

การพัฒนาวิถีทางมโนคติวิทยาศาสตร์และการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ ด้วยการจัดการเรียนรู้  
โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน เรื่อง ของแข็ง ของเหลว และแก๊ส ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

**Grade 10 Students' Scientific Conceptual Pathways Development and Scientific Modeling  
Using Model – Based Learning on Solid , Liquid, and Gas**

นิภาภรณ์ จันทะโยธา (Nipaporn Juntayota)\* ดร.สุวัตร นานันท์ (Dr.Suwat Nanan)\*\*

**บทคัดย่อ**

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการพัฒนาวิถีทางมโนคติวิทยาศาสตร์และการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน เรื่อง ของแข็ง ของเหลว และแก๊ส ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 34 คน เครื่องมือที่ใช้ศึกษาวิถีทางมโนคติวิทยาศาสตร์เป็นชนิดคำถามปลายเปิด เรื่อง ของแข็ง ของเหลว และแก๊ส และวัดการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ด้วยแบบวัดการสร้างแบบจำลองก่อนทำการทดลอง และหลังทำการทดลอง ผู้วิจัยได้นำเครื่องมือชนิดคำถามปลายเปิดมาวัดความเข้าใจทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียน หลังเรียน และหลังเรียน 1 เดือน ผลการวิจัยพบว่านักเรียนมีชนิดของความเข้าใจมโนคติทางวิทยาศาสตร์ที่สูงขึ้น มีระดับความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์สูงขึ้น และพัฒนาวิถีมโนคติของนักเรียนได้ดี แสดงให้เห็นว่ารูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานสามารถสร้างความเข้าใจมโนคติของนักเรียนได้

**ABSTRACT**

The purpose of this study will investigate the student's scientific conceptual pathway and scientific modeling of solid, liquid, and gas. The students are 35 secondary student grade 10. Student's scientific conceptual pathway will elicit by using a solid, liquid, and gas open-end question. Student's scientific modeling will elicit by using a solid, liquid, and gas pre-model and post-model that have drawing and explanation. The researcher will use the open-end question to be a pre-test, post-test, and delayed post-test. The results, which are presented in this study, the students have higher type of conceptual understanding ,the student have higher level of scientific modeling performance and their conceptual pathway development . That show the model-based learning can develop their type of conceptual understanding, level of modeling performance and conceptual pathway.

**คำสำคัญ:** การจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน การสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ ของแข็ง ของเหลว แก๊ส

**Key Words:** Model – based learning, scientific modeling , solid liquid and gas

\*นักศึกษา หลักสูตรศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการศึกษาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

\*\*อาจารย์ ประจำภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

**บทนำ**

วิทยาศาสตร์มีบทบาทสำคัญยิ่งในสังคมโลกปัจจุบันและอนาคต เพราะวิทยาศาสตร์เกี่ยวข้องกับทุกชีวิต ทั้งในการดำรงชีวิตประจำวันและในงานอาชีพต่างๆ เครื่องมือเครื่องใช้ตลอดจนผลผลิตต่างๆ ที่ใช้เพื่ออำนวยความสะดวกในชีวิตประจำวัน ล้วนเป็นผลของความรู้วิทยาศาสตร์ผสมผสานกับความคิดสร้างสรรค์และศาสตร์อื่นๆ ความรู้วิทยาศาสตร์ช่วยให้เกิดการพัฒนาเทคโนโลยีอย่างมาก ในทางกลับกันเทคโนโลยีก็มีส่วนสำคัญมากที่จะส่งผล ให้มีการศึกษาค้นคว้าความรู้ทางวิทยาศาสตร์เพิ่มขึ้นอย่างไม่หยุดยั้ง ในกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 มุ่งหวังให้ผู้เรียนได้เรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่เน้นการเชื่อมโยงความรู้กับกระบวนการมีทักษะสำคัญในการค้นคว้า และสร้างองค์ความรู้โดยใช้กระบวนการในการสืบเสาะหาความรู้และการแก้ปัญหาที่หลากหลาย ให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ทุกขั้นตอน มีการทำกิจกรรมด้วยการลงมือปฏิบัติจริงอย่างหลากหลาย และเหมาะสมกับระดับชั้น (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551)

การพัฒนาการเรียนการสอนให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น เป็นปัจจัยหนึ่งที่ส่งผลต่อการจัดการเรียนการสอนของผู้เรียน คือ วิธีการสอน การพิจารณาหาวิธีการสอนที่หลากหลาย และเหมาะสมกับผู้เรียน เป็นสิ่งที่ผู้สอนควรจะทำและพัฒนาอยู่อย่างสม่ำเสมอเพื่อพัฒนาการเรียนการสอนให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น กระบวนการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์นั้นควรเน้นให้ผู้เรียนเป็นผู้ลงมือกระทำฝึกคิดด้วยตนเองเป็นสำคัญ ผู้สอนควรทำหน้าที่เป็นผู้จัดกิจกรรมให้นักเรียนได้ศึกษาด้วยตนเองมากกว่าที่จะเป็นผู้บอกเล่าให้นักเรียนจดจำเนื้อหาสาระ ควรคำนึงถึงวุฒิภาวะประสบการณ์เดิมและสิ่งแวดล้อมต่างๆ ที่นักเรียนได้รับมาก่อนเข้าสู่ห้องเรียนด้วย (นันทิยา, 2540) เนื่องจากนักเรียนจะมีการสร้างมโนคติผ่านทางประสบการณ์ที่นักเรียน

ได้รับในแต่ละวันก่อนที่จะได้รับการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์มโนคติดังกล่าวมีพื้นฐานมาจากการสังเกต หรือจากประสบการณ์เดิมของนักเรียน (นภาพร, 2537)

จากการศึกษาวรรณกรรมที่เกี่ยวข้องพบว่าวิธีการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน (Model-based learning: MBL) เป็นการจัดการเรียนรู้โดยการนำเสนอแบบจำลอง เป็นสิ่งที่นักวิทยาศาสตร์สร้างขึ้นเพื่อใช้อธิบายแนวคิด หลักการ ทฤษฎี หรือกฎ หรือหากกล่าวอีกนัยหนึ่ง แบบจำลอง คือ ตัวแทนของวัตถุ แนวคิด กระบวนการ หรือระบบ ซึ่งแบบจำลองเป็นสิ่งที่เชื่อมโยงระหว่างทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์กับความเป็นจริง (Gilbert, Boulter and Rutherford, 1998 อ้างใน ชาตรี (2554) แบบจำลองมีความสำคัญต่อวิทยาศาสตร์ โดยแบบจำลองสามารถทำให้เข้าใจ มโนคติทางวิทยาศาสตร์และแนวคิดต่างๆ ได้ง่ายขึ้น ซึ่งจะช่วยในการมองเห็นปรากฏการณ์ต่างๆ และสามารถใช้อธิบายปรากฏการณ์ธรรมชาติ Gilbert (2005) อ้างใน ชาตรี (2554) นักเรียนจะสามารถสร้างความเข้าใจโดยการเปรียบเทียบหลักฐานที่ได้จากการออกแบบแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ หรือแผนภาพ จะทำให้นักเรียนสามารถเชื่อมโยงกับความคิดกับความเข้าใจและพัฒนาความเข้าใจมโนคติในเรื่องนั้นๆ ได้ (Gabel, 1998 อ้างใน Treagust, 2007) ดังนั้น การใช้การสร้างแบบจำลองในการสอนวิชาเคมี เป็นหลักปฏิบัติที่จะทำให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการพัฒนาความเข้าใจจากแบบจำลองของตัวนักเรียนเอง (Gross light et al., 1991 อ้างใน Treagust, 2007)

ผู้วิจัยจึงสนใจในรูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน (Model-based Learning) ที่จะสามารถส่งเสริมความเข้าใจทางวิทยาศาสตร์มากขึ้น รวมถึงส่งเสริมให้นักเรียนมีทักษะการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ (Scientific modeling) ที่จะนำมาช่วยพัฒนาวิถีทางมโนคติวิทยาศาสตร์ (Conceptual partway) ใน เรื่อง ของแข็ง ของเหลว และแก๊ส ซึ่งมีเนื้อหาที่เหมาะสมกับการทดลอง

ปฏิบัติการ (Experimental Laboratory) และจากงานวิจัยต่าง ๆ พบว่านักเรียนยังขาดความเข้าใจในเรื่องของแข็ง ของเหลว และแก๊ส ยกตัวอย่างคำตอบจากการสัมภาษณ์ของนักเรียน จากงานวิจัยของ ชไมพร (2555) โดยนักเรียนเข้าใจว่า “ของแข็งชนิดเดียวกันจะมีลักษณะข้างในที่แตกต่างกัน” ซึ่งแสดงถึงนักเรียนเกิดความเข้าใจที่คลาดเคลื่อน ดังนั้นการนำการจัดการเรียนรู้แบบจำลองเป็นฐานจะสามารถทำให้นักเรียนได้นำเสนอแบบจำลองจากความรู้เดิมที่มีอยู่ก่อนหน้าแล้วเกิดการเรียนรู้ด้วยตนเองจากการทดลอง ซึ่งจะทำให้ให้นักเรียนสังเกตเห็นมโนคติที่คลาดเคลื่อนของตนแล้วนำความรู้ใหม่มาปรับเปลี่ยนความเข้าใจมโนคติตามแนวทางการเรียนรู้วิทยาศาสตร์อย่างเหมาะสม ผลการวิจัยจะสามารถสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์และสร้างความเข้าใจมโนคติที่คงทน

**วัตถุประสงค์การวิจัย**

1. เพื่อศึกษาชนิดความเข้าใจมโนคติ (Type of conceptual understanding) ทางวิทยาศาสตร์ โดยจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน เรื่องของแข็ง ของเหลว และแก๊ส ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4
2. เพื่อศึกษาวิถีทางมโนคติ (Conceptual pathway) ทางวิทยาศาสตร์โดยจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน เรื่องของแข็ง ของเหลว และแก๊ส ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4
3. เพื่อศึกษาการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ (Scientific modeling) โดยจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน เรื่องของแข็ง ของเหลว และแก๊ส ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

**ขอบเขตการวิจัย**

กลุ่มเป้าหมายที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 34 คน กำลังศึกษาในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2557 โรงเรียน

ร้อยเอ็ดวิทยาลัย ตำบลในเมือง อำเภอเมือง จังหวัดร้อยเอ็ด

**วิธีการวิจัย**

**รูปแบบการวิจัย**

รูปแบบงานวิจัยครั้งนี้ เป็นระเบียบวิธีวิจัยเชิงปริมาณ รูปแบบยังไม่เข้าขั้นการทดลอง (Pre-experimental Research) แผนงานวิจัยแบบกลุ่มเดียวที่มีการวัดก่อนทดลอง วัดหลังทดลอง และวัดหลังการทดลอง 1 เดือน (One Group Pre-test Post-test Delayed post-test Design)

**กลุ่มที่ศึกษา**

กลุ่มที่ศึกษาได้มาโดยการเลือกแบบจำเพาะเจาะจง (purposive sampling) จากโรงเรียนมัธยมศึกษาขนาดใหญ่พิเศษแห่งหนึ่งในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 27 ในระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นมีระดับชั้นละ 11 ห้องเรียน จัดห้องเรียนตามระดับความสามารถ ส่วนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายมีระดับชั้นละ 18 ห้องเรียน จัดห้องเรียนตามระดับความสามารถและความสนใจ

กลุ่มที่ศึกษาเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่กำลังศึกษาอยู่ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2557 จำนวน 1 ห้องเรียน มีจำนวนนักเรียน 34 คน ประกอบด้วย นักเรียนชาย 11 คน นักเรียนหญิง 23 คน เป็นนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนดี ปานกลาง และอ่อนในจำนวนที่ใกล้เคียงกัน

**เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย**

- 1) เครื่องมือที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้ คือ แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน เรื่องการจัดเรียงอนุภาคของของแข็ง ความดัน ไอกับจุดเดือดของของเหลว ผลของความดันที่มีต่อปริมาตรของแก๊ส ผลของอุณหภูมิที่มีต่อปริมาตรของแก๊ส และการแพร่ของแก๊ส ในชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4
- 2) เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล คือ แบบวัดมโนคติทางวิทยาศาสตร์มีลักษณะเป็น

คำถามปลายเปิด และแบบวัดการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งมีขั้นตอนดังนี้

2.1) ศึกษาเนื้อหาและวิเคราะห์ เนื้อหาวิชาเคมี เรื่อง ของแข็ง ของเหลว และแก๊ส เพื่อนำไปสร้างแบบวัดมโนคติทางวิทยาศาสตร์ และสร้างแบบวัดการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์

2.2) กำหนดเกณฑ์การให้คะแนนแบบวัดมโนคติทางวิทยาศาสตร์ และเกณฑ์การให้คะแนนแบบวัดการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง ของแข็ง ของเหลว และแก๊ส แต่ละข้อเป็นแบบ Rubric score แบบมาตร ประมาณค่า

1.5) นำแบบทดสอบ วัดมโนคติทางวิทยาศาสตร์และเกณฑ์การให้คะแนนที่สร้างขึ้น เสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ ตรวจสอบพิจารณาความตรงตามวัตถุประสงค์และความตรงเชิงเนื้อหา ความเหมาะสมของเกณฑ์การให้คะแนนพร้อมทั้งให้ข้อเสนอแนะและดำเนินการปรับปรุงตามข้อเสนอแนะ

ในงานวิจัยนี้ผู้วิจัยได้ทดลองใช้แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 32 คน เพื่อปรับปรุงแก้ไขก่อนนำไปใช้จริง

**การเก็บรวบรวมข้อมูล**

การวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยทำการเก็บรวบรวมข้อมูล เพื่อศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน (MBL) เรื่องของแข็ง ของเหลว และแก๊ส ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2557 จำนวน 5 แผนการจัดการเรียนรู้รวมทั้งสิ้น 10 คาบ คาบละ 50 นาที

**การวิเคราะห์ข้อมูล**

1. วิเคราะห์ความเข้าใจมโนคติทางวิทยาศาสตร์เรื่อง ของแข็ง ของเหลว และแก๊ส ตามแนวคิดของ Adadan et al. , (2009) ประกอบด้วย 5 ระดับ ดังนี้ 1) มีความเข้าใจมโนคติวิทยาศาสตร์ (Scientific understanding : SU) 2) มีมโนคติ

วิทยาศาสตร์แบบแยกส่วน (Scientific Fragment : SF) 3) มีมโนคติวิทยาศาสตร์ร่วมกับความเข้าใจคลาดเคลื่อนแบบแยกส่วน (Scientific with Alternative Fragment : SAF) 4) มีความเข้าใจคลาดเคลื่อนร่วมกับมโนคติวิทยาศาสตร์แบบแยกส่วน (Alternative with Scientific Fragment : ASF) และ 5) ความเข้าใจคลาดเคลื่อนแบบแยกส่วน (Alternative Fragment : AF) แล้วนำมาหาค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เพื่อเปรียบเทียบ ก่อนเรียน หลังเรียน และหลังเรียน 1 เดือน

2. วิเคราะห์วิถีทางมโนคติวิทยาศาสตร์เรื่อง ของแข็ง ของเหลว และแก๊ส โดยนำผลจากการวิเคราะห์ความเข้าใจมโนคติมาจัดกลุ่มวิถีทางมโนคติตามแนวคิดของ Adadan et al. , (2009) ประกอบด้วย 6 กลุ่ม ดังนี้ 1) คงที่ร่วมกับมีความก้าวหน้าเล็กน้อย (Stable with slight progress) 2) ความก้าวหน้าเล็กน้อยและคงที่ (Slight progress and stable) 3) ความก้าวหน้าปานกลางร่วมกับสลาย (Moderate progress with a full decay) 4) ความก้าวหน้าปานกลางและคงที่ (Moderate progress and stable) 5) ความก้าวหน้ามากและสลายไปปานกลาง (Radical progress with a moderate decay) และ 6) ความก้าวหน้ามากร่วมกับคงที่หรือสลายไปเล็กน้อย (Radical progress and either stable or a slight decay)

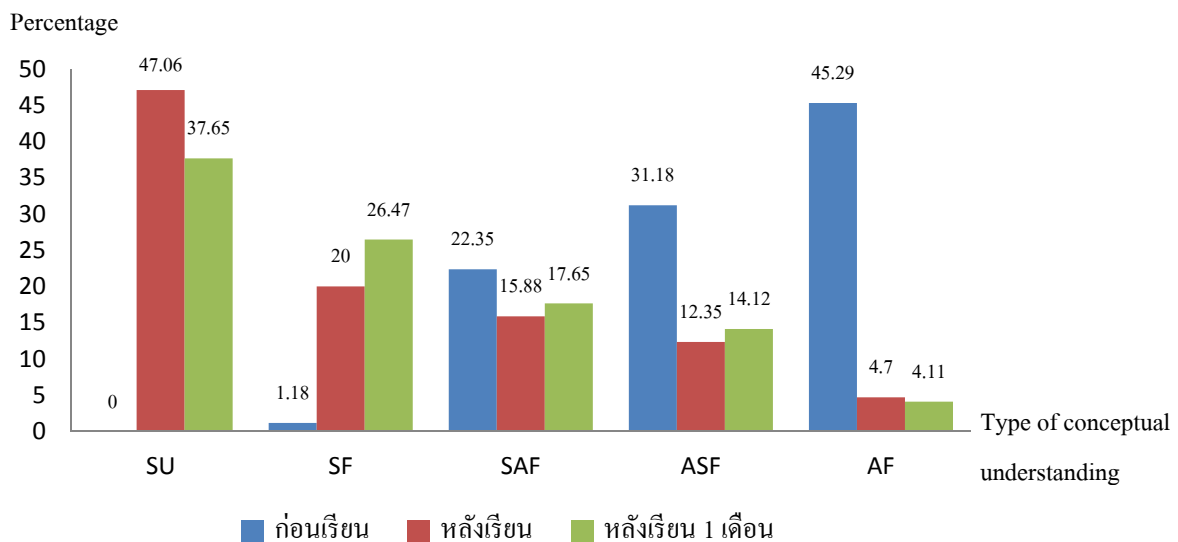
3. วิเคราะห์ความสามารถในการสร้างแบบจำลองวิทยาศาสตร์ก่อนและหลังการทดลอง โดยยึดตามรูปแบบของ พัฒนิตา มีลา และ ร่มเกล้า อาจเดช (2556) ซึ่งจำแนกออกเป็น 5 ระดับ นำมาเปรียบเทียบระดับการสร้างแบบจำลองก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ของแต่ละบุคคล ทั้ง 5 แผนการจัดการเรียนรู้ เพื่อดูแนวโน้มในการสร้างแบบจำลองจากการอธิบายตีความและสรุปผลงานจากการสร้างแบบจำลองและการปรับแก้แบบจำลอง

**ผลการวิจัยและอภิปรายผล**

การวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ศึกษาและเก็บข้อมูล โดยผลการวิจัยแบ่งออกเป็น 3 ตอน ดังนี้ 1) ชนิดความเข้าใจ โน ม ตี (Type of conceptual understanding) จากทั้งหมด 5 มโนคติที่ศึกษา พบว่าก่อนเรียนนักเรียนส่วนใหญ่มีความเข้าใจคลาดเคลื่อนแบบแยกส่วน (Alternative fragments : AF) คิดเป็นร้อยละ 50 หลังเรียนนักเรียนส่วนใหญ่มีความเข้าใจมโนคติวิทยาศาสตร์ (Scientific understanding : SU) คิดเป็นร้อยละ 32.35 และหลังเรียน 1 เดือน นักเรียนส่วนใหญ่มีความเข้าใจ โน ม ตี วิทยาศาสตร์ (Scientific understanding : SU) และมโนคติวิทยาศาสตร์แบบแยก

ส่วน (Scientific Fragment : SF) ในจำนวนเท่า ๆ กัน คือร้อยละ 26.47 2) วิถีทางมโนคติ (Conceptual pathway) จากทั้งหมด 5 มโนคติที่ศึกษา พบว่า จากการวิเคราะห์ความเข้าใจมโนคติ สามารถวิเคราะห์วิถีทางมโนคติออกเป็น 12 ระดับ โดยนักเรียนส่วนใหญ่มีวิถีทางมโนคติแบบก้าวหน้ามากและคงที่ (Radical Progress and Stable) คิดเป็นร้อยละ 31.76 และ 3) การสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ (Scientific modeling) จากทั้งหมด 5 มโนคติที่ศึกษา พบว่า ก่อนเรียนนักเรียนส่วนใหญ่สามารถสร้างแบบจำลองอยู่ในระดับ 0 ร้อยละ 33.76 และหลังเรียนนักเรียนสามารถสร้างแบบจำลองหลังเรียนอยู่ในระดับ 4 ร้อยละ 46.27

**แผนภาพที่ 1** แสดงผลการวิเคราะห์ชนิดความเข้าใจมโนคติ เรื่อง ของแข็ง ของเหลว และแก๊ส ก่อนการจัดการเรียนรู้ หลังการจัดการเรียนรู้ และหลังการจัดการเรียนรู้ 1 เดือน รวม 5 มโนคติด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน



จากแผนภาพที่ 1 ผลการวิเคราะห์ชนิดของมโนคติทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง ของแข็ง ของเหลว แก๊ส ก่อนการจัดการเรียนรู้ หลังการจัดการเรียนรู้ และหลังการจัดการเรียนรู้ 1 เดือน โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบจำลองเป็นฐาน ใน 5 มโนคติ คือ 1) การจัดเรียงอนุภาคของของแข็ง 2) ความดันไอกับจุดเดือดของของเหลว 3) ผลของความดันที่มีต่อปริมาตรของแก๊ส 4) ผลของอุณหภูมิที่มีต่อปริมาตรของแก๊ส และ 5) การแพร่ของแก๊ส พบว่า

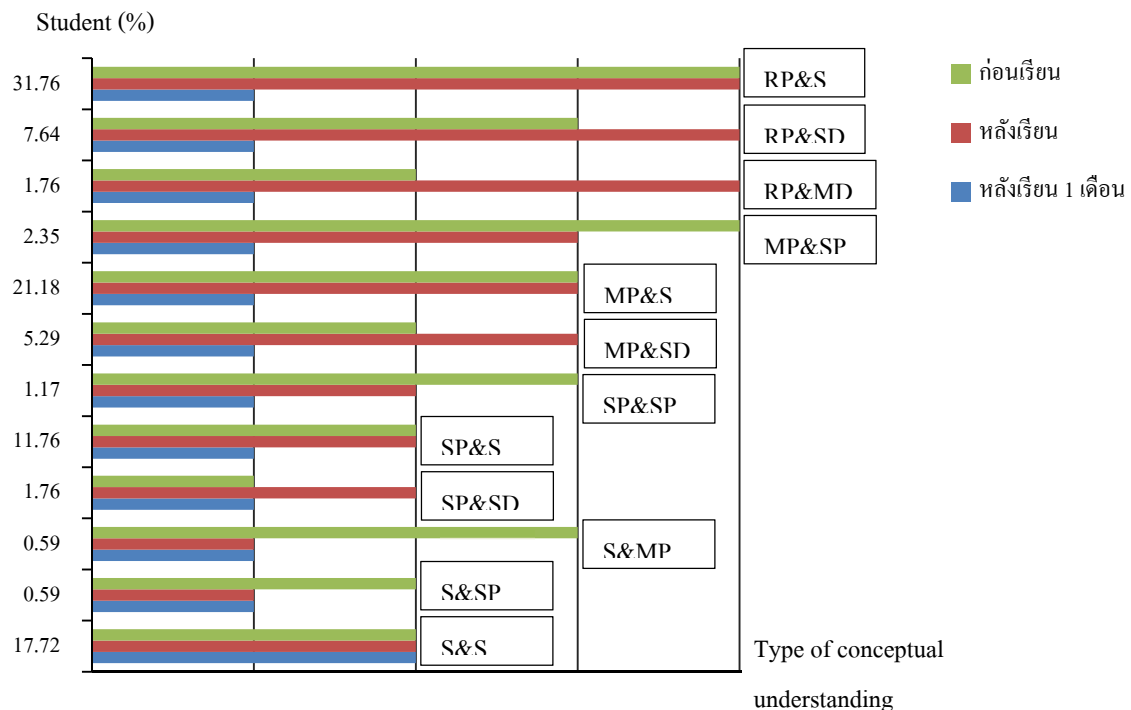
ก่อนเรียนนักเรียนที่มีความเข้าใจมโนคติวิทยาศาสตร์ (SU) คิดเป็นร้อยละ 0 มีมโนคติวิทยาศาสตร์แบบแยกส่วน (SF) คิดเป็นร้อยละ 1.18 มีมโนคติวิทยาศาสตร์ร่วมกับความเข้าใจคลาดเคลื่อนแบบแยกส่วน (SAF) คิดเป็นร้อยละ 22.35 มีความเข้าใจคลาดเคลื่อนร่วมกับมโนคติวิทยาศาสตร์แบบแยกส่วน (ASF) คิดเป็นร้อยละ 31.18 และความเข้าใจคลาดเคลื่อนแบบแยกส่วน (AF) คิดเป็นร้อยละ 45.29

แสดงว่านักเรียนส่วนใหญ่มีมโนทัศน์ความเข้าใจคลาดเคลื่อนแบบแยกส่วนคิดเป็นร้อยละ 45.29

หลังเรียนนักเรียนที่มีความเข้าใจมโนคติวิทยาศาสตร์(SU) คิดเป็นร้อยละ 47.06 มีมโนคติวิทยาศาสตร์แบบแยกส่วน (SF) คิดเป็นร้อยละ 20 มีมโนคติวิทยาศาสตร์ร่วมกับความเข้าใจคลาดเคลื่อนแบบแยกส่วน(SAF) คิดเป็นร้อยละ 15.88 มีความเข้าใจคลาดเคลื่อนร่วมกับมโนคติวิทยาศาสตร์แบบแยกส่วน(ASF) คิดเป็นร้อยละ 12.35 และความเข้าใจคลาดเคลื่อนแบบแยกส่วน (AF) คิดเป็นร้อยละ 4.7 แสดงว่านักเรียนส่วนใหญ่มีมโนทัศน์ความเข้าใจมโนคติวิทยาศาสตร์คิดเป็นร้อยละ 47.06

หลังเรียน 1 เดือน นักเรียนที่มีความเข้าใจมโนคติวิทยาศาสตร์(SU) คิดเป็นร้อยละ 37.65 มีมโนคติวิทยาศาสตร์แบบแยกส่วน (SF) คิดเป็นร้อยละ 26.47 มีมโนคติวิทยาศาสตร์ร่วมกับความเข้าใจคลาดเคลื่อนแบบแยกส่วน(SAF) คิดเป็นร้อยละ 17.65 มีความเข้าใจคลาดเคลื่อนร่วมกับมโนคติวิทยาศาสตร์แบบแยกส่วน(ASF) คิดเป็นร้อยละ 14.12 และความเข้าใจคลาดเคลื่อนแบบแยกส่วน (AF) คิดเป็นร้อยละ 4.11 แสดงว่านักเรียนส่วนใหญ่มีมโนทัศน์ความเข้าใจมโนคติวิทยาศาสตร์คิดเป็นร้อยละ 37.65

แผนภาพที่ 2 แสดงผลการวิเคราะห์วิถีทางมโนคติ เรื่อง ของแข็ง ของเหลว และแก๊ส ก่อนการจัดการเรียนรู้ หลังการจัดการเรียนรู้ และหลังการจัดการเรียนรู้ 1 เดือน รวม 5 มโนคติ ด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน



จากแผนภาพที่ 2 แสดงผลการวิเคราะห์วิถีทางมโนคติทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง ของแข็ง ของเหลว และแก๊ส โดยวิเคราะห์จากชนิดของมโนคติก่อนเรียน หลังเรียน และหลังเรียน 1 เดือน พบว่า นักเรียนที่มีวิถีทางมโนคติแบบคงที่ร่วมกับคงที่ (Stable and

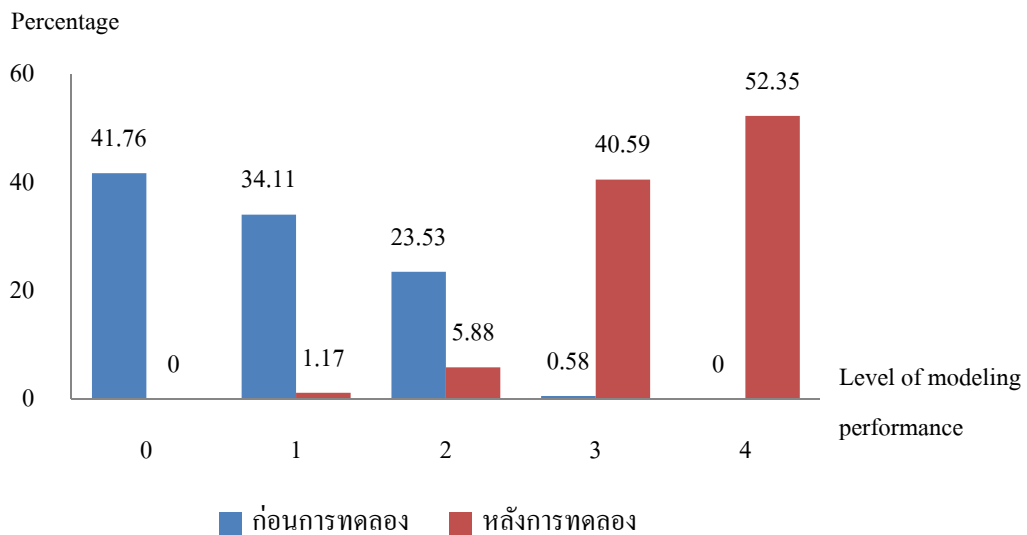
Stable) คิดเป็นร้อยละ 17.72 แบบคงที่ร่วมกับก้าวหน้าเล็กน้อย (Stable and Slight Progress) คิดเป็นร้อยละ 0.59 แบบคงที่ร่วมกับก้าวหน้าปานกลาง (Stable and Moderate Progress) คิดเป็นร้อยละ 0.59 แบบก้าวหน้าเล็กน้อยร่วมกับสลายเล็กน้อย (Slight Progress and



Slight Decay) คิดเป็นร้อยละ 1.76 แบบก้าวหน้าเล็กน้อยร่วมกับคงที่(Slight Progress and Stable)คิดเป็นร้อยละ 11.76 แบบก้าวหน้าเล็กน้อยร่วมกับก้าวหน้าเล็กน้อย(Slight Progress and Slight Progress) คิดเป็นร้อยละ 1.17 แบบก้าวหน้าปานกลางร่วมกับสลายเล็กน้อย(Moderate Progress and Slight Decay) คิดเป็นร้อยละ 5.29 แบบก้าวหน้าปานกลางร่วมกับคงที่(Moderate Progress and Stable)คิดเป็นร้อยละ 21.18 แบบก้าวหน้าปานกลางร่วมกับก้าวหน้าเล็กน้อย(Moderate Progress and Slight Progress) คิดเป็น

ร้อยละ 2.35 แบบก้าวหน้ามากร่วมกับสลายปานกลาง(Radical Progress and Moderate Decay)คิดเป็นร้อยละ 1.76 แบบก้าวหน้ามากร่วมกับ(Radical Progress and Slight Decay)คิดเป็นร้อยละ 7.64 แบบก้าวหน้ามากร่วมกับคงที่(Radical Progress and Stable)คิดเป็นร้อยละ 31.76 แสดงว่านักเรียนส่วนใหญ่มีวิถีทางมโนคติแบบก้าวหน้ามากร่วมกับคงที่ (Radical Progress and Stable) คิดเป็นร้อยละ 31.76

แผนภาพที่ 3 แสดงผลการวิเคราะห์เจตีย์ระดับความสามารถในการสร้างแบบจำลอง เรื่อง ของแข็ง ของเหลว และแก๊ส ก่อนการทดลอง และ หลังการทดลอง รวม 5 มโนคติ ด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน



จากแผนภาพที่ 3 แสดงผลการวิเคราะห์เจตีย์ระดับความสามารถในการสร้างแบบจำลองเจตีย์ของก่อนทำการทดลอง และหลังทำการทดลอง เรื่อง ของแข็ง ของเหลว และแก๊ส พบว่า

ก่อนทำการทดลอง เจตีย์แล้วนักเรียนมีระดับความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ที่ระดับ 0 คิดเป็นร้อยละ 41.76 ระดับ 1 คิดเป็นร้อยละ 34.11 ระดับ 2 คิดเป็นร้อยละ 23.53 ระดับ 3 คิดเป็นร้อยละ 0.58 และระดับ 5 คิดเป็นร้อยละ 0 แสดงให้เห็นว่านักเรียนส่วนใหญ่มีความสามารถในการสร้าง

แบบจำลองก่อนทำการทดลองอยู่ที่ระดับ 0 คิดเป็นร้อยละ 41.76

หลังทำการทดลองเจตีย์แล้วนักเรียนมีระดับความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ที่ระดับ 0 คิดเป็นร้อยละ 0 ระดับ 1 คิดเป็นร้อยละ 1.17 ระดับ 2 คิดเป็นร้อยละ 5.88 ระดับ 3 คิดเป็นร้อยละ 40.59 และระดับ 5 คิดเป็นร้อยละ 52.35 แสดงให้เห็นว่านักเรียนส่วนใหญ่มีความสามารถในการสร้างแบบจำลองหลังทำการทดลองอยู่ที่ระดับ 4 คิดเป็นร้อยละ 52.35

**สรุปผลการวิจัย**

จากผลการวิจัยพบว่ารูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน ในเรื่อง ของแข็ง ของเหลว แก๊ส ช่วยพัฒนาความสามารถในทุก ๆ ด้าน ของนักเรียน โดยสามารถพัฒนาความเข้าใจโมเมนต์ โดยก่อนการจัดการเรียนรู้เฉลี่ยแล้วพบว่านักเรียนส่วนใหญ่ มีความเข้าใจคลาดเคลื่อนแบบแยกส่วน (Alternative fragments) จากนั้นหลังการจัดการเรียนรู้ โดยเฉลี่ยพบว่านักเรียนส่วนใหญ่มีความเข้าใจโมเมนต์ วิทยาศาสตร์ (Scientific understanding) ขณะทำการทดลองโดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน พบว่าก่อนทำการทดลองเฉลี่ยแล้วนักเรียนส่วนใหญ่มีระดับความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ (Scientific modeling performance) ที่ระดับ 0 แต่หลังการทดลองทำให้นักเรียนโดยเฉลี่ยส่วนใหญ่สามารถสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ได้ในระดับ 4 และผลจากการวัดความเข้าใจโมเมนต์หลังเรียน 1 เดือน พบว่านักเรียนส่วนใหญ่มีความเข้าใจโมเมนต์ชนิดมีโมเมนต์วิทยาศาสตร์ (Scientific fragments)

โดยหลังจากการเรียนรู้จากการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ พบว่านักเรียนส่วนใหญ่อยู่ในระดับที่ดีมาก เนื่องจากการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานจะช่วยให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติจริงทั้งการทำการทดลองและการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ก่อนและหลังการทดลองจากสถานการณ์ปัญหาที่ผู้วิจัยกำหนด ดังนั้นนักเรียนจะได้วิเคราะห์ปัญหาเองเพื่อออกแบบการทดลองร่วมกันภายในกลุ่ม และสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์เพื่อคาดคะเนผลการทดลองที่คาดว่าจะเกิดขึ้น โดยนักเรียนจะได้นำแบบจำลองก่อนทำการทดลองไปเปรียบเทียบกับแบบจำลองหลังการทดลอง แบบจำลองเหล่านี้จะทำให้ให้นักเรียนเกิดความเข้าใจในวิทยาศาสตร์มากขึ้นและเห็นความเปลี่ยนแปลงของชนิดของความเข้าใจได้อย่างชัดเจน

**ข้อเสนอแนะจากงานวิจัย**

1. การจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน พบว่าสามารถพัฒนานักเรียนในด้านความเข้าใจโมเมนต์ทางวิทยาศาสตร์ การสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ และพัฒนาวิถีมโนคติได้ ดังนั้นจึงควรนำรูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานไปใช้ในการจัดการเรียนรู้ในหัวข้ออื่น ๆ ในทางวิทยาศาสตร์ด้วย

2. ครูเป็นผู้ที่มีบทบาทสำคัญในการจัดกระบวนการเรียนรู้ และเมื่อครูสามารถจัดกระบวนการเรียนรู้ที่สามารถให้นักเรียนได้เรียนรู้ด้วยตนเอง และสร้างองค์ความรู้ได้ด้วยตนเองนั้น จะเป็นผลดีต่อนักเรียนอย่างมาก ซึ่งกระบวนการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน (MBL) จะสามารถช่วยให้นักเรียนสร้างองค์ความรู้ได้ด้วยตนเอง โดยที่ครูเป็นเพียงผู้คอยดูแลเท่านั้น เนื่องจากนักเรียนมีความสามารถวิเคราะห์ความรู้ของตนก่อนเรียนและหลังเรียนได้จากแบบจำลองของตนเอง วิธีการจัดการเรียนรู้จึงเป็นวิธีที่น่าสนใจที่สามารถนำไปพัฒนากระบวนการคิดและพัฒนาศักยภาพของนักเรียนได้

3. การจัดการเรียนการสอน โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานเป็นการจัดกระบวนการที่จะต้องให้นักเรียนออกแบบการทดลองเองและสร้างแบบจำลองก่อนเรียนซึ่งนักเรียนส่วนใหญ่จะไม่เข้าใจว่าต้องวาดหรือสร้างแบบจำลองอย่างไรเพราะกลัวผิด โดยครูผู้สอนจะต้องเน้นย้ำและอธิบายเกี่ยวกับการสร้างแบบจำลองก่อนทำการทดลองเพื่อนำไปเปรียบเทียบกับแบบจำลองหลังการทดลองเพื่อให้นักเรียนเห็นความเข้าใจของตนเองก่อนเรียนและหลังเรียน

**กิตติกรรมประกาศ**

ขอขอบคุณ โครงการ ส่งเสริม ครูที่มีความสามารถพิเศษทางวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ (สกวค.) สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) ที่สนับสนุนทุนในการวิจัย



เอกสารอ้างอิง

กระทรวงศึกษาธิการ. หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย; 2551.

ชาติรี ฝ่ายคำตา. วิธีสอนวิทยาศาสตร์ระดับประถมศึกษา (Methods of Teaching Science at Elementary Level). กรุงเทพฯ : บริษัท เอพริลพรีนติ้ง จำกัด; 2551: 65-71.

นภาพร แถวโนงิ้ว. การวิเคราะห์ห่มโนมคติที่กาลดเคลื่อนทางวิทยาศาสตร์ (ว. 102) เรื่องโลกสี่เหลี่ยมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 [วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษาศาสตร์บัณฑิตวิทยาลัย] มหาวิทยาลัยขอนแก่น; 2537.

นันทิยา บุญเคลือบ. การเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ตามแนวคิด Constructivist . วารสารส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี 2540; 25 (96) : 11-15.

พนนิดา มีตา และ ร่มเกล้า อาจเดช. ผลของการสืบเสาะความรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานที่มีต่อความเข้าใจมโนมคติและความสามารถในการสร้างแบบจำลองเรื่องของแข็ง ของเหลว และแก๊ส. รายงานการวิจัยการปฏิบัติการสอนในสถานศึกษา 1 และ 2 สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น; 2556.

Adadan, E., K.C. Trundle & K.E. Irving. Exploring Grade 11 Students' Conceptual Pathways of the Particulate Nature of Matter in the Context of Multirepresentational Instruction, journal of research in science teaching 2009; 47 : 1004–1035. doi : 10.1002/tea.20366

Chittkeborough C. & David F. Treagust., The modeling ability of non-major chemistry student and their understanding of the sub-microscopic level. Science and Mathematics Education Centre, Curtin University of Technology, Perth, Australia 2007; 949-968