

**การพัฒนาโน้มนมิติวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4
เรื่องรูปร่างโมเลกุลโคเวเลนต์ โดยกลวิธีจำลอง-สังเกต-
สะท้อนกลับ-อธิบาย**

**Development of Grade 10 Students' Science Concepts of
Covalent Molecular Shapes through
Model-Observe-Reflect-Explain (MORE)**

พัศยา สันสน และ กานต์ตะวัน วุฒิสเสลา*

คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี จ.อุบลราชธานี 34190

*E-mail: kamtarat.w@ubu.ac.th

บทคัดย่อ

วัตถุประสงค์ของงานวิจัยแบบกลุ่มเดีวทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนในครั้งนี้คือเพื่อพัฒนาโน้มนมิติวิทยาศาสตร์ เรื่อง รูปร่างโมเลกุลโคเวเลนต์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 50 คนด้วยกลวิธีแบบจำลอง-สังเกต-สะท้อนกลับ-อธิบาย การวิจัยเกิดขึ้นในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2557 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้แบบจำลอง-สังเกต-สะท้อนกลับ-อธิบาย และแบบทดสอบวัดมโนมิติวิทยาศาสตร์ชนิดเลือกตอบพร้อมให้เหตุผลจำนวน 11 ข้อ คะแนนของนักเรียนจากการทดสอบถูกจัดตามระดับความเข้าใจเป็น มโนมิติวิทยาศาสตร์ มโนมิติคลาดเคลื่อน และมโนมิติที่ผิด วิเคราะห์ข้อมูลด้วยค่าเฉลี่ย และร้อยละ กลวิธีแบบจำลอง-สังเกต-สะท้อนกลับ-อธิบายช่วยให้นักเรียนมีมโนมิติวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนจากร้อยละ 19.84 เป็น 67.50 โดยมีมโนมิติวิทยาศาสตร์เพิ่มสูงขึ้นจากก่อนเรียนร้อยละ 1.43 เป็นร้อยละ 57.43 ในการสอบหลังเรียน ในขณะที่มโนมิติคลาดเคลื่อนและมโนมิติที่ผิดลดลงจากก่อนเรียนร้อยละ 44.86 และ 53.71 เป็นร้อยละ 34.57 และ 8.00 ในการสอบหลังเรียนตามลำดับ สำหรับมโนมิติที่ผิดมากที่สุดคือการอธิบายโครงสร้างโมเลกุลโคเวเลนต์ AX₃E คิดเป็นร้อยละ 22.00 เนื่องจากนักเรียนขาดความสามารถในการระบุค่าอิเล็กโตรเนกาติวิตีของธาตุส่งผลต่อการทำนายรูปร่างโมเลกุลที่ไม่ถูกต้อง

คำสำคัญ: กลวิธีแบบจำลอง-สังเกต-สะท้อนกลับ-อธิบาย มโนคติวิทยาศาสตร์ มโนคติคลาดเคลื่อน รูปร่างโมเลกุลโคเวเลนต์

Abstract

The aim of this one-group pre-test/post-test research was to develop the science concepts of covalent molecular shapes of fifty grade ten students through the use of the Model-Observe-Reflect-Explain (MORE) approach. The study took place in the second semester of the 2014 academic year. The research instruments were MORE-based lesson plans and a two-tier diagnostic test containing 11 questions. The students' scores from this test were used to classify their levels of understanding into scientific concepts (SC), alternative concepts (AC), and misconceptions (MC). Data were analyzed by means and percentages. The MORE-based approach greatly enhanced students' science concepts from 19.84% in the pre-test to 67.50% in the post-test. The students' SC improved from 1.43% in the pre-test to 57.43 % in the post-test whereas the AC and MC decreased from 44.86% and 53.71% in the pre-test to 34.57% and 8.00% in the post-test respectively. Students had misconceptions mostly about structure of molecules covalent AX_3E (about 22.00%) due to the lack of ability to assign electronegativity values of elements leading to the incorrect prediction of molecular shapes.

Keywords: Model-Observe-Reflect-Explain: Scientific concepts: Misconceptions: Covalent molecular shapes

บทนำ

จากสภาพการเรียนการสอนในห้องเรียนครูมักจะพบว่าขณะที่สอนเรื่องรูปร่างโมเลกุลโคเวเลนต์ มีนักเรียนหลายคนวาดรูปโครงสร้างโมเลกุลโคเวเลนต์ที่ไม่ถูกต้องและไม่เข้าใจขั้นตอนการวาดโครงสร้างโมเลกุลโคเวเลนต์ อีกทั้งกิจกรรมภายในโรงเรียนมีมากมายส่งผลให้เวลาที่เรียนในห้องเรียนน้อยลงทำให้ครูต้องสอนนักเรียนโดยการบรรยายแทนการลงมือปฏิบัติ ทำให้นักเรียนเบื่อหน่ายไม่ตั้งใจเรียนส่งผลให้มีมโนคติที่คลาดเคลื่อน (misconception) คือ ความเข้าใจที่ถูกต้องไม่สมบูรณ์ ซึ่งอาจจะแตกต่างกันไป

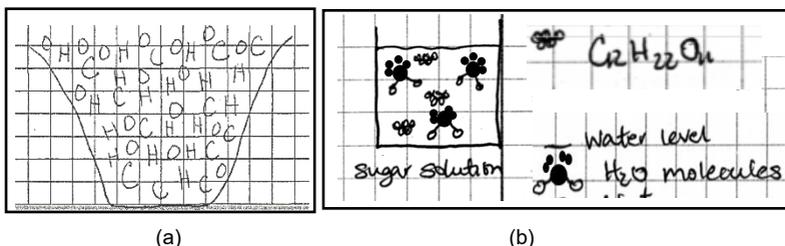
จากแนวคิดของนักวิทยาศาสตร์ ซึ่งอาจจะเกิดมาจากการประสพการณ์เดิม เกิดจากการศึกษาเล่าเรียน หรือเกิดหลังจากเรียนเรื่อง รูปร่างโมเลกุลไปแล้ว ในเรื่องรูปร่างโมเลกุลนั้นเป็นเนื้อหาที่ต้องเข้าใจในรายละเอียดของโครงสร้าง รูปร่างที่ถูกต้อง และชัดเจน (เปรมศักดิ์ สิมมาเคน, 2557) เพื่อจะนำความรู้ไปทำนายสมบัติของโมเลกุลได้อย่างถูกต้อง สอดคล้องกับ ชาตรี ฝ่ายคำตา (2551) ได้ศึกษามโนคติที่คลาดเคลื่อนของนักเรียนเรื่องรูปร่างโมเลกุล โดยนักเรียนมีความเข้าใจว่ารูปร่างโมเลกุลเกิดจากแรงผลักระหว่างอิเล็กตรอนคู่ร่วมพันธะเพียงอย่างเดียว และขั้วของพันธะสามารถใช้ทำนายรูปร่างโมเลกุลได้

จากปัญหาข้างต้น นักการศึกษาได้ใช้กลวิธีแบบจำลอง-สังเกต-สะท้อนกลับ-อธิบาย (MORE) เพื่อพัฒนามโนคติวิทยาศาสตร์ของนักเรียนได้ โดยกลวิธี MORE ประกอบด้วย 4 ขั้นตอน ดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1 ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ของกลวิธี MORE

นักเรียนสร้างแบบจำลองก่อนเรียน สังเกต สะท้อนกลับและอธิบาย โดยก่อนเข้าสู่ MORE ครูควรดูแบบจำลองเบื้องต้น (initial model; ภาพที่ 2a) ของนักเรียนแต่ละกลุ่มก่อน หลังจากนั้นครูใช้กลวิธี MORE ในกิจกรรม พร้อมกับแนะนำและถามนักเรียนจนเกิดแบบจำลองที่ปรับปรุงแล้ว (refined model; ภาพที่ 2b) ในขั้นสะท้อนกลับและอธิบาย (ภาพที่ 1) กิจกรรมที่สร้างจะต้องฝึกฝนให้นักเรียนเกิดความเข้าใจด้วยตนเองให้มากที่สุด นักเรียนแสดงออกซึ่งทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และการแสดงมโนคติของนักเรียน ต่อเรื่องที่ได้รับการพัฒนา อีกทั้งยังเน้นให้นักเรียนแสดงความรู้แนวความคิดของตัวเองที่เกิดขึ้นออกมาในรูปแบบของแบบจำลองของการเปลี่ยนแปลงในระดับโมเลกุลที่เป็นตัวกลางเชื่อมโยงการเปลี่ยนแปลงในระดับนามธรรมให้เป็นรูปธรรมทำให้นักเรียนมีความเข้าใจมากยิ่งขึ้น (Mattox and Reisner, 2006) ตัวอย่างเช่นแบบจำลองเรื่องการละลายน้ำตาล พบว่านักเรียนมีแบบจำลองเบื้องต้นเมื่อนำน้ำตาลละลายในน้ำทั้งน้ำตาลและน้ำจะแตกพันธะออกจากกันกลายเป็นอะตอมเดี่ยวของไฮโดรเจน(H) คาร์บอน (C) และออกซิเจน (O) กระจายออกไปทั้งหมด (ภาพที่ 2a) และอะตอมเดี่ยวเหล่านั้นสามารถที่จะสร้างพันธะเกิดใหม่ได้อีกครั้ง แต่เมื่อนักเรียนผ่านกลวิธี MORE แล้วพบว่านักเรียนได้รับการพัฒนาแบบจำลองเบื้องต้นให้ถูกต้องกลายเป็นแบบจำลองที่ปรับปรุงแล้วดังภาพที่ 2b (Tein et al., 2007)

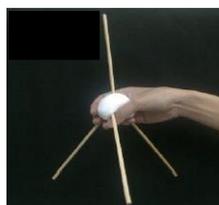


ภาพที่ 2 แบบจำลองของนักเรียนเรื่องน้ำตาลละลายในน้ำ (a) แบบจำลองเบื้องต้น (b) แบบจำลองที่ปรับปรุงแล้ว

แบบจำลองโมเลกุลสามารถสร้างได้ง่ายจากวัสดุในชีวิตประจำวัน เช่น แบบจำลองโมเลกุลที่ประกอบด้วยพอลิสไตรีนโฟมใช้แทนธาตุสามัญ เข็มหมุด 2 อันแทนจำนวนอิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยว และไม้จิ้มฟันแทนพันธะ ดังภาพที่ 3a (กานต์ตระกูล วุฒิสเลลา, 2557) ชุดสารติบบรรจุในกล่องพลาสติกใส ซึ่งภายในประกอบด้วยกาวลาเท็กซ์ในถ้วยพลาสติกขนาดเล็กบรรจุในขวดพลาสติกไม่ไอศกรีมสำหรับคนสาร และไม้ตะเกียบสำหรับเป็นแกนพันธะ ดังภาพที่ 3b (สายทิพย์ ณ เวียงจันทร์ และกานดา ว่องไวลิขิต, 2558) ซึ่งแบบจำลองโมเลกุลอย่างง่ายนี้ช่วยให้นักเรียนมีความเข้าใจที่ถูกต้อง กระตุ้นให้เกิดความสนใจ และการอภิปรายกันมากขึ้น จนสามารถจัดรูปร่างโมเลกุลต่าง ๆ ได้ถูกต้อง (กานต์ตระกูล วุฒิสเลลา, 2557; สายทิพย์ ณ เวียงจันทร์ และกานดา ว่องไวลิขิต, 2558)



(a)



(b)

ภาพที่ 3 ตัวอย่างแบบจำลองโมเลกุล AX_4 สำหรับการสอน เรื่อง รูปร่างโมเลกุล

(a) โฟมและไม้จิ้มฟัน (b) พอลิเมอร์และไม้ตะเกียบ

จากความสำเร็จที่กลวิธี MORE และแบบจำลองโมเลกุลสามารถลดความเข้าใจคลาดเคลื่อนได้ ผู้วิจัยจึงทำวิจัยเพื่อพัฒนามโนมติวิทยาศาสตร์ เรื่อง รูปร่างโมเลกุลโคเวเลนต์ โดยใช้กลวิธี MORE สำหรับนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้แบบจำลองโมเลกุลเป็นสื่อในชั้นสังเกต

วัตถุประสงค์

การใช้กลวิธี MORE เรื่องรูปร่างโมเลกุลโคเวเลนต์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีวัตถุประสงค์คือเพื่อพัฒนามโนมติวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียนรายข้อ และมโนมติวิทยาศาสตร์รายวัตถุประสงค์

วิธีการวิจัย

กลุ่มตัวอย่างและประชากรเป็นกลุ่มเดียวกัน คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ จำนวน 2 ห้องเรียน รวมทั้งหมด 50 คน

การวิจัยครั้งนี้เป็นแบบกลุ่มเดียวทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน (one group pretest-posttest design) โดยมีลำดับขั้นตอนดังนี้ (1) ทดสอบก่อนเรียน (2) จัดการเรียนรู้อิงกลวิธี MORE (3) ทดสอบหลังเรียน

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. แผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง รูปร่างโมเลกุลโคเวเลนต์ จำนวน 1 แผน รวมเวลา 5 ชั่วโมง

เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย คือ รูปร่างโมเลกุลโคเวเลนต์ จำนวน 1 แผนการจัดการเรียนรู้ จัดการเรียนรู้อิงเป็น 4 ขั้นตอน ได้แก่ แบบจำลอง สังเกต สะท้อนกลับ และอธิบาย ดังนี้

(1) ชั้นแบบจำลอง ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มวาดแบบจำลองเบื้องต้นของ BeCl_2 H_2S BF_3 PH_3 CH_4 AsF_5 และ TeF_6 ลงในกระดาษ A4 โดยกำหนดให้นักเรียนบอกชื่อรูปร่างโมเลกุล วาดโครงสร้าง แสดงอิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยวของอะตอม แสดงสัญลักษณ์และขนาดแทนอะตอมกลางและอะตอมที่ล้อมรอบ เส้นพันธะระหว่างอะตอม และขนาดมุมระหว่างพันธะ โดยให้ข้อมูลประกอบการวาดคือตารางธาตุ ขนาดอะตอม และความยาวพันธะเฉลี่ยระหว่างอะตอม (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2556).

(2) ชั้นสังเกต ครูสร้างแบบจำลองโมเลกุลอย่างง่ายโดยใช้โปงงานจุดประกายความคิดรูปร่างโมเลกุลโคเวเลนต์โดยใช้ Three Steps Technical (TST) แก่นักเรียน

ตั้งตัวอย่างภาพที่ 4 เพื่อให้ให้นักเรียนศึกษาและลงมือทำกิจกรรมตามขั้นตอนจนกระทั่งต่อโครงสร้างโมเลกุลจากดินน้ำมันหลากหลายสีแทนอะตอมกลางและอะตอมล้อมรอบ หลอดดูดชนิดแข็งแทนพันธะระหว่างอะตอม ไม่โปรเจกเตอร์สำหรับวัดขนาดมุมระหว่างพันธะ และกรรไกรเพื่อตัดหลอดดูดที่แสดงพันธะที่มีความยาวแตกต่างกัน ในภาพที่ 5

Step 1 หาเวเลนซ์อิเล็กตรอนคู่ร่วมพันธะที่กำหนดให้

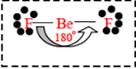
อะตอมคู่ร่วมพันธะ	การจัดเรียงอิเล็กตรอนในระดับพลังงานหลัก	เวเลนซ์อิเล็กตรอน
Be	2 (2)	2
F	2 (7)	7

Step 2 เขียนโครงสร้างแบบจุดจากเวเลนซ์อิเล็กตรอนที่ได้ใน step 1

$\text{Be} + 2 (\text{F}) \rightarrow \text{F}-\text{Be}-\text{F}$

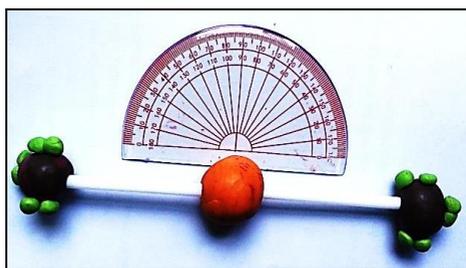
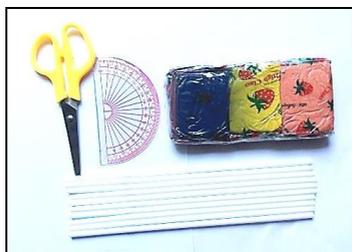
โครงสร้างแบบจุดก่อนเกิดสารประกอบ โครงสร้างแบบจุดหลังเกิดสารประกอบ

Step 3 เขียนโครงสร้างแบบเส้นแทนอิเล็กตรอนคู่ร่วมพันธะแสดงอิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยวมุมระหว่างพันธะและระบุชื่อรูปร่างโมเลกุลภาษาไทยและภาษาอังกฤษ



“รูปร่างแบบเส้นตรง (linear)”

ภาพที่ 4 ตัวอย่างกิจกรรมในใบงานจุดประกายความคิดรูปร่างโมเลกุลโคเวเลนต์ BeF_2



ภาพที่ 5 อุปกรณ์การต่อโครงสร้าง

(3) ชั้นสะท้อนกลับ นักเรียนอธิบายและอภิปรายภายในกลุ่มเพื่อปรับเปลี่ยนแบบจำลองเบื้องต้น โดยใช้ Three Steps Technical (TST) จากชั้นสังเกตมาช่วยโดยมีครูคอยแนะนำ และซักถามเพื่อให้ได้แบบจำลองปรับปรุงที่ถูกต้องลงในกระดาษแผ่นใหม่

(4) ชั้นอธิบาย ครูให้นักเรียนเปรียบเทียบแบบจำลองเบื้องต้นและแบบจำลองปรับปรุง รูปร่างโมเลกุลของ BeCl_2 , H_2S , BF_3 , PH_3 , CH_4 , AsF_5 และ TeF_6 และครูสาธิตการต่อโครงสร้างโมเลกุลจากการใช้โปรแกรม PhET INTERACTIVE SIMULATION (University of Colorado) เพื่อให้นักเรียนมีความเข้าใจที่ถูกต้องมากยิ่งขึ้น

2. แบบทดสอบวัดมโนคติวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียนแบบ 2 ส่วน (2-teir test) ชุดเดียวกัน ส่วนที่ 1 เป็นข้อสอบปรนัยที่มี 2 3 หรือ 4 ตัวเลือก ส่วนที่ 2 เป็นข้อสอบอัตนัยให้เหตุผลแบบปลายเปิดที่สนับสนุนการตอบในตัวเลือกส่วนที่ 1 (ภาพที่ 6) จำนวน 11 ข้อ ข้อละ 3 คะแนน รวมคะแนน 33 คะแนน และจัดกลุ่มมโนคติของนักเรียนออกเป็น 3 กลุ่ม คือ มโนคติวิทยาศาสตร์ คลาดเคลื่อน และผิด (สมเจตน์ อูระศิลป์ และ ศักดิ์ศรี สุภาธร, 2554) ตามตารางที่ 1

NH_3 และ PH_3 สารใดมีมุมระหว่างพันธะมากกว่า (วิเคราะห์)

ก. NH_3

ข. PH_3

เหตุผล.....

ภาพที่ 6 ตัวอย่างคำถามวัดมโนคติแบบ 2 ระดับ แบบทดสอบข้อที่ 10

ตารางที่ 1 สรุปรูปมโนคติของนักเรียน 3 กลุ่ม

มโนคติ	วิทยาศาสตร์	คลาดเคลื่อน	ผิด
ส่วนที่ 1	/	/	X
ส่วนที่ 2	/	X	/

ถ้านักเรียนตอบได้ถูกต้องทั้ง 2 ส่วนแสดงว่านักเรียนมีมโนคติวิทยาศาสตร์ แต่อย่างไรก็ตามอย่างหนึ่งผิดถือว่าเป็นมโนคติคลาดเคลื่อน และถ้าผิดทั้งสองส่วนจัดเป็นมโนคติที่ผิด

การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์คะแนนมโนติก่อนเรียนและหลังเรียนโดยใช้ค่าเฉลี่ย ร้อยละ และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน โดยเกณฑ์การให้คะแนนแบบทดสอบวัดมโนคติแต่ละข้อมีคะแนนมโนคติในส่วนที่ 1 กับส่วนที่ 2 คะแนนเต็ม 1 และ 2 ตามลำดับ รวมทั้งสองส่วนเท่ากับ 3 คะแนน ปรับปรุงจาก เกียรติมณี บำรุงไร่ (2553)

ผลการวิจัย

ผลการวิจัยแบ่งออกเป็น 2 ตอนคือมโนติก่อนเรียนและหลังเรียนรายชื่อและรายวัตถุประสงค์

1. มโนติก่อนเรียนและหลังเรียนรายชื่อ

มโนติก่อนเรียนและหลังเรียน เรื่อง รูปร่างโมเลกุลโคเวเลนต์ ร่วมกับกลวิธี MORE ในแบบทดสอบ 11 ข้อ ซึ่งบางข้ออยู่ในวัตถุประสงค์เดียวกันแสดงดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 คะแนนและร้อยละโมเมนต์เฉลี่ยก่อนเรียนและหลังเรียนรายข้อ คะแนนเต็มทุกข้อคือ 3 คะแนน

วัตถุประสงค์	แบบทดสอบ ข้อที่	คะแนนมหาวิทยาลัย			
		ก่อนเรียน		หลังเรียน	
		\bar{X}	ร้อยละ	\bar{X}	ร้อยละ
1. การวาดรูปโครงสร้างโมเลกุลโคเวเลนต์	1	0.62	20.56	2.21	73.61
	2	0.76	25.17	2.24	74.78
2. การวาดรูปโครงสร้างโมเลกุลโคเวเลนต์ AX_m และ AX_nE_n	3	0.46	15.27	1.96	65.47
	4	0.35	11.73	1.89	63.07
3. สารโคเวเลนต์เชื่อมโยงกับสถานการณ์ที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวัน	5	0.61	20.40	2.35	78.40
	6	0.58	19.47	1.92	64.13
4. การเปรียบเทียบความยาวและความแข็งแรงของพันธะเดี่ยว พันธะคู่ และพันธะสามของโมเลกุลโคเวเลนต์	7	0.82	27.33	1.91	63.50
	8	0.48	16.00	1.76	58.67
5. การอธิบายอิทธิพลของค่า EN ต่ออิเล็กตรอนคู่ร่วมพันธะ	9	0.78	25.83	2.13	70.89
6. การอธิบายโครงสร้างโมเลกุลโคเวเลนต์ AX_3E	10	0.32	10.53	1.67	55.67
7. การอธิบายโครงสร้างแบบผลึกร่างตาข่าย	11	0.78	26.00	2.23	74.33
เฉลี่ย		0.60	19.84	2.02	67.50
SD		0.18	5.89	0.22	7.32

จากตารางที่ 2 พบว่าคะแนนและร้อยละโมเมนต์เฉลี่ยของนักเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนทุกข้อ โดยภาพรวม ค่าเฉลี่ยของคะแนนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน 1.42 คะแนน ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยที่จัดการเรียนรู้นี้ในเรื่องอัตรปฏิบัติวิริยาเคมี เพราะกลวิธีนี้สามารถทำให้นักเรียนเชื่อมโยงสิ่งที่เกิดขึ้นอันได้จากการสังเกตไปสู่การอธิบายการเปลี่ยนแปลงในระดับอะตอมหรือโมเลกุลซึ่งเป็นสิ่งที่ไม่สามารถมองเห็นได้ อีกทั้งกระตุ้นให้นักเรียนมีความสนใจในการเรียนและเข้าใจเนื้อหาได้ดียิ่งขึ้น (รุ่งนภา จันทร์แรม, 2554) และผลวิจัยยังสอดคล้องกับการสร้างแบบจำลองโมเลกุลอย่างง่ายสำหรับการสอนเรื่องรูปร่างโมเลกุล โดยกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความสนใจอภิปรายกันภายในกลุ่มจนเกิดความเข้าใจที่ถูกต้อง และสามารถจัดรูปร่างโมเลกุลต่างๆ ได้ (สายทิพย์ ณ เวียงจันทร์

และกานดา ว่องไวลิขิต, 2558) อย่างไรก็ตามเมื่อพิจารณารายข้อพบว่า ข้อที่มีมโนมติก่อนเรียนและหลังเรียนต่ำที่สุดคือข้อที่ 10 การอธิบายโครงสร้างโมเลกุลโคเวเลนต์ AX₃E เพราะนักเรียนเข้าใจว่าอิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยวและค่า EN ของอะตอมกลางมีผลต่อรูปร่างโมเลกุลของ NH₃ และ PH₃ แต่เข้าใจผิดค่า EN ของ P สูงกว่า N ดังนั้น P จึงดึงดูดอิเล็กตรอนคู่ร่วมพันธะเข้าใกล้อะตอมกลางมากกว่า N ขนาดมุมระหว่างพันธะของ PH₃ จึงกว้างกว่า NH₃ ส่วนข้อที่มีคะแนนมโนมติก่อนเรียนมากที่สุดคือสารโคเวเลนต์เชื่อมโยงกับสถานการณ์ที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวัน

2. มโนมติก่อนเรียนและหลังเรียนรายวัตถุประสงค์

จากการวิเคราะห์แบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน เรื่องรูปร่างโมเลกุลโคเวเลนต์ โดยกลวิธี MORE รายวัตถุประสงค์ โดยวัตถุประสงค์เช่นเดียวกับตารางที่ 2 แบ่งนักเรียนออกเป็น 3 กลุ่ม ตามตารางที่ 1 คือ มโนมติวิทยาศาสตร์ คลาดเคลื่อน และผิด ดังแสดงผลในตารางที่ 3 ต่อไปนี้

ตารางที่ 3 ร้อยละจำนวนนักเรียนที่มีมโนมติวิทยาศาสตร์ คลาดเคลื่อน และผิด ก่อนและหลังเรียน

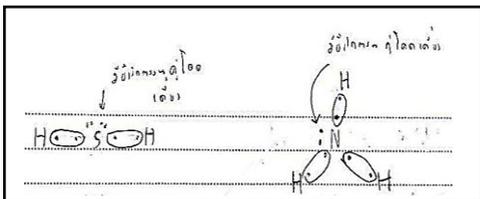
วัตถุประสงค์	จำนวน แบบทดสอบ	ร้อยละมโนมติก่อนเรียน			ร้อยละมโนมติหลังเรียน		
		วิทยาศาสตร์	คลาดเคลื่อน	ผิด	วิทยาศาสตร์	คลาดเคลื่อน	ผิด
1	2	9.00	33.00	58.00	76.00	23.00	1.00
2	2	0.00	28.00	72.00	68.00	22.00	10.00
3	2	0.00	45.00	55.00	69.00	25.00	6.00
4	2	1.00	56.00	43.00	27.00	68.00	5.00
5	1	0.00	62.00	38.00	76.00	18.00	6.00
6	1	0.00	30.00	70.00	34.00	44.00	22.00
7	1	0.00	60.00	40.00	52.00	42.00	6.00
เฉลี่ย		1.43	44.86	53.71	57.43	34.57	8.00

จากตารางที่ 3 พบว่าหลังจากเรียน เรื่องรูปร่างโมเลกุลโคเวเลนต์ ร่วมกับ กลวิธี MORE แล้วร้อยละนักเรียนที่มีโมโนติวิทยาศาสตร์เพิ่มขึ้นจากก่อนเรียน และ ร้อยละนักเรียนที่มีโมโนติที่ผิดลดลงจากก่อนเรียนทุกวัตถุประสงค์

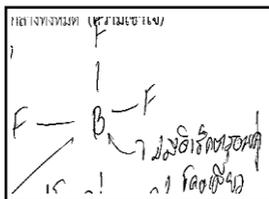
โมโนติก่อนเรียนที่ถูกต้องมากที่สุดได้แก่วัตถุประสงค์ที่ 1 โดยนักเรียนมีความ เข้าใจถูกต้องว่า BeCl_2 H_2S BF_3 CCl_4 PCl_5 และ SF_6 มีรูปร่างแบบเส้นตรง มุมงอ สามเหลี่ยมแบนราบ ทรงสี่หน้า พีระมิดคู่ฐานสามเหลี่ยม และทรงแปดหน้า ตามลำดับ นักเรียนสามารถวาดรูปร่างโมเลกุล แสดงสัญลักษณ์อะตอมกลางและอะตอมที่ล้อมรอบได้ แต่นักเรียนส่วนใหญ่ไม่แสดงอิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยวของอะตอมกลางหรืออะตอมที่ ล้อมรอบ และนักเรียนทุกคนไม่แสดงมุมระหว่างพันธะและไม่วาดขนาดอะตอม แต่หลัง เรียนนักเรียนได้คะแนนในส่วนที่ 2 คือการให้เหตุผลจึงสามารถทำให้วัตถุประสงค์นี้ นักเรียนมีโมโนติวิทยาศาสตร์มากที่สุดเมื่อเทียบกับวัตถุประสงค์อื่นๆ

โมโนติก่อนเรียนที่ผิดมากที่สุด ได้แก่ วัตถุประสงค์ที่ 2 ในแบบทดสอบที่ 3 นักเรียนมีโมโนติที่ผิดเรื่องรูปร่างโมเลกุลของ BeCl_2 และ H_2O ได้รับอิทธิพลจาก อิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยวจากอะตอมกลาง จากการสัมภาษณ์นักเรียนให้เหตุผลว่า ไม่ทราบ ว่าอะตอมกลางตัวใดในตัวเลือก ทุกข้อที่มีอิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยว และไม่เข้าใจว่า อิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยวของอะตอมกลางไปมีอิทธิพลต่อโมเลกุลอย่างไร แม้ว่าครูจะให้ ตารางธาตุเป็นข้อมูลประกอบการทำแบบทดสอบ อีกทั้งมีนักเรียนบางคนให้เหตุผลว่าสาร ทั้งคู่เกิดจากราตอโลหะกับอโลหะ สอดคล้องกับผลงานวิจัยเรื่อง แนวคิดทางเลือกของ นักเรียนในวิชาเคมี ที่พบว่าการทำนายรูปร่างโมเลกุลของนักเรียน บางคนพิจารณาเพียง แรงผลักระหว่างอิเล็กตรอน คู่ร่วมพันธะ หรือบางคนพิจารณาเพียงแรงผลักระหว่าง อิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยว (ชาติรี ฝ่ายคำตา, 2551) มีนักเรียนบางส่วนที่เลือกคำตอบถูกต้อง H_2S และ NH_3 ได้รับอิทธิพลจากอิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยวจากอะตอมกลางแต่ไม่แสดงเส้น พันธะเดี่ยวในโครงสร้าง วาดรูปร่างโมเลกุล H_2S เป็นเส้นตรงและ NH_3 เป็นสามเหลี่ยม แบนราบ ดังภาพที่ 7a ซึ่งที่ถูกต้องนักเรียนจะต้องแสดงเส้นพันธะเดี่ยวในโครงสร้างและ วาดรูปร่างโมเลกุล H_2S เป็นมุมงอและ NH_3 เป็นพีระมิดฐานสามเหลี่ยม และใน แบบทดสอบที่ 4 นักเรียนมีโมโนติที่ผิดเรื่องรูปร่างโมเลกุลของ H_2S และ NH_3 ไม่ได้รับ อิทธิพลจากอิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยวจากอะตอมกลาง โดยให้เหตุผลว่าเมื่อนำสารทั้งสองมา จำแนกตามรูปของโมเลกุลแล้วไม่มีการใช้อะตอมจากอะตอมคู่โดดเดี่ยว มีนักเรียน บางส่วนเลือกคำตอบถูกต้อง BeCl_2 และ BF_3 ไม่ได้รับอิทธิพลจากอิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยว จากอะตอมกลางแต่วาดรูปร่างโมเลกุล BF_3 เป็นตัวที่ ดังภาพที่ 7b ซึ่งที่ถูกต้องนักเรียน จะต้องวาดรูปร่างโมเลกุลเป็นสามเหลี่ยม แบนราบ นอกจากนี้แบบทดสอบทั้ง 2 ข้อ

นักเรียนส่วนใหญ่ไม่แสดงอิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยวและขนาดของอะตอม และนักเรียนทุกคนไม่แสดงมุมระหว่างพันธะและไม่ระบุชื่อรูปร่างโมเลกุลเพราะจากการสัมภาษณ์นักเรียนส่วนใหญ่ไม่ทราบมุมระหว่างพันธะและชื่อรูปร่างโมเลกุล



(a) แบบทดสอบข้อที่ 3



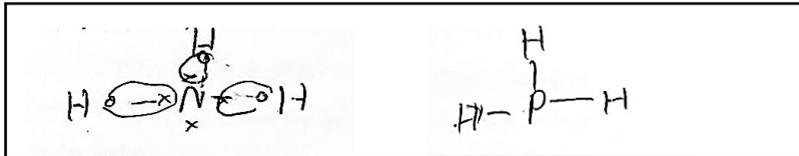
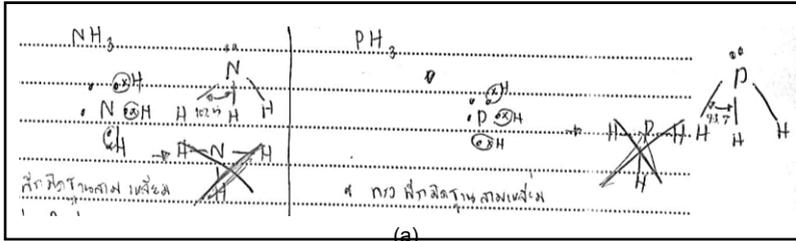
(b) แบบทดสอบข้อที่ 4

ภาพที่ 7 มโนคติที่คลาดเคลื่อนของนักเรียน

(a) แบบทดสอบข้อที่ 3 (b) แบบทดสอบข้อที่ 4

มโนคติวิทยาศาสตร์ของนักเรียนหลังเรียนได้คะแนนมากที่สุดร้อยละ 76 ในวัตถุประสงค์ข้อที่ 1 (แบบทดสอบข้อที่ 1 และ 2) และวัตถุประสงค์ข้อที่ 5 (แบบทดสอบข้อที่ 9) รองลงมา คือ ร้อยละ 69 ในวัตถุประสงค์ข้อที่ 3 (แบบทดสอบข้อที่ 5 และ 6) สำหรับวัตถุประสงค์ที่ 1 เรื่องการวาดโครงสร้างโมเลกุลโคเวเลนต์ โดยใน ส่วนที่ 1 นักเรียนส่วนใหญ่เลือกคำตอบได้ถูกต้อง แตกต่างกันที่หลังเรียนนักเรียนให้เหตุผลในส่วนที่ 2 ได้มากกว่าก่อนเรียน คือ นักเรียนสามารถวาดขนาดอะตอมกลางและอะตอมที่ล้อมรอบ และแสดงมุมระหว่างพันธะได้มากขึ้นจากที่ก่อนเรียนนักเรียนไม่แสดงเลย

เนื้อหาที่หลังเรียนด้วยกลวิธี MORE ยังมีความเข้าใจผิดอยู่มากที่สุดคิดเป็นร้อยละ 22 คือวัตถุประสงค์ข้อที่ 6 ข้อที่ 10 โดยนักเรียนมีมโนคติที่ผิดว่า PH_3 มีมุมระหว่างพันธะมากกว่า NH_3 เพราะค่า EN ของ P สูงกว่า N ดังนั้น P จึงดึงคู่อิเล็กตรอนคู่ร่วมพันธะเข้าใกล้อะตอมกลางมากกว่า N และนักเรียนบางส่วนให้เหตุผลที่ผิดว่าขนาดอะตอมของ P ใหญ่กว่า N ส่งผลต่อมุมระหว่างพันธะของ PH_3 มากกว่า NH_3 และมีนักเรียนบางส่วนที่เลือกคำตอบถูกต้อง NH_3 มีมุมระหว่างพันธะมากกว่า PH_3 แต่วาดรูปร่างโมเลกุลของ NH_3 และ PH_3 เป็นตัวที่ แสดงอิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยวไม่ถูกต้อง และไม่แสดงขนาดมุมระหว่างพันธะ ดังภาพที่ 8b ซึ่งที่ถูกต้องนักเรียนจะต้องวาดรูปร่างโมเลกุลเป็นพีระมิดฐานสามเหลี่ยม แสดงอิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยวของอะตอมกลาง 1 คู่ ขนาดมุมระหว่างพันธะของ NH_3 เท่ากับ 107.3 องศา และ PH_3 เท่ากับ 93.7 องศา ดังภาพที่ 8a



ภาพที่ 8 มโนมติของนักเรียนในแบบทดสอบข้อที่ 10 (a) มโนมติวิทยาศาสตร์ (b) มโนมติที่คลาดเคลื่อน

สรุปผลการวิจัย

จากการศึกษามโนมติวิทยาศาสตร์ คลาดเคลื่อน และผิด ก่อนเรียนและหลังเรียน เรื่อง รูปร่างโมเลกุลโคเวเลนต์ ร่วมกับกลวิธี MORE สรุปผลดังต่อไปนี้

1. นักเรียนมีคะแนนมโนมติหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนทุกแบบทดสอบ โดยภาพรวมนักเรียนมีคะแนนมโนมติวิทยาศาสตร์เพิ่มขึ้นจากก่อนเรียนร้อยละ 19.84 เป็น 67.50 ในการทดสอบหลังเรียน

2. เมื่อนำผลการทดสอบวัดมโนมติของนักเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนมาจัดกลุ่ม 3 กลุ่ม คือ มโนมติวิทยาศาสตร์ คลาดเคลื่อน และผิด พบว่า ร้อยละของนักเรียนที่มีมโนมติวิทยาศาสตร์เพิ่มขึ้นและร้อยละของนักเรียนที่มีมโนมติที่ผิดลดลงจากก่อนเรียนทุกวัตถุประสงค์แบบทดสอบวัดมโนมติ ค่าร้อยละของนักเรียนที่มี มโนมติที่ผิด คลาดเคลื่อน และวิทยาศาสตร์ ก่อนเรียนเฉลี่ยเท่ากับ 53.71 44.86 และ 1.43 ตามลำดับ และหลังเรียนเฉลี่ยเท่ากับ 8.00, 34.57 และ 57.43 ตามลำดับ แสดงว่ามโนมติที่ผิดและคลาดเคลื่อนลดลง ในขณะที่มโนมติวิทยาศาสตร์เพิ่มขึ้น

ข้อเสนอแนะ

ควรศึกษาความคงทนโมโนมิติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ใช้แบบจำลองโมเลกุลอย่างง่ายเรื่อง รูปร่างโมเลกุลโคเวเลนต์ ร่วมกับกลวิธี MORE

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) ที่สนับสนุนทุนการวิจัยแก่ครูในโครงการส่งเสริมการผลิตครูที่มีความสามารถพิเศษทางวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ (สควค.)

เอกสารอ้างอิง

- กานต์ตระกูล วุฒิสลา. 2557. “แบบจำลองอะตอมโมเลกุลทางเลือกสำหรับการสอนเรื่อง ทฤษฎีแรงผลักระหว่างคู่อิเล็กตรอนในวงเวเลนซ์”. วารสารหน่วยวิจัย วิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อมเพื่อการเรียนรู้. 5(2): 209-213.
- เกียรติภูมิ บำรุงไร่. 2553. การพัฒนามโนมิติทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ด้วยกิจกรรมการเรียนรู้แบบ **Predict-Observe-Explain (POE)**. วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์ศึกษา: มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- เปรมศักดิ์ สิมมาเคน. 2557. การพัฒนาความเข้าใจโมโนมิติทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง พันธะโคเวเลนต์ ด้วยกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับแบบจำลองเชิงกายภาพ. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์ศึกษา: มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี.
- ชาติรี ฝ่ายคำตา. 2551. “แนวคิดทางเลือกของนักเรียนในรายวิชาเคมี”. วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี. 19(2): 11-28.
- รุ่งนภา จันท์แรม. 2554. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่องอัตราปฏิกิริยาเคมี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 บนพื้นฐานของทฤษฎี สืบเสาะหาความรู้โดยวิธี **Model-Observe-Reflect-Explain (MORE)**. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์ศึกษา: มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 2556. หนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติม เคมี เล่ม 1 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4-6. พิมพ์ครั้งที่ 5. สำนักงาน

คณะกรรมการส่งเสริมสวัสดิการและสวัสดิภาพครูและบุคลากรทางการศึกษา.
กรุงเทพมหานคร.

สมเจตน์ อูระศิลป์ และศักดิ์ศรี สุภาธร. 2554. “การเปรียบเทียบมโนคติก่อนเรียนและหลังเรียน เรื่องพันธะเคมีตามโมเดลการเรียนรู้ T5 แบบกระตาะข”, **วารสารวิจัย มข.** 1(1): 35-57.

สายทิพย์ ณ เวียงจันทร์ และกานดา ว่องไวลิขิต. 2558. การสร้างแบบจำลองโมเลกุลอย่างง่ายสำหรับการสอนเรื่องรูปร่างโมเลกุลเพื่อส่งเสริมผลการเรียนรู้วิชาเคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนเตรียมอุดมศึกษาพัฒนาการนนทบุรี. การประชุมวิชาการครั้งที่ 53 มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 3-6 กุมภาพันธ์ 2558 ณ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ: ฝ่ายบริการการศึกษา สำนักทะเบียนและประมวลผลมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

Mattox, A.C., Reisner, B.A. & Rickey, D. 2006. “What Happens When Chemical Compounds Are Added to Water? An Introduction to the Model-Observe-Reflect-Explain (MORE) Thinking Frame”. **Journal of Chemical Education** 83(4): 622-624.

Tein, L.T., Teichert, M.A. & Rickey, D. 2007. “Effectiveness of a MORE Laboratory Module in Promoting Students to Revise Their Molecular-Level Ideas about Solutions”. **Chemical Education Research** 84(1): 175-181.

University of Colorado Boulder. 2015. **PhET INTERACTIVE SIMULATION.** <https://phet.colorado.edu/en/simulations/category/chemistry>. 10 May 2014.