



การพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบนิรนัยร่วมกับกลวิธี STAR ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

Development of Problem-Solving Ability using Deductive Teaching Method with STAR Strategy in Mathayomsuksa 5 Students

พัชรภา พลเยี่ยม¹ และกันยารัตน์ สอนสุภาพ²

Patcharada Polyiem¹ and Kanyarat Sonsupap²

ภาควิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม^{1,2}

Department of Curriculum and Instruction, Faculty of Education, MahaSarakhm University^{1,2}

Corresponding author, E-mail: patcharadalooknam@gmail.com¹, kanyarat.s@msu.ac.th²

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบนิรนัยร่วมกับกลวิธี STAR ให้ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม กลุ่มเป้าหมาย ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/2 จำนวน 24 คน โรงเรียนสตรีศึกษา ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2563 ได้มาจากการเลือกแบบเจาะจง เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ 1) แผนการจัดการเรียนรู้แบบนิรนัยร่วมกับกลวิธี STAR 2) แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา 3) แบบบันทึกหลังการสอนของครู 4) แบบสัมภาษณ์นักเรียน สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนกลุ่มเป้าหมายมีคะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาหลังจากเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบนิรนัยร่วมกับกลวิธี STAR เพิ่มขึ้น โดยในวงจรปฏิบัติการที่ 1 มีนักเรียนผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 จำนวน 12 คน คิดเป็นร้อยละ 50.00 วงจรปฏิบัติการที่ 2 มีนักเรียนผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 จำนวน 19 คน คิดเป็นร้อยละ 79.17 และวงจรปฏิบัติการที่ 3 มีนักเรียนผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 จำนวน 22 คน คิดเป็นร้อยละ 91.67

คำสำคัญ: การจัดการเรียนรู้แบบนิรนัย; กลวิธี STAR; ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา



ABSTRACT

The purpose of this study was to develop Problem-solving ability using Deductive Teaching Method integrate STAR strategy in Mathayomsuksa 5 students to pass the criterion of 70 percent of full score. The target group was 24 Mathayomsuksa 5/2 students in academic year 2020 at Strisuksa school that obtained by purposive sampling technique. The research instruments were: 1) nine lesson plans, 2) 3 the Problem-solving ability tests, 3) the teacher's note and 4) students interview. The data were analyzed by using percentage, mean and standard deviation. The results revealed that the target students who learning using deductive teaching method integrate STAR strategy improved their problem-solving ability. In the first cycle, there were 12 students who reached problem-solving ability at passed the criterion of 70 full score, 19 students in cycle 2 and 22 students in cycle 3 accordingly.

Keywords: Deductive Teaching Method, STAR strategy, Problem-solving ability



บทนำ

วิทยาศาสตร์มีบทบาทสำคัญยิ่งในสังคมโลกปัจจุบันและอนาคต เพราะเกี่ยวข้องกับชีวิตของทุกคน ดังนั้นการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์จึงจำเป็นต้องเน้นให้นักเรียนรู้จักกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ เพื่อค้นหาข้อเท็จจริง อธิบายความผิดรวบยอดหรือแนวคิดหลัก ซึ่งสอดคล้องกับหลักการ กฎ ทฤษฎี ข้อสรุปหรือสมมติฐานที่ตั้งขึ้น รวมทั้งสามารถนำมาใช้เชื่อมโยงกับการแก้ปัญหาในชีวิตประจำวัน (เตชทัต เรื่องธรรม, 2559) วิชาฟิสิกส์ถือเป็นหัวใจสำคัญของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี รวมทั้งเป็นวิชาที่ใช้ตรรกศาสตร์และคณิตศาสตร์ ซึ่งนำไปสู่การพัฒนาทางด้านเทคโนโลยีต่าง ๆ อีกด้วย (Constant, 1967) แต่นักเรียนส่วนใหญ่ยังไม่ประสบผลสำเร็จเท่าที่ควร เนื่องจากเนื้อหาวิชาฟิสิกส์ส่วนใหญ่นั้นจะเป็นการแก้โจทย์ปัญหาที่มีการแก้สมการทางคณิตศาสตร์ และต้องอาศัยความสามารถในการแปลความจากโจทย์ปัญหาไปเป็นประโยคสัญลักษณ์ กราฟความสัมพันธ์ของตัวแปร และสมการต่าง ๆ ทางฟิสิกส์ที่เกี่ยวข้อง จึงทำให้นักเรียนประสบปัญหาการวิเคราะห์โจทย์ และไม่เข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร ที่โจทย์กำหนดให้ นักเรียนจึงไม่สามารถนำกฎ ทฤษฎี หรือสมการต่าง ๆ ไปใช้แก้โจทย์ปัญหาได้อย่างถูกต้อง (Redish, 2003, อ้างถึงใน เกริก คักดีสุภาพ, 2556) หรือนักเรียนสามารถท่องจำสมการความสัมพันธ์ของตัวแปรต่าง ๆ ได้ แต่เมื่อพบเจอโจทย์ปัญหาที่แตกต่างไปจากเดิม นักเรียนยังแยกไม่ออกและไม่รู้ว่าโจทย์ปัญหาแบบไหนควรจะใช้สมการใดในการนำมาแก้ปัญหา หรือไม่สามารถวิเคราะห์โจทย์ที่ได้นั้นเอง ดังนั้นจึงเป็นอุปสรรคอย่างยิ่งในการเรียนวิชาฟิสิกส์ (ตะวัน พันธุ์ขาว, 2557)

จากการรายงานผลการสอบ 9 วิชาสามัญ พ.ศ. 2563 ของวิชาฟิสิกส์ในระดับประเทศ พบว่า จากคะแนนเต็ม 100 คะแนน คะแนนเฉลี่ยที่นักเรียนทำได้ คือ 28.82 คะแนน ซึ่งค่าเฉลี่ยที่ได้นั้นเป็นค่าเฉลี่ยคะแนนต่ำสุด และเป็นหนึ่งในสามอันดับสุดท้ายของรายวิชาที่มีการจัดการสอบ (สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ (องค์การมหาชน), 2563) แสดงให้เห็นว่าการจัดการเรียนการสอนที่ผ่านมายังคงประสบปัญหาและจากการศึกษาข้อมูล ผลการทดสอบระดับชาติขั้นพื้นฐาน (O-Net) ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนสตรีศึกษา ปีการศึกษา 2561 และ 2562 ในรายวิชาวิทยาศาสตร์ พบว่า มีคะแนนเฉลี่ยร้อยละ 32.98 และ 30.47 ตามลำดับ

(โรงเรียนสตรีศึกษา, 2562) ซึ่งสะท้อนให้เห็นว่าการจัดการเรียนการสอนในรายวิชาวิทยาศาสตร์ทั้งสองปีมีคะแนนเฉลี่ยลดลง และนอกจากนี้เมื่อผู้วิจัยได้นำแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาไปใช้ตรวจสอบกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/2 จำนวนทั้งหมด 40 คนที่กำลังศึกษาในปีการศึกษา 2563 โรงเรียนสตรีศึกษา จังหวัดร้อยเอ็ด ซึ่งประเมินผลโดยยึดตามเกณฑ์ที่โรงเรียนกำหนดไว้ในระดับดี หรือร้อยละ 70 (โรงเรียนสตรีศึกษา, 2562) เมื่อวิเคราะห์ผลคะแนน จากแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาพบว่า นักเรียนจำนวน 24 คน ที่มีคะแนนไม่ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 โดยมีคะแนนร้อยละเฉลี่ย 43.71 ซึ่งทักษะการแก้โจทย์ปัญหาเป็นทักษะที่มีความจำเป็นอย่างมากต่อการเรียนวิชาฟิสิกส์ ผู้วิจัยจึงเห็นความจำเป็นว่านักเรียนกลุ่มดังกล่าวควรที่จะได้รับการพัฒนา และจากการตรวจแบบทดสอบของนักเรียนแล้วทำให้ทราบสาเหตุ คือ นักเรียนขาดทักษะการวิเคราะห์โจทย์ปัญหาไม่สามารถตีความหมายข้อมูลในโจทย์ได้ ไม่ทราบที่โจทย์กำหนดอะไรให้ โจทย์ให้ทำอะไรเกิดความสับสนในตัวแปร ไม่รู้จะใช้สูตรใด รวมทั้งยังขาดความรู้พื้นฐานทางคณิตศาสตร์ที่จำเป็น เช่น การคูณ การหารจำนวนจริง การถอดรากที่สอง สมบัติเลขยกกำลัง และการย้ายข้างสมการ จึงทำให้ดำเนินการหาคำตอบผิดพลาดอีกทั้งยังขาดความเข้าใจในสัญลักษณ์ทางฟิสิกส์ และหน่วยทางฟิสิกส์อีกด้วย และเมื่อสัมภาษณ์ครูผู้สอนรายวิชาฟิสิกส์ได้ข้อมูลว่า นักเรียนยังขาดทักษะการแก้โจทย์ปัญหา ไม่สามารถเชื่อมโยงความรู้ที่เรียนมาใช้ในการแก้โจทย์ปัญหาได้ ส่งผลให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในภาคเรียนที่ผ่านมาไม่ดีเท่าที่ควรจากสภาพปัญหาดังกล่าวจะเห็นว่าความรู้พื้นฐานทางคณิตศาสตร์มีความสัมพันธ์กับการแก้โจทย์ปัญหา เพราะวิชาคณิตศาสตร์เป็นเสมือนเครื่องมือในการหาคำตอบของวิชาฟิสิกส์

จากการที่ผู้วิจัยได้ศึกษาการแก้โจทย์ปัญหา เป็นส่วนที่สำคัญส่วนหนึ่งของการเรียนวิชาฟิสิกส์ซึ่งจะต้องนำความรู้ ความเข้าใจในนิยาม หลักการ กฎ หรือทฤษฎีทางฟิสิกส์มาประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหา ผู้วิจัยจึงได้ค้นคว้ารูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่เหมาะสมสำหรับนำมาพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา พบว่าการจัดการเรียนรู้แบบนิรนัย (Deductive Method) คือกระบวนการที่ผู้สอนใช้ในการช่วยให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ตามวัตถุประสงค์ที่กำหนด โดยการช่วยให้ผู้เรียนมีความรู้ ความเข้าใจเกี่ยวกับทฤษฎี

หลักการ กฎ หรือข้อสรุปในเรื่องที่เรียน แล้วจึงให้ตัวอย่างการใช้ ทฤษฎี หลักการ กฎ หรือข้อสรุปนั้นหลาย ๆ ตัวอย่างข้อดีของวิธีสอน แบบนิรนัย ใช้เวลาน้อย เพราะนักเรียนสามารถนำกฎหรือสูตรที่เคย เรียนมาแล้วไปใช้ได้เลย ทำให้นักเรียนจำกฎ หรือสูตรได้แม่นยำ ช่วยฝึกให้นักเรียนเป็นคนมีเหตุผลไม่เชื่ออะไรง่าย ๆ โดยไม่มีการ ตรวจสอบหรือพิสูจน์ให้เห็นจริง (สิริพร ทิพย์คง, 2545; ทิศนา แหม่มณี, 2556) ซึ่งการจัดการเรียนรู้แบบนิรนัย สุวิทย์ มูลคำ และคณะ (2545) ได้เสนอไว้ว่ามี 5 ขั้นตอน คือ ขั้นที่ 1 ขั้นกำหนด ขอบเขตของปัญหา ขั้นที่ 2 ขั้นแสดงและอธิบายทฤษฎี หลักการ ขั้นที่ 3 ขั้นใช้ทฤษฎี หลักการขั้นที่ 4 ขั้นตรวจสอบและสรุป และขั้น ที่ 5 ขั้นฝึกปฏิบัติ ดังนั้น ผู้วิจัยจึงคาดว่า การจัดการเรียนรู้ แบบ นิรนัยจะช่วยให้นักเรียนเป็นคนมีเหตุผลไม่เชื่ออะไรง่าย ๆ โดยไม่มีการ ตรวจสอบหรือพิสูจน์ให้เห็นจริง ทำให้นักเรียนสามารถเรียนรู้ ด้วยตนเองได้ และกล้าตัดสินใจแก้ปัญหาได้ด้วยตนเอง รวมทั้งยัง จะทำให้ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาของนักเรียนมี ประสิทธิภาพมากขึ้นด้วย และผู้วิจัยเห็นว่าการจัดการเรียนรู้ แบบนิรนัยนั้น ยังมีขั้นตอนในการแก้โจทย์ปัญหาที่ยังไม่ชัดเจนนัก ผู้วิจัยจึงได้นำเทคนิคการสอนแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ โดยใช้กลวิธี การจำตัวอักษรตัวแรกของชื่อลำดับขั้นตอนการแก้โจทย์ปัญหา (First letter Mnemonic strategy) หรือกลวิธี STAR ซึ่งเป็นกลวิธี การสอนอย่างหนึ่งที่จะช่วยให้ผู้เรียนสามารถจำขั้นตอนการแก้โจทย์ปัญหา โดยใช้การจำตัวอักษรตัวแรกของชื่อลำดับขั้นมาใช้เพื่อเป็นตัวช่วย ให้ให้นักเรียนสามารถใช้กระบวนการแก้ปัญหาในการหาคำตอบได้ อย่างดียิ่งขึ้น กลวิธี STAR มีขั้นตอนการแก้ปัญหา 4 ขั้นตอน (Maccini & Hughes, 2000) ประกอบด้วย ขั้น S (Search the word problem) ศึกษาโจทย์ปัญหาขั้น T (Translate the problem) แปลงข้อมูลที่มีอยู่ในโจทย์ปัญหาไปสู่รูปภาพ ตารางหรือ สมการทางคณิตศาสตร์ ขั้น A (Answer the problem) หาคำตอบ ของโจทย์ปัญหา และขั้น R (Review the solution) ทบทวน คำตอบ ซึ่งจะทำให้ให้นักเรียนเข้าใจและสามารถจัดลำดับขั้นตอนของ กระบวนการแก้ปัญหาได้ช่วยให้นักเรียนสามารถใช้กระบวนการ แก้ปัญหาในการหาคำตอบได้ดียิ่งขึ้น ฝึกให้นักเรียนรู้จักคิด และมี ระเบียบขั้นตอนในการคิด นักเรียนจึงมีความสามารถในการแก้ โจทย์ปัญหาได้ดียิ่งขึ้น

ดังนั้น ในงานวิจัยนี้ผู้วิจัยจึงได้ศึกษาเพื่อหาแนวทางใน การพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาของนักเรียน จากหลักการและเหตุผลดังกล่าว ทำให้ผู้วิจัยมีความสนใจที่จะนำ การจัดการเรียนรู้แบบนิรนัยเข้ามาร่วมกับกลวิธี STAR โดยมี แนวคิดเริ่มจากขั้นที่ 1 ขั้นกำหนดขอบเขตของปัญหาและนำขั้น S ศึกษาโจทย์ปัญหาของกลวิธี STAR เข้ามาร่วม โดยในขั้นนี้ผู้วิจัย จะนำเข้าสู่บทเรียนด้วยการเสนอสถานการณ์ปัญหา เพื่อกระตุ้นให้ นักเรียนเกิดความสงสัย และสนใจที่จะหาคำตอบ จากนั้นนักเรียน จะต้องทำความเข้าใจในสถานการณ์ปัญหาที่ครูนำเสนอ แล้วแยกแยะองค์ประกอบต่าง ๆ ที่อยู่ในโจทย์ให้ได้ ขั้นที่ 2 ขั้นแสดงและอธิบายทฤษฎี หลักการในขั้นนี้ผู้วิจัยจะให้ผู้เรียนได้ เรียนรู้ทฤษฎี หลักการ กฎ หรือข้อสรุป ของเนื้อหาในบทเรียนให้ เข้าใจ ขั้นที่ 3 ขั้นใช้ทฤษฎี หลักการ ซึ่งนำขั้น T แปลงข้อมูลที่มีอยู่ ในโจทย์ปัญหา และขั้น A หาคำตอบของโจทย์ปัญหาของกลวิธี STAR เข้ามาร่วม โดยในขั้นนี้ผู้วิจัยให้ผู้เรียนเลือกทฤษฎี หลักการ กฎ หรือข้อสรุปที่ได้เรียนรู้มาใช้ในการแก้ปัญหาที่ผู้สอนกำหนดไว้ จากนั้นให้นักเรียนแปลงข้อมูลที่มีอยู่ในโจทย์ปัญหาให้อยู่ในรูป สัญลักษณ์ทางพีลิส และดำเนินการหาคำตอบ โดยการนำหลักการ หรือทฤษฎีต่าง ๆ ที่คิดว่าเกี่ยวข้องกับปัญหานั้นมาใช้แก้ปัญหาให้ได้ ขั้นที่ 4 ขั้นตรวจสอบและสรุปนำขั้น R ทบทวนคำตอบ ของกลวิธี STAR เข้ามาร่วม โดยในขั้นนี้นักเรียนจะต้องตรวจสอบทฤษฎี หลักการ หรือนิยามที่ใช้อย่างถูกต้อง สมเหตุสมผลหรือไม่ โดยอาจ ปรีक्षाผู้สอน หรือค้นคว้าจากแหล่งเรียนรู้ต่าง ๆ และขั้นที่ 5 ขั้นฝึกปฏิบัติในขั้นนี้ให้นักเรียนทำแบบฝึกหัด ที่ต้องหาคำตอบ ด้วยตนเอง เพื่อเป็นการฝึกทักษะการคำนวณแก้โจทย์ปัญหา

จากที่กล่าวมาข้างต้น ผู้วิจัยมีความเชื่อมั่นว่า การจัดการเรียนรู้ แบบนิรนัยร่วมกับกลวิธี STAR จะสามารถช่วยส่งเสริมให้การ จัด กิจกรรมการเรียนรู้ในห้องเรียนมีความสมบูรณ์มากยิ่งขึ้นและ เหมาะสมที่จะนำมาพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา ให้ดีขึ้นได้

วัตถุประสงค์การวิจัย

เพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบนิรนัยร่วมกับ กลวิธี STAR ให้ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม



วิธีดำเนินการวิจัย

1. กลุ่มเป้าหมาย

กลุ่มเป้าหมาย คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/2 จำนวน 24 คน โรงเรียนสตรีศึกษา อำเภอเมือง จังหวัดร้อยเอ็ด ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2563 ซึ่งได้มาจากการเลือกแบบเจาะจง โดยจากการทำแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา มีลักษณะเป็นแบบอัตนัย จำนวน 2 ข้อ โดยกลุ่มเป้าหมายเป็นนักเรียนที่มีคะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาค่าต่ำกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70

2. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

2.1 แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบนิรนัยร่วมกับกลวิธี STAR เรื่อง ไฟฟ้ากระแส จำนวน 9 แผน ใช้เวลาทั้งสิ้น 18 ชั่วโมง หาคุณภาพโดยการตรวจสอบคุณภาพด้านความเหมาะสม (บุญชม ศรีสะอาด, 2545) พบว่า มีค่าเฉลี่ยของแผนการจัดการเรียนรู้อยู่ระหว่าง 4.46 ถึง 4.53 หมายถึงระดับเหมาะสมมาก

2.2 แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา มีลักษณะเป็นแบบอัตนัย 3 ชุด หาค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับจุดประสงค์การเรียนรู้โดยใช้สูตร (IOC) (บุญชม ศรีสะอาด, 2553) พบว่า มีค่าอยู่ระหว่าง 0.8-1 ทุกข้อ

2.3 แบบสัมภาษณ์ความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบนิรนัยร่วมกับกลวิธี STAR มีลักษณะเป็นแบบกึ่งโครงสร้าง หาค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับประเด็นที่ต้องการทราบ โดยใช้สูตร (IOC) (บุญชม ศรีสะอาด, 2553) พบว่า มีค่าเท่ากับ 1 ทุกข้อ

3. การเก็บรวบรวมข้อมูล

การวิจัยนี้เป็นรูปแบบการวิจัยเชิงปฏิบัติการ (Action Research) ผู้วิจัยดำเนินการวิจัยตามแนวคิดของ (Kemmis & Mc Taggart, 1988) โดยดำเนินการทั้งสิ้น 3 วงจรปฏิบัติการ ตามขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 การวางแผน (Planning)

สำรวจปัญหาของผู้เรียนด้านความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา พร้อมทั้งวิเคราะห์สาเหตุของปัญหาที่เกิดขึ้น จากนั้นทำการศึกษาแนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง วิเคราะห์หลักสูตร ผลการเรียนรู้ที่คาดหวังของโรงเรียนสตรีศึกษา แล้วกำหนดเนื้อหาที่จะใช้ในการจัดการเรียนการสอนและดำเนินการสร้างเครื่องมือที่ใช้ใน

การวิจัย ประกอบด้วย แผนการจัดการเรียนรู้แบบนิรนัยร่วมกับกลวิธี STAR แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา และแบบสัมภาษณ์นักเรียน จากนั้นนำแผนการจัดการเรียนรู้ และเครื่องมือที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์และปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำ จากนั้นนำแผนการจัดการเรียนรู้และเครื่องมือที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 ท่าน เพื่อตรวจสอบความถูกต้องความเหมาะสมของเนื้อหา และทำการปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำต่าง ๆ ให้ถูกต้องมากยิ่งขึ้น

ขั้นที่ 2 การปฏิบัติการ (Action)

นำแผนการจัดการเรียนรู้แบบนิรนัยร่วมกับกลวิธี STAR ที่พัฒนาขึ้น ไปใช้กับนักเรียนกลุ่มเป้าหมาย โดยในวงจรปฏิบัติการที่ 1 ประกอบด้วย แผนที่ 1 เรื่อง กระแสไฟฟ้าและการเคลื่อนที่ของอิเล็กตรอน แผนที่ 2 เรื่อง กระแสไฟฟ้าในตัวนำ แผนที่ 3 เรื่อง กระแสไฟฟ้าในลวดตัวนำ วงจรปฏิบัติการที่ 2 ประกอบด้วย แผนที่ 4 เรื่อง กฎของโอห์มและความต้านทาน แผนที่ 5 เรื่อง สภาพต้านทานไฟฟ้าและสภาพนำไฟฟ้า แผนที่ 6 เรื่อง ตัวต้านทานและการต่อตัวต้านทาน และวงจรปฏิบัติการที่ 3 ประกอบด้วย แผนที่ 7 เรื่อง พลังงานในวงจรไฟฟ้ากระแสตรง แผนที่ 8 เรื่อง แบตเตอรี่และวงจรไฟฟ้ากระแสตรงเบื้องต้น แผนที่ 9 เรื่อง ตัวต้านทานและการต่อตัวต้านทาน

ขั้นที่ 3 การสังเกตการณ์ (Observation)

ผู้วิจัยทำการสังเกตพฤติกรรมการเรียนของนักเรียน และบันทึกผลการจัดการเรียนรู้ลงในแบบบันทึกท้ายแผน จากนั้นประเมินผลความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาของนักเรียนด้วยแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาหลังจากเสร็จสิ้นการเรียนการสอนในแต่ละวงจรปฏิบัติการ โดยในวงจรปฏิบัติการที่ 1 ใช้แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาชุดที่ 1 วงจรปฏิบัติการที่ 2 ใช้แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาชุดที่ 2 และวงจรปฏิบัติการที่ 3 ใช้แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาชุดที่ 3 และสัมภาษณ์นักเรียนหลังจากเสร็จสิ้นการเรียนการสอนในแต่ละวงจรปฏิบัติการ

ขั้นที่ 4 การสะท้อนผล (Reflection)

ผู้วิจัยวิเคราะห์ข้อมูลและสะท้อนผลจากการสังเกต แบบบันทึกหลังสอน แบบสัมภาษณ์ และแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา โดยนำข้อสรุปที่ได้ในแต่ละวงจรปฏิบัติการมา



ปรับปรุงแก้ไข และออกแบบการจัดการเรียนรู้ ในวงจรปฏิบัติการ ถัดไปให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น จากนั้นนำผลที่ได้ทั้ง 3 วงจร ปฏิบัติการมาสรุปเป็นไปตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้หรือไม่

4. การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูล แบ่งเป็น 2 ส่วน ดังนี้

4.1 การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณ เป็นการนำข้อมูลที่เกิดขึ้นรวบรวมจากแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ ปัญหาของนักเรียน มาวิเคราะห์ด้วยสถิติพื้นฐาน ได้แก่ ร้อยละ (%) ค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ($S.D.$) แล้วนำไปเทียบกับเกณฑ์ที่ตั้งไว้

2. การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพเป็นการนำข้อมูลที่เกิดขึ้นรวบรวมจากการสังเกต บันทึกหลังสอน และการสัมภาษณ์นักเรียน มาวิเคราะห์ และนำเสนอในรูปแบบการบรรยาย

ผลการวิจัย

วงจรปฏิบัติการที่ 1

ในวงจรปฏิบัติการที่ 1 ผู้วิจัยดำเนินการจัดกิจกรรม การเรียนรู้แบบนิรนัยร่วมกับกลวิธี STAR จำนวน 3 แผน ประกอบด้วย 1) เรื่อง กระแสไฟฟ้าและการเคลื่อนที่ของ อิเล็กตรอน 2) เรื่อง กระแสไฟฟ้าในตัวนำ 3) เรื่อง กระแสไฟฟ้า ในลวดตัวนำ และทำการเก็บรวบรวมข้อมูลความสามารถในการ แก้ไขปัญหาของนักเรียนกลุ่มเป้าหมาย โดยใช้แบบทดสอบวัด ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา ชุดที่ 1 ซึ่งมีลักษณะเป็นแบบอัตนัย จำนวน 3 ข้อ คะแนนเต็ม 42 คะแนน โดยสามารถสรุปผล จำนวนนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์และไม่ผ่านเกณฑ์คะแนนความสามารถ ในการแก้โจทย์ปัญหา ของวงจรปฏิบัติการที่ 1 ผลปรากฏดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 สรุปผลจำนวนนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์และไม่ผ่านเกณฑ์ คะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา ของวงจร ปฏิบัติการที่ 1

จำนวนนักเรียน (คน)	ผ่านเกณฑ์		ไม่ผ่านเกณฑ์	
	จำนวน	ร้อยละ	จำนวน	ร้อยละ
24	12	50.00	12	50.00

จากตารางที่ 1 พบว่า คะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ ปัญหาของนักเรียนกลุ่มเป้าหมาย 24 คน ในวงจรปฏิบัติการที่ 1 มีนักเรียนผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 จำนวน 12 คน คิดเป็นร้อยละ 50.00 และไม่ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 จำนวน 12 คน คิดเป็นร้อยละ 50.00 และเมื่อวิเคราะห์คะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา ตามขั้นตอนของกลวิธี STAR ของนักเรียนที่ไม่ผ่านเกณฑ์ ร้อยละ 70 ผลปรากฏดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ผลคะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาแต่ละ ขั้นตอนของนักเรียนที่ไม่ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ของวงจรปฏิบัติการที่ 1

จำนวน นักเรียน (12 คน)	ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา			
	ขั้นที่ 1 (S)	ขั้นที่ 2 (T)	ขั้นที่ 3 (A)	ขั้นที่ 4 (R)
	คะแนนเต็ม (2)	คะแนนเต็ม (2)	คะแนนเต็ม (8)	คะแนนเต็ม (2)
$\bar{X}$	0.86 (45.83%)	1.17 (62.50%)	3.31 (41.31%)	0.44 (27.78%)

จากตารางที่ 2 พบว่า คะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา ของนักเรียน ในขั้นที่ 1 ศึกษาโจทย์ปัญหา มีค่าเฉลี่ย 0.86 คิดเป็น ร้อยละ 45.83 ขั้นที่ 2 แปลงข้อมูลที่มีอยู่ในโจทย์ปัญหา มีค่าเฉลี่ย 1.17 คิดเป็นร้อยละ 62.50 ขั้นที่ 3 หาคำตอบมีค่าเฉลี่ย 3.31 คิดเป็น ร้อยละ 41.31 และขั้นที่ 4 ทบทวนคำตอบ มีค่าเฉลี่ย 0.44 คิดเป็น ร้อยละ 27.78

เมื่อผู้วิจัยวิเคราะห์ข้อมูลจากแบบทดสอบวัดความสามารถ ในการแก้โจทย์ปัญหา บันทึกหลังการสอน และสัมภาษณ์นักเรียน ที่มีคะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาไม่ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 พบว่า นักเรียนใช้เวลาในการทำกิจกรรมแต่ละขั้นนานเกินไป ส่งผลให้กิจกรรมบางขั้นไม่ได้ทำ เช่น การเฉลยใบงานร่วมกัน หน้าชั้นเรียน เนื่องจากเวลาหมดก่อน และนักเรียนไม่ค่อยพูดคุย แลกเปลี่ยนความคิดเห็นกัน หรือแบ่งหน้าที่กันทำงาน ทำให้บางคนก็ ไม่ได้สนใจในกิจกรรม ไม่ได้ช่วยเพื่อนทำงาน ซึ่งคนที่คิดและทำก็ จะมีเพียงไม่กี่คน จึงเป็นผลให้ขาดความเข้าใจในสถานการณ์ปัญหา และไม่เกิดกระบวนการคิด และเมื่อครูให้นักเรียนออกมานำเสนอ แนวคิดหน้าชั้นเรียน ส่วนใหญ่จะมีแต่นักเรียนคนเดียว ๆ ที่กล้า



ออกมานำเสนอในส่วนของใบงานที่ให้นักเรียนทำท้ายแผน จะเห็นได้ว่านักเรียนบางคนก็ไม่สามารถเชื่อมโยงความรู้ที่ได้เรียนมาประยุกต์ใช้แก้โจทย์ปัญหาด้วยตนเองได้ จึงทำให้นักเรียนไม่ยอมคิด และรอแต่จะลอกเพื่อน นักเรียนส่วนใหญ่ยังไม่คุ้นเคยกับกระบวนการแก้โจทย์ปัญหาตามขั้นตอนของกลวิธี STAR ซึ่งมีปัญหาในแต่ละขั้นที่แตกต่างกันออกไป โดยในขั้นศึกษาโจทย์ นักเรียนยังมีปัญหาด้านการระบุข้อมูลสำคัญในโจทย์ ขั้นแปลงข้อมูลที่มีอยู่ในโจทย์ปัญหา นักเรียนยังมีปัญหาไม่สามารถแปลงประโยคภาษาให้เป็นสัญลักษณ์ทางฟิสิกส์ได้ ขั้นการหาคำตอบ นักเรียนยังมีปัญหาด้านการเลือกสมการ การแทนค่าตัวแปร รวมถึงกระบวนการคิดคำนวณเพื่อแก้สมการหาคำตอบ และในขั้นการทบทวนคำตอบ นักเรียนยังมีปัญหาการแสดงวิธีการทบทวนคำตอบไม่ได้จึงเป็นผลให้นักเรียนมีคะแนนไม่ผ่านเกณฑ์ตามที่กำหนดไว้ ผู้วิจัยจึงได้สรุปปัญหาที่เกิดขึ้นและแนวทางในการแก้ไขปัญหาเพื่อพัฒนาการจัดการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการที่ 2 ซึ่งแสดงได้ดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ปัญหาและแนวทางแก้ไขในวงจรปฏิบัติการที่ 1

ปัญหา	แนวทางแก้ไข
1. นักเรียนใช้เวลาในการทำกิจกรรมแต่ละขั้นนานเกินไป	ครูกำหนดเวลาให้ชัดเจนว่าแต่ละขั้นของกิจกรรมใช้เวลาเท่าไร และส่งสัญญาณเตือนเมื่อใกล้จะหมดเวลา
2. นักเรียนไม่มีการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกัน หรือแบ่งหน้าที่กันทำงาน	ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มแบ่งหน้าที่กันทำงานให้ชัดเจน และคอยกำกับให้ทุกคนมีส่วนร่วมในการแสดงความคิดเห็น
3. นักเรียนไม่กล้าออกมานำเสนอหน้าชั้นเรียน	ครูคอยให้แรงกระตุ้น โดยการให้คะแนนและกล่าวคำชมเชยกับนักเรียนที่ออกมานำเสนอ
4. นักเรียนไม่สามารถเชื่อมโยงความรู้ที่ได้เรียนมาประยุกต์ใช้แก้โจทย์ปัญหาได้	ครูฝึกให้นักเรียนสังเกตและทำความเข้าใจกับสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบเพื่อเชื่อมโยงความรู้

(ต่อ)

ตารางที่ 3 (ต่อ)

ปัญหา	แนวทางแก้ไข
5. นักเรียนไม่เขียนอธิบายระบุข้อมูลที่สำคัญในโจทย์ปัญหา	ครูกำชับให้นักเรียนเขียนอธิบายและระบุข้อมูลที่สำคัญในโจทย์ปัญหา และชี้แนะว่า เพื่อจะช่วยให้สามารถจำแนกข้อมูลที่มีอยู่ในโจทย์ปัญหาได้ถี่ถ้วนว่าโจทย์กำหนดอะไร และโจทย์ต้องการให้ทำอะไร
6. นักเรียนไม่สามารถแปลงข้อมูลในโจทย์ปัญหาให้อยู่ในรูปแบบสัญลักษณ์ทางฟิสิกส์ได้ครบทั้งหมด	ครูเน้นย้ำให้นักเรียนจดจำสัญลักษณ์ทางฟิสิกส์ และความหมายของตัวแปร โดยการให้นักเรียนไฮไลท์ข้อความไว้ครบทั้งหมด
7. นักเรียนไม่สามารถแสดงวิธีการหาคำตอบได้อย่างถูกต้อง	ครูกำชับให้นักเรียนแสดงวิธีการหาคำตอบให้ละเอียด ทำเป็นขั้นตอน และให้รอบคอบเรื่องกระบวนการคำนวณทางคณิตศาสตร์ รวมถึงการระบุหน่วยของคำตอบ
8. นักเรียนไม่แสดงวิธีการทบทวนคำตอบของตนเอง	ครูยกตัวอย่างวิธีการทบทวนคำตอบจากโจทย์ปัญหาให้นักเรียนศึกษาเพิ่มเติม และชี้แนะให้นักเรียนเห็นถึงความสำคัญของการทบทวนคำตอบ เพื่อที่จะได้ว่าคำตอบที่ได้มีความถูกต้องสมเหตุสมผล ตรงตามเงื่อนไขหรือไม่ อย่างไร

วงจรปฏิบัติการที่ 2

ในวงจรปฏิบัติการที่ 2 ผู้วิจัยดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบนิรนัยร่วมกับกลวิธี STAR จำนวน 3 แผน ประกอบด้วย 1) เรื่อง กฎของโอห์มและความต้านทาน 2) เรื่อง สภาพต้านทานไฟฟ้าและสภาพนำไฟฟ้า 3) เรื่อง ตัวต้านทานและการต่อตัวต้านทาน และทำการเก็บรวบรวมข้อมูลความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาของนักเรียนกลุ่มเป้าหมาย โดยใช้แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา ชุดที่ 2 ซึ่งมีลักษณะเป็นแบบอัตนัย จำนวน 3 ข้อ คะแนนเต็ม 42 คะแนน โดยสามารถสรุปผลจำนวนนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์และไม่ผ่านเกณฑ์คะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา ของวงจรปฏิบัติการที่ 2 ผลปรากฏดังตารางที่ 4



ตารางที่ 4 สรุปผลจำนวนนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์และไม่ผ่านเกณฑ์
คะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาของวงจร
ปฏิบัติการที่ 2

จำนวนนักเรียน (คน)	ผ่านเกณฑ์		ไม่ผ่านเกณฑ์	
	จำนวน	ร้อยละ	จำนวน	ร้อยละ
12	7	58.33	5	41.67

จากตารางที่ 4 พบว่า คะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาของนักเรียนกลุ่มเป้าหมาย 12 คน ในวงจรปฏิบัติการที่ 2 มีนักเรียนผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 จำนวน 7 คน คิดเป็นร้อยละ 58.33 และไม่ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 จำนวน 5 คน คิดเป็นร้อยละ 41.67 และเมื่อวิเคราะห์คะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาตามขั้นตอนของกลวิธี STAR ของนักเรียนที่ไม่ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ผลปรากฏดังตารางที่ 5

ตารางที่ 5 ผลคะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาแต่ละขั้นตอน
ของนักเรียนที่ไม่ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ของวงจรปฏิบัติการที่ 2

จำนวน นักเรียน (5 คน)	ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา			
	ขั้นที่ 1 (S)	ขั้นที่ 2 (T)	ขั้นที่ 3 (A)	ขั้นที่ 4 (R)
	คะแนนเต็ม (2)	คะแนนเต็ม (2)	คะแนนเต็ม (8)	คะแนนเต็ม (2)
$\bar{X}$	2.00 (100%)	1.67 (80%)	3.53 (44.17%)	0.27 (13.33%)

จากตารางที่ 5 พบว่า คะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาของนักเรียน ในขั้นที่ 1 ศึกษาโจทย์ปัญหา มีค่าเฉลี่ย 2.00 คิดเป็นร้อยละ 100 ขั้นที่ 2 แปลงข้อมูลที่มีอยู่ในโจทย์ปัญหา มีค่าเฉลี่ย 1.67 คิดเป็นร้อยละ 80 ขั้นที่ 3 หาคำตอบ มีค่าเฉลี่ย 3.53 คิดเป็นร้อยละ 44.17 และขั้นที่ 4 ทบทวนคำตอบ มีค่าเฉลี่ย 0.27 คิดเป็นร้อยละ 13.33

เมื่อผู้วิจัยวิเคราะห์ข้อมูลจากแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา บันทึกหลังการสอน และสัมภาษณ์นักเรียนที่มีคะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาไม่ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 พบว่า นักเรียนบางคนไม่ค่อยให้ความสนใจและให้ความร่วมมือในการทำกิจกรรมการทดลอง รวมทั้งมีนักเรียนบางกลุ่มที่ยัง

ไม่ค่อยเข้าใจวิธีการทำการทดลองในโปรแกรม จึงทำให้ผู้วิจัยต้องเข้าไปอธิบายวิธีใช้โปรแกรมและขั้นตอนการทำการทดลองอีกรอบ และในส่วนของใบงานที่ให้นักเรียนทำท้ายแผน จะเห็นได้ว่านักเรียนสามารถแก้โจทย์ปัญหาได้อย่างเป็นขั้นตอน มีการวางแผนลำดับขั้นตอนได้ดี แต่ยังไม่ค่อยละเอียด ส่วนมากนักเรียนมักลืมแปลงหน่วยทางฟิสิกส์ก่อนที่จะนำไปแทนค่าลงสมการเพื่อคำนวณหาคำตอบ จึงทำให้คำตอบที่ได้เกิดความผิดพลาด อีกทั้งนักเรียนมักไม่แสดงวิธีตรวจสอบคำตอบที่ได้หรือขาดการทบทวนคำตอบที่ถูกต้อง จึงเป็นผลให้นักเรียนมีคะแนนไม่ผ่านเกณฑ์ตามที่กำหนดไว้ ผู้วิจัยจึงได้สรุปปัญหาที่เกิดขึ้นและแนวทางในการแก้ไข้ปัญหาเพื่อพัฒนาการจัดการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการที่ 3 ซึ่งแสดงได้ดังตารางที่ 6

ตารางที่ 6 ปัญหาและแนวทางแก้ไขในวงจรปฏิบัติการที่ 2

ปัญหา	แนวทางแก้ไข
1. นักเรียนไม่เข้าใจวิธีใช้โปรแกรมการทดลอง และขั้นตอนการทำการทดลอง	ครูอธิบายวิธีใช้โปรแกรม และสาธิตขั้นตอนการทำการทดลองให้นักเรียนดูผ่านโปรแกรมเตอร์อย่างช้า ๆ เพื่อให้ นักเรียนตามทัน
2. นักเรียนไม่เขียนหน่วยและไม่แปลงหน่วยทางฟิสิกส์ จึงทำให้ไม่สามารถแปลงข้อมูลที่มียู่ในโจทย์เป็นสัญลักษณ์ทางฟิสิกส์ได้ถูกต้องทั้งหมด	ครูกำกับให้นักเรียนเขียนหน่วย และตรวจสอบหน่วยทางฟิสิกส์ให้ถูกต้องก่อนที่จะแปลงข้อมูลให้เป็นสัญลักษณ์ทางฟิสิกส์
3. นักเรียนไม่สามารถแทนค่าตัวแปรลงในสมการได้ถูกต้องทั้งหมด จึงหาคำนวณหาคำตอบของโจทย์ปัญหาได้ผิดพลาด	ครูเน้นย้ำความหมายของตัวแปรแต่ละตัวให้กับนักเรียน โดยการเขียนลงบนกระดานและฉายให้นักเรียนดูผ่านโปรแกรมเตอร์ รวมทั้งให้โจทย์ปัญหาที่เกี่ยวข้องเพิ่มเติมเพื่อให้นักเรียนไปฝึกทำ



ตารางที่ 6 (ต่อ)

ปัญหา	แนวทางแก้ไข
4. นักเรียนทบทวนคำตอบได้แต่ไม่ระบุสรุปเหตุผล	ครูกำชับให้นักเรียนเขียนทบทวนคำตอบของตนเองให้สมบูรณ์เพื่อเป็นการลดความผิดพลาดของคำตอบที่ได้

วงจรปฏิบัติการที่ 3

ในวงจรปฏิบัติการที่ 3 ผู้วิจัยดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบนิรนัยร่วมกับกลวิธี STAR จำนวน 3 แผน ประกอบด้วย 1) เรื่อง พลังงานในวงจรไฟฟ้ากระแสตรง 2) เรื่อง แบตเตอรี่และวงจรไฟฟ้ากระแสตรงเบื้องต้น 3) เรื่อง พลังงานไฟฟ้าจากพลังงานทดแทน และทำการเก็บรวบรวมข้อมูลความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาของนักเรียนกลุ่มเป้าหมายโดยใช้แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา ชุดที่ 3 ซึ่งมีลักษณะเป็นแบบอัตนัย จำนวน 3 ข้อ คะแนนเต็ม 42 คะแนน โดยสามารถสรุปผลจำนวนนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์และไม่ผ่านเกณฑ์คะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา ของวงจรปฏิบัติการที่ 3 ผลปรากฏดังตารางที่ 7

ตารางที่ 7 สรุปผลจำนวนนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์และไม่ผ่านเกณฑ์คะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา ของวงจรปฏิบัติการที่ 3

จำนวนนักเรียน (คน)	ผ่านเกณฑ์		ไม่ผ่านเกณฑ์	
	จำนวน	ร้อยละ	จำนวน	ร้อยละ
5	3	60	2	40

จากตารางที่ 7 พบว่า คะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาของนักเรียนกลุ่มเป้าหมาย 5 คน ในวงจรปฏิบัติการที่ 3 มีนักเรียนผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 จำนวน 3 คน คิดเป็นร้อยละ 60 และไม่ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 จำนวน 2 คน คิดเป็นร้อยละ 40 และเมื่อวิเคราะห์คะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาตามขั้นตอนของกลวิธี STAR ของนักเรียนที่ไม่ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ผลปรากฏดังตารางที่ 8

ตารางที่ 8 ผลคะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาแต่ละขั้นตอนของนักเรียนที่ไม่ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ของวงจรปฏิบัติการที่ 3

จำนวนนักเรียน (2 คน)	ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา			
	ขั้นที่ 1 (S)	ขั้นที่ 2 (T)	ขั้นที่ 3 (A)	ขั้นที่ 4 (R)
	คะแนนเต็ม (2)	คะแนนเต็ม (2)	คะแนนเต็ม (8)	คะแนนเต็ม (2)
$\bar{X}$	2.00 (100%)	2.00 (100%)	3.67 (45.83%)	0.50 (41.67%)

จากตารางที่ 8 พบว่า คะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาของนักเรียน ในขั้นที่ 1 ศึกษาโจทย์ปัญหา มีค่าเฉลี่ย 2.00 คิดเป็นร้อยละ 100 ขั้นที่ 2 แปลงข้อมูลที่มีอยู่ในโจทย์ปัญหา มีค่าเฉลี่ย 2.00 คิดเป็นร้อยละ 100 ขั้นที่ 3 หาคำตอบ มีค่าเฉลี่ย 3.67 คิดเป็นร้อยละ 45.83 และขั้นที่ 4 ทบทวนคำตอบ มีค่าเฉลี่ย 0.50 คิดเป็นร้อยละ 41.67

เมื่อผู้วิจัยวิเคราะห์ข้อมูลจากแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา บันทึกหลังการสอน และสัมภาษณ์นักเรียนที่มีคะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาไม่ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 พบว่านักเรียนยังเกิดความรู้สึกสับสนกับสมการที่เลือกใช้เพื่อนำมาค้นหาคำตอบในโจทย์ปัญหา และเมื่อแทนค่าตัวแปรลงในสมการเสร็จแล้ว นักเรียนก็จะดำเนินการแก้สมการเพื่อหาคำตอบได้ แต่คำตอบที่ได้นั้นถูกต้องเพียงบางส่วน จึงเป็นผลให้ไม่สามารถแสดงวิธีการทบทวนคำตอบที่ถูกต้องสมบูรณ์ได้ทำให้คะแนนของนักเรียนไม่ผ่านเกณฑ์ตามที่กำหนดไว้ผู้วิจัยจึงได้สรุปปัญหาที่เกิดขึ้นและแนวทางในการแก้ไขปัญหามาเพื่อพัฒนาการจัดการเรียนรู้ในครั้งต่อไป ซึ่งแสดงได้ดังตารางที่ 9



ตารางที่ 9 ปัญหาและแนวทางแก้ไขในวงจรปฏิบัติการที่ 3

ปัญหา	แนวทางแก้ไข
1. นักเรียนสับสนกับ สมการที่เลือกใช้เพื่อ นำมาหาคำตอบ ในโจทย์ปัญหา	ครูและนักเรียนสรุปเนื้อหาพร้อมกัน และเน้นย้ำให้นักเรียนดูข้อสังเกต ในแต่ละสมการที่ใช้ในการแก้โจทย์ ปัญหา โดยการให้ไฮไลท์ข้อมูล ที่สำคัญไว้
2. นักเรียนไม่สามารถ แสดงวิธีการทบทวน คำตอบได้ถูกต้อง สมบูรณ์	ครูยกตัวอย่างโจทย์ปัญหาที่มีความ ซับซ้อน และมีความใกล้เคียงกับ ในแบบทดสอบ จากนั้นอธิบาย แสดงวิธีการทบทวนคำตอบ ให้นักเรียนศึกษาอีกครั้ง

จากการวิเคราะห์ผลการพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา
ทั้ง 3 วงจรปฏิบัติการ พบว่า การจัดการเรียนรู้ แบบนิรนัยร่วมกับ
กลวิธี STAR สามารถช่วยพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์
ปัญหาของนักเรียนให้ดีขึ้นได้ ซึ่งเห็นได้จากคะแนนความสามารถ
ในการแก้โจทย์ปัญหาของนักเรียนกลุ่มเป้าหมายในแต่ละวงจร
ปฏิบัติการมีแนวโน้มดีขึ้นทุกวงจร

สรุปและอภิปรายผลการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้
โจทย์ปัญหาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้การจัดการเรียนรู้
แบบนิรนัยร่วมกับกลวิธี STAR ให้ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม
ซึ่งหลังจากจัดกิจกรรมการเรียนรู้เสร็จสิ้นทั้ง 3 วงจรปฏิบัติการ
พบว่า นักเรียนกลุ่มเป้าหมายมีคะแนนผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70
จำนวน 22 คน คิดเป็นร้อยละ 91.67 ของนักเรียนกลุ่มเป้าหมาย
ทั้งหมด และไม่ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 จำนวน 2 คน คิดเป็นร้อยละ 8.33
ของนักเรียนกลุ่มเป้าหมายทั้งหมด เมื่อพิจารณาในแต่ละวงจร
ปฏิบัติการ พบว่าในวงจรปฏิบัติการที่ 1 นักเรียนมีคะแนน
ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาเฉลี่ยเท่ากับ 24.63 คะแนน คิด
เป็นร้อยละ 58.63 ของคะแนนทั้งหมด โดยมีนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์
ร้อยละ 70 จำนวน 12 คน ที่เป็นเช่นนี้เพราะกิจกรรมการเรียนรู้ที่
จัดขึ้นมีใบกิจกรรมให้นักเรียนได้ฝึกกระบวนการคิดวิเคราะห์
ปัญหา และแก้ปัญหาร่วมกันเป็นกลุ่ม โดยฝึกให้นักเรียนนำความรู้

จากทฤษฎี หลักการ ที่ได้เรียนมาไปประยุกต์ใช้แก้ปัญหาใน
สถานการณ์ที่ครูผู้สอนกำหนด ซึ่งหากคำตอบผิดหรือมีข้อผิดพลาด
นักเรียนสามารถย้อนกลับไปพิจารณาวิธีการแก้ปัญหากลุ่ม
ตนเองได้ และมีแบบฝึกหัดให้นักเรียนฝึกแก้โจทย์ปัญหา
เป็นรายบุคคลอีกทั้งกิจกรรมการเรียนรู้แบบนิรนัยร่วมกับ STAR
มีการเน้นให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ทฤษฎีหลักการ ในเนื้อหาของ
บทเรียนด้วยความเข้าใจ และฝึกให้นำทฤษฎี หลักการดังกล่าวมา
ใช้แก้ปัญหา หรือสถานการณ์โจทย์ปัญหาต่าง ๆ (ทิศนา ชวนมณี, 2562)
โดยครูผู้สอนให้นักเรียนฝึกแก้โจทย์และแก้โจทย์ปัญหาตามขั้นตอน
ของกลวิธี STAR จึงช่วยให้นักเรียนระลึกลำดับขั้นตอนในการ
แก้โจทย์ปัญหาได้ (Maccini and Ruhl, 2000) สำหรับนักเรียน
ที่ไม่ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 จำนวน 2 คน อาจเป็นผลเนื่องมาจาก
นักเรียนอ่านโจทย์ปัญหายังไม่เข้าใจ จึงไม่สามารถวิเคราะห์โจทย์
และตีความในโจทย์ปัญหาได้ ทำให้ไม่เข้าใจความสัมพันธ์ระหว่าง
ตัวแปรที่โจทย์กำหนดให้และตัวแปรที่โจทย์ต้องการทราบ เป็นผลให้
ไม่สามารถหาทฤษฎี และสมการต่าง ๆ ทางฟิสิกส์ไปใช้แก้โจทย์ปัญหา
ได้อย่างถูกต้อง อีกทั้งยังขาดความรู้พื้นฐานทางด้านคณิตศาสตร์
ที่จำเป็น จึงส่งผลให้แก้โจทย์ปัญหาไม่ประสบผลสำเร็จ ซึ่ง
สุร กาญจนมูร (2533) กล่าวว่า การที่นักเรียนจะแก้โจทย์ปัญหา
ได้จะต้องใช้องค์ประกอบหลายอย่าง เช่น องค์ประกอบเกี่ยวกับภาษา
องค์ประกอบเกี่ยวกับความเข้าใจ องค์ประกอบเกี่ยวกับทักษะ
การคิดคำนวณ องค์ประกอบเกี่ยวกับการย่อความและสรุปความ
และองค์ประกอบในการฝึกทักษะการแก้โจทย์ปัญหาเมื่อวิเคราะห์
ปัญหาที่พบในกระบวนการแก้โจทย์ปัญหาตามขั้นตอนของกลวิธี
STAR พบว่า ชั้นที่มีปัญหามากที่สุด คือ ชั้นที่ 4 ทบทวนคำตอบ
เนื่องจากนักเรียนแสดงวิธีการตรวจสอบคำตอบที่แล้วยังไม่สมบูรณ์
หรือไม่มีการตรวจสอบคำตอบ ทั้งนี้อาจเป็นผลมาจากการที่
นักเรียนยังไม่เข้าใจวิธีการตรวจสอบคำตอบ จึงไม่มีความมั่นใจและ
ไม่กล้าที่จะตรวจสอบคำตอบของตนเอง ชั้นที่มีปัญหาเป็นอันดับสอง
คือ ชั้นที่ 3 หาคำตอบ เนื่องจากนักเรียนเลือกใช้สมการได้ไม่
เหมาะสมกับลักษณะของโจทย์ปัญหา จึงทำให้แทนค่าตัวแปรลงใน
สมการได้ผิดพลาด ส่งผลให้แก้สมการเพื่อหาคำตอบได้ไม่ถูกต้อง
ทั้งนี้อาจเป็นเพราะว่านักเรียนยังไม่เข้าใจเนื้อหาในบทเรียน ทำให้
เกิดความสับสนเมื่อต้องเลือกสมการเพื่อนำมาใช้ในการแก้โจทย์
ปัญหา อีกทั้งยังขาดทักษะด้านการคิดคำนวณ ชั้นที่มีปัญหาเป็น



อันดับสาม คือ ชั้นที่ 1 ศึกษาโจทย์ปัญหา เนื่องจากนักเรียนระบุข้อมูลสำคัญที่มีอยู่ในโจทย์ปัญหาได้ไม่ครบถ้วน หรือไม่ระบุข้อมูลซึ่งอาจเป็นผลเนื่องมาจากข้อมูลในโจทย์มีรายละเอียดเยอะเกินไป จึงทำให้นักเรียนไม่อยากเขียน และชั้นที่มีปัญหาน้อยที่สุด คือ ชั้นที่ 2 แปลงข้อมูลที่มีอยู่ในโจทย์ปัญหา เนื่องจากนักเรียนสามารถแปลงข้อมูลที่มีอยู่ในโจทย์ปัญหาให้อยู่ในรูปสัญลักษณ์ทางฟิสิกส์ได้ แต่ยังไม่ครบถ้วน ซึ่งปัญหาดังกล่าวอาจมีสาเหตุมาจากการที่นักเรียนไม่สามารถแปลความหมายของคำที่มีอยู่ในโจทย์ปัญหาและนำไปสู่สัญลักษณ์ทางฟิสิกส์ได้ จึงเป็นผลให้นักเรียนมีคะแนนไม่ผ่านเกณฑ์ตามที่กำหนดไว้

วงจรปฏิบัติการที่ 2 นักเรียนมีคะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาเฉลี่ยเท่ากับ 31.21 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 74.31 ของคะแนนเต็ม โดยมีนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 จำนวน 19 คน ที่เป็นเช่นนั้นอาจมีผลเนื่องมาจากครูผู้สอนมีการปรับปรุงกิจกรรมการเรียนรู้โดยอธิบายขั้นตอนการทำกิจกรรมต่าง ๆ ให้ชัดเจนขึ้น เพื่อให้นักเรียนทราบถึงบทบาทหน้าที่ของตนเองในการทำกิจกรรม มีการปรับสถานการณ์ปัญหาในใบกิจกรรมให้มีความใกล้เคียงกับชีวิตประจำวันของนักเรียนมากยิ่งขึ้น เพื่อให้ให้นักเรียนเกิดความเข้าใจในปัญหาได้อย่างชัดเจน และมองเห็นแนวทางในการแก้ปัญหา รวมทั้งมีการนำสื่อสถานการณ์จำลองทางฟิสิกส์เข้ามาช่วยให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติ ศึกษาค้นคว้า เพื่อพิสูจน์หลักการทฤษฎี ที่ผู้สอนค้นพบ ทำให้นักเรียนมีความรู้ความเข้าใจในบทเรียนมากยิ่งขึ้น นอกจากนั้นยังมีการเสริมแรง โดยครูวางเงื่อนไขให้คะแนนพิเศษสำหรับคนที่ออกมานำเสนอหน้าชั้นเรียน เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนกล้าคิดกล้าแสดงออก ซึ่งสอดคล้องกับทฤษฎีของ Skinner ที่ Hergenhahn and Olson (1993) กล่าวว่า ในการเรียนการสอนการให้การเสริมแรงหลังการตอบสนองที่เหมาะสมของผู้เรียนจะช่วยเพิ่มอัตราการตอบสนองที่เหมาะสมนั้นได้และมีการกำกับให้นักเรียนเห็นความสำคัญของขั้นตอนการแก้โจทย์ปัญหาทุกขั้นตอน เพื่อช่วยเน้นย้ำให้นักเรียนสามารถควบคุมและตรวจสอบกระบวนการแก้โจทย์ปัญหาของตนเอง ซึ่งสอดคล้องกับเมตาคอกนิชัน ที่พิมพันธ์ เดชคุปต์ (2544) กล่าวว่า การที่บุคคลสามารถกำกับความคิด และประเมินความคิดของตนเองได้ในการทำกิจกรรมต่าง ๆ ใช้ความรู้นั้นในการควบคุมหรือปรับการกระทำของตนเอง ซึ่งครอบคลุมในด้านการวางแผน ตรวจสอบ

ความก้าวหน้าและประเมินผลได้สำหรับนักเรียนที่ไม่ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 จำนวน 5 คน อาจเป็นผลเนื่องมาจากนักเรียนไม่แปลงค่าของข้อมูลให้อยู่ในรูปหน่วยฐานก่อนที่จะนำมาคำนวณ ส่งผลให้คำตอบที่ได้เกิดความผิดพลาด อีกทั้งยังเกิดความสับสนกับความหมายของตัวแปร ทำให้แทนค่าตัวแปรลงในสมการได้ผิดพลาด เป็นผลให้แก้สมการคำตอบของโจทย์ปัญหาได้ไม่ถูกต้อง เมื่อวิเคราะห์กระบวนการแก้โจทย์ปัญหาตามขั้นตอนของกลวิธี STAR พบว่า ในแต่ละขั้นตอนมีปัญหาลดลง ซึ่งนักเรียนส่วนใหญ่ยังมีปัญหาในชั้นที่ 2, 3 และ 4 โดยชั้นที่มีปัญหามากที่สุด คือ ชั้นที่ 4 ทบทวนคำตอบ เนื่องจากนักเรียนมีการแสดงวิธีการตรวจสอบคำตอบ แต่ยังไม่ถูกต้อง และแสดงวิธีการตรวจสอบคำตอบที่ได้ แต่ยังไม่สมบูรณ์ ซึ่งอาจเป็นผลมาจากนักเรียนขาดความรอบคอบ และขาดการระมัดระวังในการตรวจสอบคำตอบของตนเอง ชั้นที่มีปัญหามากเป็นอันดับสอง คือ ชั้นที่ 3 หาคำตอบ เนื่องจากนักเรียนแทนค่าตัวแปรลงในสมการได้ผิดพลาด จึงส่งผลให้คำตอบที่ได้ไม่ถูกต้อง ทั้งนี้อาจเป็นเพราะนักเรียนขาดความเข้าใจในความหมายของตัวแปร หรือขาดความรอบคอบในการแทนค่าตัวแปร จึงทำให้แทนค่าตัวแปรลงในสมการที่ตนเองเลือกใช้ได้ไม่ถูกต้อง ชั้นที่มีปัญหาน้อยที่สุด คือ ชั้นที่ 2 แปลงข้อมูลที่มีอยู่ในโจทย์ปัญหา เนื่องจากนักเรียนไม่แปลงหน่วยของข้อมูลสำคัญที่มีอยู่ในโจทย์ปัญหาให้อยู่ในรูปหน่วยฐานทางฟิสิกส์ ทำให้ในกระบวนการแก้โจทย์ปัญหาขั้นตอนไปเกิดความผิดพลาด ซึ่งสาเหตุดังกล่าวอาจเป็นเพราะนักเรียนไม่เขียนหน่วยกำกับข้อมูลไว้ ทำให้ลืมแปลงหน่วยก่อนที่จะนำตัวแปรไปแทนค่าลงในสมการ จึงเป็นผลให้นักเรียนมีคะแนนไม่ผ่านเกณฑ์ตามที่กำหนดไว้

วงจรปฏิบัติการที่ 3 นักเรียนมีคะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาเฉลี่ยเท่ากับ 37.33 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 88.89 ของคะแนนเต็ม โดยมีนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 จำนวน 22 คน ซึ่งจะเห็นได้ว่าภาพรวมนักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาที่สูงขึ้นอย่างชัดเจน ที่เป็นเช่นนั้นอาจมีผลเนื่องมาจากการปรับกิจกรรมการเรียนรู้โดยครูผู้สอนมีการเน้นย้ำให้นักเรียนเห็นความสำคัญของกระบวนการแก้โจทย์ปัญหาทุกขั้นตอนมากยิ่งขึ้น ทำให้นักเรียนคิดทบทวน ได้ตรงตรงในกระบวนการคิดของตนเอง มีการวางแผน และเลือกใช้ทฤษฎีหลักการ หรือสมการต่าง ๆ ที่มีความเหมาะสม เพื่อที่จะนำมา

ใช้แก้โจทย์ปัญหา และสามารถตรวจสอบวิธีในการหาคำตอบได้อย่างถูกต้อง ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของวูล์ฟโพล์ที่จริง ชำพงค์ (2542) กล่าวว่า การตระหนักรู้ (Awareness) เป็นการตระหนักให้รู้ในตัวเองว่าจะต้องใช้กลวิธี และแหล่งข้อมูลอะไรบ้างที่จำเป็นต่อการทำงานให้มีประสิทธิภาพ และจะต้องทำอะไร ซึ่งจะเป็นเรื่องที่บุคคลรู้ในสิ่งที่ตนเองคิดและครูยังมีแบบฝึกหัดเสริมให้นักเรียนฝึกทำด้วยตนเองที่บ้าน เพื่อช่วยให้นักเรียนมีทักษะในการแก้โจทย์ปัญหาที่ถูกต้อง และแม่นยำขึ้น อีกทั้งอาจเกิดจากการที่นักเรียนได้รับการฝึกแก้โจทย์ปัญหาและแก้โจทย์ปัญหาอย่างสม่ำเสมอเป็นผลให้นักเรียนแก้โจทย์ปัญหาได้อย่างเป็นระบบ และมีลำดับขั้นตอนที่ถูกต้อง สำหรับนักเรียนที่ไม่ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 จำนวน 2 คน อาจเป็นผลมาจากนักเรียนขาดความกระตือรือร้น ขาดแรงจูงใจในการเรียน ขาดการฝึกแก้โจทย์ปัญหาและทบทวนบทเรียนตามที่ครูมอบหมาย ทำให้ไม่สามารถแก้โจทย์ปัญหาได้อย่างคล่องแคล่ว เมื่อวิเคราะห์กระบวนการแก้โจทย์ปัญหาตามขั้นตอนของกลวิธี STAR พบว่า ในแต่ละขั้นตอนมีปัญหาลดลงอย่างเห็นได้ชัด ซึ่งขั้นตอนที่ยังมีปัญหา คือ ขั้นที่ 3 หาคำตอบของโจทย์ปัญหา เนื่องจากลักษณะโจทย์เป็นการหาคำตอบสองตัวแปร ทำให้นักเรียนไม่สามารถหาคำตอบได้ครบถ้วน ทั้งนี้อาจเป็นเพราะนักเรียนไม่คุ้นเคยกับโจทย์ลักษณะนี้มาก่อน และขั้นที่ 4 ทบทวนคำตอบ เป็นขั้นที่มีปัญหามากที่สุด เนื่องจากนักเรียนยังมีพฤติกรรมเช่นเดิม คือ สามารถแสดงวิธีการตรวจสอบคำตอบได้ แต่ยังไม่สมบูรณ์ จึงเป็นผลให้นักเรียนมีคะแนนไม่ผ่านเกณฑ์ตามที่กำหนดไว้ แต่เมื่อพิจารณาคะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาของนักเรียน 2 คน ทั้ง 3 วงจรปฏิบัติการ พบว่า นักเรียนคนที่ 1 มีคะแนนเป็นร้อยละเท่ากับ 28.57, 47.62 และ 69.05 ตามลำดับ และนักเรียนคนที่ 2 มีคะแนนเป็นร้อยละเท่ากับ 33.33, 38.10 และ 57.14 ตามลำดับ ซึ่งจากคะแนนดังกล่าวจะเห็นได้ว่า นักเรียนมีพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาที่ดีขึ้น

จากผลการวิจัยจะเห็นได้ว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบนิรนัยร่วมกับกลวิธี STAR เป็นกิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้นักเรียนสามารถแก้โจทย์ปัญหาได้ดีขึ้น สอดคล้องกับงานวิจัยของ ปาจารย์ ยะดา (2552) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง “การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว” โดยการใช้กลวิธี STAR ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 พบว่า

นักเรียนมีการพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทั้ง 4 ด้าน คือ ด้านการศึกษาโจทย์ปัญหา ด้านการแปลงข้อมูลที่มีอยู่ในโจทย์ปัญหาไปสู่สมการทางคณิตศาสตร์ ด้านการหาคำตอบของโจทย์ปัญหา และด้านการทบทวนคำตอบ อยู่ในเกณฑ์ที่ดี นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์หลังการเรียนสูงกว่าก่อนเรียน และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ 60% อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และสอดคล้องกับงานวิจัยของ รัตนพร บุรณะพล (2564) ได้ศึกษาการพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ โดยใช้กระบวนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับกลวิธี STAR ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 พบว่า นักเรียนมีคะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม ในวงจรปฏิบัติการที่ 1 มีจำนวน 13 คน คิดเป็นร้อยละ 44.83 วงจรปฏิบัติการที่ 2 มีจำนวน 24 คน คิดเป็นร้อยละ 82.76 และวงจรปฏิบัติการที่ 3 มีจำนวน 27 คน คิดเป็นร้อยละ 93.10

ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะเพื่อนำผลการวิจัยไปใช้

1.1 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบนิรนัยร่วมกับกลวิธี STAR ครูผู้สอนควรอธิบายขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ และอธิบายกระบวนการแก้โจทย์ปัญหาให้ชัดเจน พร้อมทั้งยกตัวอย่างโจทย์ปัญหา เพื่อให้นักเรียนมีความเข้าใจที่ถูกต้อง

1.2 ควรมีการนำสื่อที่หลากหลายมาใช้กับนักเรียน เพื่อให้นักเรียนเกิดความเข้าใจในเนื้อหาบทเรียนที่เป็นนามธรรมให้อยู่ในรูปที่เป็นรูปธรรมมากยิ่งขึ้น

1.3 ในแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาควรที่จะให้รายละเอียดของข้อมูลมาให้ครบทั้งหมดเพื่อป้องกันความผิดพลาดในการใช้สมการเพื่อดำเนินการแก้โจทย์ปัญหา

1.4 ควรมีการประเมินความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาที่หลากหลาย

2. ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

2.1 ควรจะหาวิธีการที่หลากหลายมาใช้ในการปรับปรุงการเรียนการสอนในแต่ละวงจรรอบ เพื่อให้การเรียนรู้เกิดประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น



2.2 ควรจะพัฒนาการแก้โจทย์ปัญหาตามขั้นตอนของ กลวิธี STAR โดยเฉพาะขั้นตอนคำตอบ และขั้นตอนทวนคำตอบ ด้วยการจัดการเรียนรู้ร่วมกับเทคนิคต่าง ๆ ที่จะมาช่วยส่งเสริมความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาให้ดียิ่งขึ้น

เอกสารอ้างอิง

- เกริก คักดีสุภาพ. (2556). *การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอน ที่เน้นความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาวิชาฟิสิกส์ (PECA) ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย.* วิทยานิพนธ์ปริญญาดุษฎีบัณฑิต มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- จรุง ขำพงศ์. (2542). *ผลของการใช้กลวิธีเมตาคอกนิชันที่มีต่อ ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2. (วิทยานิพนธ์ ค.ด.).* กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ตะวัน พันธุ์ขาว. (2557). *การพัฒนาหลักสูตรเสริมทักษะการเรียนรู้ วิชาฟิสิกส์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบัณฑิต).* อุบลราชธานี: มหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี.
- เดชทัต เรืองธรรม. (2559). SHW การเขียนทางวิทยาศาสตร์. *นิตยสาร สสวท*, 45(203), 7-13.
- บุญชม ศรีสะอาด. (2545). *การวิจัยเบื้องต้น (พิมพ์ครั้งที่ 7).* กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.
- บุญชม ศรีสะอาด. (2553). *การวิจัยเบื้องต้น (พิมพ์ครั้งที่ 9).* กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.
- ปาจริย์ ยอดดำ. (2552). *การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชา คณิตศาสตร์ เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้น ตัวแปรเดียว โดยใช้กลวิธี STAR ของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2. (วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตร์ มหาบัณฑิต สาขาคณิตศาสตร์ศึกษา).* กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- พิมพ์พันธ์ เฉชะคุปต์. (2544). *เมตาคอกนิชัน (Metacognition) ในวิทยาการด้านการคิด.* กรุงเทพฯ: เดอะ มาสเตอร์กรุ๊ป แมเนจเม้นท์ จำกัด.

- รัตน์พร บุรณะพล. (2564). *การพัฒนาความสามารถในการแก้ โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ โดยใช้กระบวนการจัดการเรียนรู้ แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับกลวิธี STAR ของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5. วารสารครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม*, 15(1), 2021.
- โรงเรียนสตรีศึกษา. (2562). *รายงานผลการทดสอบระดับชาติ ขั้นพื้นฐาน (O-NET).* ร้อยเอ็ด.
- โรงเรียนสตรีศึกษา. (2562). *หลักสูตรสถานศึกษา. ร้อยเอ็ด: โรงเรียนสตรีศึกษาร้อยเอ็ด.*
- สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ (องค์การมหาชน). (2563). *ค่าสถิติพื้นฐานผลคะแนนการสอบ วิชาสามัญ 9 วิชา ปี การศึกษา 2563 จำแนกตามวิชา. สืบค้นจาก* <https://www.niets.or.th/th/catalog/view/247>
- สิริพร ทิพย์คง. (2545). *หลักสูตรและการสอนคณิตศาสตร์.* กรุงเทพฯ: พัฒนาคุณภาพวิชาการ (พว.).
- สุวร กาญจนเมธ. (2533). *เทคนิคการสอนคณิตศาสตร์ระดับ ประถมศึกษา เล่ม 3. กรุงเทพฯ: ไทยวัฒนาพานิช.*
- สุวิทย์ มูลคำ และอรทัย มูลคำ. (2545). *21 วิธีจัดการเรียนรู้ เพื่อพัฒนากระบวนการคิด (พิมพ์ครั้งที่ 3).* กรุงเทพฯ: ภาพพิมพ์.
- Constant, F.W. (1967). *Fundamental Principle of Physics.* Massachusetts: Addison Wesley Publishing Company.
- Herganhahn, B.R. and and Olson, M. (1993). *An introduction to theories of learning 4th ed.* United States: Prentice Hall.
- Kemmis, S & Mc Taggart, R. (1988). *The Action Research Planer.* 3rd ed. Victoria: Deakib University.45.
- Maccini, P. and K. L. Ruhl. (2000). *Effects of a graduated instructional sequence on the algebraic subtraction of integers by secondary students with learning disabilities.* Education and Treatment of Children, 23(4), 465-489.
- Maccini, P., & Hughes, C. A. (2000). *Effects of a problem-solving strategy on the introductory.*