

วิธีดำเนินการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยมุ่งพัฒนาวิธีการวัดกระบวนการคิดแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ โดยวิธีการคิดออกเสียง และสร้างรูปแบบบันทึกกระบวนการแก้โจทย์ปัญหา โดยจะเน้นทั้งวิธีการบริหารการสอบและการสร้างแบบบันทึกกระบวนการแก้โจทย์ปัญหาเป็นสำคัญ ดังจะเสนอรายละเอียดต่าง ๆ ตามลำดับหัวข้อต่อไปนี้ คือ

1. กลุ่มตัวอย่างประชากร
2. ลักษณะของเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
3. การพัฒนาวิธีการวัดกระบวนการแก้โจทย์ปัญหา โดยใช้วิธีการคิดออกเสียง และการสร้างแบบบันทึกกระบวนการแก้โจทย์ปัญหา
4. การทดสอบจริง
5. การวิเคราะห์ข้อมูล

1. กลุ่มตัวอย่างประชากร

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 1 ปีการศึกษา 2534 ในโรงเรียนมัธยมศึกษา สังกัดกรมสามัญศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ เขตกรุงเทพมหานคร ผู้วิจัยดำเนินการสุ่มตัวอย่างโดยใช้วิธีสุ่มตัวอย่างแบบหลายขั้นตอน (Multi Stage Random Sampling) ดังนี้

1. สุ่มกลุ่มโรงเรียนจากโรงเรียนมัธยมศึกษา สังกัดกรมสามัญศึกษาเขตกรุงเทพมหานคร ซึ่งมีจำนวน 8 กลุ่มโรงเรียนโดยการสุ่มอย่างง่าย (Simple Random Sampling) มา 4 กลุ่มโรงเรียน ได้แก่ กลุ่มโรงเรียนที่ 3, 4, 7 และ 8
2. สุ่มโรงเรียน จากรายชื่อโรงเรียนทั้ง 4 กลุ่ม โดยการสุ่มอย่างง่าย (Simple Random Sampling) มากลุ่มละ 2 โรงเรียนได้ 8 โรงเรียน ดังรายชื่อต่อไปนี้

ลำดับที่	กลุ่มโรงเรียน	รายชื่อโรงเรียน
1	3	โรงเรียนสันติราษฎร์วิทยาลัย
2	3	โรงเรียนมักกะสันพิทยา
3	4	โรงเรียนมัธยมวัดธาตุทอง
4	4	โรงเรียนปทุมคงคา
5	7	โรงเรียนธนบุรีวิทยารัตนดิลก
6	7	โรงเรียนวัดอินทาราม
7	8	โรงเรียนสตรีวัดอัมพวัน
8	8	โรงเรียนนวมวิทย์



3. เลือกนักเรียนในแต่ละโรงเรียนโดยพิจารณาจากเกรดวิชา ค 101 คณิตศาสตร์ ของนักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง เพื่อแบ่งนักเรียนเป็น กลุ่มเก่ง ปานกลาง และอ่อน โดยใช้เกณฑ์ดังนี้

- เกรด 4-3 เป็นกลุ่มเก่ง
- เกรด 2 เป็นกลุ่มปานกลาง
- เกรด 1 เป็นกลุ่มอ่อน

จากนักเรียนที่แบ่งกลุ่มแล้ว นำรายชื่อนักเรียนในแต่ละกลุ่ม มาเรียงตามลำดับเลขที่ประจำตัวแล้วสุ่มอย่างง่าย โดยจับสลากหมายเลขประจำตัว กลุ่มละ 3 คน โรงเรียนละ 9 คน รวมทั้งสิ้น 72 คน

2. ลักษณะของเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้มี 3 ชนิด คือ

1. อุปกรณ์ที่ใช้ในการเก็บข้อมูล เพื่อนำมาใช้ตรวจสอบข้อมูลที่ได้จาก แบบบันทึก กระบวนการแก้ปัญหาได้แก่

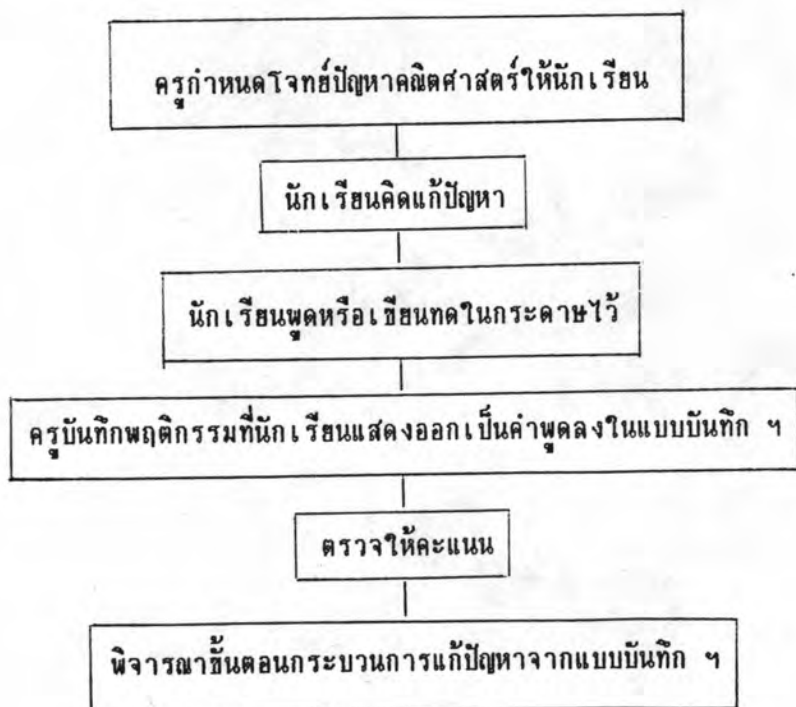
- เทปบันทึกเสียง
- กระดาษทด ดินสอ (ร่องรอยการคิด)
- บันทึกหลังการสัมภาษณ์

2. แบบสอบอัตนัย จำนวน 4 ข้อ มีลักษณะเป็นโจทย์ปัญหา ในเนื้อหาวิชา ค 102 คณิตศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ในเนื้อหาสมการ อัตราส่วนและร้อยละ
3. แบบบันทึกกระบวนการแก้ปัญหา

การพัฒนาวิธีการวัดกระบวนการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ โดยใช้วิธีการคิดออกเสียง และสร้างแบบบันทึกกระบวนการแก้ปัญหา

การดำเนินการพัฒนาวิธีการวัดกระบวนการแก้ปัญหา โดยใช้วิธีการคิดออกเสียง ผู้วิจัยได้ดำเนินการตามลำดับขั้นตอนดังนี้

1. กำหนดจุดมุ่งหมายของการวัด การวัดกระบวนการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ มีจุดมุ่งหมาย เพื่อให้ทราบถึงกระบวนการคิดของนักเรียนที่ใช้โต้ตอบปัญหาว่ามีลำดับขั้นตอนอย่างไร ก่อนที่จะได้คำตอบสุดท้าย
2. ศึกษาวิธีการวัด ผู้วิจัยได้ศึกษาวิธีการวัดกระบวนการแก้ปัญหา โดยใช้วิธีการคิดออกเสียง ซึ่งเป็นวิธีการที่ให้นักเรียนพูดออกมาดัง ๆ ในขณะที่กำลังแก้ปัญหา ครูจะนำพฤติกรรมที่นักเรียนใช้แก้ปัญหาโดยแสดงออกมาเป็นคำพูด ไปพิจารณาลำดับขั้นตอนของกระบวนการแก้ปัญหา
3. กำหนดลำดับขั้นตอนของวิธีการวัด ผู้วิจัยได้กำหนดลำดับขั้นตอนของวิธีการวัดกระบวนการแก้ปัญหา โดยใช้วิธีการคิดออกเสียง ซึ่งแสดงเป็นแผนผังประกอบดังนี้

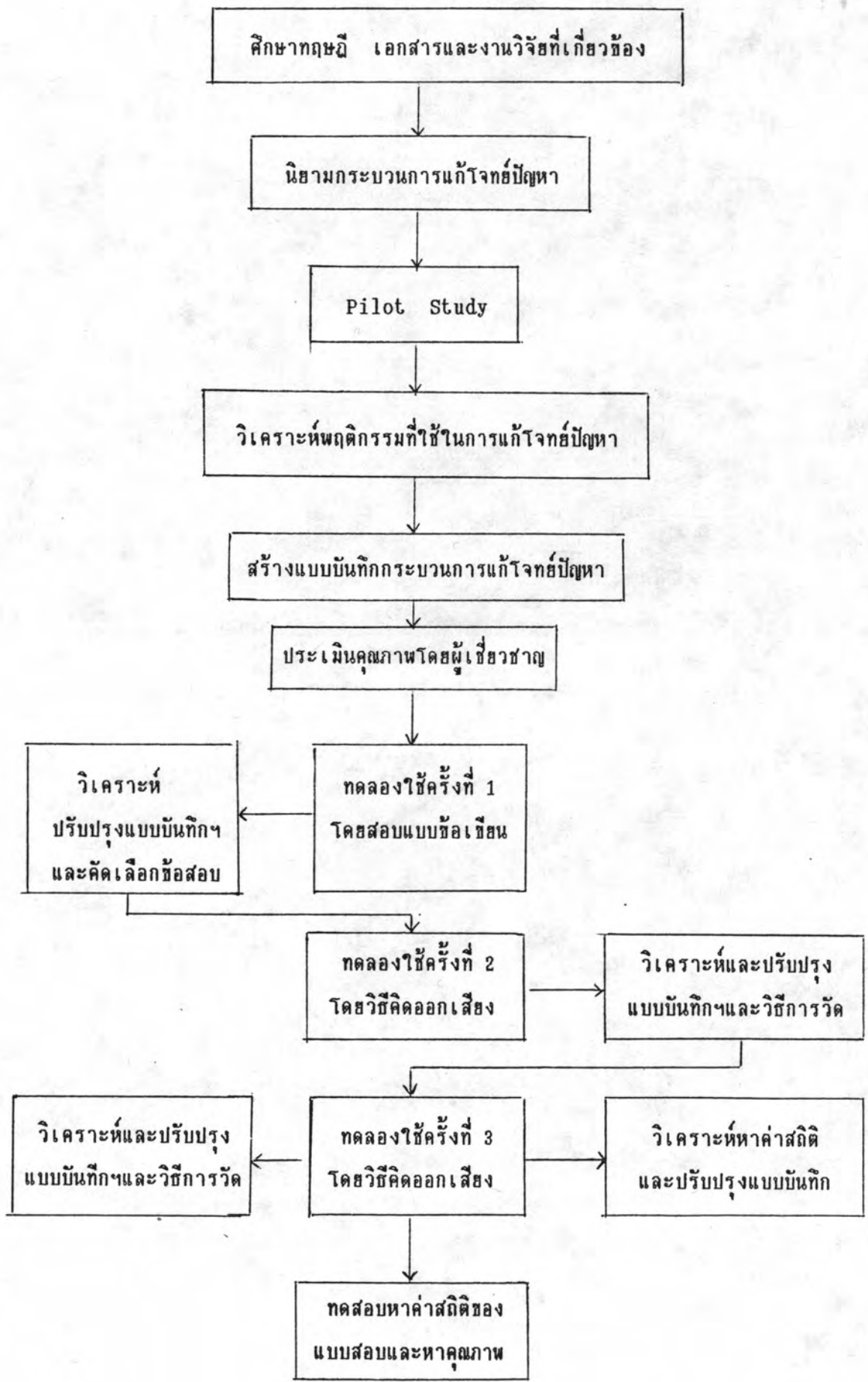


4. สร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวัด เครื่องมือที่ใช้ในการวัดได้แก่ โจทย์ปัญหา
 คณิตศาสตร์ ซึ่งเป็นแบบสอบอัตนัยจำนวน 4 ข้อ กระจายทดเป็นร่องรอยการคิด และแบบ
 บันทึกกระบวนการแก้ปัญหา ซึ่งผู้วิจัยจะกล่าวถึงโดยละเอียดต่อไป

5. ทดลองใช้และปรับปรุงเขียนเป็นวิธีการ ผู้วิจัยได้นำไปทดลองใช้ก่อนสอบจริง
 3 ครั้ง เพื่อปรับปรุงวิธีการและแบบบันทึกกระบวนการให้ดีขึ้น และครอบคลุมพฤติกรรมของ
 นักเรียน พร้อมทั้งพัฒนาเกณฑ์การตรวจให้คะแนน

6. นำไปทดสอบจริงเพื่อวิเคราะห์หาคุณภาพ

วิธีวัดกระบวนการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ โดยใช้วิธีการคิดออกเสียงนั้น จำเป็นต้อง
 ใช้ร่วมกับแบบบันทึกกระบวนการแก้ปัญหา ซึ่งมีวิธีการสร้างแบบบันทึกกระบวนการแก้โจทย์ปัญหา
 และการพัฒนาวิธีการวัดกระบวนการแก้ปัญหา โดยวิธีคิดออกเสียง ตามลำดับขั้นตอนดังแสดง
 ในภาพประกอบต่อไปนี้



ในการสร้างแบบบันทึกกระบวนการแก้โจทย์และพัฒนาวิธีการวัดกระบวนการแก้โจทย์ ได้ดำเนินการตามขั้นตอน(ภาพประกอบ)จากการศึกษาทฤษฎี เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง จนกระทั่งถึงการหาคุณภาพของแบบสอบ มีรายละเอียดดังนี้

1. ศึกษาทฤษฎี เอกสารที่เกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหา ผู้วิจัยได้ศึกษาเพื่อนิยามกระบวนการแก้โจทย์ปัญหา โดยการศึกษาจากทฤษฎีการแก้ปัญหา กระบวนการทางปัญญา ทฤษฎีการคิด ออกเสียง และศึกษาหลักสูตร คู่มือครูและแบบเรียนคณิตศาสตร์

2. ทำการศึกษานำร่อง Pilot Study กับ นักเรียนโรงเรียนสุโขทัยวิทยาคม จังหวัดสุโขทัย ใช้วิธีการคิดออกเสียง โดยให้นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 5 คน แก้โจทย์ปัญหา จำนวน 2 ข้อ จัดบันทึกพฤติกรรมที่แสดงออกในการแก้โจทย์ปัญหา คณิตศาสตร์ โดยละเอียด

3. นำไปเปรียบเทียบกับขั้นตอนกระบวนการแก้ปัญหา 4 ขั้นตอน ของ Polya แล้วนำมาเขียนเป็นแบบบันทึกรายการของพฤติกรรม โดยพิจารณาควบคู่กันไปกับแบบบันทึกกระบวนการแก้โจทย์ปัญหา ในงานวิจัยของ Eileen Gentrude Flaherty

4. สร้างแบบบันทึกกระบวนการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ ซึ่งประกอบด้วย 2 ส่วน คือ 1. แบบบันทึกรายการ (Check list) 2. การบันทึกลำดับขั้นตอนของกระบวนการคิดแก้ปัญหา โดยใช้รหัส

5. นำไปให้ผู้ทรงคุณวุฒิ ตรวจสอบโดยพิจารณาว่าครอบคลุมพฤติกรรมแก้โจทย์หรือไม่และแก้ไขปรับปรุง

6. นำไปทดลองใช้เพื่อนำผลที่ได้ ไปปรับปรุงแบบตารางและวิธีการบันทึกให้ครอบคลุมพฤติกรรมและได้ข้อมูลครบถ้วน

แบบสอบอัตนัย จำนวน 4 ข้อ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นในเนื้อหาวิชา ค 102 คณิตศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ซึ่งได้แก่เนื้อหา

บทที่ 6 เรื่องสมการ จำนวน 2 ข้อ

บทที่ 8 เรื่องอัตราส่วนและร้อยละ จำนวน 2 ข้อ

ลักษณะของโจทย์ปัญหา เป็นสถานการณ์ที่เรื่องจากง่ายไปหายาก โจทย์แต่ข้อ จะครอบคลุมกระบวนการแก้ปัญหาทั้ง 4 ขั้นตอน และสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ โดยผ่านการประเมินความสอดคล้องระหว่างโจทย์ปัญหา กับจุดประสงค์การเรียนรู้ และพิจารณาในด้านรายละเอียดของพฤติกรรมแก้ปัญหาคือครอบคลุมขั้นตอนการแก้ปัญหาหรือไม่ จากผู้ทรงคุณวุฒิ จำนวน 5 ท่าน ซึ่งเป็นผู้มีประสบการณ์ในการสอบวิชาคณิตศาสตร์ในระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ไม่น้อยกว่า 5 ปี หรือผู้ที่มีประสบการณ์ในการทำงานด้านการวัดและประเมินผลการศึกษา (ดูภาคผนวก ค) ซึ่งมีขั้นตอนรายละเอียดดังต่อไปนี้

1. ผู้วิจัยส่งแบบประเมินความสอดคล้องระหว่างจุดประสงค์การเรียนรู้ของแต่ละเนื้อหาวิชา กับทักษะกระบวนการ ในวิชา ค 102 คณิตศาสตร์ เพื่อพิจารณาจุดประสงค์ที่ต้องการวัดให้แน่ชัดว่า จุดประสงค์ใดที่มุ่งเน้นกระบวนการแก้ปัญหา โดยให้ผู้ทรงคุณวุฒิพิจารณาประเมินความสอดคล้องของจุดประสงค์การเรียนรู้ตามคู่มือครูของ สสวท. กับกระบวนการที่ต้องการปลูกฝังให้เกิดแก่เด็กตามที่ผู้วิจัยใช้เกณฑ์ประเมิน ดังนี้

- +1 เท่ากับ แน่ใจว่าจุดประสงค์ในแต่ละเนื้อหานั้นสอดคล้อง สามารถจัดกิจกรรมการเรียนรู้การสอนให้เกิดทักษะกระบวนการนั้นได้จริง
- 0 เท่ากับ ไม่แน่ใจว่าจุดประสงค์ในแต่ละเนื้อหานั้นสอดคล้อง สามารถจัดกิจกรรมการเรียนรู้การสอนให้เกิดทักษะกระบวนการนั้นจริง
- 1 เท่ากับ แน่ใจว่าจุดประสงค์ในแต่ละเนื้อหานั้นไม่สอดคล้อง ที่จะจัดกิจกรรมการเรียนรู้การสอนให้เกิดทักษะกระบวนการนั้นได้จริง

การตัดสินความสอดคล้องของจุดประสงค์กับกระบวนการที่ต้องการปลูกฝังให้เกิดกับนักเรียนในเนื้อหาต่างๆ โดยใช้เกณฑ์ความสอดคล้องระหว่างความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิ เฉลี่ยอย่างต่ำ .50 (Hamphill and Westic, 1950 ; อ้างถึงในโกวิท ประวาลพกษ์ และสมศักดิ์ สินธุรเวชญ์, 2527 : 226) ซึ่งแบบประเมินแสดงไว้ในภาคผนวก ข

2. การสร้างแบบสอบอัตนัย ที่ใช้ในการวัดโดยวิธีการคิดออกเสียง มีวิธีดำเนินการสร้างตามลำดับขั้นตอน ดังนี้

2.1 จากผลการประเมินความสอดคล้อง ระหว่างจุดประสงค์การเรียนรู้ในแต่ละเนื้อหา กับทักษะกระบวนการที่ต้องการให้เกิดแก่เด็กนักเรียนของผู้ทรงคุณวุฒิ พบว่า จุดประสงค์การเรียนรู้ที่มุ่งเน้นให้เกิดทักษะกระบวนการแก้ปัญหา ในเนื้อหา สมการ อัตราร้อยและร้อยละ

ได้แก่ จุดประสงค์การเรียนรู้

- เพื่อให้นักเรียนสามารถใช้สมการแก้โจทย์ปัญหาต่าง ๆ ได้อย่างถูกต้องรวดเร็ว
- เพื่อให้นักเรียนสามารถแก้ปัญหาเกี่ยวกับสัดส่วนได้
- เพื่อให้นักเรียนสามารถแก้ปัญหาเกี่ยวกับร้อยละได้

ผู้วิจัยได้วิเคราะห์จุดประสงค์การเรียนรู้ดังกล่าว ว่าความรู้และทักษะพื้นฐานที่จะทำให้นักเรียนบรรลุจุดประสงค์การเรียนรู้เหล่านี้ ประกอบด้วยอะไรบ้าง ดังในภาคผนวก ข

2.2 สร้างโจทย์ปัญหาในแต่ละเนื้อหา จำนวน 6 ข้อ นำไปทดลองสอบกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนเจ้าพระยาวิद्याคม จำนวน 45 คน โดยให้เขียนแสดงวิธีทำในกระดาษคำตอบ แล้วพิจารณาเลือกข้อที่นักเรียนส่วนใหญ่ทำได้ ซึ่งได้เป็นเนื้อหาสมการ จำนวน 2 ข้อ อัตราร้อยและร้อยละ จำนวน 2 ข้อ ซึ่งตัวอย่างโจทย์ปัญหาแสดงในภาคผนวก ก

2.3 นักกระตาคำตอบของข้อทดสอบที่เลือกไว้ มาเขียนเป็นพฤติกรรมแสดงกระบวนการแก้ปัญหา 4 ขั้นตอนของ พอลยา (Polya) ตามลักษณะของโจทย์ปัญหาแต่ละข้อ แล้วนำไปให้ผู้ทรงคุณวุฒิชุดเดิม ประเมินความสอดคล้องของพฤติกรรมที่แสดงกระบวนการแก้ปัญหาทั้ง 4 ขั้นตอน ตามลักษณะของโจทย์ กับ โจทย์ปัญหาแต่ละข้อ โดยพิจารณาว่าพฤติกรรมเหล่านั้น ถูกต้อง ครบคลุมทุกขั้นตอนแล้วหรือยัง มีพฤติกรรมใดเพิ่มเติมหรือไม่ของโจทย์ปัญหาแต่ละข้อ พร้อมทั้งตรวจสอบความสอดคล้องของโจทย์ปัญหากับจุดประสงค์การเรียนรู้ ความชัดเจนของข้อความถาม ความยากและเหมาะสมกับระดับชั้นของนักเรียน ซึ่งแบบการประเมินแสดงไว้ในภาคผนวก ข

3. การทดลองสอบ

ผู้วิจัยได้ทำการทดลองสอบ 3 ครั้ง ก่อนทำการทดสอบจริง โดยดำเนินการ ดังนี้

การทดลองสอบครั้งที่ 1

ในการสอบครั้งนี้ผู้วิจัยมีจุดประสงค์ เพื่อคัดเลือกข้อสอบอัตนัยและพิจารณาขั้นตอนกระบวนการแก้โจทย์ปัญหา โดยใช้การสอบแบบข้อเขียน ซึ่งกลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนเจ้าพระยาวิทยายาคม จำนวน 45 คน ผลปรากฏว่าเลือกข้อสอบได้เป็นเนื้อหา สมการ 2 ข้อ อัตราส่วนและร้อยละ 2 ข้อ นักกระตาคำตอบในข้อที่เลือกไว้ไปพิจารณาวิธีการที่นักเรียนใช้แก้โจทย์ปัญหา เปรียบเทียบกับแบบบันทึกกระบวนการแก้ปัญหาโจทย์ปัญหาและเขียนเป็นขั้นตอนกระบวนการแก้โจทย์ปัญหา นำไปให้ผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบความถูกต้องครบคลุมขั้นตอนแล้วหรือยัง มีพฤติกรรมใดเพิ่มเติมหรือไม่ในโจทย์ปัญหาแต่ละข้อ ปรับปรุงแก้ไขใช้เป็นเฉลยในการตรวจให้คะแนน

การทดลองสอบครั้งที่ 2

ในการสอบครั้งนี้ผู้วิจัยมีวัตถุประสงค์ เพื่อประมาณเวลาที่ใช้ในการทดสอบแต่ละข้อและทั้งฉบับ , แก้ไขปรับปรุงข้อความถาม ภาษาที่ใช้ในแบบทดสอบ , นำข้อมูลที่ได้จากการทดสอบแบบคิดออกเสียง ของนักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง มาปรับปรุงโครงสร้างพฤติกรรมตามขั้นตอนของกระบวนการแก้ปัญหา ให้เป็นรูปแบบที่สมบูรณ์และครอบคลุมพฤติกรรมต่าง ๆ พร้อมทั้งปรับปรุงวิธีการดำเนินการสอบ และพิจารณาปัญหาหรือไม่ ทำอย่างไรจึงจะได้ข้อมูลจากนักเรียนให้มากที่สุด จากการคิดออกเสียงและร่องรอยการคิด

ในการทดลองดำเนินการ ดังนี้

1. การติดต่อเพื่อเตรียมกลุ่มตัวอย่าง

- วันที่ 2 ส.ค. 34 นำหนังสือของกรมสามัญศึกษาไปติดต่อกับโรงเรียน
ชานนาเวศวิทยาคม และพบอาจารย์ผู้สอนวิชาคณิตศาสตร์ ซึ่งแจ้ง
จุดประสงค์การเก็บข้อมูลและวิธีการวัดกระบวนการแก้ปัญหาตามโครง
ร่างวิทยานิพนธ์ เพื่อเตรียมกลุ่มตัวอย่าง และนัดพบครั้งต่อไป
- วันที่ 5 ส.ค. 34 พบนักเรียนกลุ่มตัวอย่างจำนวน 6 คน ถาม
เกี่ยวกับเนื้อหาวิชาที่เรียนในปัจจุบัน เกรดวิชา ค.102 คณิตศาสตร์
ของปีการศึกษาที่ผ่านมา ซึ่งแจ้งวัตถุประสงค์การเก็บข้อมูลและวิธีการ
วัดกระบวนการแก้ปัญหาตามขั้นตอนต่าง ๆ พร้อมทั้งทดลองให้นักเรียน
ช่วยกันทำข้อทดสอบ โดยการคิดออกเสียง ตามขั้นตอน จำนวน 2 ข้อ
แล้วจึงนัดหมายเพื่อทดสอบ บอกเนื้อหาที่ใช้ทดสอบ คือ สมการ อัตรา
ส่วนและร้อยละ และบอกล่วงหน้าว่าในการสอบมีการบันทึกเสียง
- วันที่ 8 ส.ค. 34 ทำการทดสอบนักเรียนเป็นรายบุคคลที่ห้องเทคโนโลยี
ทางการศึกษา โดยใช้วิธีการคิดออกเสียง

2. จัดเตรียมเครื่องมือที่ใช้ในการทดลองสอบ

- 1) แบบทดสอบอัตนัยเป็นโจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ จำนวน 4 ข้อ
 - เตรียมข้อทดสอบให้นักเรียนโดยพิมพ์เป็นข้อละ 1 แผ่นสอบทีละข้อจะ
เปลี่ยนเมื่อนักเรียนทำเสร็จ หรือหมดเวลาที่กำหนดให้
- 2) เทปบันทึกเสียง
 - เตรียมเทปบันทึกเสียงให้พร้อมในการทำงาน เพื่อบันทึกเสียงของ
นักเรียนที่พูดขณะแก้ปัญหา
- 3) แบบบันทึกกระบวนการแก้โจทย์ปัญหา
 - เตรียมแบบบันทึกกระบวนการแก้โจทย์ปัญหา ให้ครูพร้อมที่จะตรวจ
พฤติกรรมตามขั้นตอนต่างๆรวมทั้งบันทึกพฤติกรรมที่นอกเหนือจากรายการ
บันทึกเวลาที่เริ่มทำการทดสอบและเสร็จสิ้น การทำในแต่ละข้อ
- 4) กระดาษทด (ร่องรอยการคิด)
 - เตรียมกระดาษทด และปากกา ให้นักเรียนใช้ประกอบการคิดคำนวณ

3. การดำเนินการสอบ

ผู้วิจัยไปโรงเรียน ตามวันเวลาที่ได้นัดหมายไว้ เมื่อไปถึงอาจารย์ผู้สอน
ได้จัดนักเรียนไว้ให้แล้ว ผู้วิจัยนำนักเรียนมาทดสอบที่ห้องเทคโนโลยี เป็นรายบุคคล โดยให้
นักเรียนอื่น ๆ ที่ยังไม่สอบรอที่หน้าห้องสอบ แล้วชี้แจงให้นักเรียนทุกคนเข้าใจถึงวัตถุประสงค์
ของการวัดกระบวนการแก้ปัญหา แต่ละบุคคลอาจจะมามีวิธีการคิดที่ต่างกันไป ดังนั้น ขอให้

นักเรียนทุกคนตั้งใจทำ ผู้ที่สอบแล้วอย่างนำไปบอกกับเพื่อนโดยเด็ดขาด ผู้วิจัยจะนำผลที่ได้มาเปรียบเทียบกัน และจะแจ้งให้นักเรียนทุกคนทราบภายหลัง เมื่อทุกอย่างพร้อมให้นักเรียนเริ่มสอบได้ เริ่มจากการอ่านออกเสียงโจทย์ปัญหาที่กำหนดให้ในแต่ละข้อ แล้วคิดออกเสียงตามกระบวนการแก้ปัญหา พร้อมทั้งจะเขียนลงในกระดาษหัดก็ได้ ผู้วิจัยคอยบันทึกการพฤติกรรม การแสดงออกตามกระบวนการแก้โจทย์ปัญหาแต่ละข้อในแบบบันทึกฯ และบันทึกเวลาที่นักเรียนใช้ในการทำ รวมทั้งใช้คำพูดกระตุ้นให้นักเรียนพูดความคิดของตนออกมาเมื่อนักเรียนเงียบไปนาน ๆ หรือถามเหตุผลในการคิดวิธีนั้น , นักเรียนเขียนลงกระดาษหัด เมื่อนักเรียนทำเสร็จแต่ละข้อแล้วครูเปลี่ยนข้อทดสอบให้ใหม่จนครบทุกข้อ มีนักเรียนบางคนสงสัย หรือไม่ชัดเจนถามเกี่ยวกับโจทย์ปัญหา ผู้วิจัยจะตอบให้ โดยระมัดระวังไม่แนะแนวทางในการคิดให้นักเรียน ในกรณีที่นักเรียนที่เก่ง พูดออกมาในขณะที่คิดแก้ปัญหาโดยเร็วหรือรวบรวมขั้นตอน ผู้วิจัยจะใช้คำถามว่า " ทำไมจึงคิดแบบนี้ " หรือ " เพราะเหตุใดจึงได้สมการนี้มา " เมื่อนักเรียนอ่านโจทย์แล้วเงียบไปนาน ๆ ไม่ทราบว่าจะเริ่มอย่างไรดี ผู้วิจัยจะใช้คำถามว่า "อ่านโจทย์แล้วคิดอย่างไรบ้าง" ในกรณีที่นักเรียนอ่อนทำไม่ได้เลย และเงียบไม่ยอมพูดอะไร ผู้วิจัยจะใช้คำถามนำว่า "ทราบหรือไม่ว่าโจทย์บอกอะไรบ้าง"

4. จากผลการทดสอบครั้งที่ 2 ปรากฏว่า

1. เวลาที่ใช้ในการทำแบบทดสอบรายข้อ และทั้งฉบับแสดงได้ด้วยตาราง

ต่อไปนี้

ตารางที่ 1 เวลาที่ใช้ในการทำแบบทดสอบรายข้อ และทั้งฉบับ

คนที่	ข้อ	1	2	3	4	รวมเวลาที่ทำ ทั้งฉบับ (นาที)
1		5	10	10	4	29
2		4	5	5	5	19
3		10	10	5	10	35
4		9	10	3	4	26
5		7	3	5	5	20
6		10	8	5	3	26

เนื่องจากการทดสอบครั้งนี้ต้องวัดกระบวนการแก้ปัญหา ที่นักเรียนจะต้องใช้ ความพยายามที่จะทำให้สำเร็จให้มากที่สุดเท่าที่จะทำได้ ซึ่งมีลักษณะของ (Power test) ผู้วิจัยจึงใช้เกณฑ์คัดเลือกเวลาที่เด็กอ่อนสามารถทำได้ถูกต้อง ดังนั้นจึงได้เวลาที่ใช้ในการ สอบแต่ละข้อ ข้อละ 10 นาที เวลาที่ใช้ทั้งหมดมีประมาณ 40-45 นาที ซึ่งอาจจะรวมช่วง เวลาที่เปลี่ยนข้อสอบข้อต่อไป

2. ข้อคำถามในแบบทดสอบแต่ละข้อ นักเรียนอ่านได้ถูกต้องชัดเจนไม่มี ปัญหาทางด้านภาษา แต่มีความยากในด้านสถานการณ์ นักเรียนไม่ทราบสภาพที่แท้จริงของ ปัญหาได้แก่ข้อ 2 ซึ่งไม่มีนักเรียนคนใดแก้ปัญหาได้ถูกต้องสมบูรณ์

3. พฤติกรรมตามโครงสร้างของโจทย์ปัญหาที่ตรวจเช็คได้แสดงตาราง ความถี่ในแต่ละข้อและขั้นตอนกระบวนการ ดังตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 2 ความถี่ของพฤติกรรมที่นักเรียนทั้งหมดใช้ในการแก้ปัญหา
จำแนกตามรายข้อ

ขั้นตอน / กระบวนการ แก้ปัญหา และพฤติกรรม	ข้อที่	1	2	3	4	รวม
ขั้นตอนที่ 1						
-อ่านโจทย์ปัญหา		6	6	6	6	24
-บอกสิ่งที่โจทย์กำหนดให้		6	6	6	6	24
-บอกสิ่งที่โจทย์ต้องการให้หา		6	6	6	5	23
-วาดรูปประกอบปัญหา		-	1	3	-	4
ขั้นตอนที่ 2						
-บอกว่าเคยพบปัญหาลักษณะนี้มาก่อน		-	-	-	-	-
-บอกข้อมูลที่จำเป็นและไม่จำเป็น สำหรับการได้มาซึ่งสิ่งที่ต้องการหา		-	-	-	-	-
-บอกความสัมพันธ์ของข้อมูลที่กำหนด ให้		6	6	6	6	24
-เดาและทดสอบ		2	-	1	-	3
-ทดลองและสร้างสถานการณ์จำลอง		1	-	1	-	2
-แบ่งปัญหาออกเป็นส่วนย่อย ๆ		-	-	-	-	-
-เปลี่ยนโจทย์จากประโยคภาษาเป็น ประโยคสัญลักษณ์		5	5	5	3	18

ตารางที่ 2 (ต่อ)

ขั้นตอน / กระบวนการ แก้ปัญหา และพฤติกรรม	ข้อที่	1	2	3	4	รวม
-บอกลำดับขั้นตอนในการแก้ปัญหา		-	-	-	2	2
ขั้นตอนที่ 3						
-คำนวณตามวิธีที่บอกไว้ในข้อที่ 2		3	2	4	5	14
-เปลี่ยนวิธีคำนวณต่างจากที่ระบุไว้		4	2	2	2	10
-ใช้วิธีการประมาณค่าได้สำเร็จ		-	-	-	-	-
-ให้เหตุผล		-	-	-	-	-
ขั้นตอนที่ 4						
-ระบุคำตอบสมเหตุสมผลหรือไม่		5	2	4	6	17
-ตรวจสอบว่าคำตอบถูกต้องหรือไม่		6	1	4	1	12
-ปรับปรุงคำตอบให้ถูกต้อง		-	-	-	-	-
-หาวิธีการแก้ปัญหาที่ดีกว่า สั้นกว่า		-	-	-	-	-
-ดัดแปลง เพิ่มเติม เงื่อนไขหรือ ข้อมูลเพื่อสร้างปัญหาใหม่		-	-	-	-	-

จากตารางจะเห็นว่าพฤติกรรมบางขั้นตอนนักเรียนแสดงออกสามารถตรวจสอบได้ พฤติกรรมบางขั้นตอนตรวจสอบไม่ได้สาเหตุที่เป็นเช่นนั้นอาจเนื่องจากสาเหตุ 2 ประการคือ

1. **โจทย์ปัญหา** ปัญหาบางปัญหานั้นไม่เอื้อให้เกิดพฤติกรรมดังกล่าว เช่น ปัญหา ข้อที่ 1 ไม่สามารถจะวาดรูปใดมาช่วยแก้ปัญหาก็ได้ และในปัญหา ข้อที่ 4 ก็ไม่จำเป็นต้องวาดรูปถึงรวมกับน้ำมันก๊าด หรือถึงรวมกับน้ำผึ้ง ก็ยังสามารถที่จะแก้ปัญหาก็ได้ ซึ่งนักเรียนจะวาดก็ได้หรือไม่วาดก็ได้

2. **ตัวนักเรียน** ซึ่งก็มีหลายกรณี กล่าวคือ

- นักเรียนไม่สามารถ จะแสดงพฤติกรรมนั้นออกมาได้จริง เนื่องจากไม่เข้าใจปัญหา

- นักเรียนไม่แสดงพฤติกรรมนั้นออกมา เพราะเขาอาจจะคิดรวบขั้นตอน อาจจะคิดอยู่แต่ไม่แสดงออกก็เป็นได้

- นักเรียนอาจจะแสดงพฤติกรรมอื่น ๆ ที่นอกเหนือไม่ระบุไว้ในแบบวิเคราะห์กระบวนการแก้ปัญหา ซึ่งเราควรบันทึกเพิ่มเติมไป

การปรับปรุงครั้งที่ 2

ผู้วิจัยนำผลการทดลองสอบครั้งที่ 1 ไปให้อาจารย์ที่ปรึกษาตรวจแก้ไขแล้วนำไปให้ผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบความครอบคลุมพฤติกรรมต่าง ๆ ที่นักเรียนแสดงออก และปรับปรุงรูปแบบการวิเคราะห์ฯ โดยตรวจสอบจากบันทึกหลังการทดสอบที่ทำการถอดเทปบันทึกเสียงเป็นคำพูด ของนักเรียน พร้อมกระดาษทศที่เป็นร่องรอยการคิด ซึ่งมีการปรับปรุงดังนี้

1. ในแบบบันทึกกระบวนการแก้ปัญหา ที่ใช้เช็คพฤติกรรมของนักเรียนดังในรายละเอียดของพฤติกรรมแต่ละขั้นตอนคงไว้เหมือนเดิม แล้วเติมช่องว่าง แต่ละขั้นของกระบวนการแก้ปัญหา เพื่อใช้สำหรับเพิ่มเติมพฤติกรรมที่นอกเหนือจากที่ระบุ

2. ในการดำเนินการสอบ ข้อควรระมัดระวัง คือการใช้คำพูด เพื่อต้องการกระตุ้นให้นักเรียนแสดงความคิด ขณะกำลังแก้ปัญหา นั้น จะต้องไม่แนะนำแนวทางให้นักเรียน ประโยคที่ใช้เป็นคำถาม เช่น

"นักเรียนอ่านโจทย์แล้วคิดอย่างไร" , "ทำไมถึงคิดเช่นนั้น" , "เพราะอะไรจึงได้สมการนี้" , "คำตอบนี้ได้มาอย่างไร"

การทดลองสอบครั้งที่ 3

ในการสอบครั้งนี้ ผู้วิจัยมีวัตถุประสงค์ เช่นเดียวกับการทดลองสอบครั้งที่ 2 คือ ตรวจสอบเวลาที่เหมาะสม ภาษาที่ใช้ในแบบสอบ วิธีการบริหารการสอบ ปรับปรุงแบบบันทึกกระบวนการแก้โจทย์ปัญหา โดยเพิ่มการบันทึกลำดับขั้นตอนกระบวนการแก้ปัญหา ด้วยรหัสที่แทนพฤติกรรมต่างๆ พร้อมทั้งหาคุณภาพของแบบสอบ การทดลองสอบครั้งนี้ใช้วิธีการคิดออกเสียง ได้ดำเนินการดังนี้

1. การติดต่อเพื่อเตรียมกลุ่มตัวอย่าง

- วันที่ 10 ก.ย. 34 นำหนังสือของกรมสามัญศึกษาไปติดต่อโรงเรียนนทรศึกษา เพื่อขอความร่วมมือในการทดลองสอบ โดยชี้แจงจุดประสงค์การเก็บข้อมูลและวิธีการวัดกระบวนการแก้ปัญหา พบอาจารย์ผู้สอนวิชาคณิตศาสตร์ ในระดับมัธยมศึกษาปีที่ 2 ขอส่งนักเรียนตามเกรดวิชา ค 102 ของภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2533

โดยใช้เกณฑ์ 4,3 เป็นกลุ่มเก่ง

โดยใช้เกณฑ์ 2 เป็นกลุ่มปานกลาง

โดยใช้เกณฑ์ 1 เป็นกลุ่มอ่อน

กลุ่ม ๆ ละ 3 คน รวมจำนวนนักเรียน 9 คน โดยจะนัดพบนักเรียน ที่เป็น
กลุ่มตัวอย่าง ในครั้งต่อไป

- วันที่ 12 ก.ย. 34 พบนักเรียนจำนวน 9 คน ซึ่งแจ้งจุดประสงค์การ
ข้อมูล และวิธีการวัดกระบวนการแก้ปัญหาตามขั้นตอนต่าง ๆ รวมทั้งทดลอง
ให้นักเรียนช่วยกันทำข้อสอบ โดยการคิดออกเสียงตามขั้นตอนกระบวนการ
แก้ปัญหา จำนวน 2 ข้อ แล้วจึงนัดหมายเพื่อทดสอบ บอกเนื้อหาที่ใช้
ทดสอบ คือ สมการ อัตราส่วน และร้อยละ ให้นักเรียนเตรียมตัวมาสอบ
การสอบมีการบันทึกเสียง และมีผู้ดำเนินการสอบ 2 ท่าน
- วันที่ 17 ก.ย. 34 ทำการทดสอบนักเรียนเป็นรายบุคคลที่ห้องคณิตศาสตร์
โดยใช้วิธีการคิดออกเสียง

2. การจัดเตรียมเครื่องมือที่ใช้ในการทดลองสอบ

เช่นเดียวกับการทดลองครั้งที่ 1 ต่างกันที่มีผู้ดำเนินการสอบ 2 ท่าน
เป็นผู้วิจัย และผู้ช่วยวิจัยอีกหนึ่งท่าน เพื่อนำผลการวัดมาหาคุณภาพ โดยผู้วิจัยทำความเข้าใจถึงวิธีการวัดกระบวนการแก้โจทย์ปัญหา โดยใช้การคิดออกเสียง ตลอดจนการบันทึก
พฤติกรรม การให้คะแนนกับผู้ช่วยวิจัย เป็นที่เรียบร้อยแล้ว

3. การดำเนินการสอบ

ผู้วิจัยได้ไปโรงเรียน ตามวันเวลาที่ได้นัดหมายไว้ เมื่อมาถึงพบอาจารย์
ผู้สอน จึงไปตามนักเรียนทั้งหมดมาไปสอบที่ห้องคณิตศาสตร์ สถานที่สอบเป็นห้องเรียนที่
แบ่งส่วนไว้ใช้สอนคอมพิวเตอร์ ซึ่งสะดวกในการสอบเป็นรายบุคคล ที่เหลือให้รอให้ห้อง
คณิตศาสตร์ โดยได้ทำการตกลงกับนักเรียนอีกครั้งหนึ่ง ถึงจุดประสงค์ และวิธีการในการ
ดำเนินการสอบ ซึ่งขอให้นักเรียนทุกคนตั้งใจทำ ผู้ใดสอบแล้วไม่นำมาบอกเพื่อนขอให้กลับ
ห้องเรียนตามปกติ การสอบครั้งนี้มีผู้ดำเนินการสอบ 2 ท่าน เมื่อทุกอย่างพร้อมนักเรียน
เริ่มสอบได้ โดยผู้วิจัยเป็นผู้ให้โจทย์คำถาม และตอบคำถามนักเรียน ส่วนผู้ช่วยผู้วิจัยเป็น
ผู้ทำหน้าที่บันทึกเสียง ทั้งผู้วิจัยและผู้ช่วย ผู้วิจัย ทำหน้าที่เช็คนวัตกรรม ให้คะแนนนักเรียน
และบันทึกเวลาที่นักเรียนทำ นักเรียนจะทำข้อสอบทีละข้อ เมื่อทำเสร็จจะเปลี่ยนข้อใหม่
เรียงลำดับต่อไป โดยข้อสอบนั้นพิมพ์ในกระดาษคนละแผ่น ในการสอบให้นักเรียนกลุ่มเก่ง
สอบก่อน แล้วเรียงตามลำดับ นักเรียนตั้งใจในการสอบดี

4. ผลการทดลองครั้งที่ 3 ผลปรากฏว่า

1. เวลาที่ใช้ในการสอบเป็นรายข้อและทั้งฉบับ แสดงได้ด้วยตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 3 เวลาที่ใช้ในการทำแบบทดสอบเป็นรายข้อ และทั้งฉบับโดยระบุ
ผลการแก้ปัญหา (ส : ประสบความสำเร็จ, มส. : ไม่ประสบความสำเร็จ)

กลุ่มของระดับ ความสามารถ	ข้อ คนที่	1	2	3	4	รวมเวลาที่ทำ ทั้งฉบับ (นาที)
เก่ง	1	7 (ส)	4 (ส)	4 (ส)	10 (มส.)	25
	2	5 (ส)	4 (ส)	2 (ส)	3 (ส)	14
	3	3 (ส)	10 (มส.)	3 (ส)	10 (มส.)	26
ปานกลาง	4	10 (มส.)	9 (มส.)	10 (ส)	5 (มส.)	24
	5	5 (มส.)	6 (ส)	2 (ส)	10 (มส.)	23
	6	4 (ส)	5 (ส)	4 (มส.)	10 (มส.)	23
อ่อน	7	7 (มส.)	8 (ส)	4 (มส.)	10 (มส.)	29
	8	8 (มส.)	9 (มส.)	8 (มส.)	9 (มส.)	34
	9	4 (มส.)	7 (มส.)	4 (มส.)	10 (มส.)	25

หมายเหตุ - ผลการแก้ปัญหาที่ประสบความสำเร็จ หมายถึง นักเรียนแสดงกระบวนการคิดได้ถูกต้อง
และคำตอบที่ได้ถูกต้องเช่นกัน

- ผลการแก้ปัญหาที่ไม่ประสบความสำเร็จ หมายถึง นักเรียนแสดงกระบวนการคิดไม่
ถูกต้อง หรือได้คำตอบที่ไม่ถูกต้อง หรือแสดงกระบวนการคิด แต่ไปไม่ถึงคำตอบ

จากตาราง พิจารณาเวลาที่นักเรียนใช้ในการแก้ปัญหาสูงสุดในแต่ละข้อ คือข้อละ 10
นาที รวมทั้งฉบับเป็น 40 นาที

ตารางที่ 4 ความถี่ของพฤติกรรมที่นักเรียนทั้งหมดใช้ในการแก้ปัญหา
จำแนกตามรายชื่อ

ขั้นตอน / กระบวนการ แก้ปัญหา และพฤติกรรม	ข้อที่	1	2	3	4	รวม
ขั้นตอนที่ 1						
-อ่านโจทย์ปัญหา		9	9	9	9	36
-บอกสิ่งที่โจทย์กำหนดให้		8	9	9	8	34
-บอกสิ่งที่โจทย์ต้องการให้หา		8	8	7	7	30
-วาดรูปประกอบปัญหา		-	7	-	1	8
-.....						
ขั้นตอนที่ 2						
-บอกว่าเคยพบปัญหาลักษณะนี้มาก่อน		-	-	-	-	-
-บอกข้อมูลที่จำเป็นและไม่จำเป็น สำหรับการได้มาซึ่งสิ่งที่ต้องการหา		-	-	-	-	-
-บอกความสัมพันธ์ของข้อมูลที่กำหนด ให้		4	4	5	2	15
-เตาและทดสอบ		-	-	-	-	-
-ทดลองและสร้างสถานการณ์จำลอง		3	3	-	1	7
-แบ่งปัญหาออกเป็นส่วนย่อย ๆ		-	-	-	-	-
-เปลี่ยนโจทย์จากประโยคภาษาเป็น ประโยคสัญลักษณ์		3	2	1	1	7
-บอกลำดับขั้นตอนในการแก้ปัญหา		-	1	2	1	4
-คิดคำนวณจากรูปภาพ		-	1	-	-	1

ตารางที่ 4 (ต่อ)

ขั้นตอน / กระบวนการ แก้ปัญหา และพฤติกรรม	ข้อที่	1	2	3	4	รวม
-ทำเป็นร้อยละ		-	-	3	-	3
-ทำเป็นสัดส่วน		-	-	3	2	5
-นำตัวเลขต่างๆมาบวกกัน		-	1	-	1	2
ขั้นตอนที่ 3						
-คำนวณตามวิธีที่บอกไว้ในขั้นที่ 2		4	4	7	4	19
-เปลี่ยนวิธีคำนวณต่างจากที่ระบุไว้		1	1	1	1	4
-ใช้วิธีการประมาณค่าได้สำเร็จ		-	-	-	-	-
-ให้เหตุผล		-	-	-	-	-
ขั้นตอนที่ 4						
-ระบุคำตอบสมเหตุสมผลหรือไม่		5	7	6	5	21
-ตรวจสอบว่าคำตอบถูกต้องหรือไม่		4	2	1	1	8
-ปรับปรุงคำตอบให้ถูกต้อง		2	-	-	-	2
-หาวิธีการแก้ปัญหาที่ดีกว่า สั้นกว่า		-	-	-	-	-
-ดัดแปลง เพิ่มเติม เงื่อนไขหรือ ข้อมูลเพื่อสร้างปัญหาใหม่		-	-	-	-	-

จากตาราง จะเห็นรายละเอียดขั้นตอนการที่ระบุไว้ จะมีบางพฤติกรรมที่ตรวจสอบไม่ได้ ซึ่งอาจจะเกิดขึ้นเพราะ ตัวนักเรียนเอง และจากโจทย์ปัญหา แต่ยังคงพฤติกรรมนั้นไว้เช่นเดิม เนื่องจากยึดแนวคิดในทฤษฎีการแก้ปัญหาของพอลยา (Polya) แต่จะเพิ่มช่องว่างสำหรับเพิ่มเติมพฤติกรรมนอกเหนือจากที่ระบุไว้

ตารางที่ 5 รูปแบบของลำดับขั้นตอนกระบวนการที่นักเรียนทั้งหมดใช้ในการแก้ปัญหา
จำแนกตามรายชื่อ และรายบุคคล

นักเรียน คนที่	รูปแบบลำดับขั้นตอนกระบวนการที่นักเรียนใช้ในการแก้ปัญหา				หมายเหตุ
	ข้อที่ 1	ข้อที่ 2	ข้อที่ 3	ข้อที่ 4	
1	RD ₅	RD ₅	RD ₅	RD ₃	รหัสต่างๆ แสดงไว้ใน หน้าที่ 87 — 88
เก่ง 2	RE ₁ , RE ₅	RE ₄ , RE ₅	RD ₅	RE ₂ , RE ₅	
3	RE ₅	RD ₁ , RE ₃ , E ₄	RD ₅	RD ₄	
4	RD ₄	RD ₅	RD ₅	RD ₄	ปาน กลาง
5	RRRD ₁	RD ₄	RD ₅	RD, RD ₄	
6	RE, RD ₅	RD ₅	RD ₃	RD ₁	
7	RD ₁ , RE ₄	RD ₄	RD ₄	RD ₁	อ่อน
8	RD ₁	RD ₅	RD ₄	RD ₁	
9	RS	RS	RS	RS	

จากตาราง จะเห็นว่า นักเรียนมีลำดับขั้นตอนกระบวนการที่แตกต่างกันในแต่ละบุคคล
วิธีการที่ใช้ เช่น

1. นักเรียนใช้สมการในการแก้ปัญหา ได้แก่ นักเรียนคนที่ 2, 3, 6 และ 7
2. นักเรียนใช้การนิรนัยและเลขคณิต ได้แก่ นักเรียนคนที่ 1, 4, 5 และ 8

โดยไม่ใช้สมการเลย

3. นักเรียนที่ใช้สมการ การนิรนัย และเลขคณิต ได้แก่ นักเรียนคนที่ 2, 3, 6

และ 7

4. นักเรียนบางคน อ่านโจทย์แล้วคิดแก้ปัญหาไม่ได้คำตอบ จึงเปลี่ยนวิธีใหม่
บางคนอ่านโจทย์หลายครั้ง แก้ปัญหายังไม่ได้

5. นักเรียนในกลุ่มอ่อน อ่านโจทย์แล้วทำไม่ได้ทุกข้อ (นักเรียนคนที่ 9)
ผู้ดำเนินการสอบถามอะไรก็ตอบไม่ได้

เมื่อพิจารณารายข้อ จะเห็นว่า

ข้อที่ 1 มีผู้ทำถูก 4 คน ได้แก่ คนที่ 1, 2, 3 และ 6 วิธีการที่ใช้ ทั้งสมการ
การนิรนัย และเลขคณิต

ข้อที่ 2 มีผู้ทำถูก 5 คน ได้แก่ คนที่ 1, 2, 4, 6 และ 8 วิธีการที่ใช้ ทั้งสมการ
การนิรนัย และเลขคณิต

ข้อที่ 3 มีผู้ทำถูก 5 คน ได้แก่ คนที่ 1, 2, 3, 4 และ 5 วิธีการที่ใช้ เฉพาะ
การนิรนัย และเลขคณิต เท่านั้น ซึ่งเป็นข้อคำถามเกี่ยวกับร้อยละ

ข้อที่ 4 มีผู้ทำถูก 1 คน ได้แก่ คนที่ 2 วิธีการที่ใช้ คือ สมการ

ตารางที่ 7 คะแนนเฉลี่ยของนักเรียนที่ได้จากการตรวจของผู้ดำเนินการสอบ 2 ท่าน
จำแนกตามรายข้อ และรายบุคคล

นักเรียน คนที่	คะแนนเฉลี่ยรายข้อที่ได้จากผู้ดำเนินการสอบ 2 ท่าน			
	ข้อที่ 1	ข้อที่ 2	ข้อที่ 3	ข้อที่ 4
1	4	4	3.75	1
เก่ง	2	4	3.75	4
	3	4	1	4
	4	1	4	4
ปาน กลาง	5	1	1	3.5
	6	4	3.75	2
	7	0	1	2.5
อ่อน	8	1	4	1
	9	0	0	0

นำคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนทุกคนในแต่ละข้อ ที่ได้จากการตรวจของผู้ดำเนินการทั้ง 2 ท่าน ไปหาค่าความเที่ยงของแบบสอบ เพื่อพิจารณาความสอดคล้องภายในของแบบสอบ โดยการวิเคราะห์ความแปรปรวนของฮอยท์ (Hoyt's Analysis of Variance) (ประคอง วรรณสุด, 2525) ซึ่งได้ค่าสัมประสิทธิ์ความเที่ยง เท่ากับ 0.7466

การปรับปรุงครั้งที่ 3

ผู้วิจัยนำผลการทดลองสอบครั้งที่ 3 ไปให้อาจารย์ที่ปรึกษาตรวจแก้ไขแล้วนำไปให้ผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบความครอบคลุมพฤติกรรมต่าง ๆ ที่นักเรียนแสดงออก และปรับปรุงเฉพาะรูปแบบบันทึกรายการ ดังนี้

แบบบันทึกรายการได้แก้ไขเฉพาะพฤติกรรมที่แสดงโดยตัดช่องรายการที่ไม่มีทิ้งไป และเพิ่มช่องรายละเอียดเพิ่มเติมเพื่อบันทึกรายละเอียดที่สำคัญของพฤติกรรมที่นักเรียนแสดงออก และตัดช่องหมายเหตุออก

การทดสอบจริง

การทดสอบจริง ข้อมูลที่นำมาใช้ในการวิจัย ได้แก่ คะแนนที่ได้จากแบบสอบวัดกระบวนการคิดแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ รูปแบบกระบวนการคิด จากแบบบันทึกรายการบันทึกหลังสัมภาษณ์ และร่องรอยการคิด (กระดาษทด) โดยผู้วิจัยได้ดำเนินการเก็บข้อมูลด้วยตนเองร่วมกับผู้ช่วยวิจัยจำนวน 6 ท่าน ซึ่งเป็นนิสิตปริญญาโท ภาควิชาวิจัยการศึกษา สาขาการวัดและประเมินผลการศึกษา โดยมีการประชุมร่วมกันเพื่อชี้แจงก่อนการเก็บรวบรวมข้อมูลทุกครั้งเพื่อความเข้าใจตรงกันในเรื่องการดำเนินการสอบ การบันทึกขั้นตอนกระบวนการที่ใช้ในการแก้ปัญหา การเช็คพฤติกรรมตามแบบบันทึกรายการ และเกณฑ์การให้คะแนน ผู้วิจัยได้เก็บรวบรวมข้อมูลตามขั้นตอนดังนี้

1. นำหนังสือจากกรมสามัญศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ ไปติดต่อสถานศึกษาของนักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง เพื่อขอความร่วมมือในการทำวิจัย และนัดหมายวัน เวลาในการทดสอบ

2. พบอาจารย์ประจำวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่างประชากร ขออนุญาตคัดเกรดวิชา ค 101 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2534 เพื่อแบ่งนักเรียนในห้องเรียนเป็นกลุ่มเก่ง ปานกลาง อ่อน ตามเกณฑ์ดังกล่าว แล้วสุ่มนักเรียนแต่ละกลุ่มกลุ่มละ 3 คน รวมจำนวนนักเรียนในแต่ละโรงเรียนมีจำนวน 9 คน รวมทั้งสิ้น 72 คน

3. พบนักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่างอธิบายถึงวัตถุประสงค์ในการเก็บรวบรวมข้อมูล พร้อมทั้งชี้แจงขั้นตอนกระบวนการในการสอบ เป็นการสอบแบบการคิดออกเสียง นักเรียนจะต้องสอบโดยการพูดออกมาว่ามีกระบวนการแก้ปัญหาในโจทย์แต่ละข้ออย่างไร พร้อมทั้งเขียนทดลองในกระดาษทดทีเตรียมไว้ ผู้ดำเนินการสอบจะเช็คพฤติกรรมของนักเรียนและบันทึกลำดับขั้นตอนในการแก้ปัญหา ให้คะแนน และบันทึกเสียงในการเก็บข้อมูล

4. ในการดำเนินการสอบ ผู้วิจัยได้กำหนดการสอบเป็นรายบุคคลต่อผู้ดำเนินการสอบ 2 ท่าน เชื่อกฎกติกรวมในการแก้ปัญหา และให้คะแนน นักเรียนจะต้องทำแบบสอบอัตนัยจำนวน 4 ข้อ โดยผู้ดำเนินการสอบจะแจกข้อสอบให้ทำทีละ 1 ข้อ เมื่อทำเสร็จหรือหมดเวลาจะต้องทำข้อต่อไปจนครบทั้ง 4 ข้อ ให้เวลาในการทำแบบสอบข้อละ 10 นาที รวม 40 นาที ในการสอบมีการบันทึกเสียงของนักเรียนผู้เข้าสอบไว้ด้วย

5. หลังจากสอบครั้งแรกผ่านไป 1 สัปดาห์ นักเรียนกลุ่มเดิมทำแบบสอบโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของกรมวิชาการ เพื่อนำคะแนนที่ได้มาหาความตรงเชิงเกณฑ์ ซึ่งมีงานวิจัยของ เว็บบ์ (Webb, 1975) พบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์มีความสัมพันธ์ทางบวกกับความสามารถในการแก้ปัญหาวิชาคณิตศาสตร์

6. นำแบบบันทึกกระบวนการแก้โจทย์ปัญหา กระจาซทศและบันทึกหลังสัมภาษณ์ของนักเรียนแต่ละคนมาตรวจสอบความถูกต้องอีกครั้ง เพื่อพิจารณาพฤติกรรมที่ใช้ในการแก้ปัญหาของนักเรียนแต่ละคนในแต่ละข้อระหว่างผู้ดำเนินการสอบทั้ง 2 ท่าน

ผลที่ได้จากการวัดกระบวนการแก้โจทย์ปัญหา โดยวิธีการคิดออกเสียง ซึ่งผู้วิจัยจะนำเสนอตามขั้นตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 ผลการวัดกระบวนการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ โดยใช้วิธีการคิดออกเสียง ในนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น มีดังนี้

1. พิจารณาเวลาที่ใช้ในการทำแบบสอบโดยเฉลี่ยของแต่ละกลุ่ม
2. พิจารณาพฤติกรรมที่ใช้ในการแก้ปัญหาของนักเรียนในแต่ละกลุ่ม จากแบบบันทึกกระบวนการแก้โจทย์ปัญหาว่าแตกต่างกันหรือไม่ มีลำดับขั้นตอนการแก้โจทย์ปัญหาอย่างไรบ้าง
3. นำรูปแบบกระบวนการแก้โจทย์ปัญหาที่ได้จากข้อ 1 ของนักเรียนทุกคนมาแจกแจงความถี่ หาค่าร้อยละของกระบวนการแต่ละรูปแบบ
4. นำคะแนนของนักเรียนทุกคนที่ได้จากการตรวจของผู้ดำเนินการสอบ 2 ท่าน มาหาค่าเฉลี่ย เป็นคะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาของนักเรียนแต่ละคนแล้วนำไปคำนวณหา ค่ามัธยฐานเลขคณิต (\bar{X}) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D)
5. นำคะแนนที่ได้ในข้อที่ 4 ไปวิเคราะห์เปรียบเทียบ ผลของการวัดกระบวนการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ โดยวิธีการคิดออกเสียง โดยเปรียบเทียบความแตกต่างของมัธยฐานเลขคณิตของคะแนนของนักเรียนที่มีความสามารถต่างระดับกัน โดยใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว (One Way Analysis of Variance) และเปรียบเทียบความแตกต่างเป็นรายคู่ โดยใช้ Turkey's HSD Test (วิเชียร เกตุสิงห์, 2526)

ดังมีรายละเอียดต่อไปนี้

1. เวลาที่ใช้ในการสอบโดยเฉลี่ย ของนักเรียนแต่ละกลุ่มระดับความสามารถ

ตารางที่ 8 เวลาที่ใช้ในการทดสอบ โดยเฉลี่ยของรายข้อ และทั้งฉบับ จำแนกตามระดับความสามารถ



กลุ่มระดับ ความสามารถ	เวลาที่ใช้ในการทดสอบ (นาที)				
	ข้อที่ 1	ข้อที่ 2	ข้อที่ 3	ข้อที่ 4	รวมทั้งฉบับ
เก่ง	6.29	6.205	6.495	6.92	25.91
ปานกลาง	6.14	5.96	5.83	6.93	24.86
อ่อน	6.58	7.68	7.115	7.70	29.075

จากตารางจะเห็นว่า เด็กนักเรียนแต่ละกลุ่มใช้เวลาในการทำแบบสอบแต่ละข้อใกล้เคียงกัน กลุ่มอ่อนใช้เวลาในการทำโดยเฉลี่ยแต่ละข้อมากกว่ากลุ่มเก่งและปานกลาง โจทย์ปัญหาที่ใช้เวลาน้อยที่สุดในการแก้ปัญหาได้ถูกต้องคือ ข้อ 3 ใช้เวลา 5.83 นาที ในนักเรียนกลุ่มปานกลาง และโจทย์ปัญหา ที่ใช้เวลามากที่สุดในการแก้ปัญหา คือ ข้อ 4 ใช้เวลา 7.70 นาที

2. พฤติกรรมที่นักเรียนใช้แก้โจทย์ปัญหาตามขั้นตอนกระบวนการทั้ง 4 ขั้น ซึ่งจะนำเสนอในรูปแบบของความถี่ และร้อยละ ของโจทย์ปัญหาข้อที่ 1 ถึง 4 จำแนกตามลำดับความสามารถดังตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 9 ความถี่และร้อยละในแต่ละขั้นตอนของกระบวนการที่นักเรียนใช้ในการแก้โจทย์ปัญหาข้อที่ 1
จำแนกตามลำดับความสามารถของนักเรียน

ขั้นตอนกระบวนการ แก้ปัญหา	พฤติกรรม	กลุ่มเก่ง		กลุ่มปานกลาง		กลุ่มอ่อน	
		จำนวน	ร้อยละ	จำนวน	ร้อยละ	จำนวน	ร้อยละ
ขั้นตอนที่ 1 การ ทำความเข้าใจปัญหา	- อ่านโจทย์ปัญหา	24	100	24	100	24	100
	- บอกสิ่งที่โจทย์กำหนดให้	21	87.50	20	83.33	16	66.
	- บอกสิ่งที่โจทย์ต้องการหา	19	79.16	19	79.16	15	62.
	- วาดรูปประกอบปัญหา	-	-	1	4.16	1	4.
	-	-	-	-	-	-	-
ขั้นตอนที่ 2 การวางแผน ในการแก้ปัญหา	- บอกว่าเคยพบปัญหาลักษณะนี้มาก่อน	1	4.16	-	-	-	-
	- บอกข้อมูลที่จำเป็นและไม่จำเป็น สำหรับการได้มาซึ่งสิ่งที่ต้องการหา	2	8.33	-	-	-	-
	- บอกความสัมพันธ์ของข้อมูลที่กำหนด ให้และข้อมูลที่ต้องการหา	9	37.50	5	20.83	1	4.
	(วิธีที่1) - เดาและทดสอบ	9	37.50	6	25.00	6	25.
	(วิธีที่2) - ทดลองสร้างสถานการณ์จำลอง	3	12.50	2	8.33	1	4.
	(วิธีที่3) - เปลี่ยนโจทย์จากประโยคภาษาเป็น ประโยคสัญลักษณ์ (ใช้สมการ)	9	37.50	9	37.50	7	29.
	(วิธีที่4) - บอกลำดับขั้นตอนในการแก้ปัญหา (วิธีคำนวณว่าทำอะไรก่อนหลัง)	5	20.83	3	12.50	3	12.
	(วิธีที่5) -						
	(วิธีที่6) -						
	ขั้นตอนที่ 3 การทำ ตามแผนหรือการคิด คำนวณ	- คำนวณตามที่บอกไว้ในขั้นที่ 2	13	54.16	6	25.00	8
- เปลี่ยนวิธีคำนวณต่างจากที่ระบุไว้		1	4.16	-	-	2	8.
- ใช้วิธีการประมาณค่าได้สำเร็จ		3	12.50	1	4.16	-	-
- ให้เหตุผลในการคำนวณ		5	20.83	-	-	2	8.
ขั้นตอนที่ 4 การ ตรวจสอบวิธีการและ คำตอบ	- ระบุคำตอบสมเหตุสมผลหรือไม่	13	54.16	3	12.50	1	4.
	- ตรวจสอบคำตอบถูกต้องหรือไม่	14	58.33	3	12.50	3	12.
	- ปรับปรุงคำตอบให้ถูกต้อง	2	8.33	3	12.50	2	8.
	- หาวิธีการแก้ปัญหาที่ดีกว่าสั้นกว่า	-	-	1	4.16	-	-
	- ดัดแปลง เพิ่มเติมหรือแก้ไขข้อมูล เพื่อสร้างปัญหาใหม่	-	-	-	-	-	-

จากตารางจะเห็นว่า ในโจทย์ปัญหาข้อที่ 1 เมื่อพิจารณาภาพรวมแล้ว นักเรียนทุกกลุ่ม มีพฤติกรรมครบทั้ง 4 ขั้นตอน ซึ่งแต่ละขั้นตอนจะมีพฤติกรรมย่อยที่ต่างกันไป กล่าวคือ

ในขั้นการทำความเข้าใจปัญหา นักเรียนกลุ่มเก่ง ปานกลาง และอ่อน เข้าใจโจทย์ปัญหา โดยกลุ่มเก่งและปานกลางมีจำนวนนักเรียนที่สามารถบอกสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ และสิ่งที่โจทย์ต้องการให้หา ใกล้เคียงกัน สำหรับนักเรียนในกลุ่มอ่อน มีจำนวนนักเรียนที่สามารถบอกสิ่งที่โจทย์ให้หา และสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ น้อยกว่ากลุ่มเก่งและปานกลาง มีนักเรียนในกลุ่มปานกลางและกลุ่มอ่อน กลุ่มละ 1 คน วาดรูปประกอบปัญหา

ขั้นการวางแผนในการแก้ปัญหา นักเรียนกลุ่มเก่งบอกกระบวนการคิดได้มากกว่านักเรียนกลุ่มปานกลางและกลุ่มอ่อน มีนักเรียนกลุ่มเก่งบางคนระลึกถึงโจทย์ปัญหาที่ตนเองทำมาก่อน นำมาประยุกต์ใช้แก้ปัญหาในปัจจุบัน บอกความสัมพันธ์ของข้อมูลที่โจทย์กำหนดให้ และข้อมูลที่โจทย์ต้องการ ได้มากกว่ากลุ่มปานกลางและกลุ่มอ่อน วิธีการที่นักเรียนในกลุ่มเก่ง ปานกลาง และอ่อนใช้ในการวางแผนแก้ปัญหา มีหลายวิธีที่ต่างกันได้แก่ เค้าและทดสอบ ทดลองสร้างสถานการณ์จำลอง เปลี่ยนโจทย์เป็นประโยคสัญลักษณ์ ใช้สมการแก้ปัญหา และบอกลำดับขั้นตอนในการแก้ปัญหาได้ จำนวนนักเรียนกลุ่มเก่งบอกวิธีการได้มากกว่ากลุ่มปานกลางและอ่อน

ขั้นทำตามแผนหรือการคิดคำนวณ มีจำนวนนักเรียนในกลุ่มเก่งมากกว่าครึ่ง คือ 54% สามารถที่จะบอกวิธีการตามแผนการที่วางไว้ได้ และมีการเปลี่ยนแปลงวิธีการเมื่อไม่สามารถแก้ปัญหาได้ 4.16% มีการประมาณค่าได้สำเร็จ 12.50% และให้เหตุผลในการคำนวณได้ 20.83% แต่ในกลุ่มปานกลาง มีจำนวนนักเรียนในกลุ่มเพียง 25.00% บอกวิธีการคำนวณตามแผนที่วางไว้ ซึ่งน้อยกว่ากลุ่มเก่งและกลุ่มอ่อน ไม่มีการเปลี่ยนวิธีคำนวณและให้เหตุผลในการคำนวณ มีการประมาณค่าได้สำเร็จ 4.16% นักเรียนกลุ่มอ่อน บอกวิธีคำนวณตามแผนที่วางไว้ได้ 33.33% มีการเปลี่ยนวิธีการคำนวณ เมื่อไม่สามารถแก้ปัญหาได้ 8.33% ไม่สามารถที่จะประมาณค่าได้สำเร็จ และให้เหตุผลในการคำนวณ 8.33%

ขั้นการตรวจสอบวิธีการและคำตอบ มีจำนวนนักเรียนในกลุ่มเก่งสามารถบอกคำตอบที่สมเหตุสมผลเกินครึ่ง คือ 54.16% บอกวิธีตรวจสอบ ตรวจสอบคำตอบ 58.33% และบอกการปรับปรุงคำตอบ 8.33% จำนวนนักเรียนในกลุ่มปานกลางและกลุ่มอ่อนมีน้อยที่สามารถบอกพฤติกรรมดังกล่าวได้ แต่นักเรียนในกลุ่มปานกลางมี 4.16% ที่บอกวิธีการแก้ปัญหาที่ดีกว่า สั้นกว่าได้

สรุป จากโจทย์ปัญหาข้อ 1 ที่วัดโดยวิธีการคิดออกเสียง นักเรียนในกลุ่มเก่งสามารถบอกพฤติกรรมที่ใช้ในการแก้ปัญหาได้มากกว่ากลุ่มปานกลางและกลุ่มอ่อน มีพฤติกรรมย่อยในแต่ละขั้นตอนที่กลุ่มเก่ง

บอกมากกว่ากลุ่มปานกลางและกลุ่มอ่อน เช่นในขั้นการวางแผนแก้ปัญหา บอกพฤติกรรมที่ระลึกถึง
ปัญหาที่เคยพบมาก่อน ข้อมูลที่จำเป็นและไม่จำเป็นสำหรับการได้มาซึ่งสิ่งที่ต้องการหา

ตารางที่ 10 ความถี่และร้อยละในแต่ละขั้นตอนของกระบวนการที่นักเรียนใช้ในการแก้โจทย์ปัญหาข้อที่ 2
จำแนกตามลำดับความสามารถของนักเรียน

ขั้นตอนกระบวนการ แก้ปัญห	พฤติกรรม	กลุ่มเก่ง		กลุ่มปานกลาง		กลุ่มอ่อน	
		จำนวน	ร้อยละ	จำนวน	ร้อยละ	จำนวน	ร้อยละ
ขั้นตอนที่ 1 การ ทำความเข้าใจปัญหา	- อ่านโจทย์ปัญหา	24	100	24	100	24	100
	- บอกสิ่งที่โจทย์กำหนดให้	22	91.66	19	79.16	14	58.33
	- บอกสิ่งที่โจทย์ต้องการหา	20	83.33	15	62.50	16	66.66
	- วาดรูปประกอบปัญหา	18	75.00	13	54.16	10	41.66
ขั้นตอนที่ 2 การวาง แผนในการแก้ปัญห	- - บอกว่าเคยพบปัญหาลักษณะนี้มาก่อน	1	4.16	-	-	-	-
	- บอกข้อมูลที่จำเป็นและไม่จำเป็น สำหรับการได้มาซึ่งสิ่งที่ต้องการหา	1	4.16	-	-	1	4.16
	- บอกความสัมพันธ์ของข้อมูลที่กำหนด ให้และข้อมูลที่ต้องการหา	7	29.16	6	25.00	2	8.33
	(วิธีที่1) - เดาและทดสอบ	4	16.66	5	20.83	6	25.00
	(วิธีที่2) - ทดลองสร้างสถานการณ์จำลอง	3	12.50	2	8.33	1	4.16
	(วิธีที่3) - เปลี่ยนโจทย์จากประโยคภาษาเป็น ประโยคสัญลักษณ์ (ใช้สมการ)	11	45.83	7	29.16	2	8.33
	(วิธีที่4) - บอกลำดับขั้นตอนในการแก้ปัญห (วิธีคำนวณว่าทำอะไรก่อนหลัง)	3	12.50	3	12.50	1	4.16
	(วิธีที่5) -						
	(วิธีที่6) -						
	ขั้นตอนที่ 3 การทำ ตามแผนหรือการคิด คำนวณ	- คำนวณตามที่บอกไว้ในขั้นที่ 2	10	41.66	7	29.16	6
- เปลี่ยนวิธีคำนวณต่างจากที่ระบุไว้		1	4.16	-	-	2	8.33
- ใช้วิธีการประมาณค่าได้สำเร็จ		1	4.16	-	-	-	-
ขั้นตอนที่ 4 การ ตรวจสอบวิธีการและ คำตอบ	- ให้เหตุผลในการคำนวณ	3	12.50	-	-	1	4.16
	- ระบุคำตอบสมเหตุสมผลหรือไม่	10	41.66	4	16.66	2	8.33
	- ตรวจสอบคำตอบถูกต้องหรือไม่	8	33.33	3	12.50	1	4.16
	- ปรับปรุงคำตอบให้ถูกต้อง	1	4.16	1	4.16	-	-
	- ดัดแปลง เพิ่มเติมหรือแก้ไขข้อมูล เพื่อสร้างปัญหาใหม่	-	-	-	-	-	-

ตารางจะเห็นว่า ในโจทย์ปัญหาข้อที่ 2 เมื่อพิจารณาในภาพรวมแล้วนักเรียนทุกกลุ่ม มีพฤติกรรมครบทั้ง 4 ขั้นตอน นักเรียนกลุ่มเก่งใช้การวาดรูปเพื่อความเข้าใจโจทย์มากกว่ากลุ่มอื่น วิธีการที่ใช้มีทั้ง เคา, ทดลอง, ใช้สมาธิและบอกลำดับขั้นตอน เมื่อพิจารณาตามขั้นตอน จะมีพฤติกรรมย่อยที่แตกต่างกันออกไป กล่าวคือ

ขั้นการทำความเข้าใจปัญหา มีจำนวนนักเรียนในกลุ่มเก่ง ปานกลาง และอ่อน เกินกว่าครึ่งที่สามารถบอกสิ่งที่โจทย์กำหนดให้และบอกสิ่งที่ต้องการหาได้ แต่นักเรียนในกลุ่มอ่อนมีจำนวนน้อยกว่าครึ่งหนึ่งของทั้งกลุ่ม คือ 41.66% ที่ใช้วาดรูปประกอบความเข้าใจปัญหา

ขั้นการวางแผนในการแก้ปัญหา มีจำนวนนักเรียนในกลุ่มเก่งสามารถบอกกระบวนการคิดวางแผนได้มากกว่ากลุ่มปานกลางและอ่อน บอกถึงการระลึกถึงปัญหาที่เคยพบมาก่อน นำมาประยุกต์ใช้บอกข้อมูลที่จำเป็นและไม่จำเป็นสำหรับการได้มาซึ่งสิ่งที่ต้องการหา บอกความสัมพันธ์ของข้อมูลที่กำหนดให้และข้อมูลที่ต้องการหา จำนวนนักเรียนในกลุ่มปานกลางและกลุ่มอ่อนมีจำนวนน้อยกว่ากลุ่มเก่งที่บอกพฤติกรรมย่อยต่าง ๆ ได้ แต่นักเรียนกลุ่มอ่อนจำนวน 4.16% ที่บอกพฤติกรรมระลึกปัญหาที่เคยพบมาก่อน นักเรียนในกลุ่มเก่ง ปานกลาง และอ่อน บอกวิธีการวางแผนในการแก้ปัญหาแตกต่างกัน 4 วิธีคือ เคาและทดสอบ เปลี่ยนโจทย์เป็นประโยคสัญลักษณ์ ใช้สมาธิแก้ปัญหา บอกลำดับขั้นตอนการแก้ปัญหาได้

ขั้นการทำตามแผนหรือการคิดคำนวณ มีจำนวนนักเรียนในกลุ่มเก่งที่บอกวิธีการที่ใช้คำนวณตามแผนที่วางไว้ถึง 41.66% นักเรียนในกลุ่มปานกลางและอ่อนน้อยกว่าเป็น 29.16% และ 25.00% ตามลำดับ กลุ่มเก่งบอกวิธีที่เปลี่ยนไปจากแผนที่วางไว้ และบอกวิธีประมาณค่าได้สำเร็จ ให้เหตุผลในการคำนวณ ในกลุ่มอ่อนมีนักเรียนที่บอกเปลี่ยนวิธีการไปจากแผนที่วางไว้ 8.33% และให้เหตุผลในการคำนวณ 4.16%

ขั้นการตรวจสอบวิธีการและคำตอบ มีจำนวนนักเรียนในกลุ่มเก่ง สามารถบอกคำตอบที่สมเหตุสมผล 41.66% บอกวิธีการตรวจคำตอบ 33.33% และบอกการปรับปรุงคำตอบ 4.16% ในกลุ่มปานกลางและกลุ่มอ่อน มีจำนวนนักเรียนน้อยกว่าในแต่ละพฤติกรรมย่อยดังกล่าว ซึ่งในกลุ่มอ่อนไม่มีการบอกพฤติกรรมการปรับปรุงคำตอบ

สรุป จากโจทย์ปัญหาข้อที่ 2 ที่วัดโดยการคิดออกเสียง นักเรียนกลุ่มเก่งสามารถบอกพฤติกรรมที่ใช้ในการแก้ปัญหามากกว่ากลุ่มปานกลางและกลุ่มอ่อน พฤติกรรมย่อยในแต่ละขั้นตอนที่กลุ่มเก่งบอกพฤติกรรมที่ต่างจากกลุ่มปานกลางและกลุ่มอ่อน คือ บอกพฤติกรรมที่ระลึกถึงปัญหาที่เคยพบมาก่อน ข้อมูลที่จำเป็นและไม่จำเป็นสำหรับการได้มาซึ่งสิ่งที่ต้องการหา

ตารางที่ 11 ความถี่และร้อยละในแต่ละขั้นตอนของกระบวนการที่นักเรียนใช้ในการแก้โจทย์ปัญหาข้อที่ 3
จำแนกตามลำดับความสามารถของนักเรียน

ขั้นตอนกระบวนการ แก้ปัญหา	พฤติกรรม	กลุ่มเก่ง		กลุ่มปานกลาง		กลุ่มอ่อน		
		จำนวน	ร้อยละ	จำนวน	ร้อยละ	จำนวน	ร้อยละ	
ขั้นตอนที่ 1 การ ทำความเข้าใจปัญหา	- อ่านโจทย์ปัญหา	24	100	24	100	24	100	
	- บอกสิ่งที่โจทย์กำหนดให้	22	91.66	16	66.66	18	75.00	
	- บอกสิ่งที่โจทย์ต้องการหา	21	87.50	15	62.50	16	66.66	
	- วาดรูปประกอบปัญหา	-	-	1	4.16	-	-	
ขั้นตอนที่ 2 การวางแผน ในการแก้ปัญหา	- - บอกว่าเคยพบปัญหาลักษณะนี้มาก่อน	2	8.33	-	-	2	8.33	
	- บอกข้อมูลที่จำเป็นและไม่จำเป็น สำหรับการได้มาซึ่งสิ่งที่ต้องการหา	1	4.16	-	-	-	-	
	- บอกความสัมพันธ์ของข้อมูลที่กำหนด ให้และข้อมูลที่ต้องการหา	7	29.16	4	16.66	4	16.66	
	(วิธีที่1) - เคาและทดสอบ	1	4.16	1	4.16	-	-	
	(วิธีที่2) - ทดลองสร้างสถานการณ์จำลอง	2	8.33	1	4.16	-	-	
	(วิธีที่3) - เปลี่ยนโจทย์จากประโยคภาษาเป็น ประโยคสัญลักษณ์ (ใช้สมการ)	5	20.83	4	16.66	1	4.16	
	(วิธีที่4) - บอกลำดับขั้นตอนในการแก้ปัญหา (วิธีคำนวณว่าทำอะไรก่อนหลัง)	9	37.50	6	25.00	6	25.00	
	(วิธีที่5) - (วิธีที่6) -							
	ขั้นตอนที่ 3 การทำ ตามแผนหรือการคิด คำนวณ	- คำนวณตามที่บอกไว้ในขั้นที่ 2	14	58.33	15	62.50	10	41.66
		- เปลี่ยนวิธีคำนวณต่างจากที่ระบุไว้	-	-	2	8.33	1	4.16
- ใช้วิธีการประมาณค่าได้สำเร็จ		2	8.33	-	-	-	-	
- ให้เหตุผลในการคำนวณ		8	33.33	2	8.33	2	8.33	
ขั้นตอนที่ 4 การ ตรวจสอบวิธีการและ คำตอบ	- ระบุคำตอบสมเหตุสมผลหรือไม่	14	58.33	12	50.00	3	12.50	
	- ตรวจสอบคำตอบถูกต้องหรือไม่	4	16.66	4	16.66	1	4.16	
	- ปรับปรุงคำตอบให้ถูกต้อง	1	4.16	3	12.50	-	-	
	- หาวิธีการแก้ปัญหาที่คิดว่าสั้นกว่า	2	8.33	-	-	-	-	
	- ดัดแปลง เพิ่มเติมหรือแก้ไขข้อมูล เพื่อสร้างปัญหาใหม่	-	-	1	4.16	-	-	

จากตารางจะเห็นว่า ในโจทย์ปัญหาข้อที่ 3 เมื่อพิจารณาโดยภาพรวมแล้วนักเรียนทุกกลุ่ม มีพฤติกรรมครบทั้ง 4 ขั้นตอน กลุ่มเก่งและกลุ่มอ่อนไม่มีการวาดรูปภาพประกอบ มีนักเรียนกลุ่มปานกลางเพียง 1 คน ที่วาดรูป นักเรียนใช้วิธีการแตกต่างกัน 4 วิธี คือ เดา, ทดลอง, ใช้สมการ และบอกลำดับขั้นตอนในการแก้ปัญหา เมื่อพิจารณาตามขั้นตอนจะมีพฤติกรรมย่อยที่แตกต่างกันออกไป คือ

ขั้นตอนการทำความเข้าใจปัญหา มีจำนวนนักเรียนในกลุ่มเก่ง ปานกลาง และกลุ่มอ่อน เกินกว่าครึ่งที่สามารถบอกสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ สิ่งที่โจทย์ต้องการหา โดยกลุ่มเก่งมีจำนวนนักเรียนที่บอกพฤติกรรมดังกล่าวมากกว่ากลุ่มปานกลางและกลุ่มอ่อน มีนักเรียนในกลุ่มปานกลาง 4.16% ที่วาดรูปประกอบปัญหา

ขั้นตอนการวางแผนในการแก้ปัญหา มีนักเรียนในกลุ่มเก่งและอ่อน บอกพฤติกรรมที่ระลึถึงปัญหาที่เคยพบมาก่อน นักเรียนในกลุ่มเก่งบอกข้อมูลที่จำเป็นและไม่จำเป็นสำหรับการได้มาซึ่งสิ่งที่ต้องการหา มีนักเรียนทั้ง 3 กลุ่มที่บอกความสัมพันธ์ของข้อมูลที่กำหนดให้และข้อมูลที่ต้องการหา มีนักเรียนในกลุ่มเก่งและปานกลางที่ใช้เเดาและทดสอบ ทดลองสร้างสถานการณ์จำลอง มีนักเรียนทั้ง 3 กลุ่มที่เปลี่ยนโจทย์เป็นประโยคสัญลักษณ์แล้วใช้สมการ บอกลำดับขั้นตอนในการแก้ปัญหา

ขั้นตอนการทำตามแผนหรือการคิดคำนวณ มีนักเรียนในกลุ่มเก่งบอกวิธีคำนวณตามแผนที่วางไว้ในขั้นตอนวางแผนในการแก้ปัญหา 58.33% บอกประมาณค่าได้สำเร็จ 8.33% ให้เหตุผลในการคำนวณ 33.33% กลุ่มปานกลาง 62.50% บอกวิธีคำนวณตามแผน บอกเปลี่ยนวิธีการ 8.33% บอกเหตุผลในการคำนวณ 4.16% กลุ่มอ่อนมีนักเรียนบอกวิธีคำนวณตามแผนที่วางไว้ 41.66% บอกเปลี่ยนวิธีการคำนวณ 4.16% ให้เหตุผลในการคำนวณ 8.33%

ขั้นตอนการตรวจวิธีการและคำตอบ มีนักเรียนในกลุ่มเก่งบอกคำตอบสมเหตุสมผลได้มากกว่ากลุ่มปานกลางและกลุ่มอ่อน โดยในกลุ่มเก่งและปานกลางมี 58.33% และ 50.00% ตามลำดับ กลุ่มเก่งและปานกลางบอกวิธีการตรวจคำตอบและปรับปรุงคำตอบ กลุ่มเก่งมีนักเรียนบอกวิธีการแก้ปัญหาที่ดีกว่า สันกว่า ในกลุ่มปานกลางบอกวิธีการดัดแปลง เพิ่มเติมหรือแก้ไขข้อมูลเพื่อสร้างปัญหาใหม่ 4.16%

สรุป จากโจทย์ปัญหาข้อ 3 ที่วัดโดยใช้วิธีการคิดออกเสียง มีนักเรียนกลุ่มเก่งบอกพฤติกรรมที่ใช้ในการแก้ปัญหา มากกว่ากลุ่มปานกลางและกลุ่มอ่อน พฤติกรรมย่อยในขั้นตอนต่าง ๆ นักเรียนกลุ่มเก่งสามารถบอกพฤติกรรมที่ต่างจากกลุ่มปานกลางและกลุ่มอ่อน เช่น บอกข้อมูลที่จำเป็นและไม่จำเป็นสำหรับการได้มาซึ่งสิ่งที่ต้องการหา

ตารางที่ 12 ความถี่และร้อยละในแต่ละขั้นตอนของกระบวนการที่นักเรียนใช้ในการแก้โจทย์ปัญหาข้อที่ 4
จำแนกตามลำดับความสามารถของนักเรียน

ขั้นตอนกระบวนการ แก้ปัญหา	พฤติกรรม	กลุ่มเก่ง		กลุ่มปานกลาง		กลุ่มอ่อน	
		จำนวน	ร้อยละ	จำนวน	ร้อยละ	จำนวน	ร้อยละ
ขั้นตอนที่ 1 การ ทำความเข้าใจปัญหา	- อ่านโจทย์ปัญหา	24	100	24	100	24	100
	- บอกสิ่งที่โจทย์กำหนดให้	22	91.66	17	70.83	17	70.83
	- บอกสิ่งที่โจทย์ต้องการหา	22	91.66	16	66.66	15	62.50
	- วาดรูปประกอบปัญหา	2	8.33	1	4.16	2	8.33
	-						
ขั้นตอนที่ 2 การวางแผนในการแก้ปัญหา	- บอกว่าเคยพบปัญหาลักษณะนี้มาก่อน	-	-	-	-	2	8.33
	- บอกข้อมูลที่จำเป็นและไม่จำเป็น สำหรับการได้มาซึ่งสิ่งที่ต้องการหา	1	4.16	1	4.16	1	4.16
	- บอกความสัมพันธ์ของข้อมูลที่กำหนด ให้และข้อมูลที่ต้องการหา	4	16.66	2	8.33	4	16.66
	(วิธีที่1) - เคาและทดสอบ	5	20.83	3	12.50	6	25.00
	(วิธีที่2) - ทดลองสร้างสถานการณ์จำลอง	1	4.16	2	8.33	-	-
	(วิธีที่3) - เปลี่ยนโจทย์จากประโยคภาษาเป็น ประโยคสัญลักษณ์ (ใช้สมการ)	7	29.16	5	20.83	4	16.66
	(วิธีที่4) - บอกลำดับขั้นตอนในการแก้ปัญหา (วิธีคำนวณว่าทำอะไรก่อนหลัง)	4	16.66	2	8.33	4	16.66
	(วิธีที่5) -						
	(วิธีที่6) -						
	ขั้นตอนที่ 3 การทำ ตามแผนหรือการคิด คำนวณ	- คำนวณตามที่บอกไว้ในขั้นที่ 2	10	41.66	5	20.83	8
- เปลี่ยนวิธีคำนวณต่างจากที่ระบุไว้		1	4.16	1	4.16	1	4.16
- ใช้วิธีการประมาณค่าได้สำเร็จ		-	-	1	4.16	-	-
- ให้เหตุผลในการคำนวณ		2	8.33	-	-	-	-
ขั้นตอนที่ 4 การ ตรวจสอบวิธีการและ คำตอบ	- ระบุคำตอบสมเหตุสมผลหรือไม่	4	16.66	4	16.66	1	4.16
	- ตรวจสอบคำตอบถูกต้องหรือไม่	-	-	2	28.33	1	4.16
	- ปรับปรุงคำตอบให้ถูกต้อง	-	-	1	4.16	1	4.16
	- หาวิธีการแก้ปัญหาที่ดีกว่าสั้นกว่า	-	-	-	-	-	-
	- คิดแปลง เพิ่มเติมหรือแก้ไขข้อมูล	-	-	-	-	-	-

จากตารางจะเห็นว่า ในโจทย์ปัญหาข้อที่ 4 เมื่อพิจารณาโดยภาพรวม นักเรียนทุกกลุ่มมีพฤติกรรมครบทั้ง 4 ขั้นตอน และใช้การวาดรูปเพื่อความเข้าใจโจทย์ วิธีการที่ใช้มีทั้งเดา, ทดลอง, ใช้สมการ และบอกลำดับขั้นตอนในการแก้ปัญหา เมื่อพิจารณาตามขั้นตอนจะมีพฤติกรรมย่อยที่แตกต่างกันออกไป คือ

ขั้นการทำความเข้าใจปัญหา นักเรียนทุกกลุ่ม ทั้งเก่ง ปานกลาง และอ่อน ที่ส่วนใหญ่สามารถบอกสิ่งที่โจทย์กำหนดมาให้ และสิ่งที่โจทย์ต้องการหา และมีนักเรียนส่วนน้อยในแต่ละกลุ่มที่ใช้วาดรูปประกอบปัญหา

ขั้นการวางแผนในการแก้ปัญหา มีนักเรียนในกลุ่มอ่อน 8.33% ที่บอกเคยพบปัญหานี้มาก่อน มีนักเรียนในแต่ละกลุ่ม 4.16% ที่บอกข้อมูลที่จำเป็นและไม่จำเป็นสำหรับการได้มาซึ่งสิ่งที่ต้องการหา มีนักเรียนกลุ่มเก่งและปานกลางบอกวิธีการที่ใช้แก้ปัญหาแตกต่างกัน 4 วิธี คือ เดาและทดสอบ ทดลองสร้างสถานการณ์จำลอง เปลี่ยนโจทย์เป็นประโยคสัญลักษณ์ ใช้สมการแก้ปัญหา บอกลำดับขั้นตอนในการแก้ปัญหา แต่นักเรียนในกลุ่มเก่งไม่บอกการทดลองสร้างสถานการณ์จำลอง

ขั้นการทำตามแผนหรือการคิดคำนวณ นักเรียนกลุ่มเก่งบอกวิธีคำนวณตามที่วางแผนไว้ 41.66% และเปลี่ยนวิธีการ 4.16% ให้เหตุผลในการคำนวณ 8.33% นักเรียนในกลุ่มปานกลางและกลุ่มอ่อนบอกวิธีการคำนวณตามแผนที่วางไว้ 20.83% และ 33.33% ตามลำดับ บอกการเปลี่ยนวิธีการ 4.16% เท่ากัน และกลุ่มปานกลางบอกวิธีการประมาณค่าได้สำเร็จ 4.16%

ขั้นการตรวจคำตอบและวิธีการ นักเรียนในกลุ่มเก่งและกลุ่มปานกลางบอกคำตอบสมเหตุสมผล 16.66% เท่ากันทั้ง 2 กลุ่ม แต่กลุ่มอ่อน มีเพียง 4.16% ในกลุ่มปานกลางและกลุ่มอ่อนมีนักเรียนบางคนบอกตรวจสอบคำตอบ และปรับปรุงคำตอบ

สรุป ในโจทย์ปัญหาข้อ 4 ที่วัดโดยการคิดออกเสียง มีจำนวนนักเรียนในกลุ่มเก่งบอกพฤติกรรมที่ใช้ในการแก้ปัญหามากกว่ากลุ่มปานกลางและกลุ่มอ่อน แต่ในพฤติกรรมย่อยในขั้นตอนต่าง ๆ นักเรียนกลุ่มปานกลางและกลุ่มอ่อนบอกพฤติกรรมที่ต่างจากกลุ่มเก่ง คือ บอกการตรวจคำตอบ บอกปรับปรุงคำตอบ

3. รูปแบบของลำดับขั้นตอนกระบวนการที่นักเรียนใช้ในการแก้โจทย์ปัญหา ซึ่งจะนำเสนอในรูปของรหัสที่แทนวิธีการในการแก้โจทย์ปัญหา เป็นรายชื่อและรายบุคคล โดยระบุผลสำเร็จและไม่สำเร็จ

ตารางที่ 13 รูปแบบของลำดับขั้นตอนกระบวนการที่นักเรียนในกลุ่มเก่งใช้ในการแก้โจทย์ปัญหาทั้ง 4 ข้อ โดยระบุผลการแก้ปัญหาสำเร็จ (*) และไม่สำเร็จ

นักเรียนคนที่	รูปแบบของลำดับขั้นตอนกระบวนการที่นักเรียนใช้ในการแก้โจทย์ปัญหา			
	ข้อที่ 1	ข้อที่ 2	ข้อที่ 3	ข้อที่ 4
1	RE_1, RD_5^*	RE_1, RD_5^*	RD_4	RD_1
2	RE, RD_5^-	RE^-	RD_5^*	RD^-
3	RT	RE_4^-	RD_5^*	RE_3
4	RD_4	RD_5^*	RD_5^*	RD^-
5	RS	RD_5^*	RD_4, RD_1^-	RD_5^-
6	RD_5, RDE	RD_5^*	RD_5^*	RD_5^*
7	RD^-	RD_5^*	RS	RS
8	RD_5^*	RD_1	RD_5^*	RD_1
9	RE_1	RD_3	RD_3^-	RT_2
10	RDE_5^*	RDE_1	RTD_5^*	RS
11	RT_5^*	RD_2, RD_5^*	RD_2, RD_5^*	RT_2, E_4
12	RT_4	RS	RD^-	RD_5^*
13	RE	RD	RD_4^-	RD_4
14	RE_5^*	RE^-	RE_3^-	RE_5^*
15	RD_5^*	RD_5^*	RD_5^*	RD_2^-
16	RE_5^-	RE_5^-	RD_5^*	R
17	RE_5^*	RE_3^-	RD_5^*	RE_3
18	RT_5^*	RT_5^*	RS	$RD_2^- E^-$
19	RE_5^*	RS	RS	RD_5^-
20	RE_5^-, T_5^*	RE^-	RE_3	RE^-
21	RD_5^*	RD_5^*	RD_5^*	RED
22	RE_5^*	RE_5^*	RE_5^*	RE_4
23	RD_4, RD_5^*	RD, RE_1	RD_5^*	RD_2
24	RET_5^*	RE_4	RD_5^*	RE^-, RE_3^-

ตารางที่ 14 รูปแบบของลำดับขั้นตอนกระบวนการที่นักเรียนในกลุ่มปานกลาง ใช้ในการแก้โจทย์ปัญหาทั้ง 4 ข้อ โดยระบุผลการแก้ปัญหาสำเร็จ (*) และไม่สำเร็จ

นักเรียนคนที่	รูปแบบของลำดับขั้นตอนกระบวนการที่นักเรียนใช้ในการแก้โจทย์ปัญหา			
	ข้อที่ 1	ข้อที่ 2	ข้อที่ 3	ข้อที่ 4
1	RE_5^*	RT_3	RD_5^*	RD_5
2	RT_1	RD_5^*	RD_3	RD_1
3	RD_4	RD_5^*	RD_4	RD_4
4	RE_1, T_4	RD_1, T_5^*	RT	RT
5	RD_1	RD_4	RD_4	RD_5
6	RD_3	RD_3	RD	RS
7	RT_1, D	RT	RT_2	RD_1
8	RE_1	RE_1	RD_5	RE_1
9	RE_1	RE_1	RD_5^*	RE
10	RE_1	RT_1	RD_5^*	RE_1
11	RD, RE_2	RE	RD_4, RD_5^*	RE
12	RT_5^*	RD_1, RE_1	RD_1, RD_5^*	RD_5
13	RE_5	RD_1, RT_2	RE_5^*	RT_2
14	RE_1	RE_1, RD_4	RD_5^*	RE_1, RD
15	RE_4	RE_5^*	RD_3	RD_1
16	RE	RT_4	RD_2	RD_1
17	RT	RD	RT	RD
18	RE	RE, RD	RD_5^*	RD_1
19	RD_3, RE_3	RD_3, E_2	RD_5	RTS
20	RT	RT	RD_5^*	RT_4
21	RD_5	RD_2	RD_5^*	RD_5
22	RD_4	RT_1, E_1	RD_4, RD_5	RE_1
23	RD_1, T	RD_5	RD	RD_4
24	RD_4, E_5^*	RT	RD_1	RTS

ตารางที่ 15 รูปแบบของลำดับขั้นตอนกระบวนการที่นักเรียนในกลุ่มอ่อน ใช้ในการแก้โจทย์ปัญหาทั้ง 4 ข้อ โดยระบุผลการแก้ปัญหาสำเร็จ (*) และไม่สำเร็จ

นักเรียนคนที่	รูปแบบของลำดับขั้นตอนกระบวนการที่นักเรียนใช้ในการแก้โจทย์ปัญหา			
	ข้อที่ 1	ข้อที่ 2	ข้อที่ 3	ข้อที่ 4
1	RE_1	RT_5^*	RD_5^*	RT
2	RT_3	RS	RD , RD_5^*	RE
3	RS	RT	RT	RT
4	RS	RS	RS	RD_1
5	RS	RD	RD	RD
6	RE_4	RD_1 , RE_1	RD	RD_4 , RD_1
7	RD	RD_3	RD_5^*	RD_3
8	RD_1	RD_5^*	RD_4	RS
9	RD	RS	RT	RD
10	RE	RE_1	RD_1	RE_1
11	RE_1	RD_1	RT_1	RT_1
12	RD_4	RD_2	RT_1	RE_1
13	RE_5^*	RD , RS	RD_5^*	RT
14	RE	RD , RD	RD_1	RE , RE
15	RE	RE	RDS	RDS
16	RE	RS	RD	RD
17	RE_4	RS	RD_2 , RD_5^*	RD_1 , RD_5
18	RE_2	RT_2	RT	RT_2
19	RTS	RTS	RTS	RTS
20	RT	RS	RS	RS
21	RD , E	RD	RDT	RD
22	RS	RS	RS	RS
23	RS	RS_4	RS	RS
24	RD_4	RD_2	RD_1	RD_4

จากตารางที่ 13, 14 และ 15 พบว่า ลำดับขั้นตอนที่นักเรียนแต่ละกลุ่ม ใช้ในการแก้ปัญหา เป็นดังนี้

กลุ่มเก่ง นักเรียนในกลุ่มเก่งแก้โจทย์ปัญหาข้อที่ 1 ได้สำเร็จ 15 คน โดยใช้วิธีการแก้โจทย์ปัญหาที่แตกต่างกัน 3 วิธี ได้แก่

- วิธีการนิรนัยและเลขคณิต ได้คำตอบถูกต้อง RD_๕ จำนวน 6 คน
- วิธีการเดาและทดสอบ ได้คำตอบถูกต้อง RT_๕ จำนวน 4 คน
- วิธีการเขียนและแก้สมการ ได้คำตอบถูกต้อง RE_๕ จำนวน 5 คน



นักเรียนที่แก้โจทย์ปัญหาไม่สำเร็จ มีจำนวน 9 คน ซึ่งบางคนได้คำตอบถูกต้องแต่เขียนสมการผิด เช่น คนที่ 16 RE_๕ บางคนเปลี่ยนวิธีการใหม่ เมื่อตรวจพบว่าคำตอบผิด เช่น คนที่ 23 RD_๔, RD_๕

นักเรียนในกลุ่มเก่งที่แก้โจทย์ปัญหาข้อที่ 2 ได้สำเร็จมีจำนวน 10 คน วิธีการที่ใช้แตกต่างกัน 3 วิธี ได้แก่

- วิธีการนิรนัยและเลขคณิต ในที่รวมถึงการคิดคำนวณจากรูปภาพ ได้คำตอบถูกต้อง RD_๕ จำนวน 8 คน
- วิธีการเดาและทดสอบ ได้คำตอบถูกต้อง RT_๕ จำนวน 1 คน
- วิธีการเขียนและแก้สมการ ได้คำตอบถูกต้อง RE_๕ จำนวน 1 คน

นักเรียนที่แก้โจทย์ปัญหาไม่สำเร็จมีจำนวน 16 คนโดยส่วนใหญ่เขียนสมการผิดหรือหาความสัมพันธ์ของสิ่งที่กำหนดให้ไม่ได้

นักเรียนในกลุ่มเก่งที่แก้โจทย์ปัญหาข้อที่ 3 ได้สำเร็จมีจำนวน 14 คน วิธีการที่ใช้แตกต่างกัน 2 วิธี ได้แก่

- วิธีการนิรนัยและเลขคณิต ในที่รวมถึงการคิดคำนวณจากรูปภาพ ได้คำตอบถูกต้อง RD_๕ จำนวน 14 คน ซึ่งส่วนใหญ่จะทำเป็นสัดส่วนหรือทำเป็นร้อยละหรือมีเงื่อนไขที่เทียบบัญญัติไตรยางค์

- วิธีการเขียนและแก้สมการ ได้คำตอบถูกต้อง RE_๕ จำนวน 1 คน โดยทำเป็นสัดส่วนที่เท่ากันแล้วแก้สมการหาค่าตัวแปรที่มีส่วนเป็นร้อยละ ได้คะแนนเป็นร้อยละของการสอบแต่ละครั้ง นักเรียนที่แก้โจทย์ปัญหาไม่สำเร็จมีจำนวน 10 คนโดยส่วนใหญ่ทำเป็นสัดส่วนและทำเป็นร้อยละไม่ถูกต้อง

นักเรียนในกลุ่มเก่งที่แก้โจทย์ปัญหาข้อที่ 4 ได้สำเร็จมีจำนวน 4 คน วิธีการที่ใช้แตกต่างกัน 2 วิธี ได้แก่

- วิธีการนิรนัยและเลขคณิต ในที่รวมถึงการคิดคำนวณจากรูปภาพ ได้คำตอบถูกต้อง RD_๕ จำนวน 2 คน
- วิธีการเขียนและแก้สมการ ได้คำตอบถูกต้อง RE_๕ จำนวน 1 คน

นักเรียนที่แก้โจทย์ปัญหาไม่สำเร็จมีจำนวน 21 คน โดยส่วนใหญ่เขียนเป็นสมการไม่ได้หรือเขียนสมการผิด นักเรียนจะนำตัวเลขที่มีในโจทย์มาคำนวณ ซึ่งบางวิธี ก็ได้คำตอบถูกต้องแต่วิธีการผิดคือ RD_5

กลุ่มปานกลาง นักเรียนในกลุ่มปานกลางแก้โจทย์ปัญหาข้อที่ 1 ได้สำเร็จ 3 คน โดยใช้วิธีการแก้โจทย์ปัญหาที่แตกต่างกัน 23 วิธี ได้แก่

- วิธีการเดาและทดสอบ ได้คำตอบถูกต้อง RT_5 จำนวน 1 คน
- วิธีการเขียนและแก้สมการ ได้คำตอบถูกต้อง RE_5 จำนวน 2 คน

นักเรียนที่แก้โจทย์ปัญหาไม่สำเร็จ มีจำนวน 21 คน ซึ่งส่วนใหญ่ไม่เข้าใจเลข 2 หลัก นำตัวเลขที่มีในโจทย์มาบวกกัน

นักเรียนในกลุ่มปานกลางที่แก้โจทย์ปัญหาข้อที่ 2 ได้สำเร็จมีจำนวน 4 คน วิธีการที่ใช้แตกต่างกัน 3 วิธี ได้แก่

- วิธีการนิรนัยและเลขคณิต ในที่รวมถึงการคิดคำนวณจากรูปภาพ ได้คำตอบถูกต้อง RD_5 จำนวน 2 คน
- วิธีการเดาและทดสอบ ได้คำตอบถูกต้อง RT_5 จำนวน 1 คน
- วิธีการเขียนและแก้สมการ ได้คำตอบถูกต้อง RE_5 จำนวน 1 คน

ทั้งหมด

นักเรียนในกลุ่มปานกลางที่แก้โจทย์ปัญหาข้อที่ 3 ได้สำเร็จมีจำนวน 10 คน วิธีการที่ใช้แตกต่างกัน 2 วิธี ได้แก่

- วิธีการนิรนัยและเลขคณิต ได้คำตอบถูกต้อง RD_5 จำนวน 9 คน ซึ่งส่วนใหญ่จะทำเป็นสัดส่วนหรือทำเป็นร้อยละหรือมีฉะนั้นก็เทียบบัญญัติไตรยางค์

- วิธีการเขียนและแก้สมการ ได้คำตอบถูกต้อง RE_5 จำนวน 1 คน โดยทำเป็นสัดส่วนที่เท่ากันแล้วแก้สมการหาค่าตัวแปรที่มีส่วนเป็นร้อยละ ได้คะแนนเป็นร้อยละของการสอบแต่ละครั้ง นักเรียนที่แก้โจทย์ปัญหาไม่สำเร็จมีจำนวน 15 คน โดยส่วนใหญ่ทำเป็นสัดส่วนและทำเป็นร้อยละไม่ถูกต้อง

นักเรียนในกลุ่มปานกลางที่แก้โจทย์ปัญหาข้อที่ 4 ไม่มีนักเรียนในกลุ่มนี้ได้คำตอบถูกต้อง

กลุ่มอ่อน นักเรียนในกลุ่มอ่อนแก้โจทย์ปัญหาข้อที่ 1 ได้สำเร็จมีจำนวน 1 คน โดยใช้วิธีการแก้สมการ คือ คนที่ 13 นักเรียนส่วนใหญ่ไม่เข้าใจเลขจำนวน 2 หลัก

มีนักเรียนในกลุ่มอ่อนแก้โจทย์ปัญหาข้อที่ 2 ได้สำเร็จ จำนวน 2 คน วิธีการที่ใช้แตกต่างกัน 2 วิธี คือ

- วิธีการนิรนัยและเลขคณิต ได้คำตอบถูกต้อง RD_5 จำนวน 1 คน
- วิธีการเดาและทดสอบ ได้คำตอบถูกต้อง RT_5 จำนวน 1 คน

นักเรียนที่แก้โจทย์ปัญหาไม่สำเร็จ จำนวน 22 คน

นักเรียนในกลุ่มอ่อนแก้โจทย์ปัญหาข้อที่ 3 ได้สำเร็จ จำนวน 3 คน วิธีการที่ใช้คือการนิรนัย และเลขคณิต นักเรียนที่แก้โจทย์ปัญหาไม่สำเร็จ จำนวน 21 คน

ไม่มีนักเรียนในกลุ่มอ่อนที่แก้โจทย์ปัญหา ข้อที่ 4 ได้สำเร็จ

4. คะแนนของนักเรียนแต่ละกลุ่มระดับความสามารถที่ได้จากการวัด โดยวิธีการคิดออกเสียง ซึ่งจะแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ คะแนนของนักเรียนแต่ละกลุ่มระดับความสามารถที่ได้จากการตรวจ ของผู้ดำเนินการสอบ 2 ท่าน โดยจำแนกเป็นรายข้อและรายบุคคล ดังตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 16 คะแนนของนักเรียนกลุ่มเก่งเป็นรายบุคคล และรายข้อ ที่ได้จากการตรวจของผู้ดำเนินการสอบ 2 ท่าน (ให้ผู้ดำเนินการสอบ คนที่ 1 : ผด.1 และ ผู้ดำเนินการสอบ คนที่ 2 : ผด. 2)

นักเรียนคนที่	คะแนนของนักเรียนที่ได้จากการตรวจของผู้ดำเนินการสอบ 2 ท่าน							
	ข้อที่ 1		ข้อที่ 2		ข้อที่ 3		ข้อที่ 4	
	ผด.1	ผด.2	ผด.1	ผด.2	ผด.1	ผด.2	ผด.1	ผด.2
1	4	4	4	4	2	2	1	1
2	3	3	1	1	4	4	1	1
3	1	1	1	1	4	4	2	2
4	1	1	4	4	4	4	2	2
5	1	1	4	4	1	1	2	2
6	4	4	1	1	1	1	4	4
7	1	1	4	4	1	1	1	1
8	4	4	1	1	4	4	1	1
9	1	1	4	2	1	1	0	2
10	4	4	3	1	4	4	1	1
11	4	4	2	2	4	4	2	2
12	3	1	2	2	3	1	4	4
13	2	2	1	1	3	3	2	2
14	4	4	1	1	1	1	4	4
15	4	4	4	4	3	3	2	2
16	4	2	2	2	4	4	1	1
17	4	4	1	1	4	4	1	1
18	4	4	4	4	4	4	1	1
19	4	4	1	1	4	4	1	1
20	3	3	1	1	2	2	1	1
21	4	4	4	4	4	4	1	1
22	4	4	4	4	4	4	1	1
23	4	4	1	1	4	4	1	1
24	4	4	2	2	4	4	1	1

หมายเหตุ ผ.ด. 1 หมายถึง ผู้ดำเนินการสอบคนที่ 1
 ผ.ด. 2 หมายถึง ผู้ดำเนินการสอบคนที่ 2

ตารางที่ 17 คะแนนของนักเรียนกลุ่มปานกลางเป็นรายบุคคล และรายข้อ ที่ได้จากการตรวจของผู้ดำเนินการสอบ 2 ท่าน (ให้ผู้ดำเนินการสอบ คนที่ 1 : ผด.1 และ ผู้ดำเนินการสอบ คนที่ 2 : ผด.2)

นักเรียนคนที่	คะแนนของนักเรียนที่ได้จากการตรวจของผู้ดำเนินการสอบ 2 ท่าน							
	ข้อที่ 1		ข้อที่ 2		ข้อที่ 3		ข้อที่ 4	
	ผด.1	ผด.2	ผด.1	ผด.2	ผด.1	ผด.2	ผด.1	ผด.2
1	4	4	2	0	4	4	3	3
2	0	0	4	4	2	2	0	0
3	1	1	4	4	1	1	1	1
4	0	0	4	4	0	0	2	2
5	0	0	0	2	1	1	2	2
6	3	3	1	1	1	1	0	0
7	0	0	1	1	0	0	1	1
8	1	1	1	1	1	1	2	0
9	1	1	4	4	1	1	1	1
10	1	1	1	1	4	4	1	1
11	1	3	0	0	4	4	3	1
12	4	4	2	0	4	4	0	0
13	0	0	1	1	4	4	1	1
14	0	0	1	1	4	4	1	1
15	4	2	4	4	2	2	2	2
16	0	0	0	0	1	1	0	0
17	0	0	1	1	4	4	1	1
18	3	3	1	1	3	1	1	1
19	3	3	0	0	1	1	2	2
20	1	1	2	0	4	4	1	1
21	1	1	2	0	4	4	1	1
22	2	0	3	1	2	0	1	1
23	0	2	1	1	2	0	1	1
24	4	4	1	1	3	3	1	1

ตารางที่ 18 คะแนนของนักเรียนกลุ่มก่อนเป็นรายบุคคล และรายข้อ ที่ได้จากการตรวจของผู้ดำเนินการสอบ 2 ท่าน (ให้ผู้ดำเนินการสอบ คนที่ 1 : ผด.1 และ ผู้ดำเนินการสอบ คนที่ 2 : ผด. 2)

นักเรียนคนที่	คะแนนของนักเรียนที่ได้จากการตรวจของผู้ดำเนินการสอบ 2 ท่าน							
	ข้อที่ 1		ข้อที่ 2		ข้อที่ 3		ข้อที่ 4	
	ผด.1	ผด.2	ผด.1	ผด.2	ผด.1	ผด.2	ผด.1	ผด.2
1	2	2	1	1	4	4	1	1
2	1	1	1	1	0	0	1	1
3	0	0	0	0	0	0	0	0
4	0	0	0	0	0	0	0	0
5	0	0	1	1	1	1	1	1
6	1	1	1	1	1	1	1	1
7	1	1	2	2	1	1	1	1
8	2	2	4	4	1	1	1	1
9	1	1	0	0	2	2	1	1
10	0	0	1	1	3	3	2	2
11	2	0	1	1	0	0	0	0
12	2	0	0	0	0	2	1	1
13	4	4	1	1	4	4	1	1
14	0	2	1	1	1	1	1	1
15	0	0	1	1	2	0	1	1
16	1	1	1	1	1	1	1	1
17	0	0	0	0	4	4	2	2
18	0	0	0	0	0	0	0	0
19	0	0	0	0	0	0	0	0
20	0	0	0	0	0	0	0	0
21	1	1	0	0	1	1	1	1
22	0	0	0	0	1	1	1	1
23	0	0	0	0	0	0	0	0
24	1	1	0	0	0	0	0	0

จากตารางที่ 16, 17 และ 18 นำคะแนนของนักเรียนแต่ละกลุ่มที่ได้จากการตรวจ
ของผู้ดำเนินการสอบ 2 ท่าน มาเฉลี่ยเป็นคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาของแต่ละบุคคล
โดยจำแนกเป็นรายข้อ และรายบุคคล ดังตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 19 คะแนนเฉลี่ยของนักเรียนกลุ่มเก่ง เป็นรายบุคคล รายข้อ ที่ได้จากการตรวจของผู้ดำเนินการสอบ 2 ท่าน

นักเรียนคนที่	คะแนนเฉลี่ยของนักเรียนที่ได้จากการตรวจของผู้ดำเนินการสอบ 2 ท่าน			
	ข้อที่ 1	ข้อที่ 2	ข้อที่ 3	ข้อที่ 4
1	4	4	2	1
2	3	1	4	1
3	1	1	4	2
4	1	4	4	2
5	1	4	1	2
6	4	1	1	4
7	1	4	1	1
8	4	1	4	1
9	1	3	1	1
10	4	2	4	1
11	4	2	4	2
12	2	2	2	4
13	2	1	3	2
14	4	1	1	4
15	4	4	3	2
16	3	2	4	1
17	4	1	4	1
18	4	4	4	1
19	4	1	4	1
20	3	1	2	1
21	4	4	4	1
22	4	4	4	1
23	4	1	4	1
24	4	2	4	1
รวม	80	55	73	39
เฉลี่ย	3.0	2.20	3.04	1.54

ตารางที่ 20 คะแนนเฉลี่ยของนักเรียนกลุ่มปานกลาง เป็นรายบุคคล รายข้อ ที่ได้จากการตรวจของผู้ดำเนินการสอบ 2 ท่าน

นักเรียนคนที่	คะแนนเฉลี่ยของนักเรียนที่ได้จากการตรวจของผู้ดำเนินการสอบ 2 ท่าน			
	ข้อที่ 1	ข้อที่ 2	ข้อที่ 3	ข้อที่ 4
1	4	1	4	3
2	1	4	2	1
3	1	4	1	1
4	1	4	1	2
5	1	1	1	2
6	3	1	1	1
7	1	1	1	1
8	1	1	1	1
9	1	1	4	1
10	1	1	4	1
11	2	1	4	2
12	4	1	4	1
13	1	1	4	1
14	1	1	4	1
15	3	4	2	2
16	1	1	1	0
17	1	1	1	1
18	3	1	4	1
19	3	1	1	2
20	1	1	4	1
21	1	1	4	1
22	1	2	1	1
23	1	1	1	1
24	4	1	3	1
รวม	34	34	56	27
เฉลี่ย	1.41	1.41	2.33	1.13

ตารางที่ 21 คะแนนเฉลี่ยของนักเรียนกลุ่มอ่อน เป็นรายบุคคล รายข้อ ที่ได้จากการตรวจของผู้ดำเนินการสอบ 2 ท่าน

นักเรียนคนที่	คะแนนเฉลี่ยของนักเรียนที่ได้จากการตรวจของผู้ดำเนินการสอบ 2 ท่าน			
	ข้อที่ 1	ข้อที่ 2	ข้อที่ 3	ข้อที่ 4
1	2	1	4	1
2	1	1	0	1
3	0	0	0	0
4	0	0	0	0
5	0	1	1	1
6	1	1	1	1
7	1	2	1	1
8	2	4	1	1
9	1	0	2	2
10	0	1	3	0
11	1	1	0	1
12	1	0	1	1
13	4	1	4	1
14	1	1	1	1
15	0	1	1	1
16	1	1	1	1
17	0	0	4	2
18	0	0	0	0
19	0	0	0	0
20	0	0	0	0
21	1	0	1	1
22	0	0	1	1
23	0	0	0	0
24	1	0	0	0
รวม	18	16	27	18
เฉลี่ย	0.75	0.66	1.13	0.75

ในการเปรียบเทียบผลการวัดกระบวนการแก้โจทย์ปัญหาโดยวิธีการคิดออกเสียงของนักเรียนที่มีความสามารถต่างระดับกัน ผู้วิจัยได้นำคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนแต่ละบุคคลที่ได้จากการตรวจของผู้ดำเนินการสอบ 2 ท่าน (ในตารางที่ 19 , 20 และ 21) มาวิเคราะห์หาค่ามัชฌิมเลขคณิต (\bar{X}) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D) ได้ผลดังนี้

ตารางที่ 22 ค่ามัชฌิมเลขคณิต (\bar{X}) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D) ของคะแนนที่ได้จากการวัดกระบวนการแก้โจทย์ปัญหา โดยวิธีการคิดออกเสียงของนักเรียนที่มีความสามารถต่างระดับกัน

กลุ่มระดับความสามารถ	n	X	S.D
กลุ่มเก่ง	24	10.04	1.99
กลุ่มปานกลาง	24	6.96	2.33
กลุ่มอ่อน	24	3.29	2.77
ทั้งหมด	72	6.76	3.64

จากตารางที่ 22 แสดงให้เห็นว่า ค่าเฉลี่ยของคะแนนที่ได้จากการวัดกระบวนการแก้โจทย์ปัญหา โดยวิธีการคิดออกเสียงของนักเรียนทั้งหมดในกลุ่มตัวอย่างประชากร คือ 6.76 คะแนน ค่าเฉลี่ยของคะแนนของนักเรียนในกลุ่มเก่งสูงกว่าค่าเฉลี่ยของนักเรียนทั้งหมด ค่าเฉลี่ยของคะแนนของนักเรียนในกลุ่มปานกลางและอ่อน น้อยกว่าค่าเฉลี่ยของนักเรียนทั้งหมด

ตารางที่ 23 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวของคะแนนที่ได้จากการวัดกระบวนการ
แก้โจทย์ปัญหา โดยวิธีการคิดออกเสียงของนักเรียนที่มีความสามารถต่างระดับกัน

แหล่งความแปรปรวน	SS	df	MS	F
ระหว่างกลุ่ม	548.11	2	274.06	48.13
ภายในกลุ่ม	392.88	69	5.69	
ทั้งหมด	940.99	71		

* $p < .05$

จากตารางที่ 23 แสดงให้เห็นว่า ค่าเอฟ (F) ที่คำนวณได้มากกว่าค่าเอฟ (F)
จากตาราง ($F_{2,69} (.95) = 3.15$) ซึ่งหมายความว่า นักเรียนกลุ่มเก่ง กลุ่มปานกลาง
และกลุ่มอ่อน มีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตารางที่ 24 ผลการทดสอบความแตกต่างของกลุ่มนักเรียนที่มีความสามารถต่างระดับกัน โดยใช้
การเปรียบเทียบแบบ T

กลุ่ม	\bar{X}_1	\bar{X}_2	\bar{X}_3
\bar{X}_1	-	3.0834*	6.75*
\bar{X}_2		-	3.666*
\bar{X}_3			-

* $p < .05$

จากตารางที่ 24 สรุปได้ว่านักเรียนที่มีความสามารถต่างระดับกัน เมื่อเปรียบเทียบ
เป็นรายคู่แล้ว มีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ
.05 กล่าวคือ กลุ่มเก่งทำคะแนนได้ดีกว่ากลุ่มปานกลาง กลุ่มเก่งทำคะแนนได้ดีกว่ากลุ่มอ่อน
และกลุ่มปานกลางทำคะแนนได้ดีกว่ากลุ่มอ่อน

คะแนนของนักเรียนที่ได้จากการทำแบบสอบโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของกรมวิชาการ
ซึ่งจะแสดงผลดังตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 25 คะแนนของนักเรียนทุกคนที่ได้จากการทำแบบสอบถามแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ ของกรมวิชาการ
จำแนกตามระดับความสามารถ

นักเรียนคนที่	คะแนนของนักเรียนที่ได้จากการทำแบบสอบของกรมวิชาการ		
	กลุ่มเก่ง	กลุ่มปานกลาง	กลุ่มอ่อน
1	24	19	14
2	18	18	12
3	17	15	5
4	20	16	4
5	19	10	11
6	23	14	17
7	22	10	14
8	17	9	16
9	16	8	10
10	18	14	6
11	19	12	4
12	20	19	8
13	18	17	17
14	22	15	14
15	24	14	8
16	16	7	8
17	19	10	7
18	21	21	5
19	27	17	3
20	20	20	4
21	26	19	7
22	23	14	10
23	19	12	5
24	20	18	5

จากตารางจะเห็นว่า นักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด ได้คะแนนเฉลี่ย 14.94 นักเรียน
ที่ได้คะแนนสูงสุด ทำได้ 27 คะแนน นักเรียนที่ได้คะแนนต่ำสุด ทำได้ 2 คะแนน

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อหาคุณภาพของวิธีวัดกระบวนการแก้โจทย์ปัญหา โดยใช้วิธีการคิดออกเสียงซึ่งจะเสนอตามลำดับขั้นต่อไปนี้

1. โดยการหาความสอดคล้องภายในของแบบสอบที่ใช้ ซึ่งใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวนของฮอยท์ (Hoyt) เพื่อหาค่าสัมประสิทธิ์ความเที่ยง โดยนำคะแนนในตารางที่ 19, 20 และ 21 ซึ่งเป็นคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนที่ได้จากการตรวจของผู้ดำเนินการสอบ 2 ท่าน ได้ผลปรากฏว่า ค่าสัมประสิทธิ์แห่งความเที่ยง เท่ากับ 0.63 และค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานในการวัด (SEM) เท่ากับ 1.92 จากงานวิจัยของ Coffman (195) พบว่า ความเที่ยงของแบบสอบอัตนัยจะอยู่ระหว่าง 0.40 - 0.60 ดังนั้นถือว่าแบบสอบอัตนัยที่ใช้เป็นเครื่องมือฉบับนี้มีความเที่ยงสูง สำหรับค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานในการวัดเท่ากับ 1.92 ทำให้ทราบค่าคะแนนที่แท้จริงของนักเรียนจะอยู่ในช่วง $X + 1(\text{SEM})$

2. การหาความสอดคล้องในการให้คะแนนของผู้ดำเนินการสอบ 2 ท่าน โดยนำคะแนนในตารางที่ 16, 17 และ 18 มาหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สัน เพื่อเป็นดัชนีบอกความสัมพันธ์ในการให้คะแนนของผู้ดำเนินการสอบ ผลปรากฏว่า ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ เท่ากับ 0.86 แสดงว่าค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ มีนัยสำคัญทางสถิติและมีค่าสูงจึงมีความสัมพันธ์กันระหว่างการให้คะแนนของผู้ดำเนินการสอบ 2 ท่าน

3. การหาความตรงของการวัดกระบวนการแก้โจทย์ปัญหา ใช้วิธีการคิดออกเสียง โดยนำคะแนนที่ได้ในตาราง 19, 20 และ 21 ไปหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สันกับคะแนนที่ได้จากแบบสอบมาตรฐานของกรมวิชาการ ซึ่งเป็นคะแนนเกณฑ์ ผลปรากฏว่า ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ เท่ากับ 0.82 แสดงว่าการวัดกระบวนการคิดแก้โจทย์ปัญหา โดยการคิดออกเสียง มีความตรงเชิงสภาพของนักเรียน

5. การวิเคราะห์ข้อมูล ผู้วิจัยได้นำข้อมูลมาวิเคราะห์ โดยแบ่งเป็น 2 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 นำข้อมูลในด้านการดำเนินการสอบและปัญหาต่างมาปรับปรุงเขียนเป็นวิธีวัดกระบวนการแก้โจทย์ปัญหา โดยใช้วิธีการคิดออกเสียง และสร้างแบบบันทึกกระบวนการแก้โจทย์ปัญหา และข้อเสนอแนะวิธีการใช้

ตอนที่ 2 ผลการใช้วิธีวัดกระบวนการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ โดยใช้วิธีการคิด

1. ผลการใช้วิธีวัดกระบวนการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ โดยใช้วิธีการคิดออกเสียง ในนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น ที่มีความสามารถต่างระดับกัน

2. วิเคราะห์ข้อมูล เพื่อหาคุณภาพของการวัดกระบวนการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ โดยใช้วิธีการคิดออกเสียง ได้ดำเนินการ ดังนี้

- หาความสอดคล้องของการให้คะแนนของผู้ดำเนินการสอบ 2 ท่าน ที่ดำเนินการสอบนักเรียนแต่ละคน มาหา สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบ เพียร์สัน (Pearson Product Moment Correlation) (Guilford 1965 : 109)

- หาความตรงของการสอบ โดยการคิดออกเสียง โดยหาความตรงเชิงสภาพระหว่างคะแนนที่ได้จากการสอบแบบคิดออกเสียง กับคะแนนที่ได้จากการทำแบบสอบโจทย์ปัญหา คณิตศาสตร์ของกรมวิชาการ โดยนำมาหาสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สัน