

การจัดการเรียนรู้ เรื่อง ปฏิสัมพันธ์ในระบบสุริยะและเทคโนโลยีอวกาศ  
โดยใช้รูปแบบ MACRO Model เพื่อส่งเสริมการคิดอย่างมีวิจารณญาณ  
ในนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนขยายโอกาสแห่งหนึ่ง  
Learning Management of the Content Entitled Interactions in the Solar System  
and Space Technology Using MACRO Model for Promoting Critical Thinking in  
Grade 9 Students, an Educational Opportunity Expansion School

พานุชนารถ ชัยวงศ์\* และ สุรียา ชาปุ  
Panuchanart Chaiwong\* and Suriya Chapoo

สาขาวิทยาศาสตร์ศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

Science Education, Faculty of Education, Naresuan University

\*Corresponding author, E-mail: [Panuchanart01@gmail.com](mailto:Panuchanart01@gmail.com), โทร. 083-1522359

วันที่ส่งบทความ 8 พฤษภาคม 2566 วันที่แก้ไขครั้งสุดท้าย 29 พฤษภาคม 2566

วันที่ตอบรับบทความ 2 มิถุนายน 2566 วันที่เผยแพร่ออนไลน์ 1 กรกฎาคม 2566

#### บทคัดย่อ

การวิจัยปฏิบัติการครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์การวิจัย ดังนี้ 1) เพื่อศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้รูปแบบ MACRO Model เรื่อง ปฏิสัมพันธ์ในระบบสุริยะและเทคโนโลยีอวกาศ ในการพัฒนาการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ของผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนขยายโอกาสแห่งหนึ่ง 2) เพื่อศึกษาพัฒนาการการคิดอย่างมีวิจารณญาณ เรื่องปฏิสัมพันธ์ในระบบสุริยะและเทคโนโลยีอวกาศของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนขยายโอกาสแห่งหนึ่ง เมื่อได้รับการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบ MACRO Model ผู้เข้าร่วมในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักเรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษา ปีที่ 3 จำนวน 20 คนซึ่งได้มาจากการเลือกแบบเจาะจง จาก 1 ห้อง ของโรงเรียนขยายโอกาสแห่งหนึ่ง เครื่องมือ ที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ 1) แผนการจัดการเรียนรู้ที่ใช้การจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบ MACRO Model เรื่อง ปฏิสัมพันธ์ ในระบบสุริยะและเทคโนโลยีอวกาศ รายวิชา วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ของผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 2) แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ 3) แบบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ และ 4) ใบงานประกอบการพัฒนาการคิดอย่างมีวิจารณญาณของผู้เรียน โดยการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพใช้การวิเคราะห์เนื้อหา และในส่วนของวิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณ ใช้การหาค่าเฉลี่ยในการวิเคราะห์ผล

ผลการวิจัยพบว่า 1) แนวทางการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบ MACRO Model ควรเป็นดังนี้ ขั้นที่ 1 ขั้น สร้างแรงจูงใจ ต้องมีการนำเข้าสู่บทเรียนด้วยสื่อที่น่าสนใจ เพื่อชักนำให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการสร้างประเด็น การเรียนรู้ ขั้นที่ 2 ขั้นการเรียนรู้โดยตรง ต้องมีการสนับสนุนให้ผู้เรียนเกิดการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ในการสืบค้น ข้อมูลจากแหล่งข้อมูลที่หลากหลาย ขั้นที่ 3 ขั้นสรุปองค์ความรู้ ต้องเน้นให้ผู้เรียนใช้การคิดอย่างมีวิจารณญาณ ในการอภิปรายกัน และตัดค้นหาข้อสรุปเกี่ยวกับประเด็นที่ตั้งไว้ เมื่อได้ข้อสรุปแล้วต้องนำมาสร้าง infographics เพื่อนำไปเผยแพร่ ดังนั้นผลงานที่ผู้เรียนสร้างขึ้นต้องมีความน่าเชื่อถือ ขั้นที่ 4 ขั้นรายงานและนำเสนอ นำผลงาน ที่สร้างขึ้นมานำเสนอหน้าชั้นเรียน เพื่อให้เพื่อนร่วมชั้นเรียนอภิปรายความถูกต้องของผลงาน ก่อนที่จะนำไปเผยแพร่ บนช่องทางออนไลน์ และขั้นที่ 5 ขั้นเผยแพร่ความรู้ ต้องเลือกสถานการณ์ที่ใกล้เคียงกับบทเรียน เพื่อให้ผู้เรียนได้ ใช้อองค์ความรู้ที่ได้จากการทำกิจกรรมมาวิเคราะห์ เพื่ออธิบายสถานการณ์ที่ผู้วิจัยกำหนดให้ได้ ผลการศึกษาข้อที่

2) ผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีการคิดอย่างมีวิจารณญาณ เรื่อง ปฏิสัมพันธ์ในระบบสุริยะและเทคโนโลยีอวกาศ เพิ่มสูงขึ้นจากก่อนเรียน โดยการวัดจากแบบทดสอบการคิดอย่างมีวิจารณญาณของผู้เรียน ซึ่งก่อนเรียน มีคะแนนเฉลี่ย 11.85 คะแนน หลังเรียนมีคะแนนเฉลี่ย 18.95 คะแนน ดังนั้นคะแนนที่เพิ่มขึ้นคิดเป็นร้อยละ 59.91

**คำสำคัญ:** รูปแบบ MACRO model การคิดอย่างมีวิจารณญาณ มัธยมศึกษาปีที่ 3 การวิจัยเชิงปฏิบัติการ

## Abstract

This action research aimed to 1) study the development of learning activity through MACRO Model in the content entitled interactions in the solar system and space technology for Grade 9 students at an educational opportunity expansion school 2) study the development of critical thinking in content entitled interactions in the solar system and space technology for Grade 9 students. The participants consisted of 20 students in Grade 9 selected by purposive sampling technique. The research instruments were 1) lesson plans through MACRO Model in the content entitled interactions in the solar system and space technology for Grade 9 students in science. 2) The reflective learning management form. 3) The critical thinking test and 4) The critical thinking worksheets. The qualitative data was analyzed by content analysis, while the quantitative data was analyzed by mean.

The research results showed that 1) the learning activity through MACRO Model should follow the steps below. The first step was motivation building. Students constructed their own learning points through interesting media. The second step was direct learning. Students were encouraged their critical thinking skills by search for information from multiple sources. The next step was Conclusion. Students used their critical thinking to discuss and conclude the learning point in groups. After that, students designed an infographic for publishing the body of knowledge. Fourthly, reporting through infographic presentation and then classmates reflected their work before publishing it on an online platform. The last step was Dissemination. Students worked on a new situation similar to that of the previous lesson that required students to use their knowledge to analyze the given situation. The second result showed the increase of critical thinking in the content entitled interactions in the solar system and space technology for Grade 9 students that was measured by the critical thinking test. The pre-test average point was 11.85 points and the post-test average point was 18.95 points. The increase point was 59.91 %.

**Keywords:** MACRO model, Critical thinking, Grade 9, Action research

## บทนำ

การศึกษาในยุคปัจจุบันมุ่งเน้นการพัฒนาคนเพื่อเป็นกำลังหลักของชาติ โดยสามารถสังเกตได้จาก การพัฒนาแผนการศึกษาชาติ พ.ศ. 2560 – 2579 ที่จัดทำขึ้นโดยสำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา กระทรวง ศึกษาธิการ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2560) ได้กำหนดวิสัยทัศน์ไว้ว่า “คนไทยทุกคนได้รับการศึกษาตลอดชีวิตอย่าง มีคุณภาพ ดำรงชีวิตอย่างเป็นสุข สอดคล้องกับหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง และการเปลี่ยนแปลงของโลก ในศตวรรษที่ 21” จากวิสัยทัศน์ข้างต้นจะเห็นได้ว่ากระทรวงศึกษาธิการมีความต้องการพัฒนาคนไทยทุกคน ในหลากหลายด้านเพื่อให้ทันต่อการเปลี่ยนแปลงของโลกในศตวรรษที่ 21 ดังนั้นจึงมีการกำหนดคุณลักษณะ และทักษะที่ผู้เรียนในศตวรรษที่ 21 พึงมีไว้ในแผนการศึกษาชาติฉบับนี้ โดยทักษะและคุณสมบัติที่ต้องการให้ เกิดกับผู้เรียนประกอบไปด้วย 3Rs ได้แก่ การอ่านออก (Reading) การเขียนได้ (Writing) และการคิดเลขเป็น (Arithmetic) นอกจากนี้ยังต้องมี 8Cs ได้แก่ ทักษะด้านการคิดอย่างมีวิจารณญาณและทักษะในการแก้ ปัญหา (Critical thinking and problem solving) ทักษะด้านการสร้างสรรค์และนวัตกรรม (Creativity and innovation) ทักษะด้านความเข้าใจต่างวัฒนธรรม ต่างกระบวนทัศน์ (Cross-cultural understanding) ทักษะ ด้านความร่วมมือ การทำงานเป็นทีม และภาวะผู้นำ (Collaboration teamwork and leadership) ทักษะด้าน การสื่อสาร สารสนเทศ และการรู้เท่าทันสื่อ (Communication information and media literacy) ทักษะด้าน คอมพิวเตอร์ และเทคโนโลยีสาร (Computing and IT literacy) ทักษะอาชีพ และทักษะการเรียนรู้ (Career and learning skills) และความมีเมตตา กรุณา มีวินัย คุณธรรม จริยธรรม (Compassion)

สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐานได้จัดทำหลักสูตรฐานสมรรถนะขึ้น เพื่อเป็นการปรับ หลักสูตรของประเทศไทยให้เข้ากับความก้าวหน้าด้านวิทยาการในโลกยุคปัจจุบัน ไม่ว่าจะเป็นการพัฒนาผู้เรียน ในสมรรถนะหลักที่สำคัญต่อการดำรงชีวิต หรือการทำงานและการเรียนรู้ที่จำเป็นต่อการดำรงชีวิตอย่างมีคุณภาพ ในโลกศตวรรษที่ 21 เนื่องจากหลักสูตรเดิมไม่เอื้อให้สังคมไทยเกิดการพัฒนาและปรับตัวได้ทันต่อสภาวะการณ์ และการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้น (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน, 2560) หากยังไม่มีการพัฒนา หลักสูตรจะทำให้เกิดความเสียหายที่ทำให้คนในสังคมพัฒนาไม่ทันตามโลกที่มีการเปลี่ยนแปลงไปอย่างรวดเร็ว ไม่ว่าจะเป็นเรื่องของกระบวนการคิด การทำงานร่วมกับผู้อื่น การใช้ใช้งานเทคโนโลยี วัฒนธรรมที่เปลี่ยนแปลงไป ซึ่งสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐานได้ตระหนักถึงความจำเป็นนี้ จึงได้มีการกำหนดสมรรถนะหลัก ที่จำเป็นต่อการพัฒนาประชากรในประเทศไว้ในหลักสูตรฐานสมรรถนะ 5 สมรรถนะ ดังนี้ สมรรถนะการจัดการ ตนเอง สมรรถนะการสื่อสาร สมรรถนะการรวมพลังทำงานเป็นทีม สมรรถนะการคิดขั้นสูง และสมรรถนะ การเป็นพลเมืองที่เข้มแข็ง

จากการอ้างอิงถึงทักษะของผู้เรียนในศตวรรษที่ 21 และหลักสูตรฐานสมรรถนะในข้างต้น จะเห็นได้ว่า ทักษะการคิดขั้นสูงเป็นทักษะหนึ่งที่กระทรวงศึกษาธิการเห็นความสำคัญในการพัฒนา จึงมีการกำหนดทักษะที่ เกี่ยวข้องกับสมรรถนะการคิดขั้นสูงไว้ 5 องค์ประกอบ หนึ่งในนั้นคือ การคิดอย่างมีวิจารณญาณ (Critical Thinking : HOT-CTC) โดยการคิดอย่างมีวิจารณญาณ คือ การคิดพิจารณาไตร่ตรองอย่างมีเหตุผลโดยมีจุดประสงค์เพื่อ ตัดสินว่าสิ่งใดควรเชื่อหรือควรกระทำ โดยอาศัยการใช้ทักษะทางพุทธิปัญญาหรือกลยุทธ์ต่าง ๆ เพื่อเพิ่มความเป็น ไปได้ของผลลัพธ์จากการตัดสินใจที่ดี ซึ่งในปัจจุบันผู้เรียนสามารถเข้าถึงข้อมูลอันเป็นเท็จได้หลากหลายทาง ไม่ว่าจะ มาจากเว็บไซต์ แอปพลิเคชัน ข้อความ ฯลฯ หากผู้เรียนขาดการคิดอย่างมีวิจารณญาณในการวิเคราะห์ข้อมูลจะ ทำให้ถูกหลอกลวงได้ ดังนั้นผู้เรียนในศตวรรษที่ 21 จึงพึงมีทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณเพื่อให้ดำรงชีวิตอยู่ ในสังคมได้อย่างปลอดภัยมากขึ้น

ในห้องเรียนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ของโรงเรียนขยายโอกาสแห่งหนึ่ง ในจังหวัดพิษณุโลก พบว่าผู้เรียนขาดการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ซึ่งเป็นทักษะสำคัญในสมรรถนะการคิดขั้นสูง

ที่ถูกกำหนดไว้ในหลักสูตรฐานสมรรถนะที่กำหนดขึ้นโดยสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน สังเกตได้จากภาระงานที่ครูมอบหมายให้ผู้เรียนสืบค้นข้อมูลจากอินเทอร์เน็ตหรือแหล่งข้อมูลต่าง ๆ เพื่อประกอบการจัดการเรียนรู้ ผู้เรียนส่วนใหญ่จะเลือกใช้ข้อมูลที่ขึ้นมาในลำดับแรกของการค้นหาเสมอ โดยไม่มีการตรวจสอบหรือวิเคราะห์ความน่าเชื่อถือของข้อมูล นอกจากนี้มีการทดสอบทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณของผู้เรียน โดยใช้แบบทดสอบการคิดอย่างมีวิจารณญาณ สำหรับผู้เรียนช่วงชั้นที่ 3 จำนวน 40 ข้อ ของณัฐนันท์ บุญเพ็ญ (2563) พบว่าผู้เรียนมีค่าเฉลี่ยของคะแนนอยู่ในระดับต่ำ ดังนั้นจึงสามารถอนุมานได้ว่าผู้เรียนมีการคิดอย่างมีวิจารณญาณอยู่ในระดับต่ำ และควรได้รับการพัฒนาเพื่อให้มีการคิดอย่างมีวิจารณญาณที่สูงขึ้น

การเปลี่ยนแปลงของโลกในศตวรรษที่ 21 นั้นไม่ได้มีการปรับตัวเพียงแคในเรื่องของหลักสูตร หรือการกำหนดทักษะของผู้เรียนเท่านั้น ผู้สอนก็ต้องมีแนวทางการจัดการเรียนรู้ที่เปลี่ยนแปลงไป ไม่เป็นเพียงผู้ที่ยกเสนอความรู้ให้ผู้เรียนเพียงอย่างเดียวเท่านั้นดังเช่นการสอนแบบบรรยายในปัจจุบัน โดยเฉพาะรายวิชาวิทยาศาสตร์ที่ต้องเน้นให้ผู้เรียนเกิดกระบวนการคิดขั้นสูง และสามารถสืบเสาะหาความรู้ด้วยตนเองได้ เพื่อให้สามารถนำความรู้ที่ได้ในห้องเรียนไปใช้ต่อยอดในชีวิตประจำวันได้ ซึ่งสอดคล้องกับวิธีการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบ MACRO Model ที่เป็นรูปแบบการจัดการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 ที่เน้นให้ผู้เรียนสามารถสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเองผ่านการทำกิจกรรมการเรียนรู้ที่หลากหลาย ซึ่งหากผู้สอนสามารถปรับวิธีการจัดการเรียนรู้ให้อยู่ในรูปแบบ MACRO Model ได้นั้นจะส่งผลให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ได้ดีขึ้น เนื่องจากเป็นรูปแบบการสอนที่ถูกพัฒนาขึ้นมาให้เหมาะสมกับสภาพการณ์ในศตวรรษที่ 21 สังเกตได้จากการศึกษาเรื่อง การพัฒนาความสามารถในการคิดวิเคราะห์ และผลสัมฤทธิ์ในการเรียนรายวิชา ชีววิทยา เรื่อง ยีนและโครโมโซมโดยใช้รูปแบบการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 : Macro Model ของผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษา ผลการศึกษาพบว่า การจัดการเรียนรู้ในรูปแบบนี้ส่งเสริมให้รักเรียนสามารถสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง นอกจากนี้ยังส่งเสริมการคิดวิเคราะห์ของผู้เรียนอีกด้วย (ธนพร เลิศโพธาวัฒนา, 2561) โดยวิธีการจัดการเรียนรู้ในรูปแบบนี้มีทั้งหมด 5 ขั้นตอน ดังนี้ ขั้นสร้างแรงจูงใจ (Motivation) ขั้นการเรียนรู้โดยตรง (Active learning) ขั้นสรุปองค์ความรู้ (Conclusion) ขั้นรายงานและนำเสนอ (Reporting) และขั้นการเผยแพร่ความรู้ (Obtain) (ดิเรก วรณเศียร, 2559)

จากที่ได้กล่าวมาข้างต้นจะเห็นได้ว่าผู้เรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ของโรงเรียนขยายโอกาสแห่งหนึ่งในจังหวัดพิษณุโลก ขาดการคิดอย่างมีวิจารณญาณ หากผู้เรียนขาดทักษะนี้ จะส่งผลต่อความสามารถในการเรียนรู้และการนำความรู้ไปใช้ประโยชน์ของผู้เรียนได้ ดังนั้นผู้สอนจึงต้องการพัฒนาการคิดอย่างมีวิจารณญาณโดยใช้วิธีการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบ MACRO Model ซึ่งเป็นการจัดการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 จึงเหมาะสมกับการจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาทักษะในศตวรรษที่ 21 ของผู้เรียน

## วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้รูปแบบ MACRO Model เรื่อง ปฏิสัมพันธ์ในระบบสุริยะและเทคโนโลยีอวกาศ ในการพัฒนาการคิดอย่างมีวิจารณญาณของผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนขยายโอกาสแห่งหนึ่ง
2. เพื่อศึกษาพัฒนาการการคิดอย่างมีวิจารณญาณ เรื่อง ปฏิสัมพันธ์ในระบบสุริยะและเทคโนโลยีอวกาศของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนขยายโอกาสแห่งหนึ่ง เมื่อได้รับการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบ MACRO Model

## คำถามวิจัย

1. แนวทางการจัดการเรียนรู้รูปแบบ MACRO Model เรื่อง ปฏิสัมพันธ์ในระบบสุริยะและเทคโนโลยีอวกาศ ในการพัฒนาการคิดอย่างมีวิจารณญาณของผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนขยายโอกาสแห่งหนึ่งควรเป็นอย่างไร
2. ผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนขยายโอกาสแห่งหนึ่ง มีการคิดอย่างมีวิจารณญาณ เรื่อง ปฏิสัมพันธ์ในระบบสุริยะและเทคโนโลยีอวกาศมีการเปลี่ยนแปลงหรือไม่ อย่างไร เมื่อได้รับการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบ MACRO Model

## นิยามศัพท์เฉพาะ

### 1. การจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบ MACRO Model

แนวทางการจัดการเรียนการสอนที่บูรณาการมาจากแนวคิดของการจัดการศึกษาในศตวรรษที่ 21 โดยมีองค์ประกอบที่สำคัญ 5 ส่วน ที่สามารถสรุปออกมาเป็นขั้นตอนการสอนได้ 5 ขั้นตอน ซึ่งแต่ละองค์ประกอบนั้นมีรายละเอียด ดังนี้

1. **ขั้นสร้างแรงจูงใจ (Motivation)** ผู้สอนร่วมมือกับผู้เรียนในการกำหนดหรือตั้งประเด็นความรู้เกี่ยวกับเรื่อง ดาราศาสตร์และเทคโนโลยี โดยสามารถเลือกใช้กิจกรรมที่หลากหลายในการนำเข้าสู่การจัดการเรียนรู้
2. **ขั้นการเรียนรู้โดยตรง (Active learning)** ผู้สอนส่งเสริมให้ผู้เรียนมีการเรียบเรียงข้อมูล ข้อค้นพบ ความคิด ความคิดเห็น การให้เหตุผล ได้แย้ง และสนับสนุน เพื่อให้ผู้เรียนเข้าใจถึงการกระบวนการสร้างองค์ความรู้เกี่ยวกับดาราศาสตร์และเทคโนโลยี
3. **ขั้นสรุปองค์ความรู้ (Conclusion)** ผู้เรียนนำผลการอภิปราย ที่มาจากการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ระหว่างกันโดยใช้ทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณมาเป็นส่วนประกอบในการเลือกข้อมูลที่น่าเชื่อถือจากแหล่งข้อมูลต่าง ๆ มากำหนดเป็นความคิดใหม่
4. **ขั้นรายงานและนำเสนอ (Reporting)** ผู้เรียนได้มีโอกาสแสดงผลงานการสร้างความรู้ของตนเองให้ผู้อื่นรับรู้ เป็นการช่วยให้ผู้เรียนได้ต่อยอดหรือตรวจสอบ ความเข้าใจและความน่าเชื่อถือของเนื้อหาเกี่ยวกับปฏิสัมพันธ์ในระบบสุริยะและเทคโนโลยีอวกาศ
5. **ขั้นการเผยแพร่ความรู้ (Obtain)** เป็นขั้นของการส่งเสริมให้ผู้เรียนได้ฝึกฝน การนำความรู้ ความเข้าใจของตนไปประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ต่าง ๆ ที่หลากหลาย เพิ่มความชำนาญ ความเข้าใจ ในเรื่องนั้น ๆ ซึ่งผู้เรียนสามารถใช้ความรู้ให้เป็นประโยชน์ โดยการนำข้อมูลเกี่ยวกับปฏิสัมพันธ์ในระบบสุริยะและเทคโนโลยีอวกาศ

### 2. การคิดอย่างมีวิจารณญาณ

การคิดอย่างมีวิจารณญาณเป็นการคิดขั้นสูง ที่อาศัยการวิเคราะห์ สังเคราะห์ และลงข้อสรุปข้อมูล โดยใช้เหตุผลที่น่าเชื่อถือมาประกอบ ทั้งนี้ ประสบการณ์ และความชำนาญมีผลต่อการคิดอย่างมีวิจารณญาณของแต่ละคน โดยผู้วิจัยได้ปรับองค์ประกอบตามองค์ประกอบการคิดอย่างมีวิจารณญาณของ Partnership for 21 Century skills และได้รับบุพพัตติกรรมบ่งชี้ตามหลักสูตรฐานสมรรถนะในแต่ละองค์ประกอบ ได้ดังนี้

1. การให้เหตุผลอย่างมีประสิทธิภาพ
  - มีการเลือกใช้เหตุผลที่หลากหลายและเหมาะสมกับสถานการณ์
2. ใช้การคิดหลากหลายระบบ
  - วิเคราะห์องค์ประกอบต่าง ๆ ที่มีปฏิสัมพันธ์กับผลลัพธ์โดยรวมที่ระบบมีความซับซ้อน

### 3. ใช้วิจารณญาณและการตัดสินใจ

- การวิเคราะห์อย่างมีประสิทธิภาพ และการประเมินจากหลักฐาน การโต้แย้ง การอ้างอิง และความน่าเชื่อถือ เขียนสะท้อนความคิดเกี่ยวกับเนื้อหาและกระบวนการเรียนรู้ของตนทั้งจุดเด่นและจุดที่ควรปรับปรุง

### วิธีดำเนินการวิจัย

ผู้เข้าร่วมในการวิจัยครั้งนี้ คือ ผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 1 ห้องเรียน มีผู้เรียนภายในห้องเรียนทั้งหมด 20 คน ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2565 ของโรงเรียนขยายโอกาสแห่งหนึ่งในจังหวัดพิษณุโลก ได้มาจากการเลือกแบบเจาะจง (Purposive Sampling)

**ระยะเวลาในการวิจัย** ทำการวิจัยในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2565 ใช้เวลาในการจัดการเรียนรู้ทั้งหมด 12 ชั่วโมง เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. แผนการจัดการเรียนรู้ที่ใช้การจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบ MACRO Model เรื่อง ปฏิสัมพันธ์ในระบบสุริยะและเทคโนโลยีอวกาศ รายวิชา วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ของผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ได้แบ่งแผนการจัดการเรียนรู้ออกเป็นทั้งหมด 3 แผน การจัดการเรียนรู้ แผนการจัดการเรียนรู้ละ 4 ชั่วโมง รวม 12 ชั่วโมง โดยใช้เวลาในการจัดการเรียนรู้ทั้งหมด 3 สัปดาห์ โดยมีองค์ประกอบของแผนการจัดการเรียนรู้ตามการศึกษาของลิวัน สายยศ และอังคณา สายยศ (2543) โดยผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้มีค่าเฉลี่ย 4.55 มีความเหมาะสมในระดับมากที่สุด

2. แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้

3. แบบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ พัฒนาขึ้นเพื่อวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของผู้เรียนตามรายงานของ Partnership for 21st Century Skills ประกอบไปด้วย 1) การให้เหตุผลอย่างมีประสิทธิภาพ 2) ใช้การคิดหลายระบบ 3) ใช้วิจารณญาณและการตัดสินใจ โดยผลการประเมินความสอดคล้องระหว่างองค์ประกอบของการคิดอย่างมีวิจารณญาณกับแบบวัดการคิดอย่างมีวิจารณญาณ มีค่า 0.67-1 ซึ่งสามารถแปลผลได้ว่า องค์ประกอบของการคิดอย่างมีวิจารณญาณกับแบบวัดการคิดอย่างมีวิจารณญาณ มีความสอดคล้องกัน

4. ใบงานประกอบการพัฒนาการคิดอย่างมีวิจารณญาณของผู้เรียน โดยผลการประเมินความสอดคล้องระหว่างองค์ประกอบของการคิดอย่างมีวิจารณญาณกับใบงานประกอบการพัฒนาการคิดอย่างมีวิจารณญาณของผู้เรียน มีค่า 0.67-1 ซึ่งสามารถแปลผลได้ว่า องค์ประกอบของการคิดอย่างมีวิจารณญาณกับใบงานประกอบการพัฒนาการคิดอย่างมีวิจารณญาณของผู้เรียน มีความสอดคล้องกัน

### การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยได้เก็บรวบรวมข้อมูลผู้มีส่วนร่วมวิจัย คือ ผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2565 ของโรงเรียนขยายโอกาสแห่งหนึ่งในจังหวัดพิษณุโลก จำนวน 20 คน โดยการเก็บรวบรวมข้อมูลตามรูปแบบวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียนรายวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เรื่อง ปฏิสัมพันธ์ในระบบสุริยะและเทคโนโลยีอวกาศ ตามแผนการจัดการเรียนรู้ทั้งหมด 3 แผน แผนละ 4 ชั่วโมง รวม 12 ชั่วโมง ซึ่งได้ดำเนินการสร้างวงรอบปฏิบัติการ 3 วงรอบปฏิบัติการ โดยแต่ละวงรอบปฏิบัติการมีขั้นตอนดังนี้ 1) ขั้นวางแผน (Plan) 2) ขั้นปฏิบัติและสังเกต (Act & Observe) 3) ขั้นสะท้อนผล (Reflect)

เมื่อจัดการเรียนรู้ครบทั้ง 3 วงจรแล้วผู้วิจัยดำเนินการศึกษาเกี่ยวกับการคิดอย่างมีวิจารณญาณของผู้เรียน โดยใช้แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ แบบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ที่มีเกณฑ์ครอบคลุมองค์ประกอบของการคิดอย่างมีวิจารณญาณทั้ง 3 ด้าน หลังจากนั้นนำมาตีความและวิเคราะห์ข้อมูล

จัดกลุ่มแยกประเภทและสรุปผล เพื่อตรวจสอบว่าแนวทางการส่งเสริมการคิดอย่างมีวิจารณญาณ เรื่อง ปฏิสัมพันธ์ในระบบสุริยะและเทคโนโลยีอวกาศของผู้เรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ด้วยวิธีการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบ MACRO Model ควรเป็นอย่างไร และผู้เรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีการคิดอย่างมีวิจารณญาณ เรื่อง ปฏิสัมพันธ์ในระบบสุริยะและเทคโนโลยีอวกาศเปลี่ยนแปลงหรือไม่ อย่างไร เมื่อได้รับการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบ MACRO Model หลักจากนั้นทำการสรุปเพื่อตอบวัตถุประสงค์ของการวิจัยเรื่อง แนวทางการส่งเสริมการคิดอย่างมีวิจารณญาณ เรื่อง ปฏิสัมพันธ์ในระบบสุริยะและเทคโนโลยีอวกาศ ของผู้เรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ด้วยวิธีการจัดการเรียนรู้แบบ MACRO Model

### การวิเคราะห์ข้อมูล

1. การวิเคราะห์แผนการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบ MACRO Model เพื่อพัฒนาการคิดอย่างมีวิจารณญาณในเชิงปริมาณ โดยการการหาค่าเฉลี่ยจากแบบมาตราส่วนประเมินค่าจากผู้เชี่ยวชาญ 3 คน
2. การวิเคราะห์ข้อมูลจากแบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ โดยวิเคราะห์ข้อมูลเชิงเนื้อหาจากผู้วิจัยและผู้ร่วมสังเกตการ
3. การตรวจให้คะแนนตามเกณฑ์การประเมินแบบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของผู้เรียนก่อนและหลังเรียน เพื่อวัดการเปลี่ยนแปลงการคิดอย่างมีวิจารณญาณของผู้เรียน
4. การตรวจให้คะแนนตามเกณฑ์การประเมินใบงานประกอบการคิดอย่างมีวิจารณญาณของผู้เรียนระหว่างการจัดการเรียนรู้ 3 วงจร

### ผลการวิจัย

จากการวิเคราะห์ข้อมูลการศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบ MACRO Model เพื่อส่งเสริมการคิดอย่างมีวิจารณญาณ เรื่อง ปฏิสัมพันธ์ในระบบสุริยะและเทคโนโลยีอวกาศของผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยแบ่งการสรุปผลตามคำถามการวิจัย ดังนี้

1. **แนวทางการจัดการเรียนรู้รูปแบบ MACRO Model เรื่อง ปฏิสัมพันธ์ในระบบสุริยะและเทคโนโลยีอวกาศ ในการพัฒนาการคิดอย่างมีวิจารณญาณของผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนขยายโอกาสแห่งหนึ่ง ควรเป็นอย่างไร**

ผลการวิจัยพบว่า แนวทางการจัดการเรียนรู้รูปแบบ MACRO Model เรื่อง ปฏิสัมพันธ์ในระบบสุริยะและเทคโนโลยีอวกาศ ในการพัฒนาการคิดอย่างมีวิจารณญาณของผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนขยายโอกาสแห่งหนึ่ง ควรมีลักษณะดังนี้

1. **ชั้นสร้างแรงจูงใจ** เป็นขั้นตอนที่ผู้วิจัยต้องนำผู้เรียนให้มีความรู้สึกร่วมกับบทเรียน ดังนั้นครูจึงต้องมีการใช้สื่อที่หลากหลายในการช่วยชักนำให้ผู้เรียนอยากเรียน ตัวอย่างสื่อที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้ในวิจัยคือ เกมจากเว็บไซต์ Blooket วิดีโอเกี่ยวกับการโคจรของดาวเคราะห์รอบดวงอาทิตย์ วิดีโอเกี่ยวกับการเกิดฤดูกาล และวิดีโอเกี่ยวกับกระสวยอวกาศของ Elon mask ซึ่งจากการสังเกตวิดีโอเกี่ยวกับกระสวยอวกาศของ Elon mask ได้รับความสนใจจากผู้เรียนมากที่สุด เนื่องจากมีความน่าตื่นเต้น สถานการณ์คล้ายกับส่วนหนึ่งของภาพยนตร์แนวอวกาศ เมื่อผู้เรียนให้ความสนใจเกี่ยวกับวิดีโอที่น่าเสนอ กระบวนการจัดการเรียนรู้ในลำดับต่อไปที่ต้องการให้ผู้เรียนพัฒนาการคิดอย่างมีวิจารณญาณสามารถพัฒนาได้ดีขึ้น ดังนั้นในขั้นตอนการสร้างแรงจูงใจ ครูต้องนำสถานการณ์ที่ผู้เรียนสามารถเข้าถึงได้หรือเป็นเรื่องราวที่ผู้เรียนสนใจมานำเสนอ เพื่อให้เป็นการเริ่มต้นบทเรียนที่น่าสนใจมากยิ่งขึ้น

2. ขั้นการเรียนรู้โดยตรง ในขั้นนี้ผู้เรียนจะต้องสืบค้นเพื่อให้ได้ข้อค้นพบเกี่ยวกับองค์ความรู้เกี่ยวกับปฏิสัมพันธ์ในระบบสุริยะและเทคโนโลยีอวกาศ ดังนั้นจะต้องมีการหาความรู้จากหลากหลายแหล่งเพื่อให้ได้มาซึ่งข้อมูลที่จะสามารถนำไปใช้ได้ ซึ่งในระหว่างสืบค้นหาผู้เรียนต้องมีการให้เหตุผลและโต้แย้งซึ่งกันและกัน ในขั้นนี้ครูสามารถนำเสนอสื่อที่ช่วยในการทำความเข้าใจเกี่ยวกับเรื่องที่ศึกษาได้มากขึ้น เช่น เรื่อง แรงโน้มถ่วงระหว่างมวล ครูนำเสนอแบบจำลองจากเว็บไซต์ PhET.colonado.com ให้ผู้เรียนทดลองใช้ เมื่อผู้เรียนได้ทดลองใช้แบบจำลองผู้เรียนมีความเข้าใจในบทเรียนมากยิ่งขึ้น ทำให้เกิดความสนใจกิจกรรมในชั้นเรียนมากยิ่งขึ้น

3. ขั้นสรุปองค์ความรู้ในขั้นนี้ผู้เรียนจะต้องนำองค์ความรู้ที่ได้มาอภิปรายแลกเปลี่ยนซึ่งกันและกัน หากมีข้อมูลส่วนใดที่แตกต่างผู้เรียนต้องอภิปรายร่วมกันว่าข้อมูลจากแหล่งข้อมูลใดมีความน่าเชื่อถือมากกว่ากัน โดยผู้วิจัยให้ผู้เรียนสรุปองค์ความรู้ที่ได้ในรูปแบบ infographics ในเว็บไซต์ canva ซึ่งพบว่าในทั้ง 3 วงจรปฏิบัติการแหล่งอ้างอิงที่ผู้เรียนนำมาใช้มีความใกล้เคียงกัน ยกเว้น แหล่งข้อมูลที่ผู้เรียนนำมาใช้ประกอบการอธิบายแบบจำลองการเกิดฤดูกาลที่แบบจำลองของผู้เรียนมีความแตกต่างกัน แต่เมื่อมีการอภิปรายถึงแหล่งที่มาของข้อมูลร่วมกันในชั้นเรียนพบว่า แหล่งข้อมูลมีความน่าเชื่อถือทั้ง 2 แหล่ง แหล่งที่ 1 คือ คลังความรู้ SciMath ซึ่งเป็นเว็บไซต์ที่เป็นการร่วมมือกันของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) และกระทรวงศึกษาธิการ และอีกเว็บไซต์หนึ่งคือ NARIT ซึ่งเป็นเว็บไซต์ของสถาบันวิจัยดาราศาสตร์แห่งชาติ (องค์การมหาชน) ดังนั้นผู้เรียนจึงมีการอภิปรายกันภายในชั้นเรียนอีกครั้งเพื่ออธิบายแบบจำลองของทั้ง 2 กลุ่มนี้ ซึ่งในตอนท้ายผู้เรียนก็สามารถสรุปองค์ความรู้เพื่ออธิบายแบบจำลองทั้ง 2 ลักษณะได้ การที่ผู้เรียนได้อภิปรายถึงปัญหาหรือความแตกต่างที่เกิดขึ้นจะช่วยส่งเสริมการคิดอย่างมีวิจารณญาณของผู้เรียน เนื่องจากการส่งเสริมให้ผู้เรียนคิดถึงเหตุผล และความถูกต้องของเนื้อหา เพื่อให้ชิ้นงาน infographics มีความถูกต้องมากยิ่งขึ้น

4. ขั้นรายงานและนำเสนอ ในขั้นนี้เน้นให้ผู้เรียนนำผลงานที่ตนเองสร้างขึ้นออกมานำเสนอ ซึ่งในการวิจัยครั้งนี้ให้ผู้เรียนสร้างสรรค์ผลงานในรูปแบบของการสร้าง infographic ผ่านเว็บไซต์ Canva ซึ่งในวงจรปฏิบัติการที่ 1 ผู้เรียนยังไม่สามารถนำเสนอผลงานได้ดีเท่าที่ควร เนื่องจากยังไม่มี ความมั่นใจในผลงานของตนเอง สิ่งที่ผู้เรียนเขียนไว้ว่ายังเป็นจุดด้วยในผลงาน เช่น สีเส้นไม่น่าดึงดูดคนให้เข้ามาสนใจชิ้นงาน ตัวหนังสือในชิ้นงานกับสีพื้นหลังใกล้เคียงกันเกินไปทำให้อ่านเนื้อหาได้ไม่ชัดเจน นอกจากการนำเสนอในรูปแบบของชิ้นงาน infographic แล้ว ยังให้ผู้เรียนนำเสนอการเกิดฤดูกาลผ่านแบบจำลองที่ตนเองสร้างขึ้น ซึ่งผู้เรียนต้องสืบค้นหาความรู้ และอภิปรายเนื้อหา เพื่อนำมาสรุปและอธิบายแบบจำลองนั้น

5. ขั้นเผยแพร่ความรู้ ในขั้นนี้ต้องใช้สถานการณ์ที่ใกล้ตัวผู้เรียนหรือผู้เรียนสามารถเข้าถึงได้ง่าย จะส่งเสริมให้ผู้เรียนสามารถอธิบายบทเรียนได้มากขึ้น นอกจากนี้ยังเป็นการตรวจสอบว่าผู้เรียนมีความเข้าใจในเนื้อหาที่คลาดเคลื่อนไปจากเดิมหรือไม่

2. ผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนขยายโอกาสแห่งหนึ่ง มีการคิดอย่างมีวิจารณญาณ เรื่องปฏิสัมพันธ์ในระบบสุริยะและเทคโนโลยีอวกาศมีการเปลี่ยนแปลงหรือไม่ อย่างไร เมื่อได้รับการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบ MACRO Model

จากการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบ MACRO Model เพื่อส่งเสริมการคิดอย่างมีวิจารณญาณ เรื่องปฏิสัมพันธ์ในระบบสุริยะและเทคโนโลยีอวกาศของผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ทั้งหมด 3 วงจรปฏิบัติการ พบว่า

ตาราง 1 แสดงการประเมินการคิดอย่างมีวิจารณญาณของผู้เรียนแต่ละองค์ประกอบ ผ่านใบงานประกอบการวัดการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ทั้ง 3 วงจรปฏิบัติการ

องค์ประกอบการคิด อย่างมีวิจารณญาณของ Partnership for 21 century skills	ร้อยละของจำนวนนักเรียนในแต่ละระดับ								
	วงจรปฏิบัติการที่ 1			วงจรปฏิบัติการที่ 2			วงจรปฏิบัติการที่ 3		
	พอใช้	ดี	ดีเยี่ยม	พอใช้	ดี	ดีเยี่ยม	พอใช้	ดี	ดีเยี่ยม
ด้านการให้เหตุผลอย่างมี ประสิทธิภาพ	70	20	10	50	40	10	0	35	65
ด้านการใช้การคิด หลากหลายระบบ	35	65	0	20	40	40	0	10	90
ด้านการใช้วิจารณญาณ และการตัดสินใจ	40	60	0	20	65	15	15	80	5

1. องค์ประกอบของการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ด้านการให้เหตุผลอย่างมีประสิทธิภาพ สูงขึ้นในวงจรที่ 1 2 และ 3 ตามลำดับ ในวงจรที่ 1 ผู้เรียนยังไม่มีทางเลือกใช้เหตุผลที่มีประสิทธิภาพ หรือเลือกใช้คำกล่าวอ้างเพียงคำกล่าวอ้างเดียวเพื่อนำมาใช้แปลความหมายข้อมูล เกี่ยวกับการโคจรของดาวเคราะห์รอบดวงอาทิตย์ แต่หลังจากที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ในวงจรที่ 2 และ 3 ผู้เรียนสามารถเลือกใช้เหตุผลอย่างมีประสิทธิภาพได้มากขึ้น สังเกตได้จากจำนวนนักเรียนที่ได้รับการประเมินคุณภาพในระดับดีเยี่ยม เพิ่มขึ้นในวงจรที่ 1 2 และ 3 ตามลำดับ

2. องค์ประกอบของการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ด้านการใช้การคิดหลากหลายระบบ ในการจัดการเรียนรู้ในแต่ละวงจรผู้วิจัยให้ผู้เรียนวิเคราะห์ประกอบเกี่ยวกับเนื้อหาในเรื่อง การโคจรของดาวเคราะห์รอบดวงอาทิตย์ การเกิดฤดูกาล และเทคโนโลยีอวกาศ เพื่อให้สามารถประมวลผลแล้วสรุปเป็นองค์ความรู้ของตนเอง เพื่อใช้ประกอบการสร้างชิ้นงาน infographics ในเว็บไซต์ Canva ได้ ซึ่งในวงจรปฏิบัติการที่ 1 จะสังเกตได้ชัดเจนว่าผู้เรียนไม่สามารถวิเคราะห์องค์ประกอบของเนื้อหาได้ โดยผู้เรียนจะนำเอาข้อมูลจากเว็บไซต์ต่าง ๆ มาเขียนไว้ โดยไม่มีการวิเคราะห์หรือสรุปให้เป็นองค์ความรู้ของตนเอง แต่เมื่อได้รับการพัฒนาด้วยการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบ MACRO Model ในวงจรที่ 2 และ 3 จำนวนผู้เรียนที่มีผลการอยู่ในระดับ ดีเยี่ยม สูงขึ้นตามลำดับ ซึ่งในวงจรปฏิบัติการที่ 3 มีองค์ประกอบด้านการใช้การคิดหลากหลายระบบ สูงเป็นลำดับที่ 1 จากองค์ประกอบการคิดอย่างมีวิจารณญาณทั้ง 3 ด้าน โดยมีผู้เรียนที่มีผลการประเมินอยู่ในระดับดีเยี่ยมคิดเป็นร้อยละ 90 ของผู้เรียนทั้งหมด

3. องค์ประกอบของการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ด้านการใช้วิจารณญาณและการตัดสินใจ จากการจัดการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการที่ 1 2 และ 3 พบว่า ในวงจรปฏิบัติการที่ 2 จำนวนผู้เรียนที่มีผลการประเมินอยู่ในระดับ ดีเยี่ยม มากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 15 ของผู้เรียนทั้งหมด และผู้เรียนที่มีผลการประเมินอยู่ในระดับ พอใช้ มีจำนวนลดลงจากวงจรปฏิบัติการที่ 1 2 และ 3 ตามลำดับ โดยในวงจรที่ 1 มีผู้เรียนที่มีผลการประเมินอยู่ในระดับ พอใช้ คิดเป็นร้อยละ 40 วงจรปฏิบัติการที่ 2 มีผู้เรียนที่มีผลการประเมินอยู่ในระดับ พอใช้ คิดเป็นร้อยละ 20 และเมื่อจัดการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการที่ 3 มีผู้เรียนที่มีผลคะแนนอยู่ในระดับ พอใช้ คิดเป็นร้อยละ 15

4. เมื่อประเมินการคิดอย่างมีวิจารณญาณของผู้เรียนก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบ MACRO Model โดยใช้แบบวัดการคิดอย่างมีวิจารณญาณของผู้เรียน พบว่าผู้เรียน

ทุกคนมีผลคะแนนจากแบบวัดการคิดอย่างมีวิจารณญาณของผู้เรียนหลังเรียน สูงขึ้นกว่าก่อนเรียน โดยมีร้อยละของคะแนนเฉลี่ยที่เพิ่มขึ้นคิดเป็นร้อยละ 59.91 แสดงให้เห็นว่า การจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบ MACRO Model สามารถพัฒนาการคิดอย่างมีวิจารณญาณของผู้เรียนได้

## อภิปรายผลการวิจัย

**คำถามวิจัยข้อที่ 1 แนวทางการจัดการเรียนรู้รูปแบบ MACRO Model เรื่อง ปฏิสัมพันธ์ในระบบสุริยะและเทคโนโลยีอวกาศ ในการพัฒนาการคิดอย่างมีวิจารณญาณของผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนขยายโอกาสแห่งหนึ่ง ควรเป็นอย่างไร**

จากผลส่งเสริมการคิดอย่างมีวิจารณญาณ เรื่อง ปฏิสัมพันธ์ในระบบสุริยะและเทคโนโลยีอวกาศ ของผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ด้วยวิธีการจัดการเรียนรู้แบบ MACRO Model ควรประกอบไปด้วย 5 ขั้นตอน คือ 1) ขั้นการสร้างแรงจูงใจ 2) ขั้นการเรียนรู้โดยตรง 3) ขั้นสรุปองค์ความรู้ 4) ขั้นรายงานและนำเสนอ 5) ขั้นเผยแพร่ความรู้ โดยแต่ละขั้นตอนมีลักษณะสำคัญ ดังนี้

1. ขั้นสร้างแรงจูงใจ เป็นขั้นตอนที่ผู้วิจัยและผู้เรียนต้องร่วมกันตั้งประเด็นความรู้เกี่ยวกับการโคจรของดาวเคราะห์รอบดวงอาทิตย์ การเกิดฤดูกาล และเทคโนโลยีอวกาศ ดังนั้นผู้วิจัยจึงควรใช้กิจกรรมที่น่าสนใจเพื่อดึงดูดผู้เรียนให้มีส่วนร่วมหรือมีความสนใจในบทเรียน โดยในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยใช้เกม และวิดีโอเพื่อดึงดูดความสนใจของผู้เรียน เนื่องจากผู้เรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เป็นช่วงวัยที่ต้องการความสนุกสนานในการเรียนรู้ ซึ่งการใช้เกมในการดึงดูดความสนใจของผู้เรียน สอดคล้องกับการวิจัยของลดทาลีย์ แยมครวญ (2559) ที่ได้กล่าวไว้ว่า เกมเพื่อการเรียนรู้เป็นส่วนช่วยในการส่งเสริมความรู้ ทักษะกระบวนการ และเจตคติที่ดีต่อรายวิชา นอกจากนี้เกมยังเป็นสื่อกลางในการจัดการเรียนรู้ให้เกิดความน่าสนใจ ส่งผลให้ผู้เรียนเกิดความสนุกสนาน มีความกระตือรือร้นที่จะมีส่วนร่วมในการเรียนในแต่ละชั่วโมง นอกจากนี้การใช้วีดิทัศน์บนเว็บไซต์ยูทูป (youtube) ก็สามารถช่วยเสริมสร้างแรงจูงใจในการเรียนของผู้เรียนได้เช่นเดียวกัน สอดคล้องกับงานวิจัยของธีรนนท์ ศรีวิทัศน์ และคณะ (2563) ที่ได้ให้ความเห็นไว้ว่า สื่อวีดิทัศน์บนยูทูปเป็นสิ่งที่อยู่ในความสนใจของผู้เรียนที่อยู่ในกลุ่มวัยรุ่นเป็นอย่างมาก การที่ครูนำสื่อเหล่านี้มาใช้จะช่วยดึงดูดความสนใจของผู้เรียนได้เป็นอย่างดี ดังนั้นในขั้นนี้การที่ผู้เรียนจะเกิดแรงจูงใจได้นั้น ต้องได้รับการจัดการเรียนรู้ที่น่าสนใจเพื่อช่วยให้กระตุ้นความสนใจในการมีส่วนร่วมในเนื้อหาวิชา หรือกิจกรรมที่ผู้วิจัยได้จัดขึ้น หากผู้วิจัยไม่สามารถดึงดูดผู้เรียนให้เกิดความสนใจได้ จะส่งผลกระทบต่อจัดการเรียนรู้ในขั้นถัดไปได้

2. ขั้นการเรียนรู้โดยตรง เป็นขั้นที่ผู้เรียนต้องเข้าใจถึงกระบวนการในการสร้างองค์ความรู้เกี่ยวกับการโคจรของดาวเคราะห์รอบดวงอาทิตย์ การเกิดฤดูกาล และเทคโนโลยีอวกาศ โดยในขั้นนี้ผู้วิจัยได้ให้ผู้เรียนสืบค้นหาความรู้เพื่อนำมาใช้ตอบคำถามหรืออธิบายสิ่งที่สนใจที่ได้กำหนดไว้ในขั้นที่ 1 ในระหว่างที่ผู้เรียนสืบค้นข้อมูลต้องมีการใช้วิจารณญาณในการตัดสินใจว่าแหล่งข้อมูลใดมีความน่าเชื่อถือเหมาะสมที่จะนำมาใช้อ้างอิงเพื่อนำไปใช้สรุปในขั้นที่ 3 ขั้นสรุปองค์ความรู้ โดยในวงจรที่ 1 ผู้วิจัยให้ผู้เรียนทำงานร่วมกันเป็นกลุ่ม เพื่อหาข้อมูลเกี่ยวกับการโคจรของดาวเคราะห์รอบดวงอาทิตย์ ซึ่งพบว่า มีผู้เรียนบางส่วนที่ไม่ให้ความร่วมมือในการสืบค้นข้อมูล ดังนั้น เมื่อต้องสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง ผู้เรียนจึงไม่สามารถสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเองได้ เพราะฉะนั้นในวงจรปฏิบัติการที่ 2 และ 3 ผู้วิจัยจึงได้ปรับใบงานให้ผู้เรียนแสดงถึงการคิดอย่างมีวิจารณญาณรายบุคคล ซึ่งแหล่งอ้างอิงข้อมูลส่วนใหญ่ที่ผู้เรียนเลือกใช้เป็นแหล่งข้อมูลจากทางอินเทอร์เน็ต เนื่องจากสะดวกในการค้นหา มีแหล่งข้อมูลที่หลากหลาย มีรูปแบบสื่อที่น่าสนใจมากกว่าในแบบเรียน ไม่ว่าจะเป็น รูปภาพ วีดิทัศน์ แบบจำลอง ฯลฯ สอดคล้องกับงานวิจัยของภิญโญ วงษ์ทอง (2564) ที่ได้ให้ข้อดีของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่มีสื่อออนไลน์เข้ามาเกี่ยวข้อง ไว้ว่า สื่อออนไลน์เป็นช่องทางที่ผู้เรียนสามารถสืบค้นข้อมูลผ่านทางอินเทอร์เน็ตได้ตลอดเวลา นอกจากนี้

นี้ยังมีสื่อให้เลือกใช้ได้หลากหลายรูปแบบและน่าสนใจ ส่งผลให้ผู้เรียนมีความกระตือรือร้นที่อยากจะเรียน

ดังนั้น ในขั้นนี้ผู้วิจัยต้องจัดการเรียนรู้ให้ผู้เรียนทุกคนได้ลงมือปฏิบัติในการสืบค้นหาความรู้ เพื่อให้สามารถสร้างองค์ความรู้ได้ด้วยตนเอง นอกจากนี้ผู้สอนยังควรเน้นย้ำให้ผู้เรียนตรวจสอบความความน่าเชื่อถือของแหล่งข้อมูลที่จะนำมาใช้สร้างองค์ความรู้ เมื่อถึงขั้นการจัดการเรียนรู้ในขั้นที่ 3 ขั้นการสรุปองค์ความรู้ จะส่งผลให้เกิดข้อผิดพลาดในการสรุปองค์ความรู้ที่น้อยลง

3. ขั้นสรุปองค์ความรู้ ในขั้นนี้ผู้เรียนจะต้องนำองค์ความรู้ที่ได้มาอภิปรายแลกเปลี่ยนซึ่งกันและกัน หากมีข้อมูลส่วนใดที่แตกต่างกันผู้เรียนต้องอภิปรายร่วมกันว่าข้อมูลจากแหล่งข้อมูลใดมีความน่าเชื่อถือมากกว่ากัน โดยผู้วิจัยให้ผู้เรียนสรุปองค์ความรู้ที่ได้ในรูปแบบ infographics ในเว็บไซต์ canva ซึ่งพบว่าในทั้ง 3 วงจรปฏิบัติการแหล่งอ้างอิงที่ผู้เรียนนำมาใช้มีความใกล้เคียงกัน ยกเว้น แหล่งข้อมูลที่ผู้เรียนนำมาใช้ประกอบการอธิบายแบบจำลองการเกิดฤดูกาลที่แบบจำลองของผู้เรียนมีความแตกต่างกัน แต่เมื่อมีการอภิปรายถึงแหล่งที่มาของข้อมูลร่วมกันในชั้นเรียนพบว่า แหล่งข้อมูลมีความน่าเชื่อถือทั้ง 2 แหล่ง แหล่งที่ 1 คือ คลังความรู้ SciMath ซึ่งเป็นเว็บไซต์ที่เป็นการร่วมมือกันของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) และกระทรวงศึกษาธิการ และอีกเว็บไซต์หนึ่งคือ NARIT ซึ่งเป็นเว็บไซต์ของสถาบันวิจัยดาราศาสตร์แห่งชาติ (องค์การมหาชน) ดังนั้นผู้เรียนจึงมีการอภิปรายกันภายในชั้นเรียนอีกครั้งเพื่ออธิบายแบบจำลองของทั้ง 2 กลุ่มนี้ ซึ่งในตอนท้ายผู้เรียนก็สามารถสรุปองค์ความรู้เพื่ออธิบายแบบจำลองทั้ง 2 ลักษณะได้ การที่ผู้เรียนได้อภิปรายถึงปัญหาหรือความแตกต่างที่เกิดขึ้นจะช่วยส่งเสริมการคิดอย่างมีวิจารณญาณของผู้เรียน เนื่องจากเป็นการส่งเสริมให้ผู้เรียนคิดถึงเหตุผล และความถูกต้องของเนื้อหา เพื่อให้ชิ้นงาน infographics มีความถูกต้องมากยิ่งขึ้น

ดังนั้น ในขั้นนี้ผู้วิจัยผู้วิจัยควรส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดข้อคำถาม และเกิดการโต้แย้งขึ้นในชั้นเรียน เพื่อให้ผู้เรียนสามารถพัฒนาการคิดอย่างมีวิจารณญาณของตนเองให้ดีขึ้น ส่งผลให้เนื้อหาชิ้นงานมีความน่าเชื่อถือมากยิ่งขึ้นอีกด้วย

4. ชิ้นรายงานและนำเสนอ ในขั้นนี้เป็นขั้นที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้มีโอกาสแสดงผลงานที่ตนเองสร้างขึ้นให้ผู้อื่นได้รับรู้ ซึ่งเป็นส่วนช่วยในการตรวจสอบความน่าเชื่อถือผลงานของตนเองนอกห้องเรียน ซึ่งการที่ผู้เรียนได้นำเสนอผลงานของตนเองลงในสื่อสังคมออนไลน์ จะทำให้ผู้เรียนเกิดความตระหนักถึงความถูกต้องของผลงานตนเองมากยิ่งขึ้น เนื่องจากหากมีการลงชิ้นงานลงในสื่อสังคมออนไลน์แล้ว ความเร็วในการกระจายของข้อมูลค่อนข้างรวดเร็วและมีผู้เกี่ยวข้องเกี่ยวกับเนื้อหาที่ใช้งานสื่อสังคมออนไลน์ค่อนข้างมาก ดังนั้นสิ่งที่จะนำเข้าสู่ระบบออนไลน์ควรเป็นสิ่งที่ผ่านการตรวจสอบอย่างถี่ถ้วนแล้ว และผู้สร้างชิ้นงานต้องเป็นผู้ที่มีความเชี่ยวชาญในเนื้อหานั้น ๆ สอดคล้องกับแนวคิดของอภิญา ตั้งประสิทธิ์ศิลป์ (2562) ที่ได้กล่าวถึงความน่าเชื่อถือของข้อมูลในโลกออนไลน์ไว้ว่า ผู้ที่จะนำเสนอข้อมูลลงสู่สังคมออนไลน์ต้องมีความเชี่ยวชาญและน่าเชื่อถือ โดยต้องมีกรให้ข้อมูลที่ครบถ้วนสมบูรณ์ ตรงประเด็นและผู้อ่านสามารถตรวจสอบถึงแหล่งที่มาของข้อมูลได้ ดังนั้น ในขั้นนี้ผู้เรียนต้องมีความตระหนักในการตรวจสอบความถูกต้องของผลงานตัวเองก่อนที่จะนำผลงานของตนเองก่อนที่จะเผยแพร่ผลงานลงสู่สังคมออนไลน์ ซึ่งผู้วิจัยต้องมีส่วนช่วยในการตรวจสอบความถูกต้องของผลงานอย่างใกล้ชิด

5. ขั้นการเผยแพร่ความรู้ ในขั้นนี้ผู้เรียนต้องสามารถนำความรู้ที่ได้จากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในชั้นเรียนมาประยุกต์ใช้หรืออธิบายสถานการณ์ที่ใกล้เคียงเกี่ยวกับการโคจรของดาวเคราะห์รอบดวงอาทิตย์ การเกิดฤดูกาล และเทคโนโลยีอวกาศให้ได้ เพื่อเป็นการทบทวนความรู้ ความเข้าใจและเพิ่มความชำนาญในเรื่องนั้น ๆ ให้มากขึ้น ซึ่งในวิจัยใช้วิธีขยายความรู้โดยใช้สถานการณ์ที่ใกล้เคียงกับเนื้อหา เช่น การโคจรของดาวเคราะห์รอบดวงอาทิตย์ ที่มีเนื้อหาเกี่ยวข้องกับแรงโน้มถ่วงระหว่างมวลของดาวเคราะห์และดวงอาทิตย์ เมื่อสิ้นสุดกระบวนการจัดการเรียนรู้ผู้วิจัยได้ให้ผู้เรียนอธิบายสถานการณ์ ดวงจันทร์โคจรรอบโลก ซึ่งมีความเกี่ยวข้องการแรงโน้ม

ถ่วงระหว่างมวลเช่นเดียวกัน เป็นต้น การที่ผู้วิจัยใช้สถานการณ์จริงที่ใกล้เคียงกับเนื้อหาจะพัฒนาผู้เรียนให้เกิดความรู้และความเข้าใจที่มากขึ้น เนื่องจากสถานการณ์แบบปลายเปิดจะช่วยให้ผู้เรียนวิเคราะห์ความรู้ที่เรียนมาแล้ว แล้วนำมาเพิ่มเติมความรู้ใหม่เพื่อใช้ในการอธิบายสถานการณ์หรือแก้ไขปัญหาได้ (สุดคะนิง นฤพนธ์จิรกุล, 2561) และในขั้นนี้ทำให้ผู้วิจัยสามารถตรวจสอบได้ว่ามีผู้เรียนคนใดที่มีความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนเกี่ยวกับเนื้อหาหรือไม่ หากผู้เรียนมีความเข้าใจที่คลาดเคลื่อน ผู้วิจัยจะมีการอธิบายเนื้อหาเพิ่มเติมเพื่อปรับความเข้าใจของผู้เรียนให้ถูกต้องได้

ดังนั้น ในขั้นการเผยแพร่ความรู้ ผู้วิจัยจึงจำเป็นต้องหาสถานการณ์ที่ใกล้เคียงกับเนื้อหาในบทเรียนมาใช้เพื่อให้ผู้เรียนอธิบายสถานการณ์นั้นให้ได้ หากผู้เรียนสามารถอธิบายได้ ผู้วิจัยจะสามารถประเมินได้ทันทีว่าผู้เรียนมีความรู้และความเข้าใจในเนื้อหาเป็นอย่างดี แต่หากผู้เรียนไม่สามารถอธิบายได้ ผู้วิจัยต้องมีการสอนซ่อมเสริมหรือปรับกิจกรรมเพื่อส่งเสริมผู้เรียนให้มากขึ้น

จากการศึกษาข้างต้นผู้วิจัยได้พบจุดที่ควรพัฒนาต่อได้ในงานวิจัยฉบับนี้ ดังนี้ 1) เนื่องจากงานวิจัยฉบับนี้ได้เลือกผู้เข้าร่วมการวิจัยจากห้องเรียนที่ผู้วิจัยได้รับผิดชอบ จึงอาจจะไม่ใช้ตัวแทนที่เหมาะสมในการเก็บข้อมูล 2) การออกแบบวิจัยผู้วิจัยใช้วิจัยเชิงปฏิบัติการ ซึ่งไม่มีกลุ่มเปรียบเทียบ ทำให้ไม่สามารถแปลผลได้อย่างชัดเจนว่ารูปแบบการจัดการเรียนรู้พัฒนาดีขึ้นกว่ารูปแบบการจัดการเรียนรู้เดิม

### **คำถามวิจัยข้อที่ 2 ผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนขยายโอกาสแห่งหนึ่ง มีการคิดอย่างมีวิจารณญาณ เรื่อง ปฏิสัมพันธ์ในระบบสุริยะและเทคโนโลยีอวกาศมีการเปลี่ยนแปลงหรือไม่ อย่างไร เมื่อได้รับการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบ MACRO Model**

จากผลการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบ MACRO Model เพื่อส่งเสริมการคิดอย่างมีวิจารณญาณ เรื่อง ปฏิสัมพันธ์ในระบบสุริยะและเทคโนโลยีอวกาศของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ทั้ง 3 วงจรปฏิบัติการ พบว่าผู้เรียนมีผลการประเมินการคิดอย่างมีวิจารณญาณแต่ละด้านสูงขึ้น ดังนี้

1. การคิดอย่างมีวิจารณญาณ ด้านการให้เหตุผลอย่างมีประสิทธิภาพ พบว่า ผู้เรียนมีพัฒนาการด้านการให้เหตุผลอย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น จากในวงจรปฏิบัติการที่ 1 ที่มีผู้เรียนที่มีผลการประเมินอยู่ในระดับดีเยี่ยม คิดเป็นร้อยละ 10 เมื่อจบวงจรปฏิบัติการที่ 3 มีผู้เรียนที่มีผลการประเมินอยู่ในระดับ ดีเยี่ยมคิดเป็นร้อยละ 65 การที่ผู้เรียนมีผลการประเมินอยู่ในระดับ ดีเยี่ยม นั้น เป็นผลมาจากการจัดการเรียนรู้รูปแบบ MACRO Model ในขั้นที่ 2 ขั้นการเรียนรู้โดยตรง และ ขั้นที่ 3 ขั้นสรุปองค์ความรู้ ซึ่งผู้เรียนต้องมีการให้เหตุผลว่าเพราะเหตุใดถึงเลือกเชื่อถือแหล่งข้อมูลที่เลือกมา หากผู้เรียนไม่สามารถให้เหตุผลที่เหมาะสมได้ จะส่งผลให้ผลงานหรือข้อมูลที่สรุปได้นั้น ทำให้ขาดความน่าเชื่อถือ

2. การคิดอย่างมีวิจารณญาณ ด้านการคิดหลากหลายระบบ ในขั้นนี้เน้นให้ผู้เรียนใช้การคิดหลากหลายระบบเพื่อให้สรุปประเด็นสำคัญของเนื้อหาที่ได้มาจากหลายแหล่งให้เป็นองค์ความรู้ของตนเอง ซึ่งวิธีการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบ MACRO Model นี้ช่วยส่งเสริมการคิดหลากหลายระบบให้ผู้เรียนได้เป็นอย่างมาก โดยสังเกตได้จากจำนวนผู้เรียนที่มีผลการประเมินระดับ ดีเยี่ยม คิดเป็นร้อยละ 0 ในวงจรปฏิบัติการที่ 1 แต่เมื่อจบวงจรปฏิบัติการที่ 3 ผู้เรียนมีผลการประเมินระดับดีเยี่ยม คิดเป็นร้อยละ 90 ขั้นการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการคิดหลากหลายระบบมากที่สุด คือขั้นการจัดการเรียนรู้ขั้นที่ 3 ขั้นสรุปองค์ความรู้ ที่ผู้เรียนต้องใช้การคิดอย่างมีวิจารณญาณเพื่อประมวลผลการจัดการเรียนรู้ และต้องมีการสรุปองค์ความรู้เพื่อสร้างชิ้นงานออกมาในรูปแบบของ infographics ซึ่งในการที่จะสร้างสรรค์ผลงานออกมาได้นั้นผู้เรียนต้องผ่านกระบวนการคิดที่หลากหลายไม่ว่าจะเป็นการคิดวิเคราะห์ การคิดอย่างมีวิจารณญาณ การคิดสร้างสรรค์ ฯลฯ จากการศึกษาของทิชพร นามวงศ์ (2560) ได้กล่าวว่าการออกแบบ infographics ช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนทำงานอย่างเป็นระบบ เนื่องจาก

ต้องสร้าง infographics ที่มีส่วนประกอบ 2 ส่วนสำคัญ คือ ส่วนเนื้อหาและภาพหรือสัญลักษณ์ ดังนั้นจึงต้องมีการคิดวิเคราะห์และคิดสร้างสรรค์เพื่อให้ได้ข้อมูลที่ถูกต้องออกมา

3. การคิดอย่างมีวิจารณญาณ ด้านการใช้วิจารณญาณและการตัดสินใจ ในด้านนี้ผู้เรียนต้องมีการโต้แย้งกันขึ้น โดยในการโต้แย้งนั้นจะต้องมีการอ้างอิงหลักฐานและแหล่งข้อมูลที่นำเชื่อถือมาประกอบการโต้แย้ง และเมื่อสิ้นสุดการจัดการเรียนรู้แล้ว ผู้เรียนต้องมีการประเมินตนเองทั้งในด้านจุดเด่น และจุดที่ควรปรับปรุงของตนเอง ซึ่งในการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบ MACRO Model ทั้ง 5 ขั้นมีส่วนช่วยในการส่งเสริมการคิดอย่างมีวิจารณญาณด้านนี้ทั้งหมด โดยในขั้นที่ 1 ผู้เรียนต้องมีการคิดถึงสิ่งที่น่าสนใจสถานการณ์หรือสิ่งที่ครูผู้สอนนำเสนอเพื่อกำหนดประเด็นในการจัดการเรียนรู้ร่วมกับครูผู้สอน ในขั้นที่ 2 และ 3 เป็นขั้นที่ผู้เรียนต้องใช้วิจารณญาณและการตัดสินใจมากที่สุด เนื่องจากผู้เรียนต้องสืบค้นหาความรู้ เพื่อนำมาใช้สรุปความและสร้าง infographics ดังนั้นผู้เรียนจึงต้องมีการอ้างอิงหลักฐานที่มีความน่าเชื่อถือ ติความ วิเคราะห์ความเป็นไปได้ของข้อมูลที่สืบค้นได้ และเมื่อมีการนำข้อมูลมาแลกเปลี่ยนกันภายในกลุ่มแล้วพบประเด็นที่สามารถโต้แย้งได้ ผู้เรียนต้องมีการโต้แย้งเพื่อหาข้อสรุปที่ถูกต้องร่วมกัน ในขั้นที่ 4 ขั้นการนำเสนอ ผู้เรียนต้องตรวจสอบความถูกต้องของชิ้นงานของตนเองก่อนที่จะเผยแพร่ชิ้นงานลงสู่สื่อสังคมออนไลน์ และต้องมีการอ้างอิงถึงหลักฐานในชิ้นงาน เพื่อให้ผู้ที่พบเห็นชิ้นงานสามารถนำแหล่งอ้างอิงไปศึกษาต่อได้ และในขั้นที่ 5 ขั้นการเผยแพร่ความรู้ ผู้เรียนต้องนำความรู้ที่ได้จากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ทั้งหมดมาวิเคราะห์อย่างมีประสิทธิภาพเพื่ออธิบายสถานการณ์ที่ผู้วิจัยกำหนดให้ ซึ่งการอธิบายต้องมีความถูกต้องและมีความเป็นเหตุเป็นผลสอดคล้องกัน

## ข้อเสนอแนะ

### 1. ข้อเสนอแนะจากการวิจัย

การนำผลการวิจัยนี้ไปใช้อาจจะมีข้อจำกัดในผู้เรียนที่มีลักษณะค่อนข้างจำเพาะหรือใกล้เคียงกับผู้เข้าร่วมการวิจัยในงานวิจัยฉบับนี้

1.1 สถานการณ์ที่มาดึงดูดความสนใจของผู้เรียนในขั้นที่ 1 ขึ้นสร้างแรงจูงใจ หากผู้วิจัยเลือกใช้วิธีที่ตนในการเร้าความสนใจของผู้เรียน ต้องเลือกวิธีที่ตนที่มีเสียงตื้นตันเร้าใจ เพราะสามารถดึงดูดความสนใจของผู้เรียนได้มากกว่าวิธีที่ตนเดียวกันแต่มีเสียงประกอบเบาหรือไม่น่าสนใจ

1.2 ใช้คำถามกระตุ้นการคิดอย่างมีวิจารณญาณของผู้เรียนในช่วงเริ่มต้นการจัดการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการที่ 1 เพื่อให้ผู้เรียนมีแนวคิดในการทำกิจกรรม

### 2. ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

2.1 นอกจากศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้และผลการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบ MACRO Model เพื่อพัฒนาการคิดอย่างมีวิจารณญาณแล้ว ควรมีการพัฒนาการคิดขั้นสูงด้านอื่นทักษะในการแก้ปัญหา ทักษะในการสร้างสรรค์นวัตกรรม เป็นต้น ควบคู่ไปด้วย ซึ่งจะช่วยให้ผู้เรียนเกิดทักษะของผู้เรียนในศตวรรษที่ 21 ในด้านอื่นด้วย

## กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณอาจารย์ที่ปรึกษาในการวิจัยครั้งนี้ ดร.สุริยา ชาปุ ที่ได้ให้คำแนะนำ สนับสนุน และเป็นทีปรึกษาที่ติดตามการทำงานวิจัยในครั้งนี้ ขอขอบคุณผู้เชี่ยวชาญที่ได้กรุณาเป็นผู้ตรวจสอบและประเมินเครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย ตลอดจนนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่เป็นนักเรียนที่น่ารักเสมอมา และขอขอบคุณมหาวิทยาลัยรังสิตที่ได้ให้โอกาสในการเผยแพร่บทความวิจัย ผ่านวารสารพัฒนาการเรียนการสอน มหาวิทยาลัยรังสิต เพื่อให้เป็นประโยชน์ต่อบุคลากรทางการศึกษาที่สนใจต่อไป

## รายการอ้างอิง

- กระทรวงศึกษาธิการ. (2560). *ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2569) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ปรับปรุง พ.ศ. 2560)*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.
- ณัฐนันท์ บุญเพ็ญ. (2563). *ผลการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ด้วยหนังสืออิเล็กทรอนิกส์แบบสืบสวนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่มีความสามารถในการเรียนรายวิชาวิทยาศาสตร์ต่างกัน (วิทยานิพนธ์ปริญญา มหาบัณฑิต)*. นครปฐม: มหาวิทยาลัยศิลปากร
- ดิเรก วรรมเศียร. (2559). *MACRO Model: รูปแบบการจัดการเรียนรู้สำหรับศตวรรษที่ 21*. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัย สอนดุสิต.
- ทิชพร นามวงศ์. (2560). *การออกแบบอินโฟกราฟิกเพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์*. วารสารสาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 4(4), 14-25.
- ธนพร เลิศโพธาวินนา. (2561). *การพัฒนาความสามารถในการคิดวิเคราะห์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชา ชีววิทยา เรื่อง ยีนและโครโมโซม โดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้สำหรับศตวรรษที่ 21 MACRO Model ของผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 (วิทยานิพนธ์ปริญญา มหาบัณฑิต)*. ปทุมธานี: มหาวิทยาลัยรังสิต
- ธีรนันท์ ศรีวิทัศน์ และคณะ. (2563). *การจัดการเรียนรู้โดยประยุกต์ใช้วิดีโอบนยูทูปร่วมกับแนวคิดการสอน ภาษา เพื่อการสื่อสาร เพื่อพัฒนาทักษะการฟัง และพูดภาษาอังกฤษ ของผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 (วิทยานิพนธ์ ปริญญา มหาบัณฑิต)*. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร
- ภิญโญ วงษ์ทอง. (2564). *การจัดการเรียนรู้ออนไลน์บนฐานวิถีชีวิตใหม่ สำหรับผู้เรียนชั้นประถมศึกษาตอนปลาย*. วารสารรัฐศาสตร์, 15(43), 101 – 115.
- ลดาวลัย แยมครวญ. (2559). *การออกแบบและพัฒนาเกมเพื่อการเรียนรู้สำหรับคณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 (วิทยานิพนธ์ปริญญา มหาบัณฑิต)*. นครราชสีมา: มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี
- ล้วน สายยศ, และอังคณา สายยศ. (2543). *เทคนิคการวิจัยทางการศึกษา*. กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น
- สุดคะนิง นฤพนธ์จิรกุล. (2561). *การออกแบบการเรียนรู้ภาษาอังกฤษโดยใช้ฉากสถานการณ์เป็นฐาน*. วารสารมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์, 5(1), 16 – 28
- สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน. (2560) *โครงการพัฒนาหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช .... (หลักสูตรฐานสมรรถนะ)*. สืบค้น 8 สิงหาคม 2565, จาก <https://cbethailand.com/หลักสูตร-2/กรอบหลักสูตร/บทนำ/>
- อภิญา ตังประสิทธิ์ศิลป์. (2562). *ความน่าเชื่อถือของแหล่งข้อมูลข่าวสารบนเฟซบุ๊กที่มีผลต่อพฤติกรรม การส่งต่อข้อมูลข่าวสารของผู้ใช้สื่อสังคม ในเขตกรุงเทพมหานคร (การค้นคว้าอิสระปริญญา มหาบัณฑิต)*. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยกรุงเทพ.

### Translated Thai References

- Boonpen, N. (2020). *The critical thinking results by inquiry-method electronic books for different abilities in studying science courses of Mathayomsuksa 1 students* (Master's thesis). Nakornprathom: Silpakorn university. [in Thai]
- Lerdphotawattana, T. (2018). *The development of analytical thinking ability and learning achievement on topic of gene and chromosome in biology subject by using 21st century instruction Model : MACRO Model for grade 12 students* (Master's thesis). Bangkok: Rangsit university. [in Thai]
- Ministry of Education. (2017). *Science curriculum*. Bangkok: Printing House of the Agricultural Cooperatives Association of Thailand. [in Thai]
- Namwong, T. (2017). infographic creative thinking cognitive theory. *Veridian E-Journal Science and Technology Silpakorn university*, 4(4), 14-25. [in Thai]
- Naruponjirakul, S. (2018). English Instructional Design Using Scenario-Based Learning. *Humanities and Social Sciences Journal*, 5(1), 16 – 28 [in Thai]
- Office of the Basic Education Commission. (n.d.) *Competency Based Curriculum*. Retrieved September, 2022, from <https://cbethailand.com/หลักสูตร-2/กรอบหลักสูตร/บทนำ/>. [in Thai]
- Saiyod, R. & Saiyod, A. (2000). *Educational research technique*. Bangkok : Suveriyasan. [in Thai]
- Sriwithas, T., & el al. (2020). *Learning management through the application of youtube-based videos with communicative language teaching approach to improve English listening and speaking skills of grade 9 students* (Master's thesis). Bangkok: Phranakhon Rajabhat university [in Thai]
- Tangprasitsilp A. (2019). *The Reliability of Information Sources on Facebook that affect Behavior of Information Transmission* (Master's Independent research). Bangkok : Bangkok University. [in Thai]
- Wannasean, D. (2016). *MACRO Model : Learning activity in 21st century*. Bangkok : Suandusit university [in Thai]
- Wongtong, P. (2021). Development of learning activities in the new normal era of secondary school. *Rajapark journal*, 15(43), 101 – 115. [in Thai]
- Yamkuan, L. (2012). *The design and development of game-based learning for 6th grade mathematics*. (Master's thesis). Nakorn Ratchasuma: Suranaree university of Technology. [in Thai]