ความสามารถในการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ เรื่องพลังงานความร้อน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เรียนด้วยวิธีพีเอสโออี

Scientific Reasoning Ability on the learning unit of heat energy of Grade-7 Students Learning Through PSOE

ตรีนุช เพชรแสนงาม[1*] และเดชา ศุภพิทยาภรณ์[2]

(Treenoot Pedsanngam[1*] and Decha Suppapittayaporn[2])

[1*]สาขาการศึกษา (วิทยาศาสตร์ศึกษา) คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ เลขที่ 239 ถนนห้วยแก้ว ตำบลสุเทพ อำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่ 50200

อีเมลผู้แต่งหลัก : treenootnimnim@gmail.com เบอร์โทร : 06 4194 2499

วันที่รับบทความ 23 สิงหาคม 2564 **วันที่รับแก้ไขบทความ** 26 ตุลาคม 2564 **วันที่ตอบรับบทความ** 28 ตุลาคม 2564

Received: Aug. 23, 2021 **Revised:** Oct. 26, 2021 **Accepted:** Oct. 28, 2021

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความสามารถในการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ หน่วยการเรียนรู้เรื่องพลังงานความร้อน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการสอนด้วยวิธีพีเอสโออี กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2562 โรงเรียนลำปางกัลยาณี จังหวัดลำปาง 1 ห้องเรียน จำนวน 30 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย 1) แผนการจัดการเรียนรู้ที่ใช้รูปแบบการสอนแบบพีเอสโออี หน่วยการเรียนรู้เรื่องพลังงานความร้อน จำนวน 5 แผน (OIC > 0.67) และ 2) แบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ เรื่องพลังงานความร้อน ซึ่งข้อสอบเป็นแบบเลือกตอบแบบคำถาม 2 ชั้น จำนวน 20 ข้อ ($0.2 < p < 0.8$, $r > 0.2$, KR-20 = 0.88) ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนด้วยวิธีพีเอสโออี ซึ่งมีขั้นในการสอน 4 ขั้นตอน คือ 1) ขั้นพีหรือขั้นสร้างคำทำนาย 2) ขั้นเอสหรือขั้นแลกเปลี่ยนแนวคิด 3) ขั้นโอหรือขั้นสังเกต และ 4) ขั้นอีหรือขั้นอธิบาย มีคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญ (paired t-test, $p < 0.05$) เมื่อพิจารณาตามองค์ประกอบที่จำเป็นในการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ ได้แก่ ข้อสรุป หลักฐาน และการชี้แจงความสัมพันธ์ระหว่างข้อสรุปและหลักฐานแล้ว พบว่ามีนักเรียนเพียงร้อยละ 20 เท่านั้นที่สามารถให้เหตุผลได้ครบถ้วนองค์ประกอบ และเมื่อแบ่งตามเนื้อหาที่ใช้สอนพบว่า นักเรียนสามารถให้เหตุผลเกี่ยวกับเรื่องการถ่ายโอนความร้อนได้มากที่สุด

คำสำคัญ: การให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์; การสอนแบบพีเอสโออี

Abstract

The objective of this research is to study scientific reasoning ability on the learning unit of heat energy among grade-7 students engaged through PSOE approach. The sample for this research were 30 grade-7 students of Lampang Kanlayanee School, Muang District, Lampang Province. This research was carried out in the second semester of academic year 2019. The research instruments were 1) a total of 5 lesson PSOE-

based teaching plans (OIC > 0.67) and 2) a scientific reasoning ability test (0.2 < p < 0.8, r > 0.2, KR-20 = 0.88). The result indicates that the average scientific reasoning ability post score is significantly higher than the average pre score (paired t-test, p < 0.05). Considering the components of scientific reasoning, including claim, evidence and justification of the claim and evidence, the result reveals that only 20 percent of students made a claim based on evidence and could justify how the claim and the evidence are related. When Considering the teaching content, it was found that students can do the best scientific reasoning's score on the topic of heat transfer.
Keywords: Scientific Reasoning; PSOE Approach

บทนำ

การพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ (Scientific reasoning) เป็นส่วนหนึ่งในกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ซึ่งถูกกำหนดไว้ในตัวชี้วัดและมาตรฐานการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของประเทศไทยในทุกระดับชั้น (กระทรวงศึกษาธิการ, 2552) เพราะความสามารถในการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Reasoning Ability) ถือเป็นองค์ประกอบสำคัญในการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Inquiry) ซึ่งประกอบด้วยการให้เหตุผลเชิงตรรกะ ข้อมูลหลักฐานเชิงประจักษ์ จินตนาการและความคิดสร้างสรรค์ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2560)

จากผลการประเมินความสามารถในการรู้วิทยาศาสตร์ในระดับนานาชาติและระดับชาติ ซึ่งสะท้อนให้เห็นถึงความสามารถในการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ของเด็กไทย พบว่ายังอยู่ในระดับต่ำกว่าค่าเฉลี่ยมาตรฐาน ทั้งผลจากโครงการประเมินผลนักเรียนนานาชาติหรือ PISA ในปี ค.ศ. 2015 ที่พบว่านักเรียนไทยมีผลคะแนนเฉลี่ยในวิชาวิทยาศาสตร์ ต่ำกว่าค่าเฉลี่ย OECD อย่างมีนัยสำคัญ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2557) สอดคล้องกับผลการประเมินในโครงการศึกษาแนวโน้มการจัดการศึกษาคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ระดับนานาชาติ 2558 (International Association for the Evaluational Achievement; TIMSS 2015) ซึ่งพบว่าผลการประเมินด้านพฤติกรรมการเรียนรู้ (Cognitive Domain) ของนักเรียนไทยในด้านการประยุกต์ใช้ความรู้และการใช้เหตุผลยังอยู่ในระดับที่ไม่ดีนัก (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2560)

ปัญหาดังกล่าว สอดคล้องกับปัญหาที่ผู้วิจัยพบในการจัดการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ของโรงเรียนลำปางกัลยาณีที่นักเรียนส่วนใหญ่สามารถตอบคำถามในระดับที่เป็นความรู้ความจำได้ดี แต่ไม่สามารถสร้างคำอธิบายหรือให้เหตุผลต่อปรากฏการณ์ต่าง ๆ ที่ต้องเชื่อมโยงการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์กับการให้เหตุผลในชีวิตประจำวันได้ ซึ่งผลดังกล่าวสะท้อนได้จากค่าเฉลี่ยคะแนนผลการประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระดับชาติ (O-NET) ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น โรงเรียนลำปางกัลยาณีตั้งแต่ปีการศึกษา 2551 - 2560 ที่มีค่าคะแนนเฉลี่ยต่ำกว่าร้อยละ 50 ในทุกสาระเนื้อหา โดยเนื้อหาที่นักเรียนทำคะแนนได้น้อย ได้แก่ เรื่องพลังงานความร้อน ซึ่งจัดสอนในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

ผู้วิจัยจึงเห็นว่าการจัดการเรียนการสอน ที่เน้นการส่งเสริมความสามารถในการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์จะช่วยส่งเสริมให้นักเรียน มีโอกาสใช้เหตุผลในการสร้างคำอธิบายปรากฏการณ์ทางวิทยาศาสตร์เพื่อนำไปใช้ในการแก้ปัญหา สร้างสมมติฐาน สร้างคำอธิบายและขยายความรู้สู่สถานการณ์ใหม่ที่ซับซ้อนขึ้นได้ (เมธิน อินทรประสิทธิ์, 2558) โดยจุดเน้นหลักของการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ คือการแสดงความเชื่อมโยงกันระหว่างข้อสรุปและหลักฐานที่เกี่ยวข้องกับข้อสรุปนั้น

การสอนด้วยวิธีทำนาย (Predict) แลกเปลี่ยนความคิด (Share) สังเกต (Observe) และอธิบาย (Explain) หรือการสอนแบบพีเอสโออี ถูกเลือกนำมาใช้เพื่อพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ เรื่องพลังงานความร้อน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนลำปางกัลยาณี ซึ่งเป็นรูปแบบการสอนที่มีความสอดคล้องกับทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ (Constructivism) และคอนสตัคติวิสต์เชิงสังคม (Social constructivism) ที่กล่าวว่า ผู้เรียนจะเป็นผู้สร้างความรู้จากความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งที่พบเห็นกับความรู้ความเข้าใจเดิมที่มีมาก่อน โดยนำความเข้าใจเกี่ยวกับเหตุการณ์และปรากฏการณ์ที่พบเห็น มาสร้างเป็นโครงสร้างทางปัญญาใหม่ (Cognitive Structure) ซึ่งครูต้องจัดกระบวนการเรียนรู้ ให้มีกิจกรรมที่ได้ให้ผู้เรียนได้ศึกษาและแก้ไขปัญหาร่วมกัน สร้างบรรยากาศทางสังคมให้เกิดปฏิสัมพันธ์ระหว่างกัน จะช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้อย่างเข้าใจจากการมีโอกาสได้สร้างความรู้ใหม่ หรือหลอมรวมข้อมูลใหม่ที่ได้รับเข้ากับความคิดเดิม (จิรพรรณ คงเคารพธรรม, 2553) โดยผู้วิจัยเชื่อว่าการจัดการเรียนรู้แบบพีเอสโออี จะช่วยเพิ่มโอกาสให้นักเรียนได้สร้างคำทำนายและคำอธิบาย เพื่อเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างข้อสรุปและหลักฐานที่ค้นพบจากการสังเกตผลของกิจกรรม ผ่านการแลกเปลี่ยนความคิดระหว่างกันมากขึ้น ซึ่งรูปแบบดังกล่าวจะช่วยส่งเสริมและพัฒนาทักษะการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนให้เพิ่มขึ้นได้

วัตถุประสงค์

เพื่อศึกษาความสามารถในการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ เรื่องพลังงานความร้อนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เรียนด้วยวิธีพีเอสโออี

ขอบเขตของการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้กำหนดขอบเขตเนื้อหา ประชากร และตัวแปรที่ศึกษา ดังนี้

ขอบเขตด้านเนื้อหา

1. เนื้อหางานวิจัย คือ การให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์, ทฤษฎีการเรียนรู้แบบคอนสตรัคติวิสต์, คอนสตัคติวิสต์เชิงสังคม และการจัดการเรียนรู้แบบพีเอสโออี

2. เนื้อหาการจัดกิจกรรม ได้แก่ เนื้อหาวิทยาศาสตร์เรื่อง พลังงานความร้อน ซึ่งครอบคลุมเนื้อหาการเรียนรู้ ได้แก่ ความร้อนกับการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของสาร ความร้อนกับการขยายตัวและหดตัวของสาร ความร้อนกับการเปลี่ยนสถานะ การถ่ายโอนความร้อนของสสาร และสมดุลความร้อน

ขอบเขตด้านประชากร

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยในครั้งนี้ คือ นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนลำปางกัลยาณี ปีการศึกษา 2562 จำนวนทั้งสิ้น 530 คน โดยกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยนี้ ได้มาโดยการ

แบบสุ่มแบบเป็นกลุ่ม (Cluster Random Sampling) ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2562 โรงเรียนลำปางกัลยาณี อำเภอเมือง จังหวัดลำปาง 1 ห้องเรียน จำนวน 30 คน

ขอบเขตด้านตัวแปร

ตัวแปรต้น คือ การจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีพีเอสโออี

ตัวแปรตาม คือ ความสามารถในการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์

วิธีดำเนินการวิจัย

ในการศึกษาความสามารถในการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ เรื่องพลังงานความร้อน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เรียนด้วยวิธีพีเอสโออี มีรายละเอียด ดังนี้

1. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ 1) แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้การสอนแบบพีเอสโออี เรื่องพลังงานความร้อน และ 2) แบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ เรื่องพลังงานความร้อน มีขั้นตอนการสร้าง ดังนี้

1) สร้างแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้การสอนแบบพีเอสโออี เรื่องพลังงานความร้อน ตามขั้นตอนดังนี้

(1) ศึกษากรอบแนวคิดและรูปแบบการสอนแบบพีเอสโออี

(2) ศึกษาหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง 2560) สาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ สาระที่ 2 วิทยาศาสตร์กายภาพ ตัวชี้วัดที่ ว 2.3 ซึ่งเกี่ยวกับพลังงานความร้อน จากนั้นวิเคราะห์เนื้อหา กำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้และรูปแบบกิจกรรม

(3) ดำเนินการออกแบบแผนการจัดการเรียนรู้ โดยกำหนดเนื้อหา 5 เรื่อง ได้แก่ ความร้อนกับการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของสาร ความร้อนกับการขยายตัวและหดตัวของสาร ความร้อนกับการเปลี่ยนสถานะ การถ่ายโอนความร้อน และสมดุลความร้อน ใช้เวลาทั้งหมด 20 คาบ

(4) นำแผนการสอนทั้ง 5 แผนที่สร้างขึ้นให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน ตรวจสอบความสอดคล้องตามจุดประสงค์การเรียนรู้ กระบวนการเรียนรู้ สื่อการเรียนรู้และการวัดและประเมินผล แล้ววิเคราะห์หาค่าสัมประสิทธิ์ความสอดคล้อง IOC ซึ่งมีค่าอยู่ระหว่าง 0.67 – 1.00

(5) ปรับปรุงแก้ไขตามคำข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ จากนั้นนำไปใช้กับนักเรียนกลุ่มตัวอย่างต่อไป

2) สร้างแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ ตามขั้นตอน ดังนี้

2.1 ศึกษาตำรา งานวิจัยและบทความวิชาการเกี่ยวกับความหมายและประเภทของการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Reasoning)

2.2 วิเคราะห์เพื่อกำหนดประเด็น ในการสร้างแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ให้ครอบคลุมเนื้อหา เรื่องพลังงานความร้อนทั้งหมด โดยผู้วิจัยมุ่งวิเคราะห์การให้เหตุผลของนักเรียนแต่ละคนจากการตอบแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผล ให้คะแนนเป็น 4 ระดับ ดังนี้

(1) เหตุผลที่ไม่มีการลงข้อสรุป หรือมีการลงข้อสรุปที่ไม่ถูกต้อง

(2) เหตุผลที่มีการลงข้อสรุปถูกต้อง แต่ไม่มีหลักฐานประกอบการลงข้อสรุป

(3) เหตุผลที่มีการลงข้อสรุปถูกต้อง และมีหลักฐานประกอบการลงข้อสรุป แต่ไม่มีการชี้แจงความสัมพันธ์ระหว่างข้อสรุปและหลักฐาน

(4) เหตุผลที่มีการลงข้อสรุปถูกต้อง มีหลักฐานประกอบการลงข้อสรุป และมีการชี้แจงความสัมพันธ์ระหว่างข้อสรุปและหลักฐาน

2.3 ดำเนินการสร้างแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ จำนวน 30 ข้อ

2.4 นำแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์จำนวน 30 ข้อ ไปให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือ ได้ค่าความสอดคล้อง (IOC) อยู่ระหว่าง 0.67 - 1.00

2.5 นำแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ ไปใช้ทดสอบกับนักเรียนกลุ่ม ทดลอง ซึ่งเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนลำปางกัลยาณี จังหวัดลำปาง จำนวน 44 คน แล้วคัดเลือกข้อสอบที่เหมาะสม จำนวน 20 ข้อ มาใช้ได้ค่าความเชื่อมั่น KR-20 เท่ากับ 0.87 ค่าอำนาจจำแนกอยู่ในช่วง 0.20 - 0.70 และค่าความยากง่ายอยู่ในช่วง 0.20 – 0.80

2. การเก็บรวบรวมข้อมูล

2.1 ปฐมนิเทศก่อนการดำเนินการจัดกิจกรรม แล้วทำการวัดความสามารถในการให้เหตุผลก่อนเรียน (Pre-test) เก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อนำไปวิเคราะห์ต่อไป

2.2 ดำเนินการจัดกิจกรรมตามแผนการจัดการเรียนรู้ ใช้เวลาทั้งหมด 20 คาบเรียน

2.3 ทำการวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์หลังเรียน (Post-test) แล้วเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อนำไปวิเคราะห์ต่อไป

2.4 นำคะแนนที่รวบรวมได้จากการวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ก่อนและหลังเรียน มาวิเคราะห์ค่าทางสถิติ แปลผล และสรุปผลการวิจัย

3. การวิเคราะห์ข้อมูล

3.1 เปรียบเทียบจำนวนร้อยละของนักเรียนตามช่วงคะแนน จากแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ก่อนและหลังเรียน

3.2 หาค่าเฉลี่ย ($\overline{X}$) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ของคะแนนก่อนและหลังเรียน และทดสอบความแตกต่างค่าเฉลี่ยของคะแนนที่ได้จากแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ก่อนและหลังเรียนด้วยสถิติทดสอบที (t-test) กำหนดนัยสำคัญที่ระดับ 0.05

3.3 วิเคราะห์ลักษณะการให้เหตุผลของนักเรียนแต่ละคน โดยพิจารณาองค์ประกอบที่จำเป็นของการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ ได้แก่ หลักฐาน ข้อสรุปและการอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างหลักฐานและข้อสรุป ครบถ้วนหรือไม่

3.4 วิเคราะห์ความสามารถในการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนก่อนและหลังเรียนแยกตามเนื้อหาที่ใช้สอน

ผลการวิจัย

1. เปรียบเทียบจำนวนนักเรียนตามช่วงคะแนน จากแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ก่อนและหลังเรียน คิดเป็นค่าเฉลี่ยร้อยละ ปรากฏดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 แสดงร้อยละของจำนวนนักเรียนกับคะแนนความสามารถในการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ก่อนและหลังเรียน

ช่วงคะแนน (คิดเป็นร้อยละ)	ก่อนเรียน (ร้อยละ)	หลังเรียน (ร้อยละ)
0 – 49	93.3	0
50 – 59	6.7	13.3
60 – 69	0	43.3
70 – 79	0	23.3
80 – 100	0	20

จากตารางที่ 1 จะเห็นว่าก่อนเรียนนักเรียนร้อยละ 93.3 มีความสามารถในการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์อยู่ในช่วงคะแนนเฉลี่ยที่ต่ำกว่าร้อยละ 50 และมีนักเรียนเพียงร้อยละ 6.7 เท่านั้นที่มีคะแนนสูงกว่าร้อยละ 50 ภายหลังจากผ่านการสอนแบบพีเอสโออี พบว่า นักเรียนทุกคนมีคะแนนสูงกว่าร้อยละ 50 กล่าวคือ มีคะแนนอยู่ระหว่างร้อยละ 50 - 69 คิดเป็นร้อยละ 56.6 และมีคะแนนสูงกว่าร้อยละ 70 ขึ้นไป คิดเป็นร้อยละ 43.3

2. ร้อยละของคะแนนเฉลี่ย ($\overline{X}_{\text{ร้อยละ}}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) และทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของคะแนนที่ได้ก่อนและหลังการสอน ด้วยสถิติทดสอบที (t-test) ได้ผลดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 แสดงค่าร้อยละของคะแนนเฉลี่ย ($\overline{X}_{\text{ร้อยละ}}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) และความแตกต่างของค่าเฉลี่ยก่อนเรียนและหลังเรียน

การประเมิน	$\overline{X}_{\text{ร้อยละ}}$	S.D.	t
ก่อนเรียน	35.95	4.18	18.24*
หลังเรียน	70.28	6.24	

*p < 0.05 (one-tailed dependent t-test)

จากตารางที่ 2 พบว่า การเรียนด้วยวิธีพีเอสโออีช่วยให้นักเรียนมีความสามารถในการให้เหตุผลที่สูงขึ้นกว่าก่อนเรียน โดยพบว่านักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยเพิ่มขึ้นจากร้อยละ 35.95 เป็น 70.28 และทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยได้ค่า t = 18.24 ซึ่งต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

3. ความสามารถในการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ก่อนและหลังเรียนแยกตามเนื้อหาที่ใช้สอน ได้ผลดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ร้อยละของคะแนนเฉลี่ยความสามารถ ในการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ก่อนและหลังเรียนของนักเรียนแบ่งประเภทตามเนื้อหาที่ใช้สอน เรื่องพลังงานความร้อน

การทดสอบ	ความร้อนกับการเปลี่ยนอุณหภูมิของสาร (%)	ความร้อนกับการหดและขยายตัวของสาร (%)	ความร้อนกับการเปลี่ยนสถานะของสาร (%)	การถ่ายโอนความร้อน (%)	สมดุลความร้อน (%)
ก่อนเรียน	33.7	35.3	35.3	38.6	36.9
หลังเรียน	71.1	70.6	65.8	75.0	68.9
ผลต่าง	+37.4	+35.3	+30.5	+36.4	+32

จากตารางที่ 3 จะเห็นว่าเมื่อแบ่งคะแนนจากการวัดความสามารถ ในการให้เหตุผลแยกตามประเภทเนื้อหาที่สอน พบว่า นักเรียนมีคะแนนเพิ่มสูงขึ้นมากกว่าร้อยละ 30 ในทุกเนื้อหาของเรื่องพลังงานความร้อน โดยเนื้อหาเรื่องความร้อนกับการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของสารเป็นเนื้อหาที่มีคะแนนเพิ่มสูงสุดคิดเป็นร้อยละ 37.4

4. ความสามารถในการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ โดยพิจารณาจากความครบถ้วนขององค์ประกอบที่จำเป็นของการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ ได้แก่ ข้อสรุป หลักฐาน และคำชี้แจง ได้ผลดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 ร้อยละของคะแนนเฉลี่ยความสามารถ ในการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ก่อนและหลังเรียนตามองค์ประกอบของการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์

การทดสอบ	จำนวนนักเรียน (ร้อยละ)			
	ไม่ลงข้อสรุปหรือลงข้อสรุปไม่ถูกต้อง	ลงข้อสรุปถูกต้องแต่ไม่มีหลักฐานประกอบ	ลงข้อสรุปถูกต้องและมีหลักฐานประกอบแต่ไม่ชี้แจงความสัมพันธ์	ลงข้อสรุปถูกต้องมีหลักฐานประกอบและชี้แจงความสัมพันธ์
ก่อนเรียน	13.3	70.0	16.7	0
หลังเรียน	0	13.3	63.3	20.0
ผลต่าง	-13.3	+56.7	+46.9	+20.0

จากตารางที่ 4 จะเห็นว่า ก่อนเรียนด้วยวิธีพีเอสโออีนักเรียนร้อยละ 13.3 ไม่สามารถให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้องได้เลย นักเรียนส่วนใหญ่ร้อยละ 70.0 สามารถลงข้อสรุปที่ถูกต้องได้แต่ไม่สามารถแสดงหลักฐานประกอบข้อสรุปได้ และมีนักเรียนเพียงร้อยละ 16.7 เท่านั้นที่สามารถลงข้อสรุปโดยใช้หลักฐานที่มีได้ ซึ่งยังถือว่ายังขาดองค์ประกอบของการให้เหตุผลที่ถูกต้องอยู่ จึงจะเห็นได้ว่านักเรียนทั้งหมด ยังไม่สามารถแสดงความสามารถในการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้องได้เพราะยังขาดองค์ประกอบที่สำคัญ คือ การอธิบายชี้แจงความสัมพันธ์เชื่อมโยงระหว่างข้อสรุปและหลักฐานที่ใช้ประกอบข้อสรุปนั้น แต่ภายหลังจากการเรียนด้วยวิธีพีเอสโออี พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่มีความสามารถในการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ที่ดีขึ้น โดยพบว่ามีนักเรียนร้อยละ 20 ที่สามารถให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์โดยมีองค์ประกอบที่ครบถ้วนสมบูรณ์ได้

แต่ยังพบว่านักเรียนถึงร้อยละ 63.3 ที่ยังไม่สามารถอธิบายความสัมพันธ์เชื่อมโยงระหว่างข้อสรุปและหลักฐานที่มีได้ และยังพบนักเรียนอีกร้อยละ 13.3 ที่สามารถลงข้อสรุปที่ถูกต้องได้แต่ขาดการใช้หลักฐานประกอบ

อภิปรายผล

จากการศึกษาความสามารถในการให้เหตุผลของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เรียนด้วยการสอนแบบพีเอสโออี พบว่า วิธีการสอนแบบพีเอสโออีช่วยพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนให้สูงขึ้นได้ โดยก่อนเรียนนักเรียนส่วนใหญ่ (ร้อยละ 93.3) มีคะแนนความสามารถในการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ต่ำกว่าเกณฑ์ร้อยละ 50 แต่หลังเรียนนักเรียนทุกคนมีคะแนนผ่านเกณฑ์ร้อยละ 50 โดยนักเรียนส่วนใหญ่มีคะแนนหลังเรียนอยู่ในระดับปานกลาง (ร้อยละ 60 - 69) นั่นก็แสดงให้เห็นว่า รูปแบบการสอนที่ใช้ช่วยส่งเสริมให้นักเรียนพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ได้

เมื่อเปรียบเทียบร้อยละคะแนนเฉลี่ยก่อนและหลังเรียน พบว่าหลังเรียนนักเรียนมีคะแนนสูงขึ้นกว่าก่อนเรียนถึงร้อยละ 34.33 และต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ซึ่งสอดคล้องกับผลการวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ เมื่อแบ่งตามเนื้อหาที่ใช้สอนที่พบว่านักเรียนมีความสามารถในการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ เฉลี่ยหลังเรียนมากกว่าร้อยละ 60 ในทุกเนื้อหาที่ใช้สอน แสดงให้เห็นว่าการจัดการเรียนการสอนแบบพีเอสโออีสามารถพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ได้

เนื่องจากรูปแบบการสอนแบบพีเอสโออี มีขั้นตอนการสอนที่ประกอบด้วย ขั้นทำนาย ขั้นแลกเปลี่ยนความคิด ขั้นสังเกตและขั้นอธิบาย ซึ่งจะต้องมีการใช้เหตุผลเพื่อเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างข้อสรุปกับหลักฐานที่ค้นพบ ทำให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในหัวข้อเรื่อง พลังงานความร้อนได้ดีขึ้น เพราะนอกจากผู้เรียนจะได้ฝึกให้เหตุผล เพื่อสนับสนุนสิ่งที่ตนได้ทำนายไว้ในขั้นทำนายแล้ว ขั้นแลกเปลี่ยนความคิดกับผู้เรียนคนอื่นยังช่วยให้เกิดปฏิสัมพันธ์ระหว่างกัน ซึ่งนำไปสู่การปรับโครงสร้างทางปัญญาใหม่ได้ โดยเฉพาะเมื่อเกิดความขัดแย้งทางความคิดระหว่างผู้เรียนจะทำให้เกิดการหาหลักฐานและเหตุผลมาสนับสนุนหรือคัดค้านแนวคิด ที่ได้มีการนำเสนอขึ้น จนนำไปสู่การได้มา ซึ่งข้อสรุปที่เป็นแนวความคิดที่ถูกต้อง สอดคล้องกับการเรียนรู้ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ (Constructivist theory) ที่เชื่อว่า ผู้เรียนจะต้องมีปฏิสัมพันธ์กับบุคคลอื่น ๆ และสิ่งแวดล้อมรอบตัว จึงจะสามารถอธิบายหรือสร้างความหมายในการอธิบายจนได้ความรู้ใหม่ที่มีความหมายมากยิ่งขึ้น (สุมาลี ชัยเจริญ, 2551)

นอกจากนี้การสอนด้วยรูปแบบพีเอสโออี ยังส่งเสริมให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ผ่านการลงมือปฏิบัติในขั้นสังเกตและขั้นอธิบาย ซึ่งช่วยเพิ่มประสบการณ์ที่มีอิทธิพลต่อการสร้างแนวคิดใหม่ ๆ ของผู้เรียน โดยความรู้ที่มีอยู่แล้วในตัวผู้เรียนจะถูกพัฒนามากยิ่งขึ้น ในขณะที่ผู้เรียนมีปฏิสัมพันธ์กับเพื่อน ผู้สอน และสภาพแวดล้อม ผู้เรียนจะสามารถปรับโครงสร้างทางปัญญาใหม่ โดยการทำความเข้าใจผ่านสิ่งที่ค้นพบและประสบการณ์เดิมที่ตัวเองมีอยู่ (Schulte, 1996)

จุดเด่นของรูปแบบการสอนแบบพีเอสโออี ซึ่งมีพื้นฐานมาจากการสอนในรูปแบบพีโออี คือมีการเพิ่มขั้นแลกเปลี่ยนแนวคิดก่อนเข้าสู่ขั้นสังเกตและขั้นอธิบาย ซึ่งช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียน

แต่ละคนได้มีโอกาสสร้างปฏิสัมพันธ์ระหว่างกันมากขึ้น และมีโอกาสเกิดการปรับโครงสร้างใหม่ทางปัญญามากขึ้น เมื่อมีการแลกเปลี่ยนความคิดกันเกิดขึ้นสอดคล้องกับแนวคิดของ Peker and Wallace (2011) และกฤติกร สภาสันติสุข (2554) ที่เสนอว่ากิจกรรมทางวิทยาศาสตร์ใด ๆ ที่ส่งเสริมให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการเขียนคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ จะช่วยพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ได้ เพราะความรู้เป็นสิ่งที่ผู้เรียนแต่ละคนสร้างขึ้นเองและชุดความรู้แต่ละคนล้วนแล้วแตกต่างกันขึ้นอยู่กับประสบการณ์ของแต่ละบุคคล ดังนั้นการจัดกระบวนการเรียนรู้ที่ก่อให้เกิดความขัดแย้งกับโครงสร้างทางปัญญาเดิมของผู้เรียน จะช่วยให้ผู้เรียนสามารถปรับขยายโครงสร้างทางปัญญาของตนเองให้เชื่อมโยงความรู้ใหม่เข้ากับความรู้เดิมได้

เมื่อพิจารณาร้อยละคะแนนเฉลี่ยความสามารถ ในการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ก่อนและหลังเรียนแยกตามองค์ประกอบของการให้เหตุผล ผู้วิจัยพบว่า ก่อนเรียนนักเรียนมากกว่าร้อยละ 70 สามารถลงข้อสรุปต่อสถานการณ์ต่าง ๆ ได้ แต่ไม่สามารถใช้หลักฐานมาสนับสนุนข้อสรุปเหล่านั้นหรือไม่สามารถชี้แจงความสัมพันธ์ระหว่างหลักฐานกับข้อสรุปได้ อาจเนื่องด้วยนักเรียนเหล่านี้ไม่เคยมีประสบการณ์เรียนวิทยาศาสตร์ที่เน้นการให้เหตุผลมาก่อน จึงทำให้ไม่ทราบองค์ประกอบสำคัญในการให้เหตุผล หลังจากผ่านการเรียนการสอนด้วยรูปแบบพีเอสโออี พบว่านักเรียนมากกว่าร้อยละ 60 สามารถลงข้อสรุปโดยมีหลักฐานประกอบได้ถูกต้อง แต่พบเพียงร้อยละ 20 เท่านั้นที่สามารถอธิบายหรือชี้แจงความสัมพันธ์ระหว่างข้อสรุปและหลักฐานที่ค้นพบได้ ซึ่งจากการสังเกตการจัดการเรียนการสอนโดยเฉพาะในขั้นแลกเปลี่ยนความคิด ทำให้ผู้วิจัยทราบว่าความสามารถในการชี้แจงความสัมพันธ์ระหว่างข้อสรุปกับหลักฐานต่าง ๆ ของนักเรียนจะสัมพันธ์กับประสบการณ์ความรู้เดิมของนักเรียนผู้นั้นเป็นสำคัญ การได้แลกเปลี่ยนแนวคิดระหว่างผู้เรียนทำให้เกิดความตระหนักในการใช้เหตุผลเพื่อสนับสนุนแนวคิดที่ตนเห็นด้วยหรือคัดค้านแนวคิดที่ตนไม่เห็นด้วยมากขึ้น หลังการจัดการเรียนรู้ นักเรียนจึงสามารถให้เหตุผลได้ดีขึ้น โดยเริ่มมีการลงข้อสรุปจากหลักฐานเชิงประจักษ์และชี้แจงความสัมพันธ์ระหว่างข้อสรุปและหลักฐานมากขึ้น

อย่างไรก็ตาม จะเห็นได้ว่า มีนักเรียนเพียงร้อยละ 20 เท่านั้นที่สามารถบรรลุเป้าหมายในการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ได้อย่างครบถ้วนองค์ประกอบ โดยนักเรียนร้อยละ 80 ยังไม่สามารถชี้แจงความสัมพันธ์ระหว่างข้อสรุปกับหลักฐานที่ถูกต้องได้ ซึ่งผลการวิจัยในครั้งนี้สอดคล้องกับงานวิจัยของลือชา ลดาชาติ และลฎาภา สุทธกูล (2555) ที่กล่าวว่า ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ส่วนหนึ่งเป็นผลมาจากการลงข้อสรุปบนพื้นฐานของหลักฐาน นักเรียนเหล่านี้จึงอาจไม่เข้าใจและไม่สามารถให้เหตุผลที่เน้นการอ้างอิงหลักฐานได้ และตรงกับที่ กาญจนา มหาลี และชาตรี ฝ่ายตาคำ (2553) ค้นพบว่า การจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ต้องเน้นให้นักเรียนตีความหลักฐาน ลงข้อสรุปบนพื้นฐานของหลักฐานและชี้แจงเหตุผลของการลงข้อสรุปนั้น การเรียนโดยมุ่งเน้นการบรรยายจะทำให้นักเรียนขาดความเข้าใจเกี่ยวกับบทบาทของหลักฐาน ในการลงข้อสรุปและการให้เหตุผลได้ ซึ่งแสดงให้เห็นว่านักเรียนส่วนใหญ่ ยังขาดประสบการณ์ในการเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างข้อสรุปและหลักฐานที่ค้นพบได้

ผลของการทำกิจกรรมในชั้นเรียน จึงมีความสอดคล้องกับผลการประเมินจากแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ที่พบว่านักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ส่วนใหญ่สามารถลงข้อสรุปของข้อมูลโดยใช้หลักฐานมาสนับสนุนได้ แต่ยังขาดการให้เหตุผลเพื่อชี้แจง

ความสัมพันธ์ระหว่างข้อสรุปและหลักฐานที่ปรากฏ ประกอบกับนักเรียนส่วนใหญ่ยังมีความรู้หรือประสบการณ์เดิมเกี่ยวกับปรากฏการณ์ หรือข้อเท็จจริงทางวิทยาศาสตร์ที่คลาดเคลื่อนอยู่หลายเรื่อง จึงอาจทำให้ผู้เรียนไม่ประสบผลสำเร็จในการอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างข้อสรุปกับหลักฐานที่ค้นพบได้

ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยครั้งต่อไป

1. จากผลการวัดความสามารถในการให้เหตุผลของผู้เรียน จะพบว่าถึงแม้นักเรียนส่วนใหญ่จะมีความสามารถในการให้เหตุผลที่เพิ่มขึ้น หลังการเรียนผ่านรูปแบบกิจกรรมพีเอสโออี แต่ยังมีนักเรียนส่วนน้อยที่สามารถเชื่อมโยงความสัมพันธ์ ระหว่างข้อสรุปและหลักฐานซึ่งเป็นหลักสำคัญของการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้องได้ ดังนั้นจึงควรมีการวิจัยเพิ่มเติมถึงปัจจัยอื่นที่อาจมีผลต่อความสามารถในการสร้างคำอธิบาย เพื่อเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างข้อสรุปและหลักฐาน เช่น รูปแบบการสอนอื่น ๆ เนื้อหาที่ใช้สอน หรือกลุ่มตัวอย่างที่มีความหลากหลายระดับชั้นมากขึ้น

2. ควรมีการวิจัยเชิงคุณภาพเกี่ยวกับความสามารถในการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนในระดับมัธยมศึกษามากขึ้น รวมถึงการเก็บข้อมูลในเชิงคุณภาพร่วมด้วย เช่น การสัมภาษณ์ผู้เรียนเป็นรายบุคคล เพื่อจะได้เข้าใจถึงกลไกที่มีผลต่อการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนในเชิงลึกมากยิ่งขึ้น ซึ่งจะช่วยให้ผู้สอนสามารถจัดรูปแบบการเรียนการสอนที่สามารถช่วยพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลที่เหมาะสมมากยิ่งขึ้น

เอกสารอ้างอิง

กระทรวงศึกษาธิการ. (2552). *หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.

กาญจนา มหาลี และชาตรี ฝ่ายคำตา. (2553). ความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. *วารสารสงขลานครินทร์ ฉบับสังคมศาสตร์และมนุษยศาสตร์.* 16(5), 795 - 809.

กฤตกร สภาสันติกุล. (2554). *ผลของกลวิธีการสอนเคมีโดยใช้การทำนาย การสังเกต การอธิบายอย่างมีขั้นตอนที่มีต่อความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์และความมีเหตุผลของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4.* (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต). กรุงเทพฯ.จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. [ระบบออนไลน์], สืบค้นจาก http://cuir.car.chula.ac.th/handle/123456789/51073.

จิรพรรณ คงเคารพธรรม. (2553). *การพัฒนาการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์ระดับประกาศนียบัตร วิชาชีพชั้นสูงเรื่องเศษส่วนย่อย โดยใช้ทฤษฎีคอนสตรัคติวิสซึม.* วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี.

เมธิน อินทรประสิทธิ์. (2558). *ผลของกลวิธีการสอนทำนาย-อภิปราย-อธิบาย-สังเกต-อภิปราย-อธิบายที่มีต่อความเข้าใจมโนทัศน์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้เคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย.* กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ลือชา ลดาชาติ และลฎาภา สุทธกูล. (2555). การสำรวจและพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. *วารสารมหาวิทยาลัยนราธิวาสราชนครินทร์,* 4(2),73-90.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2557). *ผลการประเมิน PISA 2012 การอ่าน คณิตศาสตร์ และวิทยาศาสตร์*. [ระบบออนไลน์], สืบค้นจาก http://pisathailand.ipst.ac.th/, เข้าดูเมื่อวันที่ 2/03/2558.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2560). *คู่มือการใช้หลักสูตรรายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น.* กรุงเทพฯ: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.

_____. (2560). *รายงานผลการวิจัยโครงการ TIMSS 2015 วิชาวิทยาศาสตร์.* กรุงเทพฯ: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.

สุมาลี ชัยเจริญ. (2551). *เทคโนโลยีการศึกษา : หลักการ ทฤษฎีสู่การปฏิบัติ.* ขอนแก่น: คลังนานาวิทยา.

Fosnot, C.T. (1996). *Constructivism: Theory, Perspective and Practice.* New York: Teacher College Press.

International Association for the Evaluational Achievement (IEA). (2015). *TIMSS 2015 International Results in Science.* USA: TIMSS & PIRLS International Study Center.

Peker, D., Wallace, C. S. (2011). Characterizing high school students' written explanation in biology laboratories. *Research in Science Education*, 41(2),169-191.