



Journal of Education Graduate Studies Research, KKU.

<https://www.tci-thaijo.org/index.php/EDGKKUJ>

การเปลี่ยนแปลงมโนคติทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของโลก ของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จากการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน

Conceptual Change on Climate Change of 7 Graders

Through Model-Based Inquiry (MBI)

ภัทรียา ทวีจิตร^{1*} และจิรดาวรรณ หันตุลา²Patthareeya Thaweejit^{1*} and Jiradawan Huntula²¹นักศึกษาหลักสูตรศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

Master of Education Program in Science Education, Faculty of Education, Khon Kaen University

²อาจารย์ประจำสาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

Lecturer, Department of Science Education, Faculty of Education, Khon Kaen University

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงความเข้าใจมโนคติทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของโลก เมื่อได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน กลุ่มเป้าหมายเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 29 คนที่กำลังศึกษาในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2558 โรงเรียนหนองนาคำวิทยาคม อำเภอหนองนาคำ จังหวัดขอนแก่น รูปแบบการวิจัยเป็นการวิจัยแบบการวิจัยก่อนการทดลอง เครื่องมือวิจัยประกอบด้วย แผนการจัดการเรียนรู้จำนวน 6 แผน และแบบวัดมโนคติทางวิทยาศาสตร์ เก็บรวบรวมข้อมูลโดยวัดความเข้าใจมโนติก่อนเรียน จัดการเรียนรู้ตามแผน และวัดความเข้าใจมโนติหลังเรียน ข้อมูลที่ได้ถูกนำมาวิเคราะห์ระดับความเข้าใจมโนติ จำนวน 5 ระดับ และวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงความเข้าใจมโนติในทิศทางบวก ไม่เปลี่ยนแปลง ความเข้าใจ และเปลี่ยนแปลงความเข้าใจในทิศทางลบ ผลการวิจัยพบว่าการเปลี่ยนแปลงความเข้าใจมโนคติทางวิทยาศาสตร์ หลังการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน สามารถเปลี่ยนแปลงความเข้าใจมโนติของนักเรียนได้จำนวน 4 มโนติย่อยจากทั้งหมด 9 มโนติย่อย แบ่งเป็น การเปลี่ยนแปลงความเข้าใจมโนติในทิศทางบวก จำนวน 3 มโนติย่อย ได้แก่ มโนติย่อยที่ 6 เรื่องผลกระทบของรูโหว่อโอโซน มโนติย่อยที่ 7 เรื่องผลกระทบของภาวะโลกร้อน มโนติย่อยที่ 9 เรื่อง ผลกระทบของฝนกรด และการเปลี่ยนแปลงความเข้าใจมโนติในทิศทางลบ จำนวน 1 มโนติย่อย คือ มโนติย่อยที่ 8 เรื่อง สารที่ทำให้เกิดฝนกรด

คำสำคัญ: การเปลี่ยนแปลงมโนคติ, การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของโลก, การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน, ความเข้าใจมโนติ เรื่อง การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของโลกของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

*Corresponding author Tel.: 085-3627790, 091-0603239

E-mail address: tarnsoo@gmail.com

Abstract

The purpose of this research was to study students' conceptual change in Climate Change through Model-Based Inquiry (MBI). The target group was 29 students who studied in grade 7 during the second semester in 2015 at a Nongnakhamwittayakom school in Khon Kaen province, Thailand. The research methodology was pre-experimental design as a one-group pretest-posttest. The research instruments used in this study consisted of six lesson plans based on Model-Based Inquiry (MBI) and the climate change conceptual test. In this study, the climate change conceptual test was used to investigate students' conceptual understanding of climate change before and after participating in the Model-Based Inquiry (MBI) learning activities. Data obtained from the climate change conceptual test for both pre-test and post-test were analyzed in order to differentiate the degree of conceptual understanding and to see the students' conceptual change on Climate Change. After using the Model-Based Inquiry (MBI) there were two ways of changing conception, positive shift, and negative shift. The positive shift consisted of three concepts as following: the ozone deletion, the global warming and the acid rain. The negative shift was the chemicals cause acid rain.

Keywords: Conceptual Change, Climate Change, Model-Based Inquiry (MBI),
Conceptual Understanding on Climate Change of Grade 7 Students

บทนำ

มโนคติทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความคิด ความเข้าใจเฉพาะเรื่องใดเรื่องหนึ่งในทางวิทยาศาสตร์ที่เป็นข้อสรุปที่นักวิทยาศาสตร์ให้การยอมรับ (ไพโรจน์ เต็มเดชาติพงศ์ และคณะ, 2550) ดังนั้นหากผู้เรียนมีมโนคติทางวิทยาศาสตร์ที่ต้องสมบูรณ์จะช่วยส่งเสริมการเรียนรู้ของผู้เรียนให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น สามารถเชื่อมโยง และรับรู้ประสบการณ์ใหม่ได้อย่างรวดเร็ว วิธีการสอนเพื่อให้เกิดมโนคติทางวิทยาศาสตร์ที่ต้องสมบูรณ์ครูผู้สอนจะต้องเริ่มต้นจากการตั้งคำถามว่าผู้เรียนมีความรู้อะไรบ้าง ด้วยการให้ผู้เรียนได้แสดงออกถึงสิ่งที่เป็นตัวแทนความรู้ที่อยู่ภายในสมองของผู้เรียน แล้วถ่ายทอดความรู้นั้นออกมาในรูปแบบต่างๆ เช่น ข้อความ กราฟ รูปภาพ แผนภูมิ เป็นต้น (Treagust, Yoon, & Won, 2014) จากนั้นครูจึงให้ความรู้ใหม่เพื่อต่อยอดความรู้เดิม

การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (inquiry) ได้รับความนิยมในการนำมาใช้จัดการเรียนรู้ในชั้นเรียนวิทยาศาสตร์ เนื่องจากเป็นกระบวนการเรียนรู้ที่ให้ผู้เรียนได้สร้างความรู้ด้วยตนเอง โดยผ่านกระบวนการคิด การปฏิบัติ และใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็นเครื่องมือในการสืบเสาะหาความรู้ จากลักษณะดังกล่าวทำให้มีนักการศึกษาหลายกลุ่มคิดค้นรูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยยึดหลักการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้อย่างหลากหลาย (นิพนธ์ จันเลน, 2557) และรูปแบบการจัดการเรียนรู้รูปแบบหนึ่งที่นำหลักการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้มาประยุกต์ใช้ร่วมกับการสร้างแบบจำลอง (Model) หรือสิ่งที่เป็นตัวแทนความเข้าใจของผู้เรียน ด้วยการเขียนสิ่งนั้นออกมาในรูปของข้อความ

ภาพวาด สัญลักษณ์ แผนภาพ (Windchitl, Thomson, & Braaten, 2008) คือรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน (Model-Based Inquiry) ซึ่งเป็นรูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนมีความเข้าใจในเนื้อหาที่เรียนได้อย่างลึกซึ้ง และช่วยให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ลักษณะของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ 5 ประการ ผ่านการสร้างแบบจำลอง (Model) ที่สามารถทดสอบได้ แก้ไขได้ อธิบายได้ ทำนายได้ และสร้างขึ้นได้ (Windchitl, et al., 2008) โดยผู้เรียนจะได้สร้างแบบจำลองเริ่มต้น (Initial Model) เพื่อใช้ในการสื่อสารความเข้าใจของตนเองกับครูผู้สอน และปรับแก้ความรู้ความเข้าใจเดิมของตนเอง (Revise Model) ด้วยข้อมูลหรือหลักฐานที่ได้จากการสืบค้นจนได้เป็นแบบจำลองหรือมโนคติที่มีความถูกต้องสมบูรณ์ในที่สุด

จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการมีมโนคติที่คลาดเคลื่อนของนักเรียนในรายวิชาวิทยาศาสตร์ พบว่านักเรียนมีมโนคติที่คลาดเคลื่อนหลาย มโนคติ โดยมีมโนคติที่ผู้วิจัยสนใจศึกษาคือ มโนคติ เรื่อง การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของโลก ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ที่พบว่าผู้เรียนทั้งในประเทศไทยและต่างประเทศมีมโนคติที่คลาดเคลื่อนในเรื่องนี้เป็นจำนวนมาก

ตัวอย่างเช่น รูโหว่อโอโซนทำให้เกิดภาวะโลกร้อน (Anderson & Wallin, 2000) ปรากฏการณ์เรือนกระจกและรูโหว่อโอโซนมีความเกี่ยวข้องกันโดยทั้งสองปรากฏการณ์เป็นสาเหตุซึ่งกันและกัน และแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ทำให้เกิดรูโหว่อโอโซน (Khalid, 2001) ไอน้ำไม่ใช่แก๊สเรือนกระจก (Shepardson, Niyogi, Choi, & Charusombat, 2009) ปรากฏการณ์เรือนกระจกที่รุนแรงจะทำให้มนุษย์เกิดโรคมะเร็งผิวหนัง (Ekborg & Areskoug, 2006) หากโลกไม่มีชั้นบรรยากาศจะทำให้แสงจากดวงอาทิตย์ส่องมายังโลกมากขึ้นทำให้โลกร้อนขึ้นและเวลาแสงสะท้อนกลับไปที่พื้นก็จะสะท้อนกลับไปที่ผิวน้ำทำให้อากาศเย็นจนหนาวจัด และทำให้เกิดแก๊สโอโซนมากขึ้นซึ่งเป็นแก๊สที่มีความอันตราย (ณัฐนิชา วราพรหม, 2555) และจากการที่ผู้วิจัยสำรวจมโนคติ เรื่อง การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของโลก ของนักเรียนโรงเรียนหนองนาคำวิทยาคม จำนวน 44 คน ซึ่งเป็นนักเรียนที่เคยเรียนในเรื่องนี้ผ่านมาแล้ว พบว่านักเรียนมีมโนคติที่คลาดเคลื่อนหลาย มโนคติ เช่น แก๊สเรือนกระจกคือควันจากรถจักรยานยนต์และการเผาขยะ รูโหว่อโอโซน คือ ช่องว่างของอากาศ ผ่นกรดคือฝนที่ไม่สามารถนำมาใช้ประโยชน์และรับประทานได้เพราะมีสารพิษวิธีการลดภาวะโลกร้อนคือการไม่ทิ้งขยะลงสู่แม่น้ำลำคลอง เป็นต้น

จากมโนคติที่คลาดเคลื่อนดังกล่าวของผู้เรียน ผู้วิจัยจึงสนใจนำรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานที่ประกอบด้วยขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ จำนวน 2 ขั้นตอนตามแนวคิดของ (Windchitl, et al., 2008) ดังนี้ 1) ขั้นตอนการจัดเตรียมพารามิเตอร์ 2) ขั้นตอนกิจกรรมการเรียนรู้ ประกอบด้วยขั้นตอนกิจกรรมการเรียนรู้ย่อย จำนวน 4 ขั้นตอน ได้แก่ 1) ขั้นการรวบรวมสิ่งที่นักเรียนรู้และสิ่งที่ต้องการเรียนรู้ 2) ขั้นการตั้งสมมติฐานที่สามารถทดสอบได้ 3) ขั้นการค้นหาลักษณะ และ 4) ขั้นการสร้างข้อโต้แย้ง มาใช้เพื่อศึกษาความเข้าใจมโนคติและปรับเปลี่ยนความเข้าใจมโนคติ เรื่อง การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของโลก ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ประกอบด้วยมโนคติที่ศึกษาจำนวน 9 มโนคติย่อย ดังนี้ 1) ปัจจัยที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของโลก 2) ความหมายของภาวะโลกร้อน 3) สาเหตุการเกิดภาวะโลกร้อน 4) แก๊สเรือนกระจก 5) รังสีและแก๊สที่ทำให้เกิดปรากฏการณ์เรือนกระจก 6) ผลกระทบของรูโหว่อโอโซน 7) ผลกระทบของภาวะโลกร้อน 8) สารที่ทำให้เกิดฝนกรด และ 9) ผลกระทบของฝนกรด โดยผู้วิจัยเชื่อว่ารูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานจะสามารถส่งเสริมให้ผู้เรียนมีความเข้าใจที่ถูกต้องสมบูรณ์ และช่วยปรับเปลี่ยนความเข้าใจของผู้เรียนที่มีความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนให้มีความเข้าใจที่ถูกต้องสมบูรณ์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงความเข้าใจแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของโลก เมื่อได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

วิธีดำเนินการวิจัย

1. ระเบียบวิธีวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยแบบก่อนการทดลอง (Pre-Experimental Design) ซึ่งเป็นแบบกลุ่มเดียวที่มีการทดสอบก่อนและหลังการทดลอง (One-Group Pretest Posttest Design)

2. กลุ่มเป้าหมาย

กลุ่มเป้าหมายคือ นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 /1 จำนวน 29 คนที่กำลังศึกษาในปีการศึกษา 2558 โรงเรียนหนองนาคำวิทยาคม อำเภอหนองนาคำ จังหวัดขอนแก่น ได้มาจากการเลือกแบบเจาะจงซึ่งเป็นนักเรียนที่ผู้วิจัยกำลังทำการสอนอยู่

3. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

3.1 แผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของโลก โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน จำนวน 6 แผนการจัดการเรียนรู้ รวม 9 คาบ (คาบละ 50 นาที) สามารถแสดงตัวอย่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ได้ดังนี้

ตารางที่ 1 ตัวอย่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน

ขั้นกิจกรรมการเรียนรู้	กิจกรรมการเรียนรู้
1. ขั้นจัดเตรียมพารามิเตอร์	-ครูกำหนดขอบเขตเนื้อหาที่จะใช้สอน -ครูกำหนดวัตถุประสงค์การเรียนรู้ -ครูจัดทำใบกิจกรรม เรื่อง การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของโลกแบ่งออกเป็น 6 ใบกิจกรรมตามแนวคิดหลัก ซึ่งภายในประกอบด้วยกิจกรรมย่อย -ครูจัดทำหนังสือเล่มเล็กชุด การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของโลก จำนวน 6 ชุด ประกอบด้วยมโนทัศน์หลักจำนวน 6 มโนทัศน์หลัก
2. ขั้นกิจกรรมการเรียนรู้	
2.1 รวบรวมสิ่งที่นักเรียนรู้ และสิ่งที่ต้องการเรียนรู้	-ครูแจกใบกิจกรรม เรื่อง การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของโลก ให้นักเรียนคนละ 1 ชุด ขั้นนี้นักเรียนจะได้ทำกิจกรรมย่อยที่ 1 โดยเขียนแสดงมโนคติเดิมของตนเองออกมา (initial model) ในรูปของการตอบคำถาม แผนภาพ รูปภาพ สัญลักษณ์ ตามความเข้าใจของนักเรียน
2.2 ตั้งสมมติฐานที่	นักเรียนทำกิจกรรมย่อยที่ 2 กิจกรรมนี้นักเรียนจะทำการคาดเดาคำตอบถูก/ผิด, ใช่/ไม่ใช่

สามารถทดสอบได้	, จัดกลุ่ม, จำแนกข้อมูลของมโนคติแต่ละมโนคติ
----------------	---

ตารางที่ 1 ตัวอย่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน (ต่อ)

ขั้นกิจกรรมการเรียนรู้	กิจกรรมการเรียนรู้
2.3 ค้นหาหลักฐาน	นักเรียนทำกิจกรรมย่อยที่ 3 สืบค้นมโนคติที่ถูกต้องสมบูรณ์ในหนังสือเล่มเล็กตามประเด็นคำถามที่ครูกำหนดไว้ซึ่งสอดคล้องกับมโนคติในกิจกรรมย่อยที่ 1
2.4 สร้างข้อโต้แย้ง	-ครูเฉลยคำตอบของกิจกรรมย่อยที่ 2 และให้นักเรียนตรวจสอบความถูกต้องของคำถามพร้อมแก้ไขด้วยปากกาสีแดง -นักเรียนทำกิจกรรมย่อยที่ 4 ซึ่งเป็นกิจกรรมเดียวกันกับกิจกรรมย่อยที่ 1 โดยนักเรียนปรับแก้คำตอบให้มีความถูกต้องสมบูรณ์ด้วยปากกาสีแดง

3.2 แบบวัดมโนคติทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของโลก สำหรับวัดความเข้าใจมโนติก่อนเรียนและหลังเรียน ซึ่งเป็นแบบวัดแนวคิดวินิจัยแบบ 2 ชั้น (Two-Tier Multiple Choice Diagnostic Test) ประกอบด้วยข้อสอบแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือกพร้อมให้เหตุผลในการเลือกตอบ จำนวน 9 ข้อ

4. การเก็บรวบรวมข้อมูล

- 4.1 วัดความเข้าใจมโนคติทางวิทยาศาสตร์ ก่อนเรียนด้วยแบบวัดมโนคติทางวิทยาศาสตร์
- 4.2 จัดการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้ ที่ 1-6
- 4.3 วัดความเข้าใจมโนคติทางวิทยาศาสตร์ หลังเรียนด้วยแบบวัดมโนคติทางวิทยาศาสตร์ซึ่งเป็นแบบ วัดชุดเดียวกันกับมโนติก่อนเรียน

5. การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยวิเคราะห์ความเข้าใจมโนคติทางวิทยาศาสตร์ โดยนำคำตอบของนักเรียนแต่ละคนมาให้ระดับความเข้าใจมโนคติ แบ่งระดับความเข้าใจมโนคติออกเป็น 5 ระดับ ซึ่งดัดแปลงเกณฑ์การวิเคราะห์ระดับความเข้าใจมโนคติของ Westbrook (1990) และดัดแปลงรูปแบบการวิเคราะห์ข้อสอบแบบวัดแนวคิดวินิจัยแบบ 2 ชั้น ของ Calik (2007) ดังแสดงไว้ในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 เกณฑ์การวัดระดับความเข้าใจมโนคติทางวิทยาศาสตร์

ระดับความเข้าใจมโนคติ	ตัวเลือก	เหตุผล
ถูกต้องสมบูรณ์ Complete Understanding: CU	✓	✓
ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ Sound Understanding; SU	✓	X
คลาดเคลื่อนบางส่วน Partial understanding with Misconception; PM	X	✓
ไม่เข้าใจมโนคติ No Understanding; NU	X	X

ไม่แสดงโมโนมิติ	-	-
No Response; NR		

จากนั้นนำมาวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงความเข้าใจโมโนมิติทางวิทยาศาสตร์ ในแต่ละมโนมิตีย่อยก่อนและหลังเรียนเพื่อหาความถี่และร้อยละจำนวนนักเรียนที่มีการเปลี่ยนแปลงความเข้าใจโมโนมิติ โดยแบ่งรูปแบบการเปลี่ยนแปลงความเข้าใจออกเป็น 3 ทิศทาง ดังนี้

- 1) การเปลี่ยนแปลงความเข้าใจโมโนมิติในทิศทางบวก (Positive Shift) หมายถึง นักเรียนมีระดับความเข้าใจโมโนมิตีย่อยหลังเรียนสูงกว่าระดับความเข้าใจโมโนมิตีย่อยก่อนเรียน
- 2) ไม่เปลี่ยนแปลงความเข้าใจโมโนมิติ (No Shift) หมายถึง นักเรียนมีระดับความเข้าใจโมโนมิตีย่อยก่อนเรียนและระดับความเข้าใจโมโนมิตีย่อยหลังเรียนเท่าเดิม
- 3) การเปลี่ยนแปลงความเข้าใจโมโนมิติในทิศทางลบ (Negative Shift) หมายถึง นักเรียนมีระดับความเข้าใจโมโนมิตีย่อยหลังเรียนต่ำกว่าระดับความเข้าใจโมโนมิตีย่อยก่อนเรียน

ผู้วิจัยวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงมโนมิติในแต่ละมโนมิตีย่อยจำนวน 9 มโนมิติของนักเรียนทั้ง 29 คนจากจำนวนนักเรียนส่วนใหญ่ที่เกิดการเปลี่ยนแปลงความเข้าใจโมโนมิติในทิศทางต่างๆ

ผลการวิจัยและวิเคราะห์ผลการวิจัย

การศึกษาการเปลี่ยนแปลงความเข้าใจโมโนมิติทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของโลก ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 29 คนหลังการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน ผู้วิจัยได้มีการวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงความเข้าใจโมโนมิติจากแบบวัดมโนมิติทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของโลก จำนวน 9 ข้อ สำหรับวัด มโนมิตีย่อยที่ศึกษาจำนวน 9 มโนมิตีย่อย ปรากฏผลการวิจัยดังนี้

มโนมิตีย่อยที่ 1 เรื่องปัจจัยที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของโลก

จากการศึกษาการเปลี่ยนแปลงความเข้าใจโมโนมิตีย่อยที่ 1 เรื่องปัจจัยที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของโลก ปรากฏผลการวิจัยดังแสดงในตารางที่ 3

ตารางที่ 3 จำนวนนักเรียนที่มีการเปลี่ยนแปลงความเข้าใจโมโนมิตีย่อยที่ 1 เรื่องปัจจัยที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของโลก

		หลังเรียน					รวม	ทิศทางมโนมิติ		
		NR	NU	PM	SU	CU		+	0	-
ก่อนเรียน	NR	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	NU	0	8	0	4	2	14	6	8	0
	PM	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	SU	0	4	0	8	2	14	2	8	4
	CU	0	0	0	1	0	1	0	0	1
รวม (คน)		0	12	0	13	4	29	8	16	5

จากตารางที่ 3 พบว่า หลังการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน นักเรียนมีการเปลี่ยนแปลงความเข้าใจโมโนมิติในทิศทางบวก (Positive Shift) จำนวน 8 คน (ร้อยละ 27.59) ไม่เปลี่ยนแปลงความ

เข้าใจมนต์ (No Shift) จำนวน 16 คน (ร้อยละ 55.17) และมีการเปลี่ยนแปลงความเข้าใจมนต์ในทิศทางลบ (Negative Shift) จำนวน 5 คน (ร้อยละ 17.24)

มนต์ย่อยที่ 2 เรื่อง ความหมายของภาวะโลกร้อน

จากการศึกษาการเปลี่ยนแปลงความเข้าใจมนต์ย่อยที่ 2 เรื่อง ความหมายของภาวะโลกร้อนปรากฏผลการวิจัยดังแสดงในตารางที่ 4

ตารางที่ 4 จำนวนนักเรียนที่มีการเปลี่ยนแปลงความเข้าใจมนต์ย่อยที่ 2 เรื่อง ความหมายของภาวะโลกร้อน

		หลังเรียน					รวม	ทิศทางมนต์		
		NR	NU	PM	SU	CU		+	0	-
ก่อนเรียน	NR	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	NU	0	11	0	10	2	23	12	11	0
	PM	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	SU	0	3	0	2	1	6	1	2	3
	CU	0	0	0	0	0	0	0	0	0
รวม (คน)		0	14	0	12	3	29	13	13	3

จากตารางที่ 4 พบว่า หลังการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานนักเรียนมีการเปลี่ยนแปลงความเข้าใจมนต์ในทิศทางบวก (Positive Shift) จำนวน 13 คน (ร้อยละ 44.83) ไม่เปลี่ยนแปลงความเข้าใจมนต์ (No Shift) จำนวน 13 คน (ร้อยละ 44.83) และมีการเปลี่ยนแปลงความเข้าใจมนต์ในทิศทางลบ (Negative Shift) จำนวน 3 คน (ร้อยละ 10.34)

มนต์ย่อยที่ 3 เรื่อง สาเหตุการเกิดภาวะโลกร้อน

จากการศึกษาการเปลี่ยนแปลงความเข้าใจมนต์ย่อยที่ 3 เรื่อง สาเหตุการเกิดภาวะโลกร้อนปรากฏผลการวิจัยดังแสดงในตารางที่ 5

ตารางที่ 5 จำนวนนักเรียนที่มีการเปลี่ยนแปลงความเข้าใจมนต์ย่อยที่ 3 เรื่อง สาเหตุการเกิดภาวะโลกร้อน

		หลังเรียน					รวม	ทิศทางมนต์		
		NR	NU	PM	SU	CU		+	0	-
ก่อนเรียน	NR	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	NU	0	13	1	2	6	22	9	13	0
	PM	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	SU	0	1	0	4	0	5	0	4	1
	CU	0	0	0	1	1	2	0	1	1
รวม (คน)		0	14	1	7	7	29	9	18	2

จากตารางที่ 5 พบว่า หลังการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน นักเรียนมีการเปลี่ยนแปลงความเข้าใจมนต์ในทิศทางบวก (Positive Shift) จำนวน 9 คน (ร้อยละ 31.03) ไม่เปลี่ยนแปลงความเข้าใจมนต์ (No Shift) จำนวน 18 คน (ร้อยละ 62.07) และมีการเปลี่ยนแปลงความเข้าใจมนต์ในทิศทางลบ (Negative Shift) จำนวน 2 คน (ร้อยละ 6.90)

มโนมิตย้อยที่ 4 เรื่อง แก๊สเรือนกระจก

จากการศึกษาการเปลี่ยนแปลงความเข้าใจมโนมิตย้อยที่ 4 เรื่อง แก๊สเรือนกระจกปรากฏผลการวิจัยดังแสดงในตารางที่ 6

ตารางที่ 6 จำนวนนักเรียนที่มีการเปลี่ยนแปลงความเข้าใจมโนมิตย้อยที่ 4 เรื่อง แก๊สเรือนกระจก

		หลังเรียน					รวม	ทิศทางมโนคติ		
		NR	NU	PM	SU	CU		+	0	-
ก่อนเรียน	NR	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	NU	0	13	0	3	2	18	5	13	0
	PM	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	SU	0	6	0	4	0	10	0	4	6
	CU	0	1	0	0	0	1	0	0	1
รวม (คน)		0	20	0	7	2	29	5	17	7

จากตารางที่ 6 พบว่า หลังการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน นักเรียนมีการเปลี่ยนแปลงความเข้าใจมโนคติในทิศทางบวก (Positive Shift) จำนวน 5 คน (ร้อยละ 17.24) ไม่เปลี่ยนแปลงความเข้าใจมโนคติ (No Shift) จำนวน 17 คน (ร้อยละ 58.62) และมีการเปลี่ยนแปลงความเข้าใจมโนคติในทิศทางลบ (Negative Shift) จำนวน 7 คน (ร้อยละ 24.14)

มโนมิตย้อยที่ 5 เรื่อง รังสีและแก๊สที่ทำให้เกิดปรากฏการณ์เรือนกระจก

จากการศึกษาการเปลี่ยนแปลงความเข้าใจมโนมิตย้อยที่ 5 เรื่อง รังสีและแก๊สที่ทำให้เกิดปรากฏการณ์เรือนกระจกปรากฏผลการวิจัยดังแสดงในตารางที่ 7

ตารางที่ 7 จำนวนนักเรียนที่มีการเปลี่ยนแปลงความเข้าใจมโนมิตย้อยที่ 5 เรื่อง รังสีและแก๊สที่ทำให้เกิดปรากฏการณ์เรือนกระจก

		หลังเรียน					รวม	ทิศทางมโนคติ		
		NR	NU	PM	SU	CU		+	0	-
ก่อนเรียน	NR	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	NU	0	20	0	4	2	26	6	20	0
	PM	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	SU	0	1	0	0	0	1	0	0	1
	CU	0	2	0	0	0	2	0	0	2
รวม (คน)		0	23	0	4	2	29	6	20	3

จากตารางที่ 7 พบว่า หลังการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน นักเรียนมีการเปลี่ยนแปลงความเข้าใจมโนคติในทิศทางบวก (Positive Shift) จำนวน 6 คน (ร้อยละ 20.69) ไม่เปลี่ยนแปลงความเข้าใจมโนคติ (No Shift) จำนวน 20 คน (ร้อยละ 68.97) และมีการเปลี่ยนแปลงความเข้าใจมโนคติในทิศทางลบ (Negative Shift) จำนวน 3 คน (ร้อยละ 10.34)

มโนมิตย้อยที่ 6 เรื่อง ผลกระทบของรูโหว่อโอโซน

จากการศึกษาการเปลี่ยนแปลงความเข้าใจโนมิตีย่อยที่ 6 เรื่อง ผลกระทบของรูโหว่อิโชนปรากฏผลการวิจัยดังแสดงในตารางที่ 8

ตารางที่ 8 จำนวนนักเรียนที่มีการเปลี่ยนแปลงความเข้าใจโนมิตีย่อยที่ 6 เรื่อง ผลกระทบของรูโหว่อิโชน

		หลังเรียน					รวม	ทิศทางโนมิตี		
		NR	NU	PM	SU	CU		+	0	-
ก่อนเรียน	NR	1	0	0	0	0	1	0	1	0
	NU	0	8	0	6	10	24	16	8	0
	PM	0	0	0	1	1	2	2	0	0
	SU	0	0	0	0	1	1	1	0	0
	CU	0	0	0	0	1	1	0	1	0
รวม (คน)		1	8	0	7	13	29	19	10	0

จากตารางที่ 8 พบว่า หลังการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน นักเรียนมีการเปลี่ยนแปลงความเข้าใจโนมิตีในทิศทางบวก (Positive Shift) จำนวน 19 คน (ร้อยละ 65.52) ไม่เปลี่ยนแปลงความเข้าใจโนมิตี (No Shift) จำนวน 10 คน (ร้อยละ 34.48) และไม่พบการเปลี่ยนแปลงความเข้าใจโนมิตีในทิศทางลบ (Negative Shift)

มโนมิตีย่อยที่ 7 เรื่อง ผลกระทบของภาวะโลกร้อน

จากการศึกษาการเปลี่ยนแปลงความเข้าใจโนมิตีย่อยที่ 7 เรื่อง ผลกระทบของภาวะโลกร้อนปรากฏผลการวิจัยดังแสดงในตารางที่ 9

ตารางที่ 9 จำนวนนักเรียนที่มีการเปลี่ยนแปลงความเข้าใจโนมิตีย่อยที่ 7 เรื่อง ผลกระทบของภาวะโลกร้อน

		หลังเรียน					รวม	ทิศทางโนมิตี		
		NR	NU	PM	SU	CU		+	0	-
ก่อนเรียน	NR	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	NU	0	6	2	15	1	24	18	6	0
	PM	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	SU	0	0	0	3	0	3	0	3	0
	CU	0	0	0	2	0	2	0	0	2
รวม (คน)		0	6	2	20	1	29	18	9	2

จากตารางที่ 9 พบว่า หลังการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน นักเรียนมีการเปลี่ยนแปลงความเข้าใจโนมิตีในทิศทางบวก (Positive Shift) จำนวน 18 คน (ร้อยละ 62.07) ไม่เปลี่ยนแปลงความเข้าใจโนมิตี (No Shift) จำนวน 9 คน (ร้อยละ 31.03) และมีการเปลี่ยนแปลงความเข้าใจโนมิตีในทิศทางลบ (Negative Shift) จำนวน 2 คน (ร้อยละ 6.90)

มโนมิตีย่อยที่ 8 เรื่อง สารที่ทำให้เกิดฝนกรด

จากการศึกษาการเปลี่ยนแปลงความเข้าใจโนมติย่อยที่ 8 เรื่อง สารที่ทำให้เกิดฝนกรดปรากฏผลการวิจัยดังแสดงในตารางที่ 10

ตารางที่ 10 จำนวนนักเรียนที่มีการเปลี่ยนแปลงความเข้าใจโนมติย่อยที่ 8 เรื่อง สารที่ทำให้เกิดฝนกรด

		หลังเรียน					รวม	ทิศทางโนมติ		
		NR	NU	PM	SU	CU		+	0	-
ก่อนเรียน	NR	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	NU	0	5	0	4	3	12	7	5	0
	PM	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	SU	0	7	0	4	1	12	1	4	7
	CU	0	2	0	2	1	5	0	1	4
รวม (คน)		0	14	0	10	5	29	8	10	11

จากตารางที่ 10 พบว่า หลังการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน นักเรียนมีการเปลี่ยนแปลงความเข้าใจโนมติในทิศทางบวก (Positive Shift) จำนวน 8 คน (ร้อยละ 27.57) ไม่เปลี่ยนแปลงความเข้าใจโนมติ (No Shift) จำนวน 10 คน (ร้อยละ 34.48) และมีการเปลี่ยนแปลงความเข้าใจโนมติในทิศทางลบ (Negative Shift) จำนวน 11 คน (ร้อยละ 37.93)

มโนมติย่อยที่ 9 เรื่อง ผลกระทบของฝนกรด

จากการศึกษาการเปลี่ยนแปลงความเข้าใจโนมติย่อยที่ 9 เรื่อง ผลกระทบของฝนกรดปรากฏผลการวิจัยดังแสดงในตารางที่ 11

ตารางที่ 11 จำนวนนักเรียนที่มีการเปลี่ยนแปลงความเข้าใจโนมติย่อยที่ 9 เรื่อง ผลกระทบของฝนกรด

		หลังเรียน					รวม	ทิศทางโนมติ		
		NR	NU	PM	SU	CU		+	0	-
ก่อนเรียน	NR	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	NU	0	5	0	13	8	26	21	5	0
	PM	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	SU	0	0	0	3	0	3	0	3	0
	CU	0	0	0	0	0	0	0	0	0
รวม (คน)		0	5	0	16	8	29	21	8	0

จากตารางที่ 11 พบว่า หลังการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน นักเรียนมีการเปลี่ยนแปลงความเข้าใจโนมติในทิศทางบวก (Positive Shift) จำนวน 21 คน (ร้อยละ 72.41) ไม่เปลี่ยนแปลงความเข้าใจโนมติ (No Shift) จำนวน 8 คน (ร้อยละ 27.57) และไม่พบการเปลี่ยนแปลงความเข้าใจโนมติในทิศทางลบ (Negative Shift)

จากผลการวิจัยและวิเคราะห์ข้อมูลข้างต้นสามารถแสดงตัวอย่างการวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงมโนมติได้ดังนี้ ตัวอย่างการเปลี่ยนแปลงมโนมติในทิศทางบวกของนักเรียน เรื่อง แก๊สเรือนกระจกของนักเรียนคนที่ 4 (S4) ก่อนเรียน

นักเรียนมีความเข้าใจโมเดลในระดับไม่เข้าใจ โมเดล (NU) หลังเรียนนักเรียนมีความเข้าใจโมเดลในระดับถูกต้องสมบูรณ์ (CU)

ตัวอย่างการเปลี่ยนแปลงโมเดลในทิศทางลบของนักเรียน เรื่อง รังสีและแก๊สที่ทำให้เกิดปรากฏการณ์เรือนกระจก ของนักเรียนคนที่ 20 (S20) ก่อนเรียนนักเรียนมีความเข้าใจโมเดลในระดับถูกต้องสมบูรณ์ (CU) หลังเรียนนักเรียนมีความเข้าใจโมเดลในระดับไม่เข้าใจโมเดล (NU)

ตัวอย่างนักเรียนไม่มีการเปลี่ยนแปลงความเข้าใจโมเดล เรื่อง รังสีและแก๊สที่ทำให้เกิดปรากฏการณ์เรือนกระจก ของนักเรียนคนที่ 1 (S1) ก่อนเรียนนักเรียนมีความเข้าใจโมเดลในระดับไม่เข้าใจโมเดล (NU) หลังเรียนนักเรียนมีความเข้าใจโมเดลในระดับไม่เข้าใจโมเดล (NU) เช่นเดิม

สรุปและอภิปรายผล

1. สรุปผลการวิจัย

จากการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน สามารถเปลี่ยนแปลงความเข้าใจโมเดลของนักเรียนได้จำนวน 4 โมเดลย่อยแบ่งเป็น การเปลี่ยนแปลงความเข้าใจโมเดลในทิศทางบวก (Positive Shift) จำนวน 3 โมเดลย่อย ได้แก่ โมเดลย่อยที่ 6 เรื่อง ผลกระทบของรูโหว่โอโซน โมเดลย่อยที่ 7 เรื่อง ผลกระทบของภาวะโลกร้อน และโมเดลย่อยที่ 9 เรื่อง ผลกระทบของฝนกรด และการเปลี่ยนแปลงความเข้าใจโมเดลในทิศทางลบ (Negative Shift) จำนวน 1 โมเดลย่อย คือ โมเดลย่อยที่ 8 เรื่อง สารที่ทำให้เกิดฝนกรด

นักเรียนไม่มีการเปลี่ยนแปลงความเข้าใจโมเดล (No Shift) จำนวน 4 โมเดลย่อย ได้แก่ โมเดลย่อยที่ 1 เรื่อง ปัจจัยที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของโลก โมเดลย่อยที่ 3 เรื่อง สาเหตุการเกิดภาวะโลกร้อน โมเดลย่อยที่ 4 เรื่อง แก๊สเรือนกระจก และโมเดลย่อยที่ 5 เรื่อง รังสีและแก๊สที่ทำให้เกิดปรากฏการณ์เรือน

ส่วนอีกหนึ่งโมเดลย่อยคือโมเดลย่อยที่ 2 เรื่องความหมายของภาวะโลกร้อน มีนักเรียนที่มีการเปลี่ยนแปลงความเข้าใจโมเดลในทิศทางบวกและไม่เปลี่ยนแปลงความเข้าใจโมเดลจำนวนเท่ากันคือ 13 คน

2. อภิปรายผลการวิจัย

จากวัตถุประสงค์การวิจัยเพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงความเข้าใจโมเดลทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของโลก เมื่อได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 พบว่านักเรียนเกิดการเปลี่ยนแปลงความเข้าใจโมเดล เนื่องจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานช่วยให้นักเรียนเกิดการเปลี่ยนแปลงความเข้าใจโมเดลดังนี้ 1) ขั้นรวบรวมสิ่งที่นักเรียนเรียนรู้และสิ่งที่ต้องการเรียนรู้: กิจกรรมในขั้นนี้ทำให้นักเรียนได้สร้างแบบจำลองเริ่มต้น (Initial Model) เพื่อเป็นตัวแทนความรู้ความเข้าใจเดิมของตนเอง 2) ขั้นการตั้งสมมติฐานที่สามารถทดสอบได้ : กิจกรรมในขั้นนี้ทำให้นักเรียนได้คาดเดาคำตอบตามความเข้าใจเดิมของตนเอง 3) ขั้นการค้นหาลักษณะ: กิจกรรมในขั้นนี้ทำให้นักเรียนได้รับข้อมูลโมเดลที่ถูกต้องจากการสืบค้นข้อมูลในหนังสือเล่มเล็กเพื่อนำมาใช้ในการพิจารณาตรวจสอบสมมติฐานที่ตั้งไว้ และ 4) ขั้นการสร้างข้อโต้แย้ง: กิจกรรมในขั้นนี้ทำให้นักเรียนได้ปรับแก้ความเข้าใจเดิมของตนเองผ่านการปรับแก้แบบจำลองเริ่มต้น (Revised Model) ให้มีความสอดคล้องกับข้อมูลโมเดลใหม่ที่ได้จากการสืบค้นข้อมูล สอดคล้องกับหลักการตามทฤษฎีการสร้างความรู้ (Constructivist Theory) ที่เชื่อว่าการปรับเปลี่ยนความรู้ความเข้าใจเดิมของผู้เรียนไปเป็นความรู้ความเข้าใจใหม่จะประกอบด้วยองค์ประกอบสำคัญ 3 ประการ ได้แก่ 1. โครงสร้างทางปัญญาหรือความรู้เดิมของผู้เรียนเกี่ยวกับโมเดล เรื่อง การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของโลกซึ่งจะช่วยให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจโมเดลในเรื่องนี้ได้ และผู้เรียนจะพบปัญหาหรือเกิดความขัดแย้งเมื่อความรู้ใหม่ที่ได้รับไม่ตรงกับโครงสร้างทางปัญญาที่มีอยู่ 2. กระบวนการทางปัญญา

ที่ทำหน้าที่จัดกระทำข้อมูลเกี่ยวกับโมเดลเดิมในเรื่อง การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของโลกที่มีอยู่ในสมองของผู้เรียนเมื่อข้อมูลจากหนังสือเล่มเล็กเข้าสู่สมองจะเกิดการเปลี่ยนแปลงระบบภายในสมองเพื่อทำความเข้าใจหรือปรับให้เข้ากับข้อมูลที่ได้รับ เรียกว่า การปรับตัว (Adaptation) ประกอบด้วย 2 กระบวนการ คือ 1) กระบวนการดูดซึม (Assimilation) เป็นการคัดกรองข้อมูลใหม่ หรือความรู้ใหม่เข้าไปเก็บรวบรวมกับความรู้เดิมที่มีอยู่ในโครงสร้างทางปัญญา ผู้เรียนจะใช้กระบวนการนี้เมื่อความรู้ใหม่มีความแตกต่างจากความรู้เดิมไม่มากนัก หรือไม่ยากที่จะเข้าใจ และ 2) กระบวนการปรับสภาวะ (Accommodation) เป็นการปรับหรือเปลี่ยนแปลงความเข้าใจที่เคยมีอยู่แล้วให้เข้ากับข้อมูลใหม่ ผู้เรียนใช้กระบวนการนี้เมื่อไม่สามารถใช้กระบวนการดูดซึมได้เนื่องจากข้อมูลใหม่ไม่มีความใกล้เคียงหรือสัมพันธ์กับความรู้เดิม จำเป็นต้องปรับความรู้ความเข้าใจเรื่องเดิมให้เข้ากับความรู้ใหม่แล้วจึงจัดเก็บไว้ในโครงสร้างทางปัญญา 3. เนื้อหาการเรียนรู้ เรื่อง การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของโลกซึ่งเป็นโมเดลใหม่ที่ผู้เรียนได้เรียนรู้

จากผลการศึกษาที่พบว่านักเรียนไม่เกิดการเปลี่ยนแปลงความเข้าใจโมเดลย้อยจำนวน 4 โมเดลที่เป็นเช่นนี้ สาเหตุมาจากปัจจัยภายในตัวผู้เรียน เช่น ความสนใจ ความใส่ใจ ความตั้งใจ ปัญหาสุขภาพ ทศนคติต่อหัวข้อหรือวิชาที่เรียน และปัจจัยภายนอกตัวผู้เรียน เช่น รูปแบบหรือเนื้อหาในหนังสือเล่มเล็กที่นักเรียนได้ศึกษาไม่สามารถส่งเสริมให้นักเรียนมีความเข้าใจที่แจ่มแจ้งชัดเจนเพิ่มขึ้นจากความรู้เดิมที่มีอยู่ ซึ่งความรู้เดิมของผู้เรียนสะท้อนให้เห็นถึงโอกาสในการเข้าถึงแหล่งข้อมูลความรู้ในเรื่อง การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของโลกของนักเรียนที่มีโอกาสในการเข้าถึงแหล่งข้อมูลน้อย และนอกจากนี้เรื่องดังกล่าวยังเป็นเรื่องที่ไกลตัวจากบริบททางสังคมของผู้เรียนที่มีลักษณะเป็นสังคมชนบท ผู้ปกครองประกอบอาชีพเกษตรกรรม รับจ้างทั่วไป ซึ่งสามารถอธิบายผลการศึกษานี้ได้โดยทฤษฎีการเปลี่ยนแปลงโมเดล (Conceptual Change Theory) ของ Posner et al. (อ้างถึงใน วรณจรียมังสิงห์, 2537) ที่กล่าวว่า ผู้เรียนจะเกิดการเปลี่ยนแปลงโมเดลจะต้องประกอบด้วยสถานการณ์ 4 อย่าง คือ 1) ผู้เรียนจะต้องเกิดความไม่พอใจในโมเดลที่มีอยู่ 2) โมเดลใหม่จะต้องเป็นที่เข้าใจแจ่มแจ้ง 3) โมเดลใหม่จะต้องฟังดูน่าเชื่อถือ และ 4) โมเดลใหม่จะต้องมีประโยชน์สำหรับการใช้ในบริบทอื่นของผู้เรียน ซึ่งจากผลการวิจัยผู้เรียนมีสถานการณ์ที่ช่วยให้เกิดการเปลี่ยนแปลงโมเดลไม่ครบ 4 อย่างคือขาดสถานการณ์ที่ 2 และสถานการณ์ที่ 4 ส่งผลให้ไม่เกิดการเปลี่ยนแปลงความเข้าใจโมเดลดังกล่าว

จากผลการศึกษาที่พบว่า นักเรียนมีทิศทางการเปลี่ยนแปลงความเข้าใจโมเดลในทิศทางบวก และไม่เปลี่ยนแปลงความเข้าใจโมเดลจำนวนเท่ากันในโมเดลย้อยที่ 2 เรื่อง ความหมายของภาวะโลกร้อน สาเหตุที่เป็นเช่นนี้ เนื่องจากการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน ไม่สามารถเปลี่ยนแปลงความเข้าใจโมเดลของนักเรียนให้เป็นไปในทิศทางใดทิศทางหนึ่งได้อย่างชัดเจน เมื่อพิจารณาในรายละเอียดคำตอบของนักเรียนกลุ่มที่ไม่เปลี่ยนแปลงความเข้าใจโมเดลพบว่า นักเรียนมีความเข้าใจก่อนเรียนและหลังเรียนเกี่ยวกับความหมายของภาวะโลกร้อนว่า ภาวะโลกร้อนหมายถึงปรากฏการณ์เรือนกระจก และปรากฏการณ์ทั้งสองเป็นสิ่งเดียวกัน สอดคล้องกับผลการศึกษาของ Henriques (2000) ที่พบว่าผู้เรียนมีโมเดลที่คลาดเคลื่อนเกี่ยวกับเรื่องนี้ว่า ภาวะโลกร้อนและปรากฏการณ์เรือนกระจกคือสิ่งเดียวกัน ซึ่งหัวข้อนี้มักจะถูกกล่าวถึงหรือถูกพิมพ์ไว้ด้วยกันทำให้นักเรียนเกิดการเชื่อมโยงว่า ทั้งสองปรากฏการณ์นี้เป็นสิ่งเดียวกัน และ Henriques ได้เสนอแนะว่าควรใช้คำว่า Atmospheric Effect แทนคำว่า Greenhouse Effect ซึ่งมีความหมายตรงตามกระบวนการเกิดที่แท้จริงของคำว่าปรากฏการณ์ เรือนกระจกมากกว่า

ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้

จากผลการวิจัยที่พบว่า หลังการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน นักเรียนมีความเข้าใจโมเดลในระดับความไม่เข้าใจโมเดล (NU) เพิ่มขึ้นในโมเดลย้อยที่ 4 เรื่อง แก๊สเรือนกระจก และโมเดลย้อยที่ 8 เรื่อง สารที่

ทำให้เกิดฝนกรด ซึ่งมีสาเหตุมาจากข้อจำกัดของหนังสือเล่มเล็กที่นักเรียนได้สืบค้นในชั้นค้นหาหลักฐาน เนื่องจากสื่อการเรียนรู้ดังกล่าวผู้เรียนต้องใช้เวลาในการอ่านทำความเข้าใจและจัดกระทำข้อมูลภายในสมองของตนเอง รวมทั้งหนังสือเล่มเล็กอาจไม่เหมาะสมกับวัยของผู้เรียนและเนื้อหาของมโนมติดังกล่าว ดังนั้นครูผู้สอนจึงควรมีการนำสื่อหรือกิจกรรมการเรียนรู้ที่หลากหลายและแปลกใหม่มาสอดแทรกลงในชั้นกิจกรรมนี้ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับความพร้อมและความเหมาะสมของแต่ละชั้นเรียน

2. ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

2.1 จากผลการวิจัยที่พบว่า นักเรียนไม่มีการเปลี่ยนแปลงความเข้าใจมโนมติ (No Shift) จำนวน 4 มโนมติย่อย และมีการเปลี่ยนแปลงความเข้าใจมโนมติในทิศทางลบ (Negative Shift) จำนวน 1 มโนมติย่อย ดังนั้นในการศึกษาวิจัยในครั้งต่อไปควรมีศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการเรียนรู้ของนักเรียนร่วมด้วย เช่น แรงจูงใจใฝ่เรียนรู้ ความสนใจ เจตคติต่อการเรียน ครูผู้สอน เพื่อนในชั้นเรียน และสื่อการเรียนรู้ต่างๆ เป็นต้น

2.2 ควรมีการศึกษามโนมติอื่นๆที่เกี่ยวข้องในเรื่อง การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของโลกเพิ่มเติม เช่น ความหมายของรูโหว่โอโซน สาเหตุการเกิดรูโหว่โอโซน วิธีการลดภาวะโลกร้อน ประโยชน์ของปรากฏการณ์เรือนกระจก ประโยชน์และโทษของแก๊สโอโซน วิธีการลดการเกิดรูโหว่โอโซน เป็นต้น

เอกสารอ้างอิง

- ชนาธิป พรกุล. (2557). การสอน กระบวนการคิด ทฤษฎีและการนำไปใช้. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ณัฐนิชา วราพรหม. (2555). ศึกษาการเปลี่ยนแปลงมโนมติทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง บรรยากาศ ด้วยกิจกรรมการเรียนรู้แบบทำนาย-สังเกต-อธิบาย (Predict-Observe-Explain: POE) ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- นิพนธ์ จันเลน. (2557). Inquiry กำลังจะหายไป. ค้นเมื่อ 28 เมษายน 2558, จาก http://secondsci.ipst.ac.th/index.php?option=com_content&view=article&id=457:inquirydisappear&catid=19:2009-05-04-05-01-56&Itemid=34
- ไพโรจน์ เต็มเตชาติพงศ์, วรรณจริย มั่งสิงห์, ทศนีย์ บุญเต็ม และยาใจ พงษ์บริบูรณ์. (2550). การศึกษาการเปลี่ยนแปลงมโนมติของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย เรื่องหน้าที่ยีนโดยใช้กรอบตีความหลายมิติ. **วารสารศึกษาศาสตร์มหาวิทยาลัยขอนแก่น**, 30(2-3), 117- 128.
- วรรณจริย มั่งสิงห์. (2537). เอกสารประกอบการสอน วิชาการเรียนรู้มโนมติทางวิทยาศาสตร์. ขอนแก่น: คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น. (เอกสารอัดสำเนา).
- Anderson, B., and Wallin, A. (2000). Students' understanding of the greenhouse effect, the societal consequences of reducing CO₂ emission and the problem of ozone layer depletion. **Journal of research in science teaching**, 10(37), 1096-1111.
- Artdej, R. et al. (2014). The role of Model-Based Inquiry in support students' conceptual understanding. Papepresented at The Australian conference on science and mathematics education, University of Sydney, 29-30 September (pp.112-119). Sydney, ACSME.

- Coştu, Ayas, Niaz, Unal, & Calik. (2007). Facilitating conceptual change in students' understanding of boiling concept. **Journal of Science Education and Technology**, 16(1), 524-536.
- Chabalengula, V. M. and Mumba, F. (2012). Promoting Biological Knowledge Generation using Model-Based Inquiry Instruction. **International Journal of Biology Education**, 1(2), 1-24.
- Ekborg, M., & Areskoug, M. (2006). How student teachers' understanding of the greenhouse effect develops during a teacher education programme. **Nordina**, 5(1), 17-29.
- Henriques, L. (2002). Children's Ideas About Weather: A Review of the Literature. **School Science and Mathematics**, 5(May), 202-215.
- Khalid, T. (2001). Pre-service teachers' misconception regarding three environmental issues. **Canadian journal of environmental education**, 6(1), 102-120.
- Neilson, D., Campell, T., & Allred, B. (2010). Model-Based Inquiry in physics: A buoyant force module. **The Science Teach**, 77(8), 38-43.
- Shepardson, D., Niyogi, D., Choi, S., & Charusombat, U. (2009). Seventh grade students' Conceptions of global warming and climate change. **Environment education research**, 15(5), 549-570.
- Treagust, F. D., Yoon, H., & Won, M. (2014). Students' Learning Strategies with Multiple Representations: Explanations of the Human Breathing Mechanism. **Science education**, 98(1), 840-866.
- The institute for the promotion of teaching science and technology (IPST). (2009). Inquiry is going away. Retrieved April 11, 2017, from http://secondsci.ipst.ac.th/index.php?option=com_content&view=article&id=457:
- Westbrook et al. (1990). **An analysis of the relationships of formal reasoning, science process skills, gender and instructional treatment to conceptual shift in tenth grade biology students**. Paper presented at the national association for research in science teaching conference, Atlanta, GA, 11 April.
- Windchitl, M., Thomson, J., and Braaten, M. (2008). Beyond the Scientific Method: Model-Based Inquiry as a New Paradigm of Preference for School Science Investigations. **Science education**, 92(5), 941-967.