



ระเบียบวิธีวิจัย

การวิจัยนี้ผู้วิจัยมุ่งหาความเหมาะสมและเปรียบเทียบคะแนนจุดตัดของแบบ-
สอบอิงเกณฑ์ประเภทเลือกตอบ (Multiple choices) กับตอบสั้น (Short-
Answers) จากการใช้ทฤษฎีการตัดสินใจของแกลส (Glass's Decision Theore-
tic Approachs). กำหนดคะแนนจุดตัด แล้วศึกษาถึงผลของการกำหนดคะแนนจุดตัด
ดังกล่าว ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิจัยดังนี้

กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ได้แก่

1. กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการพิจารณาคุณภาพของแบบสอบ ซึ่งเป็นครูที่เคยมี
ประสบการณ์การสอนวิชาคณิตศาสตร์ 312 และเคยสอนวิชาคณิตศาสตร์มาแล้วไม่น้อย
กว่า 3 ปี ผู้วิจัยให้เป็นผู้ทรงคุณวุฒิในการเสนอความคิดเห็น จำนวน 5 คน
2. กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ทดลองแบบสอบ (Try-out) เพื่อหาคุณภาพพื้นฐานของ
เครื่องมือ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ของโรงเรียนมัธยมคานจันทน์ ซึ่งเป็น
โรงเรียนที่มีขนาดเดียวกัน และการจัดสภาพการเรียนการสอนเช่นเดียวกันกับโรงเรียน
ที่เป็นกลุ่มตัวอย่างของการวิจัยครั้งนี้ จำนวน 55 คน โดยสุ่มอย่างง่ายจากประชากร
125 คน
3. กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ กลุ่มประชากรซึ่งเป็นนักเรียน
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 (ม.3) ของโรงเรียนสีคิ้ว "สวัสดิ์คณกุลวิทยา" ประจำปีการศึกษา
2527 จำนวน 8 ห้องเรียน คิดเป็นจำนวนนักเรียน 340 คน และผู้วิจัยได้ควบคุม
กลุ่มตัวอย่างให้ได้รับการเรียนการสอนครบถ้วนตามจุดประสงค์และได้รับการทดสอบทุก
ขั้นตอนของการวิจัย แต่ควยสาเหตุที่มีนักเรียนในกลุ่มตัวอย่างจำนวนมากขาดเรียน และ
ระยะเวลาการเก็บข้อมูลมีวันหยุดเรียนพิเศษหลายครั้งทำให้นักเรียนถือโอกาสขาดเรียน

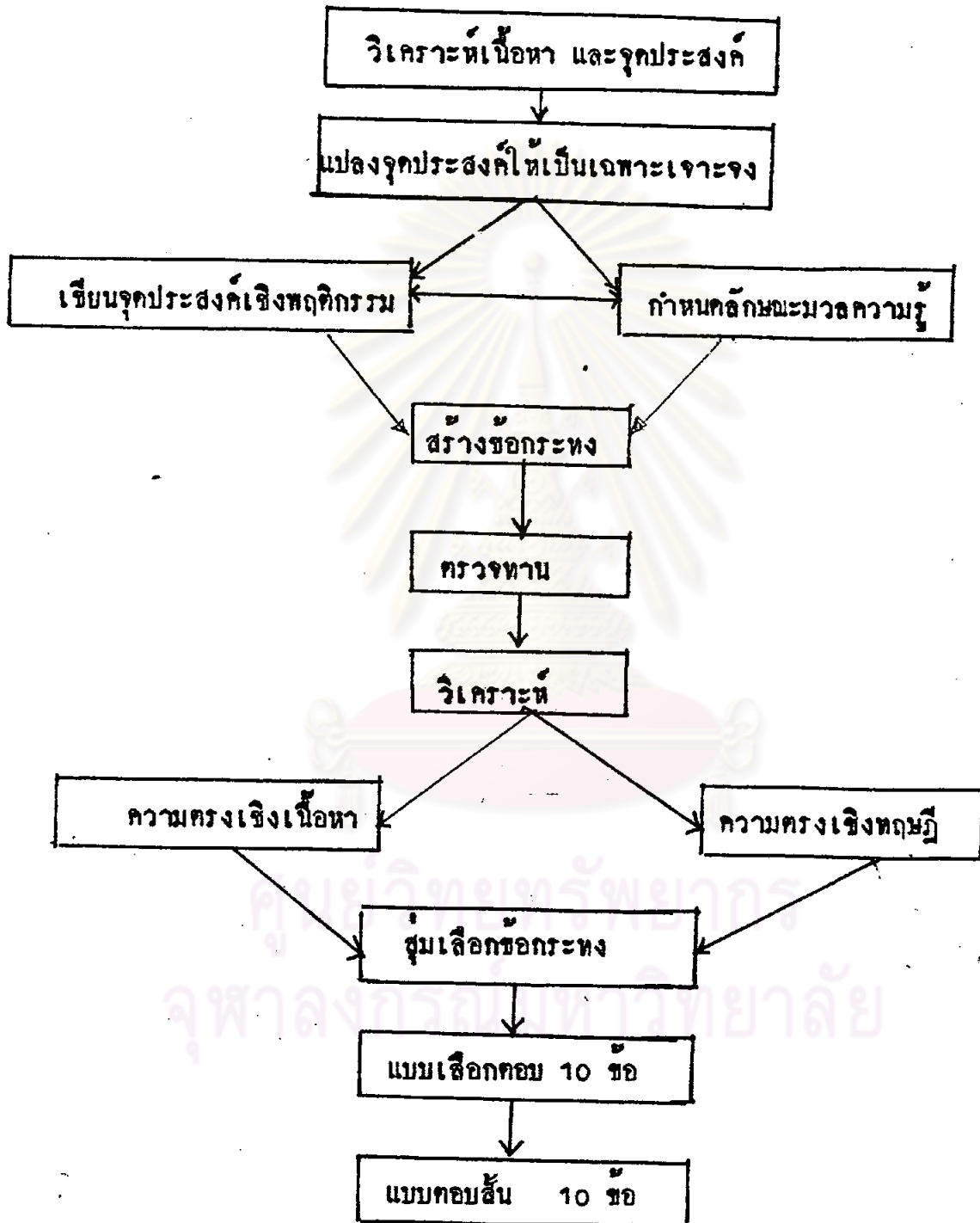
ในวันอื่น ๆ ด้วย ทำให้นักเรียนที่มีเวลาเรียนในวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ควอดรatic ไม่ครบ 80% ของเวลาเรียนทั้งหมด (12 คาบ) ซึ่งถือว่าเรียนไม่ครบถ้วนตาม จุดประสงค์และนักเรียนในกลุ่มตัวอย่างได้รับการทดสอบไม่ครบตามขั้นตอน โดยเฉพาะ การทดสอบก่อนเรียน (Pre-test) ไม่สามารถเก็บข้อมูลภายหลังได้ ดังนั้นกลุ่ม ตัวอย่างที่เตรียมไว้และให้ข้อมูลที่สมบูรณ์มีจำนวน 260 คน คิดเป็น 76.47 เปอร์เซ็นต์ ของจำนวนทั้งหมด และจากการคำนวณขนาดตัวอย่างประชากรที่เหมาะสม (นิยม ปรากฏว่า 2517 : 108-125) ปรากฏว่า ควรใช้กลุ่มตัวอย่างประชากรขนาด 190 คน ดังนั้น กลุ่มตัวอย่างประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้จึงเพียงพอที่จะใช้เป็นตัวแทนของ ประชากรได้

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นแบบสอบอิงเกณฑ์ประเภทเลือกตอบกับ ทอบสั้น ซึ่งผู้วิจัยได้สร้างขึ้นมาเอง มีขั้นตอนการสร้างเครื่องมือที่ผู้วิจัยได้ศึกษา และปรับปรุงขั้นตอนการสร้างของ รอยด์ และฮาโลดนา (Roid and Haladyna 1980) เฟรเมอร์ (Fremmer 1974) และบุญเจ็ด วิทยุญอนันต์พงษ์ (บุญเจ็ด วิทยุญอนันต์พงษ์ 2527 : 38-43) ซึ่งเสนอเป็นขั้นตอน ดังนี้

ศูนย์วิทยุญอนันต์พงษ์
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

แผนภาพที่ 3 แสดงขั้นตอนการสร้างแบบสอบถามเชิงคุณภาพ



โดยมีรายละเอียดในการสร้างเครื่องมือดังนี้

1. วิเคราะห์เนื้อหาและจุดประสงค์การเรียนรู้ ให้เป็นจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมหลัก ซึ่งเป็นจุดประสงค์ปลายทางที่ต้องการให้เกิดขึ้นในตัวผู้เรียน เรื่อง สมการควอคราติก ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยเลือกจุดประสงค์หลักมา 1 จุดประสงค์ คือ "เมื่อนักเรียนได้เรียนเรื่องสมการควอคราติกแล้ว นักเรียนสามารถหาคำตอบของสมการโดยการแยกตัวประกอบได้" ทั้งนี้ให้สอดคล้องกับการสร้างแบบสอบที่ใช้ประเมินความก้าวหน้า (Formative Evaluation) ของนักเรียน อันเป็นลักษณะการเรียนรู้เป็นรายบุคคล (Hambleton, R.K. 1974 : 372)

2. วิเคราะห์จุดประสงค์เชิงพฤติกรรมหลักให้เป็นจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมย่อยหรือจุดประสงค์รายทาง ที่จะก่อให้เกิดจุดประสงค์หลัก ทั้งนี้เพื่อใช้เป็นแนวทางการเขียนข้อกระทง (items) และกำหนดลักษณะมวลความรู้ที่สอดคล้องกับจุดประสงค์ให้ชัดเจนยิ่งขึ้น

ตารางที่ 3 แสดงผลการวิเคราะห์จุดประสงค์เชิงพฤติกรรมย่อย

จุดประสงค์หลัก	จุดประสงค์ย่อย
เมื่อนักเรียนได้เรียนเรื่อง สมการควอคราติกแล้ว นักเรียนสามารถหาคำตอบของสมการโดยการแยกตัวประกอบได้	เมื่อนักเรียนได้เรียนเรื่องสมการควอคราติกแล้วนักเรียนสามารถ 1. แยกตัวประกอบของสมการควอคราติกได้ 2. หาคำตอบของสมการควอคราติกในรูป $x^2+bx+c = 0$ ได้ 3. หาคำตอบของสมการควอคราติกในรูป $x^2-c = 0$ ได้ 4. หาคำตอบของสมการควอคราติกในรูป $ax^2+bx+c = 0$ ได้ 5. หาคำตอบของสมการควอคราติกในรูป $ax^2-c = 0$ ได้

3. เขียนข้อกระทงให้ครอบคลุมโคเมนของเนื้อหาและสอดคล้องกับจุดประสงค์ การเขียนข้อกระทงนี้ผู้วิจัยใช้วิธีการกำหนดลักษณะเฉพาะของข้อกระทง (Items Specification) ของ สงบ - ลักษณะ (2525) ซึ่งประกอบด้วยส่วนประกอบ 5 ส่วน คือ

1. พฤติกรรมที่ต้องการวัด ส่วนนี้จะระบุพฤติกรรมหลักที่วิเคราะห์ได้จาก รายวิชาที่จะสร้างข้อกระทง
2. พฤติกรรมย่อย ส่วนนี้จะระบุ จุดประสงค์เชิงพฤติกรรมย่อยที่แตกออกมาจากพฤติกรรมหลัก
3. คำอธิบายและขอบเขต ส่วนนี้จะขยายพฤติกรรมย่อย โดยเขียนในรูปแบบ จุดประสงค์เชิงพฤติกรรมที่ครอบคลุมสถานการณ์ เงื่อนไขอย่างละเอียด มีพฤติกรรมที่ คาดหวังที่สังเกตเห็นได้ รวมทั้งขอบเขตของพฤติกรรม
4. ลักษณะคำถามคำตอบ ส่วนนี้จะกำหนดรูปแบบของข้อกระทง ทั้งส่วนที่เป็นคำถามและคำตอบ
 - ส่วนที่เป็นคำถาม จะกำหนดสิ่งเร้า สถานการณ์ เงื่อนไข และ คำสั่งที่จะให้ผู้สอบทำ
 - ส่วนที่เป็นคำตอบ จะกำหนดรูปแบบของการตอบ ลักษณะหรือเกณฑ์ ของการกำหนดคำตอบถูก วิธีเขียนตัวเลข
5. ข้อกระทงตัวอย่าง ส่วนนี้จะช่วยขยายคำอธิบายให้ชัดเจนยิ่งขึ้น

ตัวอย่างการ กำหนดลักษณะเฉพาะของข้อกระทง

1. พฤติกรรมที่ต้องการวัด
ความสามารถในการหาคำตอบของสมการ ควบคราติกโดยการแยกตัวประกอบ
2. พฤติกรรมย่อย
แสดงความสามารถในการหาคำตอบของสมการ ควบคราติกในรูปแบบ $x^2+bx=c = 0$ โดยวิธีแยกตัวประกอบ

3. คำอธิบายและขอบเขต

เมื่อกำหนดสมการควอดราติกในรูป $x^2+bx+c = 0$ ซึ่ง b, c เป็นจำนวนเต็มไม่เกิน 2 หลัก ให้แล้วนักเรียนสามารถหาคำตอบของสมการโดยการแยกตัวประกอบได้

4. ลักษณะคำถาม และคำตอบ

ลักษณะคำถาม	ลักษณะคำตอบ
1. กำหนดสมการควอดราติกในรูป $x^2+bx+c = 0$ 2. b, c เป็นจำนวนเต็มไม่เกิน 2 หลัก 3. ให้ b, c มีเครื่องหมายบวก,ลบ ทุกรูปแบบที่เป็นไปได้คือ $+b$ กับ $+c$, $-b$ กับ $-c$ $+b$ กับ $-c$ และ $-b$ กับ $+c$ 4. การแยกตัวประกอบของ c สามารถแยกเป็นผลคูณของจำนวนเต็ม 2 จำนวน	1. ใช้คำตอบชนิด 5 ตัวเลือก 1.1 แต่ละตัวเลือกมีตัวเลขที่เป็นคำตอบ 2 จำนวน 1.2 เรียงลำดับตัวเลือกจากน้อยไปหามากหรือมากไปหาน้อย 2. การเขียนตัวถูกและตัวลวง 2.1 มีตัวเลือกที่ถูกเพียง 1 ตัวเลือก 2.2 มีตัวเลือกที่ผิดเนื่องมาจาก 2.2.1 การแยกตัวประกอบผิด 2.2.2 การคำนวณคำตอบผิด 2.2.3 ขกพร่องในการใช้เครื่องหมาย $+, -$

5. ตัวอย่างข้อกระทง

ข้อ 6. สมการ $x^2-x-56 = 0$ แล้วคำตอบของสมการมีค่าเท่าใด

ก. -4, 14

ข. 4, -14

ค. -7, 8

ง. 7, -8

จ. 56, -1

การกำหนดลักษณะเฉพาะของข้อกระทงต้องกระทำเช่นนี้ จนครบทุกจุดประสงค์
เชิงพฤติกรรมย่อย ทั้ง 5 จุดประสงค์ ทั้งนี้เพื่อเป็นแนวทางในการเขียนข้อกระทง ให้
ครอบคลุมโคเมนได้อย่างสมบูรณ์ ซึ่งผลการสร้างข้อกระทงดังนี้

ตารางที่ ๕ จำนวนข้อกระทงที่สร้างขึ้นตามหลักการกำหนดลักษณะเฉพาะของข้อกระทง

ลำดับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมย่อย	จำนวนข้อ
1. สามารถแยกตัวประกอบควอดราติกได้	10
2. สามารถหาคำตอบของสมการควอดราติกในรูป $x^2 + bx + c = 0$ ได้	16
3. สามารถหาคำตอบของสมการควอดราติกในรูป $x^2 - c = 0$ ได้	4
4. สามารถหาคำตอบของสมการควอดราติกในรูป $ax^2 + bx + c = 0$ ได้	16
5. สามารถหาคำตอบของสมการควอดราติกในรูป $ax^2 - c = 0$ ได้	4
รวม	50

แล้วนำไปวิเคราะห์หาคคุณภาพต่อไป

4. ก่อนที่จะวิเคราะห์คุณภาพของข้อกระทงนั้นต้องนำไปวิเคราะห์ความสำคัญ (จำนวนข้อ) ของแต่ละจุดประสงค์ย่อย โดยให้ผู้ทรงคุณวุฒิ ซึ่งเป็นครูที่มีประสบการณ์การสอน วิชาคณิตศาสตร์ 312 และทำการสอนวิชาคณิตศาสตร์มาแล้วไม่น้อยกว่า 3 ปี ซึ่ง ผู้วิจัยเลือกครูในโรงเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่างในการวิจัย จำนวน 5 คน มากำหนด ความสำคัญของแต่ละจุดประสงค์ย่อย เพื่อใช้เป็นเกณฑ์ในการสุ่มจำนวนข้อกระทง จากแบบสอบที่สร้างขึ้นครอบคลุมโคเมนนั้น

ตารางที่ 5 จำนวนข้อกระทงที่วัดแต่ละจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมย่อย โดยการกำหนดน้ำหนักความสำคัญของผู้เชี่ยวชาญเนื้อหาวิชา จำนวน 5 คน

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรมย่อย	ค่าเฉลี่ยจำนวนข้อ	ค่าปรับจำนวนข้อ
1. นักเรียนสามารถแยกตัวประกอบของควอคราติกได้	2.8	3
2. หาคำตอบของสมการควอคราติกในรูป $x^2+bx+c = 0$ ได้	1.8	2
3. หาคำตอบของสมการควอคราติกในรูป $x^2 - c = 0$ ได้	1.4	1
4. หาคำตอบของสมการควอคราติกในรูป $ax^2+bx+c = 0$ ได้	2.6	3
5. หาคำตอบของสมการควอคราติกในรูป $ax^2-c = 0$ ได้	1.4	1
รวม	10	10

ในการกำหนดจำนวนข้อใน 1 จุดประสงค์หลักนั้นผู้วิจัย กำหนดให้มีจำนวน 10 ข้อ ซึ่งในการกำหนดจำนวนข้อสำหรับแต่ละจุดประสงค์หลักนั้น เบอร์ก์เสนอว่าควรมีจำนวนข้อ ระหว่าง 5-10 ข้อ จึงจะทำให้การตัดสินมีความแม่นยำมากขึ้น (Berk, R.K. 1980 38) ซึ่งผู้วิจัยเห็นว่า 10 ข้อนี้เหมาะสม หากมีการสร้างข้อกระทงให้ครอบคลุมโคเมน และมีการเลือกข้อกระทงที่ดี กลุ่มตัวอย่างของข้อกระทงนั้น ก็สามารถเป็นตัวแทนของโคเมนได้

คุณภาพของข้อกระทงและการคัดเลือกข้อกระทง

การสอบแบบอิงเกณฑ์มีลักษณะแตกต่างไปจากการสอบแบบอิงกลุ่มทั้งในค่านวัตกรรม ประสงค์ เครื่องมือที่ใช้ และการแปลความหมาย (สมหวัง พิธิยานุวัฒน์ 2524

18-19 อ้างถึง Boehm, A. 1973, 75, 117-126) เครื่องมือที่ใช้ในการสอบแบบอิงเกณฑ์นั้น ควรสร้างข้อกระทงให้มีคุณภาพอันสำคัญคือ ความตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity) อันเป็นความสามารถของข้อกระทงที่จะวัดได้ตรงกับจุดประสงค์ที่กำหนดไว้ หรือเป็นความสอดคล้องระหว่างข้อกระทงกับจุดประสงค์ แต่ในลักษณะการเรียนเพื่อรอบรู้ (Mastery) นอกจากข้อกระทงจะวัดได้สอดคล้องกับจุดประสงค์แล้วก็ควรที่จะบ่งชี้ ผู้สอบได้ว่า นักเรียนที่มีความสามารถได้ครบถ้วนตามจุดประสงค์แล้วเป็นผู้รอบรู้ และนักเรียนที่ไม่มีความสามารถครบถ้วนตามจุดประสงค์แล้วเป็นผู้ไม่รอบรู้ (Non-mastery) หรือเป็นผู้ผ่านหรือตก ตามลำดับ ลักษณะเช่นนี้เป็นความสามารถของข้อกระทงที่จะจำแนกผู้เรียน (Items Discrimination) ออกเป็นผู้รอบรู้ หรือไม่รอบรู้ อันหมายถึงความตรงเชิงทฤษฎี (Construct Validity) ซึ่งเบอร์ก (Berk R.K. 1980) แฮมเบิลตัน และสวามินาธาน (Hambleton and Swaminathan 1978) ได้กล่าวถึงความตรงของแบบสอบอิงเกณฑ์ที่สำคัญ คือ ความตรงเชิงเนื้อหาและความตรงเชิงทฤษฎีดังกล่าวแล้วนั้น ซึ่งผู้วิจัยจะทำการหาคุณภาพของข้อกระทงเป็นรายข้อ (50 ข้อ) ดังต่อไปนี้

1. นำข้อกระทงที่สร้างขึ้น พร้อมจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมย่อยไปวิเคราะห์หาความตรงเชิงเนื้อหา ซึ่งมีผู้เสนอไว้หลายวิธีด้วยกัน แต่ละวิธีต่างก็มีแนวคิดไปในลักษณะเดียวกันคือต้องการที่จะทราบว่าวัดได้ตรงกับจุดประสงค์ที่กำหนดไว้หรือไม่ และผู้วิจัยเห็นว่าวิธีของโรวิเนลลี และแฮมเบิลตัน ก็มีแนวคิดเหมือนกัน และแสดงให้เห็นมโนทัศน์ (Concept) ของการหาความตรงเชิงเนื้อหาได้อย่างชัดเจน นั่นคือ อาศัยผู้เชี่ยวชาญหรือผู้ทรงคุณวุฒิหลาย ๆ คน ใช้ความคิดเห็นคัดสนิร่วมกัน ผู้วิจัยจึงใช้ผู้ทรงคุณวุฒิจำนวน 5 คน และใช้ดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อกระทงกับจุดประสงค์ ซึ่งเสนอโดย โรวิเนลลี และแฮมเบิลตัน (Rovinelli and Hambleton) มีสูตรดังนี้ (Hambleton, R.K. 1978 : 1-47)

$$IOC = R/N$$

เมื่อ	IOC	คือ	ดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อกระทงกับจุดประสงค์
	R	คือ	ผลรวมคะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญหรือผู้ทรงคุณวุฒิ
	N	คือ	จำนวนผู้เชี่ยวชาญหรือผู้ทรงคุณวุฒิ

การให้คะแนน

- +1 คือ แน่ใจว่าข้อกระทงนั้นถูกต้องประสงค์นั้น
 0 คือ ไม่แน่ใจว่าข้อกระทงนั้นถูกต้องประสงค์นั้น
 -1 คือ แน่ใจว่าข้อกระทงนั้นไม่ถูกต้องวัตถุประสงค์นั้น

2. คัดเลือกข้อกระทงที่มีความตรงเชิงเนื้อหา ถ้าดัชนีที่คำนวณได้มากกว่าหรือเท่ากับ 50% แสดงว่าข้อกระทงนั้นวัตถุประสงค์ข้อนั้น และถือว่าเป็นคะแนนเชิงความคิดเห็นที่ใช้ได้ ถ้าดัชนีที่คำนวณได้น้อยกว่า 50% แสดงว่าข้อกระทงนั้นไม่ถูกต้องหรือไม่สอดคล้องกับจุดประสงค์นั้นซึ่งต้องปรับปรุงแก้ไข (บุญเชิด ภิญญอนันต์พงษ์ 2527 : 43)

แล้วจึงข้อกระทงเป็นแบบสอบถามตามจำนวนจุดประสงค์ย่อย ซึ่งจะได้แบบสอบถามย่อย 5 ฉบับ เพื่อนำไปวิเคราะห์ต่อไป

3. นำแบบสอบถามทั้ง 5 ฉบับ ที่มีความตรงเชิงเนื้อหาแล้วมาวิเคราะห์ความตรงเชิงทฤษฎี (Construct Validity) โดยอาศัยเทคนิคการทดลองหรือข้อมูลเชิงประจักษ์ ซึ่งต้องแสดงให้เห็นว่าข้อกระทงที่สร้างขึ้นสามารถจำแนกผู้เรียนเป็นผู้รอบรู้และไม่รอบรู้* โดยนำไปทดลองกับกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ทดลองเครื่องมือ จำนวน 55 คน นำผลการสอบก่อนเรียน (Pre-test) และหลังเรียน (Post-test) มาวิเคราะห์ความตรงเป็นรายข้อ ซึ่งใช้สูตรที่เครเฮน (Crehen) ได้ดัดแปลงมาจากสูตรหาความเที่ยงของคาร์เวอร์ (Carver) โดยใช้วิเคราะห์ความตรงดังนี้ (Crehen, K.D. 1974 : 255-262)

เมื่อ นักเรียน

	สอบก่อนสอน	สอบหลังสอน
ตอบถูก	b	a
ตอบผิด	c	d
	a+b+c+d	

$$\text{แล้วสูตรความตรงโดยประมาณ} = \frac{a+c}{a+b+c+d}$$

4. คัดเลือกข้อกระทงครั้งที่ 2 ซึ่งจะได้ ข้อกระทงที่มีความตรงเชิงเนื้อหา และความตรงเชิงทฤษฎี ตั้งแต่ 50% - 100% ซึ่งถือว่าเป็นข้อกระทงที่ใช้ได้ (บุญเชิด ภิโญอนันตพงษ์ 2527 : 43)

5. คัดเลือกข้อกระทงจากแบบสอบถามย่อยทั้ง 5 ฉบับ โดยใช้วิธีการสุ่มตัวอย่างแบบแยกชั้น (Stratified Sampling) ตามสัดส่วนความสำคัญของแต่ละจุดประสงค์ย่อย (ดูตารางที่ 5) ซึ่งจะได้ตัวอย่างของข้อกระทงที่เป็นตัวแทนของโคเมน จำนวน 10 ข้อ จัดเป็นแบบสอบถาม 1 ชุด ซึ่งในตอนนี้ผู้วิจัยจะได้แบบสอบถามที่ใช้ในการวิจัยเป็นแบบสอบถามเชิงเกณฑ์ประเภทเลือกตอบ (Multiple choice : MC) 1 ฉบับ

6. ปรับข้อกระทงของแบบสอบถามเชิงเกณฑ์ประเภทเลือกตอบ (MC) ให้เป็นแบบสอบถามเชิงเกณฑ์ประเภทตอบสั้น (Short-Answer : SA) โดยใช้ข้อความเดิมเพียงตัดตัวเลือกรอก แล้วปรับข้อความให้เหมาะสมที่จะใช้เป็นประเภทตอบสั้น การพิจารณาว่า ข้อความ (Statement) ของแบบสอบถามประเภทตอบสั้นนั้นจะสื่อความหมายและมีความสมบูรณ์เช่นเดิมหรือไม่ โดยนำไปให้ผู้เชี่ยวชาญหรือผู้ทรงคุณวุฒิ 5 คน ที่เคยพิจารณาและให้ความคิดเห็นในแบบสอบถามประเภทเลือกตอบมาแล้ววิจารณ์ความหมาย และตอบคำถามจากข้อกระทงตอบสั้นนั้น หากผลการตอบ หรือการวิจารณ์ตรงกันทั้ง 5 คน ถือเป็นมติที่เอกฉันท์ จะถือว่าข้อกระทงของแบบสอบถามทั้งสองประเภทมีความสมบูรณ์และสื่อความหมายได้เช่นเดียวกัน แล้วสุ่มจัดลำดับข้อกระทงในแบบตอบสั้น ซึ่งจะได้แบบสอบถามที่ใช้ในการวิจัยเป็นแบบสอบถามเชิงเกณฑ์ประเภทตอบสั้น (Short-Answer : SA) 1 ฉบับ และพิมพ์คู่มือการใช้ต่อไป

การเก็บรวบรวมข้อมูล

1. ผู้วิจัยขออนุญาตผู้อำนวยการโรงเรียน เพื่อขอทำการวิจัยเก็บข้อมูลกับกลุ่มตัวอย่างประชากร และขอความร่วมมือจากครูที่สอนวิชาคณิตศาสตร์ของโรงเรียน สังกัด "ส่วสศึกษคุณวิทยา" ช่วยตอบคำถามความคิดเห็น

2. นำแบบสอบถามเชิงเกณฑ์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นทั้งสองประเภทไปสอบถามก่อนเรียน เรื่อง สมการควอดราติก ซึ่งมีการบริหารแบบสอบครั้งนี้

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยมี 1 กลุ่ม จำนวน 260 คน ซึ่งแต่ละคน ต้องทำการทดสอบก่อนเรียนด้วยแบบสอบถามทั้งสองประเภท คือ เลือกตอบ (MC) และตอบสั้น (SA) โดยจัดสอบเป็น 2 ครั้ง

ครั้งที่ 1 สอบก่อนเรียน 1 สัปดาห์ กลุ่มตัวอย่างแต่ละคนจะถูกสุ่มให้ทำแบบสอบประเภทใดประเภทหนึ่งจากแบบสอบทั้งสองประเภท

ครั้งที่ 2 สอบก่อนเรียนอีกครั้งหนึ่ง หลังจากการสอบครั้งที่ 1 แล้ว 1 สัปดาห์ก่อนที่จะเริ่มเรียนเนื้อหาที่กำหนด ผู้ตอบแบบสอบในครั้งที่ 1 จะใช้แบบสอบสลับกันอีกชุดหนึ่งในครั้งที่ 2 นั่นคือ นักเรียนที่ได้รับแบบสอบชุด MC ในครั้งที่ 1 แล้ว ในครั้งที่ 2 จะได้รับชุด SA สลับกันเช่นนี้ถึงตัวอย่างซึ่งการบริหารแบบสอบต่อไปนี้

คนที่ 1	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2
1	SA	MC
2	MC	SA
3	MC	SA
4	SA	MC
⋮	⋮	⋮
⋮	⋮	⋮
260	SA	MC

3. การจัดการเรียนการสอน ผู้วิจัยได้ขอความร่วมมือจากครูที่สอนประจำวิชา คณิตศาสตร์ 312 และ 322 จำนวน 3 คน ให้ดำเนินการเรียนการสอน ตามแผนการสอนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นในเรื่อง ทอกราคิก เป็นจำนวน 12 คาบ ทั้งนี้เพื่อให้การเรียนการสอนดำเนินไปตามลำดับขั้นตอน และครอบคลุมโดเมนเนื้อหาเช่นเดียวกัน

4. เมื่อครูได้ทำการสอนครบถ้วนตามจุดประสงค์การเรียนรู้แล้ว (ประมาณ 12 คาบ) ทำการสอบหลังเรียน (Post-test) ซึ่งมีการบริหารการสอบ เช่นเดียวกับการสอบก่อนเรียนทุกประการ

การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยได้แบ่งการวิเคราะห์ข้อมูลเป็น 2 ทอนดังนี้

ตอนที่ 1 พัฒนาเครื่องมือ

1. นำข้อมูลความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิหรือผู้เชี่ยวชาญ 5 คน ที่มีข้อ-
 กระทบซึ่งสร้างขึ้นครั้งแรก 50 ข้อ มาวิเคราะห์ความตรงเชิงเนื้อหา โดยใช้สุท-
 ติษณ์ความสอดคล้องของข้อกระทบกับจุดประสงค์ (IOC) ซึ่งเสนอโดย โรวินเนลลี และ
 แฮมเบิลตัน (Rovinelli and Hambleton) (หน้า 32)

2. นำคะแนนผลการสอบจากการทดลองเครื่องมือ ซึ่งได้จากกลุ่มตัวอย่าง
 จำนวน 55 คน มาวิเคราะห์ความตรงเชิงทฤษฎี (Construct Validity) ซึ่ง
 ต้องใช้คะแนนสอบก่อนสอน และสอบหลังสอนมาวิเคราะห์หาความสามารถของข้อกระทบ
 ในการจำแนกผู้เรียน (ก่อนเรียนและหลังเรียน) ออกเป็นผู้รอบรู้หรือไม่รอบรู้, ผ่าน
 หรือตก ใช้สูตรที่เสนอโดย เกรเฮน (Crehen) (หน้า 33)

ตอนที่ 2 การวิจัย

หลังจากพัฒนาเครื่องมือและได้แบบสอบอิงเกณฑ์ประเภทเลือกตอบกับข้อสั้น
 จำนวนละ 10 ข้อแล้ว นำไปวิเคราะห์หาคะแนนจุดตัดและผลการกำหนดคะแนนจุดตัดต่อไป

1. คะแนนผลการสอบของนักเรียนจะได้จากการตรวจกระดาษคำตอบ ซึ่ง
 นักเรียนที่ตอบถูกจะได้ 1 คะแนน ต่อ 1 ข้อ และตอบผิดจะได้ 0 คะแนน ในข้อนั้น ๆ
 ผู้วิจัยจะได้คะแนนผลการสอบก่อนสอน 1 ชุด หลังสอน 1 ชุด แล้วนำคะแนนผลการสอบ
 มาวิเคราะห์ดังนี้

ก. หาค่าเฉลี่ย (Means) จากสูตร

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

ข. หาค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Divation) จากสูตร

$$S.D. = \sqrt{\frac{\sum x^2 - \frac{(\sum x)^2}{N}}{N-1}}$$

(Guilford, J.P. 1973 : 129)

2. นำคะแนนผลการสอบก่อนสอนและหลังสอนของกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 260 คน มาคำนวณหาคะแนนจุดตัด (Cut-off Score) โดยใช้ทฤษฎีการตัดสินใจของ แกลส (Glass's Decision Theoretic Approach) (Glass, G.V. 1978 : 237-261) ซึ่งแจกแจงผู้สอบออกเป็นดังนี้

		นักเรียน		
		หลังการเรียนการสอน	ก่อนการเรียนการสอน	
คะแนนจุดตัด (C_x) ของแบบสอบ	ไม่ผ่าน	P_A	P_B	$1 - P_C$
	ผ่าน	P_C	P_D	P_C
		P_E	$1 - P_E$	1

ซึ่งจะได้ฟังก์ชันของคะแนนจุดตัดดังนี้

$$f(C_x) = (P_A + P_D) / (P_B + P_C) \quad (1)$$

จากสมการ (1) มีข้อตกลงว่าการจำแนกผิดทางบวก (false positive) (β) และการจำแนกผิดทางลบ (false negative) (α) มีความสำคัญเท่ากัน ถ้าหากค่าการจำแนกผิดทั้งสองไม่เท่ากันต้องใช้ฟังก์ชันสมการ (2)

$$f(C_x) = (\alpha P_A + \beta P_D) / (P_B + P_C) \quad (2)$$

ค่าของ α , β นี้จะกำหนดขึ้นจากการใช้ดุลพินิจของผู้ทรงคุณวุฒิ หรือผู้เชี่ยวชาญ พิจารณาว่ามีความสำคัญมากน้อยเท่าใด ซึ่งมีพิสัยความสำคัญ ตั้งแต่ 0 ถึง 1 โดยใช้การตอบคำถาม 2 คำถามต่อไปนี้

"นักเรียนได้คะแนนผ่านเกณฑ์ของแบบทดสอบ แต่ถูกตัดสินให้ตก หรือเรียนไม่สำเร็จ ควรให้ความสำคัญเท่าใด" เป็นตัวกำหนด α

และ "นักเรียนที่ได้คะแนนไม่ผ่านเกณฑ์ของแบบทดสอบ แต่ตัดสินให้สอบผ่านหรือเรียนจนจบหลักสูตร ควรให้ความสำคัญเท่าใด" เป็นตัวกำหนด β

แล้วนำค่าความเที่ยงมาให้ผู้เชี่ยวชาญหรือผู้ทรงคุณวุฒิ จำนวน 5 ท่าน แสดงความคิดเห็น
ตัดสินค่าความสำคัญของการจำแนกปีคทั้ง 2 กรณี

3. ทหาค่าความเที่ยง (Reliability) ของแบบสอบถามเชิงทัศนคติทั้งสองประเภท
จากสูตรของโลเวตต์ (Lovett) ซึ่งใช้คะแนนผลการสอบเพียงครั้งเดียวมาวิเคราะห์
ความแปรปรวนของคะแนน (Lovett, H.T. 1978 : 242-243)

$$\text{สูตร } r_{ck} \text{ (ANOVA)} = 1 - \frac{MS_E}{MS_P} \quad (1)$$

$$\text{เมื่อ } MS_P = \frac{k \sum_{i=1}^n (X_{i/k} - C)^2}{n}$$

$$MS_E = \frac{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^k (X_{ij} - C)^2 - n \sum_{j=1}^k (\bar{X}_{ij})^2 - k \sum_{i=1}^n (X_{i/k} - C)^2}{(n-1)(k-1)}$$

ซึ่ง MS_P คือ ผลรวมกำลังสองเฉลี่ยของคะแนนเนื่องจากบุคคล

MS_E คือ ผลรวมกำลังสองเฉลี่ยของคะแนนเนื่องมาจากความ
คลาดเคลื่อน

n คือ จำนวนบุคคล

k คือ จำนวนข้อกระทง

C คือ สัดส่วนคะแนนบุคคลแต่ละข้อ

สูตรความเที่ยง (1) จะเป็นค่าประมาณที่อคติ ซึ่งโลเวตต์ ได้เสนอสูตรปรับแก้ไว้ดังนี้

$$r_{ck} \text{ (ANOVA Corrected)} = 1 - \frac{n(k-1)}{n(k-1)-2} \cdot \frac{MS_E}{MS_P} \quad (2)$$

ซึ่งผู้วิจัยจะใช้สูตร (2) อันเป็นสูตรปรับแก้แล้ว มาประมาณค่าความเที่ยงของแบบสอบถาม-
ทัศนคติทั้งสองประเภท

4. เปรียบเทียบค่าเฉลี่ย (Means) โดยใช้สถิติทดสอบที (t-test) ตามสูตร

$$t = \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{\sqrt{\frac{S_1^2}{n_1} + \frac{S_2^2}{n_2} - \frac{2 r_{12} S_1 S_2}{n}}}, \quad df = n_1 + n_2 - 2$$

- เมื่อ r_{12} คือ ค่าสหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนแบบสอบเลือกตอบและทอมสั้น
- n คือ จำนวนคู่ของนักเรียนที่ทำแบบสอบเลือกตอบและทอมสั้น
- n_1 คือ จำนวนนักเรียนที่ทอมแบบสอบเลือกตอบ
- n_2 คือ จำนวนนักเรียนที่ทอมแบบสอบทอมสั้น
- S_1^2 คือ ความแปรปรวนคะแนนของนักเรียนที่ทอมแบบสอบเลือกตอบ
- S_2^2 คือ ความแปรปรวนคะแนนของนักเรียนที่ทอมแบบสอบทอมสั้น

5. เปรียบเทียบคะแนนจุดตัดของแบบสอบทั้งสองประเภทโดยใช้เปอร์เซ็นต์ของความแตกต่างของคะแนนจุดตัด (ประภา แก่นเต็ม 2524)

$$\text{เปอร์เซ็นต์ของความแตกต่าง} = \frac{X_1 - X_2}{N} \times 100 \%$$

- เมื่อ X_1 คือ คะแนนจุดตัดของแบบสอบประเภทเลือกตอบ
- X_2 คือ คะแนนจุดตัดของแบบสอบประเภททอมสั้น
- N คือ จำนวนข้อกระทงของแบบสอบแต่ละประเภท

ในการเปรียบเทียบนี้จะถือว่า ถ้าความแตกต่างไม่เกิน 10% แล้ว คะแนนจุดตัดที่นำมาเปรียบเทียบกันนั้นไม่แตกต่าง ซึ่งผู้วิจัยขอให้เกิดความคลาดเคลื่อนในการตัดสินของข้อกระทงได้ 1 ข้อ ใน 10 ข้อ

6. เปรียบเทียบจำนวนนักเรียนที่รอบรู้ และไม่รอบรู้ซึ่งเป็นผลจากการกำหนดคะแนนจุดตัดโดยใช้ทฤษฎีการตัดสินใจของแกตส ทอมแบบสอบทั้งสองประเภทนั้นโดยใช้โคสแคว์

เมื่อ การแจกแจงผู้เรียนออกเป็นผู้รอบรู้ และไม่รอบรู้ดังนี้

		นักเรียน		
		รอบรู้	ไม่รอบรู้	
MC	a	b	K	
SA	c	d	L	
	m	n	N	

$$\chi^2_{(1)} = \frac{N [(ad) - (bc)]^2}{(k)(l)(m)(n)}$$

7. เปรียบเทียบความเที่ยงของแบบสอบอิงเกณฑ์ทั้งสองประเภท เนื่องจากการหาความเที่ยงของแบบสอบ อาศัยการวิเคราะห์ความแปรปรวนของคะแนน ซึ่งเป็นค่าที่แตกต่างไปจากการหาความเที่ยงด้วยสหสัมพันธ์ แต่ก็เป็นค่าประมาณที่ใกล้เคียงกับค่าสหสัมพันธ์ และยังไม่ปรากฏสถิติทดสอบที่เหมาะสมไปกว่าการใช้สถิติทดสอบซี (Z-test) ดังนั้นผู้วิจัยจึงใช้สถิติทดสอบซี เปรียบเทียบค่าความเที่ยงของแบบสอบทั้งสอง โดยใช้สูตร

$$Z = \frac{\sqrt{n} (r_{xy} - r_{xz})}{\sqrt{(1-r_{xy}^2)^2 + (1-r_{xz}^2)^2 - 2r_{yz}^3 - (2r_{yz} - r_{xy} r_{xz})(1-r_{xy}^2 - r_{xz}^2 - r_{yz}^2)}}$$

เมื่อ n คือ จำนวนนักเรียนที่ทำแบบสอบเลือกตอบและตอบสั้น

r_{xy} คือ ค่าสหสัมพันธ์ที่ประมาณด้วยค่าความเที่ยงของแบบสอบเลือกตอบ

r_{xz} คือ ค่าสหสัมพันธ์ที่ประมาณด้วยค่าความเที่ยงของแบบสอบตอบสั้น

r_{yz} คือ ค่าสหสัมพันธ์ของคะแนนระหว่างแบบสอบเลือกตอบและตอบสั้น