บทที่ 3
วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ มีจุดมุ่งหมายเพื่อวิเคราะห์ ความรู้เฉพาะด้าน กระบวนการในการคิดแก้ปัญหา และเมตาคอคนิชั่น ของผู้ชำนาญ และผู้ไม่ชำนาญในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ และได้ควบคุมตัวแปรด้านระดับชั้นเรียนโดยนำมาเป็นตัวแปรหนึ่งในการวิจัย โดยมีหัวข้อในการดำเนินการวิจัยดังต่อไปนี้

1. กลุ่มตัวอย่าง
2. เครื่องมือในการเก็บรวบรวมข้อมูล
3. การเก็บรวบรวมข้อมูล
4. การวิเคราะห์ข้อมูล

กลุ่มตัวอย่าง

แบ่งออกเป็น 4 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มผู้ชำนาญที่ศึกษาอยู่ในระดับมัธยมศึกษาตอนต้น กลุ่มผู้ชำนาญที่ศึกษาอยู่ในระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย กลุ่มผู้ไม่ชำนาญที่ศึกษาอยู่ในระดับมัธยมศึกษาตอนต้น และกลุ่มผู้ไม่ชำนาญที่ศึกษาอยู่ในระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย โดยมีวิธีการเลือกกลุ่มตัวอย่าง ดังนี้

1. <u>กลุ่มนักเรียนผู้ชำนาญในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์</u> แบ่งเป็น 2 กลุ่มดังนี้

1.1 นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ปีการศึกษา 2536 ที่มีผลการสอบปลายภาควิชาคณิตศาสตร์อยู่ในระดับ 4 ตลอดทุกภาคเรียนที่เรียนในระดับมัธยมศึกษาตอนต้น จำนวน 25 คน จากโรงเรียนมัธยมในกรุงเทพมหานคร จำนวน 8 โรงเรียน

1.2 นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 และปีที่ 6 ปีการศึกษา 2536 ที่มีผลการสอบปลายภาคในวิชาคณิตศาสตร์อยู่ในระดับ 4 ตลอดทุกภาคเรียนที่เรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย และเป็นตัวแทนของโรงเรียน เข้าแข่งขันการตอบปัญหาคณิตศาสตร์ของสมาคมคณิตศาสตร์ หรือตอบปัญหาคณิตศาสตร์โอลิมปิกระดับประเทศ จำนวน 25 คน

2. <u>กลุ่มนักเรียนผู้ไม่ชำนาญในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์</u> แบ่งเป็น 2 กลุ่ม ดังนี้

2.1 นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ปีการศึกษา 2536 ที่มีผลการสอบปลายภาควิชาคณิตศาสตร์อยู่ในระดับ 0 ตลอดทุกภาคเรียนที่เรียนในระดับมัธยมศึกษาตอนต้น จำนวน 25 คน จากโรงเรียนมัธยมในกรุงเทพมหานคร จำนวน 8 โรงเรียน

2.1 นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ปีการศึกษา 2536 ที่มีผลการสอบปลายภาควิชาคณิตศาสตร์อยู่ในระดับ 0 ตลอดทุกภาคเรียนที่เรียนในระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย จำนวน 25 คน จากโรงเรียนมัธยมในกรุงเทพมหานคร จำนวน 8 โรงเรียน

การเลือกกลุ่มตัวอย่าง ใช้วิธีการดังนี้

1. ติดต่อกรมสามัญศึกษา เพื่อทราบข้อมูลเกี่ยวกับ ชื่อโรงเรียนมัธยมในกรุงเทพมหานคร และที่ตั้ง

2. ใช้วิธีการสุ่มอย่างง่าย (Simple Random Sampling)ในการเลือกโรงเรียน จำนวน 8 โรง โดยแต่ละโรงเรียนจะเก็บข้อมูล อย่างน้อยกลุ่มละ 3 คน ได้แก่ กลุ่มนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ชำนาญ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ไม่ชำนาญ และนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ไม่ชำนาญในการแก้ โดยเฉลี่ยแล้วโรงเรียนละ 9 - 10 คน

3. สำหรับกลุ่มตัวอย่าง ที่เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายที่เป็นผู้ชำนาญในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ ผู้วิจัยได้ติดต่อหน่วยงานที่จัดการแข่งขันการตอบปัญหาคณิตศาสตร์ คือ สมาคมคณิตศาสตร์แห่งประเทศไทย และ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย เพื่อขอรายละเอียดเกี่ยวกับข้อมูลส่วนตัวของนักเรียน ที่เข้าแข่งขันการตอบปัญหาคณิตศาสตร์ เช่นชื่อ ที่อยู่ โรงเรียนที่เรียน และผลการสอบ และข้อมูลอื่นๆที่จำเป็น แล้วคัดลอกรายชื่อนักเรียน ที่ได้รับคัดลือกให้อยู่ในกลุ่มคะแนนยอดเยี่ยม ในการสอบ จำแนกตามโรงเรียน

4. ติดต่อกับทางโรงเรียน แจ้งวัตถุประสงค์และติดต่อกับกลุ่มตัวอย่างเพื่อนัดหมายในการเก็บข้อมูลต่อไป

จำนวนกลุ่มตัวอย่าง

1. กลุ่มนักเรียนผู้ชำนาญในการแก้ปัญหา

1.1 นักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น

ตารางที่ 1 แสดงจำนวนนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ที่ชำนาญในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ แยกตามโรงเรียน และเพศ

ชื่อโรงเรียน	จำนวนคน		รวม
	ชาย	หญิง	
โรงเรียนสันติราษฎร์วิทยาลัย	2	1	3
โรงเรียนสุวรรณาราม	1	2	3
โรงเรียนสุรศักดิ์มนตรี	3	0	3
โรงเรียนวัดสังเวช	0	3	3
โรงเรียนชิโนรสวิทยาลัย	3	0	3
โรงเรียนรัตนโกสินทร์สมโภช บางเขน	1	2	3
โรงเรียนประชาราษฎร์อุปถัมภ์	1	2	3
โรงเรียนดอนเมืองทหารอากาศบำรุง	3	1	4
รวม	14	11	25

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

1.2 นักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย เป็นนักเรียนชายทั้งหมด เพราะไม่มีนักเรียนหญิงที่ได้รับการคัดเลือกตามคุณสมบัติที่ตั้งไว้

ตารางที่ 2 แสดงจำนวนนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลายที่ชำนาญในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ แยกตาม โรงเรียนและระดับชั้นเรียน

ชื่อโรงเรียน	จำนวนคน ระดับชั้น ม.5	ม6	รวม
โรงเรียนเตรียมอุดมศึกษา	3	3	6
โรงเรียนสวนกุหลาบวิทยาลัย	6	0	6
โรงเรียนบดินทร์เดชา(สิงห์ สิงหเสนี)	4	2	6
โรงเรียนราชสีมาวิทยาลัย	5	2	7
รวม	18	7	25

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

2. กลุ่มนักเรียนผู้ไม่ชำนาญในการแก้ปัญหา

ตารางที่ 3 แสดงจำนวนนักเรียนผู้ไม่ชำนาญในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ แยกตามโรงเรียน ระดับชั้นเรียน และเพศ

ชื่อโรงเรียน	มัธยมปลาย		รวม	มัธยมต้น		รวม
	ชาย	หญิง		ชาย	หญิง	
โรงเรียนสันติราษฎร์วิทยาลัย	2	1	3	3	0	3
โรงเรียนสุวรรณาราม	0	3	3	0	3	3
โรงเรียนสุรศักดิ์มนตรี	3	0	3	3	0	3
โรงเรียนวัดสังเวช	3	0	3	1	2	3
โรงเรียนชิโนรสวิทยาลัย	1	2	3	2	1	3
โรงเรียนรัตนโกสินทร์สมโภช บางเขน	3	0	3	3	1	4
โรงเรียนประชาราษฎร์อุปถัมภ์	2	2	4	2	1	3
โรงเรียนดอนเมืองทหารอากาศบำรุง	1	2	3	2	1	3
รวม	15	10	25	16	9	25

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บข้อมูล

1. แบบสอบวัดความรู้เฉพาะด้าน จำนวน 4 ฉบับ
2. แบบสอบวัดกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ จำนวน 1 ฉบับ
3. แบบสอบวัด เมตาคอคนิชั่น จำนวน 1 ฉบับ

แบบสอบวัดทั้งหมด 6 ฉบับ ทุกฉบับ ใช้วิธีการสอบวัดเป็นรายบุคคล

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

<u>แบบสอบวัดความรู้เฉพาะด้าน</u>

Gagne' (1985) Alexander, Judy (1988) และ English (1992) ได้แบ่งความรู้เฉพาะด้าน ออกเป็น 2 ประเภท คือ ความรู้ด้านความคิดรวบยอด และความรู้ด้านการดำเนินการ

ความรู้ด้านความคิดรวบยอด เป็นความรู้ ความเข้าใจเกี่ยวกับ คำ สูตร หลักเกณฑ์ ทฤษฎี และ ความสัมพันธ์ระหว่างความคิดรวบยอด รวมไปถึงการจัดโครงสร้างความรู้ ความรู้ในการจำแนกประเภทของปัญหา ตลอดจนความเข้าใจในข้อเท็จจริงต่างๆของโจทย์ ที่จะนำไปสู่วิธีการแก้ปัญหา (Hieber,and Lefevre, 1986; Larkin, 1985; Chi,1981)

ความรู้ด้านการดำเนินการ เป็นความรู้ในการลำดับขั้นตอนในการแก้ปัญหา ความสามารถในการระลึกรูปแบบในการแก้ปัญหาได้ อีกทั้งการรู้จักคาดคะเนคำตอบ ตามหลักเกณฑ์ที่ตนมีอยู่ในการแก้ปัญหา (Larkin, 1985 ; Merrill, 1978 ; Feltotovich, 1981; English, 1992; Gagne',1985)

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้สร้างแบบสอบวัดความรู้เฉพาะด้านตามแนวคิดที่กล่าวข้างต้น แบ่งเป็น 2 ตอนคือ ตอนที่ 1 วัดความรู้ด้านความคิดรวบยอด และ ตอนที่ 2 วัดความรู้ด้านการดำเนินการ

<u>ตอนที่ 1 แบบสอบวัดความรู้ด้านความคิดรวบยอด</u> ซึ่งวัดใน 3 ลักษณะต่อไปนี้

1. การให้นิยามคำศัพท์ สูตร กฎเกณฑ์ และหลักการทางคณิตศาสตร์ เพื่อดูความถูกต้อง ในการนิยาม
2. การระบุคำ หรือข้อความในโจทย์ ที่ช่วยในการการแก้ปัญหา
3. การจำแนกประเภทปัญหาตามลักษณะโครงสร้างความรู้

แบบสอบวัดลักษณะ 3 ประการข้างต้น แบ่งเป็น 3 ฉบับคือ

ฉบับที่ 1 แบบสอบวัดการนิยามคำศัพท์ สูตร กฎเกณฑ์ และหลักการทางคณิตศาสตร์

1. จุดมุ่งหมายของการวัด เพื่อวัดความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับ การนิยามคำศัพท์ สูตร กฎเกณฑ์ และหลักการทางคณิตศาสตร์

2. ลักษณะของแบบสอบวัด เป็นข้อคำถาม ถามเกี่ยวกับนิยามคำศัพท์ สูตร กฎเกณฑ์ และหลักการทางคณิตศาสตร์ จำนวน 10 ข้อ

3. วิธีการสร้างแบบสอบวัด

3.1 การเลือกคำหรือข้อความที่จะให้นิยามคำศัพท์ สูตร กฎเกณฑ์ และหลักการทางคณิตศาสตร์ ได้มาจากการที่ผู้วิจัย รวบรวบจากเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 และ 2 ในแต่ละเรื่องรวมทั้งหมด 10 เรื่อง แล้วนำไปให้อาจารย์ผู้สอนวิชาคณิตศาสตร์ในระดับมัธยม โรงเรียนมัธยมวัดมกุฎกษัตริย์ และโรงเรียนสันติราฎร์วิทยาลัย จำนวน 10 คน ประเมินว่า มีคำศัพท์ สูตร กฎเกณฑ์ และหลักกาทางคณิตศาสตร์ในเรื่องนั้นๆใดบ้าง ที่มีความสำคัญต่อการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ เลือกคำศัพท์ สูตร กฎเกณฑ์ และหลักการ ที่ผู้สอนคณิตศาสตร์มีความเห็นตรงกันมากที่สุดจำนวน 15 คำโดยพิจารณาจากค่าความถี่

3.2 สร้างข้อคำถามที่ถามเกี่ยวกับการนิยามคำ จำนวน 15 ข้อ

3.3 นำไปทดลองใช้กับ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนธรรมศาสตร์ คลองหลวงวิทยาคมจำนวน 20 คน เพื่อหาค่าความยากง่าย และอำนาจจำแนก การนำแบบสอบไปทดลองนี้ ใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เพราะเป็นระยะเวลาที่อยู่ในภาคเรียนที่ 1 นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ยังไม่ได้เรียนในบางเรื่อง จึงต้องไปทดลองกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ซึ่งเรียนทุกเรื่องแล้ว

3.4 เลือกข้อที่มีความยากง่ายระหว่าง .2-.8 จำนวน 10 ข้อ และนำไปตรวจสอบคุณภาพต่อไป

4. การตรวจสอบคุณภาพของแบบสอบวัด

4.1 การตรวจสอบความตรงตามเนื้อหา ผู้วิจัยได้ใช้คำหรือข้อความต่างๆที่นำมาใช้เป็นแบบวัด นำมาจากเนื้อหาในวิชาคณิตศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่1 และ 2 และผ่านการตรวจสอบจากอาจารย์ผู้สอนแล้วตามข้อ 3.1 จึงถือได้ว่า มีความตรงตามเนื้อหาแล้ว

4.2 การตรวจสอบความตรงตามสภาพ โดยการหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบ Pearson (r) ระหว่างคะแนนความรู้ด้านการนิยามกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์

(แน่งน้อย ทองธวัช,2526 ; Dickson, Brown, และ Gibson, 1984) ของนักเรียนชั้นมัธยมปีที่ 3 ของโรงเรียนธรรมศาสตร์คลองหลวงวิทยาคมจำนวน 24 คน มีค่าเท่ากับ .6535 มีนัยสำคัญระดับ .01

4.3 การตรวจสอบความเที่ยง ใช้วิธีการหาความสอดคล้องภายในจากการนำไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนธรรมศาสตร์คลองหลวงวิทยาคม จำนวน 24 คน โดยการสอบเป็นรายบุคคล แล้วนำมาหาค่าความเที่ยงโดยใช้สูตรของ ครอนบาช (Cronbach) ได้ค่าสัมประสิทธิ์แอลฟา (α) เท่ากับ .8826

4.4 การตรวจสอบความเที่ยงของผู้ตรวจ 2 คนที่เป็นอาจารย์ผู้สอนวิชาคณิตศาสตร์ในสถาบันราชภัฏเพชรบุรีวิทยาลงกรณ์ พบว่ามีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบ Pearson (r) มีค่า .9142 มีนัยสำคัญที่ระดับ .001

5. วิธีการใช้แบบสอบวัด

5.1 ใช้วิธีทดสอบเป็นรายบุคคล โดยผู้วิจัยได้ถามข้อคำถามครั้งละ 1 ข้อ ให้เวลาในการตอบ ข้อละไม่เกิน 1 นาที

5.2 ใช้เทปบันทึกเสียงในการตอบของนักเรียน และมีการจดบันทึกเวลาด้วย

5.3 เมื่อนักเรียนตอบไม่ชัดเจน หรือคลุมเครือ ผู้ถามจะซักถามเพิ่มเติมเพื่อให้มีความชัดเจนขึ้น

5.4 ถอดเทปคำตอบของนักเรียน เพื่อตรวจให้คะแนน

5.5 การให้คะแนน ให้ ข้อละ 0 - 2 คะแนน (ดูเกณฑ์ในการตรวจให้คะแนนในภาคผนวก)

5.6 การคิดคะแนนความรู้ในการนิยามคำศัพท์ ให้ถือเป็นคะแนนรวมทั้ง 10 ข้อ

<u>ตัวอย่างแบบสอบวัด</u> : ด้านของรูปสามเหลี่ยมที่มีความยาวเป็น 6, 8 และ 10 นิ้ว เป็นสามเหลี่ยมอะไร ทราบได้อย่างไร (ข้อที่ 7)

<u>ฉบับที่2 แบบสอบวัดการระบุคำที่ช่วยในการแก้ปัญหา</u>

1. จุดมุ่งหมายของการวัด เพื่อวัดความสามารถในการระบุคำ และเหตุผลที่ใช้ในการระบุคำ

2. ลักษณะของแบบสอบวัด เป็นโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ ที่มีเนื้อหาอยู่ในระดับมัธยมศึกษาปีที่ 1 และ 2 จำนวน 8 ข้อ โดยให้นักเรียนขีดเส้นใต้ระบุคำที่ช่วยในการแก้ปัญหา ในโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ และบอกเหตุผลประกอบ โดยใช้วิธีการสอบวัดเป็นรายบุคคล และบันทึกเสียงการตอบของนักเรียน

3. วิธีการสร้างแบบสอบวัดการระบุคำที่ช่วยในการแก้ปัญหา

3.1 ศึกษาจากคู่มือครู แบบเรียน หนังสือคู่มือ และแบบฝึกหัดต่างๆ เพื่อสร้างโจทย์ปัญหา โดยครอบคลุมเนื้อหาหลักสูตรชั้นมัธยมปีที่ 1และ 2 จำนวน 20 ข้อ โดยเป็นโจทย์ปัญหาที่ต้องหาคำตอบเอง

3.2 นำไปทดลองสอบกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 20 คนโรงเรียนธรรมศาสตร์คลองหลวงวิทยาคม เพื่อหาค่าความยากง่าย และค่าอำนาจจำแนก

3.3 เลือกข้อที่มีความยากระหว่าง.2-.8 และมีอำนาจจำแนกสูงจำนวน 8 ข้อ

3.4 นำแบบวัดไปตรวจสอบหาค่าความตรงและความเที่ยงต่อไป

4. การตรวจสอบคุณภาพของแบบสอบวัดการระบุคำที่ช่วยในการแก้ปัญหา

4.1 การตรวจสอบความตรงของแบบสอบวัด โดยการให้อาจารย์ผู้สอนคณิตศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาจำนวน 5 คน ตรวจสอบว่าในแต่ละโจทย์ปัญหานั้นมีคำหรือข้อความใดที่ช่วยในการแก้ปัญหาและให้ระบุว่าคำนั้นช่วยในการแก้ปัญหาอย่างไรแล้วนำคำตอบของอาจารย์ผู้สอนคณิตศาสตร์นั้นมาตรวจสอบความสอดคล้อง พบว่าสอดคล้องกัน 80% ของจำนวนผู้ตรวจสอบ

4.2 การตรวจสอบความเที่ยงของแบบสอบวัด โดยการหาความสอดคล้องภายในของแบบวัด (internal consistency correlation) จากการทดสอบกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนธรรมศาสตร์คลองหลวงวิทยาคม จำนวน 10 คน แล้วคำนวณหาค่าสัมประสิทธิ์แอลฟา มีค่าเท่ากับ .8366

4.3 การหาความเที่ยงของการตรวจ โดยให้อาจารย์ผู้สอนคณิตศาสตร์สถาบันราชภัฏเพชรบุรีวิทยาลงกรณ์ 2 คน ตรวจคำตอบในข้อ 4.2 แล้วหาค่า r โดยใช้สูตรของ Pearson ได้ค่า = .8341

5. วิธีการใช้แบบสอบวัดการระบุคำที่ช่วยในการแก้ปัญหา

5.1 นำคำถามให้นักเรียนระบุคำที่ช่วยในการแก้ปัญหา โดยการขีดเส้นใต้ให้ครบทั้ง 8 ข้อ ต่อจากนั้นนำมาถามถึงเหตุผลที่นักเรียนระบุคำๆนั้น แล้วบันทึกเสียงไว้

5.2 ถ้าหากตอนใดที่คำตอบของนักเรียนยังคลุมเครือผู้วิจัยก็จะซักถามเพิ่มเติม

5.3 ถอดเทปจากคำตอบของนักเรียนมาตรวจให้คะแนน

5.4 การให้คะแนน ให้ ระดับ 0 - 2 คะแนนโดยให้อาจารย์ผู้สอนคณิตศาสตร์ สถาบันราชภัฏเพชรบุรีวิทยาลงกรณ์ จำนวน 2 คนเป็นผู้ตรวจให้คะแนน แล้วนำคะแนนมาเฉลี่ย

5.5 การคิดคะแนนความสามารถในการระบุคำที่ช่วยในการแก้ปัญหา ให้ถือเป็นคะแนนรวมทั้ง 8 ข้อ

ฉบับที่ 3 แบบสอบวัดการจำแนกประเภทปัญหา แบบวัดนี้ ผู้วิจัยได้ใช้วิธีจำแนกบัตรคำถาม (Sorting Cards) ของ Shavelson (1975) , Shoenfeld (1982) และ Feltovich (1981) โดยมีลำดับดังนี้

1. จุดมุ่งหมายของการวัด เพื่อวัดว่านักเรียนจำแนกประเภทปัญหา โดยใช้เกณฑ์ตามลักษณะโครงสร้างแบบลึก (Deep structure) หรือ ตามลักษณะโครงสร้างแบบผิวเผิน (Surface structure)

2. ลักษณะของแบบสอบวัด เป็นโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์จำนวน 20 ข้อ ที่พิมพ์ลงในบัตรแข็งขนาด 3" x 4.5" บัตรละ1ข้อ โดยเขียนหมายเลขข้อไว้ข้างหลังบัตร ให้นักเรียนเป็นผู้จัดกลุ่มบัตรโจทย์ปัญหา โดยให้จำแนกโจทย์ปัญหาที่มีความคล้ายคลึงกันออกเป็นกลุ่ม กลุ่มละกี่บัตรก็ได้ และให้จัดแบ่งเป็นกลุ่มให้ย่อยออกไป จนไม่สามารถแยกได้อีก และให้บอกหลักเกณฑ์ หรือเหตุผล ในการจัดกลุ่มปัญหาแต่ละกลุ่ม

3. วิธีการสร้างแบบสอบวัดการจำแนกประเภทปัญหา

3.1 ศึกษาคู่มือ แบบเรียน หนังสือแบบฝึกหัด เพื่อกำหนดเนื้อหาที่จะนำมาสร้างโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ โดยครอบคลุมเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 และ ปีที่ 2 เป็นเรื่อง สามเหลี่ยมมุมฉาก ปริมาตรและพื้นที่ อัตราส่วนและร้อยละ สมการ

3.2 วิธีการสร้างโจทย์ปัญหามีลักษณะดังนี้

3.2.1 สร้างโจทย์ปัญหา 5 ชุด ชุดละ 4 ข้อโดยทั้ง 4 ข้อจะมีทั้งลักษณะที่เหมือนกันตามลักษณะการใช้หลักการสำคัญทางคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหา เช่นใช้หลักของการแก้สมการซึ่งเป็นลักษณะโครงสร้างแบบลึก และลักษณะที่คล้ายกันตามลักษณะของเนื้อหาในโจทย์ เช่นเป็นเรื่องเกี่ยวกับเงิน เรื่องเกี่ยวกับระยะทางโดยดูที่คำว่ากิโลเมตรเหมือนกัน ซึ่ง เป็น

ลักษณะโครงสร้างแบบผิวเผิน ดังตัวอย่าง

ตัวอย่างแบบสอบวัดการจำแนกประเภทปัญหา

ข้อที่ 4 ถ้าสามเหลี่ยม 2 รูปมีมุมเท่ากัน 2 มุมจะสรุปได้หรือไม่ว่า สามเหลี่ยม2 รูปนี้คล้ายกัน

ข้อที่ 7 ข้อความที่ว่า"สามเหลี่ยม 2 รูปมีความยาวเป็นอัตราส่วน 3:4:5 และ 6:8:10 จะต้องเป็นสามเหลี่ยมมุมฉาก" จะพิสูจน์ได้อย่างไร

ข้อที่ 13 สมเกียรติขับรถผ่านจุด A B และ C เป็นรูปสามเหลี่ยม โดยเดินทางจาก A ไป B เป็นระยะทาง 4 ไมล์ และจาก B ไป C อีก 4 ไมล์ ถ้ามุม BAC กาง 55 องศา มุม ABC จะกางกี่องศา

ข้อที่ 18 เครื่องบินลำหนึ่งบินไปทางทิศเหนือ 80 ไมล์ และเลี้ยวเป็นมุม 90 องศา ไปทางทิศตะวันออก 60 ไมล์ เครื่องบินลำนี้อยู่ห่างจากจุดเริ่มต้นกี่ไมล์

จะเห็นได้ว่าข้อที่ 4 และข้อที่ 13 ใช้หลักการของรูปสามเหลี่ยมหน้าจั่ว และมุมภายในรูปสามเหลี่ยม ในการแก้ปัญหา เป็นลักษณะโครงสร้างแบบลึก

ข้อที่ 13 กับข้อที่ 18 มีลักษณะข้อความในโจทย์คล้ายกันคือเป็นเรื่องของการเดินทาง ระยะทาง และหน่วยเหมือนกัน เป็นลักษณะโครงสร้างแบบผิวเผิน

ข้อที่ 18 และข้อที่ 7 สามารถใช้ทฤษฎีปิธากอรัส หรือสามเหลี่ยมมุมฉาก ในการแก้ปัญหา ถือว่าเป็นโครงสร้างแบบลึก

ข้อที่ 4 และข้อที่ 7 จะมีลักษณะข้อความในโจทย์คล้ายกัน คือเป็นเรื่องของรูปสามเหลี่ยม จัดเป็นการพิจารณาตามลักษณะโครงสร้างแบบผิวเผิน

3.2.2 นำโจทย์ปัญหาทั้ง 20 ข้อ ไปให้ผู้เชี่ยวชาญด้านคณิตศาสตร์ 5 คน (ดังรายชื่อในภาคผนวก) ตรวจสอบว่าในแต่ละคู่ปัญหาที่สร้างขึ้นนั้นเป็นไปตามลักษณะ ในข้อ 3.2.1 หรือไม่ ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบแล้วปรากฏว่ามีการปรับข้อความในโจทย์บ้าง และมีความเห็นว่า โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ที่ให้ตรวจสอบสามารถใช้หลักการทางคณิตศาสตร์เดียวกันในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ สอดคล้องกัน 100 %

4. การตรวจสอบคุณภาพของแบบสอบวัดการจำแนกประเภทปัญหา

4.1 การตรวจสอบความตรงตามเนื้อหาของแบบสอบวัด ได้ตรวจสอบโดยผู้เชี่ยวชาญด้านคณิตศาสตร์ 5 คน เมื่อตรวจสอบแล้ว มีความเห็นสอดคล้องกันทั้ง 5 คน ว่าใน

แต่ละคู่ของโจทย์ปัญหาใช้หลักการทางคณิตศาสตร์เดียวกันในการแก้ปัญหา ในคู่ที่เป็นโครงสร้างแบบลึก และ มีลักษณะคล้ายกันตามลักษณะของเนื้อหาในโจทย์ ในคู่ที่เป็นโครงสร้างแบบผิวเผิน

4.2 การตรวจสอบค่าความตรงตามโครงสร้าง โดยที่การจำแนกตามโครงสร้างแบบลึกจะมีความสัมพันธ์สูง กับความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ (Shoenfeld , 1982) จึงนำคะแนนที่ได้จากการจำแนกประเภทปัญหาตามลักษณะโครงสร้างแบบลึก และแบบผิวเผิน มาหาความสัมพันธ์กับ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมปีที่ 3 โรงเรียนธัญบุรี จำนวน 19 คน พบว่าคะแนนที่ได้จากการจำแนกประเภทปัญหาตามลักษณะโครงสร้างแบบลึกมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ .8126 และคะแนนที่ได้จาก การจำแนกประเภทปัญหาตามลักษณะโครงสร้างปัญหาแบบผิวเผิน มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบ Pearson เท่ากับ -.6981

4.3 การตรวจความเที่ยงของแบบสอบวัด โดยการใช้วิธีการสอบซ้ำ ระยะห่างกันหนึ่งสัปดาห์ ผู้วิจัยได้นำแบบสอบวัดไปใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนธัญบุรี จำนวน 19 คน หาความสอดคล้องของการจัดกลุ่มปัญหาทั้งสองครั้ง โดยใช้สูตร

สัมประสิทธิ์ความสอดคล้อง = จำนวนข้อที่สอดคล้อง/(จำนวนข้อที่สอดคล้อง+จำนวนข้อที่ไม่สอดคล้อง)

ได้ค่าสัมประสิทธิ์ความสอดคล้องเท่ากับ .8270

5. วิธีการใช้แบบสอบวัดการจำแนกประเภทปัญหา

5.1 นำบัตรโจทย์ปัญหาทั้ง 20 บัตร ให้นักเรียนจัดกลุ่มปัญหาที่เหมือนกันไว้ด้วยกัน โดยให้แบ่งออกเป็นกลุ่มให้มากกลุ่มที่สุด จนกว่าจะแบ่งต่อไปไม่ได้

5.2 ให้นักเรียนบอกเกณฑ์หรือเหตุผลในการจัดกลุ่ม โดยใช้คำถามว่า นักเรียนจัดโจทย์ปัญหากลุ่มนี้ไว้ด้วยกันเพราะเหตุใด บันทึกเสียงการตอบของนักเรียนไว้ แล้วถอดเทปเพื่อนำไปตรวจให้คะแนน และวิเคราะห์ต่อไป

5.3 การให้คะแนนโดยการหาความถี่ของคำตอบของนักเรียน ตามเกณฑ์ว่าคำตอบใดเป็นลักษณะการจำแนกประเภทปัญหาตามโครงสร้างแบบลึก หรือโครงสร้างแบบผิวเผิน

ตอนที่ 2 แบบสอบวัดความรู้ด้านการดำเนินการ ใช้แบบสอบวัด 1 ฉบับ

ฉบับที่ 4 แบบสอบวัดความรู้ด้านการดำเนินการ

1. จุดมุ่งหมายของการวัด

1.1 เพื่อวัดความสามารถในการคาดคะเนคำตอบ โดยพิจารณาจากความถูกต้องและเหตุผลที่ใช้ในการคาดคะเนคำตอบ

1.2 เพื่อวัดความสามารถในการระบุ เรื่อง กฎเกณฑ์ สูตรต่างๆ ที่นำมาใช้ในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ในแต่ละข้อ

1.3 เพื่อวัดความสามารถในการกำหนดขั้นตอนในการแก้ปัญหา โดยพิจารณาความถูกต้อง ความชัดเจนในการกำหนดขั้นตอนการแก้ปัญหา และจำนวนขั้นตอนที่ใช้ในการแก้ปัญหา

2. ลักษณะของแบบสอบวัด เป็นโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์จำนวน 5 ข้อให้นักเรียนตอบปัญหาให้ครอบคลุมลักษณะที่ต้องการวัด ตามจุดมุ่งหมายที่กำหนดไว้ในข้อ 1

3. วิธีการสร้างแบบสอบวัดความรู้ด้านการดำเนินการ

3.1 ศึกษาคู่มือ แบบเรียน หนังสือแบบฝึกหัด เพื่อกำหนดเนื้อหาที่จะนำมาสร้างโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ โดยครอบคลุมเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ในเรื่องสามเหลี่ยมมุมฉาก ปริมาตรและพื้นที่ สมการ อัตราส่วนและร้อยละ

3.2 สร้างโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์จำนวน 20 ข้อ นำไปทดลองสอบกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนธัญบุรี จำนวน 20 คน เพื่อตรวจสอบค่าความยากง่าย เลือกข้อที่มีความยากง่ายระหว่าง .2-.8 จำนวน 5 ข้อ โดยพิจารณาเรื่องสามเหลี่ยมมุมฉาก อัตราส่วน ปริมาตรและพื้นที่ สมการ และเรื่องผสมระหว่างอัตราส่วนและพื้นที่ อย่างละ 1 เรื่อง

3.3 สร้างข้อคำถามเป็นไปตามลำดับดังนี้

โจทย์ปัญหาที่ ....

คำถามที่ 1 โจทย์ปัญหาข้อนี้ มีคำตอบนี้โดยประมาณเป็นเท่าไร

คำถามที่ 2 ประมาณคำตอบได้อย่างไร

คำถามที่ 3 โจทย์ปัญหาข้อนี้ใช้ความรู้ใดบ้างในการแก้ปัญหา

คำถามที่ 4 บอกขั้นตอนในการแก้ปัญหาโจทย์ปัญหาข้อนี้

3.4 นำแบบวัดนี้ไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนธัญบุรี จำนวน 5 คน เพื่อตรวจสอบด้านความเข้าใจในโจทย์ และคำสั่ง และการตอบของนักเรียน แล้วนำผลการสอบมาปรับปรุง และ กำหนดเวลาที่ใช้ในการสอบ ข้อละไม่เกิน 8 นาที รวมเวลาที่ใช้ในการทำแบบสอบวัดชุดนี้ไม่เกิน 40 นาที

3.5 นำโจทย์ปัญหาทั้ง 5 ข้อ ให้อาจารย์ผู้สอนคณิตศาสตร์ระดับมัธยม จำนวน 5 คนทำเพื่อหาคำตอบทั้ง 4 คำถามในข้อ 3.5 คือค่าประมาณของคำตอบ หลักการประมาณค่า หลักการที่ใช้ในการแก้ปัญหา และขั้นตอนการแก้ปัญหา นำคำตอบมาจัดจำแนก เพื่อใช้เป็นเกณฑ์ในการตรวจให้คะแนนต่อไป

3.6 นำแบบสอบวัดไปตรวจสอบหาคุณภาพต่อไป

4. การตรวจสอบคุณภาพของแบบสอบวัดความรู้ด้านการดำเนินการ

4.1 การตรวจสอบความตรงตามเนื้อหาของแบบสอบวัด โดยให้ผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนคณิตศาสตร์ 5 คน (ดังรายชื่อในภาคผนวก) ตรวจสอบความสอดคล้องของคำตอบในข้อ 3.5 และเลือกคำตอบที่ผู้เชี่ยวชาญมีความเห็นสอดคล้องกัน 100 % เพื่อใช้เป็นเกณฑ์ในการตรวจคำตอบ

4.2 การตรวจสอบความตรงตามสภาพ พบว่า ความรู้ด้านการดำเนินการ มีมีความสัมพันธ์กับความสามารถในการแก้ปัญหา (Frence,1990; Park, 1990)) จึงนำแบบสอบวัดนี้ไปทดสอบกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนธัญบุรี จำนวน 19 คน โดยการหาความสัมพันธ์ระหว่างคะแนนที่ได้จากการสอบความสามารถในการดำเนินการรายด้านกับคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ โดยใช้สูตรของ Pearson พบว่ามีค่าความตรงดังนี้

4.2.1 ความถูกต้องในการประมาณค่าคำตอบ .6763

4.2.2 ความถูกต้องของการบอกเหตุผลในการประมาณค่า .8070

4.2.3 ความถูกต้องในการระบุเรื่องกฎเกณฑ์ที่ใช้ในการแก้ปัญหา .6616

4.2.4 จำนวนขั้นตอนที่ใช้ในการแก้ปัญหา .8093

4.2.5 ความถูกต้องในการลำดับขั้นตอนการแก้ปัญหา .8626

4.3 การตรวจสอบค่าความเที่ยงของแบบสอบวัด ตรวจสอบโดยวิธีทดสอบซ้ำ (Test-retest Reliability)โดยใช้ระยะห่าง 1 สัปดาห์ จากการทดสอบกับนักเรียนชั้นมัธยมปีที่3 โรงเรียนธัญบุรี จำนวน 19 คน โดยใช้สูตรของ Pearson ได้ค่าความเที่ยงดังนี้

4.3.1 ความถูกต้องในการประมาณค่าคำตอบ .8910

4.2.2 ความถูกต้องของการบอกเหตุผลในการประมาณค่า .9777

4.2.3 ความถูกต้องในการระบุเรื่องกฎเกณฑ์ที่ใช้ในการแก้ปัญหา .9374

4.2.4 จำนวนขั้นตอนที่ใช้ในการแก้ปัญหา .8802

4.2.5 ความถูกต้องในการลำดับขั้นตอนการแก้ปัญหา .8019

5. วิธีการใช้แบบสอบวัดความรู้ด้านการดำเนินการ

5.1 ใช้วิธีสอบวัดเป็นรายบุคคล โดยการให้โจทย์ปัญหาที่ละข้อ และให้ตอบคำถาม ตามประเด็นที่กล่าวมาแล้วในข้อ 3.3 ถ้าคำตอบตอนใดยังคลุมเครือผู้วิจัยจะซักถามเพิ่มเติม

5.2 ใช้เวลาในการตอบข้อละไม่เกิน 8 นาที ถ้าหากหมดเวลาแล้วยังทำไม่ได้ก็จะให้ทำข้อต่อไป ผู้ทดสอบจะบันทึกเวลาในการทำแบบสอบด้วย

5.3 ในการตอบของนักเรียนจะ ใช้การบันทึกเสียงคำตอบของนักเรียน นำมาถอดเทป เพื่อการวิเคราะห์ต่อไป

5.4 การให้คะแนน

5.4.1 ความถูกต้องในการประมาณค่า ถ้าคำตอบถูกต้องให้ 1 คะแนน
ไม่ถูกต้องให้ 0 คะแนน

5.4.2 ความถูกต้องในการบอกเหตุผลในการประมาณค่า

ถ้าหากคำอธิบายตรงกับคำตอบที่ได้กำหนดไว้ทั้งหมด ให้ 2 คะแนนถ้าหากประมาณค่าได้ถูกต้องและให้เหตุผลครงกับที่กำหนดไว้ทั้งหมด

ถ้าหากคำตอบถูกคำอธิบายตรงกับคำตอบที่ได้กำหนดไว้บางส่วนให้ 1 คะแนน

ถ้าตอบไม่ได้หรือคำตอบไม่อยู่ในเกณฑ์ที่กำหนดไว้ ให้ 0 คะแนน

5.4.3 การวัดความถูกต้องในการระบุ เรื่อง กฎเกณฑ์ สูตรต่างๆที่นำมาใช้ในการแก้ปัญหา ถ้าถูกต้องให้ 1 คะแนน

ไม่ถูกต้องให้ 0 คะแนน

5.4.4 จำนวนขั้นตอนการแก้ปัญหา พิจารณาจากจำนวนขั้นตอนที่นักเรียนระบุ เพื่อใช้ในการแก้ปัญหาแต่ละข้อ

5.4.5 ความถูกต้องในการจัดลำดับขั้นตอนในการแก้ปัญหา
ถ้าการระบุขั้นตอนตรงตามที่กำหนดไว้ทั้งหมด ให้ 2 คะแนน
ถ้าการระบุขั้นตอนตรงตามที่กำหนดไว้บางส่วน ให้ 1 คะแนน
ถ้าระบุไม่ได้ หรือ ระบุแล้วไม่ตรงตามเกณฑ์ ให้ 0 คะแนน

แบบสอบวัดกระบวนการในการคิดแก้ปัญหาคณิตศาสตร์

ผู้วิจัยได้สร้าง แบบสอบวัดกระบวนการในการคิดแก้ปัญหา โดยอาศัยแนวคิดเกี่ยวกับกระบวนการในการคิดแก้ปัญหาของ Sternberg (1986) Krulik (1987) และ Polya (1957) โดยมีลำดับการสร้างแบบสอบวัดดังนี้

ฉบับที่ 5 แบบสอบวัดกระบวนการในการแก้ปัญหา

1. จุดมุ่งหมายของการวัด เพื่อทราบถึงกระบวนการในการคิดแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียน ตั้งแต่เริ่มอ่านโจทย์ปัญหา การทำความเข้าใจปัญหา การสร้างตัวแทนปัญหา การวางแผนในการแก้ปัญหา การดำเนินการแก้ปัญหา และการตรวจสอบการแก้ปัญหา

2. ลักษณะของแบบสอบวัด เป็นโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ จำนวน 3 ข้อ ให้นักเรียนแก้ปัญหา โดยให้นักเรียนรายงานความคิด ด้วยการ คิดออกเสียง(think aloud) หลังจากการแก้ปัญหา(Retrospective verbalization report) ทั้งนี้เพื่อลดสิ่งรบกวนในการคิดคือการต้องพูดออกมาในขณะแก้ปัญหา(Garner, 1988, Nesbett and Wilson, 1977) เมื่อนักเรียนแก้ปัญหาแต่ละข้อ แล้วให้รายงานการคิดโดยทันทีว่า นักเรียนคิดสิ่งใดบ้างตั้งแต่ได้รับโจทย์ปัญหา จนเสร็จสิ้นการแก้ปัญหา และมีการถามเพิ่มเติมในคำรายงานที่ไม่กระจ่าง เพื่อนักเรียนจะได้อธิบายความคิดของเขาให้ชัดเจนขึ้น และใช้คำถาม เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนรายงานการคิดออกมาให้มากที่สุดเช่น "แล้วอย่างไรต่อไป" " มีอะไรอีก " มีการบันทึกเสียงการรายงานความคิดในการแก้ปัญหา และถอดเทป เพื่อนำไปตรวจให้คะแนน ตามแบบบันทึกพฤติกรรมและการให้คะแนน (ดังรายละเอียดในภาคผนวก) ต่อไป

3. วิธีการสร้างแบบสอบวัด

3.1 ศึกษาหลักสูตร แบบเรียน คู่มือ และหนังสือแบบฝึกหัดวิชาคณิตศาสตร์ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เพื่อพิจารณาขอบเขตของเรื่องที่จะศึกษา

3.2 การสร้างโจทย์ปัญหา 3 ข้อ โดยมีวิธีการสร้างโจทย์ปัญหาดังนี้

3.2.1 สร้างโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ 9 ข้อ เรื่องสมการ และ อัตราส่วนร้อยละ เรื่องละ 3 ข้อ

3.2.2 นำแบบสอบให้อาจารย์ผู้สอนคณิตศาสตร์ระดับมัธยม 4 คน ที่สอนเรื่องนี้มาแล้วประเมินความชัดเจนด้านการใช้ภาษา การสอดคล้องกับเนื้อหาแล้วนำมาปรับปรุง

3.2.3 นำแบบสอบที่ปรับปรุงแล้วทั้ง 9 ข้อไปทดสอบกับนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนธรรมศาสตร์คลองหลวงวิทยาคมจำนวน 20 คน เพื่อตรวจสอบความยากง่ายของแบบสอบรายข้อ และเลือกข้อที่มีความยากง่ายระหว่าง .2-.8 ไว้ 3 ข้อ

3.2.4 ทดลองใช้แบบสอบวัดกระบวนการในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ โดยการนำโจทย์ปัญหา 3 ข้อที่สร้างขึ้นไปสอบวัดกับนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 5 คน โดยใช้วิธีการสอบวัดเป็นรายบุคคลเพื่อตรวจสอบเวลาที่ใช้ในการแก้ปัญหา ตรวจสอบพฤติกรรมการรายงานการคิดว่าครอบคลุมกระบวนการการคิดที่กำหนดไว้หรือไม่ ในการศึกษานำร่องนี้ นำไปใช้เป็นแนวทางในการแก้ไขโจทย์ปัญหาใหม่ เพราะโจทย์อาจไม่เอื้อต่อการแสดงการคิดออกมา และนำไปปรับปรุงรายการในแบบบันทึกกระบวนการคิดในการแก้ปัญหา

<u>ตัวอย่างแบบสอบวัดกระบวนการในการคิดแก้ปัญหาคณิตศาสตร์</u>

โจทย์ : แบ่งเงินให้เด็ก 3 คน โดยเด็กคนแรกได้รับเป็น 1 ใน 4 ของคนที่ 2 คนที่ 2 ได้รับเป็น 2 ใน 3 ของคนที่ 3 ถ้าเด็กคนที่ 3 ได้รับเงิน 600 บาท ถามว่าเด็กทั้งสามคนได้รับเงินรวมกันเป็นกี่บาท (ข้อที่ 1)

3.3 การสร้างแบบบันทึกกระบวนในการคิดแก้ปัญหา มีวิธีการดังนี้

3.3.1 สร้างแบบบันทึกกระบวนการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ ประกอบด้วยการทำความเข้าใจปัญหา การสร้างตัวแทนปัญหา การวางแผนในการแก้ปัญหา การดำเนินการแก้ปัญหา และ การตรวจสอบการแก้ปัญหา (รายละเอียดแสดงในภาคผนวก)

3.3.2 นำแบบสอบวัด ซึ่งเป็นโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ 3 ข้อ ไปใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 5 คนให้แก้ปัญหา แล้วนำการรายงานการคิดในการแก้ปัญหา

ซึ่งบันทึกเสียงไว้ มาถอดเทป แล้วบันทึกการแก้ปัญหาตามคำรายงาน ลงใน แบบบันทึกกระบวนการในการคิดที่ผู้วิจัยสร้างไว้ ถ้ามีคำรายงานการคิดที่ไม่สามารถจัดอยู่ในกระบวนการคิดในขั้นใด ก็นำมาเขียนลงในแบบบันทึกรายงานพฤติกรรม ในส่วนที่ทำเป็นปลายเปิดไว้ ในการนี้มีการบันทึกเวลาในการทำโจทย์ปัญหาแต่ละข้อ พบว่าเวลาที่ใช้ในการรายงานความคิดเฉลี่ยแล้ว ข้อ 1 ใช้เวลา 7 นาที ข้อ 2 ใช้เวลา 10 นาที ข้อ 3 ใช้เวลา 11 นาที จึงให้เวลาในการทำแบบสอบฉบับนี้ 30 นาที เฉลี่ยเวลาในการทำแบบสอบข้อละ 10 นาที

ในการรายงานการคิด พบว่าพฤติกรรมการคิดแก้ปัญหาสอดคล้องกับประเด็นต่างๆในแบบบันทึกกระบวนการคิดในการแก้ปัญหา 5 ขั้น ตอนและมี 25 พฤติกรรมย่อย

3.4 นำแบบสอบวัดไปตรวจสอบคุณภาพต่อไป

4. การตรวจสอบคุณภาพของแบบสอบวัดกระบวนการในการคิดแก้ปัญหาคณิตศาสตร์

4.1 การตรวจสอบความตรงตามเนื้อหาของแบบสอบวัด เป็นการตรวจสอบว่าโจทย์ปัญหา และวิธีการในการสอบวัด สามารถที่จะกระตุ้นให้นักเรียนแสดงพฤติกรรมการคิดแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ออกมาได้ กระทำได้โดยวิเคราะห์การรายงานการคิดแก้ปัญหาของนักเรียนในการทำแบบสอบวัดนี้ และใช้แบบบันทึกกระบวนการแก้ปัญหา ตามข้อ 3.3.2 แล้วนำไปให้ผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนคณิตศาสตร์ นักคณิตศาสตร์ นักวัดผลการศึกษา และอาจารย์ผู้สอนคณิตศาสตร์ จำนวน 5 คน (ดังรายชื่อในภาคผนวก) ตรวจสอบว่าพฤติกรรมการคิดของนักเรียนในการทำโจทย์แต่ละข้อสามารถจัดลงในรายการบันทึกพฤติกรรมได้ ปรากฏว่าผู้เชี่ยวชาญทั้ง 5 คน มีความเห็นสอดคล้องกัน 100% แสดงว่าแบบสอบวัดนี้ สามารถใช้วัดกระบวนการคิดในการแก้ปัญหาได้

4.2 การตรวจสอบความตรงตามสภาพของแบบสอบ โดยการตรวจสอบว่าพฤติกรรมการคิดแก้ปัญหานั้น สัมพันธ์กับความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ ด้านปัญหาและการใช้เหตุผล จึงนำไปตรวจสอบความสัมพันธ์ระหว่าง คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ จากแบบสอบของกรมวิชาการ ตอนที่ 6 คณิตศาสตร์ ปัญหาและเหตุผล กับคะแนนความถูกต้องในการแสดงพฤติกรรมด้านการคิดแก้ปัญหาคณิศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนธรรมศาสตร์คลองหลวงวิทยาคม จำนวน 20 คน โดยใช้สูตรของ Pearson พบว่ามีค่า = .8505 และค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ในแต่ละด้าน มีค่าดังนี้

ด้านที่ 1 การทำความเข้าใจปัญหา = .6359 **

ด้านที่ 2 การสร้างตัวแทนของปัญหา = .6234 **

ด้านที่ 3 การวางแผนในการแก้ปัญหา = .7628 **

ด้านที่ 4 การดำเนินการแก้ปัญหา = .7069 **

ด้านที่ 5 การตรวจสอบการแก้ปัญหา = .7954 **

** $p < .01$

4.3 การตรวจสอบความเที่ยงของแบบสอบ โดยการหาความสอดคล้องภายในของแบบสอบ (internal consistency correlation) โดยหาค่าสัมประสิทธิ์แอลฟา พบว่ามีค่า = .8455

4.4 การตรวจสอบความสอดคล้องของผู้ตรวจ 2 คนที่เป็นอาจารย์สอนวิชาคณิตศาสตร์ของสถาบันราชภัฏเพชรบุรีวิทยาลงกรณ์ ก่อนการตรวจได้มีการอภิปรายร่วมกันระหว่างผู้ตรวจและผู้วิจัย เพื่อทำความเข้าใจเกี่ยวกับเกณฑ์ในการตรวจ คะแนนจากการตรวจใช้สูตรหาความสอดคล้องของ Sattler (1988 : 519) แล้วนำมาคิดเป็นค่าร้อยละ

สูตรความสอดคล้องของผู้ตรวจ

$$= \frac{\text{จำนวนความถี่ที่ผู้ตรวจตรวจได้ตรงกัน}}{\text{จำนวนความถี่ที่ผู้ตรวจตรวจได้ตรงกัน + จำนวนความถี่ที่ผู้ตรวจตรวจไม่ตรงกัน}}$$

ได้ค่าความสอดคล้องของผู้ตรวจดังนี้

โจทย์ปัญหาข้อที่ 1 มีค่าความสอดคล้องของผู้ตรวจ ร้อยละ 78.80

โจทย์ปัญหาข้อที่ 2 มีค่าความสอดคล้องของผู้ตรวจ ร้อยละ 74.00

โจทย์ปัญหาข้อที่ 3 มีค่าความสอดคล้องของผู้ตรวจ ร้อยละ 76.20

(ค่าความสอดคล้องของผู้ตรวจรายข้อ แสดงในภาคผนวก)

5. วิธีการใช้แบบสอบวัด ดำเนินการสอบวัดตามลำดับขั้นตอนดังนี้

ขั้นที่ 1 สอนและฝึกวิธีรายงานความคิดด้วยคำพูดคิดออกเสียงแก่นักเรียน

ขั้นที่ 2 ให้โจทย์ปัญหาแก่นักเรียน ทีละข้อ

ขั้นที่ 3 นักเรียนคิดแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ในกระดาษที่กำหนดให้

ขั้นที่ 4 นักเรียนรายงานการคิดการแก้ปัญหาและบันทึกเสียงไว้

ขั้นที่ 5 ถอดเทป จัดทำคำรายงานการคิดเป็นหน่วยย่อยๆ

ขั้นที่ 6 บันทึกคำรายงาน ลงในแบบบันทึก

ขั้นที่ 7 ตรวจให้คะแนนการคิดแก้ปัญหาคณิตศาสตร์

ขั้นที่ 8 ประเมินกระบวนการในการคิด

เกณฑ์ในการให้คะแนน พิจารณาจากการแก้ปัญหา และการรายงานความคิดในการแก้ปัญหาของนักเรียนโดยการคิดออกเสียง ว่าตรงกับประเด็นที่กำหนดไว้ในแต่ละขั้นตอนหรือไม่ ให้คะแนน พฤติกรรมละ 0 - 3 คะแนน ซึ่งผู้ตรวจให้คะแนนเป็นอาจารย์ผู้สอนคณิตศาสตร์ของสถาบันราชภัฏเพชรบุรีวิทยาลงกรณ์ 2 คน และนำคะแนนที่ได้มาเฉลี่ย (แบบบันทึกพฤติกรรมและการให้คะแนนแสดงในภาคผนวก) และผู้วิจัยได้สุ่มคะแนนที่ได้จากการสอบจริงมาหาค่าความสอดคล้องของผู้ตรวจอีกครั้ง (ดูรายละเอียดในภาคผนวก)

<u>แบบสอบวัด เมตาคอคนิชั่น</u>

Flavell (1985) กล่าวว่า ความรู้ใน เมตาคอคนิชั่น หมายถึงการตระหนักรู้เกี่ยวกับการคิดของตนเองในกิจกรรมการเรียนรู้ ซึ่งจะนำไปใช้ในการควบคุมความคิดในการทำกิจกรรมทางการคิด ซึ่งแบ่งเป็น 3 ตัวแปร คือ ตัวแปรด้านบุคคล(person) ได้แก่การที่บุคคลมีความรู้เกี่ยวกับลักษณะบุคคลที่มีความสามารถในการแก้ปัญหา ตัวแปรด้านงาน (task) ได้แก่การรู้ว่างานที่ทำนั้นมีลักษณะอย่างไร และ ตัวแปรด้านกลวิธี (strategy) ได้แก่ความรู้ของบุคคลเกี่ยวกับกลวิธีที่จะทำงานนั้นให้บรรลุเป้าหมาย

การวัดความรู้ใน เมตาคอคนิชั่น ในการวิจัยนี้ จะวัดเมตาคอคนิชั่นตามแนวคิดของ Flavell(1985) ที่แบ่งองค์ประกอบของเมตาคอคนิชั่นเป็น 3 ด้านได้แก่ ด้านบุคคล ด้านงาน และด้านกลวิธีในการแก้ปัญหา แนวในการสร้างแบบวัดความรู้ในเมตาคอคนิชั่น สร้างตามแนวของ Swanson (1990)ที่สร้างข้อคำถามเป็นสถาณการณ์ในการแก้ปัญหาโดยทั่วไปในด้านบุคคล ด้านงาน และด้านกลวิธีในการแก้ปัญหา โดยมีขั้นตอนดังต่อไปนี้

<u>ฉบับที่ 6 แบบสอบวัดเมต้าคอคนิชั่น</u>

1. จุดมุ่งหมายของการวัด เพื่อวัดความรู้ของนักเรียน เกี่ยวกับการคิดในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ใน 3 ด้าน คือ

1.1 ด้านบุคคล (person) ได้แก่การรู้ว่า บุคคลที่มีความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ มีความรู้ความสามารถอย่างไร มีลักษณะอย่างไร

1.2 ด้านงาน (tssk)ได้แก่การรู้ว่าลักษณะของงานการแก้ปัญหา เป็นอย่างไร รวมไปถึง ลักษณะความยากง่ายของปัญหา

1.3 ด้านกลวิธี (strategy) ได้แก่การรู้ว่า จะทำให้ปัญหานั้นแก้ได้โดยง่ายอย่างไร รู้วิธีการในการวางแผนแก้ปัญหา รู้วิธีการในการแก้ปัญหาที่ดี ตลอดจนรู้ถึงวิธีการตรวจสอบกระบวนการแก้ปัญหา

2. ลักษณะของแบบสอบวัด มีลักษณะเป็นข้อคำถามเกี่ยวกับ สถานการณ์ในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ จำนวน 15 ข้อ และเป็นการทดสอบเป็นรายบุคคล

3. วิธีการสร้างแบบสอบวัด เมตาคอคนิชั่น

3.1 ศึกษาเอกสารต่างๆที่เกี่ยวข้อง เกี่ยวกับลักษณะของบุคคลที่มีความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ เพื่อใช้เป็นแนวทางในการกำหนดโครงสร้างเนื้อหาของแบบสอบวัด

3.2 การกำหนดโครงสร้างเนื้อหาของแบบสอบวัด คุณลักษณะต่างๆ ที่จะกำหนดเป็นโครงสร้างของแบบสอบนั้น ได้จากการกำหนดคุณลักษณะ ของกลุ่มที่มีความรู้ความชำนาญในกิจการนั้น คือผู้วิจัยได้สอบถามคุณลักษณะต่างๆจากอาจารย์ผู้สอนคณิตศาสตร์ในระดับมัธยมศึกษา 46 คน จาก โรงเรียนคณะราษฎร์บำรุงปทุมธานี โรงเรียนปทุมวิไล โรงเรียนสันติราษฎร์วิทยาลัย โรงเรียนมัธยมวัดมกุฎกษัตริย์ ด้วยคำถามปลายเปิด จำนวน 7 ข้อ โดยมีคำถามดังนี้

ข้อที่ 1 ผู้ที่มีความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์มีลักษณะอย่างไรบ้าง

ข้อที่ 2 พฤติกรรมใดบ้างของนักเรียน ที่แสดงว่านักเรียนมีความเข้าใจในโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์

ข้อที่ 3 สิ่งใดบ้างที่เป็นปัญหา และอุปสรรค ต่อการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียน

ข้อที่ 4 สิ่งใดบ้างที่จะช่วยให้นักเรียนสามารถแก้โจทย์ปัญหาได้ง่ายขึ้น

ข้อที่ 5 พฤติกรรมก่อนลงมือแก้ปัญหา ของนักเรียนที่มีความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ คือพฤติกรรมใด

ข้อที่ 6 พฤติกรรมในขณะแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่มีความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ คือพฤติกรรมใด

ข้อที่ 7 นักรียนที่มีความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ จะมีวิธีตรวจสอบกระบวนการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์อย่างไรบ้าง

3.3 วิเคราะห์การตอบของอาจารย์ผู้สอนคณิตศาสตร์ เลือกคำตอบที่มีความถี่สูง จากนั้นจึงนำไปให้ผู้เชี่ยวชาญด้าน การสอนคณิตศาสตร์ นักคณิตศาสตร์ นักวัดผลการศึกษา รวม จำนวน 5 คน (ดังรายชื่อในภาคผนวก) ประเมินความสอดคล้องของลักษณะที่วัด และให้จัด อันดับคุณลักษณะ ตามความสำคัญด้วย ผลการตรวจสอบความสอดคล้อง พบว่ามีความสอดคล้อง กันในการประเมินในแต่ละข้อของผู้เชี่ยวชาญทั้ง 5 คน ตั้งแต่ 80 % ขึ้นไป ส่วนการประเมิน การจัดอันดับ พบว่าการจัดอันดับของผู้เชี่ยวชาญมีความแตกต่างกันบ้างเล็กน้อย แต่เมื่อพิจารณา ใน 10 อันดับแรกพบว่ามีความสอดคล้องกัน

3.4 สร้างข้อคำถามที่ต้องการวัดในแต่ละด้าน คือ ด้านลักษณะบุคคล ลักษณะ งาน และลักษณะของกลวิธี อย่างละ 6 ข้อรวม 18 ข้อ โดยใช้ลักษณะที่ได้จากการตอบคำถาม ทั้ง 7 ข้อของอาจารย์ผู้สอนคณิตศาสตร์ และที่ผู้เชี่ยวชาญได้ประเมิน วิธีสร้างข้อคำถามสร้าง ตามแนวของ Swanson (1990) แต่ Swanson ใช้คำถามถามเกี่ยวกับลักษณะการแก้ปัญหา โดยทั่วไป ส่วนผู้วิจัยใช้ลักษณะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

เป็นที่น่าสังเกตว่า แบบสอบเมตาคอคนิชั่นที่ Swanson สร้างขึ้น ไม่มีการกล่าวถึง การตรวจสอบความตรงในการวัด และในการให้คะแนน มีความเป็นอัตนัยอยู่มาก ในการวิจัย ครั้งนี้ผู้วิจัยได้ปรับแบบสอบวัดเมตาคอคนิชั่น โดยการนำไปหาค่าความตรงของแบบวัด และให้ ผู้เชี่ยวชาญจัดอันดับความสำคัญของลักษณะความรู้ในเมตาคอคนิชั่น ทั้ง 3 ด้าน ถ้าความคิดของ นักเรียนที่ตอบแบบสอบวัด ตรงกับเกณฑ์ของผู้เชี่ยวชาญ ยิ่งมากเพียงใดนับว่ามีเมตาคอคนิชั่น มากยิ่งขึ้นเพียงนั้น

<u>ตัวอย่างข้อคำถามแบบสอบวัดเมตาคอคนิชั่น</u>

ด้านลักษณะบุคคล: ชูชาติได้ชื่อว่าเป็นผู้ที่แก้ปัญหาคณิตศาสตร์ได้เก่งมากนักเรียน คิดว่าชูชาติมีความสามารถอย่างไรบ้าง (ข้อที่ 1)

ด้านลักษณะงาน: โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ 2 ข้อคือ

1. $X + 2(X+5) = 190$, $X = ?$
2. ฉันมีเงินน้อยกว่าพี่ 30 บาท แต่เราสองคนมีเงินรวมกัน 150 บาท ฉันมีเงินเท่าไร

โจทย์ข้อหนึ่งหรือข้อสองแก้ปัญหาได้ง่ายกว่า ทำไม (ข้อที่ 7)

ด้านกลวิธี: ก่อนแก้ลงมือแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ ปัญญาต้องพิจารณาก่อนว่า โจทย์ปัญหาที่พบนั้น เกี่ยวข้องกับนิยาม สูตร กฎหรือทฤษฎีใดบ้าง นักเรียนคิดว่าปัญญาเป็นนักแก้ปัญหาที่ดีหรือไม่ ทำไม (ข้อที่ 12)

3.5 นำแบบสอบ 18 ข้อไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนธรรมศาสตร์คลองหลวงวิทยาคมจำนวน 10 คน เพื่อตรวจสอบ การใช้ภาษา ความเข้าใจในคำถาม ตลอดจนลักษณะของการตอบของนักเรียน แล้วนำมาเลือกข้อที่นักเรียนตอบได้กระจ่าง 15 ข้อ มาปรับปรุงด้านภาษาให้รัดกุมยิ่งขึ้น และใช้เป็นแบบสอบวัดต่อไป

3.6 นำแบบสอบวัดไปตรวจสอบคุณภาพต่อไป

4. การตรวจสอบคุณภาพของแบบสอบวัด เมตาคอคนิชั่น

4.1 การตรวจสอบความตรงตามเนื้อหา ให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบว่าปัญหาหรือสถานการณ์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น 15 ข้อ พร้อมกับเกณฑ์การให้คะแนนที่กำหนดไว้ (ดูรายละเอียดในภาคผนวก) สามารถวัดเมต้าคอคนิชั่นในแต่ละตัวแปร คือ ด้านบุคคล ด้านงาน และ ด้านกลวิธี ได้หรือไม่ โดยให้ผู้เชี่ยวชาญ ด้านการสอนคณิตศาสตร์ นักคณิตศาสตร์นักวัดผล และ นักจิตวิทยารวม 5 คน (ดังรายชื่อในภาคผนวก) พิจารณา ผลการพิจารณาความสอดคล้องของผู้เชี่ยวชาญพบว่า เห็นด้วยตั้งแต่ 80 % ขึ้นไป ของจำนวนผู้เชี่ยวชาญทั้งหมดในแต่ละข้อคำถาม

4.2 การตรวจสอบความตรงเชิงโครงสร้าง (construct validity)พบว่าเมตาคอคนิชั่น จะมีความสัมพันธ์กับสติปัญญา (Borskowski,1985) จึงนำแบบสอบวัด เมตาคอคนิชั่นและแบบสอบวัดสติปัญญา Standard Progressive Matricesซึ่งสร้างโดย Raven (1938)ไปทดสอบกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนธรรมศาสตร์คลองหลวงวิทยาคม จำนวน 24 คนแล้วนำมาหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบ Pearson มีค่าเท่ากับ .8388 มีนัยสำคัญที่ระดับ.01

4.3 การตรวจสอบความเที่ยง โดยการหาความสอดคล้องภายใน (internal consistency correlation) พบว่าค่าสัมประสิทธิ์แอลฟา(α) มีค่าเท่ากับ.8959

4.4 การตรวจสอบความเที่ยงระหว่างผู้ตรวจ(Interrater Reliability) เนื่องจากแบบสอบนี้ เรื่องความคงที่ของการตรวจให้คะแนนเป็นเรื่องสำคัญ จึงนำคำตอบให้อาจารย์ผู้สอนวิชาจิตวิทยา สถาบันราชภัฏเพชรบุรีวิทยาลงกรณ์ 2 คนตรวจให้คะแนน แล้วนำคะแนนมาหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ แบบ Pearson ได้ค่าความเที่ยงระหว่างผู้ตรวจ (r)

เท่ากับ .8957 (ค่าความเที่ยงระหว่างผู้ตรวจรายข้อแสดงในภาคผนวก)

5. วิธีการใช้แบบวัด ใช้การทดสอบเป็นรายบุคคลโดยการถามคำถามครั้งละ 1 ข้อ บันทึกเสียงคำตอบของนักเรียนไว้ และมีการซักถามถ้าหากคำตอบของนักเรียนยังไม่ชัดเจนพอ ใช้เวลาในการตอบข้อคำถามทั้ง 15 ข้อ ประมาณ 20 นาที

ลำดับขั้นในการดำเนินการวัด มีดังนี้

ขั้นที่ 1 เสนอโจทย์ปัญหาให้นักเรียนครั้งละ1ข้อ

ขั้นที่ 2 นักเรียนตอบข้อคำถาม และอธิบายเหตุผล

ขั้นที่ 3 สัมภาษณ์เพิ่มเติมเพื่อให้เกิดความชัดเจนขึ้นและบันทึกเสียงการสัมภาษณ์

ขั้นที่ 4 ถอดเทปบันทึกคำตอบข้อคำถามของนักเรียน

ขั้นที่ 5 ตรวจให้คะแนน

เกณฑ์ในการให้คะแนน จะให้คะแนนตามเหตุผลที่นักเรียนตอบ ตามแบบการให้คะแนนของ Swanson(1990) ซึ่งปรับปรุงมาจากวิธีการให้คะแนนของ Kreutzer และคณะ (1975) โดยการพิจารณาจากคำตอบที่แสดงถึงความรู้ในการคิดแก้ปัญหาทั่วไป การให้คะแนนพิจารณาจากคำตอบและการให้เหตุผลของนักเรียนต่อข้อคำถามนั้น ที่แสดงถึงความเข้าใจอย่างลึกซึ้ง สอดคล้องกับเกณฑ์ที่ผู้เชี่ยวชาญให้ไว้จะได้คะแนนสูงโดยแบ่งการให้คะแนนไว้ ข้อละตั้งแต่ 1 - 5 คะแนน (เกณฑ์การให้คะแนนแสดงในภาคผนวก)

<u>การดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล</u>

1. ติดต่อกับโรงเรียนที่เลือกไว้ ขออนุญาต และ แจ้งวัตถุประสงค์ในการเก็บข้อมูล และลักษณะของกลุ่มตัวอย่างที่ต้องการ

2. นัดหมายกับกลุ่มตัวอย่างที่เป็นผู้ชำนาญ และผู้ไม่ชำนาญ โดยนัดวัน เวลา ที่จะเก็บรวบรวมข้อมูล

3. นำแบบสอบวัดความรู้เฉพาะด้าน กระบวนการแก้ปัญหา และ เมตาคอคนิชั่น ไปสอบวัดตาม วัน เวลาที่นัดหมาย

4. ก่อนเก็บข้อมูล ผู้วิจัยบอกจุดมุ่งหมายของการเก็บข้อมูล ความสำคัญในการให้

ข้อมูลของนักเรียน เพื่อให้เกิดความเข้าใจ และ สร้างความคุ้นเคยโดยการพูดคุยเรื่องทั่วไปก่อนเพื่อลดความวิตกกังวลในการทำแบบบสอบวัด

5. ก่อนใช้แบบวัด จะต้องมีการฝึกการรายงานความคิด ด้วยวิธีคิดออกเสียง แก่นักเรียน เพื่อให้นักเรียนได้พูดในสิ่งที่ตนคิดออกมาให้มากที่สุด (วิธีการฝึกแสดงในภาคผนวก)

ในการให้นักเรียนรายงานการคิดด้วยวิธีคิดออกเสียง ได้ใช้วิธีให้นักเรียนรายงานทันทีหลังจากแก้ปัญหาเสร็จแต่ละข้อ (retrospective protocal) เพราะนอกจากจะเป็นการลดสิ่งรบกวนสมาธิในขณะคิดแก้ปัญหาแล้ว นักเรียนยังสามารถพูดรายงานความคิดออกมาได้ดีกว่า และต่อเนื่อง เพราะจากการทดลองนำวิธีคิดออกเสียงไปใช้กับนักเรียน ก่อนเก็บข้อมูลจริง พบว่าการให้นักเรียนรายงานความคิดด้วยคำพูดในขณะที่กำลังคิดแก้ปัญหา (concurent protocal) นักเรียนไม่สามารถรายงานได้ดี ส่วนใหญ่ไม่พูด และมีความเครียดมาก ทั้งนี้อาจเป็นเพราะนักเรียนไม่เคยชินกับการพูดในขณะคิดแก้ปัญหา แต่เมื่อทดลองใช้วิธีให้รายงานทันทีหลังจากแก้ปัญหา ปรากฏว่านักเรียนรายงานการคิดได้ดีกว่า มากกว่า และไม่เครียดมาก แต่การให้รายงานหลังการคิดแก้ปัญหามีข้อเสียที่ว่า นักเรียนอาจรายงานความคิดคลาดเคลื่อนไปจากความคิดในขณะที่แก้ปัญหา ผู้วิจัยจึงได้ป้องกันการคลาดเคลื่อน ดังที่ Garner (1987) ได้ให้ข้อแนะนำไว้ว่า ให้ใช้หลายๆวิธีการร่วมกัน โดยใช้วิธีดังนี้

1. บอกจุดมุ่งหมายของการรายงานความคิดด้วยคำพูด และเน้นให้นักเรียนพยายามรายงานทุกสิ่งทุกอย่างที่คิดในขณะแก้ปัญหา ให้มากที่สุด

2. สังเกตพฤติกรรมอื่นๆของนักเรียนในขณะคิดแก้ปัญหา เช่ยการขมวดคิ้ว ส่ายศีรษะ การขีดเส้นซ้ำไปมาในกระดาษทด จดบันทึกไว้เพื่อใช้เป็นข้อคำถามในการสัมภาษณ์ต่อไป

3. ให้นักเรียนรายงานการคิดทันที่ หลังจากการแก้ปัญหาแต่ละข้อ เพื่อไม่ให้เว้นระยะนานจนทำให้มีความคิดเข้ามาสอดแทรก

4. ใช้ข้อมูลจากร่องรอยการคิดในกระดาษทด ดูว่าสอดคล้องกับงานที่ทำ หรือคำพูดที่รายงานออกมาหรือไม่

5. สัมภาษณ์เพิ่มเติม ในคำพูดที่ไม่กระจ่าง พฤติกรรมที่น่าสนใจในขณะคิดแก้ปัญหาและร่องรอยการคิดในกระดาษทด

การวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิเคราะห์ข้อมูลในครั้งนี้ ใช้โปรแกรมสำเร็จรูปเพื่อการวิจัยทางสังคมศาสตร์ (Statistical Package for the Social Sciences : SPSS/PC+)

1. การคำนวณหาค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนในความรู้เฉพาะด้านกระบวนการในการคิดแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ และเมตาคอคนิชั่น

2.การวิเคราะห์ ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยคะแนนในตัวแปรด้านความรู้เฉพาะด้านกระบวนการในการคิดแก้ปัญหา และเมตาคอคนิชั่น โดยใช้วิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวนสองทาง

3.ก่อนการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบสองทางได้ทำการทดสอบความเป็นเอกพันธ์ของความแปรปรวนของกลุ่มย่อย(Homogeneity of Variance)ในตัวแปรอิสระแต่ละตัวแปรด้วยวิธี F_{max} (Winer,1971:443-444) ถ้าพบว่าไม่มีความเป็นเอกพันธ์จะใช้ค่า Fวิกฤติที่มี df 1,n-1

4. ถ้าวิเคราะห์พบปฏิสัมพันธ์ ระหว่างความชำนาญในการแก้ปัญหา และระดับชั้นต่อคะแนนในตัวแปรตามแล้วจะวิเคราะห์ Simple main effectแสดงการอธิบายความแตกต่างในแต่ละกลุ่มย่อย โดยวิธีการของ Kirk (1982 : 365-369)

5. ถ้าวิเคราะห์ไม่พบปฏิสัมพันธ์ระหว่างความชำนาญและระดับชั้นเรียน จะพิจารณาความแตกต่างของค่าเฉลี่ยในแต่ละองค์ประกอบ ถ้าแต่ละองค์ประกอบนั้น มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย