

## บทที่ 5

### สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การวิจัยเรื่อง “ การศึกษาข้อบกพร่องในกระบวนการแก้ปัญหาโจทย์คณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ของโรงเรียนสาธิต สังกัดทบวงมหาวิทยาลัย กรุงเทพมหานคร ” มีวัตถุประสงค์ในการวิจัย ดังนี้

1. เพื่อศึกษาข้อบกพร่องในกระบวนการแก้ปัญหาโจทย์คณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ของโรงเรียนสาธิต สังกัดทบวงมหาวิทยาลัย กรุงเทพมหานคร
2. เพื่อศึกษาข้อบกพร่องในกระบวนการแก้ปัญหาโจทย์คณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ของโรงเรียนสาธิต สังกัดทบวงมหาวิทยาลัย กรุงเทพมหานคร จำแนกตามผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์สูง ปานกลาง และต่ำ

ตัวอย่างประชากรที่ใช้ในการศึกษาวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ของโรงเรียนสาธิต สังกัดทบวงมหาวิทยาลัย ในกรุงเทพมหานคร ปีการศึกษา 2539 ที่ผ่านการเรียนรายวิชา ค 204 คณิตศาสตร์ 4 เรื่องสมการและอสมการ และเรื่องอัตราส่วนและร้อยละมาแล้ว ซึ่งได้มาจากการสุ่มอย่างง่าย ( Sample Random Sampling ) จำนวน 400 คน นำมาจำแนกตามผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ 3 กลุ่ม คือ กลุ่มสูงจำนวน 226 คน กลุ่มปานกลาง จำนวน 67 คน และกลุ่มต่ำจำนวน 107 คน

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย เป็นแบบสอบถามอัตนัย เพื่อศึกษาข้อบกพร่องในกระบวนการแก้ปัญหาโจทย์คณิตศาสตร์ ที่ผู้วิจัยได้สร้างขึ้นเอง โดยใช้เนื้อหาจากแบบเรียนวิชาคณิตศาสตร์ตามหลักสูตรมัธยมศึกษาตอนต้น พุทธศักราช 2521 ( ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2533 ) รายวิชา ค 204 คณิตศาสตร์ 4 แบ่งเป็น 2 ตอน ตอนที่ 1 เป็นโจทย์ปัญหาเรื่องสมการ จำนวน 2 ปัญหา เรื่องอสมการ จำนวน 2 ปัญหาและตอนที่ 2 เป็นโจทย์ปัญหาเรื่องอัตราส่วน จำนวน 2 ปัญหา เรื่องร้อยละ จำนวน 2 ปัญหา รวมทั้งสิ้น 8 ปัญหา แต่ละปัญหามีคำถามย่อย 5 ข้อ และแต่ละข้อ มุ่งศึกษาข้อบกพร่องในกระบวนการแก้ปัญหาโจทย์คณิตศาสตร์ ในแต่ละขั้นตอนของกระบวนการคิดแก้ปัญหาของโพลยา ( Polya, 1957 ) ทั้ง 4 ขั้นตอนว่ามีความบกพร่องมากน้อยเพียงใด

แบบสอบถามมีความเที่ยง 0.89 ดัชนีความยากตั้งแต่ 49.25% - 65.00% และมีค่าอำนาจจำแนก ตั้งแต่ 68% ขึ้นไป ( ดังรายละเอียดในภาคผนวก ค ) เวลาที่ใช้ทำแบบสอบ 1 ชั่วโมง 30 นาที

การเก็บรวบรวมข้อมูล ผู้วิจัยนำแบบสอบเพื่อศึกษาข้อบกพร่องในกระบวนการแก้ปัญหาจิตวิทยาจิตศาสตร์ ไปทดสอบกับนักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 400 คน ด้วยตัวเอง โดยใช้เวลาในการเก็บข้อมูล 7 สัปดาห์

การวิเคราะห์ข้อมูล ผู้วิจัยนำข้อมูลมาวิเคราะห์โดยตรวจให้คะแนนตามเกณฑ์ที่ใช้ในการพิจารณาข้อบกพร่องของแบบสอบและนำมาหาความถี่ของจำนวนและร้อยละของนักเรียนที่มีข้อบกพร่องในกระบวนการแก้ปัญหาจิตวิทยาจิตศาสตร์ในแต่ละขั้นตอนและความถี่ของจำนวนและร้อยละของนักเรียนที่มีข้อบกพร่องในกระบวนการแก้ปัญหาจิตวิทยาจิตศาสตร์ในแต่ละขั้นตอน จำแนกตามผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์สูง ปานกลาง และต่ำ

### สรุปผลการวิจัย

1. นักเรียนมีข้อบกพร่องในกระบวนการแก้ปัญหาจิตวิทยาจิตศาสตร์มากที่สุด คือ ขั้นตอนที่ 2 วางแผนแก้ปัญหา คิดเป็นร้อยละ 42.25 รองลงมา คือขั้นตอนที่ 3 ดำเนินการตามแผน คิดเป็นร้อยละ 37.25 รองลงมา คือขั้นตอนที่ 4 ตรวจสอบวิธีการและคำตอบ คิดเป็นร้อยละ 36.75 และบกพร่องน้อยที่สุด คือขั้นตอนที่ 1 ทำความเข้าใจปัญหา คิดเป็นร้อยละ 17.50
2. นักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์สูง มีข้อบกพร่องในกระบวนการแก้ปัญหาจิตวิทยาจิตศาสตร์มากที่สุด คือขั้นตอนที่ 2 วางแผนแก้ปัญหา คิดเป็นร้อยละ 19.03 รองลงมาคือขั้นตอนที่ 3 ดำเนินการตามแผน คิดเป็นร้อยละ 12.83 รองลงมาคือขั้นตอนที่ 4 ตรวจสอบวิธีการและคำตอบ คิดเป็นร้อยละ 9.29 และบกพร่องน้อยที่สุด คือขั้นตอนที่ 1 ทำความเข้าใจปัญหา คิดเป็นร้อยละ 5.31

นักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ปานกลางมีข้อบกพร่องในกระบวนการแก้ปัญหาจิตวิทยาจิตศาสตร์มากที่สุดคือขั้นตอนที่ 2 วางแผนแก้ปัญหาคิดเป็นร้อยละ 52.24 รองลงมาคือขั้นตอนที่ 4 ตรวจสอบวิธีการและคำตอบ คิดเป็นร้อยละ 49.25 รองลงมาคือขั้นตอน

ที่ 3 ดำเนินการตามแผน คิดเป็นร้อยละ 46.27 และบกพร่องน้อยที่สุดคือขั้นตอนที่ 1 ทำความเข้าใจปัญหา คิดเป็นร้อยละ 19.40

นักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ต่ำ มีข้อบกพร่องในกระบวนการแก้ปัญหาโจทย์คณิตศาสตร์มากที่สุดคือขั้นตอนที่ 4 ตรวจสอบวิธีการและคำตอบคิดเป็นร้อยละ 86.92 รองลงมาคือขั้นตอนที่ 2 วางแผนแก้ปัญหา คิดเป็นร้อยละ 84.11 รองลงมาคือขั้นตอนที่ 3 ดำเนินการตามแผน คิดเป็นร้อยละ 83.18 และบกพร่องน้อยที่สุดคือขั้นตอนที่ 1 ทำความเข้าใจปัญหาคิดเป็นร้อยละ 42.06

### อภิปรายผล

1. จากการศึกษาข้อบกพร่องในกระบวนการแก้ปัญหาโจทย์คณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ของโรงเรียนสาธิต สังกัดทบวงมหาวิทยาลัย กรุงเทพมหานคร พบว่านักเรียนบกพร่องมากที่สุด คือขั้นตอนที่ 2 วางแผนแก้ปัญหา คิดเป็นร้อยละ 42.25 และบกพร่องน้อยที่สุด คือขั้นตอนที่ 1 ทำความเข้าใจปัญหา คิดเป็นร้อยละ 17.50 ทั้งนี้เนื่องมาจากในขั้นตอนที่ 2 เป็นขั้นการแก้ปัญหาที่นักเรียนต้องหาความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลที่โจทย์กำหนดให้กับสิ่งที่โจทย์ถามหา ซึ่งอาจต้องอาศัยข้อมูลบางอย่างที่โจทย์ไม่ได้กำหนดให้ ได้แก่ ความรู้พื้นฐานที่เกี่ยวข้องกับการคำนวณในเรื่อง การบวก, ลบ, คูณ, หาร การแก้ปัญหาโจทย์คณิตศาสตร์และการเลือกใช้สูตรหรือนิยาม หากนักเรียนขาดความรู้พื้นฐานหรือเลือกใช้สูตรหรือนิยามผิดและมีปัญหาในการผูกโยงความสัมพันธ์ของข้อมูลต่าง ๆ เพื่อนำมาสรุปเขียนเป็นประโยคสัญลักษณ์ในรูปสมการ อสมการ หรือสัดส่วนที่ถูกต้อง ดังผลสรุปของ จอห์นสันและไรซิง ( Johnson and Rising, 1972 ) ได้กล่าวไว้ว่า การแก้ปัญหาเป็นกระบวนการทางสมองที่ซับซ้อน ซึ่งต้องประกอบด้วย การมองเห็นภาพ ( Visualizing ) การจินตนาการ ( Imagining ) การจัดกระทำอย่างมีทักษะ ( Manipulating ) การวิเคราะห์ ( Analyzing ) การสรุป ( Abstracting ) และการโยงความคิด ( Associating ideas ) และยังสอดคล้องกับผลการวิจัยของ รุ่งฟ้า จันท์จารุภรณ์ ( 2538 ) ที่ได้สรุปผลการวิจัยเกี่ยวกับข้อบกพร่องทางการเรียนคณิตศาสตร์ พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่มีข้อบกพร่องในขั้นวางแผนแก้ปัญหา ขาดทักษะเกี่ยวกับการคิดคำนวณ ขาดทักษะพื้นฐานการทำความเข้าใจโจทย์ ไม่เห็นความสัมพันธ์ของตัวแปรและมีข้อบกพร่องในการแปลงภาษาโจทย์เป็นภาษาสัญลักษณ์ จึงสรุปได้ว่านักเรียนส่วนใหญ่บกพร่องในขั้นตอนนี้มาก

สำหรับขั้นตอนที่ 1 เป็นขั้นตอนทำความเข้าใจปัญหาว่าจะอะไรคือข้อมูลที่กำหนดให้ และปัญหาถามอะไร นักเรียนต้องมีความเข้าใจในการอ่านว่าข้อมูลใดที่นำมาใช้และไม่นำมาใช้ ในการคิดคำนวณ และจากการที่ผู้วิจัยได้เก็บข้อมูลกับกลุ่มตัวอย่างที่เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา ปีที่ 2 ซึ่งมีพื้นฐานเกี่ยวกับการแก้โจทย์ปัญหา อีกทั้งมีความสามารถในการอ่าน การทำความเข้าใจ โจทย์พอสสมควร และยังผ่านการเรียนเกี่ยวกับการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์มาตั้งแต่ชั้น ประถมศึกษา จึงพบว่านักเรียนบกพร่องในขั้นนี้น้อยที่สุด ซึ่งผลการวิจัยนี้ สอดคล้องกับผลการ วิจัยของ ไตรรงค์ เจนการ ( 2532 ) ได้ศึกษาเรื่อง “ การพิสูจน์ร่องรอยกระบวนการคิดทาง คณิตศาสตร์ ” โดยทำการทดสอบกับกลุ่มตัวอย่างที่เป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ผลการ ทดสอบ พบว่าสิ่งที่ได้คือข้อค้นพบรูปแบบการคิด 6 แบบ คือ

1. เด็กอ่านโจทย์เข้าใจ รู้วิธีทำ คิดคำนวณได้ถูกต้อง วิธีการได้คำตอบถูกต้อง
  2. เด็กอ่านโจทย์เข้าใจ รู้วิธีทำว่าอย่างไร บอกถูกว่าทำอะไรก่อนหรือหลัง แต่ลงมือ แล้วคำนวณไม่ถูกหรือถูกบางจุด เลยได้คำตอบผิด
  3. เด็กอ่านโจทย์เข้าใจ แต่ไม่รู้วิธีทำที่ถูกต้อง ทำให้ได้คำตอบที่ผิดแม้จะมีความ สามารถในการคำนวณก็ตาม
  4. เด็กเข้าใจเพียงโจทย์อย่างเดียว นอกนั้นทำไม่ได้
  5. เด็กคิดคำนวณเพียงอย่างเดียว อ่านโจทย์ไม่เข้าใจ
- และ 6. เด็กไม่รู้อะไรเลย บางทีอ่านหนังสือไม่ออก

จากการศึกษาข้อบกพร่องในกระบวนการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ของผู้วิจัย ผลการวิจัยดังกล่าวสอดคล้องกับผลการวิจัยของรุ่งฟ้า จันทจักรภรณ์ ( 2538 ) ที่พบว่า นักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 มีความบกพร่องในการแก้โจทย์ปัญหาเรื่องร้อยละ ที่มี 5 ขั้นตอน โดยเรียง ลำดับจำนวนนักเรียนที่มีความบกพร่องจากมากไปน้อย ดังนี้คือ อันดับ 1 ขั้นวางแผนแก้ปัญหา ซึ่งเป็นข้อบกพร่องในการเขียนอัตราส่วนและสัดส่วนแสดงความสัมพันธ์ อันดับสุดท้ายบกพร่อง ในขั้นทำความเข้าใจปัญหาหรือทำความเข้าใจขั้นตอน นั้นแสดงให้เห็นว่า นักเรียนส่วนใหญ่มี ปัญหาเพียงเล็กน้อยในขั้นตอนที่ 1 ทำความเข้าใจปัญหาและพบว่านักเรียนส่วนใหญ่มีปัญหาใน ขั้นตอนที่ 2 วางแผนแก้ปัญหานั้นคือ นักเรียนสามารถอ่านและเข้าใจโจทย์ได้ แต่ไม่สามารถ เขียนประโยคสัญลักษณ์เพื่อนำไปหาคำตอบที่โจทย์ถาม

2. จากการศึกษาข้อบกพร่องในกระบวนการแก้ปัญหาโจทย์คณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ของโรงเรียนสาธิต สังกัดทบวงมหาวิทยาลัย กรุงเทพมหานคร จำแนกตามผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์สูง ปานกลาง และต่ำ พบว่านักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์สูงมีข้อบกพร่องน้อย โดยคิดเป็นร้อยละไม่ถึง 20 ในทุกขั้นตอน และนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนปานกลางก็พบว่ามีข้อบกพร่องในทุกขั้นตอน คือประมาณร้อยละ 50 ส่วนนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำจะมีข้อบกพร่องมากที่สุดใกล้เคียงร้อยละ 90 ตั้งแต่ขั้นตอนที่ 1 ถึงขั้นตอนที่ 4

เมื่อพิจารณาผลจากการวิจัยดังกล่าว จะเห็นว่าสอดคล้องกับผลการวิจัยของสุพิศา แก้วสุวรรณ ( 2535 ) ที่พบว่า นักเรียนกลุ่มเก่งมีคะแนนกระบวนการคิดแก้ปัญหาโจทย์คณิตศาสตร์สูงกว่ากลุ่มปานกลางและกลุ่มอ่อนทุกขั้นตอน สำหรับนักเรียนกลุ่มปานกลาง มีคะแนนกระบวนการคิดแก้ปัญหาโจทย์คณิตศาสตร์สูงกว่ากลุ่มอ่อนในขั้นตอนที่ 2 คือขั้นวางแผนแก้ปัญหา ขั้นตอนที่ 3 คือขั้นดำเนินการตามแผน และขั้นตอนที่ 4 คือขั้นตรวจสอบวิธีการและคำตอบ สำหรับขั้นตอนที่ 1 คือ ขั้นทำความเข้าใจปัญหา ปรากฏว่า นักเรียนกลุ่มอ่อนมีคะแนนกระบวนการคิดแก้ปัญหาโจทย์คณิตศาสตร์สูงกว่ากลุ่มปานกลาง ซึ่งผู้วิจัยได้แสดงความคิดเห็นไว้ด้วยว่า “ ความเป็นจริงนักเรียนกลุ่มอ่อนควรจะมีคะแนนกระบวนการคิดแก้ปัญหาโจทย์คณิตศาสตร์ ขั้นตอนที่ 1 น้อยกว่ากลุ่มปานกลางด้วย ทั้งนี้ เนื่องจากกระบวนการคิดแก้ปัญหาในขั้นที่ 1 นั้น เป็นเพียงการศึกษาข้อมูลที่โจทย์ให้มา ใช้แต่ความรู้พื้นฐานเดิม ไม่ต้องใช้องค์ประกอบอื่นมาช่วย อีกทั้งนักเรียนกลุ่มอ่อนมักแก้ปัญหาขั้นตอนอื่น ๆ ไม่ได้ จึงมีเวลามาทำในขั้นตอนที่ 1 ได้มากกว่านักเรียนกลุ่มปานกลาง จึงทำให้นักเรียนกลุ่มอ่อนมีคะแนนกระบวนการคิดแก้ปัญหาโจทย์คณิตศาสตร์ในขั้นนี้ สูงกว่ากลุ่มปานกลาง ”

นอกจากนี้ ข้อค้นพบดังกล่าวยังสอดคล้องกับผลการวิจัยของเว็บ ( Webb, 1975 ) ที่พบว่าความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ มีความสัมพันธ์ทางบวกกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์อยู่ในระดับสูงและผลการวิจัยฮอลล์ ( Hall, 1977 ) ซึ่งพบว่า นักเรียนที่มีความสามารถในการวิเคราะห์สูงมีความสามารถในการแก้ปัญหาโจทย์คณิตศาสตร์มากกว่านักเรียนที่มีความสามารถในการวิเคราะห์ต่ำ จากที่กล่าวมานี้สรุปได้ว่า นักเรียนกลุ่มที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์สูง จะมีข้อบกพร่องน้อยกว่ากลุ่มปานกลาง และกลุ่มปานกลาง ก็จะมีข้อบกพร่องน้อยกว่ากลุ่มต่ำในทุกขั้นตอนของกระบวนการแก้ปัญหาโจทย์

คณิตศาสตร์และเป็นการสนับสนุนว่าแบบสอบที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นสามารถใช้ศึกษาข้อบกพร่องในกระบวนการแก้ปัญหาโจทย์คณิตศาสตร์ จำแนกผลของข้อบกพร่องได้สอดคล้องกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

3. จากการศึกษาข้อบกพร่องในกระบวนการแก้ปัญหาโจทย์คณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ของโรงเรียนสาธิต สังกัดทบวงมหาวิทยาลัย กรุงเทพมหานคร จำแนกตามผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์สูง ปานกลางและต่ำ พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่ที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์สูงและปานกลาง มีข้อบกพร่องในขั้นตอนที่ 2 วางแผนแก้ปัญหาเป็นอันดับ 1 และ รองลงมา มีข้อบกพร่องในขั้นตอนที่ 3 ดำเนินการตามแผนและขั้นตอนที่ 4 ตรวจสอบวิธีการและคำตอบ ทั้งนี้เนื่องมาจากในขั้นตอนที่ 2 ดังที่ได้กล่าวแล้วในการอภิปรายผลข้อ 1 ว่าเป็นขั้นตอนที่นักเรียนต้องหาความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลที่โจทย์กำหนดให้กับสิ่งที่โจทย์ถามหา โดยต้องอาศัยทั้งความรู้เดิม การคิดให้เหตุผล ทักษะในการคิดคำนวณ ความเข้าใจโจทย์ของแต่ละคน ซึ่งจากประสบการณ์การสอนของผู้วิจัย พบว่านักเรียนส่วนใหญ่ มีปัญหาในการเปลี่ยนประโยคภาษาให้เป็นประโยคสัญลักษณ์ ดังคำกล่าวของอดัมส์ เอลลิสและบีสัน ( Adams, Ellis and Beeson, 1977 ) ที่ว่า การแก้ปัญหาโจทย์คณิตศาสตร์ต้องอาศัยความสามารถในด้านสติปัญญา ได้แก่ องค์ประกอบทางปริมาณ ( quantitative factors ) และองค์ประกอบทางด้านภาษา ( verbal factors ) ความสามารถทางการอ่าน โดยเฉพาะการอ่านแบบวิเคราะห์ ( analytical reading ) ทักษะพื้นฐานของการคำนวณในเรื่อง การบวก การลบ การคูณ การหาร และตามแนวความคิดของเวสต์ ( West, 1977 ) ซึ่งให้เห็นถึงสาเหตุที่นักเรียนไม่สามารถทำข้อสอบที่เป็นโจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้ถูกต้องไว้ ดังนี้ คือนักเรียนไม่สามารถเข้าใจในข้อความที่เป็นโจทย์ปัญหา ไม่สามารถเปลี่ยนโจทย์ปัญหามาเป็นประโยคสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์และไม่สามารถคำนวณตามที่โจทย์ต้องการได้

สำหรับในขั้นตอนที่ 3 ดำเนินการตามแผน เป็นขั้นตอนที่นักเรียนต้องทำไปตามลำดับขั้นของกระบวนการแก้สมการ อสมการ และการหาค่าตัวแปรจากสัดส่วน และในขั้นตอนที่ 4 ตรวจสอบวิธีการและคำตอบ เป็นขั้นตอนที่นักเรียนต้องทำตามลำดับขั้น คือการนำจำนวนที่หาได้มาแทนค่าตัวแปร และตรวจสอบว่าสมการหรืออสมการเป็นจริงหรือไม่ จะเห็นได้ว่าถ้านักเรียนอาศัยความจำและความเข้าใจวิธีการทั้งสองขั้นตอน และอาศัยทักษะพื้นฐานในการคิดคำนวณก็สามารถที่จะทำขั้นตอนเหล่านี้ได้ จึงทำให้มีนักเรียนที่บกพร่องในขั้นตอนทั้งสองนี้เป็นอันดับ



รองลงมาจากขั้นตอนที่ 2 วางแผนแก้ปัญหา ซึ่งสอดคล้องกับอวัฏ ชุขกระเดื่อง ( 2534 ) ได้ทำการวิจัยพบว่า ความคลาดเคลื่อนในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ เรียงตามลำดับความคลาดเคลื่อนจากมากไปน้อย ดังนี้ คือความคลาดเคลื่อนในการเขียนสมการแสดงความสัมพันธ์ตามที่โจทย์กำหนด ( ชั้นวางแผนแก้ปัญหา ) ความคลาดเคลื่อนในการตอบคำตอบตามที่โจทย์ต้องการ ( ชั้นดำเนินการตามแผน ) ความคลาดเคลื่อนในการใช้ตัวแปรแทนตัวไม่ทราบค่า ( ชั้นวางแผนแก้ปัญหา ) ความคลาดเคลื่อนในการแก้สมการหาคำตอบ ( ชั้นดำเนินการตามแผน ) และความคลาดเคลื่อนในการตีความและการทำความเข้าใจโจทย์ ( ชั้นทำความเข้าใจปัญหา )

นักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ต่ำ ส่วนใหญ่มีข้อบกพร่องในขั้นตอนที่ 4 ตรวจสอบวิธีการและคำตอบ เป็นอันดับ 1 ทั้งนี้เนื่องจากนักเรียนที่เรียนอ่อน ส่วนใหญ่มีความรู้และทักษะพื้นฐานในการแก้ปัญหาโจทย์คณิตศาสตร์น้อย ซึ่งไม่สามารถทำจนถึงขั้นดำเนินการตามแผนและนำคำตอบนั้นไปทำขั้นตรวจคำตอบได้ อีกทั้งคำถามที่จะศึกษาข้อบกพร่องในขั้นตอนที่ 4 มีลำดับเป็นคำถามย่อยข้อที่ 5 ที่เป็นคำถามสุดท้าย โดยนักเรียนจะใช้เวลาในการคิดและแสดงวิธีทำขั้นอื่น ๆ ก่อนขั้นนี้เป็นเวลานาน ก็จะเขียนตอบในขั้นนี้ว่าทำไม่ได้หรือเว้นว่างไว้ และในการเรียนการสอนผู้สอนอาจไม่เน้นในขั้นตอนการตรวจสอบวิธีการและคำตอบ รวมทั้งนักเรียนเองก็อาจจะไม่ได้ให้ความสำคัญของขั้นตอนนี้ เพราะถือว่าได้คำตอบในขั้นตอนที่ 3 มาแล้ว ซึ่งสอดคล้องกับผลการวิจัยของ ยุรวัฒน์ คล้ายมงคล ( 2534 ) ที่พบว่านักเรียนจะทำครบเพียง 3 ขั้นตอน คือการทำความเข้าใจปัญหา การวางแผนแก้ปัญหา และการดำเนินการตามแผนแก้ปัญหา มีจำนวนน้อยที่ทำครบ 4 ขั้นตอน คือ มีการทบทวนคำตอบและแผนการแก้ปัญหา

เมื่อพิจารณาจากผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์สูง ปานกลาง และต่ำ มีความบกพร่องในขั้นตอนที่ 1 ทำความเข้าใจปัญหาน้อยที่สุดเหมือนกันทุกกลุ่ม ทั้งนี้อาจเนื่องจากในขั้นตอนนี้เป็นเพียงขั้นตอนที่นักเรียนอ่านโจทย์และทำความเข้าใจโจทย์แล้วพิจารณาว่าข้อมูลใดที่โจทย์กำหนดให้ จะสามารถนำไปใช้ในการคิดคำนวณได้ หรือข้อมูลใดไม่นำมาใช้ในการคิดคำนวณแต่โจทย์กำหนดให้มาและบอกได้ว่าโจทย์ต้องการให้หาสิ่งใด ซึ่งตัวอย่างประชากรเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จะมีความสามารถในการอ่านและมีความเข้าใจ ในการอ่านเป็นอย่างดี ดังที่งานวิจัยของสุพิศ ก้าวสุวรรณ ( 2535 ) อ้างถึงเพียงเจ็ด

( Piaget ) ได้วิเคราะห์กระบวนการพัฒนาของความคิดและการเรียนรู้ของเด็กว่า “ ระยะเวลาปฏิวัตินามธรรม ( Formal Operation Period ) ตรงกับช่วงอายุ 11-15 ปี ในระยะนี้ เด็กจะเริ่มคิดในรูปการตั้งสมมติฐาน และทดสอบสมมติฐาน สามารถคิดในเชิงตรรกได้ คิดในสิ่งที่เกินเลยจากการรับรู้ ” จึงทำให้นักเรียนทุกกลุ่มบกพร่องในขั้นตอนนี้น้อยที่สุดและยังสอดคล้องกับผลการวิจัยของไตรรงค์ เจนการ ( 2532 ) อรัญ ชูยกระเดื่อง ( 2534 ) และรุ่งฟ้า จันท์จารุภรณ์ ( 2538 ) มีข้อค้นพบคล้ายกันที่ว่า ในกระบวนการคิดแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ นักเรียนส่วนใหญ่อ่านโจทย์เข้าใจ รู้ว่าทำอะไร แต่คำนวณไม่ถูกหรือไม่รู้ว่าทำอะไร และพบว่านักเรียนบกพร่องหรือคลาดเคลื่อนในการตีความและการทำความเข้าใจปัญหาน้อยที่สุดเช่นกัน

### ข้อเสนอแนะ

#### 1. ข้อเสนอแนะที่เกี่ยวข้องกับผลการวิจัย

1.1 ครูควรจัดการเรียนการสอนในกระบวนการแก้ปัญหาโจทย์คณิตศาสตร์ 4 ขั้นตอน โดยเน้นทั้งวิธีการและความสำคัญของกระบวนการแก้ปัญหาโจทย์คณิตศาสตร์แต่ละขั้นตามลำดับ และจัดกิจกรรมเพื่อให้นักเรียนได้ฝึกทักษะครบทั้ง 4 ขั้นตอน จนเกิดความคล่องในการแก้ปัญหาโจทย์คณิตศาสตร์ตามกระบวนการได้ครบสมบูรณ์ทุกขั้น

1.2 ครูควรใช้แบบสอบอัตนัย ในการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ แม้ว่าจะใช้เวลามากในการทำข้อสอบและการตรวจให้คะแนน แต่ก็เกิดผลดีต่อความคงทนในการเรียน โดยนักเรียนจะได้ฝึกทักษะในการคิดคำนวณ และฝึกการใช้ภาษาในการเขียนอธิบายในการตอบ ข้อสอบอัตนัย

#### 2. ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

2.1 ควรทำวิจัยเพื่อศึกษารายละเอียดสาเหตุของข้อบกพร่องในแต่ละขั้นตอนของกระบวนการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์

2.2 ควรทำวิจัยเพื่อศึกษารายละเอียดสาเหตุของข้อบกพร่องในแต่ละขั้นตอนของกระบวนการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ จำแนกตามกลุ่มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ที่ต่างกัน โดยเฉพาะกลุ่มที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ต่ำ