**การสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ (Scientific explanations)**

**เรื่อง ความร้อนกับการเปลี่ยนแปลงของสสาร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่1**

**ด้วยการจัดการเรียนรู้ตามแนวปฏิบัติสู่ผลสัมฤทธิ์ขั้นสูง (High Impact Practice : HIP)**

 **นางสิรินภา ดงรังษี**

 **โรงเรียนหนองโนประชาสรรค์**

1. **บทคัดย่อ**

การสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์เป็นหลักปฏิบัติที่สำคัญในกระบวนการจัดการเรียนรู้

ตามแนวปฏิบัติสู่ผลสัมฤทธิ์ขั้นสูง (High Impact Practice : HIP)เนื่องจากเป็นพื้นฐานในการทำให้นักเรียนเกิดความแตกฉานทางวิทยาศาสตร์ ครูจึงจำเป็นต้องกระตุ้นให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้กระบวนการในการหาคำตอบและอธิบายว่าปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ มีอะไรบ้าง เกิดขึ้นได้อย่างไร การส่งเสริมให้นักเรียนสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์จะช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจและเข้าใจถึงหลักการและกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ได้อย่างลึกซึ้ง งานวิจัยครั้งนี้มีจุดประสงค์เพื่อศึกษาการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน จากกิจกรรมการทดลอง และใบงาน การสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ เรื่องความร้อนกับการเปลี่ยนแปลงของสสาร มีองค์ประกอบครบ3 ส่วน ตามองค์ประกอบของการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ คือ ข้อกล่าวอ้าง ข้อมูล และการให้เหตุผล โดยใช้กรอบแนวคิดของ McNeill and Krajcikกลุ่มเป้าหมายเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1/2จำนวน 31คน จากโรงเรียนในจังหวัดขอนแก่นการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนโดยใช้ค่าร้อยละ และค่าเฉลี่ยผลการวิจัยพบว่านักเรียนส่วนใหญ่ มีความสามารถในการระบุข้อกล่าวอ้างได้อย่างถูกต้องการนำข้อมูลมาประกอบข้อกล่าวอ้างคือการให้เหตุผลมาสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง ผลการวิจัยในครั้งนี้จึงเป็นประโยชน์ในการกำหนดรูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ออกแบบกิจกรรมการเรียนการสอนเพื่อสนับสนุนการเรียนรู้ของนักเรียนอย่างมีประสิทธิภาพ เพื่อส่งเสริมความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ อันส่งผลให้นักเรียนมีความเข้าใจในเนื้อหาวิทยาศาสตร์มากขึ้น

**คำสำคัญ**: การอธิบายทางวิทยาศาสตร์, ข้อกล่าวอ้าง ข้อมูล และการให้เหตุผล

**2. ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา (The history and significance of the problem)**

 ปัจจุบันวิทยาศาสตร์ได้เข้ามามีบทบาทที่สำคัญอย่างยิ่งในสังคมโลกปัจจุบันและอนาคต การรู้วิทยาศาสตร์ (Scientific literacy) จึงเป็นเป้าหมายของการจัดการศึกษาด้านวิทยาศาสตร์ ซึ่งต้องการให้บุคคลมีความเข้าใจเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ เพื่อนำไปสู่สังคมแห่งวิทยาศาสตร์ การรู้วิทยาศาสตร์ยังมีความสำคัญต่อการพัฒนาสติปัญญาของแต่ละบุคคล โดยเฉพาะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 ซึ่งเป็นศตวรรษที่มีความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี การรู้วิทยาศาสตร์จะทำให้บุคคลสามารถเข้าใจประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ ถามและหาคำตอบที่มาจากความสงสัยเกี่ยวกับประสบการณ์ในชีวิตประจำวัน ตัดสินใจ อธิบาย บรรยาย และทำนายปรากฏการณ์ตามธรรมชาติได้ การสร้างคำอธิบายสามารถช่วยให้นักเรียนเข้าใจในธรรมชาติของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ว่าจะต้องมีความเชื่อมโยงกับหลักฐาน มีความไม่แน่นอน และสามารถเปลี่ยนแปลงได้แต่บ่อยครั้งที่นักเรียนมักจะมองว่าวิทยาศาสตร์เป็นสิ่งที่คงที่และเป็นเรื่องที่ต้องท่องจำนักเรียนจึงไม่เข้าใจกระบวนการสร้างความรู้ของนักวิทยาศาสตร์ว่าความรู้นั้นสามารถเปลี่ยนแปลงได้ตลอดเวลา ดังนั้นการส่งเสริมให้นักเรียนสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ จะเป็นการส่งเสริมให้นักเรียนในการใช้หลักการทางวิทยาศาสตร์เพื่อที่จะนำมาอธิบายปรากฏการณ์ต่างๆ เพื่อพัฒนาให้นักเรียนมีความเข้าใจในเนื้อหาได้อย่างลึกซึ้งมากขึ้น

 เพื่อส่งเสริมความเข้าใจในเนื้อหา เรื่อง ความร้อนกับการเปลี่ยนแปลงของสสาร จึงควรส่งเสริมให้นักเรียนสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งประกอบไปด้วย 3 องค์ประกอบ คือ ข้อกล่าวอ้าง การให้หลักฐานหรือข้อมูล และการให้เหตุผล เพื่อให้นักเรียนมีความเข้าใจในเรื่องความร้อนกับ การเปลี่ยนแปลงของสสารเนื่องจากนักเรียนจะได้เรียนรู้วิธีการนำข้อมูลและเหตุผลเพื่อมาอธิบายปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้น ทำให้นักเรียนเข้าใจในปรากฏการณ์นั้น เนื่องจากข้อมูลที่นำมาสนับสนุนในคำอธิบายนั้นจะต้อง มีความสอดคล้องกับปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้น และต้องมีการนำหลักการ หรือทฤษฏีทางวิทยาศาสตร์ มาอธิบายว่าข้อมูลนั้นสามารถอธิบายปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นได้อย่างไร ส่งผลให้นักเรียนสามารถสร้างคำอธิบาย ทางวิทยาศาสตร์ ในเรื่องความร้อนกับการเปลี่ยนแปลงของสสารได้มากขึ้น ผู้วิจัยจึงสนใจศึกษาความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ เพื่อใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานให้ผู้วิจัยติดตามความเข้าใจของนักเรียน และจัดการเรียนรู้เรื่องความร้อนกับการเปลี่ยนแปลงของสสารได้มีประสิทธิภาพมากขึ้น

 การสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ (Scientific explanation) เป็นส่วนสำคัญของการเป็นผู้รู้วิทยาศาสตร์ (Scientific literacy) และเป็นสิ่งที่สะท้อนให้เห็นถึงความเข้าใจในการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียน (Ruiz-PrimoTsia and Schneider*.*, 2010 : 604-605) เนื่องจากคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์นั้นไม่ใช่เพียงการบรรยายข้อเท็จจริงของปรากฏการณ์แต่เป็นการอธิบายปรากฏการณ์โดยอาศัยความรู้ความเข้าใจ การคิดวิเคราะห์ ตีความข้อมูล บนพื้นฐานของหลักฐานและการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์(สสวท., 2558; Sampson and Clark, 2009B: 64) การสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ที่ดีนั้นจะเกิดขึ้นได้จากการปฏิบัติตัวเหมือนนักวิทยาศาสตร์ โดยนักเรียนจะต้องศึกษาค้นคว้าเพื่อให้ได้มาซึ่งข้อมูลหลักฐานจากนั้นทำการประเมินความน่าเชื่อถือของข้อมูลด้วยการวิเคราะห์และตีความข้อมูล พร้อมทั้งหาเหตุผลโดยอาศัยองค์ความรู้ ทางวิทยาศาสตร์ที่เรียนมาร่วมกับประสบการณ์เดิมและนำไปพัฒนาเป็นการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ (McNeil and Krajcik, 2008B: 109-110; OECD, 2009) หากนักเรียนเข้าใจและสามารถสร้างคำอธิบาย ทางวิทยาศาสตร์ได้ นักเรียนจะสามารถเรียนรู้แนวคิดทางวิทยาศาสตร์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ และเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ได้ลุ่มลึกมากยิ่งขึ้น (McNeil and Krajcik, 2006: Yang and Wang, 2014:515)

แม้ว่าการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์จะเป็นส่วนสำคัญต่อการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์ แต่จากการศึกษางานวิจัยที่ผ่านมาพบว่านักเรียนส่วนใหญ่ยังคงประสบปัญหาในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ เนื่องจากนักเรียนไม่คุ้นชินกับการคิดวิเคราะห์ ตีความข้อมูลและลงข้อสรุปทางวิทยาศาสตร์ นักเรียนขาดความเข้าใจเกี่ยวกับบทบาทหน้าที่ของหลักฐานที่นำมาใช้ในการลงข้อสรุป ส่งผลให้นักเรียนเลือกใช้หลักฐานได้ ไม่เหมาะสม และไม่สามารถใช้หลักฐานในการสนับสนุนความคิดของตนเองได้ (กาญจนา มหาลี และ ชาตรี ฝ่ายคำตา, 2553: 805) รวมถึงการเลือกใช้ข้อมูลหลักฐานจากแหล่งที่ไม่น่าเชื่อถือ ไม่สามารถยกเหตุผล มาสนับสนุนข้อกล่าวอ้างของตนได้อย่างถูกต้อง (ลือชา ลดาชาติ, 2558: 199) สอดคล้องกับผลการวิจัย หลายชิ้นที่พบว่า นักเรียนไทยมีปัญหาเรื่องการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ อาทิ ลือชา ลดาชาติ และคณะ (2558: 202) ที่พบว่า นักเรียนไม่สามารถนำข้อสรุปจากหลักฐานเชิงประจักษ์มาเชื่อมโยงกันเพื่อสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ได้ นักเรียนไม่สามารถพิจารณาหลักฐานอย่างละเอียด และมักมองว่าหลักฐานและข้อสรุปคือสิ่งเดียวกัน นอกจากนี้นักเรียนมักใส่ความรู้สึกลงไปในข้อสรุป โดย กาญจนา มหาลี และ ชาตรี ฝ่ายคำตา (2553: 808) และ ลือชา ลดาชาติ และ ลฎาภา สุทธกูล (2555: 199) อธิบายสาเหตุที่นักเรียนไทยไม่สามารถใช้หลักฐานเชิงประจักษ์มาสร้างองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ได้ เกิดเพราะไม่ได้รับการฝึกฝนให้ทำเช่นนี้ให้ห้องเรียน นอกจากนี้ McNeil *et al.* (2006: 156) พบว่าในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนมีคะแนนในส่วนของการให้เหตุผลต่ำกว่าข้อกล่าวอ้างและหลักฐาน

นอกจากนี้ ในการประเมินการรู้วิทยาศาสตร์ระดับนานาชาติ หรือ PISA ที่จัดขึ้นโดยองค์การเพื่อความร่วมมือและพัฒนาเศรษฐกิจ หรือ OECD เพื่อประเมินผลการศึกษาของนักเรียนในกลุ่มประเทศสมาชิก ในสมรรถนะ 3 ด้าน ได้แก่การระบุประเด็นทางวิทยาศาสตร์การอธิบายปรากฏการณ์ทางวิทยาศาสตร์ และการใช้ประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งสมรรถนะเหล่านี้ต้องอาศัยความรู้ความเข้าใจในประเด็นปัญหาที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์ และสามารถนำความรู้นั้นมาใช้ในการสร้างคำอธิบายที่มีความสมเหตุสมผลได้ (สสวท.,2558: 9) โดยผลจากการประเมิน PISA พบว่า คะแนนเฉลี่ยในด้านการรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียนไทยตั้งแต่ปี พ.ศ. 2543 จนถึง พ.ศ. 2562 อยู่ที่ประมาณ 429 คะแนนซึ่งมีระดับคะแนนต่ำกว่าค่าเฉลี่ยมาตรฐานของ OECD ที่ 500 คะแนนโดย OECD มีการแบ่งความสามารถของนักเรียนเป็น 6 ระดับ ซึ่งนักเรียนไทยมากกว่าร้อยละ 56 ถูกจัดอยู่ในระดับ 2 ขึ้นไปโดยที่ระดับ 2 ถือว่าเป็นระดับพื้นฐานที่นักเรียนสามารถใช้ทักษะและความรู้ในชีวิตจริงได้ กล่าวคือนักเรียนสามารถสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ในสถานการณ์ที่นักเรียนมีความคุ้นเคยและไม่ซับซ้อนได้อย่างถูกต้อง (สสวท.,2562ก: 2) ข้อมูลเหล่านี้แสดงให้เห็นว่านักเรียนสามารถใช้ความรู้พื้นฐานเพื่อลงข้อสรุปของชุดข้อมูลที่ไม่ซับซ้อน นักเรียนสามารถนำความรู้พื้นฐาน หรือความรู้ในชีวิตประจำวันมาใช้ในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ในบริบทที่นักเรียนคุ้นเคยได้ และสามารถแสดงสาเหตุและความสัมพันธ์ของปรากฏการณ์ที่ไม่ซับซ้อนได้ แต่นักเรียนไม่สามารถวิเคราะห์และลงข้อสรุปข้อมูลในบริบทที่นักเรียนไม่คุ้นเคยหรือบริบทที่มีความซับซ้อนของข้อมูลที่เพิ่มมากขึ้น และไม่สามารถนำความรู้ไปประยุกต์ใช้เพื่ออธิบายปรากฏการณ์ที่มีความซับซ้อนเพิ่มขึ้นได้ (สสวท.,2562ข: 2; OECD, 2019: 113)

McNeill and Krajcikได้ให้ความหมายของการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ว่า “การอธิบายทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง การอธิบายว่าสิ่งต่างๆเกิดขึ้นได้อย่างไร โดยมีการใช้หลักฐาน และเหตุผล เพื่อสนับสนุนคำอธิบายนั้น” องค์ประกอบของอธิบายจะประกอบด้วย 1) ข้อกล่าวอ้าง (Claim) คือการทำนาย หรือตั้งสมมติฐาน2) หลักฐาน (Evidence) คือสิ่งที่ค้นพบจากการสังเกต หรือการทดลอง เพื่อนำมาสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง และ 3) การให้เหตุผล (Reasoning) คือ การนำทฤษฏีหรือหลักการทางวิทยาศาสตร์ เพื่อมาเชื่อมโยงข้อกล่าวอ้าง และข้อมูล การสร้างคำอธิบายนั้นสามารถช่วยให้นักเรียนเข้าใจในธรรมชาติของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ โดยนักเรียนได้เรียนรู้ว่าความรู้ทางวิทยาศาสตร์นั้นต้องเชื่อมโยงกับหลักฐาน และมีการนำเหตุผลมาสนับสนุน การให้นักเรียนสร้างการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ จึงเป็นอีกแนวทางหนึ่งที่ช่วยให้นักเรียนได้สะท้อนผลการเรียนรู้ และช่วยให้นักเรียนได้คิดอย่างมีวิจารณญาณ รวมทั้งสร้างความรู้ใหม่

ดังนั้น งานวิจัยนี้จึงต้องการพัฒนาความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ เนื่องจากผู้วิจัยตระหนักว่า ความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์นั้นเป็นส่วนสำคัญในการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เนื่องจากจะส่งผลให้นักเรียนสามารถเรียนรู้และพัฒนาแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ได้อย่างสมบูรณ์ ช่วยให้นักเรียนสามารถอธิบายปรากฏการณ์ต่าง ๆ บนพื้นฐานของหลักฐานเชิงประจักษ์และเหตุผลทางวิทยาศาสตร์ รวมทั้งยังสามารถนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์มาประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้

**ความหมายของการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์**

คำอธิบายทางวิทยาศาสตร์เป็นการอธิบายปรากฏการณ์ต่าง ๆ ทางธรรมชาติบนพื้นฐานของเหตุผลและมีหลักฐานเชิงประจักษ์ทางวิทยาศาสตร์เป็นที่รองรับ โดยการอธิบายทางวิทยาศาสตร์นั้นไม่ใช่เพียงการบรรยายข้อเท็จจริงของปรากฏการณ์เท่านั้น แต่เป็นการอธิบายที่จำเป็นต้องมีความรู้ความเข้าใจและความสามารถในการตีความหมายของปรากฏการณ์อีกด้วย (Sampson and Clark, 2009B: 64)

**3. วัตถุประสงค์ของการวิจัย (Objectives)**

เพื่อศึกษาการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง ความร้อนกับการเปลี่ยนแปลงของสสาร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่1/2 ด้วยการจัดการเรียนรู้ตามแนวปฏิบัติสู่ผลสัมฤทธิ์ขั้นสูง

(High Impact Practice : HIP)

**4. วิธีดําเนินงานวิจัย (Method)**

การวิจัยครั้งนี้ เป็นการวิจัยเชิงคุณภาพที่เน้นการตีความ(Interpretive Paradigm) เกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ เพื่อศึกษาการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง ความร้อนกับการเปลี่ยนแปลงของสสาร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่1/2 ด้วยการจัดการเรียนรู้ตามแนวปฏิบัติสู่ผลสัมฤทธิ์ขั้นสูง

(High Impact Practice : HIP)มีวิธีดำเนินการดังนี้ประชากรกลุ่มตัวอย่างประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1/2 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2562จำนวน 31 คนโดยใช้วิธีเลือกจากนักเรียนทั้งหมดในห้องเรียน

 ในการวิจัยนี้ผู้วิจัยเก็บรวบรวมข้อมูลจากผลงานนักเรียนจากแบบสังเกตการณ์สอนและการสรุปผลการทดลอง และใบงานสอนซึ่งมาจากแหล่งข้อมูลหลายแหล่ง ในแต่ละกลุ่มจากการแบ่งกลุ่มทำงาน ผู้วิจัยได้มีการสังเกตแบบมีส่วนร่วม (Prolonged Engagement) การสังเกตแบบนี้ช่วยให้ผู้วิจัยให้ความสําคัญทุก ๆ รายละเอียดของสิ่งที่กลุ่มเป้าหมายกําลังดําเนินการ จนสามารถวิเคราะห์และตีความหมายได้ตรง ในระหว่างการทําวิจัย ผู้วิจัยได้ตรวจสอบผลการวิเคราะห์ข้อมูลร่วมกับผู้ร่วมวิจัย (Member Checking) ซึ่งเป็นครูสอนรายวิชาวิทยาศาสตร์ที่โรงเรียนเดียวกันด้วย จากนั้นผู้วิจัยได้นําผลการวิเคราะห์ที่ได้ มาให้อาจารย์ที่ปรึกษาวิจัยได้ทําการตรวจสอบ ปรับปรุงแก้ไข (Peer Debriefing) ภายใต้ขอบเขตงานวิจัยที่ได้กําหนดไว้ (Progressive Subjectivity) จากวิธีดําเนินการวิจัยดังกล่าวสามารถทําให้งานวิจัยนี้มีความเชื่อถือได้ (Credibility) ของการวิจัยเชิงคุณภาพที่เน้นการตีความ ซึ่งถือได้ว่าเป็นความตรงภายในเชิงคุณภาพ (Qualitative Internal Validity) และจากที่กล่าวมาข้างต้นว่าการเก็บข้อมูลผู้วิจัยได้ใช้หลายวิธีการรวบรวมข้อมูลจากวิธีดําเนินการวิจัยดังกล่าวสามารถทําให้งานวิจัยนี้เป็นวิจัยเชิงคุณภาพที่เน้นการตีความ ถือได้ว่าเป็นความเที่ยง (Reliability) ในเชิงคุณภาพ (Qualitative Reliability)

**5. เครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย (Tools)**

เครื่องมือที่ใช้ในการทำวิจัยแบ่งเป็น 2 ประเภท ได้แก่ เครื่องมือที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้และเครื่องมือ

ที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลสำหรับเครื่องมือที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้ผู้วิจัยพัฒนาแผนจัดการเรียนรู้ เพื่อพัฒนาความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์โดยใช้การจัดการเรียนรู้โดยตามแนวปฏิบัติ สู่ผลสัมฤทธิ์ขั้นสูง (High Impact Practice : HIP)ในหน่วยการเรียนรู้เรื่องพลังงานความร้อนจำนวน 5แผน เพื่อให้นักเรียนได้เรียนรู้แนวคิดและส่งเสริมการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ โดยผู้วิจัยใช้องค์ประกอบ ของคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ที่ปรับปรุงจาก McNeill and Krajcik (2006) มีองค์ประกอบ 3 ประการดังนี้

1. ข้อกล่าวอ้าง (Claim) คือคำตอบของคำถามหรือการศึกษาปรากฏการณ์2. หลักฐาน (Evidence) คือข้อมูลเชิงวิทยาศาสตร์ที่ใช้สนับสนุนข้อกล่าวอ้างและสามารถใช้หักล้างข้อกล่าวอ้างอื่นเป็นได้ทั้งข้อมูลเชิงปริมาณและเชิงคุณภาพ 3. การให้เหตุผล(Reasoning) คือข้อความที่แสดงให้เห็นถึงความเชื่อมโยงของการนำหลักฐานมาสนับสนุนข้อกล่าวอ้างก่อนนำแผนจัดการเรียนรู้ไปใช้ผู้วิจัยได้ส่งแผนจัดการเรียนรู้ให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน1ท่าน คือ ศึกษานิเทศน์องค์การบริหารส่วนจังหวัดขอนแก่น เพื่อตรวจสอบความตรงของเนื้อหาและความเหมาะสมของกิจกรรมเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลในงานวิจัย คือ การสังเกตผลงาน/ใบงานนักเรียน แบบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ซึ่งมีลักษณะเป็นคำถามปลายเปิด (Open-ended questionnaire) จำนวน 5ข้อ

 **เครื่องมือที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้**

- แผนการจัดการเรียนรู้เรื่องความร้อนกับการเปลี่ยนแปลงของสสาร โดยใช้การจัดการเรียนรู้ตามแนวปฏิบัติสู่ผลสัมฤทธิ์ขั้นสูง (High Impact Practice : HIP)หน่วยการเรียน เรื่อง พลังงานความร้อนจํานวน5แผนการจัดการเรียนรู้ โดยกิจกรรมการเรียนการสอนตามขั้นตอนวิธีการสอนแบบ (High Impact Practice : HIP)ดังนี้

 1). Warm Up (Engage; Check Prior Knowledge) ขั้นเตรียมความพร้อม (Warm Up) (สร้างการมีส่วนร่วมในชั้นเรียน และตรวจสอบความรู้เดิม

 2). Introduction of the main topic (Explore) ขั้นแนะนำหัวข้อหลักใน บทเรียน (สำรวจ)

 3). Body (Explain) ขั้นกิจกรรมการแก้ไขปัญหา การรวบรวมหลักฐานเชิงประจักษ์ กิจกรรมการวางแผน การลงมือปฏิบัติ และการแปลความ(อธิบาย)

 4). Closing Application, Homework Assignment, Interdisciplinary Linkages (Elaboration)

การนำไปใช้จริง การบ้าน และการเชื่อมโยงกับสาระวิชาอื่น

 5). Exit, (Evaluation) ขั้นสรุป (ประเมินผลการเรียนรู้ สะท้อนผลการเรียนรู้ และการสะท้อน

ถึงความสมเหตุสมผล

**เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล**ได้แก่

- การสังเกตแบบมีส่วนร่วม เป็นการสังเกตที่มีการทํากิจกรรมร่วมกันกับนักเรียนโดยให้ความช่วยเหลือ คําแนะนํา สังเกตและบันทึก

- การเขียนผลการทดลอง และสรุปผล

- ใบงานของนักเรียนการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง ความร้อนกับการเปลี่ยนแปลงของสสารซึ่งแบบฝึกหัดเป็นคำถามปลายเปิด โดยใช้คำถามท้ายกิจกรรม ในเรื่อง ความร้อนกับการเปลี่ยนแปลงของสสารทั้ง 5 มโนมติ คือ แบบจำลองอนุภาคของสสารในแต่ละสถานะ, ความร้อนกับการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของสสาร, ความร้อนกับการขยายตัวหรือหดตัวของสสาร, ความร้อนกับการเปลี่ยนสถานะของสสารโดยแบบฝึกหัดจะครอบคลุม ตามองค์ประกอบของการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ ออกเป็น 3 ส่วน คือ ข้อกล่าวอ้าง ข้อมูล และการให้เหตุผล ตัวอย่างแบบวัดการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ ดังภาพที่ 1



จากภาพ 5.1 การระเหิดของไอโอดีน แบบจำลองอนุภาคของไอโอดีน

ในสถานะที่พบดังกล่าวควรมีลักษณะอย่างไร พร้อมอธิบาย

**6. การเก็บรวบรวมข้อมูล (Data Collection)**

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยมีบทบาทเป็น ผู้สอน (Model teacher) ในวง PLC ในการสอน 5 รอบ

5 สัปดาห์ โดยได้ข้อมูลจากการสังเกต จากใบงานนักเรียนรายบุคคล และจากผลการทำงานกลุ่มตามบทบาทหน้าที่ โดยครูผู้สอนใช้แผนการจัดการเรียนรู้ จำนวน 5 แผนการจัดการเรียนรู้ ประกอบด้วยผู้วิจัยดําเนินการสอนด้วยตนเอง ใช้แผนการจัดการเรียนรู้ จํานวน 1หน่วย คือหน่วยพลังงานความร้อนเรื่อง ความร้อนกับการเปลี่ยนแปลงของสสาร จำนวน 5แผน ใช้เวลา10 คาบเรียน นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1/2 ที่กําลังเรียน ในปีการศึกษา 2562 โรงเรียนหนองโนประชาสรรค์1 ห้องเรียน จํานวน 31 คน โดยในบทความวิจัยนี้ จะนําเสนอเพียงผลของการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้เรียนรู้เรื่อง ความร้อนกับการเปลี่ยนแปลงของสสาร ที่อยู่ในหน่วยการเรียนรู้เรื่อง พลังงานความร้อนจํานวน 10 คาบเรียน

6.1 ขั้นการเตรียมการก่อนดําเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล ได้เตรียมความพร้อมดังนี้

1). ผู้ช่วยวิจัย เป็นอาจารย์ที่สอนในกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เพื่อช่วยในการเก็บรวบรวมข้อมูล โดยแนะนําการสังเกต การบันทึก และการเก็บรวบรวมข้อมูลต่างๆ

2). เตรียมวัสดุอุปกรณ์ ที่ใช้ในการจัดการเรียนการสอน สื่อ เอกสารประกอบการเรียนรู้ วัสดุอุปกรณ์ ใบงาน ใบความรู้ อุปกรณ์สําหรับการทํากิจกรรม อุปกรณ์ที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล แบบสังเกต แบ สัมภาษณ์ แบบประเมินพฤติกรรมการคิดวิเคราะห์ การถ่ายวิดีโอ เครื่องบันทึกเสียง

3).เตรียมสถานที่ในการจัดการเรียนการสอน ห้องปฏิบัติการ แต่ละการทดลองให้พร้อม

4).ปฐมนิเทศนักเรียน นักเรียนก่อนการทดลองชี้แจงจุดประสงค์การเรียนรู้ที่สาระการเรียนรู้ ความสามารถในการ คิดวิเคราะห์ การจัดกิจกรรมการเรียนการรู้โดยใช้การจัดการเรียนรู้ตามแนวปฏิบัติสู่ผลสัมฤทธิ์ขั้นสูง (High Impact Practice : HIP)ให้นักเรียนเข้าใจและการปฏิบัติตนในการเรียน กติกาในชั้นเรียน และข้อปฏิบัติ

6.2 ขั้นดําเนินการ

1. ผู้วิจัยดําเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวปฏิบัติสู่ผลสัมฤทธิ์ขั้นสูง (High Impact Practice : HIP)เป็นเวลา 5สัปดาห์ จํานวน5แผนการจัดการเรียนรู้ จํานวน10คาบ

2. ผู้วิจัยและผู้ช่วยวิจัยบันทึกข้อมูลในระหว่างดําเนินการจัดการเรียนรู้ด้วยการอ่านการเขียนการสังเกต การมีส่วนร่วม และการตอบคําถามของผู้เรียน

3. ผู้วิจัยดําเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล และจัดกลุ่มข้อมูล วิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากการจัดการเรียนรู้ โดยการสังเกต แบบบันทึกการเรียนรู้ และการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ มาวิเคราะห์ที่นักเรียนได้แสดงออกในด้านต่าง ๆ เช่น ในใบงาน ผลงาน ภาระงาน ชิ้นงาน แล้วมาจัดกลุ่มข้อมูล วิเคราะห์ความเพื่อมุ่งศึกษาความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน จากการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการจัดการเรียนรู้ตามแนวปฏิบัติสู่ผลสัมฤทธิ์ขั้นสูง (High Impact Practice : HIP)ประเมินผลสรุปผล และเขียนบรรยาย

ผู้วิจัยได้วิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากการสังเกตและตรวจผลการทดลอง สรุปผล และใบงานของนักเรียน เรื่อง ความร้อนกับการเปลี่ยนแปลงของสสาร โดยนำข้อมูลที่ได้มาพิจารณาถึงความระดับสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนในแต่ละองค์ประกอบตามลำดับ ดังนี้ ด้านข้อกล่าวอ้าง ด้านข้อมูล และด้านการให้เหตุผล โดยใช้กรอบแนวคิดของ McNeill and Krajcik

**7. การวิเคราะห์ข้อมูล (Data analysis)** ทําได้โดย

1. สร้างเกณฑ์คำตอบของแบบวัดแต่ละข้อ โดยแบ่งตามองค์ประกอบของคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์โดยอ้างอิงเกณฑ์ของ McNeill and Krajcik (2008) ดังนี้

ตารางที่ 1 เกณฑ์การตรวจให้คะแนนคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์

**ระดับคะแนน**

**องค์ประกอบ**

 0 1 2

 ไม่เขียนข้อกล่าวอ้าง หรือ เขียนข้อกล่าวอ้างถูกต้องแต่ เขียนข้อกล่าวอ้างถูกต้อง

**ข้อกล่าวอ้าง** เขียนข้อกล่าวอ้างไม่ถูกต้อง ไม่ชัดเจน อาจเขียนข้อกล่าว และชัดเจน

 อ้างหลายข้อกล่าวอ้างและมี

 บางข้อกล่าวอ้างที่ไม่ถูกต้อง

 ไม่มีการแสดงหลักฐานหรือ แสดงหลักฐานได้เหมาะสม แสดงหลักฐานได้เหมาะสม

**หลักฐาน** หรือหลักฐานที่แสดงไม่เหมาะสม แต่ไม่เพียงพออาจมี และเพียงพอในการสนับสนุน

 (หลักฐานไม่สนับสนุนข้อกล่าวอ้าง) หลักฐานบางประการข้อกล่าวอ้าง

 ที่ไม่เหมาะสม

 ไม่แสดงเหตุผลหรือแสดง แสดงเหตุผลที่เชื่อมโยงแต่ แสดงเหตุผลที่เชื่อมโยง

**การให้เหตุผล** เหตุผลที่ไม่เชื่อมโยง มีการใช้หลักฐานซ้ำหรือมี หลักฐานและข้อกล่าวอ้าง

 หลักฐานกับข้อกล่าวอ้าง การใช้หลักฐานทางวิทยาศาสตร์ รวมถึงใช้หลักการทาง

 บ้างแต่ไม่เพียงพอ วิทยาศาสตร์ได้เหมาะสม

 และเพียงพอ

2. วิเคราะห์คำตอบของแบบวัดแต่ละข้อ ตามเกณฑ์ที่สร้างไว้

3. อ่านคำตอบอีกครั้งเพื่อวิเคราะห์วาทุกคำตอบสอดคล้องกับเกณฑ์การตรวจให้คะแนน

4. จำแนกคะแนนคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ของเนื้อหาแต่ละเรื่อง โดยแยกตามองค์ประกอบของคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์และหาค่าร้อยละของนักเรียนที่ได้คะแนน

5. หาค่าเฉลี่ยของคะแนนแต่ละองค์ประกอบและเปรียบเทียบระดับความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ระหว่างเรียนเนื้อหาแต่ละเรื่อง

**8. ผลการวิจัย (Result)**

จากการวิเคราะห์ข้อมูลพบว่าการจัดการเรียนรู้ตามแนวปฏิบัติสู่ผลสัมฤทธิ์ขั้นสูง (High Impact Practice : HIP)สามารถพัฒนาความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนได้ ดังแสดงในตารางที่ 2 ซึ่งผู้วิจัยจะอภิปรายถึงผลที่ได้จากการวิเคราะห์แบบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ในแต่ละเนื้อหา ดังนี้ตารางที่ 2 จำนวนนักเรียนที่มีความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ในแต่ละเนื้อหา (n=31)

ตารางที่ 2 แสดงค่าร้อยละของแต่ละระดับการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์

ด้านข้อกล่าวอ้าง ข้อมูล และการให้เหตุผล

|  |  |
| --- | --- |
| **เนื้อหา** | **คะแนนแบ่งตามองค์ประกอบของคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์** |
| **ข้อกล่าวอ้าง** | **ข้อมูล/หลักฐาน** | **การให้เหตุผล** |
| ระดับ 3ได้ 2 คะแนน | ระดับ 2ได้ 1 คะแนน | ระดับ1ได้ 0คะแนน | ระดับ3ได้ 2 คะแนน | ระดับ 2ได้ 1คะแนน | ระดับ 1ได้ 0คะแนน | ระดับ 3ได้ 2คะแนน | ระดับ 2ได้ 1คะแนน | ระดับ 1ได้ 0 คะแนน |
| แบบจำลองอนุภาคของสสารในแต่ละสถานะ | 1445.16 | 1238.70 | 516.12 | 1341.93 | 1135.48 | 722.58 | 722.58 | 1754.83 | 722.58 |
| ความร้อนกับการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของสสาร | 1754.83 | 825.80 | 619.35 | 1548.38 | 1032.25 | 619.35 | 825.80 | 1651.16 | 722.58 |
| ความร้อนกับการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของสสาร(ต่อ) | 1651.16 | 1135.48 | 412.90 | 1548.38 | 1135.48 | 516.12 | 929.03 | 1754.83 | 516.12 |
| ความร้อนกับการขยายตัวหรือหดตัวของสสาร | 1651.16 | 1032.25 | 722.58 | 1445.16 | 1135.48 | 619.35 | 825.80 | 1548.38 | 825.80 |
| ความร้อนกับการเปลี่ยนสถานะของสสาร | 1548.38 | 1032.25 | 619.35 | 1341.93 | 1238.70 | 619.35 | 619.35 | 1754.83 | 825.80 |

**องค์ประกอบที่ 1 ด้านข้อกล่าวอ้าง**

เมื่อพิจารณาการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ ตามแผนการจัดการเรียนรู้ 5 แผน ผลปรากฏว่า ในแผนการจัดการเรียนรู้ที่1 เรื่องแบบจำลองอนุภาคของสสารในแต่ละสถานะ

- ผู้เรียนร้อยละ 45.16 มีความสามารถในการระบุข้อกล่าวอ้างได้อย่างถูกต้องและครบถ้วน (อยู่ในระดับ3 หรือระดับสูง ได้ 2 คะแนน) เช่น อนุภาคของของแข็งจะสั่นอยู่กับที่และเรียงชิดติดกัน

- ผู้เรียนร้อยละ 38.70 เขียนข้อกล่าวอ้างถูกต้องแต่ไม่ชัดเจน อาจเขียนข้อกล่าวอ้างหลายข้อกล่าวอ้างและมีบางข้อกล่าวอ้างที่ไม่ถูกต้อง มีความสามารถในการระบุข้อกล่าวอ้างได้อย่างถูกต้องและครบถ้วน (อยู่ในระดับ 2 ได้ 1 คะแนน) เช่น อนุภาคของของแข็งสั่นอยู่กับที่ และอนุภาคของของเหลวไม่มีการสั่น

- ผู้เรียนร้อยละ 16.12 ไม่เขียนข้อกล่าวอ้าง หรือเขียนข้อกล่าวอ้างไม่ถูกต้อง (อยู่ในระดับ 1 ได้ 0 คะแนน) เช่น อนุภาคของแก๊สไม่มีการสั่น

แผนการจัดการเรียนรู้ที่2 เรื่องความร้อนกับการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของสสาร

 - ผู้เรียนร้อยละ 54.83 มีความสามารถในการระบุข้อกล่าวอ้างได้อย่างถูกต้องและครบถ้วน (อยู่ในระดับ3 หรือระดับสูง ได้ 2 คะแนน) เช่น ปริมาณความร้อนที่น้ำได้รับส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของน้ำ โดยน้ำในบีกเกอร์ที่ได้รับความร้อนจากเทียนไข 2 เล่ม มีอุณหภูมิสูงขึ้นมากกว่าน้ำในบีกเกอร์ที่ได้รับความร้อนจากเทียนไข 1 เล่ม เนื่องจากเทียนไข 2 เล่ม ให้ปริมาณความร้อนมากกว่าเทียนไข 1 เล่ม

 - ผู้เรียนร้อยละ 25.80 เขียนข้อกล่าวอ้างถูกต้องแต่ไม่ชัดเจน อาจเขียนข้อกล่าวอ้างหลายข้อกล่าวอ้างและมีบางข้อกล่าวอ้างที่ไม่ถูกต้อง มีความสามารถในการระบุข้อกล่าวอ้างได้อย่างถูกต้องและครบถ้วน (อยู่ในระดับ 2 ได้ 1 คะแนน) เช่น ปริมาณความร้อนที่น้ำได้รับส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของน้ำ โดยน้ำในบีกเกอร์ที่ได้รับความร้อนจากเทียนไข 2 เล่ม มีอุณหภูมิสูงขึ้นมากกว่าน้ำในบีกเกอร์ที่ได้รับความร้อนจากเทียนไข 1 เล่ม

 - ผู้เรียนร้อยละ 19.35 ไม่เขียนข้อกล่าวอ้าง หรือเขียนข้อกล่าวอ้างไม่ถูกต้อง (อยู่ในระดับ 1 ได้ 0 คะแนน) เช่น น้ำร้อนเท่ากัน เนื่องจากได้รับความร้อนจากเทียนไข เหมือนกัน

 **องค์ประกอบที่ 2 ด้านหลักฐาน/ข้อมูล**

เมื่อพิจารณาการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ ตามแผนการจัดการเรียนรู้ 5 แผน ผลปรากฏว่า ในแผนการจัดการเรียนรู้ที่1 เรื่องแบบจำลองอนุภาคของสสารในแต่ละสถานะ

- ผู้เรียนร้อยละ 41.93 มีความสามารถในการแสดงหลักฐานได้เหมาะสมและเพียงพอในการสนับสนุน(อยู่ในระดับ3 หรือระดับสูง ได้ 2 คะแนน) เช่น อนุภาคของของแข็งจะเรียงชิดกัน และสั่นอยู่กับที่ จึงทำให้ของแข็งมีรูปร่างและปริมาตรคงที่ อนุภาคของของเหลวอยู่ใกล้กัน และเคลื่อนที่ได้แต่ไม่เป็นอิสระ อนุภาคของแก๊สอยู่ห่างกันมากโดยแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาคน้อยมาก

- ผู้เรียนร้อยละ 35.48 มีความสามารถในการแสดงหลักฐานแต่ไม่เพียงพออาจมีหลักฐานบางประการข้อกล่าวอ้างที่ไม่เหมาะสม (อยู่ในระดับ 2 ได้ 1 คะแนน) เช่น อนุภาคของของแข็งจะเรียงชิดกัน และอนุภาคมีการสั่นอยู่กับที่ ส่วนของของเหลวอนุภาคจะอยู่ห่างกัน และแก๊สอนุภาคอยู่ห่างกันมากที่สุด และไม่มีการสั่น

- ผู้เรียนร้อยละ 22.58 ไม่มีการแสดงหลักฐาน หรือหลักฐานที่แสดงไม่เหมาะสม(หลักฐานไม่สนับสนุนข้อกล่าวอ้าง) (อยู่ในระดับ 1 ได้ 0 คะแนน) เช่น อนุภาคของแก๊สมีรูปร่างและปริมาตรคงที่

เมื่อพิจารณาการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์สำหรับองค์ประกอบด้านข้อมูลพบว่า นักเรียนจำนวนปานกลาง (ร้อยละ 41.93,48.38,48.38,45.16,41.93) ตามลำดับ มีความสามารถในการที่จะนำข้อมูลมาสนับสนุนข้อกล่าวอ้างถูกต้องแต่ไม่ชัดเจน อาจเขียนข้อกล่าวอ้างหลายข้อกล่าวอ้างและมีบางข้อกล่าวอ้างที่ไม่ถูกต้อง แต่อย่างไรก็ตามนักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยขององค์ประกอบด้านข้อมูลต่ำกว่าองค์ประกอบด้านข้อกล่าวอ้าง เนื่องมาจากองค์ประกอบนี้มีความยากกว่าองค์ประกอบด้านข้อกล่าวอ้าง โดยนักเรียนจะต้องพิจารณาว่าข้อมูลที่พบจากการทดลอง สามารถนำมาใช้ประโยชน์โดยนำมาสนับสนุนข้อกล่าวอ้างได้หรือไม่ ซึ่งจะเห็นได้ว่าหากข้อมูลจากการทดลองมีหลายข้อมูล นักเรียนจะนำข้อมูลมาใช้สนับสนุนข้อกล่าวอ้างได้ไม่ครบถ้วน ทำให้นักเรียนมีความสามารถในองค์ประกอบนี้ต่ำกว่าองค์ประกอบด้านข้อกล่าวอ้าง

**องค์ประกอบที่ 3 ด้านการให้เหตุผล**

เมื่อพิจารณาการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ ตามแผนการจัดการเรียนรู้ 5 แผน ผลปรากฏว่า ในแผนการจัดการเรียนรู้ที่1 เรื่องแบบจำลองอนุภาคของสสารในแต่ละสถานะ

- ผู้เรียนร้อยละ 22.58 มีความสามารถในการแสดงเหตุผลที่เชื่อมโยงหลักฐานและข้อกล่าวอ้าง รวมถึงใช้หลักการทางวิทยาศาสตร์ได้อย่างเหมาะสมและเพียงพอ (อยู่ในระดับ3 หรือระดับสูง ได้ 2 คะแนน) เช่น อนุภาคของของแข็งจะเรียงชิดกัน โดยมีแรงเหนี่ยวระหว่างอนุภาคมากกว่าของเหลวและแก๊ส และสั่นอยู่กับที่ จึงทำให้ของแข็งมีรูปร่างและปริมาตรคงที่ อนุภาคของของเหลวเคลื่อนที่ได้แต่ไม่เป็นอิสระ โดยจะมีรูปร่างเปลี่ยนไปตามภาชนะที่บรรจุ ส่วนแก๊สมีการเคลื่อนที่อย่างอิสระทุกทิศทาง ทำให้แก๊สมีรูปร่างและปริมาตรไม่คงที่ เปลี่ยนไปตามขนาดและรูปร่างของภาชนะที่บรรจุ

- ผู้เรียนร้อยละ 54.83 สามารถแสดงเหตุผลที่เชื่อมโยงแต่มีการใช้หลักฐานซ้ำ หรือมีการใช้หลักฐานทางวิทยาศาสตร์บ้างแต่ไม่เพียงพอ (อยู่ในระดับ 2 ได้ 1 คะแนน) เช่น อนุภาคของของแข็งจะเรียงชิดกัน และสั่นอยู่กับที่ จึงทำให้ของแข็งมีรูปร่างและปริมาตรคงที่ อนุภาคของของเหลวเคลื่อนที่ได้แต่ไม่เป็นอิสระ โดยจะมีรูปร่างเปลี่ยนไปตามภาชนะที่บรรจุ ส่วนแก๊สมีการเคลื่อนที่อย่างอิสระทุกทิศทาง

- ผู้เรียนร้อยละ 22.58 ไม่แสดงเหตุผลหรือแสดงเหตุผลที่ไม่เชื่อมโยงหลักฐานกับข้อกล่าวอ้าง

(อยู่ในระดับ 1 ได้ 0 คะแนน) เช่น อนุภาคของของแข็งเคลื่อนที่ได้เหมือนกันกับของเหลวและแก๊ส

เมื่อพิจารณาการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ นักเรียนส่วนใหญ่มีปัญหาในการให้เหตุผลเพื่อสนับสนุนข้อกล่าวอ้างและข้อมูล โดยจะเห็นได้ว่านักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยในองค์ประกอบนี้ต่ำที่สุด เนื่องจากสำหรับองค์ประกอบนี้นักเรียนจะต้องมีความรู้เกี่ยวกับหลักการทางวิทยาศาสตร์เพื่อนำมาใช้เป็นเหตุผลว่าข้อมูลสามารถสนับสนุนข้อกล่าวอ้างได้อย่างไร โดยเมื่อพิจารณาคะแนนเฉลี่ยขององค์ประกอบด้านการให้เหตุผล พบว่ามีคะแนนเฉลี่ยต่ำที่สุดในองค์ประกอบการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ แสดงให้เห็นว่านักเรียนระบุเหตุผลหรือหลักการทางวิทยาศาสตร์ที่สนับสนุนข้อกล่าวอ้าง และข้อมูล ได้แต่ยังไม่ครบถ้วน

**9. อภิปรายผลการวิจัย (Discussion)**

จากการวิจัยครั้งนี้ แสดงให้เห็นว่านักเรียนส่วนใหญ่มีความสามารถในการระบุข้อกล่าวอ้างได้อย่างถูกต้องแต่มีปัญหาในการนำข้อมูลและเหตุผลมาสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง เนื่องมาจากการระบุองค์ประกอบด้านข้อกล่าวอ้างนั้น เป็นการแสดงความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้น โดยยังไม่ต้องมีหลักฐานมาสนับสนุนและเหตุผลมาอธิบาย จึงเป็นองค์ประกอบที่นักเรียนสามารถระบุได้ง่ายที่สุด ซึ่งสอดคล้องกับผลการศึกษาก่อนหน้านี้ของ Ruiz-Primo et al. ซึ่งพบว่าข้อกล่าวอ้างเป็นองค์ประกอบของการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ที่นักเรียนสามารถระบุได้ง่ายที่สุด เมื่อเทียบกับองค์ประกอบด้านข้อมูลและการให้เหตุผล และจะเห็นได้ว่านักเรียนมีความสามารถในการให้ข้อมูลที่ต่ำกว่าการกล่าวอ้างโดยนักเรียนมีความสามารถในด้านการให้ข้อมูลที่ใกล้เคียงกับการให้เหตุผล อาจเนื่องมาจากองค์ประกอบด้านข้อมูลและการให้เหตุผลเป็นองค์ประกอบที่ยากสำหรับนักเรียน โดยในการให้ข้อมูลนั้นนักเรียนจะต้องทำการวิเคราะห์ว่าข้อมูลที่ได้จากการทดลองนั้นสามารถนำมาสนับสนุนข้อกล่าวอ้างของนักเรียนได้หรือไม่ ซึ่งบ่อยครั้งนักเรียนมักนำข้อมูลจากการทดลองที่ไม่เกี่ยวข้องกับข้อกล่าวอ้างมาใช้ หรือบางครั้งข้อมูลที่นักเรียนนำมาใช้มีความเกี่ยวข้องกับข้อกล่าวอ้าง แต่นักเรียนยังนำมาไม่ครบถ้วน เพียงพอที่จะใช้สนับสนุนข้อกล่าวอ้างได้ ซึ่งต่างจากการระบุข้อกล่าวอ้างที่นักเรียนสามารถระบุได้ง่าย เนื่องจากเป็นการแสดงความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้น โดยยังไม่ต้องมีหลักฐานมาสนับสนุน และเหตุผลมาอธิบายเมื่อพิจารณาองค์ประกอบด้านการให้เหตุผลก่อนเรียน พบว่ามีคะแนนเฉลี่ยต่ำที่สุดในองค์ประกอบการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ เนื่องจากสำหรับองค์ประกอบนี้นักเรียนจะต้องมีความรู้เกี่ยวกับหลักการทางวิทยาศาสตร์ เพื่อนำมาใช้เป็นเหตุผลว่าข้อมูลสามารถสนับสนุนข้อกล่าวอ้างได้อย่างไร

**10. ข้อเสนอแนะ (Suggestion)**

จากงานวิจัยเบื้องต้นในครั้งนี้จะเป็นประโยชน์ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เพื่อส่งเสริมความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ เพื่อให้นักเรียนมีความเข้าใจในเนื้อหา เรื่อง ความร้อนกับการเปลี่ยนแปลงของสสาร มากขึ้น โดยมีจุดมุ่งหมายเพื่อพัฒนาการสร้างคำอธิบายอย่างสมเหตุสมผลโดยมีการใช้หลักฐานมาสนับสนุน ซึ่งเป็นหลักพื้นฐานของการสร้างความรู้โดยใช้การจัดการเรียนรู้ตามแนวปฏิบัติสู่ผลสัมฤทธิ์ขั้นสูง (High Impact Practice : HIP) นำหลักฐานจากการสังเกตและการทดลอง เพื่อสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์และนักเรียนจะต้องให้เหตุผลเพื่อที่จะสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์นั้นได้อย่างไร ดังนั้นจากลักษณะเด่นของการโดยใช้การจัดการเรียนรู้ตามแนวปฏิบัติสู่ผลสัมฤทธิ์ขั้นสูง (High Impact Practice : HIP)จะพบว่าเป็นวิธีการเรียนการสอนที่สามารถส่งเสริมให้นักเรียนสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ครบทั้ง 3 องค์ประกอบ ซึ่งจะเป็นประโยชน์ในการนำไปพิจารณาการกำหนดรูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ออกแบบกิจกรรมการเรียนการสอนเพื่อสนับสนุนการเรียนรู้ของนักเรียนอย่างมีประสิทธิภาพ

**11. อ้างอิง**

กระทรวงศึกษาธิการ (2551) หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กรุงเทพ : โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์

พิมพันธ์ เดชะคุปต์ และพเยาว์ ยินดีสุข. (2548). วิธีวิทยาการสอนวิทยาศาสตร์ทั่วไป. กรุงเทพมหานคร:พัฒนาคุณภาพวิชาการ.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2556). ผลการประเมิน PISA 2012 คณิต การอ่าน และวิทยาศาสตร์. กรุงเทพมหานคร: แอดวานซ์พรินติ้ง เซอร์วิส จำกัด

สันติชัย อนุวรชัย.การจัดการเรียนรู้ด้วยการสร้างค าอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์. วารสารศึกษาศาสตร์มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช 2557; 7(2), 1-14

[1] Ruiz-Primo, M.A., Li, M., Tsai, S., & Schneider, J. (2010). Testing one premise of scientific inquiry in science classrooms: Examining student, scientific explanations and student learning. Journal of Research in Science Teaching, 47(5), 583-608.

[2] McNeill, K.L, &Krajcik, J. (2008). Inquiry and scientific explanations: Helping students use evidence and reasoning. In Luft, J., Bell, R., &Gess-Newsome, J. (Eds.). Science as inquiryin the secondary setting (pp. 121-134). Arlington, VA: National Science Teachers Association Press.