

## บทความวิจัย (Research Article)

การพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวการเรียนรู้อย่างกระตือรือร้น  
และการช่วยเสริมศักยภาพ เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหา  
อย่างมีวิจารณญาณ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

THE DEVELOPMENT OF SCIENCE INSTRUCTIONAL MODEL BASED ON  
ACTIVE LEARNING AND SCAFFOLDING TO ENHANCE CRITICAL  
PROBLEM-SOLVING ABILITIES FOR UPPER SECONDARY STUDENTS

Received: May 18, 2017

Revised: June 22, 2017

Accepted: July 3, 2017

จิรันธนิน คงจีน<sup>1\*</sup> และวาริรัตน์ แก้วอุไร<sup>2</sup>

Jiranthanin Khongcheen<sup>1\*</sup> and Wareerat Kaewurai<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup>คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

<sup>1,2</sup>Faculty of Education, Naresuan University, Phitsanulok 65000, Thailand

\*Corresponding Author, E-mail: janyanin@gmail.com

### บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) ศึกษาการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวการเรียนรู้อย่างกระตือรือร้น ที่ส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณ ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย 2) สร้างและตรวจสอบคุณภาพรูปแบบ และ 3) ศึกษาผลการใช้รูปแบบกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนเนินพิทยาคม จังหวัดเพชรบูรณ์ จำนวน 32 คน ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2559 ได้มาโดยการสุ่มอย่างง่ายจากห้องเรียนที่จัดแบบคละความสามารถด้านการคิดเป็นหน่วยในการสุ่ม จากนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 40 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณและแบบประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณที่ใช้ประเมินระหว่างเรียน การวิเคราะห์ข้อมูล โดยหาค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน การทดสอบค่าทีแบบไม่อิสระ (t-test dependent)

ผลการวิจัย พบว่า 1) การจัดการเรียนรู้มีลักษณะเป็นการเรียนรู้ร่วมกัน บูรณาการเทคโนโลยีสารสนเทศ ผู้เรียนร่วมกิจกรรมทางวิทยาศาสตร์อย่างหลากหลาย รับผิดชอบและกำกับการเรียนรู้ของตนเอง สะท้อนคิดเพื่อปรับปรุงการเรียนรู้ ผู้สอนปรับเปลี่ยนบทบาทเป็นผู้อำนวยความสะดวกและผู้ชี้แนะ ประเมินผู้เรียนตามสภาพจริงจากการปฏิบัติ ออกแบบการช่วยเหลือให้เหมาะสมกับระดับความสามารถของผู้เรียน โดยส่งเสริมผู้เรียนที่มีความสามารถสูงกว่าให้เป็นผู้ช่วยช่วยเหลือผู้ที่มีความสามารถต่ำ 2) รูปแบบมีชื่อว่า 2G-CPS Model ประกอบด้วย ขั้นที่ 1 เป้าหมายการเรียนรู้ (G1: goal of learning) ขั้นที่ 2 ชี้นำประสบการณ์ (G2: guide to experience) ขั้นที่ 3 ร่วมมือแก้ปัญหา (C: collaborate to solve problem) 5 ขั้น ได้แก่ 1) ระบุปัญหาหรือตั้งคำถาม 2) รวบรวม/จัดการข้อมูล 3) วางแผนแก้ปัญหาหรือหาคำตอบ 4) ดำเนินการแก้ปัญหาหรือหาคำตอบ 5) ประเมินผลการแก้ปัญหาหรือหาคำตอบ ขั้นที่ 4 นำเสนอสะท้อนคิด (P: presentation and reflection) และขั้นที่ 5 แบ่งปันสู่สาธารณะ (S: share to public) รูปแบบมีคุณภาพอยู่ในระดับมาก ( $\bar{X} = 4.36$ , S.D. = 0.58) และมีค่าดัชนีประสิทธิผล เท่ากับ 0.6143 และ 3) ผลการใช้รูปแบบ พบว่า นักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหามีวิจาร์ณญาณหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนและสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 75 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และจำนวนนักเรียนที่มีความสามารถในการแก้ปัญหามีวิจาร์ณญาณระดับสูงมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น ส่วนจำนวนนักเรียนที่อยู่ในระดับต่ำมีแนวโน้มลดลง

**คำสำคัญ:** รูปแบบการจัดการเรียนรู้ การเรียนรู้อย่างกระตือรือร้น การช่วยเสริมศักยภาพ การแก้ปัญหามีวิจาร์ณญาณ

## Abstract

The purpose of this research was 1) to study of science learning based on active learning to enhance critical problem-solving abilities for upper secondary school. 2) to develop and verify the quality of science instructional model, and 3) to implement the science instructional model to students, 32 of mattayomsuksa 4 of Nernpittayakhom School in Petchabun province in the 2nd semester of the 2016 academic year. Taken by simple random sampling from the classrooms, is a different type of thinking ability from upper secondary school under the Office of the Secondary Education Service Area 40. The research tool consisted of 1) the multiple-choice test of critical problem-solving abilities and 2) the teacher use critical problem-solving abilities assessment for the student during class. The statistical data analyses are percentage, mean, S.D. and t – test dependent.

The results of the research study were: 1) scientific learning is collaborative learning. It integrates information communication and technology. Students act in a variety of scientific activities

and responsible their learning. Learning is reflected to improve education. The teacher can change role as facilitators or coach, and student assessment based on actual practice. Instructors must design to scaffolding suit their level of competence. Highly qualified students should be promoted to a specialist to help low-performing groups. 2) The model called 2G – CPS and consisted of Step 1: G1, Goal of learning, Step 2: G2, Guide of experience, Step 3: C, collaborate to solve the problem (this step consists of 5 step of critical problem solving was 1) identify problems or questioning, 2) Data collection/ management, 3) Plan to solve problems or find solutions, 4) Solve problems or find solutions, and 5) Evaluate the solution), Step 4: P, Presentation, and Reflection, and Step 5: S, Share to the public. It had high levels of appropriateness ( $\bar{X}$  = 4.49, S.D. = 0.61) and the effectiveness index (E.I) was 0.6143. 3) The effective implementation was: the students had a critical problem - solving abilities after learned with the developed model was higher than before and greater than 75 percent criterion at the .05 level of statistical significance. The number of students with the critical problem - solving abilities at a high level had increased while a low level had decreased.

**Keywords:** Instructional Model, Active Learning, Scaffolding, Critical Problem Solving

## บทนำ

การเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 มีความจำเป็นอย่างยิ่งในการพัฒนาคุณภาพการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมความสามารถของผู้เรียนในทักษะด้านการเรียนรู้ เพื่อให้สามารถก้าวทันการเปลี่ยนแปลงที่มีความซับซ้อนมากขึ้น ความสามารถที่สอดคล้องกับทักษะการเรียนรู้และการคิดที่จำเป็นในศตวรรษที่ 21 ได้แก่ การคิดอย่างมีวิจารณญาณและการคิดแก้ปัญหา (Critical Thinking and Problem Solving) ซึ่งต้องอาศัยการสืบเสาะและไตร่ตรองหาวิธีการแก้ปัญหาที่หลากหลาย (Dewey, 2007, p. 2) อีกทั้ง ADP (American Diploma Project, 2008, p. 3) และ Glaser (2008, p. 1) กล่าวว่า ทักษะการคิดที่สำคัญสำหรับนักเรียนและนักศึกษาในศตวรรษที่ 21 คือ การพัฒนาทักษะการคิดขั้นสูง ได้แก่ การแก้ปัญหา (Problem Solving) และการคิดอย่างมีวิจารณญาณ (Critical Thinking) (Partnership for 21<sup>st</sup> Century, 2008, pp. 1-2) ประกอบกับสภาพการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ สะท้อนคุณภาพการศึกษาจากผลการวัดการรู้วิทยาศาสตร์ (science literacy) จากผลการสอบ PISA ผลการประเมินที่ผ่านมา ปี พ.ศ. 2552 พบว่า นักเรียนไทยประมาณ ร้อยละ 43 มีความรู้และทักษะทางวิทยาศาสตร์ต่ำกว่าระดับพื้นฐาน มีเพียงร้อยละ 23 ที่มีความรู้และทักษะทางวิทยาศาสตร์สูงกว่าระดับมาตรฐาน มีอันดับต่ำกว่าประเทศเพื่อนบ้านที่เข้าโครงการ ได้แก่ ฮองกง สิงคโปร์ ไต้หวัน ญี่ปุ่น เกาหลี และมาเลเซีย และสูงกว่าอินโดนีเซียเพียงประเทศเดียว และถึงแม้ว่าคะแนนการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ ปี พ.ศ. 2555 จะมีคะแนนเฉลี่ยสูงขึ้น แต่อย่างไรก็ตาม คะแนนยังคงต่ำกว่าค่าเฉลี่ย OECD มากกว่าครึ่งระดับ (The Institute for

the Promotion of Teaching Science and Technology, 2016, p.18) ในการประเมินการรู้วิทยาศาสตร์ (Scientific Literacy) กับความสามารถในการแก้ปัญหา มีความสัมพันธ์กันในด้านสมรรถนะวิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นองค์ประกอบหนึ่งของการรู้วิทยาศาสตร์

การเรียนรู้อย่างกระตือรือร้น (Active Learning) นั้น เป็นความพยายามของนักการศึกษาจำนวนมาก ที่ได้ศึกษาค้นหาสาเหตุและวิธีการที่จะเพิ่มประสิทธิภาพการเรียนการสอน เพื่อแก้ปัญหาการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ของนักเรียนให้ผู้เรียนมีความเข้าใจในทศน์ทางวิทยาศาสตร์ และสามารถนำความรู้ที่มีต่อมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ไปใช้แก้ปัญหาได้ ซึ่งเป็นการส่งเสริมการเรียนรู้ให้ผู้เรียนเกิดความกระตือรือร้นอยากที่จะเรียน โดยการลงมือกระทำ ถามคำถาม รวบรวมข้อมูลจากวัตถุและเหตุการณ์ต่างๆ ลงข้อสรุปจากข้อมูลที่วิเคราะห์ได้ สร้างความรู้นพื้นฐานของความเข้าใจอย่างลึกซึ้ง จนสามารถตรวจสอบและสื่อสารให้ผู้อื่นเข้าใจความคิดของตนเองได้ กระบวนการจัดการเรียนการสอนลักษณะนี้เปิดโอกาสให้ผู้เรียนทำงานเป็นกลุ่ม มีส่วนร่วมในการสืบเสาะหาความรู้และมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียนกับผู้เรียน และผู้เรียนกับผู้สอนสามารถเชื่อมโยงความรู้จากการเรียนในชั้นเรียนกับความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่ได้จากแหล่งเรียนรู้อื่นได้ (National Research Council, 1996, p. 20) แต่ในสภาพการจัดการเรียนรู้จริงนั้น ปัญหาต่างๆ ที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวันนั้นอาจมีความซับซ้อน ผู้เรียนต้องใช้ความสามารถที่หลากหลายในการแก้ปัญหานั้น หากปัญหาที่อยู่ในขอบเขตความสามารถของผู้เรียน จะทำให้ผู้เรียนแก้ปัญหาได้ ซึ่งหากมีการเสริมศักยภาพจะช่วยให้ผู้เรียนขยายขอบเขตความสามารถเพิ่มขึ้น ทำให้สามารถทำงานหรือแก้ปัญหาที่มีความซับซ้อนเพิ่มมากขึ้นให้สำเร็จได้ จึงเป็นการกระตุ้นให้ผู้เรียนมีความกระตือรือร้นในการเรียนรู้ ดังนั้น ผู้วิจัยจึงนำแนวคิดในการเสริมศักยภาพ (Scaffolding) มาประยุกต์ใช้ร่วมกับการเรียนรู้อย่างกระตือรือร้น เพื่อช่วยเหลือและสนับสนุนการเรียนรู้ของผู้เรียนให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น โดยการช่วยเสริมศักยภาพนั้น คือ กระบวนการช่วยเหลือ สนับสนุนการเรียนรู้ของผู้เรียนอย่างเป็นระบบ โดยบุคคลและเครื่องมือชนิดต่างๆ ในกิจกรรมการเรียนการสอน เพื่อให้ผู้เรียนสามารถทำงานหรือแก้ปัญหาหรือตัดสินใจที่ไม่สามารถทำได้ด้วยตนเองตามลำพังให้สำเร็จได้ และเมื่อผู้เรียนสามารถทำงานได้ด้วยตนเองแล้วการช่วยเหลือนั้นจะยุติลง (Dabbagh, 2003, p. 98)

จากสภาพปัญหาของการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่มีความรู้และทักษะทางวิทยาศาสตร์ตกต่ำ สอดคล้องกับการพัฒนาทักษะการเรียนรู้ ได้แก่ การแก้ปัญหาและการคิดอย่างมีวิจารณญาณ และแนวคิดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ ได้แก่ การเรียนรู้อย่างกระตือรือร้นและการช่วยเสริมศักยภาพ ผู้วิจัยได้ตระหนักถึงความสำคัญของปัญหา จึงได้พัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์ตามแนวทางการเรียนรู้อย่างกระตือรือร้นและการช่วยเสริมศักยภาพ เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหอย่างมีวิจารณญาณ ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ซึ่งจะช่วยปรับปรุงคุณภาพการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ให้มีคุณภาพให้พร้อมรับการเปลี่ยนแปลงในศตวรรษ 21 ส่งผลให้ประเทศชาติมีความเจริญก้าวหน้าต่อไป

## วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวการเรียนรู้อย่างกระตือรือร้นและการช่วยเสริมศักยภาพที่ส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณ ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย
2. เพื่อสร้างและตรวจสอบคุณภาพของรูปแบบ
  - 2.1 ศึกษาความเหมาะสมของรูปแบบและคู่มือการใช้ตามความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิ
  - 2.2 ศึกษาค่าดัชนีประสิทธิผล (E.I.) ของรูปแบบ
3. เพื่อศึกษาผลการใช้รูปแบบ
  - 3.1 เปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ที่ได้รับการสอนด้วยรูปแบบที่พัฒนาขึ้น ก่อนและหลังการใช้รูปแบบ
  - 3.2 เปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายที่ได้รับการสอนด้วยรูปแบบที่พัฒนาขึ้น เทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 75
  - 3.3 ศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนระหว่างเรียนโดยใช้รูปแบบ

## วิธีดำเนินการวิจัย

**ขั้นตอนที่ 1** ศึกษาการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวการเรียนรู้อย่างกระตือรือร้นกับการช่วยเสริมศักยภาพการเรียนรู้ที่ส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณ ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ดังนี้

1. ศึกษาเอกสาร ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการเรียนรู้อย่างกระตือรือร้น การช่วยเสริมศักยภาพ การแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณ องค์ประกอบ เทคนิควิธีการและการวัดและประเมินผล
2. ศึกษาแนวทาง แนวคิดทฤษฎีและหลักการเกี่ยวกับองค์ประกอบการพัฒนาแบบการจัดการเรียนรู้
3. สัมภาษณ์ครูผู้สอนวิทยาศาสตร์ จำนวน 5 ท่าน และผู้ทรงคุณวุฒิ จำนวน 5 ท่าน โดยใช้แบบสัมภาษณ์แบบมีโครงสร้าง

สถิติวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ร้อยละและการวิเคราะห์เนื้อหา (content analysis)

**ขั้นตอนที่ 2** สร้างและตรวจสอบคุณภาพของรูปแบบ ดังนี้

1. นำข้อสรุปจากการวิเคราะห์ สังเคราะห์ในขั้นตอนที่ 1 กำหนดแนวทางในการพัฒนารูปแบบ
2. สร้างรูปแบบ ประกอบด้วย หลักการ วัตถุประสงค์ เนื้อหา กิจกรรมการเรียนรู้ และการวัดและประเมินผลและคู่มือการใช้รูปแบบ ประกอบด้วยการแนะนำรูปแบบและแผนการจัดการเรียนรู้ จำนวน 11 แผน รวม 22 ชั่วโมง
3. ตรวจสอบคุณภาพของรูปแบบและคู่มือการใช้ โดยผู้ทรงคุณวุฒิจำนวน 7 ท่าน ประเมินความเหมาะสม

4. นำรูปแบบไปทดลองนำร่องกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนเนินพิทยาคม จำนวน 31 คน ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2559 ได้มาจากการสุ่มอย่างง่าย ได้มาโดยการสุ่มอย่างง่ายจากห้องเรียนที่จัดแบบคละความสามารถเป็นหน่วยในการสุ่ม เพื่อหาค่าดัชนีประสิทธิผล

สถิติวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และสูตรหา E.I.

**ขั้นตอนที่ 3** ศึกษาผลการใช้รูปแบบ โดยออกแบบการทดลองแบบก่อนและหลังทดลอง (One Group Pretest – Posttest Design) ประชากร ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่ การศึกษามัธยมศึกษา เขต 40 กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนเนินพิทยาคม สังกัด สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 40 จำนวน 32 คน ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2559 ได้มาโดยการ สุ่มอย่างง่ายจากห้องเรียนที่จัดแบบคละความสามารถเป็นหน่วยในการสุ่ม ดังนี้

1. ทดสอบก่อนเรียน โดยใช้แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณ จำนวน 40 ข้อ มีค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ระหว่าง 0.57 – 1.00 มีค่าความยาก ระหว่าง 0.32 – 0.75 ค่าอำนาจจำแนก ระหว่าง 0.33 – 0.73 และค่าความเชื่อมั่น เท่ากับ 0.94

2. ดำเนินการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบ 2G-CPS Model ระหว่างเรียน ประเมินนักเรียนโดยใช้แบบ ประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณ มีค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของเกณฑ์ใน การประเมิน ระหว่าง 0.71 – 1.00

3. ทดสอบหลังเรียน โดยใช้แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณ จำนวน 40 ข้อ สถิติวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน การทดสอบที (t – test dependent) ร้อยละ

## ผลการวิจัย

1. การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวการเรียนรู้อย่างกระตือรือร้นกับการช่วยเสริมศักยภาพ การเรียนรู้ที่ส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณ ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

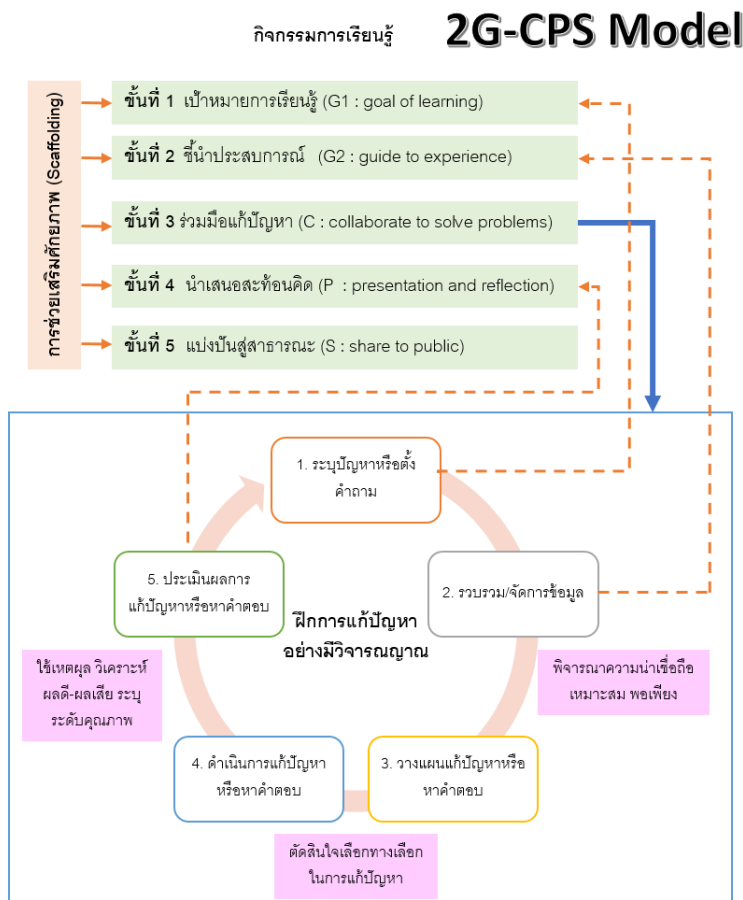
1.1 ลักษณะการจัดการเรียนรู้ตามแนวการจัดการเรียนรู้อย่างกระตือรือร้น เป็นการเรียนรู้ร่วมกัน ส่งเสริมให้ผู้เรียนพัฒนาทักษะการคิดขั้นสูงและทักษะที่จำเป็นในการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ มีการบูรณาการ เทคโนโลยีสารสนเทศในการเรียนรู้ ผู้สอนเป็นทั้งผู้อำนวยความสะดวก (facilitator) และผู้ชี้แนะ (Coach) ให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ตามวิธีการสอนที่เหมาะสม ผู้เรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์ ที่หลากหลายในการปฏิบัติกิจกรรม เช่น การสืบค้น การอภิปรายการสรุป การสร้างความรู้ การเขียน และการ นำเสนอ ผู้เรียนเป็นผู้รับผิดชอบ กำกับการเรียนรู้ของตนเอง มีการสะท้อนคิด รู้ผลการเรียนย้อนกลับทันที เพื่อปรับปรุงผลการเรียนรู้ให้ดีขึ้น มีการประเมินผู้เรียนตามสภาพจริง จากการปฏิบัติงาน

1.2 แนวทางการช่วยเสริมศักยภาพการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ในกลุ่มที่มีความสามารถในการ แก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณระดับต่ำ ให้ผู้ที่มีความสามารถมากกว่าทำหน้าที่เป็นผู้เชี่ยวชาญ คอยชี้แนะ

สถานการณ์ปัญหาเริ่มจากปัญหาใกล้ตัวง่าย ๆ เพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนกล้าคิด กล้าแสดงความเห็น หรือผู้สอนต้องคอยกระตุ้นผู้เรียนด้วยการตั้งคำถามชี้แนะ แล้วค่อยใช้ปัญหาที่ยากและซับซ้อน บูรณาการการสอนแบบสืบเสาะ (inquiry-based approach) เน้นให้นำข้อมูลหรือเชิงประจักษ์ที่มีมาสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง ใช้การสืบเสาะหาความรู้แบบชี้แนะแนวทาง (guided inquiry) ส่วนกลุ่มที่มีความสามารถทางการคิดระดับสูง ฝึกทำหน้าที่เป็นผู้ชี้แนะ (coach) พี่เลี้ยง (mentor) หรือผู้อำนวยความสะดวก (facilitator) มอบหมายงานเดี่ยวที่เน้น การแก้ปัญหาหรือการสร้างชิ้นงานภายใต้เงื่อนไขที่จำกัด เพื่อท้าทายความสามารถ บูรณาการการสอนแบบสืบเสาะ (inquiry - based approach) เน้นนำข้อมูลหรือเชิงประจักษ์ที่มีมาสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง ใช้การสืบเสาะหาความรู้แบบเปิด (open inquiry)

## 2. ผลการสร้างและตรวจสอบคุณภาพของรูปแบบ พบว่า

2.1 รูปแบบมีองค์ประกอบ คือ หลักการ วัตถุประสงค์ เนื้อหา กระบวนการจัดกิจกรรม และการวัดประเมินผล มีขั้นตอนตามแบบ 2G-CPS Model ดังภาพ 1



ภาพ 1 แสดง 2G-CPS Model

ผลการตรวจสอบคุณภาพรูปแบบ พบว่า 1) รูปแบบมีความเหมาะสมระดับมาก ( $\bar{X} = 4.36$ , S.D. = 0.58) และ 2) คู่มือการใช้รูปแบบ มีความเหมาะสมระดับมาก ( $\bar{X} = 4.49$ , S.D. = 0.61)

## 2.2 ผลการหาค่าดัชนีประสิทธิผลของรูปแบบ นำเสนอดังตาราง 1

ตาราง 1 แสดงผลการหาค่าดัชนีประสิทธิผล (E.I.) ของรูปแบบ

| จำนวนนักเรียน | คะแนนเต็ม | ผลรวมของคะแนนทดสอบ |           | ดัชนีประสิทธิผล |
|---------------|-----------|--------------------|-----------|-----------------|
|               |           | ก่อนเรียน          | หลังเรียน |                 |
| 31            | 40        | 540                | 970       | 0.6143          |

จากตาราง 1 พบว่า ค่าดัชนีประสิทธิผลของรูปแบบ มีค่าเท่ากับ 0.6143 แสดงว่า รูปแบบที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นทำให้นักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณเพิ่มขึ้นคิดเป็นร้อยละ 61.43

## 3. ผลการทดลองใช้รูปแบบ นำเสนอได้ดังนี้

3.1 ผลการเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณก่อนและหลังเรียนด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่พัฒนาขึ้น นำเสนอดังตาราง 2

ตาราง 2 แสดงผลการเปรียบเทียบคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณของกลุ่มตัวอย่างระหว่างก่อนและหลังเรียนด้วยรูปแบบ ( $n = 32$ ) คะแนนเต็ม 40 คะแนน

| การทดสอบ  | $\bar{X}$ | S.D. | $\bar{D}$ | t      | p   |
|-----------|-----------|------|-----------|--------|-----|
| ก่อนเรียน | 15.38     | 2.43 | 14.94     | 22.69* | .00 |
| หลังเรียน | 30.31     | 2.60 |           |        |     |

\* $p < .05$

จากตาราง 2 พบว่า ความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณของกลุ่มตัวอย่างที่ได้รับการสอนด้วยรูปแบบที่พัฒนาขึ้นหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

3.2 ผลการเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณหลังเรียนด้วยรูปแบบกับเกณฑ์ร้อยละ 75 นำเสนอดังตาราง 3

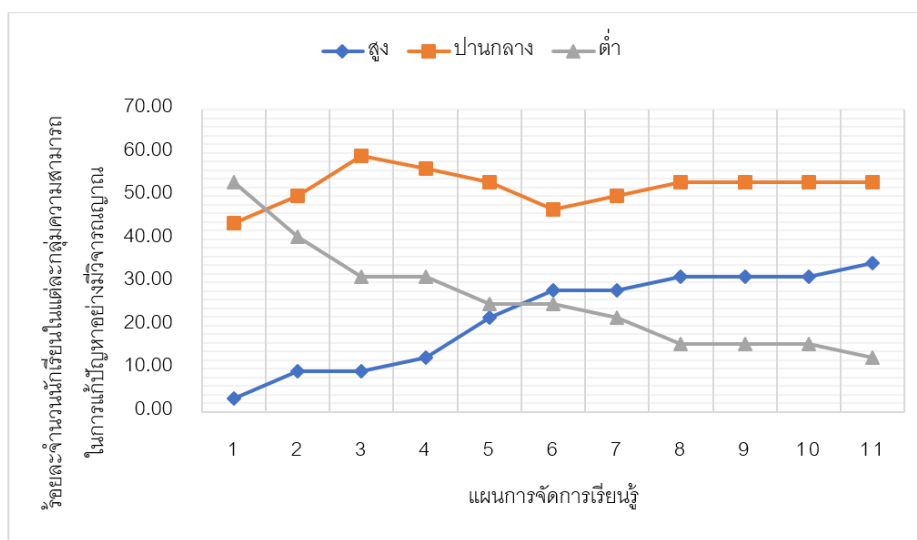
ตาราง 3 แสดงผลการเปรียบเทียบคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหอย่างมีวิจารณญาณของกลุ่มตัวอย่าง  
หลังเรียนด้วยรูปแบบกับเกณฑ์ร้อยละ 75 ( $n = 32$ ) คะแนนเต็ม 40 คะแนน

| การทดสอบ                    | $\bar{X}$ | S.D. | %     | t     | p    |
|-----------------------------|-----------|------|-------|-------|------|
| หลังเรียน<br>เกณฑ์ร้อยละ 75 | 31.00     | 2.69 | 77.50 | 2.10* | .022 |

\* $p < .05$

จากตาราง 3 พบว่า ความสามารถในการแก้ปัญหอย่างมีวิจารณญาณของกลุ่มตัวอย่างที่ได้รับการสอนด้วยรูปแบบที่พัฒนาขึ้นสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 75 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

3.3 ผลการศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนระหว่างเรียน  
ดังภาพ 2



ภาพ 2 กราฟแสดงร้อยละจำนวนนักเรียนในแต่ละกลุ่มความสามารถในการแก้ปัญหอย่างมีวิจารณญาณระหว่างเรียน

จากภาพ 2 พบว่า จำนวนนักเรียนที่มีความสามารถในการแก้ปัญหอย่างมีวิจารณญาณที่อยู่ในระดับสูงมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น และจำนวนนักเรียนที่อยู่ในระดับต่ำมีแนวโน้มลดลง

## การอภิปรายผลการวิจัย

1. การเรียนรู้อย่างกระตือรือร้นในวิชาวิทยาศาสตร์ เป็นการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนมีบทบาทสำคัญในการเรียนรู้ เป็นผู้สร้างความรู้ด้วยตนเองจากประสบการณ์จริงหรือสถานการณ์ปัญหาที่ได้ปฏิบัติจริง พัฒนาการคิดขั้นสูงและทักษะทางวิทยาศาสตร์ เรียนรู้ร่วมกันผ่านการสะท้อนคิด การสื่อสาร บูรณาการทางด้านเทคโนโลยี เพื่อสำรวจตรวจสอบเจตคติและทัศนคติของตนเองในการเรียนรู้ ผู้สอนสามารถปรับเปลี่ยนบทบาทของตนเองเป็นทั้งผู้อำนวยความสะดวกและชี้แนะการเรียนรู้และวิธีการสอนและเทคนิคการสอนควรส่งเสริมให้เกิดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณ ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของ Bonwelle and Eison (1995) ที่กล่าวว่า ผู้สอนออกแบบหรือเลือกกิจกรรมที่มีความหลากหลายมีความเหมาะสม และที่สำคัญกิจกรรมนั้นต้องให้ผู้เรียนได้มีส่วนร่วมใน 2 ลักษณะ คือ การมีส่วนร่วมในการทำงานหรือลงมือปฏิบัติและการมีส่วนร่วมในการคิด

การศึกษาแนวทางการช่วยเสริมศักยภาพการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ผู้เรียนที่ส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณ จากผู้สอนวิทยาศาสตร์และผู้ทรงคุณวุฒิที่มีประสบการณ์ในการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เพื่อให้ได้แนวทางการช่วยเสริมศักยภาพที่เหมาะสมกับรูปแบบ ซึ่งการศึกษามีความสอดคล้องกับแนวคิดการช่วยเสริมศักยภาพ (scaffolding) ของ Puntambekar and Kolodner (2005); Larkin (2001); Mckenize (2000) ที่มีการกำหนดเป้าหมายการเรียนรู้ร่วมกัน มีความชัดเจนในการเรียนรู้ เพื่อให้ผู้เรียนมีแรงจูงใจในการเรียนมากขึ้นและสามารถวางแผนการเรียนรู้ได้ มีการวินิจฉัยความต้องการของผู้เรียน เพื่อทราบขอบเขตบริเวณพัฒนาการเข้าใจปัญหาของผู้เรียน ช่วยให้ผู้สอนออกแบบการช่วยเหลือได้อย่างมีประสิทธิภาพ ผู้สอนออกแบบ จัดการสนับสนุน ให้การช่วยเหลือผู้เรียนที่สามารถปรับเปลี่ยนรูปแบบได้ตามความต้องการและความสามารถของผู้เรียน การมีปฏิสัมพันธ์ร่วมกันทำให้ผู้เรียนเกิดทักษะการเรียนรู้ร่วมกัน (Collaborative Skill) ช่วยให้ผู้สอนสามารถประเมินความเข้าใจของผู้เรียนได้อย่างต่อเนื่อง รวมทั้งช่วยให้ผู้เรียนได้ยืนยันหรือปรับปรุงแนวคิดของตนเอง การประเมินผลให้ข้อมูลย้อนกลับ (Reflection) เพื่อช่วยให้ผู้เรียนตรวจสอบความต้องการของตนเอง ผู้สอนอาจสรุปความก้าวหน้าของผู้เรียน เพื่อช่วยให้ผู้เรียนไปตามเป้าหมาย และลดความช่วยเหลือผู้เรียน เพื่อให้ผู้เรียนสามารถประยุกต์ใช้ และเรียนรู้ได้ด้วยตนเอง สามารถรับผิดชอบในการเรียนรู้ได้ด้วยตนเอง (Self – regulation)

2. รูปแบบที่สร้างขึ้นโดยการศึกษาค้นคว้าจากทฤษฎีการสร้างความรู้ (Constructivism Theory) แนวเรียนรู้อย่างกระตือรือร้น (Active learning) แนวคิดการช่วยเสริมศักยภาพ (Scaffolding) และแนวคิดจากผู้สอนวิทยาศาสตร์และผู้ทรงคุณวุฒิ รวมทั้งงานวิจัยที่เกี่ยวข้องช่วยให้ผู้วิจัยสามารถสังเคราะห์องค์ประกอบของรูปแบบ รวมทั้งความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบของรูปแบบ มีการปรับปรุงรูปแบบ ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของ Joyce and Weil (2001, pp. 28 - 30) ซึ่งนำมาพัฒนารูปแบบที่มีองค์ประกอบครบถ้วน ซึ่งอธิบายถึงสาระสำคัญเกี่ยวกับการพัฒนารูปแบบว่า การพัฒนารูปแบบต้องมีทฤษฎีรองรับ ควรมีการวิจัยเพื่อตรวจสอบทฤษฎี และตรวจสอบคุณภาพในเชิงสถานการณ์จริง โดยออกแบบรูปแบบให้ใช้ได้อย่างกว้างขวางหรือจุดมุ่งหมายเฉพาะอย่างใดอย่างหนึ่งก็ได้ รูปแบบที่พัฒนาขึ้นนี้ผู้วิจัยได้นำเสนอเป็น 4 ส่วน ได้แก่ ส่วนที่ 1 การแนะนำรูปแบบ

ซึ่งประกอบด้วย วัตถุประสงค์หรือเป้าหมายของรูปแบบ ทฤษฎีและแนวคิดที่ใช้รองรับรูปแบบ หลักการและมโนทัศน์สำคัญที่เป็นพื้นฐานของรูปแบบ และส่วนที่ 2 ตัวรูปแบบ (The Model of Teaching) เป็นการอธิบายถึงตัวรูปแบบซึ่งนำเสนอเป็นเรื่องราว อย่างละเอียดและเน้นการปฏิบัติได้ ซึ่งรูปแบบที่ผู้วิจัยได้สร้างขึ้น มีองค์ประกอบจากการสังเคราะห์แนวคิดของ Joyce and Weil (2001); Arends (1997); Khaemmani (2010) ที่มีองค์ประกอบ 5 องค์ประกอบ ได้แก่ 1) หลักการ 2) วัตถุประสงค์ 3) เนื้อหา 4) กิจกรรมการเรียนการสอน และ 5) การวัดและประเมินผล ส่วนที่ 3 เป็นการนำรูปแบบไปใช้ (Application) ผู้วิจัยได้จัดทำคู่มือการใช้รูปแบบ ประกอบด้วย การแนะนำรูปแบบและแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง ปีโตรเลียมและพอลิเมอร์ จำนวน 11 แผน แผนๆ ละ 2 ชั่วโมง เวลาเรียนรวม รวม 22 ชั่วโมง และส่วนที่ 4 ผลที่จะเกิดกับผู้เรียนทั้งด้านทางตรงและทางอ้อม (Instruction and Nurturant Effects) ซึ่งผลโดยตรงเกิดจากการสอนของผู้สอน หรือเกิดจากกิจกรรมที่จัดขึ้นตามขั้นตอนการจัดกิจกรรมของรูปแบบ ส่วนผลโดยอ้อมเกิดจากสภาพแวดล้อม

ในการวิจัยครั้งนี้กำหนดวัตถุประสงค์ เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณ จะได้เห็นว่ารูปแบบได้รับการพัฒนาอย่างเป็นระบบโดยมีแนวคิดทฤษฎี และผลการวิจัยเป็นแนวทางในการพัฒนาได้ผ่านการตรวจสอบจากผู้ทรงคุณวุฒิ อยู่ในระดับดีและการทดลองนำร่อง เพื่อดูความเป็นไปได้ในการนำไปปฏิบัติ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Kaewurai (2011) ที่พัฒนารูปแบบเพื่อพัฒนาคุณภาพผู้เรียนสู่สังคมแห่งคุณธรรม ภูมิปัญญาและการเรียนรู้ และงานวิจัยของ Khialouang, et al. (2013) ที่พัฒนารูปแบบการสะท้อนคิดเพื่อสร้างเสริมความสามารถในการตัดสินใจเชิงจริยธรรมทางการพยาบาลสำหรับนักศึกษาพยาบาล จึงมีความมั่นใจได้ว่ารูปแบบที่พัฒนาขึ้น จะส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย ให้บรรลุผลสำเร็จได้อย่างมีประสิทธิภาพ

3. รูปแบบที่พัฒนาขึ้นทำให้ผู้เรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณหลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ ร้อยละ 75 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งสอดคล้องกับสมมติฐานการวิจัยที่ตั้งไว้ ที่เป็นดังนี้ เพราะว่ารูปแบบถูกพัฒนาขึ้นอย่างเป็นระบบตามที่กล่าวแล้วนั้น มีขั้นตอนที่ส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณอย่างชัดเจน สอดคล้องกับกระบวนการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณและการจัดการเรียนรู้ตามแนวการเรียนรู้อย่างกระตือรือร้น มีความสอดคล้องกับการรู้วิทยาศาสตร์และวิสัยทัศน์ของการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามมาตรฐานหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐานที่กำหนดไว้ ซึ่งเป็นวิสัยทัศน์ที่แสดงลักษณะของการรู้วิทยาศาสตร์ที่เป็นภาพในอนาคตที่ต้องการให้เกิดกับผู้เรียน (Department of Academic Affairs, 2002, p.4) ที่ว่า ผู้เรียนทุกคนควรได้รับการกระตุ้นส่งเสริมให้สนใจและกระตือรือร้นที่จะเรียนรู้วิทยาศาสตร์มีความสงสัย เกิดคำถามในสิ่งต่างๆ ที่เกี่ยวกับโลกธรรมชาติรอบตัว มีความมุ่งมั่นและมีความสุขที่จะศึกษาค้นคว้า สืบเสาะหาความรู้เพื่อรวบรวมข้อมูล วิเคราะห์ผล นำไปสู่คำตอบของคำถาม สามารถตัดสินใจด้วยการใช้ข้อมูล อย่างมีเหตุผล สามารถสื่อสารคำถาม คำตอบ ข้อมูลและสิ่งที่ค้นพบจากการเรียนรู้ให้ผู้อื่นเข้าใจได้ ประกอบกับในแต่ละขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้จะเน้นให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ร่วมกัน ช่วยเหลือซึ่งกันและกัน หากผู้เรียนต้องการความช่วยเหลือหรือพบเจอ

อุปสรรค ผู้สอนจะเป็นผู้คอยช่วยเหลือ สนับสนุนการเรียนรู้ของผู้เรียนอย่างเป็นระบบ และเมื่อใดที่ผู้เรียนมีความสามารถในการทำงานนั้นๆ แล้วก็จะมีการค่อยๆ ลดความช่วยเหลือลงทีละน้อย เพื่อให้ผู้เรียนทำงานนั้นสำเร็จได้ด้วยตนเอง ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดการช่วยเสริมศักยภาพ (scaffolding) (Puntambekar & Kolodner, 2005, p.189; Larkin, 2002; Mckenize, 2000) ที่มีการกำหนดเป้าหมายการเรียนรู้ร่วมกันมีแรงจูงใจและสามารถวางแผนการเรียนรู้ได้ ผู้สอนวินิจฉัยความต้องการของผู้เรียน เพื่อทราบขอบเขตบริเวณพัฒนาการหาปัญหาของผู้เรียน ช่วยให้ผู้สอนออกแบบการช่วยเหลือได้อย่างมีประสิทธิภาพ การมีปฏิสัมพันธ์ร่วมกัน ทำให้ผู้เรียนเกิดทักษะการเรียนรู้ร่วมกัน (Collaborative Skill) ช่วยให้ผู้สอนสามารถประเมินความเข้าใจของผู้เรียนได้อย่างต่อเนื่อง รวมทั้งช่วยให้ผู้เรียนได้ยืนยันหรือปรับปรุงแนวคิดของตนเอง การประเมินผลให้ข้อมูลย้อนกลับ (Reflection) เพื่อช่วยให้ผู้เรียนตรวจสอบความต้องการของตนเอง และการลดความช่วยเหลือผู้เรียน เพื่อให้ผู้เรียนสามารถประยุกต์ใช้ และเรียนรู้ได้ด้วยตนเอง สามารถรับผิดชอบในการเรียนรู้ได้ด้วยตนเอง (Self – regulation) ซึ่งสอดคล้องกับการนำแนวคิดการเรียนรู้อย่างกระตือรือร้นมาสนับสนุนการจัดการเรียนรู้ ในงานวิจัยของ Manopichetwattana (2004) ที่ได้พัฒนารูปแบบการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์แบบบูรณาการที่เน้นผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ที่กระตือรือร้น เรื่อง ร่างกายมนุษย์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ซึ่งผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนตามรูปแบบหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และมีคะแนนเฉลี่ยสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด (ร้อยละ 70)

จากการศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียน พบว่า จำนวนนักเรียนที่มีความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณอยู่ในระดับสูงมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น จำนวนนักเรียนที่อยู่ในระดับต่ำมีแนวโน้มลดลง ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากการช่วยเหลือนักเรียนในช่วงแรกโดยวิธีการต่างๆ ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ จึงพัฒนาความสามารถหรือศักยภาพของตนเองให้เพิ่มขึ้น และเมื่อเวลาต่อมาเมื่อลดการช่วยเหลือผู้เรียนจึงปรับระดับเพื่อคงความสามารถของตนเองไว้ ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของ North Central Regional Educational Laboratory (2004) ที่กล่าวว่า ขั้นตอนการพัฒนาความสามารถในการเรียนรู้ มี 4 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นที่ 1 ความช่วยเหลือจากผู้ที่มีประสบการณ์มากกว่า ขั้นที่ 2 ความช่วยเหลือจากตัวผู้เรียนเอง ขั้นที่ 3 การคงระดับความสามารถนั้นไว้ได้ด้วยตนเอง และขั้นที่ 4 การถดถอยไปยังขั้นที่ผ่านมา ซึ่งผู้เรียนสามารถพัฒนาความสามารถจากจุดเริ่มต้นของความสามารถที่แท้จริงของตนไปจนถึงระดับที่เต็มศักยภาพของผู้เรียนได้ โดยความช่วยเหลือของ ผู้ปกครอง ผู้เชี่ยวชาญ ผู้ฝึกสอน ผู้สอน และเพื่อนที่มีความสามารถมากกว่า หลังจากนั้นผู้เรียนก็จะยังคงรักษาระดับความสามารถนั้นไว้ด้วยตนเอง และบางคนอาจจะเกิดภาวะถดถอยย้อนกลับมาอยู่ที่ระดับความสามารถขั้นที่ผ่านมาแล้วก็ไม่ได้ อาจจำเป็นต้องได้รับการฝึกอีกครั้งหนึ่ง

## ข้อเสนอแนะจากการวิจัย

### 1. ข้อเสนอแนะในการนำรูปแบบการเรียนรู้ไปใช้

1.1 ผู้สอนสามารถออกแบบสถานการณ์ปัญหา และการช่วยเสริมศักยภาพเพิ่มเติมได้ตามความเหมาะสมของผู้เรียน และจัดเตรียมสื่อและแหล่งเรียนรู้ให้มีความพร้อม หากมีการบูรณาการใช้ ICT ในกิจกรรมการเรียนรู้ หรือการรวบรวมจัดการข้อมูล ควรออกแบบให้เหมาะสมกับเวลา สถานที่ ตลอดจนการเชื่อมต่อเครือข่ายอินเทอร์เน็ต

1.2 การฝึกความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณ จะไม่มีประสิทธิภาพหากผู้เรียนขาดทักษะการเรียนรู้ขั้นพื้นฐาน เช่น การเขียน การคำนวณ การสื่อสาร การอภิปราย การอธิบาย เป็นต้น จะทำให้เกิดความเบื่อหน่ายในการเรียน ดังนั้น ผู้สอนควรเตรียมความพร้อมของผู้เรียนในการแก้ปัญหา มีการวิเคราะห์ผู้เรียนและออกแบบการช่วยเหลือ เพื่อให้ผู้เรียนสามารถแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณได้

### 2. ข้อเสนอแนะเพื่อการวิจัยครั้งต่อไป

2.1 ควรศึกษาผลการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวการเรียนรู้อย่างกระตือรือร้นต่อประเด็นเจตคติต่อวิทยาศาสตร์

2.2 ควรศึกษาปัจจัยอื่นๆ ที่เกิดขึ้นจากรูปแบบที่พัฒนาขึ้นในครั้งนี้ เช่น บรรยากาศในการเรียนรู้ พฤติกรรมการเรียนรู้ของผู้เรียน ความพึงพอใจของผู้เรียนต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบ เป็นต้น

## References

- Arends, R. I. (1997). *Classroom instruction and management*. New York: McGraw Hill.
- Bonwell, C. C., & Eison, J. A. (1995). *Active learning: Creating excitement in the classroom* AEHE-ERIC higher education report No. 1. Washington, D.C.: Jossey-Bass.
- Dabbagh, N. (2003). Scaffolding: An important teacher competency in online learning. *Tech Trends*, 47(2), 39-44.
- Department of Academic Affairs. (2002). *Manual of learning area of science based on the basic education core curriculum B.E. 2544 (A.D. 2001)*. Bangkok: Shipping and Packing Organization. [in Thai]
- Joyce, B., & Weil, M. (2001). *Models of teaching* (5th ed.). Massachusetts: Allyn and Bacon.
- Kaewurai, W. (2011). The development of Instruction model to improve the quality of learners into a moral society wisdom and learning. *Journal of graduate Nakhon Sawan Rajabhat University*, 6(15), 11-30. [in Thai]

- Khaemmani, T. (2010). *Instruction science: Knowledge for effective learning management*. Bangkok: Chulalongkorn University Press. [in Thai]
- Khiaolueang, D., Kaewurai, W., Hingkanon, P., & Viboonrangsun, S. (2013). The development of the thought reflection learning model to enhance ethical decision-making in nursing for student nurses. *Journal of Education Naresuan University*, 15(4), 9-21. [in Thai]
- Larkin, M. J. (2001). Providing support for student independence through scaffold instruction. *Teaching Exceptional Children*, 34(1), 30-34.
- Manopichetwattana, S. (2004). *The development of integrated science instruction emphasizing active learning on the human body* (Doctoral Dissertation). Bangkok: Srinakharinwirot University. [in Thai]
- National Research Council. (1996). *National Science Education Standards*. New York: National Academy Press.
- North Central Regional Educational Laboratory. (2004). *Critical issue: Rethinking learning for students at risk*. Retrieved December 12, 2007, from <http://www.ncrel.org/sdrs/areas/issues/students/atrisk/at700.htm>
- Partnership for 21<sup>st</sup> Century. (2008). *21<sup>st</sup> century skills: Rethinking how students learn*. Retrieved February 17, 2008, from <http://www.21STCENTURY.ORG/>
- Puntambekar, S., & Kolodner, J. L. (2005). Distributed scaffolding: Helping students learn science by design. *Journal of Research in Science Teaching*, 42.
- The Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology. (2016). *Press conference of Evaluation results in PISA 2015*. Retrieved November 7, 2016, from <http://pisathailand.ipst.ac.th/news/pisa2015result> [in Thai]