

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อประยุกต์ใช้ทฤษฎีรูปแบบฟาเซท ในการสร้างและพัฒนาแบบทดสอบภูษานาน สำหรับการวัดผลและประเมินผลการเรียนตามจุดประสงค์การเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง การแยกตัวประกอบของพหุนาม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ซึ่งมีวิธีการดำเนินการวิจัยตามลำดับดังนี้

- 3.1 ประชากร
- 3.2 กลุ่มตัวอย่าง
- 3.3 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
- 3.4 การดำเนินการสร้างแบบทดสอบภูษานาน
- 3.5 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

3.1 ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2538 ของโรงเรียนในสังกัดกรมสามัญศึกษา จังหวัดขอนแก่น จำนวน 16,716 คน 371 ห้อง จาก 65 โรงเรียน ดังรายละเอียดในตารางที่ 5

ตารางที่ 5 แสดงจำนวนโรงเรียน จำนวนห้องเรียน และจำนวนนักเรียนที่ใช้เป็นประชากรในการศึกษา จำแนกตามขนาดของโรงเรียน

โรงเรียน	จำนวนโรงเรียน	จำนวนห้องเรียน	จำนวนนักเรียน
ใหญ่พิเศษ	6	64	3,907
ใหญ่	8	82	3,537
กลาง	28	160	6,704
เล็ก	23	65	3,568
รวม	65	370	16,716

3.2 กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษา เป็นนักเรียนชายหญิงชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2538 ของโรงเรียนในสังกัดกรมสามัญศึกษา จังหวัดขอนแก่น จำนวน 423 คน จาก 7 โรงเรียน ซึ่งได้จากการคำนวณขนาดของกลุ่มตัวอย่างตามสูตรของ ยามาเน (Yamane, 1967 อ้างในอุทุมพร จามรمان, 2532) เมื่อยอมให้เกิดความคลาดเคลื่อนได้ไม่เกิน 5% ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% พบว่าประชากรขนาด 16,716 คน จะได้กลุ่มตัวอย่างจำนวน 390 คน ในครั้งนี้ผู้วิจัยใช้กลุ่มตัวอย่าง 423 คน โดยมีวิธีการสุ่มแบบหลายขั้นตอน (Stratified Multi -Stage Sampling) ดังนี้

จากจำนวนโรงเรียนที่สุ่มในแต่ละขนาดคำนวณว่ามีนักเรียนประมาณห้องละ 47 คน 9 ห้องเรียนจาก 7 โรงเรียน จึงจะได้กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 423 คน

ขั้นที่ 1 สุ่มโรงเรียนโดยวิธีการสุ่มแบบแบ่งชั้น (Stratified Random Sampling) ตามขนาดของโรงเรียน ดังนี้

โรงเรียนขนาดใหญ่พิเศษ	มีทั้งหมด	6 โรงเรียน
โรงเรียนขนาดใหญ่	มีทั้งหมด	8 โรงเรียน
โรงเรียนขนาดกลาง	มีทั้งหมด	28 โรงเรียน
โรงเรียนขนาดเล็ก	มีทั้งหมด	23 โรงเรียน

คำนวณจำนวนโรงเรียนแต่ละขนาดโดยการเทียบสัดส่วน ได้สัดส่วนดังนี้คือ 1:1:3:2 ได้โรงเรียนที่สุ่มจำนวน 7 โรงเรียน เป็นโรงเรียนขนาดใหญ่พิเศษ 1 โรงเรียน โรงเรียนขนาดใหญ่ 1 โรงเรียน โรงเรียนขนาดกลาง 3 โรงเรียน และโรงเรียนขนาดเล็ก 2 โรงเรียน แล้ว สุ่มอย่างง่ายในโรงเรียนแต่ละขนาดได้โรงเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่างดังรายละเอียดในตารางที่ 6

ตารางที่ 6 แสดงจำนวนกลุ่มตัวอย่างแยกตามขนาดโรงเรียนจำนวนห้องเรียนและจำนวนนักเรียน

โรงเรียน	จำนวนห้องเรียน	จำนวนนักเรียน
<u>โรงเรียนขนาดใหญ่พิเศษ</u> โรงเรียนขอนแก่นวิทยายน	14	812
<u>โรงเรียนขนาดใหญ่</u> โรงเรียนขามแก่นนคร	12	615
<u>โรงเรียนขนาดกลาง</u> 1. โรงเรียนฝางวิทยายน 2. โรงเรียนโคกสีพิทยาสรรพ์ 3. โรงเรียนพระยีนวิทยาการ	5 4 4	242 250 222
<u>โรงเรียนขนาดเล็ก</u> 1. โรงเรียนพระธาตุขามแก่น 2. โรงเรียนขอนแก่นวิทยาลัย	3 2	141 82
รวม	44	2,364

ขั้นที่ 2 สุ่มห้องเรียนจากแต่ละโรงเรียนที่ได้จากการสุ่มในขั้นที่ 1 โดยการเทียบสัดส่วนของจำนวนห้องเรียนในแต่ละโรงเรียนได้สัดส่วนดังนี้ 2:2:1:1:1:1:1 ได้โรงเรียนขนาดใหญ่พิเศษ 2 ห้องเรียน โรงเรียนขนาดใหญ่ 2 ห้องเรียน โรงเรียนขนาดกลางและขนาดเล็กได้โรงเรียนละ 1 ห้องเรียน รวมทั้งหมด 9 ห้องเรียน แล้วจึงสุ่มห้องเรียนในแต่ละโรงเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง โดยวิธีการสุ่มอย่างง่ายตามจำนวนห้องที่เทียบส่วนสัดส่วนไว้ ได้นักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่างจำนวน 423 คน ดังรายละเอียดในตารางที่ 7

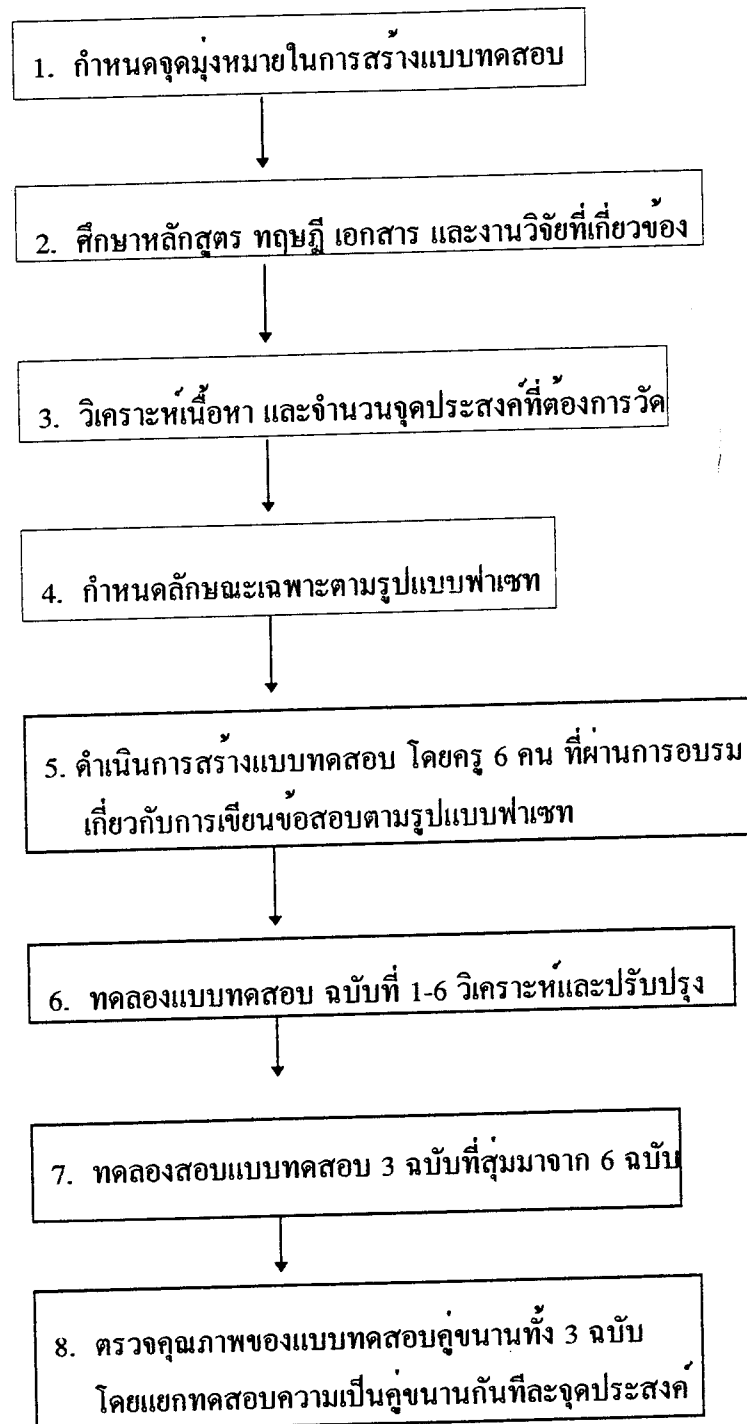
ตารางที่ 7 แสดงจำนวนนักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่างจำแนกตามขนาดของโรงเรียน

โรงเรียน	จำนวนห้องเรียน	จำนวนนักเรียน
<u>โรงเรียนขนาดใหญ่พิเศษ</u> โรงเรียนขอนแก่นวิทยายน	2	100
<u>โรงเรียนขนาดใหญ่</u> โรงเรียนขามแก่นนคร	2	91
<u>โรงเรียนขนาดกลาง</u> 1. โรงเรียนฝางวิทยายน 2. โรงเรียนโคกสีพิทยาสรรพ์ 3. โรงเรียนพระยีนวิทยาการ	1 1 1	48 47 46
<u>โรงเรียนขนาดเล็ก</u> 1. โรงเรียนขอนแก่นวิทยาลัย 2. โรงเรียนพระธาตุขามแก่น	1 1	47 44
รวม	9	423

ขั้นที่ 3 นำนักเรียนในห้องเรียนที่สุ่มมาได้ทั้งหมด 9 ห้องเรียน จำนวน 423 คน ไปใช้ในการทดสอบคุณภาพของแบบทดสอบที่สร้างขึ้น

3.3 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ สร้างขึ้นโดยครู 6 คน ที่สอนวิชาคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ผ่านการอบรมการเขียนข้อสอบตามรูปแบบฟาเซท เป็นแบบทดสอบอิงเกณฑ์ แบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก วิชาคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เรื่อง การแยกตัวประกอบของพหุนาม จำนวน 6 ฉบับ และคัดเลือกแล้วจัดเข้าเป็นแบบทดสอบคู่ขนาน จำนวน 3 ฉบับ และในแต่ละฉบับจะมีทั้งหมด 6 จุดประสงค์ โดยแยกทดสอบความเป็นคู่ขนานเป็นรายจุดประสงค์ ผู้วิจัยได้กำหนดแผนดำเนินการสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ตามขั้นตอนต่าง ๆ ตามแผนภาพที่ 4



แผนภาพที่ 4 แสดงลำดับขั้นตอนในการวางแผนการดำเนินการสร้าง

รายละเอียดขั้นตอนต่าง ๆ ในการสร้างแบบทดสอบคู่ขนาน มีดังนี้

- 1) กำหนดจุดมุ่งหมายในการสร้างแบบทดสอบ ดังนี้

เพื่อสร้างแบบทดสอบคู่ขนาน โดยใช้รูปแบบฟาเซท วิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง การแยกตัวประกอบของพหุนาม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

2) ศึกษาทฤษฎี เอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสร้างแบบทดสอบคู่ขนาน ตลอดจนเอกสารหลักสูตร คู่มือครู แผนการสอน วิชาคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เรื่อง การแยกตัวประกอบของพหุนามผู้วิจัยได้กำหนดขอบเขตของเนื้อหาในการสร้างแบบทดสอบ ดังนี้

- (1) การแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสอง
- (2) การแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสอง โดยวิธีทำเป็นกำลังสองสมบูรณ์
- (3) การแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสูงกว่าสอง ที่มีสัมประสิทธิ์เป็น

จำนวนเต็ม

จากขอบเขตของเนื้อหาดังกล่าว หลักสูตรได้กำหนดวัตถุประสงค์หลักไว้ คือ

- (1) เพื่อให้นักเรียนสามารถแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสองได้
- (2) เพื่อให้นักเรียนสามารถแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสูงกว่าสอง ที่มีสัมประสิทธิ์ เป็นจำนวนเต็มได้

จากวัตถุประสงค์หลัก ผู้วิจัยได้นำมาวิเคราะห์วัตถุประสงค์ย่อย สำหรับใช้ในการสร้างรูปแบบฟาเซท โดยมีวัตถุประสงค์ย่อย ดังนี้

(1) เมื่อกำหนดพหุนามดีกรีสองในรูป $ax^2 + bx + c$ เมื่อ a, b , และ c เป็นค่าคงตัว และ $a = 1$ ให้นักเรียนสามารถแยกตัวประกอบได้

(2) เมื่อกำหนดพหุนามดีกรีสองในรูป $ax^2 + bx + c$ เมื่อ $a > 0$, $a \neq 1$ ให้นักเรียนสามารถแยกตัวประกอบได้

(3) เมื่อกำหนดพหุนามที่อยู่ในรูปผลต่างกำลังสอง ให้นักเรียนสามารถแยกตัวประกอบได้

(4) เมื่อกำหนดพหุนามดีกรีสอง ให้นักเรียนสามารถแยกตัวประกอบ โดยวิธีทำเป็นกำลังสองสมบูรณ์ได้

(5) เมื่อกำหนดพหุนามดีกรีสามที่มีอยู่ในรูปผลบวกหรือผลต่างของกำลังสาม ให้นักเรียนสามารถแยกตัวประกอบได้

(6) เมื่อกำหนดพหุนามดีกรีสูงกว่าดีกรีสองอย่างง่าย ๆ ให้นักเรียนสามารถใช้คุณสมบัติการเปลี่ยนกลุ่ม การแจกแจง และจัดให้อยู่ในรูปกำลังสองสมบูรณ์ ผลต่างของกำลังสอง ผลบวกหรือผลต่างกำลังสาม แยกตัวประกอบได้

3) สร้างแบบประเมินความสอดคล้องของจุดประสงค์ย่อยกับเนื้อหาวิชา (รายละเอียดภาคผนวก ข. หน้า 104) แล้วนำไปให้ผู้ชำนาญด้านเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 5 ท่าน (ภาคผนวก ก. หน้า 102) พิจารณาความสอดคล้องระหว่างเนื้อหา กับจุดประสงค์ย่อย

แล้วนำคะแนนความคิดเห็นมาคำนวณค่าเฉลี่ย เพื่อพิจารณาความสอดคล้อง ถ้าดัชนีความสอดคล้องมีค่ามากกว่า .50 ถือว่าพฤติกรรมที่วัดมีความสอดคล้องกับเนื้อหาวิชานั้นจริง

4) จากขอบเขตเนื้อหาและจุดประสงค์ย่อยที่กำหนดตามข้อ 3 ผู้วิจัยได้นำมาสร้าง รูปแบบฟาชตขึ้นทั้งหมด 6 รูปแบบ โดยสร้างจากจุดประสงค์ย่อยละ 1 รูปแบบ ในแต่ละรูปแบบจะประกอบด้วยรูปแบบฟาชตในส่วนที่ใช้เป็นคำถามและรูปแบบฟาชตในส่วนที่ใช้เป็นตัวเลือก รูปแบบฟาชตที่ใช้สร้างข้อคำถามและตัวเลือกนี้ สร้างขึ้นโดยการนิยามขอบเขตของเนื้อหาในจุดประสงค์หนึ่งๆ ให้อยู่ในรูปของส่วนประกอบย่อยๆ ที่สามารถอธิบายโน้ตทัศน์ของจุดประสงค์ นั้นได้อย่างครอบคลุมและชัดเจน จำนวนฟาชตทั้งหมดที่เป็นไปได้ นั้น ขึ้นอยู่กับขอบเขตของเนื้อหาในแต่ละจุดประสงค์ ซึ่งมีรายละเอียดในการสร้างดังนี้

จุดประสงค์ที่ 1 เมื่อกำหนดพหุนามดีกรีสองในรูป $ax^2 + bx + c$ เมื่อ a, b และ c เป็นค่าคงตัวและ $a = 1$ ให้นักเรียนสามารถแยกตัวประกอบได้

รูปแบบฟาชตส่วนที่ใช้สร้างคำถาม ให้แยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสองโดยกำหนดให้

ฟาชต ก. รูปแบบของโจทย

1. ข้อใดเป็นการแยกตัวประกอบของ
2. จงแยกตัวประกอบของ
3. แยกตัวประกอบของ.....ได้ตรงกับข้อใด

ฟาชต ข. จำนวนของสมาชิกในโจทย

1. 2 พจน์
2. 3 พจน์

ฟาชต ค. ลักษณะของพหุนามในโจทย

1. เป็นพหุนามที่อยู่ในรูป $ax^2 + bx + c$ เมื่อ a, b และ c เป็นค่าคงตัวและ $a = 1$
2. เป็นพหุนามที่อยู่ในรูป $ax^2 + ()x + c$ เมื่อ a, b และ c เป็นค่าคงตัวและ $a = 1$
3. เป็นพหุนามที่อยู่ในรูป $(a+d)x^2 + (b+e)x + c$ เมื่อ a, b และ c เป็นค่าคงที่

และ d, e เป็นตัวแปรใดๆ

ฟาชะท ง. กระบวนการที่โจทยกำหนด

1. $()^2 + () - ()$
2. $()^2 - () + ()$
3. $()^2 - () - ()$
4. $()^2 + () + ()$

รูปแบบฟาชะทที่ใช้สร้างตัวเลือก นักเรียนจะเลือกคำตอบถูกต้องของการแยกตัวประกอบจากชุดของตัวเลือกซึ่งสร้างจาก

เมื่อสามารถหาจำนวนเต็มสองจำนวนที่คูณกันได้ c และบวกกันได้ b ดังนั้นฟาชะทของตัวเลือกคือ

ฟาชะท A สามารถแยกตัวประกอบตามที่กำหนดให้

1. ถูก
2. ผิด

2.1 แยกตัวประกอบของพจน์หน้าและพจน์หลังถูก แต่ผลบวกของผลคูณของพหุนามแต่ละคู่ไม่เท่ากับพจน์กลาง แต่เครื่องหมายเหมือนพจน์กลาง

2.2 แยกตัวประกอบของพจน์หน้าและพจน์หลังถูก แต่ผลบวกของผลคูณของพหุนาม แต่ละคู่ไม่เท่ากับพจน์กลาง เครื่องหมายต่างจากพจน์กลาง

การกำหนดลักษณะเฉพาะของข้อสอบ จากรูปแบบที่กำหนดให้ สร้างข้อสอบได้ดังนี้

1. ส่วนที่เป็นคำถาม สมาชิกของฟาชะทที่เลือก คือ

a_1, x_2, a_1, g_3 นั่นคือลักษณะของโจทยจะขึ้นต้นด้วยข้อใดเป็นการแยกตัวประกอบของ.....(a_1) จำนวนสมาชิกในโจทยมี 3 พจน์ (x_2) เป็นพหุนามที่อยู่ในรูป $ax^2 + bx + c$ เมื่อ a, b และ c เป็นค่าคงที่ (a_1) และกระบวนการที่โจทยกำหนดเป็น $()^2 - () - () (g_3)$

2. ส่วนที่เป็นตัวเลือก

2.1 ตัวเลือกถูก A_1

2.2 ตัวเลือกผิด $A_{2,1}$

$A_{2,2}$

$A_{2,2}$

ความหมายของตัวเลือกถูก A_1 คือ แยกตัวประกอบได้ถูกต้องตามหลักการ

ความหมายของตัวเลือกผิด

$A_{2.1}$ นั่นคือ แยกตัวประกอบของพจน์หน้าและพจน์หลังถูก แต่ผลบวกของผลคูณพหุนามแต่ละคู่ไม่เท่ากับพจน์กลาง และเครื่องหมายเหมือนพจน์กลาง

$A_{2.2}$ นั่นคือ แยกตัวประกอบของพจน์หน้าและพจน์หลังถูก แต่ผลบวกของผลคูณของพหุนามแต่ละคู่ไม่เท่ากับพจน์กลาง และเครื่องหมายต่างจากพจน์กลาง

ตัวอย่างวิธีการสร้างข้อสอบ จากรูปแบบพาเซทที่กำหนดในจุดประสงค์ข้อที่ 1 สามารถสร้างข้อสอบได้ดังนี้

0. ข้อใดเป็นการแยกตัวประกอบของ $x^2 + 5x - 24$ (สร้างจาก g_1 g_2 g_3)

ก. $(x-3)(x+8)$ $A_{2.2}$

ข. $(x-8)(x-3)$ $A_{2.1}$

ค. $(x+3)(x-8)$ A_1

ง. $(x+8)(x+3)$ $A_{2.2}$

จุดประสงค์ที่ 2 เมื่อกำหนดพหุนามดีกรีสองในรูป $ax^2 + bx + c$ เมื่อ $a > 0$, $a \neq 1$ ให้นักเรียนสามารถแยกตัวประกอบได้

รูปแบบพาเซทส่วนที่ใช้สร้างคำถาม ให้แยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสองโดยกำหนดให้

พาเซท ก. รูปแบบของโจทย์

1. ข้อใดเป็นการแยกตัวประกอบของพหุนาม.....
2.แยกตัวประกอบได้เท่าไร
3. แยกตัวประกอบของ.....ได้ตรงกับข้อใด

พาเซท ข. จำนวนสมาชิกในโจทย์

1. 2 พจน์
2. 3 พจน์

ฟาเซท ค. ลักษณะของพหุนามในโจทย

1. เป็นพหุนามที่อยู่ในรูป $ax^2 + bx + c$ เมื่อ a, b และ c เป็นค่าคงที่ และ $a > 1$
2. เป็นพหุนามที่อยู่ในรูป $ax^2 + () + c$ เมื่อ a, b และ c เป็นค่าคงที่ และ $a > 1$
3. เป็นพหุนามที่อยู่ในรูป $ax^2 + (b+e)x + c$ เมื่อ a, b และ c เป็นค่าคงที่ และ $a > 1$
 d และ e เป็นตัวแปรใดๆ

ฟาเซท ง. กระบวนการที่โจทยกำหนด

1. $()^2 + () - ()$
2. $()^2 - () + ()$
3. $()^2 - () - ()$
4. $()^2 + () + ()$

รูปแบบฟาเซทที่ใช้สร้างตัวเลือก นักเรียนสามารถหาคำตอบได้โดยเมื่อหาพหุนามดีกรีหนึ่งสองพหุนามที่คูณกันแล้วได้เท่ากับ ax^2 เป็นพจน์หน้าและหาจำนวนสองจำนวนที่คูณกันได้เท่ากับ c เป็นพจน์หลังหาผลบวกของผลคูณของพหุนามแต่ละคู่ให้เท่ากับพจน์กลาง ดังนั้นฟาเซทของตัวเลือกคือ

ฟาเซท A สามารถแยกตัวประกอบที่กำหนดให้

1. ถูก
2. ผิด

2.1 แยกตัวประกอบของพจน์หน้าและพจน์หลังถูก แต่ผลบวกของผลคูณของพหุนามแต่ละคู่ไม่เท่ากับพจน์กลาง และเครื่องหมายเหมือนพจน์กลาง

2.2 แยกตัวประกอบของพจน์หน้าและพจน์หลังถูก แต่ผลบวกของผลคูณของพหุนามแต่ละคู่ไม่เท่ากับพจน์กลางเครื่องหมายต่างจากพจน์กลาง

การกำหนดลักษณะเฉพาะของข้อสอบ จากรูปแบบที่กำหนดให้ สร้างข้อสอบได้ดังนี้

1. ส่วนที่เป็นคำถาม สมาชิกฟาเซทที่เลือก คือ

g_3, x_2, c_1, g_1 นั่นคือ ลักษณะของโจทยจะขึ้นต้นด้วยแยกตัวประกอบของ ... ได้ตรงกับข้อใด (g_3) จำนวนสมาชิกในโจทยมี 3 พจน์ (x_2) เป็นพหุนามที่อยู่ในรูป $ax^2 + bx + c$ เมื่อ a, b และ c เป็นค่าคงที่ a เป็นจำนวนเต็มบวกที่มากกว่า 1 (c_1) และกระบวนการกระทำในโจทยเป็น $()^2 + () - ()$ (g_1)

2. ส่วนที่เป็นตัวเลือก

2.1 ตัวเลือกถูก A_1

2.2 ตัวเลือกผิด $A_{2.1}$

$A_{2.2}$

$A_{2.2}$

ความหมายของตัวเลือกถูก A_1 คือ แยกตัวประกอบได้ถูกต้อง

ความหมายของตัวเลือกผิด

$A_{2.1}$ นั่นคือ แยกตัวประกอบของพจน์หน้าและพจน์หลังถูกแต่ผลบวกของผลคูณพหุนามแต่ละคู่ไม่เท่ากับพจน์กลาง และเครื่องหมายเหมือนพจน์กลาง

$A_{2.2}$ นั่นคือ แยกตัวประกอบของพจน์หน้าและพจน์หลังถูก แต่ผลบวกของผลคูณของพหุนามแต่ละคู่ไม่เท่ากับพจน์กลาง และเครื่องหมายไม่เหมือนพจน์กลาง

ตัวอย่างวิธีการสร้างข้อสอบ จากรูปแบบฟาเซทที่กำหนด ในจุดประสงค์ข้อที่ 2 สามารถสร้างข้อสอบได้ดังนี้

0. แยกตัวประกอบของ $14x^2 + 11x - 5$ ได้ตรงกับข้อใด (สร้างจาก g_3 x_2 q_1 g_1)

ก. $(7x - 3)(2x + 5)$ $A_{2.1}$

ข. $(7x + 3)(2x - 5)$ $A_{2.2}$

ค. $(7x - 5)(2x + 3)$ A_1

ง. $(7x + 5)(2x - 3)$ $A_{2.2}$

จุดประสงค์ที่ 3 เมื่อกำหนดพหุนามที่อยู่ในรูปผลต่างกำลังสองให้นักเรียนสามารถแยกตัวประกอบได้

รูปแบบฟาเซทส่วนที่ใช้สร้างคำถามให้แยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสองโดยกำหนดให้

ฟาเซท ก. รูปแบบของโจทย์

1. ข้อใดมีค่าเท่ากับ.....

2. จงเขียน..... ให้อยู่ในรูปผลต่างกำลังสองแล้วแยกตัวประกอบ

3. แยกตัวประกอบได้เท่าใด

ฟาเซท ข. จำนวนของสมาชิกในโจทย

1. 2 พจน์
2. 3 พจน์

ฟาเซท ค. ลักษณะของพหุนามในโจทย

1. เป็นพหุนามที่อยู่ในรูป $ax^2 + bx - c$ เมื่อ a, c เป็นค่าคงที่ $b = 0$ $a > 0$
2. เป็นพหุนามที่อยู่ในรูป $(a - x)^2 - (x - b)^2$ เมื่อ a, b เป็นค่าคงที่
3. เป็นพหุนามที่อยู่ในรูป $a^2 x^2 - b$ เมื่อ a, b เป็นตัวแปรใด ๆ

ฟาเซท ง. กระบวนการกระทำโจทย

1. $() - ()$
2. $() - ()^2$
3. $()^2 - ()^2$
4. $()^2 - ()$

รูปแบบฟาเซทที่ใช้สร้างตัวเลือก นักเรียนสามารถหาคำตอบได้โดยอาศัย

1. ใช้วิธีแยกตัวประกอบโดยแยกพจน์หน้า และพจน์ท้ายของพหุนาม แล้วตรวจสอบให้ได้พจน์กลางเป็น 0
2. ใช้สูตรผลต่างกำลังสอง คือ $a^2 - b^2 = (a - b)(a + b)$ ดังนั้นฟาเซทของตัวเลือก คือ

ฟาเซท A สามารถเขียนพหุนามที่กำหนดให้ในรูปผลต่างกำลังสอง

1. ถูก
2. ผิด
 - 2.1 แยกตัวประกอบถูกทั้งพจน์หน้าและพจน์หลังถูกแต่ใส่เครื่องหมายบวกทั้งสองวงเล็บ
 - 2.2 แยกตัวประกอบถูกทั้งพจน์หน้าและพจน์หลังถูก แต่ใส่เครื่องหมายลบทั้งสองวงเล็บ
 - 2.3 แยกตัวประกอบพจน์หน้าผิดแต่พจน์หลังถูก เครื่องหมายเป็นลบทั้งคู่
 - 2.4 แยกตัวประกอบพจน์หน้าผิดแต่พจน์หลังถูก เครื่องหมายเป็นบวกทั้งคู่
 - 2.5 แยกตัวประกอบพจน์หน้าถูกแต่พจน์หลังผิด เครื่องหมายเป็นลบทั้งคู่
 - 2.6 แยกตัวประกอบพจน์หน้าถูกแต่พจน์หลังผิด เครื่องหมายเป็นบวกทั้งคู่

การกำหนดลักษณะเฉพาะของข้อสอบ จากรูปแบบที่กำหนดให้สามารถสร้างข้อสอบได้ดังนี้

1. ส่วนที่เป็นคำถาม สมาชิกของฟาเซทที่เลือก คือ

g_1, x_1, c_1, g_4 นั่นคือ ลักษณะของโจทย์จะขึ้นต้นด้วยคำว่า ข้อใดมีค่าเท่ากับ (g_1) สมาชิกในโจทย์มี 2 พจน์ (x_1) ลักษณะของจำนวนในโจทย์เป็นพหุนามที่อยู่ในรูป $ax^2 + bx - c$ เมื่อ a และ c เป็นค่าคงที่ $b = 0$ (c_1) มีกระบวนการกระทำในโจทย์ $()^2 - ()$ (g_4)

2. ส่วนที่เป็นตัวเลือก

2.1 ตัวเลือกถูก A_1

2.2 ตัวเลือกผิด $A_{2,1}$

$A_{2,2}$

$A_{2,3}$

ความหมายของตัวเลือกถูก A_1 นั่นคือ สามารถแยกตัวประกอบของพหุนามโดยทำให้เป็นผลต่างกำลังสองได้ถูกต้อง

ความหมายของตัวเลือกผิด

$A_{2,1}$ นั่นคือ แยกตัวประกอบ ทั้งพจน์หน้าและพจน์หลังถูก แต่ใส่เครื่องหมายบวกทั้งสองวงเล็บ

$A_{2,2}$ นั่นคือ แยกตัวประกอบ ทั้งพจน์หน้าและพจน์หลังถูก แต่ใส่เครื่องหมายลบทั้งสองวงเล็บ

$A_{2,3}$ นั่นคือ แยกตัวประกอบพจน์หน้าผิด แต่พจน์หลังถูกเครื่องหมายเป็นลบทั้งคู่

ตัวอย่างวิธีการสร้างข้อสอบ จากรูปแบบฟาเซทที่กำหนดให้ในจุดประสงค์ข้อที่ 3 สามารถสร้างข้อสอบได้ดังนี้

0. ข้อใดมีค่าเท่ากับ $81x^2 - 25$ (สร้างจาก g_1, x_1, c_1, g_4)

ก. $(9x - 5)(9x + 5)$ A_1

ข. $(9x - 5)(9x - 5)$ $A_{2,2}$

ค. $(9x + 5)(9x + 5)$ $A_{2,1}$

ง. $(81x - 5)(x - 5)$ $A_{2,3}$

จุดประสงค์ที่ 4 เมื่อกำหนดพหุนามดีกรีสองให้นักเรียนสามารถแยกตัวประกอบโดยวิธี
ทำให้เป็นกำลังสองสมบูรณ์ได้

รูปแบบพาเซทส่วนที่ใช้สร้างคำถาม ให้แยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสอง โดย
กำหนดให้

พาเซท ก. รูปแบบของโจทช์

1. ถ้า..... เป็นกำลังสองสมบูรณ์แล้ว มีค่าเท่าไร ?
2. พหุนาม ถ้าเขียนให้อยู่ในรูป $ax^2 + 2ax + a^2$ เมื่อ a เป็นจำนวนเต็มบวกจะได้
เท่ากับข้อใด
3. กำลังสองสมบูรณ์ของ..... คือข้อใด
4. ข้อใดเป็นวิธีการแยกตัวประกอบของ..... เมื่อต้องการให้อยู่ในรูปของกำลังสอง
สมบูรณ์

พาเซท ข. จำนวนของสมาชิกในโจทช์

1. 2 พจน์
2. 3 พจน์

พาเซท ค. ลักษณะของพหุนามในโจทช์

1. เป็นพหุนามที่อยู่ในรูป $ax^2 + bx + c$ เมื่อ a, b เป็นค่าคงที่ c เป็นตัวแปรใด และ
 $a > 1$
2. เป็นพหุนามที่อยู่ในรูป $ax^2 + bx + c$ เมื่อ a, b เป็นค่าคงที่ c เป็นตัวแปรใด ๆ และ
 $a = 1$
3. เป็นพหุนามที่อยู่ในรูป $ax^2 + bx + c$ เมื่อ a, b, c เป็นค่าคงที่ $a = 1$
4. เป็นพหุนามที่อยู่ในรูป $ax^2 + bx + c$ เมื่อ a, b, c เป็นค่าคงที่ $a > 1$

พาเซท ง. กระบวนการกระทำในโจทช์

1. $()^2 + () + ()$
2. $()^2 - () + ()$
3. $()^2 - () - ()$
4. $()^2 + () - ()$

รูปแบบฟาสเซทที่ใช้สร้างตัวเลือก นักเรียนสามารถหาคำตอบได้โดยอาศัย

1. ทำบางส่วนของ $ax^2 + bx + c$ ให้เป็นกำลังสองสมบูรณ์โดยหาพจน์ท้ายและยกกำลัง

สอง

2. เขียน $ax^2 + 2(x)p + p^2$ ในขั้นที่ 1 ให้อยู่ในรูป $(x+p)^2$ และเขียนแทน $-p^2 + c$ ด้วย $-d^2$ เพื่อจัดให้อยู่ในรูปผลต่างของกำลังสอง

3. แยกตัวประกอบของผลต่างของกำลังสองในขั้นที่สอง

ดังนั้นรูปแบบฟาสเซทของตัวเลือกคือ

ฟาสเซท A หาคำตอบได้โดยอาศัยขั้นตอนการแยกตัวประกอบโดยวิธีทำให้เป็นกำลังสองสมบูรณ์ได้

1. ถูก
2. ผิด
 - 2.1 ผิดในขั้นตอนที่ 1
 - 2.2 ผิดในขั้นตอนที่ 2
 - 2.3 ผิดในขั้นตอนที่ 3
 - 2.4 ผิดในขั้นตอนที่ 2 และ 3

การกำหนดลักษณะเฉพาะของข้อสอบ จากรูปแบบฟาสเซท ที่กำหนดให้ สร้างข้อสอบดังนี้

1. ส่วนที่เป็นคำถาม สมาชิกของฟาสเซทที่เลือก คือ

g_1, x_2, g_1, g_2 นั่นคือ โจทย์จะขึ้นต้นด้วยคำว่า ถ้า เป็นกำลังสองสมบูรณ์แล้ว มีค่าเท่าไร ? (g_1) เป็นพหุนามที่มีจำนวน 3 พจน์ (x_2) และอยู่ในรูป $ax^2 + bx + c$ เมื่อ c เป็นตัวแปรใด ๆ (g_1) มีกระบวนการกระทำในโจทย์เป็น $()^2 - () + () (g_2)$

2. ส่วนที่เป็นตัวเลือก

- 2.1 ตัวเลือกถูก A_1
- 2.2 ตัวเลือกผิด $A_{2.1}$
 - $A_{2.1}$
 - $A_{2.1}$

ความหมายของตัวเลือกถูก

A_1 นั่นคือ หาคำตอบโดยการแยกตัวประกอบโดยทำให้เป็นผลต่างกำลังสอง ตามลำดับขั้นตอนได้ถูกต้อง

$A_{2,1}$ นั่นคือ ผิดในขั้นตอนที่ 1 คือหาพจน์ท้ายผิด

ตัวอย่างวิธีการสร้างข้อสอบ จากรูปแบบฟาเซทที่กำหนดในจุดประสงค์ข้อที่ 4 สามารถสร้างเป็นข้อสอบได้ดังนี้

๐. ถ้า $x^2 - 8x + c$ เป็นกำลังสองสมบูรณ์แล้ว c มีค่าเท่าไร (สร้างจาก g_1 h_2 q_1 g_2)

ก. 4 $A_{2,1}$

ข. 8 $A_{2,1}$

ค. 16 A_1

ง. 24 $A_{2,1}$

จุดประสงค์ที่ 5 เมื่อกำหนดพหุนามดีกรีสามที่อยู่ในรูปผลบวกหรือผลต่างกำลังสามให้นักเรียนสามารถแยกตัวประกอบได้

รูปแบบฟาเซทส่วนที่ใช้สร้างคำถาม ให้แยกตัวประกอบพหุนามดีกรีสามที่อยู่ในรูปผลบวก หรือผลต่างกำลังสามโดยกำหนดให้

ฟาเซท ก. รูปแบบของโจทย์

1. มีค่าตรงกับข้อใด
2. ข้อใดเป็นการแยกตัวประกอบของ.....
3. ถ้า.....แล้ว.....เท่ากับข้อใด

ฟาเซท ข. จำนวนของสมาชิกในโจทย์

1. 2 พจน์
2. 3 พจน์

ฟาเซท ค. ลักษณะของพหุนามในโจทย์

1. เป็นพหุนามที่อยู่ในรูป $a^3 + b^3$, a, b เป็นตัวแปรใด ๆ
2. เป็นพหุนามที่อยู่ในรูป $a^3 + b^3$, a, b เป็นจำนวนใด ๆ

3. เป็นพหุนามที่อยู่ในรูป $a^3 + b^3$, a เป็นตัวแปร , b เป็นจำนวนเต็ม
4. เป็นพหุนามที่อยู่ในรูป $ax^3 + by^3$, a, b เป็นจำนวนเต็ม
5. เป็นพหุนามที่อยู่ในรูป $ax^3 + b$, a, b เป็นจำนวนเต็ม
6. เป็นพหุนามที่อยู่ในรูป $a^n + b^m$ เมื่อ a, b เป็นตัวแปรใด ๆ , m, n เป็นจำนวนเต็ม

บวกที่มี 3 เป็นตัวประกอบ

7. เป็นพหุนามที่อยู่ในรูป $a^n - b^m$ เมื่อ a, b เป็นตัวแปรใด ๆ , m, n เป็นจำนวนเต็ม

บวกที่มี 3 เป็นตัวประกอบ

ฟาเซท ง. กระบวนการกระทำในโจทย์

1. $()^3 - ()^3$
2. $()^3 + ()^3$
3. $()^n - ()^m$
4. $()^n + ()^m$

รูปแบบฟาเซทที่ใช้สร้างตัวเลือก นักเรียนสามารถหาคำตอบได้โดยอาศัยสูตรดังนี้

$$a^3 - b^3 = (a - b)(a^2 + ab + b^2)$$

$$a^3 + b^3 = (a + b)(a^2 - ab + b^2)$$

ดังนั้น ฟาเซทของตัวเลือก คือ

ฟาเซท A สามารถแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสามที่อยู่ในรูปผลบวกหรือผลต่างกำลังสามได้

1. ถูก
2. ผิด

2.1 แยกตัวประกอบวงเล็บแรกถูกวงเล็บที่สองถูก แต่พจน์กลางของวงเล็บที่สองผิดเครื่องหมาย

2.2 แยกตัวประกอบของวงเล็บแรกถูก แต่วงเล็บที่สองเขียนอยู่ในรูปผลต่างกำลังสองสมบูรณ์

2.3 แยกตัวประกอบวงเล็บแรกถูก แต่วงเล็บที่สองเขียนในรูปผลบวกกำลังสองสมบูรณ์

2.4 วงเล็บแรกถูก วงเล็บที่สองผิดที่พจน์หลังคือไม่ยกกำลังสอง

การกำหนดลักษณะเฉพาะของข้อสอบ จากรูปแบบฟาเซท ที่กำหนดให้สร้างข้อสอบ ได้ดังนี้

1. ส่วนที่เป็นคำถาม สมาชิกของฟาเซทที่เลือก คือ g_1, x_1, c_5, g_2 นั่นคือ โจทย์จะขึ้นต้นด้วย...มีค่าตรงกับข้อใด (g_1) จำนวนของพหุนามมี 2 พจน์ (x_1) เป็นพหุนามที่อยู่ในรูป $ax^3 + b$, a, b เป็นจำนวนเต็ม (c_5) มีกระบวนการกระทำในโจทย์เป็น $()^3 + () (g_2)$

2. ส่วนที่เป็นตัวเลือก

2.1 ตัวเลือกถูก A_1

2.2 ตัวเลือกผิด $A_{2.1}$

$A_{2.2}$

$A_{2.3}$

ความหมายของตัวเลือกถูก

A_1 นั่นคือ หากคำตอบโดยใช้สูตรการแยกตัวประกอบ โดยทำให้เป็นผลบวกกำลังสาม หรือผลต่างกำลังสามได้ถูกต้อง

ความหมายของตัวเลือกผิด

$A_{2.1}$ นั่นคือ แยกตัวประกอบวงเล็บแรกถูก วงเล็บที่สองถูก แต่พจน์กลางของวงเล็บที่สองผิดเครื่องหมาย

$A_{2.2}$ นั่นคือ แยกตัวประกอบวงเล็บแรกถูก แต่วงเล็บที่สองเขียนอยู่ในรูปผลบวกกำลังสองสมบูรณ์

$A_{2.3}$ นั่นคือ แยกตัวประกอบวงเล็บแรกถูก แต่วงเล็บที่สองเขียนอยู่ในรูปผลต่างกำลังสองสมบูรณ์

ตัวอย่างวิธีการสร้างข้อสอบ จากรูปแบบฟาเซทที่กำหนดให้ในจุดประสงค์ข้อที่ 5 สามารถสร้างเป็นข้อสอบได้ดังนี้

0. $8b^3 + 1$ มีค่าตรงกับข้อใด (สร้างจาก g_1, x_1, c_5, g_2)

1. $(2b + 1)(4b^2 + 2b + 1)$ $A_{2.1}$

2. $(2b + 1)(4b^2 - 2b + 1)$ A_1

3. $(2b + 1)(4b^2 + 4b + 1)$ $A_{2.2}$

4. $(2b + 1)(4b^2 + 4b + 1)$ $A_{2.3}$

จุดประสงค์ที่ 6 เมื่อกำหนดพหุนามที่มีดีกรีสูงกว่าดีกรีสองอย่างง่าย ๆ ให้นักเรียนสามารถใช้คุณสมบัติการเปลี่ยนกลุ่ม การแจกแจง และจัดให้อยู่ในรูปกำลังสองสมบูรณ์ ผลต่างของกำลังสอง ผลบวกหรือผลต่างกำลังสามแล้วแยกตัวประกอบได้

รูปแบบฟาชเชทส่วนที่ใช้สร้างคำถาม ให้แยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสูงกว่าสองอย่างง่าย ๆ โดยกำหนดให้

ฟาชเชท ก. รูปแบบของโจทย

1.มีค่าเท่ากับข้อใด
2. ข้อใดเป็นการแยกตัวประกอบ ของพหุนาม.....
3. ตัวประกอบหนึ่งของ.....คือจำนวนใด
4. จงแยกตัวประกอบของ.....

ฟาชเชท ข. จำนวนสมาชิกในโจทย

1. 2 พจน์
2. 3 พจน์
3. 4 พจน์
4. 5 พจน์

ฟาชเชท ค. ลักษณะของพหุนามในโจทย

1. เป็นพหุนามที่อยู่ในรูป $ax^4 + bx^2y^2 + x^4$ เมื่อ a, b เป็นจำนวนเต็มบวกที่ a มากกว่า b อยู่ 1
2. เป็นพหุนามที่อยู่ในรูป $ax^4 + bx^2 + c$ เมื่อ a, b เป็นจำนวนเต็มบวกที่ b มากกว่า a อยู่ 1 และ $c = 1$
3. เป็นพหุนามที่อยู่ในรูป $ax^3 - bx^2 + c$ เมื่อ a, b, c เป็นจำนวนเต็มบวก โดยที่ b มากกว่า c อยู่ 1 , $a = 1$
4. เป็นพหุนามที่อยู่ในรูป $ax^3 - bx^2 - x$ เมื่อ a, b เป็นจำนวนเต็ม

รูปแบบฟาชเชทที่ใช้สร้างตัวเลือก นักเรียนสามารถหาคำตอบได้โดยอาศัยหลักการแยกตัวประกอบต่อไปนี้

1. การใช้สมบัติการแจกแจง
2. แยกตัวประกอบเป็นสองวงเล็บ โดยหาจำนวนเต็มสองจำนวนคูณกันได้เท่ากับพจน์หน้าและหาจำนวนสองจำนวนที่คูณกันได้เท่ากับพจน์หลังโดยที่ผลบวกของผลคูณของพุนาม แต่ละคู่เท่ากับพจน์กลาง

3. การจัดให้อยู่ในรูปกำลังสองสมบูรณ์
4. การจัดให้อยู่ในรูปผลต่างกำลังสอง
5. การจัดให้อยู่ในรูปผลบวกหรือผลต่างกำลังสาม

แต่เนื่องจากการแยกตัวประกอบของพุนามที่มีดีกรีสูงกว่าสองนั้น ไม่มีกฎเกณฑ์ที่แน่นอนว่าจะใช้วิธีการใดโดยเฉพาะในการแยกตัวประกอบขึ้นอยู่กับลักษณะของโจทย์ ดังนั้นในจุดประสงค์นี้ผู้วิจัยจึงเลือกสร้างโจทย์ที่ใช้สมบัติต่อไปนี้

ขั้นที่ 1 เพิ่มพจน์เพื่อทำให้เป็นกำลังสองสมบูรณ์ในกรณีที่มีดีกรีสูงสุดเป็น 4 หรือเพื่อจัดให้อยู่ในรูปผลต่างกำลังสามในกรณีที่มีดีกรีสูงสุดเป็น 3

ขั้นที่ 2 ใช้สมบัติการจัดหมู่และสมบัติการแจกแจง

ขั้นที่ 3 จัดให้อยู่ในรูปกำลังสองสมบูรณ์ (กรณีดีกรีสูงเป็น 4) หรือจัดให้อยู่ในรูปผลต่างกำลังสาม (กรณีดีกรีสูงเป็น 3)

ขั้นที่ 4 แยกตัวประกอบตามข้อ 3

ขั้นที่ 5 ใช้สมบัติการแจกแจงและแยกเป็นสองวงเล็บคูณกัน ดังนั้นฟากของตัวเลือกสร้างจาก

ฟาก A สามารถแยกตัวประกอบได้

1. ถูก
2. ผิดในขั้นตอนที่ 5
 - 2.1 แยกตัวประกอบถูกแต่เครื่องหมายผิด
 - 2.2 แยกตัวประกอบผิดเครื่องหมายผิด
 - 2.3 แยกตัวประกอบผิดเครื่องหมายถูก

การกำหนดลักษณะเฉพาะของข้อสอบ จากรูปแบบฟากที่กำหนดให้สร้างข้อสอบดังนี้

1. ส่วนที่เป็นคำถาม สมาชิกฟากที่เลือกคือ

η_2, χ_2, κ_2 นั่นคือ โจทย์จะขึ้นต้นด้วยข้อใดเป็นการแยกตัวประกอบของพหุนาม..... (η_2)
ลักษณะของพหุนามประกอบด้วย 3 พจน์ (χ_2) อยู่ในรูป $ax^4 + bx^2 + c$ เมื่อ a, b, c เป็น
จำนวนเต็ม (κ_2)

2. ส่วนที่เป็นตัวเลือก

2.3 ตัวเลือกถูก A_1

2.4 ตัวเลือกผิด $A_{2,1}$

$A_{2,1}$

$A_{2,1}$

ความหมายของตัวเลือกถูก A_1 นั่นคือ หาคำตอบโดยการแยกตัวประกอบตามลำดับ
ขั้นได้ถูกต้อง

ความหมายของตัวเลือกผิด $A_{2,1}$ นั่นคือ หาคำตอบในขั้นสุดท้าย คือ แยกตัวประกอบ
ถูก แต่เครื่องหมายผิด

ตัวอย่างวิธีการสร้างข้อสอบ จากรูปแบบฟาเซทที่กำหนดให้ในจุดประสงค์ข้อที่ 6
สามารถสร้างข้อสอบได้ดังนี้

0. ข้อใดเป็นการแยกตัวประกอบของพหุนาม $x^4 + 3x^2 + 4$ (สร้างจาก η_2, χ_2, κ_2)

ก. $(x^2 + x + 2)(x^2 - x + 2) A_1$

ข. $(x^2 + x + 2)(x^2 - x - 2) A_{2,1}$

ค. $(x^2 - x - 2)(x^2 - x + 2) A_{2,1}$

ง. $(x^2 - x - 2)(x^2 - x - 2) A_{2,1}$

5) นำรูปแบบฟาเซทที่สร้างในแต่ละจุดประสงค์ พร้อมกับตัวอย่างข้อสอบที่ผู้วิจัย
สร้างขึ้นจาก การกำหนดลักษณะเฉพาะตามรูปแบบฟาเซท (ภาคผนวก ก หน้า 102) ให้ผู้เชี่ยวชาญ
ทางด้านการวัด และประเมินผลการศึกษา และผู้เชี่ยวชาญในด้านเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ จำนวน 5
คน (ภาคผนวก ก หน้า 102) ช่วยตรวจสอบและแก้ไขรูปแบบฟาเซทในประเด็นต่าง ๆ คือรูปแบบ
ฟาเซททั้งส่วนที่เป็นคำถามและส่วนที่เป็นตัวเลือก ที่กำหนดขึ้นในแต่ละจุดประสงค์ย่อย กรอบ
คลุมเนื้อหาสาระในจุดประสงค์นั้นหรือไม่ และควรปรับปรุงแก้ไขประการใด หลังจากผู้เชี่ยวชาญ
ทางการวัด และประเมินผลการศึกษา และผู้เชี่ยวชาญในด้านเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ พิจารณาแล้ว
ทุกท่านเห็นด้วย ว่าการกำหนดรูปแบบฟาเซทครอบคลุมเนื้อหาจุดประสงค์และมีผู้เสนอแนะว่าใน
ส่วนรูปแบบฟาเซทที่ใช้เป็นคำถามนั้น ควรพยายามเปลี่ยนแนวคำถามไปบ้าง ซึ่งไม่จำเป็นต้อง

เป็นแนวเดียวกันหมดทุกข้อในจุดประสงค์เดียวกัน แต่ให้อยู่ในขอบเขตของรูปแบบที่กำหนดไว้ ซึ่งข้อมูลนี้ผู้วิจัยได้นำมาปรับปรุง และแก้ไขรูปแบบฟาชะ

6) นำเนื้อหา และจุดประสงค์ย่อยที่ผ่านการตรวจสอบจากผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาวิชา คณิตศาสตร์มาสร้างตารางวิเคราะห์หลักสูตร (Table of Specification) และระบุจำนวนข้อที่จะ ออกข้อสอบ การให้น้ำหนักตามความสำคัญของแต่ละเนื้อหาจะพิจารณาจากจำนวนคาบ เวลาที่ ใช้สอน ซึ่งกำหนดขึ้นเพื่อให้ครู 6 คนสร้างข้อสอบให้มีจำนวนข้อสอบเป็นไปในลักษณะเดียว กัน ดังตารางที่ 8

ตารางที่ 8 การวิเคราะห์เนื้อหา จุดประสงค์ และระบุน้ำหนักรายข้อ

เนื้อหา	จุดประสงค์ย่อย	น้ำหนักรายข้อ	
		จำนวนข้อ	คิดเป็น %
1. การแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสอง (6 คาบ)	1. เมื่อกำหนดพหุนามดีกรีสองในรูป $ax^2 + bx + c$ เมื่อ a, b และ c เป็นค่าคงที่ และ $a = 1$ ให้นักเรียนสามารถแยกตัวประกอบได้	8	20
	2. เมื่อกำหนดพหุนามดีกรีสองในรูป $ax^2 + bx + c$ เมื่อ $a > 0, a \neq 1$ ให้นักเรียนสามารถแยกตัวประกอบได้	8	20
2. การแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสองโดยวิธีทำเป็นกำลังสองสมบูรณ์ (4 คาบ)	3. เมื่อกำหนดพหุนามที่อยู่ในรูปผลต่างกำลังสองให้นักเรียนสามารถแยกตัวประกอบได้	4	8.89
	4. เมื่อกำหนดพหุนามดีกรีสองให้นักเรียนสามารถแยกตัวประกอบโดยวิธีทำให้เป็นกำลังสองสมบูรณ์ได้	7	17.78
3. การแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสูงกว่าสองที่มีสัมประสิทธิ์เป็นจำนวนเต็ม (5 คาบ)	5. เมื่อกำหนดพหุนามดีกรีสามที่อยู่ในรูปผลบวก หรือผลต่างของกำลังสามให้นักเรียนสามารถแยกตัวประกอบได้	5	11.11
	6. เมื่อกำหนดพหุนามที่มีดีกรีสูงกว่าดีกรีสองอย่างง่าย ๆ ให้นักเรียนสามารถใช้คุณสมบัติการเปลี่ยนกลุ่ม การแจกแจง จัดให้อยู่ในรูปกำลังสองสมบูรณ์ ผลต่างของกำลังสอง ผลบวกหรือผลต่างกำลังสามแล้วแยกตัวประกอบได้	8	22.22
รวม	6	40	100

7) จากรูปแบบฟาเซทที่ผ่านการพิจารณาโดยผู้เชี่ยวชาญ และปรับปรุงแก้ไข ในข้อ 5 หน้า 63 ผู้วิจัยได้นำมาสร้างข้อคำถามโดยเขียนข้อสอบให้สอดคล้องกับสมาชิกฟาเซท ซึ่งสุ่ม

ออกมาจากฟาเซทหนึ่ง ๆ โดยมีเงื่อนไขว่า จะต้องสุ่มสมาชิกทุกฟาเซทมาฟาเซทละ 1 ตัว โดยใช้วิธีการจับคู่สมาชิกของแต่ละฟาเซทมาสร้างเป็นประโยคจับคู่ (Mapping Sentence Method) และผู้วิจัยได้กำหนดโครงสร้างของข้อสอบโดยเขียนลักษณะเฉพาะของข้อสอบขึ้น เพื่อความสะดวกในการนำไปให้ครูจำนวน 6 คน สร้างข้อสอบในส่วนที่เป็นคำถาม และส่วนที่เป็นตัวเลือก รายละเอียดดังตารางที่ 9

ตารางที่ 9 การกำหนดรูปแบบฟาเซทที่ใช้ในการเขียนข้อสอบวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง

การแยกตัวประกอบของพหุนาม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

จุดประสงค์ที่	จำนวนข้อ	ข้อที่	ส่วนที่ใช้สร้างคำถาม	ส่วนที่ใช้สร้างตัวเลือก
1	8	1	ก ₁ ข ₂ ก ₁ ง ₃	A _{2.1} A ₁ A _{2.3} A _{2.3}
		2	ก ₁ ข ₂ ก ₁ ง ₃	A _{2.1} A _{2.3} A ₁ A _{2.2}
		3	ก ₁ ข ₂ ก ₁ ง ₄	A ₁ A _{2.2} A _{2.1} A _{2.3}
		4	ก ₂ ข ₂ ก ₁ ง ₄	A _{2.3} A ₁ A _{2.2} A _{2.1}
		5	ก ₂ ข ₂ ก ₁ ง ₄	A _{2.1} A _{2.1} A ₁ A _{2.1}
		6	ก ₂ ข ₂ ก ₁ ง ₁	A _{2.3} A ₁ A _{2.2} A _{2.1}
		7	ก ₂ ข ₂ ก ₃ ง ₁	A _{2.3} A ₁ A _{2.2} A _{2.3}
		8	ก ₂ ข ₂ ก ₁ ง ₁	A _{2.1} A ₁ A _{2.2} A _{2.3}
2	8	9	ก ₃ ข ₂ ก ₁ ง ₁	A ₁ A _{2.2} A _{2.3} A _{2.1}
		10	ก ₃ ข ₂ ก ₁ ง ₁	A _{2.3} A _{2.2} A ₁ A _{2.1}
		11	ก ₃ ข ₂ ก ₂ ง ₄	A ₁ A _{2.2} A _{2.1} A _{2.3}
		12	ก ₁ ข ₂ ก ₁ ง ₃	A _{2.3} A ₁ A _{2.2} A _{2.1}
		13	ก ₁ ข ₂ ก ₁ ง ₂	A ₁ A _{2.2} A _{2.1} A _{2.3}
		14	ก ₂ ข ₂ ก ₁ ง ₄	A _{2.1} A ₁ A _{2.2} A _{2.3}
		15	ก ₂ ข ₂ ก ₁ ง ₃	A _{2.1} A _{2.3} A ₁ A _{2.2}
		16	ก ₂ ข ₂ ก ₁ ง ₄	A _{2.3} A _{2.3} A _{2.2} A ₁
3	4	17	ก ₁ ข ₁ ก ₁ ง ₄	A _{2.3} A ₁ A _{2.2} A _{2.1}
		18	ก ₁ ข ₁ ก ₁ ง ₂	A ₂ A _{2.3} A ₁ A _{2.3}
		19	ก ₃ ข ₁ ก ₃ ง ₄	A _{2.3} A _{2.1} A ₁ A _{2.2}
		20	ก ₃ ข ₁ ก ₂ ง ₃	A ₁ A _{2.1} A _{2.2} A _{2.3}

จุดประสงค์ที่	จำนวนข้อ	ข้อที่	ส่วนที่ใช้สร้างคำถาม	ส่วนที่ใช้สร้างตัวเลือก
4	7	21	π_1 ψ_2 π_2 γ_1	$A_{2.1}$ A_1 $A_{2.1}$ $A_{2.1}$
		22	π_1 ψ_2 π_1 γ_1	A_1 $A_{2.1}$ $A_{2.1}$ $A_{2.1}$
		23	π_2 ψ_2 π_2 γ_2	A_1 $A_{2.1}$ $A_{2.1}$ $A_{2.1}$
		24	π_3 ψ_2 π_4 γ_2	$A_{2.1}$ A_1 $A_{2.1}$ $A_{2.1}$
		25	π_3 ψ_2 π_4 γ_2	$A_{2.1}$ A_1 $A_{2.3}$ $A_{2.1}$
		26	π_4 ψ_2 π_4 γ_1	$A_{2.1}$ A_1 $A_{2.1}$ $A_{2.1}$
		27	π_4 ψ_2 π_4 γ_3	$A_{2.1}$ A_1 $A_{2.1}$ $A_{2.1}$
5	5	28	π_1 ψ_1 π_5 γ_2	$A_{2.3}$ A_1 $A_{2.1}$ $A_{2.2}$
		29	π_1 ψ_1 π_4 γ_3	$A_{2.2}$ A_1 $A_{2.1}$ $A_{2.3}$
		30	π_2 ψ_1 π_4 γ_3	A_1 $A_{2.1}$ $A_{2.2}$ $A_{2.3}$
		31	π_2 ψ_1 π_4 γ_3	$A_{2.3}$ $A_{2.2}$ $A_{2.1}$ A_1
		32	π_2 ψ_1 π_6 γ_4	$A_{2.2}$ $A_{2.3}$ $A_{2.1}$ A_1
6	8	33	π_2 ψ_2 π_2	A_1 $A_{2.1}$ $A_{2.1}$ $A_{2.1}$
		34	π_2 ψ_2 π_2	A_1 $A_{2.1}$ $A_{2.1}$ $A_{2.1}$
		35	π_2 ψ_2 π_2	$A_{2.1}$ A_1 $A_{2.1}$ $A_{2.1}$
		36	π_1 ψ_2 π_1	A_1 $A_{2.1}$ $A_{2.1}$ $A_{2.1}$
		37	π_3 ψ_2 π_3	A_1 $A_{2.1}$ $A_{2.1}$ $A_{2.1}$
		38	π_3 ψ_2 π_3	$A_{2.1}$ A_1 $A_{2.1}$ $A_{2.1}$
		39	π_4 ψ_2 π_3	$A_{2.1}$ $A_{2.1}$ A_1 $A_{2.1}$
		40	π_4 ψ_3 π_4	$A_{2.1}$ $A_{2.1}$ $A_{2.1}$ A_1

จากตารางที่ 9 พบว่า การกำหนดรูปแบบฟาเซทที่นำมาสร้างข้อสอบในแต่ละจุดประสงค์ จะไม่เท่ากันในการสุ่มฟาเซทเพื่อนำมาสร้างข้อสอบทั้งส่วนที่เป็นข้อคำถามและส่วนที่เป็นตัวเลือก เลือกมาฟาเซทละ 1 ตัวเท่านั้น เช่นในจุดประสงค์ที่ 5 รูปแบบฟาเซทในส่วนที่เป็นคำถามมีสมาชิก อยู่ 4 ตัวคือ

ฟาเซท ก. ประกอบด้วยสมาชิก

π_1

π_2

π_3

$ก_4$

ฟาชะท ข. ประกอบด้วยสมาชิก

$ข_1$

$ข_2$

ฟาชะท ค ประกอบด้วยสมาชิก

$ก_1$

$ก_2$

$ก_3$

$ก_4$

$ก_5$

$ก_6$

ฟาชะท ง. ประกอบด้วยสมาชิก

$ง_1$

$ง_2$

$ง_3$

$ง_4$

ในแต่ละฟาชะทเลือกสมาชิกของแต่ละฟาชะทมาฟาชะทละ 1 ตัว เพื่อนำมากำหนดลักษณะเฉพาะของข้อสอบแต่ละข้อ ดังนี้

ลักษณะเฉพาะข้อสอบที่ 1 เลือก $ก_1$ $ข_1$ $ค_5$ $ง_2$ สร้างเป็นข้อสอบจำนวน 1 ข้อ

ลักษณะเฉพาะข้อสอบที่ 2 เลือก $ก_1$ $ข_1$ $ค_4$ $ง_3$ สร้างเป็นข้อสอบจำนวน 1 ข้อ

ลักษณะเฉพาะข้อสอบที่ 3 เลือก $ก_2$ $ข_1$ $ค_4$ $ง_3$ สร้างเป็นข้อสอบจำนวน 2 ข้อ

ลักษณะเฉพาะข้อสอบที่ 4 เลือก $ก_2$ $ข_1$ $ค_6$ $ง_4$ สร้างเป็นข้อสอบจำนวน 1 ข้อ

ดังนั้น ในจุดประสงค์ที่ 5 จะมีข้อสอบอยู่ 5 ข้อ ซึ่งสร้างจากลักษณะเฉพาะของข้อสอบ 4 ลักษณะและในส่วนที่เป็นตัวเลือกก็ทำในลักษณะเดียวกัน

8) สร้างเอกสารประกอบการฝึกการเขียนตามรูปแบบฟาชะท สำหรับใช้ฝึกครูสอนวิชาคณิตศาสตร์ โรงเรียนในกลุ่มมัธยมศึกษา กลุ่ม 4 สังกัดสำนักงานสามัญศึกษาจังหวัดขอนแก่น จำนวน 6 คน ซึ่งเอกสารประกอบการฝึกประกอบด้วย

(1) เอกสารชี้แจงการเขียนข้อสอบตามรูปแบบฟาชะท

(2) แบบฟอร์มการเขียนข้อสอบตามรูปแบบฟาชะท

9) นำเอกสารประกอบการฝึกการเขียนข้อสอบตามรูปแบบฟาเซท ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ไปให้อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และผู้เชี่ยวชาญทางการวัดผลและประเมินผลการศึกษา (ภาค ผนวก ก. หน้า 102) ช่วยตรวจสอบความถูกต้อง และเหมาะสมพอที่จะใช้เป็นแบบฝึกปฏิบัติได้ จากนั้นให้ครูผู้สอนคณิตศาสตร์ จำนวน 6 คน ฝึกการเขียนข้อสอบตามรูปแบบฟาเซท ในการฝึก ครูผู้สอนคณิตศาสตร์ กลุ่มโรงเรียนมัธยม กลุ่มที่ 4 จำนวน 6 คน มีรายละเอียดดังนี้

(1) ติดต่อหัวหน้าสถานศึกษาของครู จำนวน 6 คน เพื่อขออนุญาตให้ครูผู้สอน วิชาคณิตศาสตร์จาก 6 โรงเรียนมาราษการที่ทำการกลุ่ม เพื่อเข้าอบรมการฝึกการเขียนข้อสอบตาม รูปแบบฟาเซท เป็นเวลา 1 วัน โดยในการฝึกการเขียนข้อสอบตามรูปแบบฟาเซท ต้องให้ครูทุกคน สามารถเขียนข้อสอบตามรูปแบบฟาเซทให้เป็น โดยมีผู้วิจัยคอยให้คำแนะนำอย่างใกล้ชิด ผู้วิจัยจะมีตัวอย่างลักษณะเฉพาะของข้อสอบที่ผู้วิจัยเป็นผู้สร้างขึ้น ลักษณะที่ 1 ถึง 3 ให้ผู้เข้าฝึกออก ข้อสอบ (ภาค ผนวก ฉ หน้า 152) ตามรูปแบบฟาเซท ถ้าครูคนใดสามารถออกข้อสอบตามได้ ถูกต้องทั้ง 3 ลักษณะ ก็ประเมินว่าครูคนนั้นมีความรู้และสามารถเขียนข้อสอบตามรูปแบบฟาเซท ได้ ปรากฏว่าครูผู้เข้ารับการฝึกทั้ง 6 คน มีความรู้ความสามารถในการเขียนข้อสอบตามรูปแบบฟาเซทได้ถูกต้อง

(2) กำหนดลักษณะเฉพาะของข้อสอบตามรูปแบบฟาเซท เรื่อง การแยกตัวประกอบของพหุนาม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 พร้อมทั้งแบบฟอร์มการสร้างข้อสอบตามลักษณะเฉพาะของข้อสอบ เรื่อง การแยกตัวประกอบของพหุนามแก่ครูผู้สอนวิชาคณิตศาสตร์ 6 คน ที่ผ่านการฝึกอบรมมาแล้ว โดยที่ครู 1 คน ต้องสร้างข้อสอบ 40 ข้อ ตามลักษณะเฉพาะของข้อสอบ ที่ผู้วิจัยได้กำหนดขึ้น และจำนวนข้อสอบ ตามที่ระบุไว้ในแต่ละจุดประสงค์ (รายละเอียดใน ตารางที่ 9 หน้า 66) จะได้ข้อสอบทั้งหมด 240 ข้อ ดังตารางที่ 10

ตารางที่ 10 จำนวนข้อสอบที่ครู 6 คน สร้างข้อสอบตามรูปแบบฟาเซทที่กำหนดให้

ครูคนที่	จุดประสงค์						รวม
	1	2	3	4	5	6	
1	8	8	4	7	5	8	40
2	8	8	4	7	5	8	40
3	8	8	4	7	5	8	40
4	8	8	4	7	5	8	40
5	8	8	4	7	5	8	40
6	8	8	4	7	5	8	40
	48	48	48	48	48	48	240

10) นำข้อสอบที่คณะครูสร้างขึ้นตามรูปแบบฟาเซท จำนวน 240 ข้อ ไปตรวจสอบหาค่าความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา โดยสร้างแบบประเมินความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับรูปแบบฟาเซท(ภาคผนวก ง หน้า122) ไปให้ผู้เชี่ยวชาญทางด้านการวัดและประเมินการศึกษาและผู้เชี่ยวชาญในการสอนวิชาคณิตศาสตร์ จำนวน 5 คน(ภาคผนวก ก หน้า102) เพื่อพิจารณาตัดสินว่าข้อสอบมีความสอดคล้องกับรูปแบบฟาเซทจริงหรือไม่ โดยวิธีการของโรวินลลีและแฮมเบิลตัน (Rovinelli and Hambleton) (อ้างถึงในสงบ, 2523) โดยให้น้ำหนักคะแนนดังนี้

- +1 หมายถึง แน่ใจว่าข้อสอบวัดได้ตรงจุดประสงค์นั้น
- 0 หมายถึง ไม่แน่ใจว่าข้อสอบวัดได้ตรงจุดประสงค์
- 1 หมายถึง แน่ใจว่าข้อสอบไม่ได้วัดจุดประสงค์นั้น

หลังจากนั้นนำคะแนนที่ได้มาคำนวณค่าดัชนีความสอดคล้องสร้างข้อสอบกับจุดประสงค์ (Item Objective Congruence) โดยใช้สูตร

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

เมื่อ IOC คือ ดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์

$\sum R$ คือ ผลรวมคะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ

N คือ จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

หลังจากผู้เชี่ยวชาญทางด้านการวัดผลและประเมินผลการศึกษา และผู้เชี่ยวชาญในการสอน วิชาคณิตศาสตร์ ทั้ง 5 คน พิจารณาคัดเลือกความสอดคล้อง ระหว่างข้อสอบกับรูปแบบฟาเซท แล้ว ผู้วิจัยได้นำเอาคะแนนผลการพิจารณาข้อสอบแต่ละข้อมาหาคะแนนเฉลี่ย หรือค่าดัชนีความสอดคล้อง ถ้าค่าดัชนีความสอดคล้องมีค่ามากกว่า .50 ถือว่าข้อสอบนั้นมีความสอดคล้องกับ รูปแบบฟาเซทที่กำหนดขึ้นมาจริง (สงบ, 2538)

11) นำข้อสอบที่ครูคณิตศาสตร์ 6 คนสร้างและที่ผ่านการตรวจสอบแล้วจำนวน 240 ข้อ มาจัดเข้าเป็นแบบทดสอบ 6 ฉบับ โดยแบบทดสอบแต่ละฉบับมีจำนวน 40 ข้อ ที่ได้มาจากการสุ่มข้อสอบจากจำนวนของข้อสอบในแต่ละจุดประสงค์ ได้แบบทดสอบทั้งหมด 6 ฉบับ ซึ่งในแต่ละฉบับจะประกอบด้วยแบบทดสอบวิชาคณิตศาสตร์ที่ครู 6 คนสร้างขึ้น จาก 6 จุดประสงค์

การทดลองใช้และพัฒนาแบบทดสอบ

ครั้งที่ 1

ผู้วิจัยได้นำแบบทดสอบทั้ง 6 ฉบับ ไปทดสอบกับนักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่างในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2538 จำนวน 423 คน แยกเป็นโรงเรียนขนาดใหญ่พิเศษ จำนวน 100 คน ขนาดใหญ่ จำนวน 91 คน ขนาดกลาง จำนวน 141 คน และขนาดเล็ก จำนวน 91 คน โดยกำหนดเงื่อนไขว่าในการจัดให้นักเรียนทำแบบทดสอบ จะใช้วิธีเรียงตามลำดับโต๊ะของนักเรียนดังนี้ คือ นักเรียนที่นั่งโต๊ะแถวที่ 1, 2, 3, 4, 5 และ 6 ให้ทำแบบทดสอบฉบับที่ 1, 2, 3, 4, 5 และ 6 ตามลำดับ และโต๊ะแถวอื่นก็จัดให้ทำนองเดียวกัน โดยสุ่มนักเรียนเข้าทำแบบทดสอบ ดังนี้ (1 ห้องเรียนจะมีนักเรียนโดยประมาณ 47 คน)

แบบทดสอบฉบับที่ 1 ให้นักเรียนคนที่ 1, 7, 13, 19, 25, 31, 37 และคนที่ 43

แบบทดสอบฉบับที่ 2 ให้นักเรียนคนที่ 2, 8, 14, 20, 26, 32, 38 และคนที่ 44

แบบทดสอบฉบับที่ 3 ให้นักเรียนคนที่ 3, 9, 15, 21, 27, 33, 39 และคนที่ 45

แบบทดสอบฉบับที่ 4 ให้นักเรียนคนที่ 4, 10, 16, 22, 28, 34, 40 และคนที่ 46

แบบทดสอบฉบับที่ 5 ให้นักเรียนคนที่ 5, 11, 17, 23, 29, 35, 41 และคนที่ 47

แบบทดสอบฉบับที่ 6 ให้นักเรียนคนที่ 6, 12, 18, 24, 30, 36 และคนที่ 42

โดยเฉลี่ยแบบทดสอบ 1 ฉบับ จะทดสอบกับนักเรียนประมาณ 8 คน ในกลุ่มตัวอย่าง 1 ห้องเรียน ดังนั้น กลุ่มตัวอย่าง 9 ห้องเรียน เฉลี่ยแบบทดสอบ 1 ฉบับต่อกลุ่มตัวอย่างประมาณ 72 คน จากนั้นนำผลการทำข้อสอบของนักเรียนมาวิเคราะห์ข้อสอบโดยคัดเลือกข้อสอบที่มีคุณภาพตามเกณฑ์ดังนี้ มีค่าความยาก (P) มากกว่าหรือเท่ากับ .20 และมีค่าอำนาจจำแนก (B) ตั้งแต่ 0.20 ขึ้น

ไป (เดือนใจ, 2525) ส่วนข้อที่มีค่าอำนาจจำแนกเป็นลบจะตัดทิ้งไป (Popham และ Husek อ้างถึงในมัทนี, 2526)(ภาคผนวก จ. หน้า 139) จัดเป็นแบบทดสอบ 3 ฉบับ สำหรับใช้ในการวิจัยต่อไป

ครั้งที่ 2

หลังจากคัดเลือกและปรับปรุงข้อสอบจากการทดลองครั้งที่ 1 แล้ว จากข้อสอบ 240 ข้อ มีข้อสอบที่มีคุณภาพที่นำไปใช้ได้จำนวน 209 ข้อ โดยที่รวมข้อที่ 15 ของแบบทดสอบฉบับที่ 1 ซึ่งมีค่าความยากเท่ากับ .19 และค่าอำนาจจำแนก .40 (ภาคผนวก จ. หน้า 139) ผู้วิจัยได้สุ่มข้อสอบตามกลุ่มของจุดประสงค์จัดเข้าเป็นแบบทดสอบจำนวน 3 ฉบับ ซึ่งในแต่ละฉบับจะประกอบด้วยแบบทดสอบวิชาคณิตศาสตร์ที่ครู 6 คนสร้างจาก 6 จุดประสงค์ ได้ฉบับละ 40 ข้อ จัดพิมพ์ใหม่เพื่อนำไปใช้ทดลองสอบครั้งที่ 2 กับกลุ่มตัวอย่างชุดเดิมในครั้งที่ 1 จำนวน 423 คน โดยกำหนดเงื่อนไขในการดำเนินการสอบเช่นเดียวกับการทดลองสอบครั้งที่ 1 โดยในการทำการทดสอบครั้งที่ 2 ใช้ระยะเวลาห่างจากครั้งที่ 1 เป็นเวลา 1 เดือน การกำหนดเงื่อนไขในการดำเนินการสอบเช่นเดียวกับการทดลองสอบครั้งที่ 1 ดังนี้ (1 ห้องเรียนจะมีนักเรียนโดยประมาณ 47 คน)

แบบทดสอบฉบับที่ 1 ให้นักเรียนคนที่ 1, 4, 7, 10, 13, 16, 19, 22, 25, 28, 31, 34, 37, 40, 43 และคนที่ 46

แบบทดสอบฉบับที่ 2 ให้นักเรียนคนที่ 2, 5, 8, 11, 14, 17, 20, 23, 26, 29, 32, 35, 38, 41 และคนที่ 44

แบบทดสอบฉบับที่ 3 ให้นักเรียนคนที่ 3, 6, 9, 12, 15, 18, 21, 24, 27, 30, 33, 36, 39, 42 และคนที่ 45

โดยเฉลี่ยแบบทดสอบ 1 ฉบับ จะทดสอบกับนักเรียนประมาณ 15 คน ในกลุ่มตัวอย่าง 1 ห้องเรียน ดังนั้น กลุ่มตัวอย่าง 9 ห้องเรียน เฉลี่ยแบบทดสอบ 1 ฉบับต่อกลุ่มตัวอย่างประมาณ 135 คน จากนั้นนำผลการทำข้อสอบของนักเรียนมาวิเคราะห์ แล้วนำผลเปรียบเทียบกับคุณภาพของแบบทดสอบ ว่าในแต่ละจุดประสงค์ของแต่ละฉบับมีความเป็นคู่ขนานกันหรือไม่ ในด้านค่าสถิติพื้นฐาน คือ คะแนนเฉลี่ย ค่าความแปรปรวน ตลอดจนคุณภาพของข้อสอบในด้านค่าความยากเฉลี่ย และค่าความเชื่อมั่น

การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยได้วางแผนการเก็บรวบรวมข้อมูลในการวิจัย ดังนี้

1) ติดต่อโรงเรียนที่ใช้เป็นกลุ่มตัวอย่าง เพื่อกำหนดวัน เวลาในการทดสอบ โดยทำหนังสือถึงผู้อำนวยการ อาจารย์ใหญ่หรือครูใหญ่ของโรงเรียนในสังกัดกรมสามัญศึกษา จังหวัดขอนแก่น ที่ใช้เป็นกลุ่มตัวอย่างเพื่อกำหนดเวลาในการทดสอบ

2) นำแบบทดสอบ 6 ฉบับ ไปทดสอบกับกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 423 คน ครั้งที่ 1 รายละเอียดดังที่กล่าวมาแล้ว นำกระดาษคำตอบของนักเรียนมาตรวจให้คะแนน และวิเคราะห์หาคุณภาพของข้อสอบรายข้อ หาค่าความยากและค่าอำนาจจำแนก โดยใช้วิธีของเบรนนัน (Brennan) คัดเลือกข้อสอบที่มีค่าความยาก (P) มากกว่าหรือเท่ากับ .20 และค่าอำนาจจำแนก (B) ตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไปสำหรับนำไปทดลองสอบครั้งที่ 2

3) การดำเนินการสร้างแบบทดสอบคู่ขนาน หลังจากคัดเลือกข้อสอบที่ผ่านการวิเคราะห์ตามข้อ 2 แล้ว ผู้วิจัยได้นำข้อสอบมาทำการสุ่มตามกลุ่มของจุดประสงค์อีกครั้ง เพื่อจัดเข้าเป็นแบบทดสอบขึ้น 3 ฉบับ ฉบับละ 40 ข้อ รวม 120 ข้อ เพื่อนำไปทดสอบครั้งที่ 2 กับกลุ่มตัวอย่างกลุ่มเดิม จำนวน 423 คน ซึ่งถือว่าในการสอบครั้งที่ 1 และครั้งที่ 2 เป็นอิสระต่อกัน เนื่องจากการดำเนินการสอบแต่ละครั้งจะดำเนินการสอบแบบสุ่ม

4) แบ่งข้อสอบแต่ละฉบับออกเป็นรายจุดประสงค์ สำหรับการวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าสถิติต่าง ๆ ได้กำหนด 6 จุดประสงค์ ดังนี้

ข้อสอบวิชาคณิตศาสตร์ที่วัดในจุดประสงค์ที่ 1 ข้อ 1 - ข้อ 8

ข้อสอบวิชาคณิตศาสตร์ที่วัดในจุดประสงค์ที่ 2 ข้อ 9 - ข้อ 16

ข้อสอบวิชาคณิตศาสตร์ที่วัดในจุดประสงค์ที่ 3 ข้อ 17 - ข้อ 20

ข้อสอบวิชาคณิตศาสตร์ที่วัดในจุดประสงค์ที่ 4 ข้อ 21 - ข้อ 27

ข้อสอบวิชาคณิตศาสตร์ที่วัดในจุดประสงค์ที่ 5 ข้อ 28 - ข้อ 32

ข้อสอบวิชาคณิตศาสตร์ที่วัดในจุดประสงค์ที่ 6 ข้อ 33 - ข้อ 40

5) วิเคราะห์หาค่าคะแนนจุดตัดตามวิธีเทคนิคของอีเบล (Ebel) (ภาคผนวก ข. หน้า 148)

6) วิเคราะห์หาค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้ง 6 จุดประสงค์ของแต่ละฉบับด้วยวิธีของโลเวต (Lovette)

7) ตรวจสอบค่าสถิติของแบบทดสอบคู่ขนาน ดังนี้

(1) หาค่าสถิติพื้นฐานของแบบทดสอบ

(2) ทดสอบความแตกต่างของค่าคะแนนเฉลี่ย $\bar{X}$ โดยใช้ (One-Way ANOVA)

(3) ทดสอบความแตกต่างของค่าความแปรปรวน โดยวิธีของ Cochran

(4) ทดสอบความแตกต่างของค่าความยากเฉลี่ยของแบบทดสอบโดยลำดับ

ขั้นตอนดังนี้

1. แปลงค่าความยากรายข้อ (P) เป็นค่าความยากมาตรฐาน (Δ)
2. หาค่าความยากมาตรฐานเฉลี่ย
3. ทดสอบความแตกต่างของค่าความยากมาตรฐานเฉลี่ย โดยใช้

(One-Way ANOVA)

- (5) ทดสอบความแตกต่างของค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นโดยใช้ไคสแควร์ (χ^2)

3.4 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยทำการวิเคราะห์ข้อมูลหาค่าสถิติต่าง ๆ โดยใช้ไมโครคอมพิวเตอร์วิเคราะห์ข้อมูลหาค่าสถิติต่าง ๆ ดังนี้

- 1) ค่าสถิติพื้นฐานของแบบทดสอบ

- (1) ค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$)
- (2) ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.)
- (3) ค่าความแปรปรวน (S.D.)²

- 2) สถิติที่ใช้หาคุณภาพของแบบทดสอบ

- (1) หาค่าความยากของข้อสอบ โดยใช้สูตร (Berk, อ้างถึงในอนันต์, ม.ป.ป.)

$$p = \frac{R}{N} \times 100$$

เมื่อ P แทน ค่าความยากของข้อสอบแต่ละข้อ

R แทน จำนวนผู้ตอบถูกในแต่ละข้อ

N แทน จำนวนนักเรียนที่เข้าสอบทั้งหมด

- (2) หาค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบแต่ละข้อ โดยใช้วิธีของเบรนนัน (Brennan) (อ้างถึงในสมศักดิ์, 2525)

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

เมื่อ B คือ ค่าดัชนีอำนาจจำแนก

N_1 คือ จำนวนนักเรียนที่ได้คะแนนสูงกว่าจุดตัด คือผ่านเกณฑ์

N_2 คือ จำนวนนักเรียนที่ได้คะแนนต่ำกว่าจุดตัด คือไม่ผ่านเกณฑ์

U คือ จำนวนนักเรียนที่ทำข้อสอบข้อนั้นถูก ในกลุ่มที่ผ่านเกณฑ์

L คือ จำนวนนักเรียนที่ทำข้อสอบข้อนั้นถูกในกลุ่มที่ไม่ผ่านเกณฑ์

(3) หาค่าคะแนนจุดตัดของแบบทดสอบ โดยใช้เทคนิคของอีเบล (บุญเชิด, 2527)

หลักการของเทคนิคนี้อาศัยการวิเคราะห์ลักษณะข้อสอบร่วมกัน โดยให้ครูประจำวิชาวิเคราะห์ แล้วนำไปเปรียบเทียบกับเปอร์เซ็นต์การสอบผ่านที่คาดหวัง จากลักษณะข้อสอบ และความยากของข้อสอบ ซึ่งอีเบลจำแนกลักษณะข้อสอบที่ตรงกับจุดประสงค์ไว้เป็น 4 ระดับหรือกลุ่ม (ตารางที่ 4 หน้า 37)

วิธีการหาคะแนนจุดตัด มีลำดับขั้นดังนี้

1. นำแบบทดสอบที่ต้องการวิเคราะห์ คือ แบบทดสอบ 3 ฉบับที่มีฉบับละ 6 จุดประสงค์ไปให้ครูที่สอนวิชาคณิตศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่เป็นครูในโรงเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 3 คน พิจารณาว่า ข้อสอบแต่ละข้อมีลักษณะตรงกับจุดประสงค์มากน้อยเพียงไร และมีระดับความยากง่ายเพียงใด
 2. จำแนกข้อสอบตามลักษณะและความยาก ซึ่งได้มาจากการแจกแจงผลการตัดสินของผู้เชี่ยวชาญ
 3. กำหนดเปอร์เซ็นต์ของการสอบผ่าน ตามลักษณะข้อสอบและความยากของข้อสอบ ซึ่งกำหนดโดยอีเบล (ตารางที่ 4 หน้า 37)
 4. คูณความถี่จำนวนข้อกับเปอร์เซ็นต์การสอบผ่านที่คาดหวัง และรวมผลคูณทั้งหมด
 5. หาค่าเปอร์เซ็นต์การสอบผ่านที่คาดหวังโดยเฉลี่ย
 6. กำหนดคะแนนจุดตัดจากค่าเปอร์เซ็นต์การสอบผ่านที่คาดหวังโดยเฉลี่ยจากขั้นที่ 5
- (4) หาค่าความยากมาตรฐานของข้อสอบแต่ละข้อ (Gulliden, 1976)

$$\Delta = M_w + S_w Z_p$$

$$P > .50, Z_p < 0$$

$$P < .50, Z_p > 0$$

เมื่อ Δ แทน ค่าความยากมาตรฐานแต่ละข้อ

P แทน ค่าความยากของข้อสอบแต่ละข้อ

Z_p แทน ค่าคะแนนมาตรฐานที่ได้จากการเปิดตารางพื้นที่ใต้โค้งปกติซึ่งขึ้นอยู่กับค่า P

M_w แทน ค่าคะแนนเฉลี่ยซึ่งเป็นค่าคงที่มีค่าเท่ากับ 13

S_w แทน ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานซึ่งเป็นค่าคงที่มีค่าเท่ากับ 4

(5) หาค่าความยากมาตรฐานเฉลี่ย ($\bar{\Delta}$)

$$\bar{\Delta} = \frac{\sum \Delta}{K}$$

เมื่อ $\bar{\Delta}$ แทน ค่าความยากมาตรฐานเฉลี่ย

$\sum \Delta$ แทน ผลรวมของค่าความยากมาตรฐานแต่ละข้อ

K แทน จำนวนข้อสอบ

(6) หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบจากการสอบเพียงครั้งเดียว โดยสูตรของโลเวต

(Lovette)

$$r_{cc} = 1 - \frac{\sum X_i - \sum X_i^2}{(K-1) \sum (X_i - C)^2}$$

เมื่อ r_{cc} แทน ค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ

K แทน จำนวนข้อสอบ

X_i แทน คะแนนของแต่ละคนในการทำแบบทดสอบ

C แทน คะแนนจุดตัด โดยได้จากเทคนิคของอีเบล (บุญเชิด, 2527)

(7) สถิติที่ใช้ตรวจสอบคุณลักษณะของแบบทดสอบคู่ขนาน

1. ทดสอบความแตกต่างความยากมาตรฐานเฉลี่ย ($\bar{\Delta}$) ของแบบ ทดสอบ 3 ฉบับ โดยการวิเคราะห์ความแปรปรวน (One-Way ANOVA)

2. ทดสอบความแตกต่างคะแนนเฉลี่ยของแบบทดสอบ 3 ฉบับ โดย การวิเคราะห์ความแปรปรวน (One-Way ANOVA)

3. ทดสอบความแตกต่างค่าความแปรปรวนของแบบทดสอบ 3 ฉบับโดยใช้วิธีของ Cochran (อ้างอิงใน งามนิตย์ ธาตุทอง, 2533)

$$C = \frac{S_{\max}^2}{k \sum_{j=1} s_j^2}$$

เมื่อ C แทน การวิเคราะห์ความแปรปรวนโดยวิธีการของ Cochran

$S_{\max}^2$ แทน ค่าความแปรปรวนของแบบทดสอบที่มีค่าสูงสุดในกลุ่ม

S_j^2 แทน ค่าความแปรปรวนของแบบทดสอบฉบับที่ j

K แทน จำนวนแบบทดสอบ

4. ทดสอบความแตกต่างค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ 3 ฉบับ โดยใช้

ไคสแควร์ (χ^2) โดยใช้สูตร (Sendecor and Cochran, 1967)

$$\chi^2 = \sum Z^2 (n-3) - \frac{\sum [Z(n-3)]^2}{\sum (n-3)} \quad , df = n-1$$

เมื่อ χ^2 แทน ค่าไคสแควร์

Z แทน ค่าความเชื่อมั่นในรูปของ Fisher's Z

N แทน จำนวนนักเรียนแต่ละกลุ่ม

df แทน ชั้นแห่งความเป็นอิสระ

n แทน จำนวนค่าความเชื่อมั่นที่นำมาทดสอบความแตกต่าง