บทที่ 3
วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยเรื่อง การศึกษารูปแบบการคิดและความจำขณะทำงานที่ส่งผลต่อการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนหนองกุงศรีวิทยาคาร ตำบลหนองกุงศรี อำเภอหนองกุงศรี จังหวัดกาฬสินธุ์ ได้ดำเนินการตามลำดับ ดังนี้

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง
2. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
3. การสร้างและหาคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
4. การเก็บรวบรวมข้อมูล
5. การวิเคราะห์ข้อมูล
6. สถิติที่ใช้ในการวิจัย

3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

3.1.1 ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนหนองกุงศรีวิทยาคาร ตำบลหนองกุงศรี อำเภอหนองกุงศรี จังหวัดกาฬสินธ์ ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2560 จำนวน 5 ห้องเรียนคละความสามารถ จำนวน 188 คน

3.1.2 กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2/2 โรงเรียนหนองกุงศรีวิทยาคาร ตำบลหนองกุงศรี อำเภอหนองกุงศรี จังหวัดกาฬสินธ์ ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2560 ได้มาโดยการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling) จำนวนนักเรียน 39 คน

3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ แบบวัดการจำแนกรูปแบบการคิด GEFT แบบวัดความจำขณะทำงาน DBT แบบทดสอบการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และแบบสัมภาษณ์แบบกึ่งโครงสร้างเกี่ยวกับการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์

3.2.1 แบบวัดการจำแนกรูปแบบการคิด GEFT ของ Witkin

แบบวัดการจำแนกรูปแบบการคิด GEFT ของ Witkin เป็นแบบวัดที่กำหนดให้ผู้เข้ารับการทดสอบค้นหารูปเรขาคณิตอย่างง่ายที่กำหนดให้ ซึ่งซ่อนอยู่ในภาพใหญ่ที่มีความซับซ้อนอีกที โดยมีบุคคลที่มีรูปแบบการคิดแบบเป็นอิสระกับสภาพรอบข้าง จะมองเห็นภาพที่อยู่ในความซับซ้อนได้ง่าย ในขณะที่บุคคลที่มีรูปแบบการคิดแบบไม่เป็นอิสระกับสภาพรอบข้าง จะมองเห็นยาก เนื่องจากถูกรบกวนด้วยความซับซ้อนของภาพใหญ่ (Witkin, 1977, p. 63)ซึ่งผู้วิจัยได้พัฒนาแบบวัดการจำแนกรูปแบบการคิด GEFT มาจากแนวคิดของ Witkin และคณะ จำนวน 25 ข้อ แบ่งเป็น 3 ตอน ตอนที่ 1 จำนวน 7 ข้อ ตอนที่ 2 จำนวน 9 ข้อ และตอนที่ 3 จำนวน 9 ข้อ โดยปรับปรุงให้เหมาะสมกับบริบท ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนหนองกุงศรีวิทยาคาร

3.2.2 แบบวัดความจำขณะทำงาน DBT

แบบวัดความจำขณะทำงาน DBT มีวิธีการวัดคือให้ผู้วิจัยอ่านตัวเลขดังๆ ให้ผู้เข้ารับการทดสอบฟังด้วยอัตรา 1 ตัวเลขต่อวินาที ผู้เข้ารับการวัดต้องจดบันทึกแบบกลับลำดับจากที่ได้ยิน ลำดับแรกเริ่มต้นจากการอ่านตัวเลข 2 ตัว 2 ชุด เช่น 2-9 และ 4-6 เด็กต้องจดลงกระดาษคำตอบว่า 9-2 และ 6-4 จำนวนตัวเลขจะยาวขึ้นเรื่อย ๆ (Wechler, 1997, P. 106) ซึ่งผู้วิจัยได้พัฒนาแบบวัดความจำขณะทำงานของ Wechler โดยมีตัวเลขอยู่ 8 ข้อข้อละ 2 ชุดตัวเลข เริ่มจากตัวเลข 2 ตัว ไปจนถึง 8 ตัว หากว่าทำได้ 1 ชุดตัวเลขจะได้ 1 คะแนน แต่ละข้อมีคะแนนเต็ม 2 คะแนน ถ้าทำไม่ได้จะได้ศูนย์คะแนน

3.2.3 ข้อสอบการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส

ข้อสอบการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2ภาคเรียน 2 ปีการศึกษา 2560 เป็นข้อสอบกลางภาคของกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ที่ผ่านการตรวจสอบความเที่ยงตรงและประสิทธิภาพจากฝ่ายวิชาการของโรงเรียนหนองกุงศรีวิทยาคาร จำนวน 2 ข้อ

3.3 การสร้างและหาคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

3.3.1 แบบวัดการจำแนกรูปแบบการคิด

ผู้วิจัยได้พัฒนาแบบวัดรูปแบบการคิด ซึ่งมีวิธีการสร้างและหาคุณภาพ ดังนี้

3.3.1.1 ศึกษาธรรมชาติของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนหนองกุงศรีวิทยาคาร

3.3.1.2 ศึกษาแบบวัดและวิธีจำแนกรูปแบบการคิด ของ Witkin, Oltman, Raskin and Karp (1971, p. 110)

3.3.1.3 ผู้วิจัยพัฒนาแบบวัดมาจากแบบวัดการจำแนกรูปแบบการคิดของ Witkin, Oltman, Raskin and Karp (1971, p. 110) The Group Embedded Figured Test (GEFT) ซึ่งเป็นเครื่องมือสำหรับทดสอบบุคคลว่าจัดอยู่ในกลุ่มที่มีรูปแบบการคิดแบบใด จำนวน 30 ข้อ

3.3.1.4 นำแบบวัดการจำแนกรูปแบบการคิด และเกณฑ์การให้คะแนนที่สร้างขึ้นเสร็จแล้วนำเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ เพื่อตรวจสอบความถูกต้องและความเหมาะสมของประเด็นคำถามและให้ข้อเสนอแนะ โดยอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์มีข้อเสนอแนะให้ปรับข้อคำถามให้ครอบคลุมตามประเด็นที่ต้องการ และปรับภาษาที่ใช้ในการเขียนในแต่ละข้อคำถามให้มีความถูกต้อง ชัดเจน

3.3.1.5 นำแบบวัดที่ผ่านการตรวจสอบจากอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์แล้วเสนอผู้เชี่ยวชาญ เพื่อพิจารณาความสอดคล้องและความครอบคลุมเนื้อหาของแบบวัดกับวัตถุประสงค์ของการวิจัยหรือนิยามศัพท์เฉพาะ รายนามผู้เชี่ยวชาญ ดังนี้

1) อาจารย์ ดร. ชาญณรงค์ เฮียงราช Ph.D. (Mathematics Education) อาจารย์พิเศษ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น ผู้เชี่ยวชาญด้านคณิตศาสตรศึกษา

2) ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ไพศาล วรคำ กศ.ด. (วิจัยและประเมินผลการศึกษา)อาจารย์ประจำคณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม ผู้เชี่ยวชาญด้านวิจัยและประเมินผลการศึกษา

3) ดร.ทนงเกียรติ พลไชยา ค.ด. (คณิตศาสตรศึกษา) ครูชำนาญการพิเศษ โรงเรียนจุฬาภรณราชวิทยาลัย ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาคณิตศาสตร์

3.3.1.6 ผู้เชี่ยวชาญประเมินความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับวัตถุประสงค์ (Item – Objective Congruence Index : IOC) โดยมีเกณฑ์ดังนี้

สอดคล้อง	จะมีคะแนนเป็น	+1
ไม่แน่ใจ	จะมีคะแนนเป็น	0

ไม่สอดคล้อง จะมีคะแนนเป็น -1

3.3.1.7 นำแบบวัดที่ได้รับการประเมินและปรับปรุงแก้ไขแล้วไปทดลองใช้ (Try-Out) กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 40 คน ที่ไม่ใช่กลุ่มเป้าหมาย ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2560 โรงเรียนหนองกุงศรีวิทยาคาร ตำบลหนองกุงศรี อำเภอหนองกุงศรี จังหวัดกาฬสินธุ์ เพื่อวิเคราะห์หาค่าความยากง่าย และค่าอำนาจจำแนกของแบบวัดโดยการวิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ มีค่าความยากง่ายของแบบทดสอบตั้งแต่ 0.2 – 0.8 และมีค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบตั้งแต่ 0.2 ขึ้นไป แล้วคัดเลือกข้อสอบที่มีค่าความยากง่าย และค่าอำนาจจำแนกที่ผ่านตามเกณฑ์ จำนวนทั้งสิ้น 30 ข้อ

3.3.1.8 นำแบบวัดการจำแนกรูปแบบการคิดที่ได้จากขั้นตอนที่ 3.3.1.7 มาทดสอบหาค่าความเชื่อมั่น (Reliability) ของแบบวัดทั้งฉบับ โดยการหาสัมประสิทธิ์แอลฟา (Coefficient Alpha) ของ Cronbach ได้ค่าความเชื่อมั่นของแบบวัดเท่ากับ 0.833 และนำค่าความเชื่อมั่นที่ได้ไปปรึกษาอาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ และมีความเห็นว่าค่าความเชื่อมั่นของแบบวัดดังกล่าวสามารถนำไปใช้เก็บข้อมูลได้

3.3.1.9 เลือกแบบวัดที่ผ่านการตรวจคุณภาพแล้ว จำนวน 25 ข้อ ไปจัดพิมพ์เป็นฉบับจริง เพื่อใช้เป็นเครื่องมือในการวิจัยต่อไป

3.3.2 แบบวัดความจำขณะทำงาน DBT

ผู้วิจัยได้พัฒนาแบบวัดความจำขณะทำงาน ซึ่งมีวิธีการสร้างและหาคุณภาพ ดังนี้

3.3.2.1 ศึกษาธรรมชาติของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนหนองกุงศรีวิทยาคาร

3.3.2.2 ศึกษาแบบวัดและวิธีวัดความจำขณะทำงานของ Wechler (1991, P.100)

3.3.2.3 ผู้วิจัยพัฒนาแบบวัดมาจากแบบวัดของ Wechler (1991,p.100) Digit Span Backward Test (DBT) ซึ่งเป็นเครื่องมือสำหรับทดสอบบุคคลว่ามีความจำขณะทำงานอยู่ในระดับใด รวม 28 ข้อ

3.3.2.4 นำแบบวัดความจำขณะทำงาน DBT และเกณฑ์การให้คะแนนที่สร้างขึ้นเสร็จแล้วนำเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ เพื่อตรวจสอบความถูกต้องและความเหมาะสมของประเด็นคำถามและให้ข้อเสนอแนะ โดยอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์มีข้อเสนอแนะให้ปรับข้อคำถามให้ครอบคลุมตามประเด็นที่ต้องการ และปรับภาษาที่ใช้ในการเขียนในแต่ละข้อคำถามให้มีความถูกต้อง ชัดเจน

3.3.2.5 นำแบบวัดที่ผ่านการตรวจสอบจากอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์แล้วเสนอผู้เชี่ยวชาญ เพื่อพิจารณาความสอดคล้องและความครอบคลุมเนื้อหาของแบบวัดกับวัตถุประสงค์ของการวิจัยหรือนิยามศัพท์เฉพาะ รายนามผู้เชี่ยวชาญ ดังนี้

1) อาจารย์ ดร. ชาญณรงค์ เฮียงราช Ph.D. (Mathematics Education) อาจารย์พิเศษ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น ผู้เชี่ยวชาญด้านคณิตศาสตรศึกษา

2) ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ไพศาล วรคำ กศ.ด. (วิจัยและประเมินผลการศึกษา)อาจารย์ประจำคณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม ผู้เชี่ยวชาญด้านวิจัยและประเมินผลการศึกษา

3) ดร.ทนงเกียรติ พลไชยา ค.ด. (คณิตศาสตรศึกษา) ครูชำนาญการพิเศษ โรงเรียนจุฬาภรณราชวิทยาลัย ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาคณิตศาสตร์

3.3.2.6 ผู้เชี่ยวชาญประเมินความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับวัตถุประสงค์ (Item – Objective Congruence Index : IOC) โดยมีเกณฑ์ดังนี้

สอดคล้อง	จะมีคะแนนเป็น	+1
ไม่แน่ใจ	จะมีคะแนนเป็น	0
ไม่สอดคล้อง	จะมีคะแนนเป็น	-1

3.3.2.7 นำแบบวัด ที่ได้รับการประเมินและปรับปรุงแก้ไขแล้วไปทดลองใช้ (Try-Out) กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนหนองกุงศรีวิทยาคาร ตำบลหนองกุงศรี อำเภอหนองกุงศรี จังหวัดกาฬสินธุ์ ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างและมีบริบทคล้ายคลึงกันกับกลุ่มเป้าหมาย จำนวน 40 คน เพื่อมาวิเคราะห์หาค่าความยากง่าย (p : Index of difficulty) และค่าอำนาจจำแนก (r : Index of discrimination) ของแบบทดสอบเป็นรายข้อ แล้วเลือกข้อที่มีความยาก (p) อยู่ระหว่าง 0.2 ถึง 0.8 และ ค่าอำนาจจำแนก (r) ตั้งแต่ 0.2 ขึ้นไป จึงจะถือว่าแบบทดสอบใช้ได้ ซึ่งปรากฏว่า ทั้ง 24 ข้อ อยู่ในเกณฑ์ที่สามารถใช้ได้ ซึ่งมีค่าความยาก (p) ตั้งแต่ 0.500-0.867 และมีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.534-0.877

3.3.2.7 นำแบบวัดความจำขณะทำงานที่ได้จากขั้นตอนที่ 3.3.2.6 มาทดสอบหาค่าความเชื่อมั่น (Reliability) ของแบบวัดทั้งฉบับ โดยการหาสัมประสิทธิ์แอลฟา (Coefficient Alpha) ของ Cronbach ได้ค่าความเชื่อมั่นของแบบวัดเท่ากับ 0.8 และนำค่าความเชื่อมั่นที่ได้ไปปรึกษาอาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ และมีความเห็นว่าค่าความเชื่อมั่นของแบบวัดดังกล่าวสามารถนำไปใช้เก็บข้อมูลได้

3.3.2.8 เลือกแบบทดสอบที่ผ่านการตรวจคุณภาพแล้ว จำนวน 12 ข้อ ไปจัดพิมพ์เป็นฉบับจริง เพื่อใช้เป็นเครื่องมือในการวิจัยต่อไป

3.4 การเก็บรวบรวมข้อมูล

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ใช้แบบทดสอบและแบบสัมภาษณ์เป็นเครื่องมือ ซึ่งมีแนวปฏิบัติในการนำแบบทดสอบไปใช้ ดังนี้

3.4.1 ทำหนังสือขออนุญาตจากบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม เพื่อขอความร่วมมือ และความอนุเคราะห์จากหน่วยงานที่เป็นต้นสังกัดและโรงเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง

3.4.2 ติดต่อประสานงานกับโรงเรียนกลุ่มตัวอย่าง เพื่อชี้แจงวัตถุประสงค์ของการวิจัย และขอความร่วมมือในการสอบด้วยความตั้งใจ เพื่อให้ได้ผลตามความเป็นจริง

3.4.3 ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล โดยจะแบ่งออกเป็น 3 ระยะ ดังนี้

ระยะที่ 1 จำแนกนักเรียนโดยใช้แบบวัดการจำแนกรูปแบบการคิด GEFT ออกเป็น 3 กลุ่ม ตามรูปการคิด ได้แก่ รูปแบบการคิดที่เป็นอิสระกับสภาพรอบข้าง (Field Independent) รูปแบบการคิดแบบไม่เป็นอิสระกับสภาพรอบข้าง (Field Dependent) และรูปแบบการคิดแบบกึ่งอิสระกับสภาพรอบข้าง

ระยะที่ 2 จำแนกความจำขณะทำงานโดยใช้แบบวัดความจำขณะทำงาน Digit span backward test : DBT ออกเป็นนักเรียนที่มีความจำขณะทำงานที่สูงและต่ำ

ระยะที่ 3 วิเคราะห์การแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์จำแนกตามรูปแบบการคิด โดยใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว (One-Way ANOVA)

ระยะที่ 4 วิเคราะห์การแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์จำแนกตามความจำขณะทำงาน โดยใช้สถิติการทดสอบที (*t*-test Independent)

3.5 การวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิเคราะห์ข้อมูลของงานวิจัยนี้ ผู้วิจัยได้แบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ ส่วนที่ 1 เกณฑ์การให้คะแนนของรูปแบบการคิด ความจำขณะทำงาน และการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ส่วนที่ 2 การแปลความหมายของคะแนนในส่วนที่ 1

3.5.1 การวิเคราะห์ข้อมูล ส่วนที่ 1 โดยการใช้เกณฑ์ ดังนี้

ผู้วิจัยได้ใช้เกณฑ์การตรวจให้คะแนนตามเกณฑ์ของแบบวัดการจำแนกรูปแบบการคิด The Group Embedded Figures Test : GEFT (Witkin, 1977, p. 63) ซึ่งมีรายละเอียด ดังนี้

ตอนที่ 1 จำนวน 7 ภาพ ใช้เวลา 2 นาที

ตอนที่ 2 จำนวน 9 ภาพ ใช้เวลา 5 นาที (9 คะแนน)

ตอนที่ 3 จำนวน 9 ภาพ ใช้เวลา 5 นาที (9 คะแนน)

รวมทั้ง 3 ตอน ใช้เวลา 12 นาที สำหรับคะแนนที่ผู้ทดสอบทำได้จะนำมาคิดเฉพาะตอนที่ 2 กับตอนที่ 3 เท่านั้น ถ้าตอบถูกให้ 1 คะแนน และตอบผิดให้ 0 คะแนน มีคะแนนเต็ม 18 คะแนน

เกณฑ์การให้คะแนนแบบวัดความจำขณะทำงาน เป็นรายข้อ ซึ่งให้คะแนนความจำขณะทำงานตามเกณฑ์ Hassan Alomohodai (2009, p. 183) ดังแสดงในตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1

เกณฑ์การให้คะแนนความจำขณะทำงาน

คะแนน	เกณฑ์การให้คะแนนความจำขณะทำงาน
0	คำตอบไม่ถูกต้อง
1	คำตอบถูกต้อง

หมายเหตุ. ปรับปรุงจาก *A working memory model applied to mathematical word problem* (p. 183), โดยHassan, 2009, Seoul : Asia Pacific Education Review.

จากตารางที่ 3.1 พบว่า เกณฑ์การให้คะแนนความจำขณะทำงาน ประกอบ 2 ระดับคะแนน ได้แก่ 0 คือคำตอบไม่ถูกต้อง และ 1 คือ คำตอบถูกต้อง

เกณฑ์การให้คะแนนแบบทดสอบเกี่ยวกับโจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์เป็นรายข้อ ซึ่งให้คะแนนการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ตามเกณฑ์ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2555, น.130) ดังแสดงในตารางที่ 3.2

ตารางที่ 3.2

เกณฑ์การประเมินผลแบบเกณฑ์ย่อยของแบบทดสอบการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

รายการประเมิน	คะแนน (ระดับคุณภาพ)	เกณฑ์การพิจารณา
1.ความเข้าใจ	3 (ดี)	- เข้าใจปัญหาได้ถูกต้อง
ปัญหา	2 (พอใช้)	- เข้าใจปัญหาได้ถูกต้องเป็นบางส่วน
	1 (ต้องปรับปรุง)	- เข้าใจปัญหาน้อยมากหรือไม่เข้าใจปัญหา

(ต่อ)

ตารางที่ 3.2 (ต่อ)

รายการประเมิน	คะแนน (ระดับคุณภาพ)	เกณฑ์การพิจารณา
2. การวางแผน	3 (ดี)	- เลือกวิธีการที่สามารถแก้ปัญหาได้ถูกต้องเหมาะสมและสอดคล้องกับปัญหา
	2 (พอใช้)	- เลือกวิธีการที่สามารถแก้ปัญหาได้ถูกต้องแต่ยังไม่เหมาะสมหรือไม่ครอบคลุมประเด็นของปัญหา
	1 (ต้องปรับปรุง)	- เลือกวิธีการแก้ปัญหาที่ไม่ถูกต้องหรือไม่สามารถเลือกวิธีการแก้ปัญหาได้
3. การใช้ยุทธวิธีการแก้ปัญหา	3 (ดี)	- นำการแก้ปัญหาไปใช้ได้อย่างถูกต้องและแสดงการแก้ปัญหาเป็นลำดับขั้นตอนได้อย่างชัดเจน
	2 (พอใช้)	- นำการแก้ปัญหาไปใช้ได้อย่างถูกต้องแต่การแสดงลำดับขั้นตอนการแก้ปัญหายังไม่ชัดเจน
4. การสรุปคำตอบ	1 (ต้องปรับปรุง)	- นำการแก้ปัญหาไปใช้ไม่อย่างถูกต้องหรือไม่แสดงลำดับขั้นตอนการแก้ปัญหา
	3 (ดี)	- สรุปคำตอบได้ถูกต้องสมบูรณ์
	2 (พอใช้)	- สรุปคำตอบได้ถูกต้องบางส่วน หรือสรุปคำตอบไม่ครบถ้วน
	1 (ต้องปรับปรุง)	- ไม่มีการสรุปคำตอบ หรือสรุปคำ ตอบไม่ถูกต้อง

หมายเหตุ. ปรับปรุงจาก *การวัดผลประเมินผลคณิตศาสตร์* (น. 87), โดยสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2555, กรุงเทพฯ:ซีเอ็ดยูเคชั่น.

จากตารางที่ 3.2 พบว่า เกณฑ์การประเมินผลแบบเกณฑ์ย่อยของแบบทดสอบการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ มีรายการประเมิน 3 ส่วน ได้แก่ 1) ความเข้าใจปัญหา 2) การวางแผน 3) การใช้ยุทธวิธีการแก้ปัญหา และ 4) การสรุปคำตอบ โดยให้คะแนน 1, 2 และ 3 คะแนน

3.5.2 การแปลความหมายของคะแนน

ผู้วิจัยได้แปลความหมายของแบบทดสอบซึ่งมีรายละเอียด ดังนี้

3.5.2.1 เกณฑ์การแปลความหมายของแบบวัดการจำแนกรูปแบบการคิด

ผู้วิจัยได้ใช้เกณฑ์ในการแปลผลแบบวัดการจำแนกรูปแบบการคิด The Group Embedded Figures Test : GEFT (Witkin, 1977, p. 63) ตามรายละเอียดดังแสดงในตารางที่ 3.3

ตารางที่ 3.3

เกณฑ์การให้คะแนนรูปแบบการคิด

คะแนน	ประเภทของรูปแบบการคิด
0 - 6	รูปแบบการคิดที่ไม่เป็นอิสระกับสภาพรอบข้างรูปแบบการคิด
7 - 12	แบบกึ่งอิสระกับสภาพรอบข้าง
13 - 18	รูปแบบการคิดที่เป็นอิสระกับสภาพรอบข้าง

หมายเหตุ. ปรับปรุงจาก *Field-depetden and field-independent cognitive styles and their educational implications* (p. 50), โดย Witkin, 1977, New york : Review of Educational Research.

จากตารางที่ 3.3 พบว่า การแปลความหมายของรูปแบบการคิด สามารถจำแนกรูปแบบการคิดออกเป็น รูปแบบการคิดที่ไม่เป็นอิสระกับสภาพรอบข้าง รูปแบบการคิดแบบกึ่งอิสระกับสภาพรอบข้าง และรูปแบบการคิดที่เป็นอิสระกับสภาพรอบข้าง

3.5.2.2 เกณฑ์การแปลความหมายของแบบวัดความจำขณะทำงานใช้เกณฑ์ของ Hassan คือกลุ่มที่ได้คะแนนมากกว่าค่าเฉลี่ยเป็นกลุ่มสูง กลุ่มที่ต่ำกว่าค่าเฉลี่ยเป็นกลุ่มต่ำ

3.5.2.3 เกณฑ์การแปลความหมายของแบบทดสอบเกี่ยวกับโจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์โดยใช้เกณฑ์การประเมินระดับคุณภาพของการทำแบบทดสอบ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2555, น. 122)

ระดับดีมาก หมายถึง ได้คะแนนคิดเป็นร้อยละ 80 ขึ้นไป

ระดับดี หมายถึง ได้คะแนนคิดเป็นร้อยละ60-79

ระดับพอใช้ หมายถึง ได้คะแนนคิดเป็นร้อยละ 40-59

ระดับต้องปรับปรุง หมายถึง ได้คะแนนคิดเป็นร้อยละต่ำกว่า 40

3.6 สถิติที่ใช้ในการวิจัย

สถิติที่ใช้ในการวิจัย แบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ สถิติที่ใช้ในการหาคุณภาพเครื่องมือ และสถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล รายละเอียดเป็น ดังนี้

3.6.1 สถิติที่ใช้ในการหาคุณภาพเครื่องมือ

เครื่องมือที่ใช้ในการทำวิจัยครั้งนี้คือ แบบทดสอบ ซึ่งมีสถิติที่ใช้ในการหาคุณภาพได้แก่ ค่าความตรง ค่าความเชื่อมั่น ค่าความยาก และค่าอำนาจจำแนก ดังนี้

3.6.1.1 ค่าดัชนีความสอดคล้อง (Item-Objective Congruence Index: IOC) ของแบบวัดการจำแนกรูปแบบการคิดและแบบวัดความจำขณะทำงาน โดยคำนวณจากสูตร (ไพศาล วรคำ, 2559, น. 262-263)

$$IOC = \frac{\sum_{i=1}^{n} R_i}{N} \qquad (3\text{-}1)$$

เมื่อ IOC แทน ค่าดัชนีความสอดคล้อง

R_i แทน คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ

$\sum_{i=1}^{n} R_i$ แทน ผลรวมของคะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ

N แทน จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

3.6.1.2 ค่าความยากของแบบทดสอบ (อรัญ ซุยกระเดื่อง, 2557, น. 292-293) ดังนี้

$$p = \frac{S_H + S_L - 2NX_{\min}}{2N(X_{\max} - X_{\min})} \qquad (3\text{-}2)$$

เมื่อ p แทน ดัชนีความยาก

S_H แทน ผลรวมคะแนนในกลุ่มสูง

S_L แทน ผลรวมคะแนนในกลุ่มต่ำ

N แทน จำนวนคนในกลุ่มสูงหรือต่ำ

$X_{\max}$ และ $X_{\min}$ แทน คะแนนสูงสุดและต่ำสุดในข้อนั้น

3.6.1.3 ค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบหาได้จากการหาสหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนรายข้อกับคะแนนรวม (อรัญ ซุยกระเดื่อง, 2557, น. 330 - 305) ดังนี้

$$D = \frac{S_H - S_L}{N(X_{\max} - X_{\min})} \qquad (3\text{-}3)$$

เมื่อ r_{XY} แทน ดัชนีอำนาจจำแนก

S_H แทน ผลรวมคะแนนในกลุ่มสูง

S_L แทน ผลรวมคะแนนในกลุ่มต่ำ

N แทน จำนวนคนในกลุ่มสูงหรือต่ำ

$X_{\max}$ และ $X_{\min}$ แทน คะแนนสูงสุดและต่ำสุดในข้อนั้น

3.6.1.4 การหาค่าความเชื่อมั่น (Reliability) ของแบบทดสอบทั้งฉบับด้วยการวิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิ์แอลฟา (Coefficient) ตามวิธีของครอนบาค (Cronbach) (อรัญ ซุยกระเดื่อง , 2557, น. 103) มีสูตรดังนี้

$$\alpha = \left[\frac{k}{k-1}\right]\left[1 - \frac{\sum S_i^2}{S_t^2}\right] \qquad (3\text{-}4)$$

เมื่อ α แทน ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ

k แทน จำนวนข้อในแบบทดสอบ

S_i^2 แทน ความแปรปรวนของคะแนนข้อที่ i

S_t^2 แทน ความแปรปรวนของคะแนนรวม

3.6.2 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิเคราะห์ข้อมูลคะแนนของการวิจัยนี้ มีสถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ คือ

3.6.2.1 ค่าเฉลี่ย ($\overline{X}$) หาได้จากสูตร (ไพศาล วรคำ, 2559, น. 323)

$$\overline{X} = \frac{\sum_{i=1}^{n} X_i}{n} \qquad (3\text{-}5)$$

เมื่อ $\overline{X}$ แทน ค่าเฉลี่ยของคะแนน

X_i แทน ผลรวมคะแนนทั้งหมด

n แทน จำนวนนักเรียน

3.6.2.2 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ($S.D.$) หาได้จาก (ไพศาล วรคำ, 2559, น. 325)

$$S.D. = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n}\left(X_i - \overline{X}\right)^2}{n-1}} \qquad (3\text{-}6)$$

เมื่อ $S.D.$ แทน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนน

$\overline{X}$ แทน ค่าเฉลี่ยของคะแนน

X_i แทน ผลรวมคะแนนทั้งหมด

n แทน จำนวนนักเรียน

3.6.2.3 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว (One-Way ANOVA) (ไพศาล วรคำ, 2559, น. 174) แสดงดังตารางที่ 3.4

ตารางที่ 3.4

ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว

แหล่งความแปรปรวน	SS	df	MS	F
ระหว่างกลุ่ม (Between groups)	SS_B	$k-1$	$MS_B = SS_B / k-1$	$\frac{MS_B}{MS_W}$
ภายในกลุ่ม (Within groups)	SS_W	$N-k$	$MS_W = SS_W / N-k$	
รวม	SS_T	$N-1$		

หมายเหตุ. ปรับปรุงจาก *การวิจัยทางการศึกษา Educational Research* (น. 174), โดยไพศาล วรคำ, 2559, มหาสารคาม : โรงพิมพ์ตักสิลาการพิมพ์.

การคำนวณ SS_B SS_W และ SS_T

$$SS_T = \sum_{j=1}^{k}\sum_{i=1}^{n_j} X_{ij}{}^2 - \frac{T^2}{N}, \qquad (3\text{-}7)$$

$$SS_B = \sum_{j=1}^{k}\frac{T_j{}^2}{n_j} - \frac{T^2}{N} \qquad (3\text{-}8)$$

$$SS_W = \sum_{j=1}^{k}\sum_{i=1}^{n_j} X_{ij}{}^2 - \sum_{j=1}^{k}\frac{T_j{}^2}{n_j} = SS_T - SS_B \qquad (3\text{-}9)$$

เมื่อ X_{ij} แทน ค่าของข้อมูลตัวที่ i ในกลุ่มที่ j

T_j แทน ผลรวมของข้อมูลในกลุ่มที่ j

$\bar{T}_j$ แทน ค่าเฉลี่ยของข้อมูลในกลุ่ม j

T แทน ผลรวมของข้อมูลทุกกลุ่ม

$\bar{X}$ แทน ค่าเฉลี่ยของข้อมูลทุกกลุ่ม

n_j แทน จำนวนข้อมูลในกลุ่มที่ j

N แทน จำนวนข้อมูลทุกกลุ่ม

3.6.2.4 การทดสอบทีสำหรับค่าเฉลี่ยของสองประชากรที่อิสระ (ไพศาล วรคำ, 2559, น. 140) กรณีความแปรปรวนไม่เท่ากัน หาได้จากสูตร

$$t = \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{\sqrt{\frac{S_1^2}{n_1} + \frac{S_2^2}{n_2}}} \qquad (3\text{-}10)$$

โดย

$$v = \frac{\left[\frac{S_1^2}{n_1} + \frac{S_2^2}{n_2}\right]^2}{\frac{\frac{S_1^2}{n_1}}{n_1 - 1} + \frac{\frac{S_2^2}{n_2}}{n_2 - 1}} \qquad (3\text{-}11)$$

เมื่อ $\bar{X}_1, \bar{X}_2$ เป็นค่าเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่างกลุ่มที่ 1 และกลุ่มที่ 2 ตามลำดับ

S_1^2, S_2^2 เป็นความแปรปรวนของกลุ่มตัวอย่างกลุ่มที่ 1 และกลุ่มที่ 2 ตามลำดับ

n_1, n_2 เป็นขนาดของกลุ่มตัวอย่างกลุ่มที่ 1 และกลุ่มที่ 2 ตามลำดับ