$	เอาสมการที่มีตัวแปรกำลังหนึ่งต่างชนิดกัน อยู่ในรูปผลคูณ เป็นคำตอบ
			$3x^2 - 2x = 1$	เอาสมการกำลังสอง เป็นคำตอบ

ตาราง 14 (ต่อ)

จุดประสงค์ ข้อที่	ข้อที่	R	W	จุดบกพร่อง
5.1.2	10	$x + 5x = 4 + x$	$3x + y = 0$	เอาสมการที่ตัวแปรกำลังหนึ่ง ต่างชนิดกันอยู่ในรูปผลบวกเป็นคำตอบ
5.2.1	11	6	-6	กำจัดสัมประสิทธิ์ของตัวแปร โดยย้ายข้าง เป็นจำนวนตรงข้ามไปหาร
			1	ลบเส้นการย้ายข้างเพื่อรวมโมโนเมียล คล้าย
			$\frac{1}{2}$	ลบเส้นการย้ายข้างเพื่อรวมโมโนเมียล คล้าย
	12	3	-3	กำจัดสัมประสิทธิ์ของตัวแปร โดยย้ายข้าง เป็นจำนวนตรงข้ามไปหาร
			$\frac{7}{3}$	บกพร่องในการ รวมโมโนเมียล
			$-\frac{7}{3}$	ลบเส้นการย้ายข้างเพื่อรวมโมโนเมียล คล้าย
	13	$\frac{1}{2}$	$\frac{5}{8}$	ลบเส้นการย้ายข้างเพื่อรวมโมโนเมียล คล้าย
			$\frac{19}{2}$	ลบเส้นการย้ายข้างเพื่อรวมโมโนเมียล คล้าย
			$-\frac{1}{2}$	กำจัดสัมประสิทธิ์ของตัวแปร โดยย้ายข้าง เป็นจำนวนตรงข้ามไปหาร

ตาราง 14 (ต่อ)

จุดประสงค์ ข้อที่	ข้อที่	R	W	จุดบกพร่อง
5.2.1	14	2	10	สับส่นเครื่องหมกยในการถอดวงเล็บ
			8	ไม่ได้เอาตัวคงที่หน้าวงเล็บคูณพจน์ท้ายในวงเล็บ
			4	ไม่ได้เอาตัวคงที่หน้าวงเล็บคูณพจน์ท้ายในวงเล็บ และ สับส่นการย้ายข้างเพื่อรวมโมนีในเมยลคล้าย
	15	4	-2	สับส่นเครื่องหมกยในการถอดวงเล็บ
			$\frac{1}{4}$	ไม่ได้เอาตัวคงที่หน้าวงเล็บคูณพจน์ท้ายในวงเล็บ
			$\frac{1}{2}$	ไม่ได้เอาตัวคงที่หน้าวงเล็บคูณพจน์ท้ายในวงเล็บ และ สับส่นการย้ายข้างเพื่อรวมโมนีในเมยลคล้าย
	16	5	3	สับส่นเครื่องหมกยในการถอดวงเล็บ และ สับส่นการย้ายข้างเพื่อรวมโมนีในเมยลคล้าย
			$\frac{5}{3}$	ไม่ได้เอาตัวคงที่หน้าวงเล็บคูณพจน์ท้ายในวงเล็บ
			$\frac{19}{3}$	สับส่นเครื่องหมกยในการถอดวงเล็บ
	17	12	2	ไม่ได้เอา ค.ร.น. คูณทุกจำนวน
			6	บกพร่องในการรวมโมนีในเมยลที่มีส่วนเป็นตัวคงที่
			24	สับส่นการย้ายข้างเพื่อรวมโมนีในเมยลคล้าย
	18	$\frac{1}{5}$	3	บกพร่องในการรวมโมนีในเมยลที่มีส่วนเป็นตัวคงที่
			6	เอาส่วนหารตัวคงที่ที่หารลงตัวได้
			$-\frac{1}{5}$	กำสัดสัสมประลิกธิยของตัวแปรโดยย้ายข้างเป็น จำนวนตรงข้ามไปหาร

ตาราง 14 (ต่อ)

จุดประสงค์ ข้อที่	ข้อที่	R	W	จุดบกพร่อง
5.2.1	19	9	- 9	กำจัดการสัณฐานของตัวแปรโดยย้ายข้างเป็นจำนวน ตรงข้ามไปหาร
			$\frac{3}{4}$	ไม่ได้เอา ค.ร.น. คูณทุกจำนวน
			$\frac{9}{2}$	บกพร่องในการรวมโมโนเมียลที่มีส่วนเป็นตัวคงที่
	20	- 5	5	กำจัดการสัณฐานของตัวแปรโดยย้ายข้างเป็นจำนวน ตรงข้ามไปหาร
			$-\frac{1}{2}$	ไม่ได้เอา ค.ร.น. คูณทุกจำนวน
			$-\frac{20}{9}$	เอาส่วนหารตัวคงที่ที่หารลงตัวได้

ตาราง 15 วิเคราะห์จุดบกพร่องที่นักเรียนเลือกตอบผิดในการตอบแบบทดสอบโจทย์สมการเชิง
เส้นตัวแปรเดียว จากการทดสอบครั้งที่สาม

จุดประสงค์ ข้อที่	ข้อที่	R	W	จุดบกพร่อง
6.1.1	1	$x - 9$	$x + 9$	แปลความหมายของโจทย์ไม่ถูกต้อง
			$9 - x$	เอาตัวเลขเป็นตัวตั้งและตัวแปรเป็นตัวลบ
			$9x$	ใช้สัญลักษณ์การคูณแทนข้อความว่า "มากกว่า"
	2	$x + 2$	$x + 1$	บกพร่องความรู้พื้นฐาน เรื่องจำนวนเต็ม
			$x + 3$	บกพร่องความรู้พื้นฐาน เรื่องจำนวนเต็ม
			$3x$	ไม่สามารถใช้สัญลักษณ์แทนข้อความได้

ตาราง 15 (ต่อ)

จุดประสงค์ ข้อที่	ข้อที่	R	W	จุดบกพร่อง
6.1.1	3	$x + (x + 1) + (x + 2)$	$x + 2x + 3x$ $x + (x + 1) + (x + 2) + (x + 3)$ $(x + 1) + (x + 2) + (x + 3)$	ไม่สามารถ ใช้สัญลักษณ์ แทนข้อความได้ แปลความหมายของ โจทย์ไม่ถูกต้อง แปลความหมายของ โจทย์ไม่ถูกต้อง
	4	$2x - (x + 6)$	$2x - (2x + 6)$ $2x - x + 6$ $2x - 6x$	แปลความหมายของ โจทย์ไม่ถูกต้อง ไม่ได้ใส่วงเล็บ ใช้สัญลักษณ์การคูณ แทนข้อความว่า "ผลบวกของ "
	5	$2x + \frac{1}{2}(x - 7)$	$2x + \frac{1}{2}(7 - x)$ $2x + \frac{1}{2}x - 7$ $2x + \frac{7}{2}$	เอาตัวเลขเป็นตัวตั้ง และตัวแปรเป็นตัวลบ ไม่ได้ใส่วงเล็บ ไม่สามารถใช้ สัญลักษณ์แทนข้อความ ได้
	6	$x + 14$	$x + 4$	แปลความหมายของ โจทย์ไม่ถูกต้อง

ตาราง 15 (ต่อ)

จุดประสงค์ ข้อที่	ข้อที่	R	W	จุดบกพร่อง
6.1.1	6	$x + 14$	$x + 10$ $4x + 10$	แปลความหมายของโจทย์ไม่ถูกต้อง ใช้สัญลักษณ์การคูณแทนข้อความว่า "แก้ว่า"
	7	$2x + 25$	$2(x + 25)$ $2(x - 25)$ $2x - 25$	แปลความหมายของโจทย์ไม่ถูกต้อง แปลความหมายของโจทย์ไม่ถูกต้อง แปลความหมายของโจทย์ไม่ถูกต้อง
	8	$3(x + 5)$	$3(x - 5)$ $3x + 5$ $3x - 5$	แปลความหมายของโจทย์ไม่ถูกต้อง ไม่ได้ใส่วงเล็บ แปลความหมายของโจทย์ไม่ถูกต้อง
6.2.1	9	$x + (x - 2) = 35$	$x + (x + 2) = 35$ $x + (2 - x) = 35$ $x + 2x = 35$	แปลความหมายของโจทย์ไม่ถูกต้อง เอาตัวลบ เป็นตัวตั้งและตัวแปร เป็นตัวลบ ใช้สัญลักษณ์การคูณแทนข้อความว่า "แก้ว่า"
	10	$x + \frac{2}{3}x = 30$	$\frac{2}{3}x = 30$ $x + \frac{2}{3} = 30$ $2x + \frac{2}{3} = 30$	ไม่สามารถสรุปรวบยอดข้อความ เป็นสมการได้ แปลความหมายของโจทย์ไม่ถูกต้อง แปลความหมายของโจทย์ไม่ถูกต้อง
	11	$\frac{x}{3} - \frac{x}{7} = 20$	$x - 3 - 7 = 20$	เอาจำนวนลบที่แบ่งลบออกจาก จำนวนลบ

ตาราง 15 (ต่อ)

จุดประสงค์ ข้อที่	ข้อที่	R	W	จุดบกพร่อง
6.2.1	11	$\frac{x}{3} - \frac{x}{7} = 20$	$7x - 3x = 20$	เอาจำนวนคนที่แบ่ง คูณจำนวนเงิน
			$\frac{x}{7} - \frac{x}{3} = 20$	เอาจำนวนที่มีส่วน เป็น ตัวลบมากกว่า เป็นตัวตั้ง
	12	$\frac{14x}{4} - \frac{10x}{3} = 13$	$\frac{4x}{14} - \frac{3x}{10} = 13$	เอาจำนวนเล็หารด้วย จำนวนเงิน
			$14x - 10x = 13$	เอาจำนวนเล็คูณ จำนวนเงิน
			$(x+14) - (x+10) = 13$	เอาจำนวนเล็บวก จำนวนเงิน
	13	$3x+x+(x-4)=46$	$3x + 4 = 46$	ไม่สามารถลบปรทบออก ข้อความเป็นลบการได้
			$3x + x + 4 = 46$	แปลความหมายของ โจทย์ไม่ถูกต้อง
			$3x + x + (x+4) = 46$	แปลความหมายของ โจทย์ไม่ถูกต้อง
	14	$\frac{x}{4} - \frac{x}{6} = \frac{1}{12}$	$6x - 4x = \frac{1}{12}$	เอาอัตราความเร็วคูณ ระยะทาง
			$4x - 6x = \frac{1}{12}$	เอาอัตราความเร็วคูณ ระยะทาง

ตาราง 15 (ต่อ)

จุดประสงค์ ข้อที่	ข้อที่	R	W	จุดบกพร่อง
6.2.1	14	$\frac{x}{4} - \frac{x}{6} = \frac{1}{12}$	$\frac{x}{6} - \frac{x}{4} = \frac{1}{12}$	เอาจำนวนที่มีส่วนเป็น ตัวเลขนมากกว่าเป็น ตัวตั้ง
	15	$x + x + \frac{3}{4}x = 55$	$\frac{3}{4}x = 55$ $x + \frac{3}{4} = 55$ $x + \frac{3}{4}x = 55$	ไม่สามารถสรุปรวบยอด ข้อความ เป็นสมการได้ แปลความหมายของ โจทย์ ไม่ถูกต้อง บกพร่องความรู้พื้นฐาน เรื่องคุณสมบัติของ สามเหลี่ยมหน้าจั่ว
6.3.1	16	5	2	ไม่ได้ใส่วงเล็บ
			7	สับสั่นการย้ายข้าง เพื่อรวมโมนอเมียล คล้าย
	17	9	10	ไม่ได้ใส่วงเล็บและ สับสั่นการย้ายข้างเพื่อ รวมโมนอเมียลคล้าย
			3	ไม่ได้ใส่วงเล็บ

ตาราง 15 (ต่อ)

จุดประสงค์ ข้อที่	ข้อที่	R	W	จุดบกพร่อง
6.3.1	17	9	6	แปลความหมายของโจทย์ไม่ถูกต้อง
			18	ไม่สามารถสรุปรวบยอดข้อความ เป็นสมการได้
	18	15	6	ไม่สามารถสรุปรวบยอดข้อความ เป็นสมการได้ และใช้คุณสมบัติ การคูณแทนการหารในการแก้สมการ
			30	บกพร่องในการรวมโมนอเมียลที่มีส่วน เป็นตัวคงที่
			60	ไม่สามารถสรุปรวบยอดข้อความ เป็นสมการได้
	19	12	13	ไม่ได้ใส่วงเล็บ
			14	ไม่สามารถสรุปรวบยอดข้อความ เป็นสมการได้
			26	บกพร่องความรู้พื้นฐาน เรื่องคุณสมบัติของสี่เหลี่ยมผืนผ้า
	20	640	200	ไม่สามารถสรุปรวบยอดข้อความ เป็นสมการได้ และใช้คุณสมบัติ การคูณแทนการหารในการแก้สมการ
			160	บกพร่องในการรวมโมนอเมียลที่มีส่วน เป็นตัวคงที่
			400	บกพร่องในการรวมโมนอเมียลที่มีส่วน เป็นตัวคงที่

สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

ความมุ่งหมายในการศึกษาค้นคว้า

เพื่อสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยภัยคุกคามคำสตร้ เรื่อง โพลีโนเมียลสำหรับนักเรียนชั้น
มัธยมศึกษาปีที่ 3 (ม.3) ให้มีคุณภาพสูง

กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 (ม.3) ปีการศึกษา
2523 ของโรงเรียนสังกัดกรมสามัญศึกษา ในเขตท้องที่การศึกษาที่ 4 กรุงเทพมหานคร ซึ่ง
เลือกโดยการสุ่มอย่างง่าย (Simple Random Sampling)

เครื่องมือที่ใช้ในการรวบรวมข้อมูล

เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า ได้แก่ แบบทดสอบวินิจฉัยภัยคุกคามคำสตร้ เรื่อง
โพลีโนเมียล ซึ่งประกอบด้วยแบบทดสอบย่อยหกฉบับ ดังนี้

- แบบทดสอบฉบับที่ 1 การบวกและการลบโมโนเมียล
- แบบทดสอบฉบับที่ 2 การบวกและการลบโพลีโนเมียล
- แบบทดสอบฉบับที่ 3 การคูณโพลีโนเมียล
- แบบทดสอบฉบับที่ 4 การหารโพลีโนเมียล
- แบบทดสอบฉบับที่ 5 สัมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว
- แบบทดสอบฉบับที่ 6 โจทย์สัมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว

วิธีดำเนินการรวบรวมข้อมูล

1. ติดต่อโรงเรียนที่ใช้เป็นกลุ่มตัวอย่าง เพื่อกำหนดวันและเวลาในการสอบ
2. เตรียมข้อสอบให้เพียงพอกับจำนวนนักเรียนที่สอบในแต่ละครั้ง และวางแผนในการดำเนินการสอบล่วงหน้า เช่น การจัดการกรรมการคุมสอบ ย้ายชั้นเรียนและวิธีดำเนินการสอบต่อกรรมการคุมสอบ
3. อธิบายให้นักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง เข้าใจวัตถุประสงค์และผลประโยชน์ที่ได้รับจากการทำแบบทดสอบ
4. นำแบบทดสอบไปทดสอบกับกลุ่มตัวอย่างดังนี้
 - 4.1 นำแบบทดสอบเพื่อสำรวจไปทดสอบกับกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 230 คน เพื่อสำรวจจุดบกพร่องและรวบรวมคำตอบผิด
 - 4.2 นำแบบทดสอบวินิจฉัยไปทดสอบครั้งที่ 1 กับกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 140 คน เพื่อหาคุณภาพของข้อสอบ
 - 4.3 นำแบบทดสอบวินิจฉัยที่คัดเลือกและปรับปรุงแล้วไปทดสอบครั้งที่ 2 กับกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 165 คน เพื่อหาคุณภาพของข้อสอบ
 - 4.4 นำแบบทดสอบวินิจฉัยที่คัดเลือกแล้วไปทดสอบครั้งที่ 3 กับกลุ่มตัวอย่างจำนวน 215 คน เพื่อหาคุณภาพของแบบทดสอบ

การวิเคราะห์ข้อมูล

1. หาค่าความยากและค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบในแบบทดสอบวินิจฉัยทั้งหกฉบับจากการทดสอบครั้งที่หนึ่ง
2. หาค่าความยากและค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบในแบบทดสอบวินิจฉัยทั้งหกฉบับจากการทดสอบครั้งที่สอง
3. หาค่าความยากและค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบในแบบทดสอบวินิจฉัยทั้งหกฉบับจากการทดสอบครั้งที่สาม

4. หาค่าสถิติพื้นฐานของแบบทดสอบวินิจฉัยผู้บกพร่องจากการทดสอบครั้งที่สาม

5. หาค่าความเชื่อมั่นและทดสอบนัยสำคัญค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวินิจฉัยผู้บกพร่องจากการทดสอบครั้งที่สาม

6. หาค่าความเที่ยงตรงของแบบทดสอบวินิจฉัยผู้บกพร่อง

7. วิเคราะห์จุดบกพร่องที่นักเรียนเลือกตอบผิดในการทดสอบแบบทดสอบวินิจฉัยผู้บกพร่องจากการทดสอบครั้งที่สาม

สรุปผลการวิเคราะห์ข้อมูล

1. ค่าความยากของข้อสอบในแบบทดสอบวินิจฉัยผู้บกพร่องจากการวิเคราะห์ผลการทดสอบทั้งสามครั้ง ได้ค่าความยากสรุปผลได้ดังนี้

การทดสอบครั้งที่ 1 แบบทดสอบฉบับที่ 1 มีค่าความยากตั้งแต่ .43 - .93

แบบทดสอบฉบับที่ 2 มีค่าความยากตั้งแต่ .49 - .84

แบบทดสอบฉบับที่ 3 มีค่าความยากตั้งแต่ .31 - .92

แบบทดสอบฉบับที่ 4 มีค่าความยากตั้งแต่ .29 - .86

แบบทดสอบฉบับที่ 5 มีค่าความยากตั้งแต่ .35 - .85

แบบทดสอบฉบับที่ 6 มีค่าความยากตั้งแต่ .12 - .73

การทดสอบครั้งที่ 2 แบบทดสอบฉบับที่ 1 มีค่าความยากตั้งแต่ .48 - .95

แบบทดสอบฉบับที่ 2 มีค่าความยากตั้งแต่ .55 - .89

แบบทดสอบฉบับที่ 3 มีค่าความยากตั้งแต่ .54 - .93

แบบทดสอบฉบับที่ 4 มีค่าความยากตั้งแต่ .42 - .90

แบบทดสอบฉบับที่ 5 มีค่าความยากตั้งแต่ .45 - .88

แบบทดสอบฉบับที่ 6 มีค่าความยากตั้งแต่ .45 - .73

การทดสอบครั้งที่ 3 แบบทดสอบฉบับที่ 1 มีค่าความยากตั้งแต่ .53 - .97

แบบทดสอบฉบับที่ 2 มีค่าความยากตั้งแต่ .55 - .86

แบบทดสอบฉบับที่ 3 มีค่าความยากตั้งแต่ .61 - .88

แบบทดสอบฉบับที่ 4 มีค่าความยากตั้งแต่ .50 - .93

แบบทดสอบฉบับที่ 5 มีค่าความยากตั้งแต่ .50 - .85

แบบทดสอบฉบับที่ 6 มีค่าความยากตั้งแต่ .52 - .87

2. ค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบในแบบทดสอบวินิจฉัยทั้งหกฉบับจากการวิเคราะห์ผล

การทดสอบทั้งสามครั้ง ได้ค่าอำนาจจำแนกสรุปผลได้ดังนี้

การทดสอบครั้งที่ 1 แบบทดสอบฉบับที่ 1 มีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ .08 - .73

แบบทดสอบฉบับที่ 2 มีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ .00 - .67

แบบทดสอบฉบับที่ 3 มีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ .14 - .67

แบบทดสอบฉบับที่ 4 มีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ .04 - .66

แบบทดสอบฉบับที่ 5 มีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ .09 - .61

แบบทดสอบฉบับที่ 6 มีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ .00 - .64

การทดสอบครั้งที่ 2 แบบทดสอบฉบับที่ 1 มีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ .05 - .68

แบบทดสอบฉบับที่ 2 มีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ .15 - .64

แบบทดสอบฉบับที่ 3 มีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ .15 - .70

แบบทดสอบฉบับที่ 4 มีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ .08 - .52

แบบทดสอบฉบับที่ 5 มีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ .07 - .65

แบบทดสอบฉบับที่ 6 มีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ .02 - .51

การทดสอบครั้งที่ 3 แบบทดสอบฉบับที่ 1 มีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ .03 - .65

แบบทดสอบฉบับที่ 2 มีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ .07 - .63

แบบทดสอบฉบับที่ 3 มีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ .19 - .79

แบบทดสอบฉบับที่ 4 มีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ .11 - .51

แบบทดสอบฉบับที่ 5 มีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ .20 - .53

แบบทดสอบฉบับที่ 6 มีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ .18 - .56

3. ค่าสถิติพื้นฐานของแบบทดสอบวินิจฉัยทั้งหกฉบับ จากการทดสอบครั้งที่สาม ซึ่งเป็นครั้งสุดท้ายของการสร้างแบบทดสอบวินิจฉัย ผลปรากฏว่าแบบทดสอบฉบับที่ 1 ฉบับที่ 2, ฉบับที่ 3 ฉบับที่ 4 ฉบับที่ 5 และฉบับที่ 6 มีค่าคะแนนเฉลี่ยเรียงตามลำดับดังนี้ 29.56, 28.20, 25.97, 24.36, 13.74 และ 12.61 และมีความเที่ยงเบนมาตรฐานเรียงตามลำดับดังนี้ 8.5288, 8.9188, 9.0749, 6.5199, 3.8449 และ 3.8198

4. ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวินิจฉัยทั้งหกฉบับ จากการทดสอบครั้งที่สาม ซึ่งเป็นครั้งสุดท้ายของการสร้างแบบทดสอบวินิจฉัย ผลปรากฏว่าแบบทดสอบฉบับที่ 1 ฉบับที่ 2 ฉบับที่ 3 ฉบับที่ 4 ฉบับที่ 5 และฉบับที่ 6 มีค่าความเชื่อมั่นเรียงตามลำดับดังนี้ .9253, .9240, .9558, .8948, .7755 และ .7349 ซึ่งแบบทดสอบวินิจฉัยทั้งหกฉบับนี้มีค่าความเชื่อมั่นที่เชื่อถือได้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

5. ความเที่ยงตรงของแบบทดสอบ ได้รับการยืนยันจากผู้เชี่ยวชาญผู้เชี่ยวชาญทางเนื้อหาวิชาว่า การกำหนดจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม เขียนไว้ชัดเจนดี ข้อสอบแต่ละข้อวัดตรงตามจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมที่ต้องการทดสอบจริงและครอบคลุมเนื้อหา แสดงว่าแบบทดสอบวินิจฉัยทั้งหกฉบับมีความเที่ยงตรงตามเนื้อหา สามารถวัดเรื่องโพลีโนเมียลได้จริง

6. การวิเคราะห์จุดบกพร่องที่นักเรียนเลือกตอบผิดในการตอบแบบทดสอบวินิจฉัยทั้งหกฉบับ จากการทดสอบครั้งที่สาม ผลปรากฏว่าแบบทดสอบแต่ละฉบับนักเรียนมีจุดบกพร่องดังนี้

แบบทดสอบฉบับที่ 1 การบวกและการลบโพลิโนเมียล นักเรียนมีจุดบกพร่องดังนี้

1. ไม่เข้าใจความหมายของโพลิโนเมียล เข้าใจว่าจำนวนที่อยู่ในรูปการบวก โพลิโนเมียล การลบโพลิโนเมียล การหารโพลิโนเมียล การหารผลบวกของโพลิโนเมียลด้วยโพลิโนเมียล และการคูณโพลิโนเมียลกับจำนวนที่ไม่ใช่โพลิโนเมียล เป็นโพลิโนเมียล

2. ไม่เข้าใจความหมายของสัมประสิทธิ์ของโพลิโนเมียล เข้าใจว่าตัวคงที่โดยไม่เอาเครื่องหมายลบ ตัวคงที่ที่เป็นเศษ ตัวคงที่ที่เป็นส่วน ตัวคงที่คูณตัวแปรกำลังหนึ่ง และตัวคงที่โดยไม่เอาเครื่องหมายลบคูณตัวแปรกำลังหนึ่ง เป็นสัมประสิทธิ์ของโพลิโนเมียล

3. ไม่เข้าใจความหมายของดีกรีของโพลิโนเมียล เข้าใจว่ากำลังสูงสุดของ

ตัวแปร กำลังของตัวแปรแต่ละตัว ผลคูณของกำลังของตัวแปร และสัมประสิทธิ์ของโมนอเมียล เป็นดีกรีของโมนอเมียล

4. ไม่เข้าใจความหมายของโมนอเมียลคล้าย เข้าใจว่าจำนวนที่มีตัวแปร เหมือนกันและดีกรีเท่ากัน จำนวนที่มีตัวแปรเหมือนกันและกำลังของตัวแปรตัวหนึ่งเท่ากัน จำนวนที่มีตัวแปรเหมือนกันแต่กำลังของตัวแปรไม่เท่ากัน จำนวนที่มีตัวแปรอย่างน้อยหนึ่งตัวเหมือนกัน และกำลังของตัวแปรเท่ากัน จำนวนที่มีสัมประสิทธิ์และตัวแปรเหมือนกันและกำลังของตัวแปรตัวหนึ่งเท่ากัน และจำนวนที่มีสัมประสิทธิ์และตัวแปรเหมือนกันแต่กำลังของตัวแปรไม่เท่ากัน เป็น โมนอเมียลคล้าย

5. ไม่เข้าใจการบวกจำนวนเต็ม
6. ไม่เข้าใจการลบจำนวนเต็ม
7. ไม่เข้าใจการเปลี่ยนการลบให้อยู่ในรูปการบวก
8. นำกำลังของตัวแปรบวกกัน
9. นำกำลังของตัวแปรกำลังหนึ่งบวกกัน
10. นำกำลังของตัวแปรที่เป็นตัว เลขปรากฏอยู่บวกกัน
11. นำตัวแปรลบกัน
12. สลับเครื่องหมายในการบวก
13. สลับเครื่องหมายในการลบ

แบบทดสอบฉบับที่ 2 การบวกและการลบโพลิโนเมียล นักเรียนมีจุดบกพร่องดังนี้

1. ไม่เข้าใจความหมายของโพลิโนเมียล เข้าใจว่าจำนวนที่อยู่ในรูปการหาร โมนอเมียล การหารโพลิโนเมียล การหารโพลิโนเมียลซึ่งมีต่อพจน์ด้วยโมนอเมียล การหาร โพลิโนเมียลซึ่งมีต่อพจน์ด้วยโมนอเมียล ผลบวกของโมนอเมียลกับการหารโมนอเมียล ผลบวกของ โมนอเมียลกับผลคูณของตัวแปรซึ่งไม่ใช่โมนอเมียล ผลต่างของโมนอเมียลกับจำนวนที่ไม่ใช่โมนอเมียล การคูณโมนอเมียลกับจำนวนที่ไม่ใช่โมนอเมียล เป็นโพลิโนเมียล

2. ไม่เข้าใจความหมายของดีกรีของโพลิโนเมียล เข้าใจว่ากำลังสูงสุดของ ตัวแปร ผลบวกของกำลังของตัวแปรทุกตัว ผลบวกของกำลังของตัวแปรที่เป็นตัว เลขปรากฏอยู่ ผลคูณ ของกำลังของตัวแปรที่เป็นตัว เลขปรากฏอยู่ และผลคูณของกำลังของตัวแปรของพจน์ที่มีดีกรีสูงสุด

เป็นตึกของโพลีโนเมียล และเข้าใจว่ากำลังของตัวแปรที่ไม่มีตัวเลขปรากฏอยู่ คือ กำลังศูนย์

3. ไม่เข้าใจการนับจำนวนพจน์ นับจำนวนพจน์โดยนับตัวแปรต่างชนิดกัน นับตัวแปรที่แตกต่างกัน และไม่ับพจน์อิสระ

4. ไม่เข้าใจการบวกจำนวนเต็ม
5. ไม่เข้าใจการลบจำนวนเต็ม
6. สับสนเครื่องหมายในการบวก
7. สับสนเครื่องหมายในการลบ
8. สับสนเครื่องหมายในการจัดหมู่
9. รวมโมนอมิอัลไม่คล้าย
10. เข้าวงเล็บโดยไม่เปลี่ยนเครื่องหมายเป็นตรงข้าม
11. ลบโดยไม่สนใจเครื่องหมายของพจน์ที่เป็นตัวลบ
12. ใช้วิธีบวกแทนลบ

แบบทดสอบฉบับที่ 3 การคูณโพลีโนเมียล นักเรียนมีจุดบกพร่องดังนี้

1. ไม่เข้าใจการคูณเลขยกกำลัง (คูณโดยนำกำลังของตัวแปรคูณกันแทนบวกกัน)
2. บกพร่องในการใช้คุณสมบัติการกระจาย (ไม่ได้เอาพจน์หน้าวงเล็บคูณพจน์ท้ายในวงเล็บ ไม่ได้เอาตัวแปรหน้าวงเล็บคูณพจน์ท้ายในวงเล็บ)

3. บกพร่องในการรวมโมนอมิอัล
4. รวมโมนอมิอัลไม่คล้าย
5. สับสนเครื่องหมายในการคูณ
6. สับสนเครื่องหมายในการรวมโมนอมิอัล
7. ผิดพลาดเครื่องหมายของพจน์แรกที่ได้จากกาตั้งคูณ

แบบทดสอบฉบับที่ 4 การหารโพลีโนเมียล นักเรียนมีจุดบกพร่องดังนี้

1. ไม่เข้าใจการหารเลขยกกำลัง (หารโดยนำกำลังของตัวแปรบวกกันแทนลบกัน)
2. ไม่เข้าใจการหารลงตัว เข้าใจว่าจำนวนที่หารกันลงตัวจะต้องมีสัมประสิทธิ์หารกันลงตัวเป็นจำนวนเต็ม มีตัวแปรอย่างน้อยหนึ่งตัวหารกันได้ มีสัมประสิทธิ์หารกันลงตัวเป็น

จำนวนเต็มและตัวแปรอย่างน้อยหนึ่งตัวหารกันได้ และเป็นเศษส่วนอย่างต่ำของตัวแปรต่างชนิดกัน

3. ไม่เข้าใจความหมายของผลหารและเศษ ทอนจำนวนที่ไม่ใช่โมนเมียลเป็นอย่างต่ำเป็นคำตอบของเศษ เอาเศษจากการทอนจำนวนที่ไม่ใช่โมนเมียลเป็นอย่างต่ำเป็นคำตอบของเศษ เอาเศษที่เหลือจากการหารไม่ลงตัวเป็นคำตอบของเศษ เอาพจน์ท้ายที่เป็นพจน์อิสระซึ่งหารไม่ลงตัวเป็นคำตอบของผลหารด้วย เอาเศษเฉพาะตัวแปรของจำนวนที่ไม่ใช่โมนเมียลเป็นคำตอบของเศษและตัวคงที่เป็นคำตอบของผลหาร

4. บกพร่องในการใช้คุณสมบัติการกระจาย (ไม่หารพจน์แรก ไม่หารพจน์ท้าย ไม่หารตัวแปรพจน์แรก ไม่หารตัวแปรพจน์ท้าย ไม่หารสัมประสิทธิ์ในพจน์ท้าย ไม่หารตัวแปรพจน์แรก และพจน์ที่สอง ไม่หารพจน์แรกและพจน์ที่สอง)

5. สับสนเครื่องหมายในการลบ

6. สับสนเครื่องหมายในการคูณ

7. สับสนเครื่องหมายในการหาร

8. ลบโดยไม่สนใจเครื่องหมายของพจน์ที่เป็นตัวลบ

แบบทดสอบฉบับที่ 5 ล้มการเชิงเส้นตัวแปรเดียว นักเรียนมีจุดบกพร่องดังนี้

1. ไม่สามารถหาล้มการสมมูลได้ (ทั้งนี้เพราะไม่เข้าใจล้มการสมมูลหรือบกพร่องในการแก้สมการ)

2. ไม่เข้าใจลักษณะของล้มการเชิงเส้นตัวแปรเดียว เข้าใจว่าล้มการเชิงเส้นตัวแปรเดียวเป็นล้มการกำลังสอง เป็นล้มการที่มีตัวแปรกำลังหนึ่งต่างชนิดกันอยู่ในรูปผลบวก ผลต่าง ผลคูณ และเป็นล้มการที่มีตัวแปรเดียวซึ่งมีกำลังไม่ใช่กำลังหนึ่ง

3. ก้าวข้ามสัมประสิทธิ์ของตัวแปรโดยง่ายข้างเป็นจำนวนตรงข้ามไปหาร

4. สับสนการย้ายข้างเพื่อรวมโมนเมียลคล้าย

5. สับสนเครื่องหมายในการถอดวงเล็บ

6. ไม่ได้เอาตัวคงที่หน้าวงเล็บคูณพจน์ท้ายในวงเล็บ

7. ไม่ได้เอา ค.ร.น. คูณทุกจำนวน

8. เกล่ส่วนหารตัวคงที่ที่หารลงตัวได้

9. บทพร่องในการรวมโมโนเมียล

แบบทดสอบฉบับที่ 6 โจทย์สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว นักเรียนมีจุดบกพร่องดังนี้

1. ไม่สามารถใส่สัญลักษณ์แทนข้อความได้
2. ไม่สามารถสรุปรวบยอดข้อความเป็นสมการได้
3. ไม่ได้ใส่วงเล็บ
4. แปลความหมายของโจทย์ไม่ถูกต้อง
5. ใช้สัญลักษณ์การคูณแทนข้อความว่า "มากกว่า" "ผลบวกของ" และ "แก้ว่า"
6. เอาตัวเลขเป็นตัวตั้งและตัวแปรเป็นตัวลบ
7. เอาจำนวนที่มีส่วนเป็นตัวลบมากกว่าเป็นตัวตั้ง
8. บทพร่องความรู้พื้นฐาน
9. บทพร่องในการแก้สมการ

อภิปรายผล

ในการอภิปรายผลการวิจัย จะอภิปรายผลเฉพาะคุณภาพของแบบทดสอบดังนี้

1. ค่าความยากของข้อสอบในแบบทดสอบ ผลการวิเคราะห์หาค่าความยากของข้อสอบในแบบทดสอบวินิจฉัยทั้งหมดฉบับ จากการทดสอบครั้งหนึ่ง ปรากฏว่าค่าความยากของข้อสอบมีค่าตั้งแต่ .12 - .93 ถึงแม้ว่าค่าความยากจะมีพิสัยกว้าง แต่ข้อสอบส่วนใหญ่มีค่าความยากถึงเกณฑ์ที่ต้องการ คือ มีค่าความยากตั้งแต่ .50 ขึ้นไป และมีข้อสอบบางข้อมีค่าความยากไม่ถึงเกณฑ์ที่ต้องการ คือ มีค่าความยากต่ำกว่า .50 และมีแบบทดสอบหนึ่งฉบับ คือ แบบทดสอบฉบับที่ 6 (โจทย์สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว) มีข้อสอบส่วนใหญ่ต่ำกว่า .50 เพราะการทดสอบครั้งนี้เป็นการทดสอบครั้งแรกที่นำแบบทดสอบวินิจฉัยทั้งหมดฉบับไปทดสอบ ข้อสอบไม่ได้วิเคราะห์มาก่อนย่อมจะมีข้อบกพร่องอยู่บ้าง เช่น ความกำกวมในการใช้ภาษา นอกจากนี้อาจเป็นเพราะความยากในเนื้อหาวิชาที่สอบด้วย เมื่อคัดเลือกและปรับปรุงข้อสอบแล้ว นำแบบทดสอบวินิจฉัยทั้งหมดฉบับไปทดสอบ

ครั้งที่สอง ปรากฏว่าค่าความยากของข้อสอบมีค่าตั้งแต่ .42 - .95 ข้อสอบส่วนใหญ่มีค่าความยาก ถึงเกณฑ์ที่ต้องการและมีค่าความยากเพิ่มขึ้น แสดงว่าข้อสอบค่อนข้างง่าย เพราะข้อสอบได้วิเคราะห์ และปรับปรุงให้ง่ายขึ้น จึงทำให้มีนักเรียนตอบข้อสอบถูกแต่ละข้อมากขึ้น เมื่อคัดเลือกข้อสอบที่มี ค่าความยากตั้งแต่ .50 ขึ้นไปให้ครบตามที่ต้องการแล้ว นำแบบทดสอบวินิจฉัยทั้งหกลบไปทดสอบ ครั้งที่สาม ซึ่งเป็นการทดสอบครั้งสุดท้ายของการสร้างแบบทดสอบครั้งนี้ ปรากฏว่าค่าความยากของ ข้อสอบมีค่าตั้งแต่ .50 - .97 ซึ่งเป็นค่าความยากอยู่ในเกณฑ์ที่ต้องการทุกข้อ คือ มีค่าความยาก ตั้งแต่ .50 ขึ้นไป แสดงว่าข้อสอบค่อนข้างง่าย เพราะข้อสอบได้วิเคราะห์และปรับปรุงจนมีคุณภาพ แล้ว ไม่มีความกำกวมในการใช้ภาษา และค่าความยากของข้อสอบที่ได้สอดคล้องกับค่าความยาก ของข้อสอบในแบบทดสอบวินิจฉัยข้อบกพร่องในการเรียนทศนิยม สำหรับนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 1 (ม.1) ที่ สุโขม มูลเมือง ได้สร้างไว้ ซึ่งค่าความยากของข้อสอบมีค่าตั้งแต่ .50 - .93 (สุโขม มูลเมือง 2523 : 59 - 60) และยังสอดคล้องกับค่าความยากของข้อสอบในแบบทดสอบวินิจฉัย ความบกพร่องในการเรียนเรื่องเศษส่วน สำหรับนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 1 (ม.1) ที่ อุไรวรรณ หัสนบุตร ได้สร้างไว้ ซึ่งค่าความยากของข้อสอบมีค่าตั้งแต่ .50 - .95 (อุไรวรรณ หัสนบุตร 2523 : 106 - 107) ดังนั้น จึงกล่าวได้ว่า แบบทดสอบวินิจฉัยทั้งหกฉบับที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมีค่า ความยากเหมาะสมกับลักษณะของแบบทดสอบวินิจฉัย ตรงกับที่ สิงห์ (Singha, 1974 : 200 - 202) กล่าวไว้ว่า แบบทดสอบวินิจฉัยเป็นข้อสอบที่มีระดับความยากต่ำ

2. ค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบในแบบทดสอบ ผลการวิเคราะห์หาค่าอำนาจจำแนกของ ข้อสอบในแบบทดสอบวินิจฉัยทั้งหกฉบับ จากการทดสอบครั้งที่หนึ่ง ปรากฏว่าค่าอำนาจจำแนกของ ข้อสอบมีค่าตั้งแต่ .00 - .73 ซึ่งสอดคล้องกับเกณฑ์ที่กำหนดไว้ คือ มีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ .00 ขึ้นไป ข้อสอบส่วนใหญ่มีค่าอำนาจจำแนกดี แสดงให้เห็นว่านักเรียนในกลุ่มที่ไม่มีจุดบกพร่อง ตอบข้อสอบถูกมากกว่านักเรียนในกลุ่มที่มีจุดบกพร่อง เมื่อคัดเลือกและปรับปรุงข้อสอบแล้ว นำ แบบทดสอบวินิจฉัยทั้งหกฉบับไปทดสอบครั้งที่สอง ปรากฏว่าค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบมีค่าตั้งแต่ .02 - .70 และสอดคล้องกับเกณฑ์ที่กำหนดไว้ทุกข้อ ข้อสอบบางข้อมีค่าอำนาจจำแนกลดลง เพราะข้อสอบง่ายขึ้น เมื่อคัดเลือกข้อสอบให้ครบตามที่ต้องการแล้ว นำแบบทดสอบวินิจฉัยทั้งหกฉบับ

ไปทดสอบครั้งที่สาม ซึ่งเป็นการทดสอบครั้งสุดท้ายของการสร้างแบบทดสอบครั้งนี้ ปรากฏว่าค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบมีค่าตั้งแต่ .03 - .79 ถึงแม้ว่าจะมีข้อสอบบางข้อที่มีค่าอำนาจจำแนกต่ำ แต่ก็ยังมีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ .00 ขึ้นไปก็ใช้ได้ เพราะ สิงห์ (Singha, 1974 : 200 - 204) กล่าวว่า วัฏว่ จุดมุ่งหมายของแบบทดสอบวินิจฉัย เพื่อค้นหาจุดบกพร่องและสาเหตุมากกว่าจะเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน และค่าอำนาจจำแนกที่ได้อาจคล้อยกับค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบในแบบทดสอบวินิจฉัยที่ ลุ่มม มุลเมือง ได้สร้างไว้ ซึ่งค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบมีค่าตั้งแต่ .02 - .64 (ลุ่มม มุลเมือง 2523 : 59 - 60) และยังคล้อยกับค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบในแบบทดสอบวินิจฉัยที่ อุไรวรรณ ทศนบุตร ได้สร้างไว้ ซึ่งค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบมีค่าตั้งแต่ .00 - .89 (อุไรวรรณ ทศนบุตร 2523 : 106 - 107) ดังนั้น แบบทดสอบวินิจฉัยทั้งหกฉบับที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมีค่าอำนาจจำแนกตามเกณฑ์ที่ต้องการทุกข้อ

3. ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ ผลจากการคำนวณหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวินิจฉัยทั้งหกฉบับ จากการทดสอบครั้งที่สาม ปรากฏว่าค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบที่คำนวณโดยใช้สูตรครุเดอร์-ริชาร์ดสัน 20 มีค่าตั้งแต่ .7257 - .9474 เมื่อปรับแก้ค่าความเชื่อมั่นที่ได้ตามวิธีหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบอิง เกณฑ์ โดยใช้สูตรของลิฟวิงส์ตัน ปรากฏว่าค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบมีค่าตั้งแต่ .7349 - .9558 ซึ่งแบบทดสอบฉบับที่ 6 (โจทย์สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว) มีค่าความเชื่อมั่นต่ำสุด เพราะแบบทดสอบฉบับที่ 6 มีค่าความยากของข้อสอบโดยเฉลี่ยแล้วยากกว่าฉบับอื่น และมีการกระจายของคะแนนน้อยกว่าฉบับอื่น ซึ่งสอดคล้องกับที่ บุญเฮ็ด ภิญโญอินตพงษ์ (บุญเฮ็ด ภิญโญอินตพงษ์ 2521 : 314 - 315) กล่าวว่า วัฏว่ ความยากของข้อสอบมีอิทธิพลต่อความเชื่อมั่นในแง่ที่ทำให้การกระจายของคะแนนมีมากน้อยต่างกัน แบบทดสอบที่มีการกระจายของคะแนนมากจะมีค่าความเชื่อมั่นสูงกว่าแบบทดสอบที่มีการกระจายของคะแนนน้อย เนื่องจากข้อสอบง่ายมาก นักเรียนส่วนใหญ่ทำได้ คะแนนของแต่ละคนก็ไม่แตกต่างกัน ทำนองเดียวกันข้อสอบยากเกินไป นักเรียนส่วนใหญ่ทำไม่ได้เหมือนกัน คะแนนแต่ละคนก็ไม่แตกต่างกัน ซึ่งเป็นเหตุให้ค่าความเชื่อมั่นต่ำ เพราะคะแนนมีการกระจายแคบ และการที่แบบทดสอบทุกฉบับมีค่าความเชื่อมั่นสูงขึ้นเล็กน้อย เมื่อปรับแก้ค่าความเชื่อมั่นตามวิธีหาค่าความเชื่อมั่นของ

แบบทดสอบอิงเกณฑ์ โดยใช้สูตรของลิววิงส์ตัน เพราะคะแนนเฉลี่ยของแบบทดสอบแต่ละฉบับมีค่าใกล้เคียงกับคะแนนเกณฑ์ ซึ่งสอดคล้องกับที่ ผจก.จิต อินทสุวรณ์ (ผจก.จิต อินทสุวรณ์ 2523 : 46 - 48) กล่าวว่าไว้ว่า ค่าคะแนนเฉลี่ยของแบบทดสอบมีค่าใกล้เคียงกับคะแนนเกณฑ์มากเท่าใด ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบอิงเกณฑ์ที่คำนวณโดยใช้สูตรของลิววิงส์ตันจะเข้าใกล้ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบอิงกลุ่มมากขึ้น และค่าความเชื่อมั่นที่ได้สอดคล้องกับค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวิจัยที่ อภิวารณ ทัศนบุตร ได้สร้างไว้ ซึ่งค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบมีค่าตั้งแต่ .795 - .902 (อภิวารณ ทัศนบุตร 2523 : 107) จากการทดสอบค่าความเชื่อมั่นที่ได้ ปรากฏว่าแบบทดสอบวิจัยทั้งหกฉบับมีค่าความเชื่อมั่นที่เชื่อถือได้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ดังนั้นแบบทดสอบวิจัยทั้งหกฉบับที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น มีค่าความเชื่อมั่นที่เชื่อถือได้

4. ความเที่ยงตรงของแบบทดสอบ ผลจากการตรวจสอบความเที่ยงตรงตามเนื้อหา ปรากฏว่าการกำหนดจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมเขียนไว้ชัดเจนดี ข้อสอบแต่ละข้อวัดได้ตรงตามจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมที่ต้องการทดสอบจริง และครอบคลุมเนื้อหา ซึ่งสอดคล้องกับที่ ส่ง สักกะ (ส่ง สักกะ 2523 : 37 - 39) กล่าวว่าไว้ว่า วิธีตรวจสอบความเที่ยงตรงตามเนื้อหาของแบบทดสอบอิงเกณฑ์นั้นทำได้ง่ายที่สุดคือ การให้ผู้เชี่ยวชาญเนื้อหาวิชาเป็นผู้พิจารณา ถ้าการกำหนดจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม เขียนไว้ชัดเจนดี และข้อสอบแต่ละข้อวัดได้ตรงตามจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมที่ต้องการทดสอบจริง แสดงว่าแบบทดสอบมีความเที่ยงตรงตามเนื้อหา ดังนั้นแบบทดสอบวิจัยทั้งหกฉบับมีความเที่ยงตรงตามเนื้อหา สามารถวัดเรื่องโพสโมเมตได้จริง

ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะในด้านการวิจัย ผู้วิจัยขอเสนอแนะดังนี้

1. ควรขยายขอบเขตของการวิจัยให้กว้างขึ้น เป็นระดับภาค หรือระดับประเทศ เพื่อให้ผลการวิจัยสรุปได้กว้างขวางขึ้น

2. ควรสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยในระดับชั้นต่าง ๆ ในเนื้อหาวิชาอื่น เพื่อปรับปรุงการเรียนการสอนและสอนซ่อม เสริมให้มีคุณภาพสูงขึ้น
3. ควรสร้างข้อสอบไปทดลองสอบให้มีจำนวนมากพอที่จะคัดเลือกข้อสอบที่ดีได้ตามจำนวนที่ต้องการ
4. ควรหาวิธีตรวจสอบความเที่ยงตรงของเกณฑ์ในแต่ละจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม เพื่อให้การวินิจฉัยมีประสิทธิภาพขึ้น
5. ควรหาวิธีกำหนดเกณฑ์ที่เป็นมาตรฐานในการพิจารณาว่า คะแนนจุดใดเท่าใดที่จะแสดงว่านักเรียนมีคุณสมบัติหรือไม่ เพื่อให้การวินิจฉัยมีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น
6. ควรมีการตรวจสอบการกำหนดจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมว่าเป็นไปตามลำดับขั้นของการเรียนรู้หรือไม่
7. ในการทดลอง เครื่องมือเพื่อสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยให้มีคุณภาพดี จะต้องทำการทดลองหลังจากการสอนเนื้อหาแต่ละ เนื้อหาชิ้นลุล่วง

บรรณานุกรม

บรรณานุกรม

กมล สุ่มประเสริฐ "ผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงหลักสูตรและการวัดผลการศึกษา"

การศึกษาเอกชน 2(6) : 26 - 28 มีนาคม 2521

กาญจนา วัฒนสุนทร การสร้างแบบทดสอบอิงเกณฑ์วิชาคณิตศาสตร์ วิทยานิพนธ์ ค.ม.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย 2521, 123 หน้า ยัดสำเนา

โกวิท ประวาลพุกษ์ "การทดสอบแบบอิงเกณฑ์" วารสารวัดผลการศึกษา 1(3) : 16 -

25 มกราคม - เมษายน 2523

ชูศรี วงศ์รัตนะ เทคนิคการใช้สถิติเพื่อการวิจัย ภาควิชาพื้นฐาน คณะศึกษาศาสตร์

มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร 2523, 183 หน้า

ทองหล่อ วิภาวีน "ข้อสอบวินิจฉัย" พัฒนาวัฒนธรรม 14 : 49 - 52 กรกฎาคม 2521

พัศณีย์ อ่องไพบูลย์, ร.ต.หญิง "การสืบค้นปัญหาที่เป็นอุปสรรคในการเรียนจากนักเรียนชั้น

มัธยมศึกษา ของโรงเรียนรัฐบาล" การวิจัยการศึกษา 4 : 1 - 27 สิงหาคม 2513

บุญยม ศรีสะอาด การประเมินผลเพื่อวินิจฉัย เอกสารยัดสำเนา 2523, 11 หน้า

_____ "แบบทดสอบวินิจฉัย" วารสารการวัดผลการศึกษา 2(1) : 9 - 23

พฤษภาคม - สิงหาคม 2523

บุญเฮ็ด วิทยุณณันตพงษ์ การวัดและประเมินผลการศึกษา : ทฤษฎีและการประยุกต์ ภาควิชา

พื้นฐาน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร 2521, 416 หน้า

ผดุงจิต อินทสุวรรณ "ความเชื่อถือได้ของข้อสอบที่ใช้เกณฑ์กำหนด" วารสารการวัดผล

การศึกษา 1(3) : 46 - 62 มกราคม - เมษายน 2523

ผดุงชาติ สุวรรณวงศ์ "การเขียนเพื่อรู้และแบบทดสอบอิงเกณฑ์" ศึกษาศาสตร์สาร 2(2) :

32 - 38 ตุลาคม 2518 - มกราคม 2519

ไพศาล หวังพาณิชย์ "การสอบเพื่อปรับปรุงการเรียนการสอน" พัฒนาวัฒนธรรม 14 : 39 - 48

กรกฎาคม 2521

วิชาการ, กรม คู่มือการประเมินผลการเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น พุทธศักราช 2521

จ.จ.เจริญการพิมพ์ 2521, 81 หน้า

_____ หนังสือประกอบการเรียนวิชาฟิสิกส์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์ 2512,
246 หน้า

วิเชียร เกตุสิงห์ การวัดผลการศึกษาและสถิติเบื้องต้น สำนักพิมพ์สุโขทัย 2517, 172 หน้า

ศึกษาริการ, กระทรวง คู่มือการเลื่อนคณิตศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 (ม.3) โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์
2523, 325 หน้า

_____ แบบเรียนวิชาคณิตศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 (ม.3) โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์ 2522,
312 หน้า

_____ หลักสูตรชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น พุทธศักราช 2521 จ.จ.เจริญการพิมพ์ 2520, 252 หน้า

สงบ สักกะ "การตรวจสอบความเที่ยงตรงของข้อสอบอิงเกณฑ์" วารสารการวัดผลการศึกษา
1(3) : 36 - 45 มกราคม - เมษายน 2523

_____ "ปัญหามาตรฐานและเกณฑ์" วารสารการวัดผลการศึกษา 1(2) : 48 - 55
กันยายน - ธันวาคม 2522

สมศักดิ์ สิมธุระเวช การประเมินผลในระดับมัธยมศึกษาตอนต้น พุทธศักราช 2521

สำนักทดสอบกรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ 2521, 10 หน้า

_____ การประเมินผลแบบอิงกลุ่มและอิงเกณฑ์ สำนักทดสอบกรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ
2522, 13 หน้า

_____ การประเมินเพื่อวินิจฉัย สำนักทดสอบกรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ 2523,
8 หน้า

_____ "แนวทางปฏิบัติในเรื่องการเขียนการเลื่อนและการประเมินผล" ใน เอกสารประกอบ

คำบรรยายในการอบรมวิทยากร วัดผลของจังหวัด ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น หน้า 14 - 28

โรงพิมพ์วิจิตรศิลป์ 2522

ลัมศักดิ์ สินธุระเวชัย แบบทดสอบวินิจฉัย สำนักทดสอบกรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ

2522, 7 หน้า

_____ แบบทดสอบอิงเกณฑ์ สำนักทดสอบกรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ 2522, 9 หน้า

สำเร็จ บุญเรืองรัตน์ การปรับปรุงการศึกษา เรื่องการวัดผลและการประเมินผลการสอน สำนัก

ทดสอบทางการศึกษาและจิตวิทยา วิทยาลัยข้าราชการศึกษา ประสานมิตร 2517, 102 หน้า

สุชุม มูลเมือง การสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยข้อบกพร่องในการเรียนการสอน สำหรับนักเรียน

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ในเขตจังหวัดนครพนม ปริญญาพนธ์ กค.ม. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

ประสานมิตร 2523, 106 หน้า จัดสำเนา

สุชาติ รัตนกุล วิธีสอนคณิตศาสตร์สำหรับยุคบูรณาการศึกษาระดับประถมศึกษา

ตอนที่ 3 โรงเรียนสุรสิงหนาท 2506, 184 หน้า

อนันต์ ศิริโสภา การพัฒนาการทดสอบ จากงานสัมมนา 2515, 159 หน้า

_____ การวัดและการประเมินผล ไทยวัฒนาพานิช 2520, 251 หน้า

อังคณา ล้ายยศ วิธีการทางสถิติสำหรับการวิจัย สำนักทดสอบทางการศึกษาและจิตวิทยา

มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร 2523, 193 หน้า

อุไรวรรณ ทักษะบุตร การสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยความบกพร่องในการเรียนเรื่องเศษส่วน

สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ในจังหวัดนครสวรรค์ ปริญญาพนธ์ กค.ม. มหาวิทยาลัย

ศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร 2523, 185 หน้า จัดสำเนา

Adams, Georgia S. and Theodore L. Torgerson. Measurement and Evaluation in Education Psychology and Guidance. New York, Rinehart and Winston, 1964. 654 p.

Ahmann, Stanley J. and Marvin D. Glock. Evaluating Pupil Growth Principles of Tests and Measurement. 3rd ed., Boston, Allyn and Bacon, Inc., 1967. 605 p.

Anastasi, Anne. Psychological Testing. 3rd ed., London, Macmillan, 1968. 665 p.

Bloom, Benjamin S. Handbook on Formative and Summative Evaluation of Student Learning. New York, McGraw-Hill, 1971. 923 p.

- Bowman, Deanna Gay. "A Basic Mathematics Diagnostic Instrument," Dissertation Abstracts International. 37 : 7260-A, July, 1976.
- Boyden, Joanne Marie. "Construction of a Diagnostic Test in Verbal Arithmetic Problem Solving at the Fifth Grade Level," Dissertation Abstracts International. 31 : 1504-A, October, 1970.
- Brennan, R.L. "A Generalized Upper-Lower Item Discrimination Index," Educational and Psychological Measurement. 32 : 289 - 303, 1972.
- Brown, Frederick G. Principles of Educational and Psychological Testing. 2nd ed., New York, Holt, Rinehart and Winston, 1976. 504 p.
- Ellis, Leslie Clyde. "A Diagnostic Study of Whole Number Computation of Certain Elementary Students," Dissertation Abstracts. 33 : 2234-A, November, 1972.
- Gronlund, Norman E. Measurement and Evaluation in Teaching. 3rd ed., New York, Macmillan Publishing Co., Inc., 1976. 590 p.
- Gropper, George L. "A Technology for Developing Instructional Materials Vol.3 Hand Book Part F, Develop Diagnostic and Evaluation Test," Research in Educational. 9 : 145, October, 1974.
- Henshaw, John H. Manual of Diagnostic Test in Basic Algebra. Australian Council for Educational Research, 1957. 16 p.
- Jean, Bosland Viva. "Diagnostic Assessment of Addition Processes with Identification and Remediation of Error Patterns," Dissertation Abstracts. 38 : 4636-A, February, 1978.
- Lindquist, Everet Franklin. Educational Measurement. Washington, D.C. American Council on Education, 1963. 819 p.
- Mehrens, William A. and Irvin J. Lehmann. Measurement and Evaluation in Education and Psychology. 2nd ed., New York, Holt, Rinehart and Winston, Inc., 1975. 743 p.
- Noll, Victor Herbert. Introduction to Educational Measurement. Boston, Houghton Mifflin, 1957. 437 p.
- Okey, James R. "Diagnostic Evaluation," Implementing Teacher Competencies. p. 220 - 245, New Jersey, Prentice-Hall, Inc., 1977.
- Payne, David A. The Specification and Measurement of Learning Outcomes. Waltham, Blaisdell, 1968. 209 p.

Singha, H.S. Modern Education Teaching. New Delhi, Sterling Pub., 1974.
228 p.

Thorndike, R.L. and E.P. Hagen. Measurement and Evaluation in Psychology and Education. 4 e., New York, John Wiley and Sons, Inc., 1977.
693 p.

Tuckman, Bruce W. Measuring Educational Outcomes Fundamentals of Testing.
Harcourt Brace Jovanovich, Inc., 1975. 527 p.

תכנון אדריכלי

ภาคผนวก ก

คู่มือการใช้แบบทดสอบวินิจฉัยวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง โทลีนเมเบิล

คู่มือการใช้แบบทดสอบวินิจฉัยวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องพหุนาม

แบบทดสอบชุดนี้สร้างขึ้นเพื่อใช้ค้นหาจุดบกพร่องและสาเหตุของความบกพร่องในการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่องพหุนาม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 (ม.3) ประกอบด้วยแบบทดสอบย่อย 6 ฉบับ คือ

- แบบทดสอบฉบับที่ 1 การบวกและการลบโมนอม
- แบบทดสอบฉบับที่ 2 การบวกและการลบพหุนาม
- แบบทดสอบฉบับที่ 3 การคูณพหุนาม
- แบบทดสอบฉบับที่ 4 การหารพหุนาม
- แบบทดสอบฉบับที่ 5 สัมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว
- แบบทดสอบฉบับที่ 6 โจทย์สัมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว

โครงสร้างของแบบทดสอบ

แบบทดสอบฉบับที่ 1 เป็นแบบทดสอบแบบเลือกตอบชนิดสี่ตัวเลือก มี 40 ข้อ แบ่งเป็นสามตอน คือ

ตอนที่ 1 วัดความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับโมนอม ได้แก่ ความหมายของโมนอม สัมประสิทธิ์ของโมนอม ดีกรีของโมนอม และโมนอมคล้าย มี 20 ข้อ ตั้งแต่ข้อ 1 - 20

ตอนที่ 2 วัดความรู้เกี่ยวกับการบวกโมนอม มี 10 ข้อ ตั้งแต่ข้อ 21 - 30

ตอนที่ 3 วัดความรู้เกี่ยวกับการลบโมนอม มี 10 ข้อ ตั้งแต่ข้อ 31 - 40

ตัวอย่างข้อสอบ

$$(0) (9x^3) - (4x^3) = ?$$

ก. 5

ข. $5x^3$

ค. $-5x^3$

ง. $13x^3$

คำตอบที่ถูกต้อง คือ ข.

แบบทดสอบฉบับที่ 2 เป็นแบบทดสอบแบบเลือกตอบชนิดสี่ตัวเลือก มี 40 ข้อ แบ่งเป็น

สี่ตอน คือ

ตอนที่ 1 วัดความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับโพลิโนเมียล ได้แก่ ความหมายของโพลิโนเมียล
ดีกรีของโพลิโนเมียล และจำนวนพจน์ของโพลิโนเมียล มี 15 ข้อ ตั้งแต่ข้อ 1 - 15

ตอนที่ 2 วัดความรู้เกี่ยวกับการบวกลบโพลิโนเมียล มี 10 ข้อ ตั้งแต่ข้อ 16 - 25

ตอนที่ 3 วัดความรู้เกี่ยวกับการบวกโพลิโนเมียล มี 8 ข้อ ตั้งแต่ข้อ 26 - 33

ตอนที่ 4 วัดความรู้เกี่ยวกับการลบโพลิโนเมียล มี 7 ข้อ ตั้งแต่ข้อ 34 - 40

ตัวอย่างข้อสอบ

$$(0) \ 2x - 3y + 6x - y = ?$$

ก. $8x + 4y$

ข. $8x - 4y$

ค. $8x - 2y$

ง. $4x + 2y$

คำตอบที่ถูกต้อง คือ ข.

แบบทดสอบฉบับที่ 3 เป็นแบบทดสอบแบบเลือกตอบชนิดสี่ตัวเลือก มี 35 ข้อ แบ่งเป็น

สามตอน คือ

ตอนที่ 1 วัดความรู้เกี่ยวกับการคูณโมนอเมียลกับโมนอเมียล มี 7 ข้อ ตั้งแต่ข้อ
1 - 7

ตอนที่ 2 วัดความรู้เกี่ยวกับการคูณโมนอเมียลกับโพลิโนเมียลที่ไม่ใช่โมนอเมียล
มี 8 ข้อ ตั้งแต่ข้อ 8 - 15

ตอนที่ 3 วัดความรู้เกี่ยวกับการคูณโพลิโนเมียลกับโพลิโนเมียล มี 20 ข้อ ตั้งแต่
ข้อ 16 - 35

ตัวอย่างข้อสอบ

$$(0) (x + 2)(x - 3) = ?$$

ก. $x^2 + 5x + 6$

ข. $x^2 - 5x - 6$

ค. $x^2 + x - 6$

ง. $x^2 - x - 6$

คำตอบที่ถูกต้อง คือ ง.

แบบทดสอบฉบับที่ 4 เป็นแบบทดสอบแบบเลือกตอบชนิดสี่ตัวเลือก มี 35 ข้อ แบ่งเป็น
สามตอน คือ

ตอนที่ 1 วัดความรู้เกี่ยวกับการหารโมนีเมิลด้วยโมนีเมิล และความเข้าใจ
เกี่ยวกับการหารลงตัว มี 10 ข้อ ตั้งแต่ข้อ 1 - 10

ตอนที่ 2 วัดความรู้เกี่ยวกับการหารโพลิโนเมียลที่ไม่ใช่โมนีเมิลด้วยโมนีเมิล
มี 15 ข้อ ตั้งแต่ข้อ 11 - 25

ตอนที่ 3 วัดความรู้เกี่ยวกับการหารโพลิโนเมียลด้วยโพลิโนเมียลที่ต่างก็ไม่ใช่
โมนีเมิล มี 10 ข้อ ตั้งแต่ข้อ 26 - 35

ตัวอย่างข้อสอบ

$$(0) \frac{21x^4 - 14x}{7x} = ?$$

ก. $3x^3 - 2$

ข. $3x^3 + 2$

ค. $3x^4 - 2$

ง. $21x^4 - 2$

คำตอบที่ถูกต้อง คือ ก.

แบบทดสอบฉบับที่ 5 เป็นแบบทดสอบแบบเลือกตอบชนิดสี่ตัวเลือก มี 20 ข้อ แบ่งเป็น
สองตอน คือ

ตอนที่ 1 วัดความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ได้แก่ สมการสมมูล
และลักษณะของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว มี 10 ข้อ ตั้งแต่ข้อ 1 - 10

ตอนที่ 2 วัดความรู้เกี่ยวกับการแก้สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว มี 10 ข้อ ตั้งแต่ข้อ

11 - 20

ตัวอย่างข้อสอบ

(0) จงแก้สมการ $2x - 3x + 1 = -5x - 2$

ก. $\frac{3}{4}$

ข. $-\frac{3}{4}$

ค. $\frac{1}{2}$

ง. $-\frac{1}{2}$

คำตอบที่ถูกต้อง คือ ข.

แบบทดสอบฉบับที่ 6 เป็นแบบทดสอบแบบเลือกตอบชนิดสี่ตัวเลือก มี 20 ข้อ แบ่งเป็น

สามตอน คือ

ตอนที่ 1 วัดความรู้เกี่ยวกับการใช้สัญลักษณ์แทนข้อความ มี 8 ข้อ ตั้งแต่ข้อ 1 - 8

ตอนที่ 2 วัดความรู้เกี่ยวกับการใช้สมการแสดงความสัมพันธ์ตามที่โจทย์กำหนดให้

มี 7 ข้อ ตั้งแต่ข้อ 9 - 15

ตอนที่ 3 วัดความรู้เกี่ยวกับการแก้โจทย์สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว มี 5 ข้อ

ตั้งแต่ข้อ 16 - 20

ตัวอย่างข้อสอบ

(0) พี่เงินมากกว่าน้อง 7 บาท ถ้าพี่เงิน x บาท น้องมีเงินเท่าไร ?

ก. $x + 7$ บาท

ข. $x - 7$ บาท

ค. $7 - x$ บาท

ง. $7x$ บาท

คำตอบที่ถูกต้อง คือ ข.

ลักษณะของแบบทดสอบ

แบบทดสอบวินิจฉัยวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องโพลิโนเมียลชุดนี้ มีจุดมุ่งหมายในการสร้าง คือ ใช้ทดสอบนักเรียนหลังจากการสอนเนื้อหาแต่ละเนื้อหาสิ้นสุดลง เพื่อค้นหาว่าเนื้อหาที่ครูสอนไปแล้ว นักเรียนยังไม่รู้เขารู้จักมีจุดบกพร่องในเนื้อหาบ่อยใด และบกพร่องเพราะอะไร เพื่อเป็นประโยชน์ในการสอนซ่อมเสริมได้ถูกต้องและตรงจุด และเป็นแนวทางในการปรับปรุงการเรียนการสอนด้วยการทดสอบถึงสนใจคะแนนของนักเรียนแต่ละคนว่าผ่านเกณฑ์ที่กำหนดไว้ในแต่ละจุดประสงค์ ซึ่งพฤติกรรมหรือไม่ คะแนนรวมของนักเรียนจึงไม่มีความสำคัญ เพราะไม่มีการเปรียบคะแนนของนักเรียนในกลุ่ม ดังนั้นแบบทดสอบชุดนี้อาจนำไปใช้ทดสอบนักเรียนเป็นกลุ่มหรือหาบุคคลก็ได้ ในการวินิจฉัยว่านักเรียนแต่ละคนมีจุดบกพร่องในเนื้อหาบ่อยใด ให้พิจารณาคะแนนของนักเรียนแต่ละคนทำข้อสอบได้ถูกต้องถึง เกณฑ์ที่กำหนดไว้ในแต่ละจุดประสงค์ ซึ่งพฤติกรรมหรือไม่ ถ้านักเรียนตอบข้อสอบได้คะแนนต่ำกว่า เกณฑ์ที่กำหนดไว้ในแต่ละจุดประสงค์ ซึ่งพฤติกรรม แสดงว่านักเรียนมีจุดบกพร่องในพฤติกรรมนั้น และคำตอบผิดที่นักเรียนเลือกตอบมีความสำคัญมาก เพราะคำตอบผิดจะทำให้ทราบว่านักเรียนมีจุดบกพร่องในเนื้อหาบ่อยใด และบกพร่องเพราะอะไร ซึ่งสามารถค้นหาสาเหตุของความบกพร่องนั้นได้จากตารางการวินิจฉัย

การพัฒนาแบบทดสอบ

การสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องโพลิโนเมียลชุดนี้ เริ่มดำเนินการสร้างเมื่อ พ.ศ. 2523 และสร้างสำเร็จเมื่อ พ.ศ. 2524 โดยให้นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 (ม.3) ในเขตท้องที่การศึกษาที่ 4 กรุงเทพมหานคร จำนวน 750 คน เป็นกลุ่มตัวอย่าง ครั้งแรกสร้างเป็นแบบทดสอบเพื่อสำรวจแบบให้แสดงวิธีทำและเติมคำ นำไปทดสอบเพื่อสำรวจจุดบกพร่องและรวบรวมคำตอบผิดแล้วนำมาดัดแปลงเป็นแบบทดสอบแบบเลือกตอบชนิดสี่ตัวเลือก นำไปทดสอบสามครั้ง คือ การทดสอบครั้งที่ 1 และ 2 เพื่อหาคุณภาพและคัดเลือกข้อสอบ และการทดสอบครั้งที่ 3 ซึ่งเป็นครั้งสุดท้ายของการสร้างแบบทดสอบ เพื่อหาคุณภาพของแบบทดสอบวินิจฉัยที่สร้างขึ้น

คุณภาพของแบบทดสอบ

1. คุณภาพของข้อสอบเป็นรายข้อ หมายถึง ค่าความยากของข้อสอบ คำนวณโดยใช้สูตร คำนวณอย่างง่าย และค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบ คำนวณโดยใช้สูตรของเบรนนัน ผลปรากฏว่า ได้ค่าความยากและค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบในแบบทดสอบวินิจฉัยทั้งหกฉบับ ดังแสดงในตาราง 1

ตาราง 1 ค่าความยากและค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบในแบบทดสอบวินิจฉัยทั้งหกฉบับ

แบบทดสอบฉบับที่	ค่าความยาก	ค่าความยากเฉลี่ย	ค่าอำนาจจำแนก	ค่าอำนาจจำแนกเฉลี่ย
1	.53 - .97	0.74	.03 - .65	0.38
2	.55 - .86	0.71	.07 - .63	0.37
3	.61 - .88	0.74	.19 - .79	0.50
4	.50 - .93	0.70	.11 - .51	0.31
5	.50 - .85	0.69	.20 - .53	0.33
6	.52 - .87	0.63	.18 - .56	0.37

2. ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ หมายถึง ความคงที่ในการได้คะแนนของนักเรียน แต่ละคน จากการตอบแบบทดสอบ คำนวณโดยใช้สูตรคูเดอร์-ริชาร์ดสัน 20 แล้วปรับแก้ค่าความ เชื่อมั่นที่ได้ตามวิธีหาค่าความ เชื่อมั่นของแบบทดสอบเชิงเกณฑ์ โดยใช้สูตรของลิฟวิงสตัน ผลปรากฏว่า ได้ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวินิจฉัยทั้งหกฉบับ ดังแสดงในตาราง 2

ตาราง 2 ค่าสถิติพื้นฐานและความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวินิจฉัยทั้งหกฉบับ

แบบทดสอบ	จำนวน	คะแนน	คะแนน	ความเบี่ยงเบน	ค่าความ	ความคลาดเคลื่อน
ฉบับที่	ผู้สอบ	เต็ม	เฉลี่ย	มาตรฐาน	เชื่อมั่น	มาตรฐานในการวัด
1	215	40	29.56	8.5288	.9253	± 2.3310
2	215	40	28.20	8.9188	.9240	± 2.4587
3	215	35	25.97	9.0749	.9558	± 1.9079
4	215	35	24.36	6.5199	.8948	± 2.1147
5	215	20	13.74	3.8449	.7755	± 1.8218
6	215	20	12.61	3.8198	.7349	± 1.9667

3. ความเที่ยงตรงของแบบทดสอบ หมายถึง แบบทดสอบที่สามารถวัดได้ตรงตามเนื้อหา ซึ่งปรากฏว่าได้รับการยืนยันจากผู้เชี่ยวชาญทางเนื้อหาวิชา ได้แก่ อาจารย์ที่มีประสบการณ์ในการสอนวิชาคณิตศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาตอนต้นมานานไม่น้อยกว่า 5 ปี จำนวน 1 คน และอาจารย์ผู้สอนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องโพลิโนเมียล จำนวน 3 คนว่า การกำหนดจุดประสงค์ ซึ่งพฤติกรรมเขียนไว้อย่างชัดเจน และข้อสอบแต่ละข้อวัดตรงตามจุดประสงค์ ซึ่งพฤติกรรมที่ต้องการทดสอบจริง และครอบคลุมเนื้อหา ดังนั้นแบบทดสอบวินิจฉัยทั้งหกฉบับ สามารถวัดเรื่องโพลิโนเมียลได้จริง

เวลาที่ใช้ในการทดสอบ

โดยทั่วไปแล้ว แบบทดสอบวินิจฉัยมักไม่กำหนด เวลาในการสอบ เพื่อให้นักเรียนทำข้อสอบอย่างเต็มความสามารถ ซึ่งทำให้วินิจฉัยได้ถูกต้องและแน่ใจว่า การที่นักเรียนบกพร่องในเนื้อหาใดไม่ได้เกิดขึ้นเพราะทำข้อสอบไม่ทัน จึงต้องเคยข้อท้าย ๆ ทำให้นักเรียนตอบผิดทั้ง ๆ ที่นักเรียนมีความรู้ความสามารถ แต่เนื่องจากแบบทดสอบแต่ละฉบับมีจำนวนข้อสอบมาก ถ้าไม่กำหนดเวลา

ในการสอบแล้ว การดำเนินการสอบอาจใช้เวลามากเกินไป และเพื่อให้นักเรียนเกิดแรงจูงใจในการทำข้อสอบ จึงกำหนดเวลาที่นักเรียนควรจะทำข้อสอบในแบบทดสอบแต่ละฉบับ ให้ครบทุกข้อ ดังแสดงในตาราง 3

ตาราง 3 เวลาที่ใช้ในการทดสอบคิดเป็นนาที

แบบทดสอบฉบับที่	ชี้แจง	ทำข้อสอบ	รวม
1	10	45	55
2	10	60	70
3	10	80	90
4	10	80	90
5	10	60	70
6	10	60	70

วิธีดำเนินการทดสอบ

1. การเตรียมตัวก่อนการทดสอบ

1.1 เตรียมแบบทดสอบ กระดาษคำตอบและกระดาษทาบให้มากกว่าจำนวนผู้สอบ เพื่อเก็บสำรองไว้ สำหรับนักเรียนบางคนแบบทดสอบพิมพ์ไม่ชัด กระดาษคำตอบขาด หรือกระดาษทาบไม่พอ

1.2 ผู้ดำเนินการสอบต้องอ่านและศึกษาข้อชี้แจงวิธีทำแบบทดสอบอย่างน้อยหนึ่งครั้ง เพื่อให้สามารถดำเนินการสอบได้ชัดเจนและคล่องแคล่ว

2. วิธีดำเนินการขณะสอบ

2.1 เมื่อนักเรียนเข้าห้องสอบแล้ว ผู้ดำเนินการสอบควรกระตุ้นหรือเร้าให้นักเรียนเกิดความพยายามที่จะทำข้อสอบให้ได้ความสามารถ โดยกล่าวว่า ข้อสอบนี้ไม่ง่าย รับรองทุกคน

ต้องทำได้ นักเรียนควรทำข้อสอบด้วยตนเองจนสุดความสามารถ ไม่ควรคัดลอกหรือปรึกษากัน เพราะการทดสอบครั้งนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อต้องการทราบว่า เนื้อหาที่ครูสอนไปแล้วนั้น นักเรียนเข้าใจหรือไม่ ถ้าไม่เข้าใจ มีเนื้อหาที่ย่อยใดที่นักเรียนบกพร่องและบกพร่องเพราะอะไร ครูจะได้ทำการสอนซ่อมเสริมได้ถูกต้องและตรงจุด และนักเรียนก็จะได้ทราบจุดบกพร่องของตนด้วย

2.2 ก่อนจะลงมือแจกข้อสอบ ผู้ดำเนินการสอบควรอยู่แบบทดสอบให้นักเรียนดูพร้อมกับพูดว่า เตียวครูจะแจกข้อสอบนี้ให้นักเรียนคนละฉบับ ถ้าใครได้ข้อสอบแล้วย่่า เพิ่งทำอะไรหรือเปิดดูนะ นักเรียนต้องฟังคำอธิบายเสียก่อนจึงจะทำได้ถูกต้อง ถ้าใครได้ข้อสอบแล้วให้อ่านที่หน้าปกไปก่อนอย่าเปิดดูหรือทำอะไรก่อนครูบอก จากนั้นให้เริ่มแจกแบบทดสอบแก่นักเรียนกับกระดาษคำตอบและกระดาษทศ ในขณะที่แจกควรสังเกตและเตือนนักเรียนอย่าเพิ่งเปิดดูหรือทำก่อน เวลาเป็นอันขาด

2.3 อธิบายวิธีทำแบบทดสอบ เมื่อแจกแบบทดสอบ กระดาษคำตอบและกระดาษทศให้นักเรียนทุกคนแล้ว ให้ผู้ดำเนินการสอบถามว่า ใครยังไม่ได้ข้อสอบ อยู่แบบทดสอบชั้นแล้วลดลงกับกระดาษคำตอบและกระดาษทศอย่างนี้บ้าง อยู่กระดาษคำตอบและกระดาษทศชั้นแล้วลดลง ให้นักมือขึ้น นักเรียนต้องมีทั้งสามอย่างนะ ข้อสอบ กระดาษคำตอบและกระดาษทศ อยู่ทั้งแบบทดสอบ กระดาษคำตอบและกระดาษทศให้เห็นทั้งสองมือ เมื่อแจกเรียบร้อยแล้วก็กล่าวว่า ให้นักเรียนดูหน้าปกก่อนอย่าเพิ่งเปิดดูข้างใน ครูจะอ่านวิธีทำให้ฟัง ถ้าใครสงสัยให้ถามทันที นักเรียนดูคำอธิบายที่หน้าปกแล้วคอยอ่านตามไปในใจด้วยนะ จากนั้นให้ผู้ดำเนินการสอบเริ่มอ่านคำอธิบายวิธีทำที่หน้าปก ซึ่งแบบทดสอบทุกฉบับ จะมีคำอธิบายวิธีทำและอื่น ๆ เหมือนกันประมาณ 3 - 4 ข้อ ซึ่งเป็นคำชี้แจงทั่ว ๆ ไป และมีคำอธิบายเฉพาะของแบบทดสอบแต่ละฉบับ พร้อมกับตัวอย่างข้อสอบ ดังนั้นจะกล่าวถึงการชี้แจงการทำแบบทดสอบเพียงฉบับเดียวเป็นตัวอย่าง คือ แบบทดสอบฉบับที่ 1 การบวกและการลบโมนีเมล ส่วนอีกห้าฉบับ การชี้แจงการทำแบบทดสอบก็ทำนองเดียวกับแบบทดสอบฉบับที่ 1 การชี้แจงการทำแบบทดสอบฉบับที่ 1 ให้ผู้ดำเนินการสอบเริ่มอ่านไปตามลำดับข้อดังนี้ คือ

ข้อ 1. แบบทดสอบฉบับนี้มี 40 ข้อ แบ่งเป็นสามตอน คือ

ตอนที่ 1 วัดความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับโมนีเมล ได้แก่ ความหมายของโมนีเมล สัมประสิทธิ์ของโมนีเมล ดัชนีของโมนีเมล และโมนีเมลคล้าย มี 20 ข้อ ตั้งแต่ข้อ 1 - 20

ตอนที่ 2 วัดความรู้เกี่ยวกับการบวกโมนีเมล 5 10 ข้อ ตั้งแต่ข้อ 21 - 30

ตอนที่ 3 วัดความรู้เกี่ยวกับการลบโมนีเมล 5 10 ข้อ ตั้งแต่ข้อ 31 - 40

ข้อ 2. แบบทดสอบฉบับนี้ไม่กำหนดเวลาในการสอบ แต่นักเรียนควรทำข้อสอบทุกข้อ ให้เสร็จภายในเวลา 45 นาที

ข้อ 3. ข้อสอบเป็นแบบเลือกตอบชนิดสี่ตัวเลือก คือ คำถามแต่ละข้อจะให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียวจาก ก. ข. ค. หรือ ง. ที่กำหนดให้ เมื่อนักเรียนเลือกได้คำตอบใดให้ขีดเครื่องหมายกากบาท (X) ลงในช่องตรงกับตัวอักษรที่ต้องการในกระดาษคำตอบ ดังตัวอย่างการตอบ ง. ดังนี้ ผู้ดำเนินการสอบเขียนตัวอย่างวิธีตอบบนกระดาน ดังนี้

ก.	ข.	ค.	ง.
			X

เมื่อเขียนเสร็จแล้ว กล่าวกันว่า นักเรียนต้องขีดตอบในกระดาษคำตอบนะ อย่าไปตอบในข้อสอบ เพราะครูตรวจให้คะแนนในกระดาษคำตอบเท่านั้น ให้นักเรียนขีดตอบด้วยมือ อย่าใช้ไม้บรรทัดทาบขีด เพราะจะทำให้เสียเวลาโดยไม่จำเป็น และกล่าวเสริมต่อไปว่า นักเรียนจะต้องขีดตอบเพียงข้อละขีดเดียวเท่านั้น ถ้าข้อใดมีเกิน 1 ขีด จะถือว่าข้อนั้นผิด

ถ้านักเรียนขีดตอบแล้ว แต่ต้องการเปลี่ยนคำตอบใหม่ ก็ให้ขีดขวาง (-) ทับลงบนคำตอบเดิมเสียก่อนให้ชัดเจนทุกครั้งไป แล้วจึงขีดตอบใหม่ ดังตัวอย่างการเปลี่ยนคำตอบจาก ง. เป็น ข. ดังนี้

ก.	ข.	ค.	ง.
	X		X

ผู้ดำเนินการสอบเตือนให้นักเรียนดูที่กระดาน แล้วขีดขวางทับรอยเดิมที่ช่อง ง. และไปขีดตอบใหม่ในช่อง ข. พร้อมกับอธิบายตามใจความที่อ่านมาแล้วนั้นด้วย และย้ำว่า หนึ่งข้อจะต้องมีคำตอบเดียวเท่านั้น ถ้านักเรียนต้องการเปลี่ยนคำตอบ ก็ต้องขีดขวางทับคำตอบเดิมเสียก่อน ถ้าไม่ขีดขวางก็จะกลายเป็นสองคำตอบ จะถือว่าข้อนั้นผิด ไม่ได้คะแนน

ข้อ 4. ตัวอย่างข้อสอบ

$$(0) (9x^3) - (4x^3) = ?$$

ก. 5

ข. $5x^3$

ค. $-5x^3$

ง. $13x^3$

คำตอบที่ถูกต้อง คือ ข.

ให้ผู้ดำเนินการสอบอ่านคำถามแล้วอ่านตัวเลือกตั้งแต่ ก. - ง. ช้า ๆ แล้วถามนักเรียนว่าข้อไหนถูก แล้วรอให้นักเรียนตอบ ข. เมื่อนักเรียนตอบแล้วถามต่อไปว่า ถ้าจะตอบ นักเรียนจะต้องขีดเครื่องหมายกากบาทในช่องใด รอให้นักเรียนตอบว่า ขีดในช่อง ข. แล้วถามต่อไปว่า ต้องไปขีดตอบที่ไหนนะ รอให้นักเรียนตอบว่า ขีดในกระดาษคำตอบ จากนั้นอธิบายตัวอย่างนั้นซ้ำอีกครั้งหนึ่งว่า นักเรียนจะเห็นข้อถูก คือ ข้อ ข. เมื่อจะตอบ นักเรียนก็ขีดเครื่องหมายกากบาทในช่อง ข. ในกระดาษคำตอบ แล้วผู้ดำเนินการสอบ แสดงการขีดตอบบนกระดาษประกอบคำอธิบายด้วย แล้วกล่าวต่อไปว่า ใครไม่เข้าใจ ให้ยกมือถามเดี๋ยวนี้ ไม่ต้องกลัวครู เพราะถ้าสั่งให้ลงมือทำแล้วนักเรียนจะถามอะไรอีกไม่ได้ ผู้ดำเนินการสอบหยุดรอให้นักเรียนถาม ถ้ามีนักเรียนยกมือถามก็ต้องกลับไปอธิบายซ้ำอีกครั้งหนึ่ง ห้ามอธิบายหรือยกตัวอย่างอื่นใดนอกจากนี้เป็นอันขาด

ข้อ 5. จงอย่าขีด เขียนหรือทำเครื่องหมายใด ๆ ในแบบทดสอบ เพราะข้อสอบนี้จะต้องนำไปใช้กับนักเรียนคนอื่น ๆ ต่อไปอีก ถ้าต้องการเขียนทดให้นักเรียนเขียนทดในกระดาษทดที่แจกให้

ข้อ 6. ให้นักเรียนเขียนชื่อแบบทดสอบ ชื่อ-สกุล ของนักเรียน และรายละเอียดอื่น ๆ ลงในตอนบนของกระดาษคำตอบให้เรียบร้อย ก่อนที่ครูจะบอกให้ลงมือทำพร้อมกับทุกคน ผู้ดำเนินการสอบหยุดรอให้นักเรียนเขียนรายละเอียดต่าง ๆ ให้เสร็จเรียบร้อย แล้วบอกให้นักเรียนเริ่มทำข้อสอบได้

2.4 เมื่อเวลาผ่านไปครึ่งหนึ่งของเวลาทั้งหมด ควรบอกเวลาที่เหลือแก่นักเรียน และเหลือเวลาอีก 10 นาที ควรบอกเวลาแก่นักเรียนอีกครั้งหนึ่ง เพื่อให้นักเรียนเกิดแรงจูงใจ และรับทำข้อสอบอย่างตั้งใจ

3. วิธีปฏิบัติเมื่อหมดเวลาสอบ

เมื่อนักเรียนคนใดทำข้อสอบเสร็จเรียบร้อย ให้นำแบบทดสอบพร้อมทั้งกระดาษคำตอบ
ส่งผู้ดำเนินการสอบ

วิธีการตรวจให้คะแนนและการวินิจฉัย

1. นำกระดาษคำตอบของนักเรียนแต่ละคนมาตรวจให้คะแนนแบบตอบถูกให้ 1 ตอบผิด
ไม่ตอบ หรือตอบเกินกว่าหนึ่งคำตอบ ให้ 0

2. รวมคะแนนของนักเรียนแต่ละคนที่ทำข้อสอบถูกในแต่ละจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม ถ้า
คะแนนที่ได้น้อยกว่าคะแนนเกณฑ์ในแต่ละจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม แสดงว่านักเรียนมีจุดบกพร่อง
ในจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมนั้น ถ้าคะแนนที่ได้มากกว่าหรือเท่ากับคะแนนเกณฑ์ในแต่ละจุดประสงค์
เชิงพฤติกรรม แสดงว่านักเรียนไม่มีจุดบกพร่องในจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมนั้น คะแนนเกณฑ์ ก็คือ
คะแนนหรือจำนวนข้อสอบที่น้อยที่สุดที่กำหนดไว้ในจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม ซึ่งนักเรียนสามารถทำได้
ถูกต้อง แสดงว่านักเรียนไม่มีจุดบกพร่องในพฤติกรรมนั้น และการวินิจฉัยนักเรียนแต่ละคนว่าบกพร่อง
ในจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมข้อใดนั้น ให้ใช้ตาราง 10 จุดประสงค์เชิงพฤติกรรมและข้อสอบที่สอดคล้อง
กับแต่ละจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมเป็นหลักในการวินิจฉัยด้วย

3. ค้นหาสาเหตุของความบกพร่องในแต่ละจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมจากตารางการวินิจฉัย
ตาราง 4 - 9

4. บันทึกผลการวินิจฉัยนักเรียนแต่ละคนในแบบบันทึกผลการวินิจฉัย จำนวน 2 ฉบับ
ฉบับหนึ่งสำหรับแจ้งให้นักเรียนทราบ อีกฉบับหนึ่งสำหรับครูเก็บไว้ประกอบการพิจารณาเลื่อนชั้น

หมายเหตุ

1. แบบทดสอบวินิจฉัยวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องโพลิโนเมียล ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นนี้ใช้สำหรับ
นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 (ม.3) ในเขตท้องที่การศึกษาที่ 4 กรุงเทพมหานครเท่านั้น ถ้าจะ
นำไปใช้ในเขตอื่นหรือจังหวัดอื่น ควรกำหนดเกณฑ์ในแต่ละจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมใหม่ เพราะ
สภาพแวดล้อมและความสามารถของนักเรียนแต่ละเขตหรือจังหวัดอาจจะแตกต่างกัน

2. ควรใช้แบบทดสอบนี้ทดสอบนักเรียนหลังจากที่ทำการสอนเนื้อหาแต่ละเนื้อหา แล้วผู้สอน
เพื่อใช้ในการสอนซ่อมเสริมและเป็นแนวทางในการปรับปรุงการเรียนการสอน
3. ควรดำเนินการทดสอบตามคู่มือดำเนินการสอบอย่างเคร่งครัด เพื่อให้ได้ข้อมูลที่
เที่ยงตรงในการวินิจฉัย
4. เมื่อทราบว่านักเรียนมีจุดบกพร่องในเนื้อหาใด ควรแก้ไขและสอนซ่อมเสริม และ
ควรให้นักเรียนทราบจุดบกพร่องของตนด้วย

ตาราง 4 การวินิจฉัยจุดบกพร่องในการเรียน เรื่องการบวกและการลบโมนีเมียล

จุดประสงค์ ข้อที่	ตัวเลือก ที่ถูก	ตัวเลือกที่ผิด	จุดบกพร่อง
1.1.1	1.ข	1.ค 2.ง 3.ค 4.ข	เอาจำนวนที่อยู่ในรูปการบวกโมนีเมียลเป็น โมนีเมียล
	2.ค	1.ก 5.ข	เอาจำนวนที่อยู่ในรูปการลบโมนีเมียลเป็น โมนีเมียล
	3.ข	1.ง 2.ข 3.ง 4.ง	เอาจำนวนที่อยู่ในรูปการหารโมนีเมียลเป็น โมนีเมียล
	4.ก	3.ก 5.ค	เอาจำนวนที่อยู่ในรูปการหารผลบวกโมนีเมียล ด้วยโมนีเมียล เป็นโมนีเมียล
	5.ง	2.ก 4.ค 5.ก	เอาจำนวนที่อยู่ในรูปการคูณโมนีเมียลกับจำนวน ที่ไม่ใช่โมนีเมียล เป็นโมนีเมียล
1.1.2	6.ข	6.ก 8.ข 9.ค	เอาตัวตั้งที่โดยไม่มีเครื่องหมายลบเป็น สัมประสิทธิ์

ตาราง 4 (ต่อ)

จุดประสงค์ ข้อที่	ตัวเลือก ที่ถูกต้อง	ตัวเลือกที่ผิด	จุดบกพร่อง
1.1.2	7.ค 8.ก 9.ง 10.ง	7.ก 10.ข 7.ข 10.ค 6.ง 7.ง 8.ค 9.ข 10.ก 6.ค 8.ง 9.ก	เอาตัวคงที่ค เป็น คข เป็นสัมประสิทธิ์ เอาตัวคงที่ค เป็นส่วน เป็นสัมประสิทธิ์ เอาตัวคงที่คหตัวแปรกำลังหนึ่งเป็นสัมประสิทธิ์ เอาตัวคงที่คโดยไม่มี เอาเครื่องหมายลบคูณตัวแปร กำลังหนึ่ง เป็นสัมประสิทธิ์
1.1.3	11.ค 12.ข 13.ง 14.ค 15.ก	11.ข 12.ก 13.ค 14.ง 15.ค 11.ง 12.ง 13.ก 14.ก 15.ง 11.ก 13.ข 15.ข 12.ค 14.ข	เอากำลังสูงสุดของตัวแปรเป็นดีกรี เอากำลังของตัวแปรแต่ละตัวเป็นดีกรี เอาผลคูณของกำลังของตัวแปรเป็นดีกรี เอาสัมประสิทธิ์ของ โมโนเมียลเป็นดีกรี
1.1.4	16.ก 17.ข 18.ค 19.ข 20.ง	16.ค 17.ง 19.ง 20.ข 17.ก 18.ก 19.ค 16.ข 18.ข 19.ก 20.ก	เอาจำนวนที่มีตัวแปรเหมือนกันและดีกรีเท่ากัน เป็นโมโนเมียลคล้าย เอาจำนวนที่มีตัวแปรเหมือนกันและกำลังของ ตัวแปรตัวหนึ่งเท่ากันเป็นโมโนเมียลคล้าย เอาจำนวนที่มีตัวแปรอย่างน้อยหนึ่งตัวเหมือนกัน และกำลังของตัวแปรเท่ากันเป็นโมโนเมียลคล้าย

ตาราง 4 (ต่อ)

จุดประสงค์ ข้อที่	ตัวเลือก ที่ถูก	ตัวเลือกที่ผิด	จุดบกพร่อง
1.1.4		16.จ 20.ค 17.ค 18.จ	เอาจำนวนที่มีตัวแปรเหมือนกันแต่กำลังของ ตัวแปรไม่เท่ากัน เป็นโมโนเมียลคล้าย เอาจำนวนที่มีสัมประสิทธิ์และตัวแปรเหมือนกัน แต่กำลังของตัวแปรไม่เท่ากัน เป็นโมโนเมียลคล้าย เอาจำนวนที่มีสัมประสิทธิ์และตัวแปรเหมือนกัน และกำลังของตัวแปรตัวหนึ่ง เท่ากัน เป็นโมโนเมียล คล้าย
1.2.1	21.ข 22.ข 23.จ 24.ก 25.ก 26.จ 27.จ 28.ค 29.ข 30.ค	21.จ 22.ค 24.จ 25.ค 26.ข 27.ก 28.ก 29.จ 30.ข 21.ค 22.จ 25.ข 26.ค 27.ค 28.จ 29.ก 30.จ 21.ก 23.ก 27.ข 23.ค 24.ข 23.ข 24.ค 22.ก 25.จ 26.ก 28.ข 29.ค 30.ก	ไม่เข้าใจการบวกจำนวนเต็ม สับสนเครื่องหมายในการบวก นำกำลังของตัวแปรบวกกัน นำกำลังของตัวแปรกำลังหนึ่งบวกกัน นำกำลังของตัวแปรที่เป็นตัวเอกปรากฏอยู่บวกกัน นำกำลังของตัวแปรบวกกันและไม่เข้าใจ การบวกจำนวนเต็ม

ตาราง 4 (ต่อ)

จุดประสงค์ ข้อที่	ตัวเลือก ที่ถูก	ตัวเลือกที่ผิด	จุดบกพร่อง
1.3.1	31.ข	32.ก 37.ก 40.ก	ไม่เข้าใจการบวกจำนวนเต็ม
	32.ค	33.ก 34.ข 36.ก 38.ข 39.ง	ไม่เข้าใจการลบจำนวนเต็ม
	33.ข	32.ง 37.ค 40.ข	สับสนเครื่องหมายในการบวก
	34.ก	31.ก 33.ง 35.ข 39.ก	สับสนเครื่องหมายในการลบ
	35.ก	31.ค 33.ค 35.ค 39.ค	ไม่เข้าใจการเปลี่ยนการลบให้อยู่ในรูปการบวก
	36.ค	32.ข 37.ข	ไม่เข้าใจการบวกจำนวนเต็มและสับสนเครื่องหมาย
	37.ง	.	ในการบวก
	38.ง	34.ค 36.ข 38.ค	ไม่เข้าใจการลบจำนวนเต็มและสับสนเครื่องหมาย
	39.ข	31.ง 34.ง 35.ง	ในการลบ
	40.ค	36.ง 38.ก 40.ง	นำตัวแปรลบกันและไม่เข้าใจการลบจำนวนเต็ม

ตาราง 5 การวินิจฉัยจุดบกพร่องในการเขียนเรื่องการบวกและการลบโพลิโนเมียล

จุดประสงค์ ข้อที่	ตัวเลือก ที่ถูก	ตัวเลือกที่ผิด	จุดบกพร่อง
2.1.1	1.ก	1.ค 3.ค	เอาจำนวนที่อยู่ในรูปการหารโมนเมียล เป็น โพลิโนเมียล
	2.ข	3.ข	เอาจำนวนที่อยู่ในรูปการหารโพลิโนเมียล เป็น โพลิโนเมียล
	3.ง	2.ก 2.ง 3.ก 4.ง 5.ง	เอาจำนวนที่อยู่ในรูปผลบวกของโมนเมียลกับ การหารโมนเมียล เป็นโพลิโนเมียล
	4.ข		
	5.ค	2.ค 4.ก	เอาจำนวนที่อยู่ในรูปผลต่างของโมนเมียลกับ จำนวนที่ไม่ใช่โมนเมียล เป็นโพลิโนเมียล
		4.ค	เอาจำนวนที่อยู่ในรูปผลบวกของโมนเมียลกับ ผลคูณของตัวแปรซึ่งไม่ใช่โมนเมียล เป็น โพลิโนเมียล
		1.ง	เอาจำนวนที่อยู่ในรูปการคูณโมนเมียลกับ จำนวนที่ไม่ใช่โมนเมียล เป็นโพลิโนเมียล
		1.ข 5.ก	เอาจำนวนที่อยู่ในรูปการหารโพลิโนเมียล ซึ่งมีสองพจน์ด้วยโมนเมียล เป็นโพลิโนเมียล
		5.ข	เอาจำนวนที่อยู่ในรูปการหารโพลิโนเมียล ซึ่งมีสามพจน์ด้วยโมนเมียล เป็นโพลิโนเมียล
2.1.2	6.ค	8.ก 9.ก 10ค	เอากำสั่งคู่ของตัวแปร เป็นดีกรี
	7.ข	6.ก	เอาผลบวกของกำลังของตัวแปรทุกตัวเป็นดีกรี

ตาราง 5 (ต่อ)

จุดประสงค์ ข้อที่	ตัวเลือก ที่ถูกต้อง	ตัวเลือกที่ผิด	จุดบกพร่อง
2.1.2	8.ข	7.ค 8.ค 9.ง 10.ง	เอาผลบวกของกำลังของตัวแปรที่เป็นตัวเลข ปรากฏอยู่เป็นตกรีก
	9.ค	7.ง 8.ง	เอาผลคูณของกำลังของตัวแปรที่เป็นตัวเลข ปรากฏอยู่เป็นตกรีก
	10.ก	9.ข 10.ข	เอาผลคูณของกำลังของตัวแปรของพจน์ที่มี ตกรีกสูงที่สุดเป็นตกรีก
		6.ข 7.ก	ไม่เข้าใจความหมายของตกรีกของโพลีโนเมียล
		6.ง	เข้าใจว่ากำลังของตัวแปรที่ไม่มีตัวเลขปรากฏอยู่ คือ กำลังศูนย์
2.1.3	11.ข	11.ก 12.ข 13.ข 14.ข	ไม่นับพจน์อิสระ
		15.ค	
	12.ค	13.ก 14.ก	นับตัวแปรต่างชนิดกัน
	13.ง	13.ค	นับตัวแปรที่แตกต่างกัน
	14.ค	11.ค 11.ง 12.ก 12.ง	ไม่เข้าใจการนับจำนวนพจน์
	15.ข	14.ง 15.ก 15.ง	
2.2.1	16.ก	16.ค 16.ง 17.ค 18.ก	รวมโมนอเมียลไม่คล้าย
		20.ข 21.ก 22.ก	
	17.ข	16.ข 17.ก 18.ค 20.ง	สับสนเครื่องหมายในการลบ
		21.ค 22.ค 23.ง 24.ค	

ตาราง 5 (ต่อ)

จุดประสงค์ ข้อที่	ตัวเลือก ที่ถูกต้อง	ตัวเลือกที่ผิด	จุดบกพร่อง
2.2.1	18.ข	17.ง 19.ก	สับสนเครื่องหมายในการจัดหมู่
	19.ค	24.ข 24.ง 25.ค	สับสนเครื่องหมายในการบวกลบ
	20.ค	18.ง 19.ง 20.ก 22.ข	เข้าวงเล็บโดยไม่ได้เปลี่ยนเครื่องหมายเป็น
	21.ง	23.ข	ตรงข้าม
	22.ง	19.ข	เข้าวงเล็บโดยไม่ได้เปลี่ยนเครื่องหมายเป็น
	23.ค		ตรงข้าม และไม่ได้เข้าใจการลบจำนวนเต็ม
	24.ก	25.ก 25.ข	เข้าวงเล็บโดยไม่ได้เปลี่ยนเครื่องหมายเป็น
	25.ง		ตรงข้าม และไม่ได้เข้าใจการบวกลบจำนวนเต็ม
		21.ข 23.ก	เข้าวงเล็บโดยไม่ได้เปลี่ยนเครื่องหมายเป็นตรงข้าม และสับสนเครื่องหมายในการลบ
2.3.1	26.ข	26.ง 27.ค 28.ข 29.ข	ไม่ได้เข้าใจการบวกจำนวนเต็ม
	27.ก	30.ค 31.ข 32.ค 33.ข	
	28.ง	29.ก 31.ง 32.ก	รวมโมนีเมียลไม่คล้าย
	29.ง	26.ค 27.ข 28.ค 29.ค	สับสนเครื่องหมายในการบวก
	30.ก	30.ข 32.ง 33.ง	
	31.ค	26.ก 27.ง 28.ก 30.ง	นำกำลังของตัวแปรบวกกัน
	32.ข	31.ก 33.ก	นำกำลังของตัวแปรบวกกันและไม่ได้เข้าใจการบวก
	33.ค		จำนวนเต็ม

ตาราง 5 (ต่อ)

จุดประสงค์ ข้อที่	ตัวเลือก ที่ถูก	ตัวเลือกที่ผิด	จุดบกพร่อง
2.4.1	34.ค	34.ข 36.ข 39.ก 39.ค 40.ข	ใช้วิธีบวกแทนลบ
	35.ข	34.ง 35.ง 36.ก 36.ค 40.ง	สับสนเครื่องหมายในการลบ
	36.ง	37.ข 38.ค	รวมโมโนมีอิลไม่คล้าย
	37.ก	34.ก 35.ค 37.ค 37.ง	ลบโดยไม่สนใจเครื่องหมายของพจน์ที่เป็นตัวลบ
	38.ก	38.ข 38.ง 39.ข 40.ก	
	39.ง	35.ก	
	40.ค		

ตาราง 6 การวินิจฉัยจุดบกพร่องในการเรียน เรื่อง การคูณพหุนาม มีผล

จุดประสงค์ ข้อที่	ตัวเลือก ที่ถูก	ตัวเลือกที่ผิด	จุดบกพร่อง
3.1.1	1.ก	1.ข 2.ง 3.ค 4.ก 5.ง 6.ค 7.ข	สับสนเครื่องหมายในการคูณ
	2.ค	1.ค 2.ก 3.ข 4.ง 5.ก 6.ข 7.ค	นำกำลังของตัวแปรคูณกันแทนบวกกัน
	3.ง	1.ง 2.ข 3.ก 4.ค 5.ข 6.ก 7.ง	นำกำลังของตัวแปรคูณกันแทนบวกกัน และ สับสนเครื่องหมายในการคูณ

ตาราง 6 (ต่อ)

จุดประสงค์ ข้อที่	ตัวเลือก ที่ถูกต้อง	ตัวเลือกที่ผิด	จุดบกพร่อง
3.1.1	4.ข 5.ค 6.ง 7.ก		
3.2.1	8.ง 9.ง 10.ค 11.ง 12.ก 13.ก 14.ค 15.ข	8.ก 9.ก 10.ก 11.ก 12.ง 13.ง 14.ก 15.ก 9.ค 11.ค 13.ข 14.ง 15.ค 15.ง 10.ง 12.ข 14.ข 8.ข 8.ค 10.ข 12.ค 9.ข 11.ข 13.ค	รวมโมโนเมียลไม่คล้าย สับสันเครื่องหมายในการดู นำกำลังของตัวแปรดูกันแทนบวกกัน ไม่ได้ เอาคณิศ์หน้าวงเล็บดูจนท้ายในวงเล็บ ไม่ได้ เอาตัวแปรหน้าวงเล็บดูจนท้ายในวงเล็บ ไม่ได้ เอาตัวแปรหน้าวงเล็บดูจนท้ายในวงเล็บ และสับสันเครื่องหมายในการดู
3.3.1	16.ค 17.ข	17.ก 17.ค 18.ก 20.ข 21.ง 24.ก 25.ก 16.ง 18.ง 19.ก 23.ข 16.ข 17.ง 18.ข 19.ง 20.ค	สับสันเครื่องหมายในการดู สับสันเครื่องหมายในการรวมโมโนเมียล บกพร่องในการรวมโมโนเมียล

ตาราง 6 (ต่อ)

จุดประสงค์ ข้อที่	ตัวเลือก ที่ถูก	ตัวเลือกที่ผิด	จุดบกพร่อง
3.3.1	18.ค	21.ข 22.ก 23.ค 24.ค	บกพร่องในการรวมโมโนเมียล
		25.ข	
	19.ข	16.ก 19.ค 20.ง 21.ก	บกพร่องในการรวมโมโนเมียลและสับสั่น
	20.ก	22.ข 23.ง 24.ง	เครื่องหมายในการคูณ
	21.ค	22.ค 25.ง	สับสั่นเครื่องหมายในการคูณและในการรวม โมโนเมียล
	22.ง		
	23.ก		
	24.ข		
	25.ค		
3.3.2	26.ง	30.ข 31.ข 33.ง	สับสั่นเครื่องหมายในการคูณ
	27.ค	26.ค 27.ง 29.ง 31.ค	สับสั่นเครื่องหมายในการรวมโมโนเมียล
		34.ก	
	28.ง	28.ก 28.ข 30.ง 31.ก	บกพร่องในการรวมโมโนเมียล
		32.ข 35.ก	
	29.ค	26.ก 27.ก 29.ก 33.ก	ผิดพลาดเครื่องหมายของพจน์แรกที่ได้จาก การตั้งคูณ
		34.ค 35.ค	
	30.ก	26.ข 27.ข 29.ข 30.ค	บกพร่องในการรวมโมโนเมียลและสับสั่น
	31.ง	32.ค 33.ข 35.ง	เครื่องหมายในการคูณ

ตาราง 6 (ต่อ)

จุดประสงค์ ข้อที่	ตัวเลือก ที่ถูก	ตัวเลือกที่ผิด	จุดบกพร่อง
3.3.2	32.ก	32.ง 34.ง	บกพร่องในการรวมโมโนเมียลและสับสัน
	33.ค		เครื่องหมายในการรวมโมโนเมียล
	34.ข	28.ค	ผิดพลาดในการคูณ
	35.ข		

ตาราง 7 การวินิจฉัยจุดบกพร่องในการเขียนเรื่องการหารโพลิโนเมียล

จุดประสงค์ ข้อที่	ตัวเลือก ที่ถูก	ตัวเลือกที่ผิด	จุดบกพร่อง
4.1.1	1.ง	1.ค 2.ก 3.ก 4.ข 5.ง	สับสันเครื่องหมายในการหาร
	2.ข	1.ข 2.ง 3.ง 4.ค 5.ก	นำกำลังของตัวแปรบวกกันแทนลบกัน
	3.ข	1.ก 2.ค 3.ค 4.ง 5.ข	นำกำลังของตัวแปรบวกกันแทนลบกัน
	4.ก		และสับสันเครื่องหมายในการหาร
	5.ค		
4.1.2	6.ข	6.ค 7.ง 10.ง	เข้าใจว่าจำนวนที่หารกันลงตัวจะต้องมีสัมประสิทธิ์
	7.ก		หารกันลงตัวเป็นจำนวนเต็ม
	8.ง	6.ค 7.ค 8.ข 9.ก	เข้าใจว่าจำนวนที่หารกันลงตัวจะต้องมีตัวแปร
	9.ค	10.ข	อย่างน้อยหนึ่งตัวหารกันได้

ตาราง 7 (ต่อ)

จุดประสงค์ ข้อที่	ตัวเลือก ที่ถูก	ตัวเลือกที่ผิด	จุดบกพร่อง
4.1.2	10.ค	6.ง 7.ข 8.ค 9.ข 8.ก 9.ง 10.ก	เข้าใจว่าจำนวนที่หารกันลงตัวจะต้องเป็น เศษส่วนอย่างต่ำของตัวแปรต่างชนิดกัน เข้าใจว่าจำนวนที่หารกันลงตัวจะต้องมี สัมประสิทธิ์หารกันลงตัว เป็นจำนวนเต็มและมี : ตัวแปรอย่างน้อยหนึ่งตัวหารกันได้
4.2.1	11.ข 12.ค 13.ข 14.ก 15.ง 16.ง 17.ค 18.ข	11.ก 12.ข 13.ก 15.ค 16.ค 17.ง 18.ก 11.ค 12.ง 13.ค 14.ง 12.ก 13.ง 11.ง 14.ค 14.ข 15.ข 16.ก 17.ก 16.ข 17.ข 18.ค 15.ก 18.ง	สับสนเครื่องหมายในการหาร ไม่หารพจน์แรก ไม่หารพจน์ท้าย ไม่หารตัวแปรพจน์แรก ไม่หารตัวแปรพจน์ท้าย ไม่หารสัมประสิทธิ์ในพจน์ท้าย ไม่หารพจน์แรกและพจน์ที่ล่อง ไม่หารตัวแปรพจน์แรกและพจน์ที่ล่อง ไม่หารตัวแปรพจน์แรก และไม่หารสัมประสิทธิ์ ในพจน์ท้าย ไม่หารตัวแปรพจน์แรกและพจน์ที่ล่อง และ สับสนเครื่องหมายในการหาร

ตาราง 7 (ต่อ)

จุดประสงค์ ข้อที่	ตัวเลือก ที่ถูก	ตัวเลือกที่ผิด	จุดบกพร่อง
4.2.2	19.ค 20.ก 21.ข 22.ง 23.ก 24.ง 25.ค	19.ก 20.ง 21.ง 22.ค 23.ง 24.ก 25.ก 19.ง 20.ข 21.ค 23.ค 24.ข 25.ข 21.ก 25.ง 20.ค 22.ข 22.ก 24.ค 19.ข 23.ข	ไม่เข้าใจความหมายของผลหารและเศษ ทอนจำนวนที่ไม่ใช่โมนีเมิลเป็นอย่างต่ำ เป็นคำตอบของเศษ เอาเศษจากการทอนจำนวนที่ไม่ใช่โมนีเมิล เป็นอย่างต่ำเป็นคำตอบของเศษ เอาเศษที่เหลือจากการหารไม่ลงตัวเป็นคำตอบ ของเศษ เอาพจน์ท้ายที่เป็นพจน์อิสระซึ่งหารไม่ลงตัว เป็นคำตอบของผลหารด้วย เอาเศษเฉพาะตัวแปรของจำนวนที่ไม่ใช่ โมนีเมิลเป็นคำตอบของเศษ และตัวคงที่ เป็นคำตอบของผลหาร
4.3.1	26.ก 27.ง 28.ค 29.ก 30.ค 31.ข	26.ค 27.ก 27.ข 28.ง 29.ค 30.ก 30.ง 31.ค 32.ก 32.ข 33.ก 34.ก 34.ข 35.ค 35.ง 26.ข 27.ค 29.ง 31.ก 32.ค 34.ค 35.ข	สลับเครื่องหมายในการลบ สลับเครื่องหมายในการลบและคูณ

ตาราง 7 (ต่อ)

จุดประสงค์ ข้อที่	ตัวเลือก ที่ถูก	ตัวเลือกที่ผิด	จุดบกพร่อง
4.3.1	32.ง	26.ง 28.ก 31.ง 33.ง	ลบโดยไม่สนใจเครื่องหมายของพจน์ที่เป็นตัวลบ
	33.ข	28.ข 29.ข 30.ข 33.ค	ลบโดยไม่สนใจเครื่องหมายของพจน์ที่เป็นตัวลบ
	34.ง		และสลับเครื่องหมายในการลบ
	35.ก		

ตาราง 8 การวินิจฉัยจุดบกพร่องในการเรียนเรื่องสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว

จุดประสงค์ ข้อที่	ตัวเลือก ที่ถูก	ตัวเลือกที่ผิด	จุดบกพร่อง
5.1.1	1.ค	1.ก 1.ข 1.ง	ไม่สามารถหาสมการสมมูลได้ ทั้งนี้เพราะ ไม่เข้าใจสมการสมมูลหรือบกพร่องในการ แก้สมการ
	2.ง	2.ก 2.ข 2.ค	
	3.ค	3.ก 3.ข 3.ง	
	4.ข	4.ก 4.ค 4.ง	
	5.ง	5.ก 5.ข 5.ค	
5.1.2	6.ข	6.ก 7.ง 10.ข	เอาสมการกำลังสองเป็นสมการเชิงเส้นตัวแปร ตัวแปรเดียว
	7.ข		
	8.ก	6.ค 9.ก 10.ค	เอาสมการที่มีตัวแปรกำลังหนึ่งต่างชนิดกัน อยู่ในรูปผลบวกเป็นสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว
	9.ค		

ตาราง 8 (ต่อ)

จุดประสงค์ ข้อที่	ตัวเลือก ที่ถูก	ตัวเลือกที่ผิด	จุดบกพร่อง
5.1.2	10.ง	7.ก 8.ข 7.ค 8.ค 9.ข 10.ก 6.ง 8.ง 9.ง	เอา ล้มการที่มีตัวแปรกำลังหนึ่งตัวต่างกันอยู่ใน รูปผลต่าง เป็นล้มการเชิงเส้นตัวแปรเดียว เอา ล้มการที่มีตัวแปรกำลังหนึ่งตัวต่างกันอยู่ใน รูปผลคูณ เป็นล้มการเชิงเส้นตัวแปรเดียว เอา ล้มการที่มีตัวแปรตัวเดียวซึ่งมีกำลัง ไม่ใช่ กำลังหนึ่ง เป็นล้มการเชิงเส้นตัวแปรเดียว
5.2.1	11.ก 12.ก 13.ค 14.ง 15.ข 16.ข 17.ค 18.ง 19.ข 20.ก	11.ค 11.ง 12.ง 13.ก 13.ข 17.ง 11.ข 12.ข 13.ง 18.ค 19.ก 20.ข 14.ก 15.ก 16.ง 12.ค 14.ข 15.ค 16.ค 17.ก 19.ค 20.ค 17.ข 18.ก 19.ง 16.ก 14.ค 15.ง 18.ข 20.ง	สับเปลี่ยนย้ายข้าง เพื่อรวมโมโนเมียลคล้าย กำจัดสัมประสิทธิ์ของตัวแปรโดยย้ายข้างเป็น จำนวนตรงข้ามไปหาร สับเปลี่ยนเครื่องหมายในการถอดวงเล็บ บกพร่องในการรวมโมโนเมียล ไม่ได้เอาตัวคงที่หน้าวงเล็บคูณแจกย้ายในวงเล็บ ไม่ได้เอา ค.ร.น. คูณทุกจำนวน บกพร่องในการรวมโมโนเมียลที่มีส่วน เป็นตัวคงที่ สับเปลี่ยนเครื่องหมายในการถอดวงเล็บ และสับเปลี่ยน ในการย้ายข้าง เพื่อรวมโมโนเมียลคล้าย ไม่ได้ เอาตัวคงที่หน้าวงเล็บคูณแจกย้ายในวงเล็บ และสับเปลี่ยนย้ายข้าง เพื่อรวมโมโนเมียลคล้าย เอาส่วนหารตัวคงที่ที่หารลงตัวได้

ตาราง 9 การวินิจฉัยจุดบกพร่องในการเรียน เรื่อง โจทย์ส่มการเชิงเส้นตัวแปรเดียว

จุดประสงค์ ข้อที่	ตัวเลือก ที่ถูกต้อง	ตัวเลือกที่ผิด	จุดบกพร่อง
6.1.1	1.ข 2.ข 3.ค 4.ก 5.ก 6.ง 7.ค 8.ก	1.ก 3.ข 3.ง 4.ข 6.ก 6.ข 7.ก 7.ข 7.ง 8.ข 8.ง 1.ค 5.ข 2.ก 2.ค 2.ง 3.ก 5.ง 1.ง 4.ง 6.ค 4.ค 5.ค 8.ค	แปลความหมายของโจทย์ไม่ถูกต้อง เอาตัวเลขเป็นตัวตั้งและตัวแปรเป็นตัวลบ บกพร่องความรู้พื้นฐาน เรื่องจำนวนเต็ม ไม่สามารถใช้สัญลักษณ์แทนข้อความได้ ใช้สัญลักษณ์การคูณแทนข้อความว่า "มากกว่า" "ผลบวกของ" และ "แก้กว่า" ไม่ได้ใส่วงเล็บ
6.2.1	9.ก 10.ง 11.ง 12.ก 13.ค 14.ค 15.ง	9.ข 10.ข 10.ค 13.ข 13.ง 15.ข 9.ค 9.ง 10.ก 13.ก 15.ก 11.ค 14.ง 15.ค 11.ก	แปลความหมายของโจทย์ไม่ถูกต้อง เอาตัวเลขเป็นตัวตั้งและตัวแปรเป็นตัวลบ ใช้สัญลักษณ์การคูณแทนข้อความว่า "แก้กว่า" ไม่สามารถสรุปขอบเขตข้อความเป็นสมการได้ เอาจำนวนที่มีส่วนเป็นตัวลบมากกว่าเป็นตัวตั้ง บกพร่องความรู้พื้นฐาน เรื่องคุณสมบัติของ สามเหลี่ยมหน้าจั่ว บกพร่องความรู้พื้นฐานโดย เอาจำนวนคนที่แบ่งลบ ออกจากจำนวนเงิน

ตาราง 9 (ต่อ)

จุดบกพร่อง ข้อที่	ตัวเลือก ที่ถูก	ตัวเลือกที่ผิด	จุดบกพร่อง
6.2.1		11.ข	บกพร่องความรู้พื้นฐานโดย อาศัยจำนวนคนที่แบ่งกลุ่ม จำนวนเงิน
		12.ข	บกพร่องความรู้พื้นฐานโดย อาศัยจำนวน กลุ่มหารด้วย จำนวนเงิน
		12.ค	บกพร่องความรู้พื้นฐานโดย อาศัยจำนวน กลุ่มคูณ จำนวนเงิน
		12.ง	บกพร่องความรู้พื้นฐานโดย อาศัยจำนวน กลุ่มบวก จำนวนเงิน
		14.ก 14.ข	บกพร่องความรู้พื้นฐานโดย อาศัยอัตราความถี่ของ ระยะทาง
6.3.1	16.ข	16.ก 17.ก 19.ข	ไม่ได้ใช้วงเล็บ
	17.ค	16.ค	สับเปลี่ยนย้ายข้าง เพื่อรวมโมนีเมียลคล้าย
	18.ข	16.ง	ไม่ได้ใช้วงเล็บ และสับเปลี่ยนย้ายข้าง เพื่อรวม โมนีเมียลคล้าย
	19.ก		โมนีเมียลคล้าย
	20.ง	17.ข	แปลความหมายของโจทย์ไม่ถูกต้อง
		17.ง 18.ง 19.ค	ไม่สามารถสรุป ขอบเขตข้อความ เป็นสมการได้
		18.ก 20.ก	ไม่สามารถสรุป ขอบเขตข้อความ เป็นสมการได้ และใช้คุณสมบัติการคูณแทนการหารในการแก้ สมการ

ตาราง 9 (ต่อ)

จุดประสงค์ ข้อที่	ตัวเลือก ที่ถูก	ตัวเลือกที่ผิด	จุดบกพร่อง
6.3.1		18.ค 20.ข 20.ค 19.ง	บกพร่องในการรวมเงื่อนไขที่มีส่วนเป็น ตัวคงที่ บกพร่องความรู้พื้นฐานเรื่องคุณสมบัติของ สี่เหลี่ยมผืนผ้า

ตาราง 10 รุตประสงค์เชิงพฤติกรรมและข้อสอบที่สอดคล้องกับแต่ละจุดประสงค์

ฉบับที่	ตอนที่	ข้อที่	จุดประสงค์ ข้อที่	จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม
1	1	1 - 5	1.1.1	เมื่อกำหนดจำนวนต่าง ๆ ให้ นักเรียนสามารถบอกได้ว่า จำนวนใดเป็นโรมันเมืลได้ถูกต้องอย่างน้อย 4 ใน 5 ข้อ
		6 - 10	1.1.2	เมื่อกำหนดโรมัน เมืลให้ นักเรียนสามารถบอกสมบัติ ของโรมันเมืลได้ถูกต้องอย่างน้อย 4 ใน 5 ข้อ
		11 - 15	1.1.3	เมื่อกำหนดโรมันเมืลให้ นักเรียนสามารถบอกชื่อ โรมันเมืลได้ถูกต้องอย่างน้อย 4 ใน 5 ข้อ
		16 - 20	1.1.4	เมื่อกำหนดโรมันเมืลเป็นคู่ ๆ ให้ นักเรียนสามารถบอก ได้ว่าโรมันเมืลคู่ใดคล้ายกันได้ถูกต้องอย่างน้อย 4 ใน 5 ข้อ
	2	21 - 30	1.2.1	เมื่อกำหนดโรมัน เมืลให้ นักเรียนสามารถทบทวน ของ โรมันเมืลได้ถูกต้องอย่างน้อย 7 ใน 10 ข้อ
	3	31 - 40	1.3.1	เมื่อกำหนดโรมัน เมืลให้ นักเรียนสามารถทบทวน ของ โรมันเมืลได้ถูกต้องอย่างน้อย 7 ใน 10 ข้อ
2	1	1 - 5	2.1.1	เมื่อกำหนดจำนวนต่าง ๆ ให้ นักเรียนสามารถบอกได้ว่า จำนวนใด เป็นโพลิโนเมืลได้ถูกต้องอย่างน้อย 4 ใน 5 ข้อ
		6 - 10	2.1.2	เมื่อกำหนดโพลิโน เมืลให้ นักเรียนสามารถบอกชื่อ โพลิโนเมืลได้ถูกต้องอย่างน้อย 4 ใน 5 ข้อ
		11 - 15	2.1.3	เมื่อกำหนดโพลิโน เมืลให้ นักเรียนสามารถบอกจำนวนพจน์ ของโพลิโนเมืลได้ถูกต้องอย่างน้อย 4 ใน 5 ข้อ

ตาราง 10 (ต่อ)

ฉบับที่	ตอนที่	ข้อที่	จุดประสงค์ ข้อที่	จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม
2	2	16 - 25	2.2.1	เมื่อกำหนดโพลีโนเมียลให้ นักเรียนสามารถทำให้เป็น โพลีโนเมียลในรูปผลสำเร็จได้ถูกต้องอย่างน้อย 6 ใน 10 ข้อ
	3	26 - 33	2.3.1	เมื่อกำหนดโพลีโนเมียลให้ นักเรียนสามารถหาผลบวกของ โพลีโนเมียลได้ถูกต้องอย่างน้อย 5 ใน 8 ข้อ
	4	34 - 40	2.4.1	เมื่อกำหนดโพลีโนเมียลให้ นักเรียนสามารถหาผลลบของ โพลีโนเมียลได้ถูกต้องอย่างน้อย 4 ใน 7 ข้อ
3	1	1 - 7	3.1.1	เมื่อกำหนดโมนีเมียลให้ นักเรียนสามารถหาผลคูณของ โมนีเมียลได้ถูกต้องอย่างน้อย 5 ใน 7 ข้อ
	2	8 - 15	3.2.1	เมื่อกำหนดโมนีเมียลกับโพลีโนเมียลที่ไม่ใช่โมนีเมียลให้ นักเรียนสามารถหาผลคูณของโมนีเมียลกับโพลีโนเมียลได้ ถูกต้องอย่างน้อย 5 ใน 8 ข้อ
	3	16 - 25	3.3.1	เมื่อกำหนดโพลีโนเมียลให้ นักเรียนสามารถหาผลคูณของ โพลีโนเมียลโดยวิธีสัดได้ถูกต้องอย่างน้อย 6 ใน 10 ข้อ
		26 - 35	3.3.2	เมื่อกำหนดโพลีโนเมียลให้ นักเรียนสามารถหาผลคูณของ โพลีโนเมียลโดยวิธีตั้งคูณได้ถูกต้องอย่างน้อย 6 ใน 10 ข้อ
4	1	1 - 5	4.1.1	เมื่อกำหนดโมนีเมียลให้ นักเรียนสามารถหาผลหารของ โมนีเมียลได้ถูกต้องอย่างน้อย 3 ใน 5 ข้อ

ตาราง 10 (ต่อ)

ฉบับที่	ตอนที่	ข้อที่	จุดประสงค์ข้อที่	จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม
4	1	6 - 10	4.1.2	เมื่อกำหนดโมโนเมิลหารด้วยโมโนเมิลให้นักเรียนสามารถบอกได้ว่า โมโนเมิลคู่ใดเป็นการหารลงตัวได้ถูกต้องอย่างน้อย 3 ใน 5 ข้อ
	2	11 - 18	4.2.1	เมื่อกำหนดโพลีโนเมิลที่ไม่ใช่โมโนเมิลหารด้วยโมโนเมิล และเป็นการหารลงตัวให้นักเรียนสามารถหาผลหารได้ถูกต้องอย่างน้อย 5 ใน 8 ข้อ
		19 - 25	4.2.2	เมื่อกำหนดโพลีโนเมิลที่ไม่ใช่โมโนเมิลหารด้วยโมโนเมิล และเป็นการหารไม่ลงตัวให้นักเรียนสามารถหาผลหารและเศษของการหารได้ถูกต้องอย่างน้อย 4 ใน 7 ข้อ
	3	26 - 35	4.3.1	เมื่อกำหนดโพลีโนเมิลหารด้วยโพลีโนเมิลที่ต่างก็ไม่ใช่โมโนเมิลให้นักเรียนสามารถหาผลหารและเศษของการหารได้ถูกต้องอย่างน้อย 6 ใน 10 ข้อ
5	1	1 - 5	5.1.1	เมื่อกำหนดสมการให้นักเรียนสามารถบอกสมการที่สมมูลกับสมการที่กำหนดให้ได้ถูกต้องอย่างน้อย 4 ใน 5 ข้อ
		6 - 10	5.1.2	เมื่อกำหนดสมการให้นักเรียนสามารถบอกได้ว่าสมการใดเป็นสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวได้ถูกต้องอย่างน้อย 4 ใน 5 ข้อ

ตาราง 10 (ต่อ)

ฉบับที่	ตอนที่	ข้อที่	จุดประสงค์ ข้อที่	จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม
5	2	11 - 20	5.2.1	เมื่อกำหนดสัมภาระ เียงเส้นตัวแปรเดียวให้ นักเรียนสามารถ ใช้คุณสมบัติของความเท่ากันแก้สมการเพื่อหาคำตอบได้ ถูกต้องอย่างน้อย 6 ใน 10 ข้อ
6	1	1 - 8	6.1.1	เมื่อกำหนดข้อความให้ นักเรียนสามารถเปลี่ยนข้อความ เป็นสัญลักษณ์ได้ถูกต้องอย่างน้อย 5 ใน 8 ข้อ
	2	9 - 15	6.2.1	เมื่อกำหนดโจทย์สมการ เียงเส้นตัวแปรเดียวให้ นักเรียน สามารถบอกสมการแสดงความสัมพันธ์ตามที่โจทย์กำหนดให้ ได้ถูกต้องอย่างน้อย 4 ใน 7 ข้อ
	3	16 - 20	6.3.1	เมื่อกำหนดโจทย์สมการ เียงเส้นตัวแปรเดียวให้ นักเรียน สามารถหาคำตอบของโจทย์สมการได้ถูกต้องอย่างน้อย 3 ใน 5 ข้อ

การสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง โพลีโนเมียล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 (ม.3)

ในเขตท้องที่การศึกษาที่ 4 กรุงเทพมหานคร

บทคัดย่อ

ของ

วรรณดี ชูถวิลวิทยานนท์

เสนอต่อมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร

เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร

ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต

เมษายน 2524

การศึกษาค้นคว้าครั้งนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง
โพลีโนเมียล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 (ม.3) ให้มีคุณภาพสูง แบบทดสอบที่สร้างขึ้น
มีหกฉบับ คือ แบบทดสอบการบวกและการลบโพลีโนเมียล แบบทดสอบการบวกและการลบ
โพลีโนเมียล แบบทดสอบการคูณโพลีโนเมียล แบบทดสอบการหารโพลีโนเมียล แบบทดสอบ
สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว และแบบทดสอบโจทย์สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว เพื่อใช้ค้นหา
จุดบกพร่องในการเรียน กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา
ปีที่ 3 (ม.3) ปีการศึกษา 2523 ของโรงเรียนสังกัดกรมสามัญศึกษา ในเขตท้องที่การศึกษา
ที่ 4 กรุงเทพมหานคร จำนวน 750 คน ซึ่งเลือกโดยวิธีสุ่มอย่างง่าย สำหรับการสร้าง
แบบทดสอบมีวิธีดำเนินการสร้างดังนี้ คือ สร้างแบบทดสอบเพื่อสำรวจแบบให้แสดงวิธีทำและ
เติมคำ โดยเขียนข้อสอบให้สอดคล้องกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม นำไปทดสอบเพื่อสำรวจ
จุดบกพร่องและรวบรวมคำตอบผิด แล้วดัดแปลง เป็นแบบทดสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบชนิด
สี่ตัวเลือก โดยนำคำตอบที่นักเรียนส่วนมากตอบผิดในแบบทดสอบเพื่อสำรวจมาเป็นตัวลวง
นำไปทดสอบสามครั้ง คือ ทดสอบครั้งที่หนึ่งและครั้งที่สอง เพื่อคัดเลือกและปรับปรุงข้อสอบ
และทดสอบครั้งที่สาม เพื่อหาคุณภาพของแบบทดสอบ

ผลจากการศึกษาพบว่า แบบทดสอบวินิจฉัยมีความยากของข้อสอบตั้งแต่ .50 ขึ้นไป
ทำอำนาจจำแนกของข้อสอบตั้งแต่ .03 ขึ้นไป ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ คำนวณหา
โดยใช้สูตรการหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบอิง เกณฑ์ของสปรังสัน มีค่าตั้งแต่ .7349 -
.9558 ซึ่งเป็นค่าความเชื่อมั่นที่เชื่อถือได้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และความเที่ยงตรง
ตามเนื้อหาของแบบทดสอบ หาโดยให้ผู้เชี่ยวชาญทางเนื้อหา เป็นผู้พิจารณาตรวจสอบ ปรากฏว่า
แบบทดสอบวินิจฉัยทั้งหกฉบับ สามารถวัดเรื่อง โพลีโนเมียลได้จริง

A CONSTRUCTION OF A DIAGNOSTIC TEST IN POLYNOMIAL FOR MATAYOM SUKSA III
STUDENTS IN THE FOURTH EDUCATIONAL REGION OF BANGKOK METROPOLITAN

AN ABSTRACT

BY

WANDEE CHUNHAVUTTIYANON

Presented in partial fulfillment of the requirements
for the Master of Education degree
at Srinakharinwirot University
April 1981

The purpose of the study was to construct a qualitative diagnostic test in Polynomial for Matayom Suksa III students in the Fourth Educational Region of Bangkok Metropolitan. Six subtests were constructed: Addition and Subtraction of Monomial, Addition and Subtraction of Polynomial, Multiplication of Polynomial, Division of Polynomial, Linear Equation and Word Problem of Linear Equation. They were used to determine points of faulty in learning. The sample of the study consisted of 750 students: Matayom Suksa III students of the academic year 1980 in the Fourth Educational Region of Bangkok Metropolitan were selected by using the simple random sampling technique. The test construction according to the behavior objectives was begun with a survey test in the form of written method and completion. Survey tests were administered in order to identify errors and to collect incorrect answer. Then the incorrect answer generated by pupils in the survey test became distractors in a multiple-choice diagnostic test. The tests were tried out twice to select items and improve items and then the tests were tried out again to find their quality.

The result of the study indicated that the difficulty index of each item was equal to or more than .05 and the discrimination index of each item was equal to or more than .03. The reliability of the test, calculated by Livingston's formula, ranged from .7349 to .9558. So the reliability was significant at 0.1 level. The content validity of the test, considered by the content specialists, was relevant.