



การศึกษามโนคติและตัวแทนความคิด เรื่อง การเกิดพันธะไอออนิก ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยการสอนเพื่อเปลี่ยนแปลงมโนคติ

The Study on Conception and Representation in Ionic Bond of Grade 10 Students' Using Conceptual Change Approach

อภิวัดน์ ศรีกันหา^{1)*} และ ปฐมาภรณ์ พิมพ์ทอง²⁾

Apiwat Srikunha^{1)*} and Pattamaporn Pimthong²⁾

¹⁾สาขาวิทยาศาสตร์ศึกษา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

Department of Science, Faculty of Science, Khon kaen University.

²⁾ผู้ช่วยศาสตราจารย์ สาขาวิทยาศาสตร์ศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Asst. Prof., Department of Science, Faculty of Education, Kasetsart University.

บทคัดย่อ

งานวิจัยเชิงคุณภาพนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษามโนคติ ระหว่างเรียน และหลังเรียน และตัวแทนความคิด หลังเรียน เรื่อง การเกิดพันธะไอออนิก ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยการสอน เพื่อเปลี่ยนแปลงมโนคติ กลุ่มเป้าหมายเป็นนักเรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 44 คน ในโรงเรียนขนาดใหญ่พิเศษ แห่งหนึ่งในจังหวัดขอนแก่น เก็บรวบรวมข้อมูลโดยการสำรวจตัวแทนความคิดหลังเรียน การสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้างและวิเคราะห์ผลงานนักเรียน ข้อมูลที่ได้จะนำมาวิเคราะห์และจัดกลุ่มคำตอบโดยอาศัยแนวคิดของ Tytler and Peterson [22] และระดับความสามารถของการแสดงออกของตัวแทนความคิดของนักเรียนตามแนวคิดของ Kozma [13]

ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนส่วนใหญ่มีมโนคติที่สอดคล้องกับมโนคติทางวิทยาศาสตร์ โดยสอดคล้องกับระดับความสามารถที่ส่วนใหญ่มีความสามารถในการแสดงออกตัวแทนความคิดอยู่ในระดับที่ 5 จะเห็นว่าการเข้าใจมโนคติและตัวแทนความคิดของนักเรียนมีแนวโน้มเป็นไปในทางเดียวกัน กล่าวคือนักเรียนส่วนใหญ่มีมโนคติที่สอดคล้องกับมโนคติทางวิทยาศาสตร์ และมีความสามารถในการแสดงออกของตัวแทนความคิดอยู่ในระดับที่สูง หลังจากผ่านวิธีการสอนเพื่อเปลี่ยนแปลงมโนคติที่หลากหลาย ได้แก่ ภาพเคลื่อนไหว (Computer Animations) และการเปรียบเทียบ (Analogy)

คำสำคัญ : ตัวแทนความคิด, การสอนเพื่อเปลี่ยนแปลงมโนคติ, การเกิดพันธะไอออนิก

* Corresponding author. Tel: Mobile +66 (0)87-228-7486

Email address: Kru_Apiwat@hotmail.com

Abstract

The purposes of this qualitative research were to study Grade 10 students' conceptions and representations about ionic bonding after learning. The participants of this study were forty-four Grade 10 students from extra large school in KhonKaen province. The data was collected by students' conceptions and representational competencies surveys, semi-structure interview, and students' works. The data was analyzed using Tytler and Peterson (2000)'s and Kozma (1997)'s categorization.

The result showed that most students had clear explanations and reached the 4th and 5th level of representational competencies about ionic bonding concepts. Moreover, all students hold scientific conceptions and reached the 5th level of representation competences about ionic compound reactions concept. indicated.

This result showed that students' conceptions consistent with level of students' representational competencies. This result showed that students' conceptions consistent with level of students' representational competencies. The success of many conceptual change teaching strategies namely, Computer Animations, and Analogy to promote the development of students' conceptual change were

Key Words : Representations, Conceptual Change Approach, Ionic bonding

บทนำ

การดำเนินชีวิตของคนในสังคมโลกปัจจุบัน และอนาคตจะต้องเกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ เพราะวิทยาศาสตร์เกี่ยวข้องกับทุกคนทั้งในชีวิตประจำวัน และการทำงานอาชีพต่าง ๆ ตลอดจนเทคโนโลยี เครื่องมือเครื่องใช้และผลผลิตต่าง ๆ ที่มนุษย์ได้ใช้ เพื่ออำนวยความสะดวกในชีวิตและการทำงาน เหล่านี้ล้วนเป็นผลของความรู้วิทยาศาสตร์ผสมผสาน กับความคิดสร้างสรรค์และศาสตร์อื่น ๆ วิทยาศาสตร์ ช่วยให้นักมนุษย์ ได้พัฒนาวิธีคิด ทั้งความคิดเป็นเหตุเป็นผล คิดสร้างสรรค์ คิดวิเคราะห์ วิจัย มีทักษะ สำคัญในการค้นคว้าหาความรู้ มีความสามารถในการ แก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ สามารถตัดสินใจโดยใช้ ข้อมูล ที่หลากหลายและมีประสิทธิภาพที่ตรวจสอบ ได้ วิทยาศาสตร์เป็นวัฒนธรรมของโลกสมัยใหม่ ซึ่งเป็นสังคมแห่งการเรียนรู้ (knowledge-based society) ดังนั้นทุกคนจึงจำเป็นต้องได้รับการพัฒนาให้รู้ วิทยาศาสตร์ เพื่อที่จะมีความรู้ความเข้าใจในธรรมชาติ และเทคโนโลยีที่มนุษย์สร้างสรรค์ขึ้น สามารถนำความ รู้ไปใช้อย่างมีเหตุผล สร้างสรรค์ และมีคุณธรรม [1]

เนื้อหาเคมีจัดอยู่ในหลักสูตรแกนกลางการศึกษา ขั้นพื้นฐาน พ.ศ. 2551 ในสาระที่ 3 (สารและสมบัติ ของสาร) ของกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ [1] พันธะเคมีเป็นหนึ่งในหัวข้อที่สำคัญของวิชาเคมี มีลักษณะเนื้อหาเป็นนามธรรม โดยเกี่ยวข้องกับการ เกิดอันตรกิริยาระหว่างอะตอม ซึ่งเป็นสิ่งที่อยู่ในระดับ จุลภาคไม่สามารถมองเห็นด้วยตาเปล่า จึงทำให้ยาก ต่อการทำความเข้าใจของนักเรียนเกี่ยวกับเรื่องพันธะ เคมีส่งผลให้เกิดมโนคติที่คลาดเคลื่อนได้มาก [6], [7], [20] การทำความเข้าใจเกี่ยวกับการเกิดพันธะเคมี นับว่าเป็นพื้นฐานที่สำคัญที่สุดของการศึกษาสมบัติ ของสารและปฏิกิริยาเคมีทุกชนิด ซึ่งพันธะเคมีที่สำคัญ แบ่งออกได้เป็น 2 ประเภท คือ ถ้ามีการถ่ายทอด อิเล็กตรอนระหว่างอะตอมที่เข้ารวมตัวกัน พันธะที่ เกิดขึ้นเรียกว่า พันธะไอออนิก (Ionic Bond) แต่ถ้า อะตอม ทั้งสองดึงดูดกันโดยใช้อิเล็กตรอนร่วมกัน อย่างน้อย 1 คู่ พันธะที่เกิดขึ้นเรียกว่า พันธะโควาเลนต์ (Covalent Bond) และได้มีงานวิจัยหลาย ๆ เรื่อง ที่ตรวจสอบมโนคติและมโนคติที่คลาดเคลื่อนเกี่ยวกับ พันธะโลหะ พันธะไอออนิก และพันธะโควาเลนต์

ของนักเรียนพบว่า นักเรียนมีความสับสนเกี่ยวกับพันธะโคเวเลนต์และไอออนิก โดยมีนักเรียนบางคนเชื่อว่าโซเดียมรวมตัวกับคลอรีนจะเกิดพันธะโคเวเลนต์ [7] นอกจากนี้พันธะไอออนิกเป็นเรื่องที่เข้าใจยาก เพราะนักเรียนเกิดความสับสนระหว่างโครงสร้างของสารกับสูตรเคมี [8] จากการศึกษางานวิจัยของนักวิทยาศาสตร์ศึกษาพบว่านักเรียนส่วนมากที่มีความเข้าใจคลาดเคลื่อนเกี่ยวกับพันธะไอออนิก ซึ่งอาจมีสาเหตุมาจากมโนคติในวิชาเคมีส่วนมากมีลักษณะที่เป็นนามธรรม นักเรียนจึงไม่สามารถมองเห็นปรากฏการณ์ในระดับจุลภาค ทำให้นักเรียนส่วนใหญ่มีมโนคติที่คลาดเคลื่อน เช่น นักเรียนคิดว่าพันธะไอออนิก คือ กระบวนการถ่ายโอนอิเล็กตรอน [19], [16] อีกประเด็นหนึ่งอาจเนื่องจากวิชาเคมีเหมือนภาษาอีกภาษาหนึ่งที่นักเรียนต้องเรียนรู้เพิ่มเติมนอกเหนือจากภาษาที่ตนเองใช้ในชีวิตประจำวัน มีคำศัพท์มากมายที่นักวิทยาศาสตร์และนักเคมีใช้แต่นักเรียนไม่คุ้นเคยและไม่เข้าใจ [2] โดยครูเป็นผู้ที่มีบทบาทสำคัญในการช่วยนักเรียนให้เกิดความเข้าใจมโนคติทางวิทยาศาสตร์ โดยในการจัดการเรียนรู้ ครูควรส่งเสริมให้นักเรียนเข้าใจมโนคติที่เป็นนามธรรม โดยใช้สื่อการเรียนรู้ที่ทำให้นักเรียนสามารถเชื่อมโยงมโนคติที่เป็นนามธรรมให้ชัดเจนยิ่งขึ้น เช่น การใช้รูปภาพ แบบจำลอง [3] การที่นักเรียนบางส่วนเกิดมโนคติที่คลาดเคลื่อนในเนื้อหาที่เรียน ทำให้ครูต้องหาวิธีส่งเสริมเพื่อให้นักเรียนเกิดการเปลี่ยนแปลง มโนคติให้สอดคล้องกับมโนคติทางวิทยาศาสตร์ [19] การสร้างความเข้าใจเกี่ยวกับเนื้อหาทางเคมี นักเรียนจะต้องมีความเข้าใจเกี่ยวกับความรู้ทางเคมีระดับของการแสดงออกทางเคมีหรือระดับของตัวแทนความคิดทางเคมี แบ่งได้เป็น 3 ระดับ ได้แก่ macroscopic level, microscopic level และ symbolic level ซึ่งตัวแทนความคิดทางเคมีจะหมายถึง ประเภทต่าง ๆ ของการนำเสนอเกี่ยวกับปรากฏการณ์ และกระบวนการทางเคมีโดยตัวแทนความคิดทางเคมีจะถูกมองในมุมของการอุปมา การใช้แบบจำลอง การสร้างหลักการและทฤษฎีของนักเคมีในการตีความหมายหรือแปลความหมายเกี่ยวกับ

ธรรมชาติและความจริง [10] ตัวแทนความคิดทางเคมีถูกสร้างขึ้นเพื่อสะท้อนให้เห็นถึงผลที่ได้จากการทดลอง ปรากฏการณ์ต่าง ๆ และทฤษฎีที่นักเคมีสร้างขึ้น [14] ใช้ในการอธิบายปรากฏการณ์ต่าง ๆ ทางเคมี ซึ่งถ้านักเรียนมีความเข้าใจในแต่ละระดับของการแสดงออกของตัวแทนความคิดทางเคมี (Levels of chemical representation) นักเรียนจะสามารถเปลี่ยนจากตัวแทนความคิดในระดับหนึ่งไปยังตัวแทนความคิดในอีกระดับหนึ่งได้ หมายความว่านักเรียนจะสามารถสร้างคำอธิบายที่เข้าใจได้สำหรับมโนคติทางเคมี ผลก็จะทำให้นักเรียนมีมโนคติที่คลาดเคลื่อนลดลงได้ [12] สอดคล้องกับ Treagust และคณะ [21] ที่กล่าวว่าความเชื่อมโยงของระดับตัวแทนความคิดทางเคมีทั้ง 3 ระดับนี้นักเรียนควรจะได้รับการสอนอย่างชัดเจน ดังนั้นปฏิสัมพันธ์ระหว่าง 3 ระดับนี้ถือได้ว่าเป็นลักษณะที่สำคัญในการเรียนเคมีและมีความจำเป็นต่อการสร้างความเข้าใจในมโนคติทางเคมี ดังนั้นถ้านักเรียนมีความยากต่อการเข้าใจในระดับใดระดับหนึ่งก็จะอาจจะมีผลต่อการสร้างความเข้าใจระดับอื่น ๆ [18] ซึ่งการที่นักเรียนจะสร้างความเข้าใจในมโนคติทางเคมีได้นั้นนักเรียนจะต้องมีการเชื่อมโยง และสามารถเปลี่ยนแปลงระดับของตัวแทนความคิดทางเคมีจากรูปแบบหนึ่งไปเป็นอีกรูปแบบหนึ่งได้ ดังนั้นนักเรียนจึงจำเป็นที่จะต้องมีการพัฒนาความสามารถในการแสดงออกของตัวแทนความคิด [13] โดยเป็นทักษะที่ใช้ในการอธิบายการเปลี่ยนระดับของตัวแทนความคิดทางเคมีจากรูปแบบหนึ่งไปเป็นอีกรูปแบบหนึ่งซึ่งถือได้ว่าเป็นความสามารถของบุคคลที่จะสร้างความเข้าใจและนำไปสู่ความสำเร็จในการเรียนเคมีได้

การสอนเพื่อเปลี่ยนแปลงมโนคตินั้นมีหลากหลายวิธีสอนที่จะช่วยส่งเสริม กระตุ้นให้นักเรียนมีการเปลี่ยนแปลงมโนคติให้สอดคล้องกับมโนคติทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งมีหลากหลายวิธีได้แก่ การใช้เอกสารเพื่อเปลี่ยนแปลงมโนคติ (Conceptual change texts) การอุปมา (Analogy) การสาธิต (Demonstrations) การอภิปราย (Discussions) แผนผังความคิด (Concept maps) และการปฏิบัติจริง (Hand-on activities)

ภาพเคลื่อนไหว (Computer Animations) การสอนบนพื้นฐานความขัดแย้งทางปัญญา (Cognitive Conflict Based Instruction; CCI) [11] การสอนปฏิบัติการ (Practical Work) เป็นต้น และเนื่องจากเนื้อหาเรื่อง พันธะไอออนิก เป็นเนื้อหาที่มีลักษณะที่เป็นนามธรรม ยากต่อการทำความเข้าใจและนักเรียนยังมีมโนคติที่คลาดเคลื่อนจำนวนมาก [16], [19], [6], [7] วิธีสอนเพื่อเปลี่ยนแปลงมโนคติที่หลากหลายจะช่วยพัฒนาความเข้าใจในมโนคติเกี่ยวกับการเกิดพันธะไอออนิก ซึ่งแสดงออกถึงความเข้าใจผ่านตัวแทนความคิดของนักเรียนได้ โดยวิธีสอนที่ผู้วิจัยเลือกใช้ ได้แก่ เอกสารประกอบการสอนเพื่อเปลี่ยนแปลงมโนคติ (Conceptual Change Texts), ภาพเคลื่อนไหว (Computer Animations), การสอนบนพื้นฐานความขัดแย้งทางปัญญา (Cognitive Conflict Based Instruction; CCI), การเปรียบเทียบ (Analogies) แผนผังมโนคติ (Concept Maps) การสอนปฏิบัติการ (Practical Work) เพื่อให้สอดคล้องกับธรรมชาติของเนื้อหา สภาพจริงของนักเรียนและนำไปสู่กระบวนการจัดการเรียนรู้ให้เหมาะสมกับนักเรียนได้มากขึ้น เพื่อเป็นแนวทางสำหรับการพัฒนาการจัดการเรียนรู้วิชาเคมี เรื่อง พันธะไอออนิก ในระดับมัธยมศึกษาให้มีประสิทธิภาพต่อไป

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาความเข้าใจมโนคติ เรื่อง การเกิดพันธะไอออนิก ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ระหว่างเรียน และหลังเรียน
2. เพื่อศึกษาตัวแทนความคิด เรื่อง การเกิดพันธะไอออนิก ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังเรียน

วิธีดำเนินการวิจัย

1. รูปแบบการวิจัย

รูปแบบการวิจัยในครั้งนี้เป็นการศึกษาด้วยวิธีวิจัยเชิงคุณภาพ (qualitative research) ภายใต้กระบวนทัศน์เชิงตีความ (interpretive paradigm) เพื่อ

อธิบายและตีความพฤติกรรมของนักเรียนบนพื้นฐานของการจัดกระทำตามธรรมชาติหรือตามสภาพจริงที่เป็นอยู่ (natural setting) ซึ่งในงานวิจัยนี้จะอธิบายและตีความตัวแทนความคิด เรื่อง พันธะไอออนิกของนักเรียนหลังเรียน

2. กลุ่มเป้าหมาย

กลุ่มเป้าหมายเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 44 คน ของโรงเรียนขนาดใหญ่พิเศษแห่งหนึ่งในจังหวัดขอนแก่น

3. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่

3.1 แบบสำรวจมโนคติและตัวแทนความคิด เป็นแบบสำรวจปลายเปิดให้นักเรียนอธิบายคำตอบและแสดงเหตุผล จำนวน 4 ข้อ

3.2 แบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้างเรื่อง พันธะไอออนิก โดยเป็นแบบสัมภาษณ์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น โดยมีคำถามหลักซึ่งเป็นคำถามจากแบบสำรวจมโนคติและใช้คำตอบของนักเรียนเป็นตัวกำหนดคำถามอื่น ๆ ได้ต่อไป เพื่อศึกษามโนติระหว่างเรียนและหลังเรียนของนักเรียน

3.3 แบบประเมินชิ้นงานนักเรียนเป็นแบบบันทึกการประเมินชิ้นงานของนักเรียนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเพื่อบันทึกให้คะแนนและรายละเอียดชิ้นงานเพื่อเป็นข้อมูลในการยืนยันข้อมูลแบบสำรวจมโนคติ

4. การเก็บรวบรวมข้อมูล

4.1 ให้นักเรียนตอบแบบสำรวจมโนคติและตัวแทนความคิด เกี่ยวกับการเกิดพันธะไอออนิก หลังจากเรียน 1 สัปดาห์แล้วทำการสัมภาษณ์นักเรียนกลุ่มเป้าหมายโดยการเลือกสัมภาษณ์ตามกลุ่มของตัวแทนความคิดที่น่าสนใจหลังจากทำแบบสำรวจมโนคติแล้วโดยการสัมภาษณ์แต่ละครั้งเป็นการสัมภาษณ์เป็นรายบุคคลครั้งละประมาณ 10-20 นาที โดยจะเกิดขึ้นในช่วงพักเที่ยง หรือหลังเลิกเรียน บันทึกเทปการสนทนาระหว่างทำการสัมภาษณ์นักเรียน

4.2 ผู้วิจัยทำการเก็บรวบรวมผลงานนักเรียน เช่น ใบงาน แบบบันทึกผลการทดลอง บันทึกผลการเรียนรู้ของนักเรียน และชิ้นงานที่เป็นงานกลุ่มแล้วทำสำเนา หรือบันทึกภาพไว้เพื่อการวิเคราะห์และตีความต่อไป

5. การวิเคราะห์ข้อมูล

นำคำตอบจากแบบสำรวจมาวิเคราะห์ จัดกลุ่มคำตอบที่ได้ ผู้วิจัยทำการจัดกลุ่มมโนคติ ของนักเรียนจากแบบสำรวจมโนคติหลังเรียน โดยพิจารณาจากคำอธิบายของนักเรียนเกี่ยวกับ มโนคติต่าง ๆ แล้วจึงนำคำอธิบายเหล่านี้มาจัดกลุ่ม (Categories) โดยอาศัยแนวคิดของ Tytler and Peterson [22] โดยจำแนกกลุ่มมโนคติตามคำอธิบาย ของผู้ตอบ ตามเกณฑ์มโนคติวิทยาศาสตร์ สำหรับ ตัวแทนความคิดนำมาวิเคราะห์จัดกลุ่มคำตอบที่ได้ เพื่อระบุระดับความสามารถของการแสดงออกของ

ตัวแทนความคิด (Levels of presentational competence) ของนักเรียนตามแนวคิดของ Kozma [13] และข้อมูลจากการสัมภาษณ์ ในส่วนที่ผู้วิจัยได้ ทำการบันทึกเทปจะถูกนำมาถอดเทปแบบคำต่อคำ โดยผู้วิจัย สำหรับข้อมูลในส่วนที่ผู้วิจัยได้ทำการ จดบันทึกระหว่างทำการสัมภาษณ์ ผู้วิจัยนำมาอ่าน โดยละเอียดเพื่อทำความเข้าใจและตีความสิ่งที่ได้จาก การสัมภาษณ์

ตารางที่ 1 ระดับความสามารถของการแสดงออกของตัวแทนความคิด (Levels of Representational competence base on Kozma and Russell [3])

ระดับที่	ระดับความสามารถของการแสดงออก	คุณลักษณะสำคัญ
1	การนำเสนอตัวแทนความคิดโดยการบรรยาย (Representation as Depiction)	เมื่ออธิบายปรากฏการณ์ทางกายภาพ บุคคลสามารถสร้างตัวแทนความคิดของปรากฏการณ์นั้นโดย อยู่บนพื้นฐานของลักษณะทางกายภาพเท่านั้น นั่นหมายถึงตัวแทนความคิดนั้นเป็นตัวแทนของปรากฏการณ์นั้น ณ เวลาหนึ่ง
2	การนำเสนอทักษะสัญลักษณ์เบื้องต้น (Early Symbolic Skills)	เมื่ออธิบายปรากฏการณ์ทางกายภาพ บุคคลสามารถสร้างตัวแทนความคิดของปรากฏการณ์นั้นโดย อยู่บนพื้นฐานของลักษณะทางกายภาพร่วมกับองค์ประกอบทางสัญลักษณ์บางประการใน การปรับ ส่วนที่เป็นข้อจำกัดของสื่อ (เช่น การใช้สัญลักษณ์ บางองค์ประกอบ เช่น การใช้ลูกศรแสดงถึงความเปลี่ยนแปลงไม่หยุดนิ่ง เช่นเวลาหรือ การเคลื่อนที่ หรือ สิ่งที่สังเกตได้ ในสื่อที่คงที่ เช่นกระดาษ แต่วิธีแบบนี้ เป็นการตีความจากการอ่านตามตัวอักษรในระดับผิวของตัวแทนความคิดเท่านั้น โดยไม่ได้ตระหนักถึงความหมายของคำและการเรียบเรียง ให้เป็นประโยค
3	การวิเคราะห์ประโยคของรูปแบบตัวแทนความคิด (Syntactic Use of Formal Representations)	เมื่ออธิบายปรากฏการณ์ทางกายภาพ บุคคลสามารถสร้างตัวแทนความคิดของปรากฏการณ์นั้นโดย อยู่บนพื้นฐานของทั้งลักษณะทางกายภาพที่สังเกตได้และที่สังเกตไม่ได้ เอกลักษณ์หรือกระบวนการที่ซ่อนอยู่ (เช่น สิ่งที่สังเกตไม่ได้) อย่างไรก็ตามกระบวนการนำเสนอตัวแทนความคิดอาจถูกสร้างขึ้นอย่างมีความเฉพาะเจาะจง และเอกลักษณ์หรือกระบวนการที่นำเสนออีกอาจไม่ตรงตามแนวทางของวิทยาศาสตร์ บุคคลสามารถใช้รูปแบบตัวแทนความคิดอย่างถูกต้องแต่เป็นเฉพาะตามความ หมายของคำ มากกว่าความหมายของตัวแทนความคิด ในทำนองเดียวกัน บุคคลสามารถเชื่อมโยงระหว่างตัวแทนความคิด 2 ตัวแทนความคิดในปรากฏการณ์เดียวกัน เพียงแค่ อยู่บนพื้นฐานของ กฎของการวิเคราะห์คำในระดับประโยคและลักษณะภายนอกที่เหมือนกัน มากกว่าที่จะการพิจารณาถึงความหมาย และลักษณะของแต่ละตัวแทนความคิด

ระดับที่	ระดับความสามารถของการแสดงออก	คุณลักษณะสำคัญ
4	การวิเคราะห์ความหมายสิ่งที่สื่อสารของรูปแบบตัวแทนความคิด (Semantic Use of Formal Representations)	เมื่ออธิบายปรากฏการณ์ทางกายภาพ บุคคลสามารถใช้ระบบสัญลักษณ์ในการนำเสนอเอกลักษณ์และกระบวนการที่ซ่อนอยู่ บุคคลสามารถใช้ระบบของรูปแบบตัวแทนความคิดบนพื้นฐานทั้งกฎของการวิเคราะห์คำ ในระดับประโยค และความหมายสำหรับปรากฏการณ์ที่นำเสนอ บุคคลสามารถสร้างความสัมพันธ์ระหว่าง 2 ตัวแทนความคิด หรือปรับเปลี่ยนตัวแทนความคิดหนึ่งไปสู่ตัวแทนความคิดหนึ่ง โดยอยู่บนพื้นฐานของ ความหมายของตัวแทนความคิดและลักษณะของตัวแทนความคิด บุคคลสามารถจัดเตรียมความหมายสำหรับตัวแทนความคิดต่าง ๆ ที่มีความแตกต่างและ ความเฉพาะเจาะจง และปรับเปลี่ยนตัวแทนความคิดที่ได้รับไปสู่ตัวแทนความคิดอื่นที่ใช้เพื่อจุด มุ่งหมายเดียวกัน บุคคลสามารถใช้ตัวแทนความคิดในการอธิบายปรากฏการณ์ แก้ปัญหา หรือทำนาย
5	การสะท้อนและสำนวนภาษาในการใช้ตัวแทนความคิด(Reflective, Rhetorical Use of Representations)	เมื่ออธิบายปรากฏการณ์ทางกายภาพ บุคคลสามารถใช้ตัวแทนความคิด 1 ตัวแทนความคิด หรือ มากกว่านั้นในการอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติทางกายภาพ และ เอกลักษณ์และกระบวนการที่ซ่อนอยู่ บุคคลสามารถใช้ลักษณะเฉพาะของตัวแทนความคิด ในการให้เหตุผลที่เหมาะสมภายในบริบททางสังคมและสำนวนภาษา บุคคลต้องสามารถเลือกหรือสร้างตัวแทนความคิดที่เหมาะสมกับสถานการณ์ที่เฉพาะ เจาะจง และอธิบายได้ว่าเพราะเหตุใดตัวแทนความคิดนี้จึงเหมาะสมกว่าตัวแทนความคิดอื่น ๆ บุคคลจะต้องสามารถระบุจุดยืนทางญาณวิทยาที่ว่าเราไม่สามารถมีประสบการณ์กับ ปรากฏการณ์ต่างๆ ได้โดยตรง และเราจะสามารถเข้าใจได้เพียงผ่านตัวแทนความคิดของปรากฏการณ์นั้น ๆ ดังนั้น ความเข้าใจเกี่ยวกับปรากฏการณ์ขึ้นอยู่กับการศึกษา และความเชื่อมั่นในการตีความจะเพิ่มขึ้นเมื่อมีการวิพากษ์กับผู้อื่นในสังคม

สรุปผลการวิจัย

ในงานวิจัยนี้เพื่อศึกษาความเข้าใจมโนคติเรื่อง พันธะไอออนิก ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ระหว่างเรียน และหลังเรียน ตัวแทนความคิด เรื่อง พันธะไอออนิกหลังเรียน โดยได้ศึกษาทั้งหมด 4 มโนมติด้อย ได้แก่ มโนคติเรื่อง การเกิดพันธะไอออนิก โครงสร้างของสารประกอบไอออนิก การละลายของสารประกอบไอออนิก และปฏิกิริยาของสารประกอบไอออนิก แต่ในรายงานวิจัยฉบับนี้จะขอนำเสนอเฉพาะ

มโนคติ เรื่อง การเกิดพันธะไอออนิก ซึ่งเป็นการอธิบายให้ความหมายและลักษณะการเกิดของสารประกอบไอออนิกที่เกี่ยวกับพลังงาน การให้และการรับอิเล็กตรอน การเกิดเป็นไอออน แล้วเกิดแรงยึดเหนี่ยว โดยจะเห็นได้ว่า ในเนื้อหาเรื่องการเกิดพันธะไอออนิกนี้เป็นลักษณะเนื้อหาที่เป็นนามธรรม ซึ่งอธิบายในระดับอะตอมที่มีการสูญเสียอิเล็กตรอนและได้รับอิเล็กตรอนจนอยู่ในสภาพที่เป็นไอออนซึ่งส่วนมากการอธิบายในเรื่องนี้มีการใช้ตัวแทนความคิดในระดับ microscopic และ symbolic มาอธิบายแต่นักเรียนสามารถที่จะเชื่อมโยง

ได้ทั้ง 3 ระดับ ซึ่งจะทำให้นักเรียนได้แสดงถึงการเชื่อมโยงความคิดตนเอง และเพื่อจูงใจให้นักเรียนอธิบายปรากฏการณ์ในลักษณะที่เป็นรูปธรรม และมีการเปรียบเทียบมโนคติวิทยาศาสตร์กับสิ่งที่นักเรียนคุ้นเคย ทำให้เกิดความเข้าใจได้ง่ายขึ้น ผู้วิจัยจึงเลือกใช้ Analogy และ Computer Animations เป็นวิธีสอน ดังนั้นกิจกรรมการเรียนรู้จึงเริ่มต้นโดยการให้นักเรียนตอบคำถามจากภาพที่เห็นเพื่อสะท้อนความรู้ของตนเอง เป็นการถามเพื่อสำรวจความรู้เดิมของนักเรียนเกี่ยวกับพันธะ จากนั้นในขั้นสอน นักเรียนทำกิจกรรมการอุปมา (Analogy) โดยการเปรียบเทียบการเกิดพันธะไอออนิกกับแท่งแม่เหล็กแล้วอธิบายร่วมกันเกี่ยวกับการเกิดพันธะไอออนิก นำเสนอการอธิบายเป็นภาพวาดเป็นการกระตุ้นเกี่ยวกับการเกิดพันธะไอออนิก และสรุปด้วยการทำใบงาน ซึ่งจากการทำกิจกรรมในแต่ละชั้น โดยในตอนเริ่มเรียนจะพบว่านักเรียนบางคนมีมโนคติที่คลาดเคลื่อนโดยนักเรียน เชื่อว่าพันธะไอออนิกเกิดจากอะตอมของธาตุละลายผสมกัน หลังจากนั้นผู้วิจัยได้ใช้วิธีสอนเพื่อเปลี่ยนแปลงมโนคติ พบว่าหลังเรียนนักเรียนทุกคน เชื่อว่าพันธะไอออนิกเกิดจากแรงยึดเหนี่ยวระหว่างไอออนซึ่งสอดคล้องกับมโนคติทางวิทยาศาสตร์ แต่นักเรียนมีการให้เหตุผลต่างกันของการเกิดไอออน ซึ่งแสดงถึงระดับความเข้าใจของนักเรียนต่างกัน โดยส่วนมากร้อยละ 36.36 อธิบายได้เกี่ยวกับการเกิดพันธะไอออนิกโดยใช้กฎออกเตต การให้และรับอิเล็กตรอน พลังงานไอออนไนเซชัน พลังงานอิเล็กโตรเนกาติวิตี เพื่ออธิบายการเกิดไอออน ทำให้เกิดเป็นพันธะไอออนิก แสดงถึงกลุ่มที่ให้เหตุผลชัดเจนและครอบคลุม แต่มีนักเรียน ร้อยละ 25.00 สามารถอธิบายได้ว่าพันธะไอออนิกเกิดขึ้นได้อย่างไร แต่เมื่อถามถึงสาเหตุของการเกิดไอออน นักเรียนกลับไม่ได้นำเรื่องสมบัติของพลังงานของธาตุมาใช้ในการอธิบาย และมีนักเรียนร้อยละ 20.45 ที่อธิบายได้ว่าพันธะไอออนิกเกิดจากแรงยึดเหนี่ยวของไอออนแต่ไม่รู้ว่าไอออนเกิดขึ้นได้อย่างไร ซึ่งจะพบว่า นักเรียนบางคนยังมีมโนคติที่คลาดเคลื่อนเกี่ยวกับการเกิดพันธะระหว่างไฮเดียม

กับคลอรีน โดยเชื่อว่า แก๊สเกิดจากไฮเดียมกับคลอรีนละลายเข้าด้วยกัน แต่ภายหลังจากที่มีการจัดกิจกรรมโดยใช้วิธีการอุปมาเพื่อให้นักเรียนเปรียบเทียบมโนคติวิทยาศาสตร์กับมโนคติที่คุ้นเคย ส่งผลให้นักเรียนมีการเปลี่ยนมโนคติสอดคล้องกับมโนคติทางวิทยาศาสตร์มากขึ้น สามารถเปรียบเทียบความเหมือนและความต่างของมโนคติที่ใช้ในการเปรียบเทียบได้ ประกอบกับการส่งเสริมให้นักเรียนเกิดความเข้าใจในมโนคติทางวิทยาศาสตร์มากขึ้น โดยการใช้สื่อทางคอมพิวเตอร์ให้นักเรียนเห็นภาพในระดับโมเลกุล ซึ่งมีความสอดคล้องกับมโนคติหลังเรียนที่พบว่านักเรียนทุกคนมีมโนคติที่สอดคล้องกับมโนคติทางวิทยาศาสตร์ แต่มีรายละเอียดของการให้เหตุผลเกี่ยวกับการเกิดพันธะไอออนิกได้มากน้อยแตกต่างกัน ซึ่งจากหลักฐานทั้งข้อมูลระหว่างเรียนและหลังเรียน และยังสอดคล้องกับการจัดระดับความสามารถของการแสดงออกของตัวแทนความคิดของนักเรียนที่พบว่านักเรียนส่วนมากร้อยละ 75 สามารถแสดงออกความเข้าใจผ่านตัวแทนความคิดได้ถึงระดับ 4 และ 5 ซึ่งเป็นระดับความสามารถสูงสุด กล่าวคือ นักเรียนสามารถอธิบายลักษณะ หรือกระบวนการของสิ่งที่ซ่อนอยู่ของปรากฏการณ์ มีการเชื่อมโยงระหว่างตัวแทนความคิดในระดับมหัพภาค จุลภาค และในเชิงสัญลักษณ์ได้ และมีนักเรียนเพียงร้อยละ 4.55 สามารถแสดงออกความเข้าใจผ่านตัวแทนความคิดในระดับ 2 ซึ่งเป็นระดับต่ำสุดของมโนคตินี้ โดยนำเสนอตัวแทนความคิดออกมาในเชิงสัญลักษณ์เท่านั้น แต่นักเรียนไม่มีความหมายของสิ่งที่นำเสนอแสดงว่านักเรียนเข้าใจในมโนตินี้ว่าคืออะไรแต่สามารถอธิบายความหมายได้

อภิปรายผลการวิจัย

เมื่อพิจารณาจากการสำรวจมโนคติ และตัวแทนความคิดของนักเรียน พบว่า นักเรียนทุกคนมีมโนคติที่สอดคล้องกับมโนคติทางวิทยาศาสตร์เหมือนกัน แต่จากการจัดกลุ่มคำตอบจากแบบสำรวจมโนคติ จะเห็นได้ว่าแต่ละกลุ่มมีระดับการให้เหตุผลที่ต่างกัน

พบว่านักเรียนส่วนมากอธิบายถึงการเกิดพันธะไฮออนิกได้ชัดเจนขึ้น ให้เหตุผลได้ครอบคลุม แสดงถึงระดับของความเข้าใจในโมเดลนี้ ประกอบกับนักเรียนส่วนมากมีความสามารถที่จะนำเสนอตัวแทนความคิดได้ถึงระดับที่ 5 แสดงให้เห็นว่านักเรียนมีความเข้าใจเกี่ยวกับการเกิดพันธะไฮออนิกจริง จึงสามารถที่จะนำเสนอตัวแทนความคิดออกมาถึงระดับนี้ได้ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ อนุสิษฐ์ เกื้อกุล [5] ที่พบว่า การจัดการเรียนรู้เพื่อเปลี่ยนแปลงมโนคติช่วยส่งเสริมให้นักเรียนมีมโนคติที่สอดคล้องกับมโนคติทางวิทยาศาสตร์มากขึ้นได้ และ Georgiades (2000 อ้างถึงใน [2]) ที่กล่าวว่าวิธีการสอนเพื่อเปลี่ยนแปลงมโนคติเป็นที่ยอมรับกันอย่างกว้างขวางว่าเป็นวิธีที่ช่วยส่งเสริมให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้มโนคติทางวิทยาศาสตร์ ประกอบด้วยวิธีการที่หลากหลายที่จะจูงใจ กระตุ้น และส่งเสริมให้นักเรียนสามารถเลือกใช้มโนคติทางวิทยาศาสตร์ในบริบทที่เหมาะสมอย่างเต็มที่ และสอดคล้องกับ Orgill and Thomas [15] ที่กล่าวว่า การอุปมาที่มีประสิทธิภาพจะกระตุ้นให้นักเรียนเกิดมีความคิดที่ชัดเจน เอาชนะมโนคติที่คลาดเคลื่อนได้ และยังช่วยให้นักเรียนมองเห็นมโนคติที่เป็นนามธรรมให้เป็นรูปธรรมได้อีกด้วย ทำให้เข้าใจมโนคติที่ซับซ้อนได้ และสื่อทางคอมพิวเตอร์เป็นเครื่องมือในการสนับสนุนให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้อย่างมีความหมายและเป็นการส่งเสริมให้เกิดการเปลี่ยนแปลงมโนคติ [9]

ข้อเสนอแนะ

1. สำหรับการจัดการเรียนรู้

1.1 ในการจัดการเรียนรู้ครูผู้สอนควรมีการสำรวจมโนติก่อนเรียนเพื่อที่ออกแบบการจัดการเรียนรู้ให้สอดคล้องกับมโนคติเดิมของนักเรียนเพื่อที่จะเปลี่ยนมโนคติเดิมของนักเรียนให้สอดคล้องกับมโนคติทางวิทยาศาสตร์

1.2 ในการจัดการเรียนรู้ครูผู้สอนไม่ควรปิดกั้นหรือกำหนดขอบเขตของรูปแบบการแสดงออกของตัวแทนความคิดของนักเรียน และควรจัดการเรียนการสอนให้คำนึงถึงการเชื่อมโยงของตัวแทนความคิดทางเคมีในการเรียนรู้มโนคติทางเคมี

1.3 ในการจัดการเรียนการสอนควรคำนึงถึงมโนคติเดิมของนักเรียนซึ่งจะช่วยส่งเสริมให้นักเรียนเกิดการเปลี่ยนมโนคติไปสู่มโนคติทางวิทยาศาสตร์

2. สำหรับการศึกษา

ในการวิจัยครั้งต่อไปควรมีการศึกษาการแสดงออกของตัวแทนความคิดที่หลากหลายรูปแบบ (Mode of representation) เพื่อที่จะให้นักเรียนแสดงออกได้เต็มศักยภาพ

เอกสารอ้างอิง

- [1] กระทรวงศึกษาธิการ. หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด. 2551.
- [2] บัณฑิตาภรณ์ พิมพ์ทอง. การจัดการเรียนรู้เพื่อเปลี่ยนแปลงแนวคิด (Teaching and Learning for Conceptual Change). วารสารศึกษาศาสตร์, 31(1), 27-35. 2551.
- [3] เยาวเรศ ใจเย็น, เพ็ญศรี บุญสุวรรณสัง และนฤมล ยุตาคม. แนวคิดเรื่องสมดุลเคมีของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย. วารสารสงขลา นครินทร์ ฉบับสังคมศาสตร์และมนุษยศาสตร์, 13(4), 541-553. 2550.
- [4] สุณีย์ คล้ายนิล. คอนสตรัคติวิสม์บทใหม่ของการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์. วารสาร สสวท, 27(106), 6-13. 2542.
- [5] อนุสิษฐ์ เกื้อกุล. ผลการจัดการเรียนรู้เรื่องโครงสร้างอะตอมสำหรับนักเรียนชั้นมัธยม ศึกษาปีที่ 4 โดยการจัดการเรียนรู้เพื่อเปลี่ยนมโนคติ. วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหา บัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น. 2554.
- [6] Boo, H. K. Students' understanding of chemical bonds and the energetic of chemical reactions. Journal of Research in Science Teaching, 35, 569-581. 1998.

- [7] Butts, B., and Smith, R. HSC chemistry students' understanding of the structure and properties of molecular and ionic compounds. *Research in Science Education*, 17, 192–201. 1987.
- [8] Coll, R. K. and Taylor, N. Alternative conceptions of chemical bonding for upper secondary and tertiary students. *Research in Science and Technological Education*, 19 (2), 171-191. 2001.
- [9] Ebenezer, J. V. A hypermedia environment to explore and negotiate students' conceptions: animations of the solution process of table salt. *Journal of Science Education and Technology*, 10(1), 73–91. 2001.
- [10] Hoffmann, R., & Laszlo, R. Representation in chemistry. *Angewandte Chemie*, 30, 1-16. 1991.
- [11] Ipek, I. Implementation of Conceptual Change Oriented Instruction Using Hands On Activities on 10th Grade Students' Understanding of Gases Concept. A Thesis Submitted to The graduate School of Natural and Applied Science of Middle East Technical University. 2007.
- [12] Kelly, R. M., & Jones, L. L. Exploring how different features of animations of sodium chloride dissolution affect students' explanations. *Journal of Science Education and Technology*, 16, 413–429. 2007.
- [13] Kozma, R., & Russell, J. Multimedia and Understanding: Expert and Novice Responses to Different Representations of Chemical Phenomena. *Journal of Research in Science Teaching*, 43(9), 949-968. 1997.
- [14] Krajcik et al. Promoting Understanding of Chemical Representations: Students' Use of a Visualization Tool in the Classroom. *Journal of Research in Science Teaching*, 38(7), 821-842. 2001.
- [15] Orgill, M.K. & Thomas, M. Analogies and the 5E model. *Science Teacher*, 74(1), 40-45. 2007.
- [16] Ozmen, H. Some Student Misconception in Chemistry; A literature Review of Chemical Bonding. *Journal of Science Education and Technology*, 13(2), 147-159. 2004.
- [17] Russell, J. W., Kozma, R. B., Jones, T., Wykoff, J., Marx, N., & Davis, J. Use of simultaneous synchronized macroscopic, microscopic, and symbolic representations to enhance the teaching and learning of chemical concepts. *Journal of Chemical Education*, 74(3), 330-334. 1997.
- [18] Sirhan, G. Learning Difficulties in Chemistry: An Overview. *Journal of Turkish Science Education*, 4(2), 2-20. 2007.
- [19] Taber & Coll, R. Bonding. In J. K. Gilbert, O. D. Jong, R. Justy, D. F., Treagust, & J. H. Van Driel (Eds.), *Chemical education: Towards research-based Practice*, pp. 213-234. 2002.
- [20] Tan, K. C., and Treagust, D. Evaluating students' understanding of chemical bonding. *School Science Review*, 81, 75–84. 1999.
- [21] Treagust, D. F., Chittleborough, G., and Mamiala, T. L., The Role of Submicroscopic and Symbolic Representations in Chemical Explanations. *International Journal of Science Education*, 25, 1353–1368. 2003.
- [22] Tytler, R. and Peterson, S. Deconstructing Learning in Science - Young Children's Responses to a Classroom Sequence on Evaporation. *Research in Science Education*, 2000, 30(4), 339-355. 2000.